



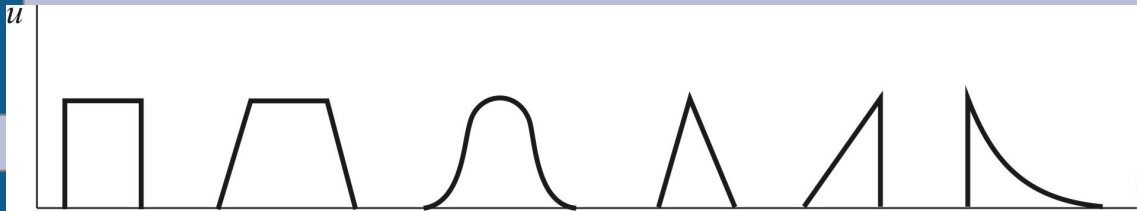
Електроніка

ЕЛЕМЕНТИ ІМПУЛЬСНОЇ ТЕХНІКИ

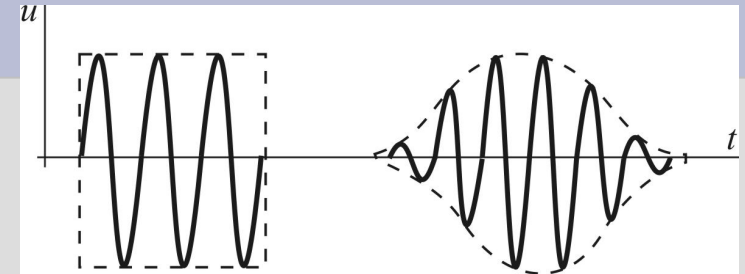
National Technical University "Kharkiv Polytechnic Institute"

Електричним імпульсом називають короткочасну зміну сигналу, а режим роботи електронного пристрою, при якому короткочасний вплив сигналу чергується з паузою, **називається імпульсним режимом**.

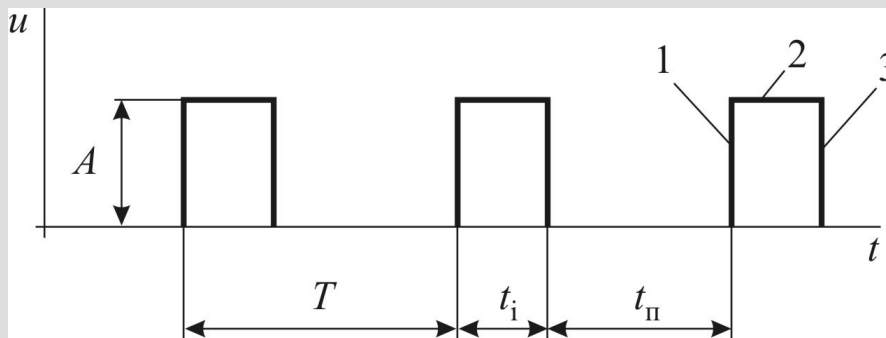
Параметри імпульсних сигналів



Форма відеоімпульсів: а – прямокутна;
 б – трапецієподібна; в – дзвоноподібна; г – трикутна;
 д – пилкоподібна; е – експоненціальна



Форма радіоімпульсів:
 а – прямокутна; б – дзвоноподібна



Періодичні відеоімпульси:

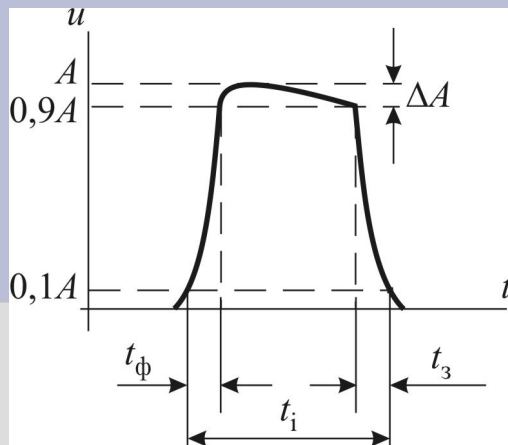
- А – амплітуда імпульсу;
- Т – період повторення;
- t_i – тривалість імпульсу;
- t_n – тривалість паузи;
- 1 – фронт імпульсу;
- 2 – вершина імпульсу;
- 3 – зріз імпульсу

$f = 1/T$ - частота повторення імпульсів

$$T = t_i + t_n$$

$q = T/t_i$ - шпаруватість імпульсів

Шпаруватість імпульсів зазвичай знаходиться в межах 2...10 (автоматика, обчислювальна техніка), але трапляється, що досягає і 10000 (радіолокація, телебачення).



Реальний відеоімпульс

характеризуються параметрами:

- амплітудою імпульсу A ;
- тривалістю імпульсу t_i , що визначається на рівні $0,9 A$;
- тривалістю фронту імпульсу t_ϕ – часом наростання імпульсу від $0,1$ до $0,9 A$;
- тривалістю спаду імпульсу t_3 – часом спаду імпульсу від $0,9$ до $0,1 A$;
- нерівномірністю зрізом вершини імпульсу ΔA

Електронні ключі

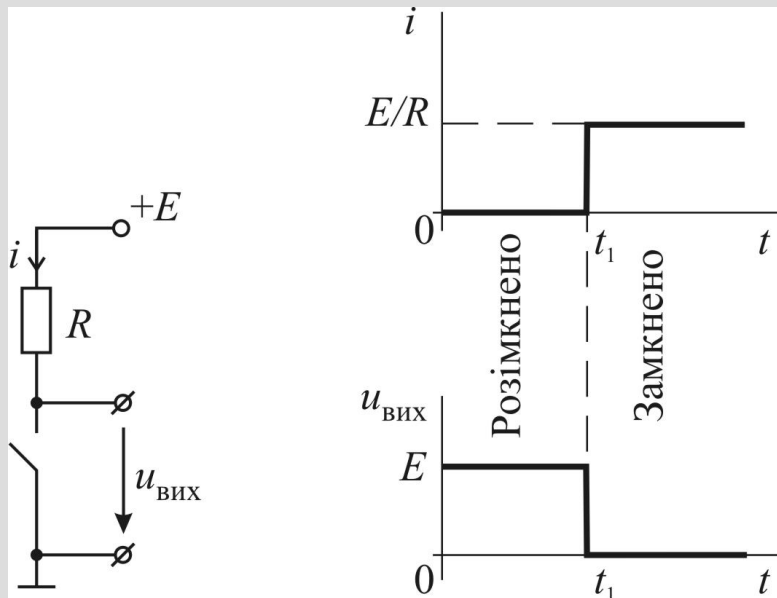


Схема (а), часові діаграми струму і вихідної напруги (б) ідеального ключа

Оснoву електронного ключа становить активний елемент (напівпровідниковий діод, транзистор, тиристор), який працює в ключовому режимі. *Ключовий режим* характеризується двома станами ключа: “Розімкнено” – “Замкнено”.

При розімкненому ключі:

$$0 \leq t \leq t_1 \quad i = 0 \quad u_{\text{вих}} = E$$

при замкненому ключі:

$$t_1 \leq t \leq \infty \quad i = E/R \quad u_{\text{вих}} = 0$$

Діодні ключі

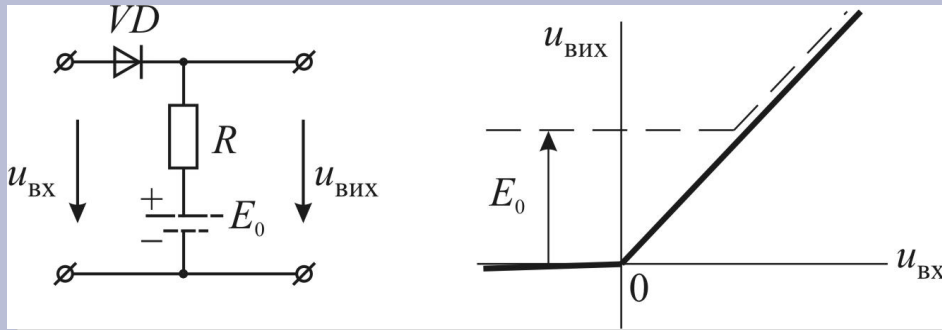


Схема (а) і передаточна характеристика (б) послідовного діодного ключа з нульовим (суцільні лінії) та ненульовим (штрихові лінії) рівнем вмикання

При від'ємній вхідній напрузі зворотний струм через діод:

$$i = \frac{u_{\text{ВХ}}}{R_{\text{ЗВ}} + R}, \quad u_{\text{ВИХ}} = R \cdot i = R \frac{u_{\text{ВХ}}}{R_{\text{ЗВ}} + R}. \quad R_{\text{ЗВ}} \gg R \quad u_{\text{ВИХ}} \approx \frac{R}{R_{\text{ЗВ}}} u_{\text{ВХ}} \ll u_{\text{ВХ}}$$

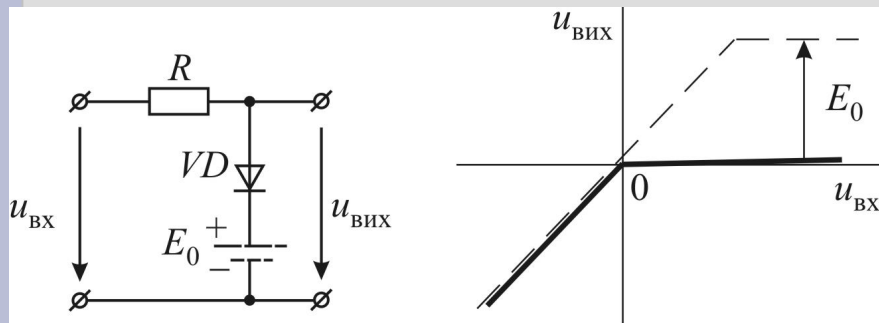


Схема (а) і передавальна характеристика (б) паралельного діодного ключа з нульовим (суцільні лінії) та ненульовим (штрихові лінії) рівнем вмикання

За відсутності в схемі джерела енергії електричного струму (E_0) і додатної вхідної напруги $u_{\text{ВХ}}$ діод VD є відкритим, а струм через нього:

$$i = \frac{u_{\text{ВХ}}}{R_{\text{пр}} + R},$$

де $R_{\text{пр}}$ – прямиий опір діода.

Вихідна напруга:

$$u_{\text{ВИХ}} = R \cdot i = R \frac{u_{\text{ВХ}}}{R_{\text{пр}} + R}.$$

$$R_{\text{пр}} \ll R \quad u_{\text{ВИХ}} \approx u_{\text{ВХ}}$$

За відсутності в схемі джерела E_0 і додатної вхідної напруги діод VD відкритий (ключ замкнений) і

$$u_{\text{ВИХ}} \approx 0$$

а за від'ємної – закритий (ключ розімкнений) і

$$u_{\text{ВИХ}} \approx u_{\text{ВХ}}$$

Через комбінацію двох діодних ключів можна отримати *подвійний діодний ключ*

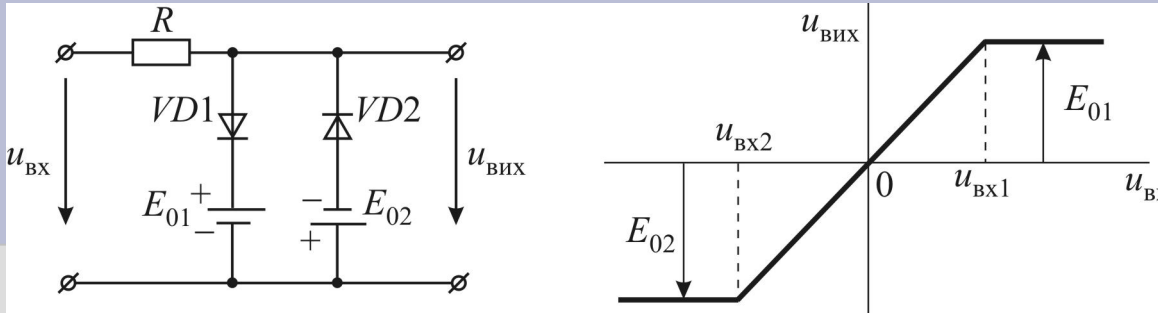


Схема (а) і передаточна характеристика (б) подвійного діодного ключа

Діодні ключі не дозволяють розділити керуюче і кероване коло, а цього часто потребує практика.

Транзисторний ключ

У транзисторного ключа вхідне (керуюче) коло відділене від вихідного (керованого) кола

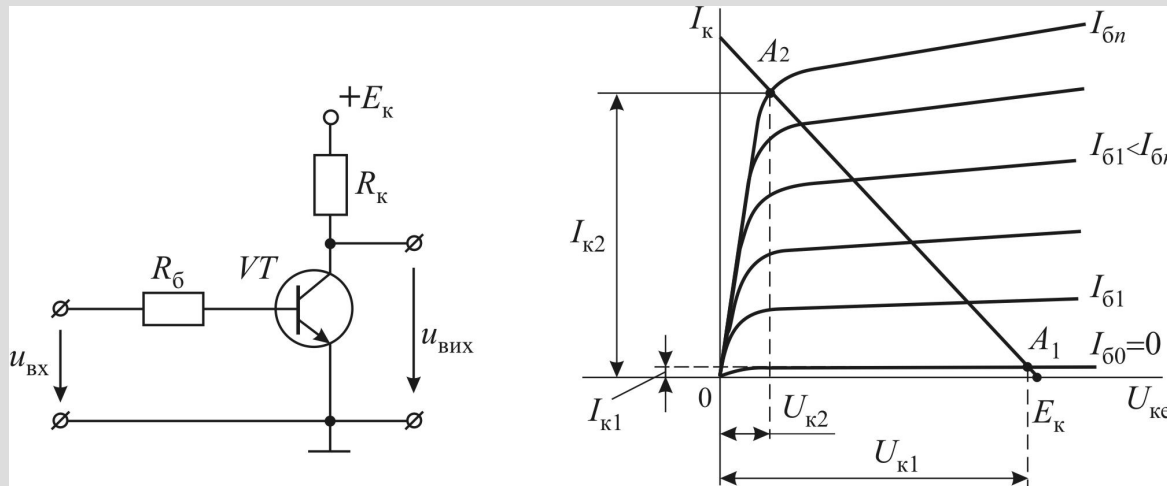
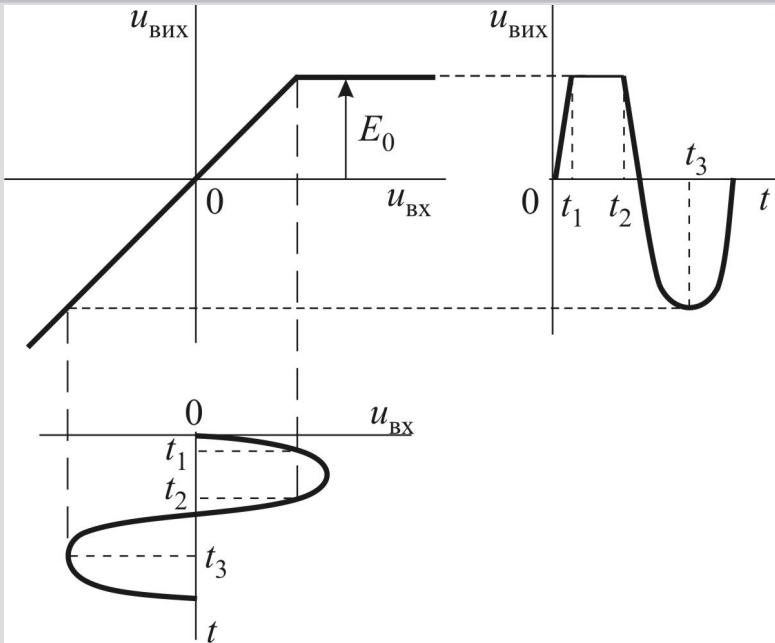


Схема (а) і характеристики режиму роботи (б) електронного ключа на біполярному транзисторі

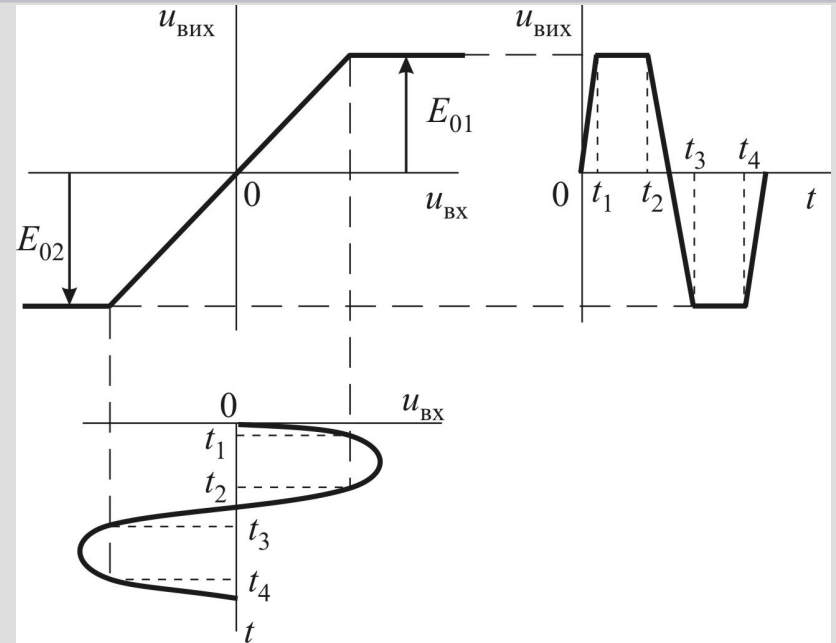
З режиму відсічки в режим насичення транзистор *VT* переводиться через застосування прямої вхідної напруги. При цьому підвищенню вхідної напруги (потенціалу бази) відповідає зниження вихідної напруги (потенціалу колектора), і навпаки. Такий ключ називають *інвертуючим* (інвертором)..

Амплітудні обмежувачі і селектори імпульсів

Амплітудним обмежувачем називають чотиріполюсник, вихідна напруга якого повторює форму вхідної напруги, якщо остання не виходить за рівень обмеження, або залишається на ньому, якщо вхідна напруга перевищує цей рівень.

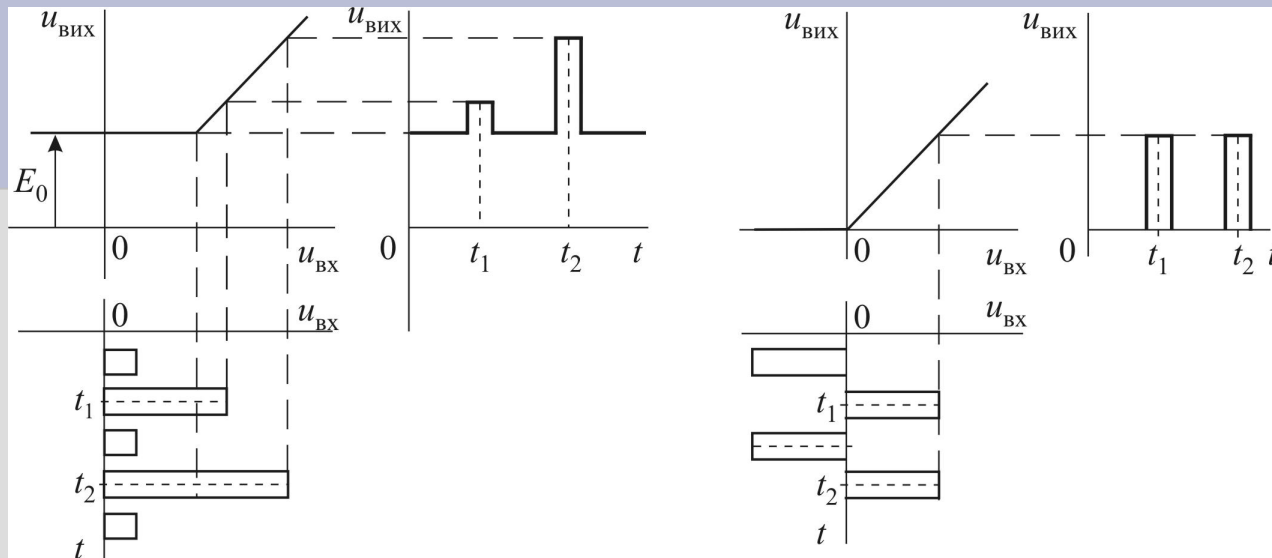


Діаграми, що пояснюють роботу амплітудного обмежувача зверху



Діаграми, що пояснюють роботу двобічного амплітудного обмежувача

Амплітудним селектором імпульсів називають пристрій, призначений для виділення імпульсів, амплітуда яких є більшою чи меншою за певний рівень (рівень селекції), або імпульсів, амплітуда яких знаходиться в заданих межах.



Діаграми, що пояснюють роботу селектора імпульсів:
 а – за амплітудою; б – за полярністю

При нульовому рівні обмежувача

$$E_0 = 0$$

за допомогою послідовного діодного ключа забезпечується селекція імпульсів за полярністю

ЕЛЕМЕНТИ ЦИФРОВОЇ І МІКРОПРОЦЕСОРНОЇ ТЕХНІКИ

Системи числення

Системою числення називають сукупність символів (цифр) і способів запису чисел.

Залежно від способу запису чисел системи числення розділяються на *непозиційні* (наприклад, римська система числення) і *позиційні*.

У позиційній системі числення значення цифри в числі визначається її позицією – розрядом числа. Найменування позиційних систем числення збігається з кількістю цифр, що використовуються в них.

У повсякденному житті ми користуємося *десятьковою системою числення*, в якій використовують десять цифр від 0 до 9. Будь-яке додатне число A в десятковій системі можна записати у вигляді ряду

$$A = a_n \cdot 10^n + a_{n-1} \cdot 10^{n-1} + \dots + a_1 \cdot 10^1 + a_0 \cdot 10^0 + a_{-1} \cdot 10^{-1} + \dots + a_{-m} \cdot 10^{-m}$$

де 10 – основа системи; $a_n, a_{n-1}, \dots, a_{-m}$ – коефіцієнти, що прибирають одне зі значень від 0 до 9; n і m – будь-які цілі числа.

Наприклад, число 5108,3 може бути подане у вигляді

$$5108,3 = 5 \cdot 10^3 + 1 \cdot 10^2 + 0 \cdot 10^1 + 8 \cdot 10^0 + 3 \cdot 10^{-1}$$

При цифровій обробці інформації широко використовується *двійкова система числення*, в якій для запису чисел використовуються тільки дві цифри: 0 і 1. Будь-яке додаткове число B у двійковій системі записується у вигляді ряду

$$B = b_n \cdot 2^n + b_{n-1} \cdot 2^{n-1} + \dots + b_1 \cdot 2^1 + b_0 \cdot 2^0 + b_{-1} \cdot 2^{-1} + \dots + b_{-m} \cdot 2^{-m}$$

де 2 – основа системи; $b_n, b_{n-1}, \dots, b_{-m}$ – коефіцієнти, що прибирають значення 0 або 1; n і m – будь-які цілі числа.

Ціла частина відокремлюється від дрібної частини точкою. Наприклад, число 3,5 у двійковій системі записується у вигляді

$$3,5_{10} = 1 \cdot 2^1 + 1 \cdot 2^0 + 1 \cdot 2^{-1} = 11,1_2$$

Шістнадцяткова система числення застосовується у спеціалізованих ЕОМ. У цій системі за основу взято число 16, тому в ній використовується 10 цифр і 6 букв: 0, 1, 2, ..., 8, 9, A, B, C, D, E, F.

Для перетворення числа з двійкової в шістнадцяткову систему числення необхідно двійкове число розділити на групи по чотири розряди (тетради) вліво і вправо від точки. Крайні неповні тетради доповнюються нулями, після чого кожен тетраду замінюють відповідно до табл. 8.1 числом шістнадцяткової системи. Наприклад, $11110010_2 = 1111\ 0010 = F2_{16}$, оскільки $1111_2 = F_{16}$ $0010_2 = 2_{16}$

Десяткове, двійкове і шістнадцяткове подання чисел

Десяткова	Двійкова	Шістнадцяткова	Десяткова	Двійкова	Шістнадцяткова
1	1	1	17	10001	11
2	10	2	18	10010	12
3	11	3	19	10011	13
4	100	4	20	10100	14
5	101	5	21	10101	15
6	110	6	22	10110	16
7	111	7	23	10111	17
8	1000	8	24	11000	18
9	1001	9	25	11001	19
10	1010	A	26	11010	1A
11	1011	B	27	11011	1B
12	1100	C	28	11100	1C
13	1101	D	29	11101	1D
14	1110	E	30	11110	1E
15	1111	F	31	11111	1F
16	10000	10	32	100000	20

В сучасних комп'ютерах мінімальної одиницею пам'яті, що адресується, є **8-бітний байт**, значення якого зручно записувати двома шістнадцятковими цифрами, а значення половини байта - напівбайта - однією цифрою.

Щоб провести зворотне перетворення, необхідно кожний символ числа з шістнадцяткової системи замінити чотирма числами двійкової системи відповідно до табл. 8.1.

Наприклад, число $C2_{16}$ з урахуванням того, що $C_{16} = 1100_2$, а $2_{16} = 0010_2$ набуває вигляду:

$$C2_{16} = 1100\ 0010 = 11000010_2$$

Двійкова система широко застосовується в цифровій техніці завдяки тому, що для подання одного розряду числа потрібен елемент з двома стійкими станами – 0 і 1, наприклад, електронний ключ.

Правила виконання арифметичних операцій з двійковими числами

Двійкове додавання	Двійкове віднімання	Двійкове множення
$0 + 0 = 0$	$0 - 0 = 0$	$0 \cdot 0 = 0$
$0 + 1 = 1$	$1 - 0 = 1$	$0 \cdot 1 = 0$
$1 + 0 = 1$	$1 - 1 = 0$	$1 \cdot 0 = 0$
$1 + 1 = 10$	$10 - 1 = 1$	$1 \cdot 1 = 1$

Основні логічні операції

В електронній автоматичі та обчислювальній техніці широке застосування знаходять різні логічні схеми, які виконують відповідні логічні операції.

Логічна операція перетворює за певними правилами вхідну інформацію у вихідну.

Логічні елементи, як правило, будуються на базі електронних пристроїв, що працюють у ключовому режимі. Тому цифрову інформацію звичайно подають у двійковій формі, в якій сигнали прибирають тільки два значення: “0” (*логічний нуль*) та “1” (*логічна одиниця*), що відповідають двом станам ключа.

Логічні перетворення двійкових сигналів містять три елементарні операції: АБО, І, НІ.

Логічна функція АБО – логічне додавання (диз'юнкція), яка позначається знаками “V” або “+”:

$$F = x_1 \vee x_2 \vee x_3 \vee \dots \vee x_n.$$

Вихідний сигнал F елемента АБО дорівнює одиниці, якщо хоча б на один з n входів x_n подано сигнал “1”.

Логічна функція І – логічне множення (кон'юнкція), яка позначається знаками “Λ”, “·” або написанням змінних величин поряд без знаків розділення:

$$F = x_1 \wedge x_2 \wedge x_3 \wedge \dots \wedge x_n.$$

Вихідний сигнал F елемента І дорівнює одиниці, якщо одночасно на всі n входів x_n подано сигнал “1”.

Логічна функція НІ – логічне заперечення (інверсія), що позначається рисою над змінною:

$$F = \bar{x}$$

Операція логічного заперечення НІ відміняє вхідний сигнал, перетворюючи його на протилежний на виході. Істинне висловлювання перетворюється в хибне або навпаки, наприклад, 1 – в 0 або 0 – в 1.

Логічна функція АБО-НІ – заперечення диз'юнкції (операція Пірса), яка позначається таким чином

$$F = \overline{x_1 \vee x_2 \vee x_3 \vee \dots \vee x_n}$$

Функція АБО-НІ створює складне висловлювання з простих відповідно до правила: складне висловлювання є істинним лише в тому випадку, коли є хибними всі прості висловлювання, які утворюють його, і хибним, якщо є істинним хоча б одне з простих висловлювань.

Логічна функція І-НІ – заперечення кон'юнкції (операція Шифера), що позначається таким чином:

$$F = \overline{x_1 \wedge x_2 \wedge x_3 \wedge \dots \wedge x_n}$$

Функція І-НІ створює складне висловлювання з простих згідно з правилом: складне висловлювання є істинним, якщо є хибним хоча б одне з простих висловлювань, і хибним, якщо всі прості висловлювання є істинними.

Логічна функція **ЗАБОРОНА**, яка символічно записується так

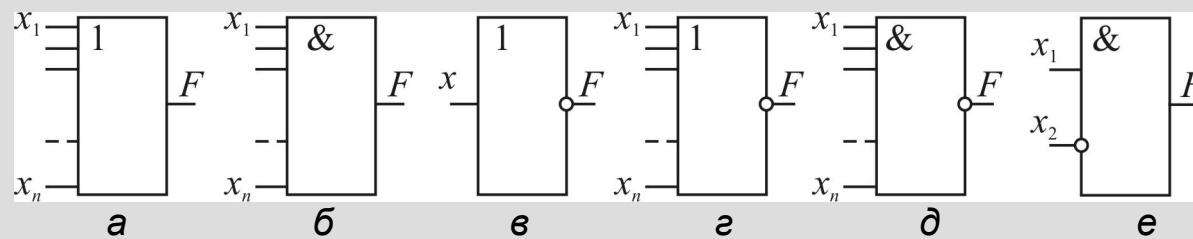
$$F = x_1 \wedge x_2$$

Функція **ЗАБОРОНА** являє собою складне висловлювання, яке є істинним тільки тоді, коли перше з двох висловлювань є істинним, а друге – хибним.

Результати логічних операцій

x_1	x_2	F					
		АБО	I	НІ (від x_1)	АБО-НІ	I-НІ	ЗАБОРОНА
0	0	0	0	1	1	1	0
0	1	1	0	1	0	1	0
1	0	1	0	0	0	1	1
1	1	1	1	0	0	0	0

Реалізація розглянутих логічних операцій виконується за допомогою логічних елементів, умовне позначення яких наведено:



Умовні позначення основних логічних елементів, що реалізують логічні функції:
а – АБО; **б** – І; **в** – НІ; **г** – АБО-НІ; **д** – І-НІ; **е** – ЗАБОРОНА

Залежно від виду сигналів, що використовуються, логічні елементи діляться на *потенційні* та *імпульсні*.

У потенційних елементах логічні "0" і "1" подаються двома різними рівнями електричного сигналу, а в імпульсних – наявністю або відсутністю імпульсів. Найбільше поширення отримали потенційні логічні елементи.

Найпростіші схеми логічних елементів

Логічні елементи І та АБО можуть бути побудовані на основі діодних ключів.

Схема, яка реалізує логічну функцію **АБО**, а кодування її сигналів

При подаванні сигналу "1" ($u_{\text{вх}} = +E$) хоча б на один вхід, наприклад $x_1 = 1$, відкривається відповідний діод $VD1$ і вихід з'єднується з входом, тобто $F = 1$.

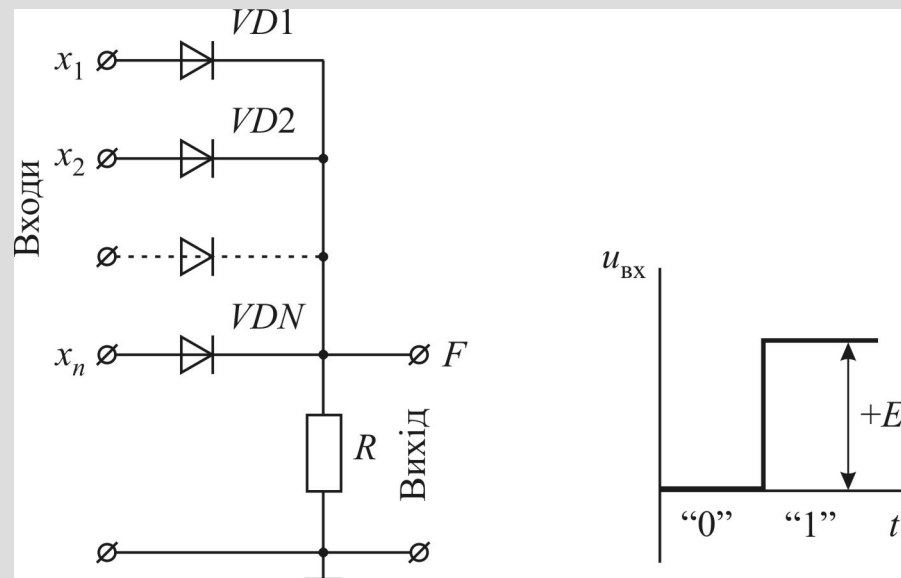


Схема (а) і кодування сигналу (б) логічного елемента АБО

Схема, яка реалізує логічну функцію І, кодування її сигналу.

При сигналі "0" хоча б на одному вході діоди є відкритими, крізь них і резистор R протікають струми, що створені джерелом E_1 .

Оскільки прямий опір діодів є значно меншим за опір резистора R , то напруга на виході виявляється близькою до нуля.

Якщо напруга $u_{\text{вх}} = E$ на одному з входів $x_1 \dots x_n$ відповідає логічній "1" ($E > E_1$), то відповідний діод закривається, проте інші діоди є відкритими і на виході, як і раніше, логічний "0". Сигнал "1" з'явиться на виході тільки тоді, коли на всі входи буде подано сигнал "1". Тоді всі діоди виявляться закритими, струм крізь резистор буде нульовим і

$$u_{\text{вих}} = E_1 \quad (F = 1).$$

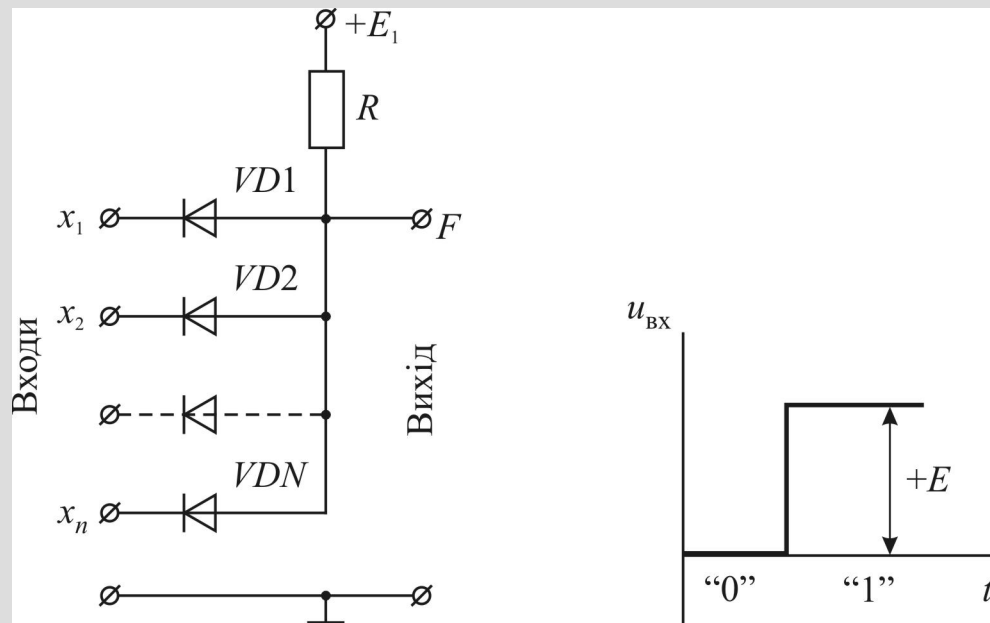


Схема (а) і кодування сигналу (б) логічного елемента І

Логічна функція НІ реалізується за допомогою схеми інвертора, коли транзистор VT працює в ключовому режимі .

За відсутності сигналу на вході $x = 0$

транзистор запертий і знаходиться в режимі відсічки.

Напруга на виході при цьому відповідає логічній "1" $u_{\text{вих}} \approx E$

При подаванні на базу транзистора позитивного сигналу він відпирається, і на виході логічного елемента встановлюється низька напруга, яка відповідає логічному "0". Транзистор при цьому знаходиться в режимі насичення.

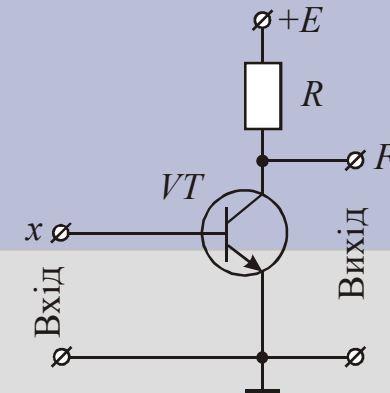


Схема логічного елемента НІ

Логічний елемент АБО-НІ реалізується при паралельному з'єднанні транзисторів відповідно до кількості входів. . За відсутності сигналів на входах схеми (логічний "0") транзистори заперті, і на виході напруга (логічна "1"). $u_{\text{вих}} = E$

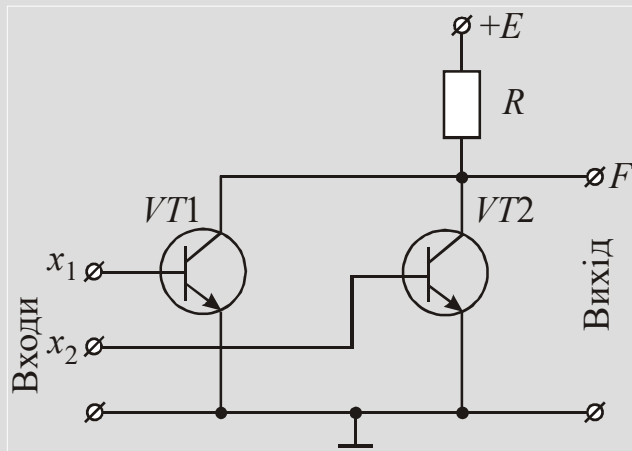
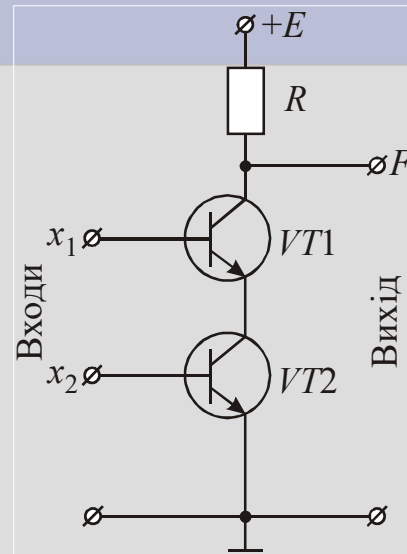


Схема логічного елемента АБО-НІ з двома входами

Якщо хоча б на один вхід подати позитивний сигнал (логічна "1"), то відповідний транзистор відпирається, і на виході схеми потенціал знижує практично до нуля (логічний "0")

Схема, що реалізує логічну функцію І-НІ. Тільки при одночасному подаванні на бази послідовно з'єднаних транзисторів (у даному випадку їх два: $VT1$ і $VT2$) позитивних вхідних сигналів (логічна "1") всі транзистори відпираються і замикають вихід F на нуль. За відсутності сигналу хоча б на одному вході (логічний "0") відповідний транзистор запертий, струм через резистор R не проходить і на виході схеми напруга знижується до логічного "0".



Thanks for your attention