

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ХАРКІВСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ КОЛЕДЖ

Для спеціальності
5.141 Електроенергетика, електротехніка
та електромеханіка
спеціалізації
5.141.3 Обслуговування та ремонт
електроустаткування автомобілів і тракторів

Методичний посібник
для самостійної роботи студентів
з навчальної дисципліни
ОСНОВИ ЕЛЕКТРОНІКИ І МІКРОЕЛЕКТРОНІКИ

2017р.

Методичний посібник для самостійної роботи з дисципліни “Основи електроніки і мікроелектроніки” студентів спеціальності 5.141 Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка спеціалізації 5.141.3 Обслуговування та ремонт електроустаткування автомобілів і тракторів / Укладач: Кононенко Н.В. – ХДПК, 2017. – 18 с.
(шифр і назва спеціальності) (прізвище та ініціали)

Методичний посібник розглянутий та рекомендований цикловою комісією
з електромеханіки
(назва циклової комісії)

Протокол № _____ від “ _____ ” _____ 20 ____ р.

Голова циклової комісії _____ (Р.В.Багач)
(підпис) (прізвище та ініціали)

Схвалено методичною радою Харківського державного політехнічного коледжу

Протокол № _____ від “ _____ ” _____ 20 ____ р.

Голова методичної ради _____ (_____
(Підпис) (прізвище та ініціали)

ЗМІСТ

ВСТУП	4
1 ЕЛЕКТРОННІ ЕЛЕМЕНТИ	4
1.1 Біполярні транзистори	4
1.2 Інтегральні мікросхеми	7
2 ОСНОВИ СХЕМОТЕХНІКИ	9
2.1 Електронні підсилювачі	9
2.2 Генератори гармонічних коливань	10
2.3 Імпульсна техніка	11
2.4 Цифрові елементи та пристрої	12
СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ	18

ВСТУП

Електронні прилади та пристрої застосовуються практично в усіх галузях науки і техніки, промисловості і транспорту, зв'язку і побуту. Тому студенти будь-якої технічної спеціальності мають вивчити основи електронної техніки з метою подальшого застосування набутих знань при вивченні фахових дисциплін, в своїй практичній діяльності.

У відповідності до навчального плану значний обсяг навчального матеріалу дисципліни студенти мають вивчити самостійно. При цьому необхідно користуватись рекомендованими підручниками і навчальними посібниками, перелік яких подано нижче. Самостійне опанування навчальним матеріалом потребує старанності і певного досвіду, якого, зрозуміло, студент набуває тільки в процесі навчання. Тому важливим чинником успішної самостійної роботи є правильна її організація. Насамперед необхідно усвідомити, на яких попередніх знаннях базується та чи інша тема, який навчальний матеріал, викладений на адиторних заняттях, їй передуює і повторити основні положення цього матеріалу. Потім необхідно знайти матеріал теми в підручнику або навчальному посібнику. В процесі вивчення матеріалу корисно складати конспект, в який стисло заносити основні положення, визначення, висновки тощо. По закінченню роботи над темою необхідно відповісти на контрольні запитання і самому оцінити рівень розуміння вивченого.

1 ЕЛЕКТРОННІ ЕЛЕМЕНТИ

1.1 Біполярні транзистори

Розрахунок h -параметрів транзисторів.

При розгляді цього питання необхідно навчитися практично визначати h -параметри транзистора для схем зі спільним емітером і спільною базою за його статичними характеристиками. Зробимо це на конкретному прикладі для схеми зі спільним емітером.

Приклад. За даними характеристиками (рис.1) визначити вхідний опір h_{11e} і коефіцієнт передачі струму h_{21e} в розрахунковій точці $O(I_{\bar{b}} = 0,3 \text{ мА}; U_{ке} = 20 \text{ В})$.

Розрахунок виконується в такій послідовності.

1. На вхідних і вихідних характеристиках позначається за даними координатами розрахункова точка O .
2. Вхідний опір h_{11e} визначається по вхідним характеристикам:

$$h_{11} = \Delta U_{\bar{b}e} / \Delta I_{\bar{b}} \quad (\text{при } U_{ке} = \text{const}),$$

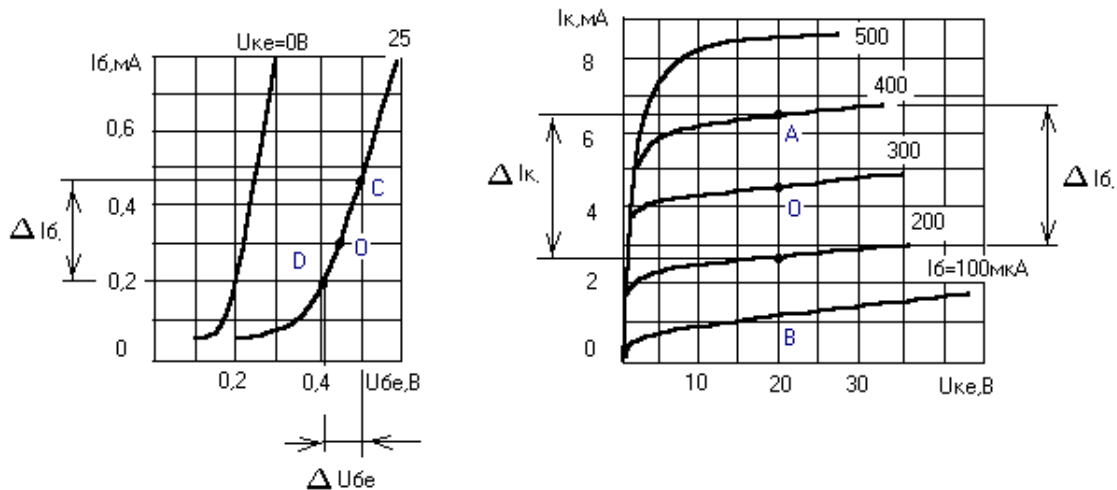


Рисунок 1 Визначення h-параметрів транзистора з ЗЕ

де ΔU_{be} – приріст напруги база-емітер,

$$\Delta U_{be} = \Delta U_{be(C)} - \Delta U_{be(D)} = 0,5 - 0,41 = 0,09V;$$

ΔI_b – приріст струму бази,

$$\Delta I_b = I_{b(C)} - I_{b(D)} = 0,48 - 0,2 = 0,28 \text{ mA}.$$

При цьому використовується усереднена вхідна характеристика.

$$h_{11e} = 0,09 / 0,28 \cdot 10^{-3} = 321,4 \text{ Ом}.$$

3. Коефіцієнт передачі струму визначається по вихідним характеристикам. Для цього на вертикалі, яка відповідає $U_{ce} = \text{const}$, для даного прикладу 20V, помічають точки А і В на сусідніх з розрахунковою точкою характеристиках.

$$h_{21e} = \Delta I_c / \Delta I_b \text{ (при } U_{ce} = \text{const) ,}$$

де ΔI_b – приріст струму бази,

$$\Delta I_b = I_{b(A)} - I_{b(B)} = 400 - 200 = 200 \text{ мкА};$$

де ΔI_c – відповідний приріст струму колектора,

$$\Delta I_c = I_{c(A)} - I_{c(B)} = 6,5 - 2,5 = 4 \text{ mA}.$$

$$h_{21e} = 4 \cdot 10^{-3} / 200 \cdot 10^{-6} = 20.$$

Контрольні запитання:

- В чому полягає фізичний смисл кожного з h-параметрів?
- Пояснити послідовність розрахунку параметрів h_{11} і h_{21} .
- За даними характеристиками транзистора зі спільною базою (рис.2) визначити вхідний опір h_{11b} і коефіцієнт передачі струму h_{21b} в розрахунковій точці О ($I_e = 1 \text{ mA}$; $U_{ce} = 15V$).

- Порівняйте розраховані параметри для схем зі спільною базою та спільним емітером.

Література: [Л.1], с.31-38; [Л.2], с.23-25; [Л.4], с.90-100.

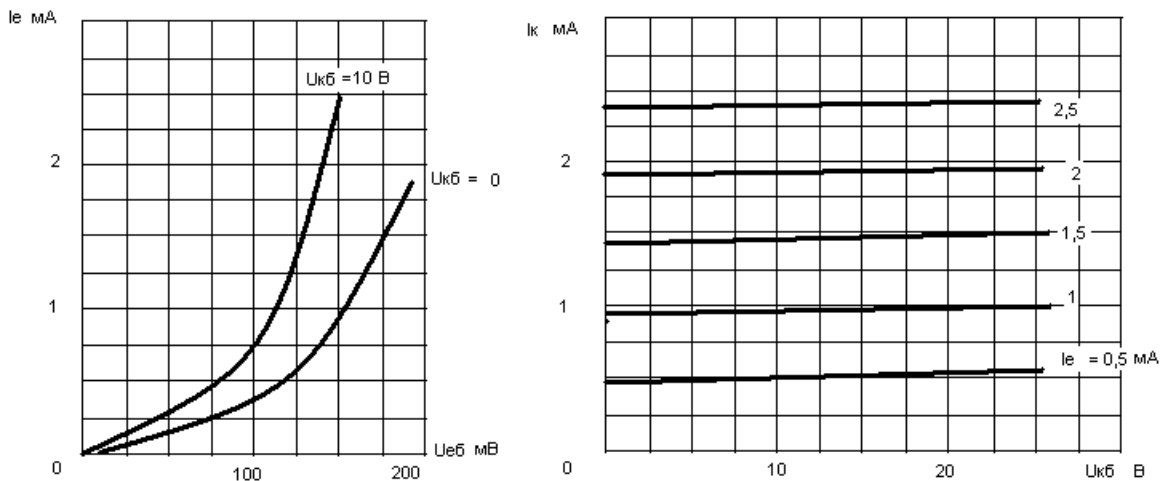


Рисунок 2 Характеристики транзистора для схем из 3Б

Залежність характеристик і параметрів транзисторів від температури

Температурна залежність параметрів і характеристик транзисторів зумовлена температурними змінами властивостей напівпровідникових матеріалів. При змінах температури змінюється концентрація носіїв, їх рухливість, швидкість дифузії, процеси рекомбінації та інші процеси в структурі напівпровідникових кристалів. Все це необхідно враховувати при проектуванні, експлуатації та налагодженні напівпровідникових приладів.

При вивченні цього питання необхідно уявити вплив температурних змін на основні параметри і характеристики транзисторів.

При нагріванні транзистора зростає його коефіцієнт передачі струму h_{21} внаслідок збільшення часу існування неосновних носіїв.

Істотною є температурна нестабільність вхідних і вихідних характеристик транзисторів, оскільки зі зростанням температури збільшується кількість носіїв і струми р-п-переходів, що приводить до зміщення характеристик. В ході вивчення цього питання зверніться до будь-якого довідника з напівпровідникових приладів і зверніть увагу на те, як в них відображуються характеристики і параметри в залежності від температурного режиму.

Температурна нестабільність характеристик і параметрів негативно впливає на якість роботи електронних пристроїв. Тому використовують заходи з поліпшення тепловідведення, температурної стабілізації режиму роботи транзисторів.

Контрольні запитання:

- Як температурні зміни впливають на фізичні процеси в напівпровідниках?
- Як зміни температури впливають на параметри і характеристики транзисторів?
- Які заходи здійснюють для зменшення впливу температурних змін на роботу транзисторів і схем на їх основі?

Література: [Л.4], с.110-113.

Частотні властивості транзисторів

На роботу транзистора суттєво впливає частота електричного сигналу, який подається у вхідне коло транзистора і керує його колекторним струмом. Це пов'язано з інерційністю фізичних процесів (дифузії, рекомбінації, перезарядження бар'єрних ємностей р-п-переходів). Інерційність процесів приводить до відставання за фазою змінної складової колекторного струму від змінної складової вхідного сигналу. З цим пов'язане зниження на високій частоті коефіцієнта передачі струму транзистора h_{21} і в цілому коефіцієнта підсилення підсилювача.

Частотні властивості транзисторів оцінюють граничною частотою f_{h21} (наводиться в довідниках з транзисторів). Це значення частоти, на якій h_{21} знижується до $h_{21}=1$.

Розширенню частотного діапазону роботи транзисторів сприяє зменшення товщини бази, зменшення площі колекторного р-п-переходу і зниження його ємності. Користуючись підручником, розгляньте конструктивні особливості деяких типів високочастотних транзисторів.

Контрольні запитання:

- Як частота електричного сигналу впливає фізичні процеси, що відбуваються в транзисторах?
- Як частота електричного сигналу впливає на параметри транзисторів?
- В чому смисл показника „гранична частота”?
- В чому особливості побудови транзисторів для роботи на високих частотах?

Література: [Л.4], с.103-106.

1.2 Інтегральні мікросхеми.

Коротка характеристика великих інтегральних мікросхем (ВІС)

Як відомо, інтегральні мікросхеми (ІМС) характеризуються ступенем інтеграції. Великими інтегральними мікросхемами (ВІС) прийнято називати ІМС з високим ступенем інтеграції, в яких щільність активних елементів сягає понад $10^3 - 10^4$ в 1 см^2 . Вони використовуються в системах обробки інформації.

Елементи ВІС з'єднують за багаторівневим принципом. Перший рівень – це зв'язки які з'єднують окремі елементи в прості логічні схеми або тригери. На другому рівні виконують з'єднання елементарних схем в більш складні схеми регістрів, лічильників, дешифраторів тощо. Далі вони з'єднуються в ще більш складні вузли і пристрої. Такий принцип побудови дає змогу мати мінімальну кількість зовнішніх виводів, тільки для вводу-виводу сигналів та живлення. Інші з'єднання виконуються в структурі самої мікросхеми.

За конструктивно-технологічними ознаками ВІС поділяють на однокристалні, коли схема виконана на одній кремнієвій пластинці, та багатокристалні (гібридні), де ряд кристалів розташовані на пасивній підкладці.

Контрольні запитання:

- В чому полягає суть показника «ступінь інтеграції»?
- В чому полягає особливість великих ІМС?

- Поясніть багаторівневий принцип з'єднання елементів ВІС. В чому його переваги?
- Наведіть приклади використання ВІС.

Література: [Л.2], с.73-77.

Конструктивне оформлення інтегральних мікросхем і їх маркування

Для захисту елементів ІМС від дії зовнішнього середовища її герметизують за допомогою ізоляційних матеріалів. При виробництві безкорпусних ІМС для герметизації використовують органічні і неорганічні полімерні матеріали (лаки, емалі, еластичні компаунди, інш.).

Ефективним способом захисту ІМС від дії зовнішнього середовища є її розміщення в герметичному корпусі.

Основні вимоги до корпусів ІМС:

- надійна герметичність;
- мінімальна маса і розміри;
- корозійна і механічна міцність;
- надійне тепловідведення від кристалу.

Корпуси мають круглу або прямокутну форму. Розміри корпусів і розміщення зовнішніх виводів стандартизовані для забезпечення їх встановлення і монтажу на друкованих платах. В залежності від матеріалу корпуси бувають метало скляні, металокерамічні, керамічні, пластмасові. Детальніше про конструкції корпусів можна дізнатися з літератури ([Л.2]).

Маркірування ІМС складається з декількох елементів у вигляді літер і цифр (наприклад, К155ЛА3). Перша літера (К) проставляється для ІМС широкого використання. До неї може також додаватися літера, яка позначає матеріал корпусу (П – пластмасовий, І – керамічний, Б – безкорпусний). Трьохзначне число – наступний елемент – зветься серією. Серією називається сукупність мікросхем різного функціонального призначення, поєднаних спільною технологією і основними параметрами. Перша цифра серії показує конструктивно-технологічну ознаку ІМС (1,5,7 – напівпровідникові монолітні; 2,4,6,8 – гібридні; 3 – інші). Дві інші цифри серії – порядковий номер розробки. Третій елемент – дві букви – визначають функціональне призначення ІМС. Четвертий елемент у вигляді цифри показує порядковий номер розробки конкретної мікросхеми. При вивченні системи маркірування радимо скористатися таблицею у [Л.2].

Контрольні запитання:

- Які основні вимоги ставляться до корпусів ІМС?
- Назовіть основні типи корпусів за формою, розмірами, матеріалами.
- Для чого застосовують стандартизацію корпусів?
- Яку конструкцію мають зовнішні виводи ІМС?
- Як забезпечується тепловідведення в ІМС?
- Що означає поняття «серія» ІМС?

Література: [Л.2], с.73-77; [Л.5], с.158-174.

2 ОСНОВИ СХЕМОТЕХНІКИ

2.1 Електронні підсилювачі

Основні робочі режими підсилювальних елементів

Режим роботи транзистора визначається положенням робочої точки на його динамічній характеристиці. В залежності від розташування робочої точки розрізняють декілька режимів роботи, основними з яких є:

- *режим А*. Робочу точку вибирають на середині робочої ділянки динамічної характеристики (рис.3,а). В цьому режимі форма вихідного сигналу майже не змінюється порівняно з формою вхідного сигналу. Проте режим дає низький коефіцієнт корисної дії, що зумовлено значною постійною складовою колекторного струму $I_{к0}$. Тому цей режим використовують лише в малопотужних підсилювальних каскадах.

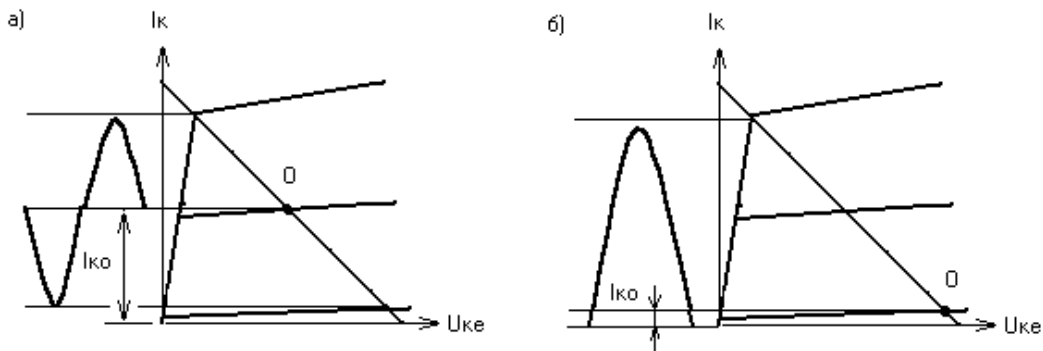


Рисунок 3 Режим А (а) і режим В (б) транзистора

- *режим В*. Робочу точку вибирають в області, де $I_b = 0$, тобто на початку динамічної характеристики (рис.3,б). В цьому режимі при наявності змінного вхідного сигналу колекторний струм протікає лише за половину періоду сигналу, тобто має місце так звана *відсічка* струму. Режим В забезпечує високий ККД (60-70%), оскільки постійна складова колекторного струму майже нульова і використовується в підсилювачах потужності.

Емітерний повторювач

Емітерним повторювачем (ЕП) називається каскад підсилення, побудований на транзисторі з загальним колектором (рис.4). При самостійному опрацюванні схеми зверніть увагу, що навантажувальний резистор R_e увімкнуто в коло емітера і саме з емітера знімається вихідний сигнал (при необхідності доцільно повторити тему „Схеми вмикання біполярних транзисторів”, яка вивчалася раніше). Резистори R_1 і R_2 є елементами зміщення. На відміну від каскаду з загальним емітером ЕП має високий вхідний і низький вихідний опір. Ця властивість і зумовила його використання як узгоджуючого каскаду. Найчастіше ЕП вмикається як вихідний каскад в підсилювачах з безтрансформаторним виходом. Навантажувальний резистор, увімкнений в коло емітера, утворює в каскаді глибокий негативний зворотний зв'язок, який забезпечує досить рівномірну АЧХ. Оскільки вихідний сигнал, який знімається з емітера, повторює за фазою вхідний сигнал на базі, схема

й дістала назву „емітерний повторювач”. Аналогом емітерного повторювача в пристроях на польових транзисторах є схема з загальним стоком

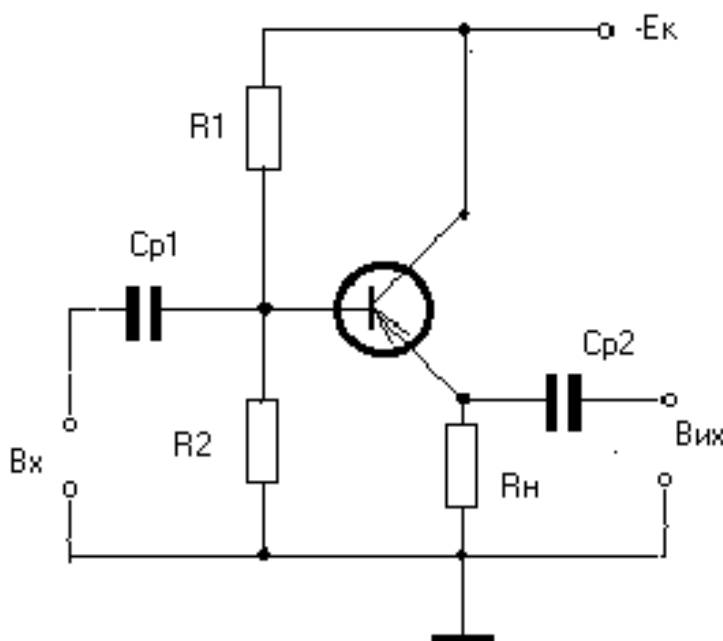


Рисунок 4 Емітерний повторювач

Контрольні запитання:

- Поясніть основні робочі режими підсилювальних елементів.
- Поясніть призначення емітерного повторювача.
- Поясніть призначення окремих елементів схеми.
- В чому полягає особливість параметрів емітерного повторювача?
- Для чого використовуються емітерні повторювачі?

Література: [Л.1], с.130-131.

2.2 Генератори гармонічних коливань

RC-генератори

Як відомо, генератори гармонічних коливань призначені для перетворення енергії джерела живлення в незатухаючі синусоїдальні коливання.

В ході аудиторних занять розглядалися схеми LC-генераторів, які мали коливальний контур. Частота коливань такого генератора визначається виразом $f \approx 1/2\pi\sqrt{LC}$. Видно, що для генерування низькочастотних коливань потрібно значно збільшувати індуктивність і ємність контуру. Тому поряд з LC-генераторами використовуються RC-генератори.

RC-генератор (рис.5) являє собою резисторний каскад підсилення, в якому позитивний зворотний зв'язок для самозбудження утворюється за допомогою трьох фазуючих RC-ланок. Частота коливань визначається величинами R і C фазуючих ланок.

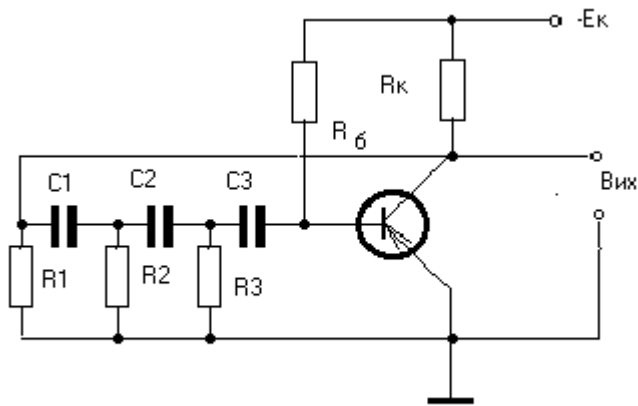


Рисунок 5 Схема RC-генератора

В сучасній схемотехніці широко використовуються RC-генератори, побудовані на операційних підсилювачах.

Розгляньте детальніше наведені схеми, з'ясуйте призначення їх елементів.

Контрольні запитання:

- Поясніть призначення RC-генератора.
- Поясніть призначення окремих елементів схеми RC-генератора.
- В чому полягає особливість здійснення позитивного зворотного зв'язку в RC-генераторі?
- Чим визначається частота коливань на виході RC-генератора?

Література: [Л.2], с.179-181.

2.3 Імпульсна техніка

Генератори лінійно-змінної напруги

Генератор лінійно-змінної напруги (ГЛЗН) призначений для отримання пилкоподібних імпульсів (рис.6,б). Пилкоподібний імпульс характеризується повільним, майже лінійним зростанням напруги (прямий хід – моменти 1-2 на діаграмі) і відносно коротким часом її зменшення до 0 (відновлення).

Розрізняють автоколивні схеми ГЛЗН та схеми, які керуються зовнішніми імпульсами.

Найпростіша схема ГЛЗН (рис.6,а) складається з транзисторного ключа і конденсатора, увімкнутого на його виході.

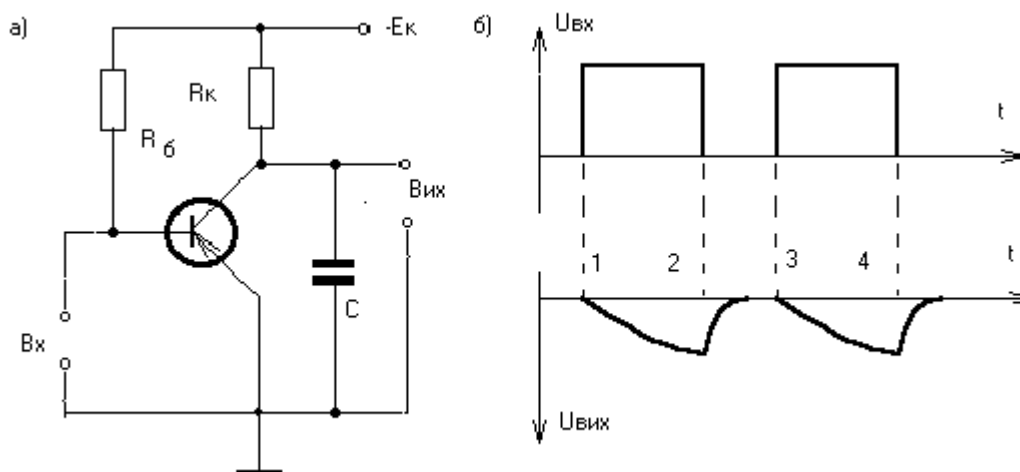


Рисунок 6 Найпростіший генератор лінійно-змінної напруги

Користуючись часовими діаграмами, розгляньте роботу генератора, зверніть увагу на процеси зарядження і розрядження конденсатора, вплив його ємності на форму і параметри імпульсів.

В сучасних пристроях схеми ГЛЗН будують на операційних підсилювачах. Розберіться за підручником, як при цьому забезпечується лінійність імпульсів.

Контрольні запитання:

- Яке призначення і використання мають генератори лінійно-змінної напруги?
- Поясніть призначення елементів схеми.
- Поясніть, користуючись діаграмами, принцип роботи ГЛЗН.
- Що впливає на форму і параметри імпульсів на виході ГЛЗН?
- Як в схемах ГЛЗН досягають лінійності імпульсів?

Література: [Л.2], с.219-223; [Л.4], с.419-422; [Л.3], с.67-72.

2.4 Цифрові елементи та пристрої

Мультиплексори

Мультиплексором називається пристрій, який здійснює вибір одного з декількох входів і під'єднує його до свого виходу.

Мультиплексор має: інформаційні входи ($D_0, D_1, \dots$), адресні входи ($A_0, A_1, \dots$), вхід для подачі керуючого сигналу C , а також вихід Q . Умовне позначення мультиплексора на 4 інформаційні входи (чотирьохвходовий мультиплексор) наведено на рис.7. Кожному інформаційному входу присвоюється номер у вигляді двійкового коду, який зветься адресою. При подачі керуючого сигналу на вхід C мультиплексор вибирає один з входів, адреса якого задана двійковим кодом на адресних входах, і під'єднує його до виходу.

При самостійному опрацюванні цього питання за підручником розгляньте розгорнуту схему мультиплексора і таблицю його роботи.

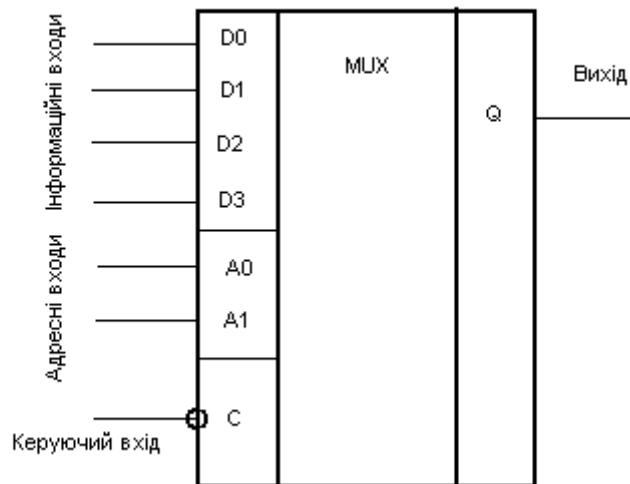


Рисунок 7 Умовне позначення мультиплексора

Таблиця 1

Адресні входи		Керуючий сигнал	Вихід
A1	A0	C	Q
-	-	0	0
0	0	1	D0
0	1	1	D1
1	0	1	D2
1	1	1	D3

При відсутності керуючого сигналу ($C=0$) зв'язок між інформаційними входами і виходом відсутній ($Q=0$). При подачі керуючого сигналу ($C=1$) на вихід передається логічний рівень того з інформаційних входів, номер якого відповідає його адресі (табл.1).

Розгляньте також використання мультиплексорів для синтезу логічних функцій, побудови керуючих пристроїв.

Демультимплексори

Демультимплексором називається пристрій, який здійснює комутацію входу до одного з виходів з заданим номером (адресою).

Демультимплексор має один інформаційний вхід D, декілька виходів ($Y_0, Y_1, \dots$) та адресні входи ($A_0, A_1, \dots$). Умовне позначення демультимплексора на 4 виходи наведене на рис.8. Кожному виходу присвоюється номер у вигляді двійкового коду, який зветься адресою. Роботу демультимплексора розгляньте за допомогою таблиці 2.

Таблиця 2

Адресні входи		Виходи			
A0	A1	Y0	Y1	Y2	Y3
0	0	D	0	0	0
0	1	0	D	0	0
1	0	0	0	D	0
1	1	0	0	0	D

Якщо, приміром, на адресних входах $A0=1$, $A1=0$, то логічний рівень входу D передається на вихід Y2.

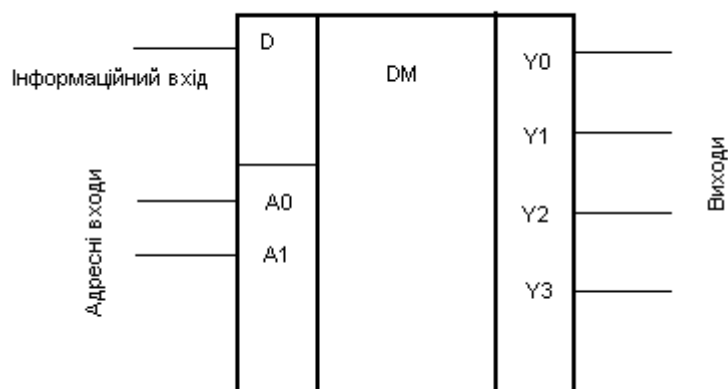


Рисунок 8 Умовне позначення демультиплексора

При необхідності мати велику кількість виходів будують так зване демультиплексорне дерево.

Демультиплексор в поєднанні з мультиплексором утворюють пристрій, в якому за заданими адресами один з входів під'єднується до одного з виходів. Демультиплексори використовують для побудови різноманітних логічних пристроїв, дешифраторів.

Контрольні запитання:

- Поясніть призначення мультиплексора і демультиплексора.
- Поясніть призначення адресних та інформаційних входів мультиплексора і демультиплексора.
- Користуючись таблицями, поясніть принцип роботи мультиплексора і демультиплексора.

Література: [Л.1], с.173; [Л.3], с.194-199.

Цифрові компаратори

Цифровим компаратором називається комбінаційний логічний пристрій, призначений для порівняння двійкових чисел (кодів).

Кількість входів компаратора визначається розрядністю кодів, які порівнюються. На виході як правило формується три сигнала:

$F=$ – рівність кодів;

$F>$ – якщо числовий еквівалент першого коду більше другого;

$F_{<}$ – якщо числовий еквівалент першого коду менше другого.

Роботу компаратора при порівнянні двох однорозрядних кодів пояснює таблиця справжності (таблиця 3).

Таблиця 3

X0	X1	F=	F>	F<
0	0	1	0	0
0	1	0	0	1
1	0	0	1	0
1	1	1	0	0

Аналіз таблиці справжності показує, що при будь-якій комбінації вхідних сигналів на виході може бути тільки один активний сигнал – 1.

Для одержання сигналу $F_{=}$, який має важливе самостійне значення в логічних схемах, використовується логічна операція, яка має назву „виключне АБО-НІ” (рос. исключающее ИЛИ-НЕ). Схему, яка реалізує цю операцію, та її умовне позначення наведено на рис.9. Схема побудована з використанням логічних елементів І, АБО, НІ. В ході вивчення цього матеріалу детально проаналізуйте її роботу за таблицею справжності.

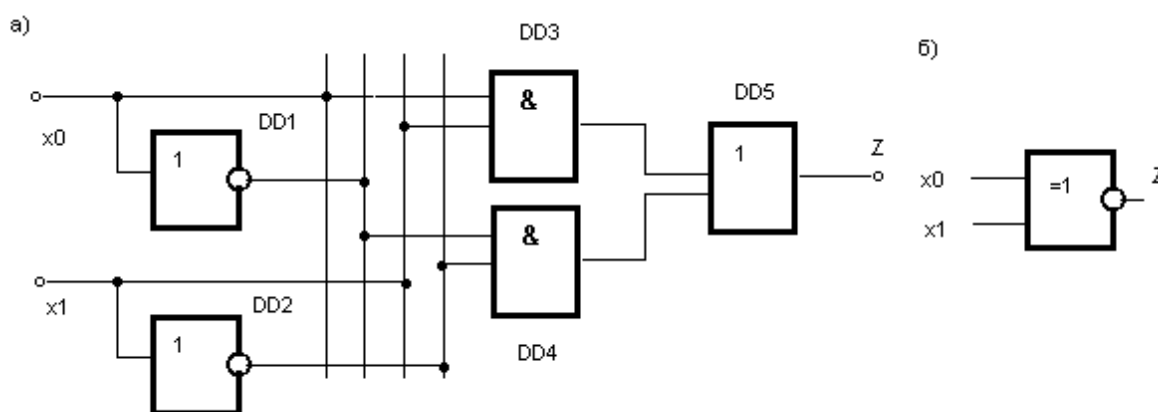


Рисунок 9 Схема реалізації операції „виключне АБО-НІ” (а) та її умовне позначення (б)

На рис. 10 наведено логічну схему компаратора однорозрядних кодів, роботу якої теж проаналізуйте, користуючись таблицею справжності. Компаратори більш високої розрядності мають більш складну структуру, тому на практиці використовують методи спрощення їх побудови.

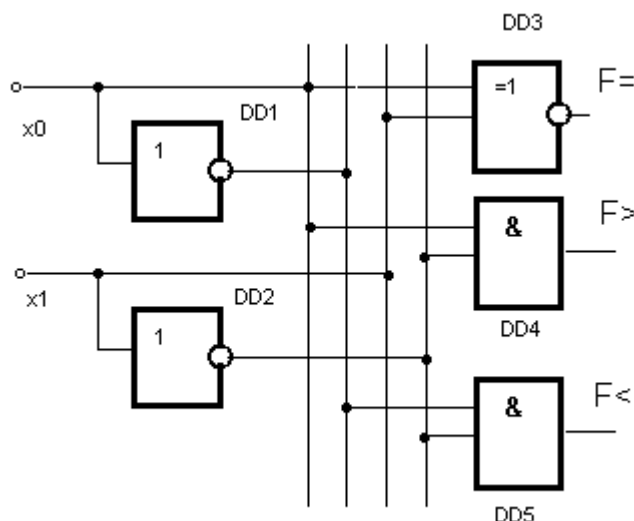


Рисунок 10 Логічна схема компаратора однорозрядних чисел

Контрольні запитання:

- Поясніть призначення цифрового компаратора.
- За структурною схемою поясніть, з яких елементів складається компаратор.
- В чому полягає суть логічної операції „виключне АБО-НІ”?

Тригер Шмітта

Тригер Шмітта, або несиметричний тригер з емітерним зв'язком, використовується для перетворення синусоїдального сигналу (або іншої форми аналогового сигналу) в імпульси прямокутної форми. Він використовується також як пороговий пристрій, який реагує на певний рівень вхідного сигналу.

Схема тригера Шмітта має два транзисторних ключа (рис.11,а); колектор першого транзистора через резистор R5 з'єднаний з базою другого транзистора. Транзистори мають спільний емітерний резистор R4.

Схема має два стійких стани, як і симетричний тригер, в якому один з транзисторів (приміром, VT1) відкритий, інший закритий. При зміні рівня вхідної напруги до значення U1 транзистор VT1 закривається, потенціал його колектора знижується до E_k . Ця зміна потенціалу передається на базу другого транзистора і він відкривається (рис.11,б). В подальшому, коли вхідна напруга досягне значення U2, транзистор VT1 знову відкривається, а VT2 закривається. Таким чином, повільна зміна вхідної напруги приводить до перемикання тригера, в результаті чого на його виході формуються прямокутні імпульси.

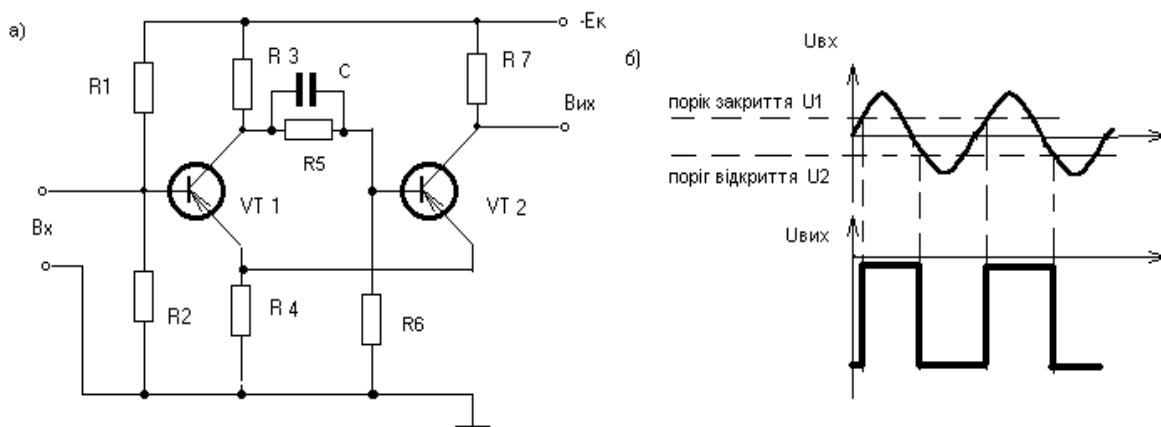


Рисунок 11 Тригер Шмітта

Контрольні запитання:

- Яке призначення і використання мають тригери Шмітта?
- Поясніть призначення елементів схеми.
- Поясніть, користуючись діаграмами, принцип роботи тригера Шмітта.

Література: [Л.4], с.415-416.

Лічильники імпульсів

Лічильником називається пристрій для підрахування кількості вхідних імпульсів та її фіксації в двійковому коді.

Схема лічильника являє собою послідовний ланцюжок тригерів, у якому вихід попереднього тригера з'єднаний з лічильним входом наступного. Загальна кількість імпульсів, яка може підраховуватись лічильником (модуль лічби) становить 2^n , де n – число тригерів. Число тригерів в лічильнику відповідає розрядності двійкового коду.

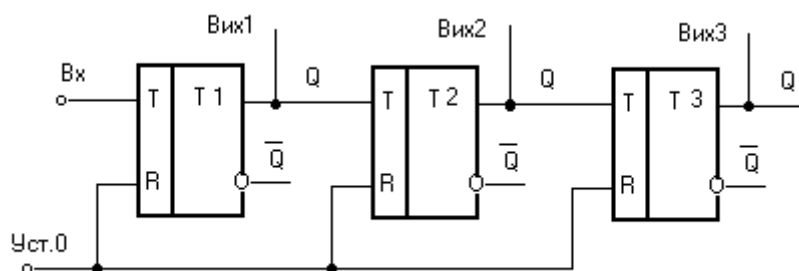


Рисунок 12 Схема трьохрозрядного лічильника імпульсів

Розглянемо для прикладу роботу трьохрозрядного лічильника (рис.12) за допомогою таблиці кодів (табл.4).

Таблиця 4

Номер імпульсу	Стан тригерів		
	T3	T2	T1
0	0	0	0
1	0	0	1
2	0	1	0
3	0	1	1
4	1	0	0
5	1	0	1
6	1	1	0
7	1	1	1
8	0	0	0

Початковий нульовий стан всіх тригерів встановлюється подачею імпульса на їх входи R. Перший імпульс переводить тригер T1 у стан 1 і на виході Вих.1 виникає перепад напруги (логічна 1). В лічильнику записаний код 001. З подачею другого імпульсу тригер T1 повертається в стан 0 і перепад напруг на його виході (логічний 0) переводить тригер T2 в стан 1 (код 010). Таким чином лічба продовжується до коду 111 (7 імпульсів) Восьмий імпульс приведе лічильник у початкове положення 000.

На практиці функції лічильників виконують спеціально розроблені інтегральні мікросхеми підвищеного ступеня інтеграції, наприклад K155IE1, K155IE21, K176IE2 та інші.

Контрольні запитання:

- Яке призначення мають лічильники імпульсів?
- Поясніть будову лічильників імпульсів.
- Поясніть принцип роботи тригерних лічильників імпульсів.

Література: [Л.2], с.254-259.

Рекомендована література

1. Колонтаєвський Ю.П., Сосков А.Г. Промислова електроніка та мікросхемотехніка: теорія і практикум. За ред А.Г.Соскова. – К.: Каравела, 2003. – 368с. (в подальшому в тексті – [Л.1])
2. Руденко В.С. та ін. Промислова електроніка: Підручник / В.С.Руденко, В.Я.Ромашко, В.В.Трифонюк. – К.: Либідь, 1993. –432с. [Л.2]
3. Калабеков Б.А., Мамзелев И.А. Цифровые устройства и микропроцессорные системы: Учебник для техникумов связи. – М.: Радио и связь, 1987. – 400 с. [Л.3]
4. Бодиловский В.Г. Полупроводниковые и электровакуумные приборы в устройствах автоматики, телемеханики и связи: Учебник для техникумов ж.-д. трансп. – 5-е изд., – М.: Транспорт, 1986. –440с. [Л.4]
5. Анисимов М.В. Элементы электронной аппаратуры та їх застосування: Навч.посібник. – К.: Вища шк., 1997. – 223с. [Л.5]

