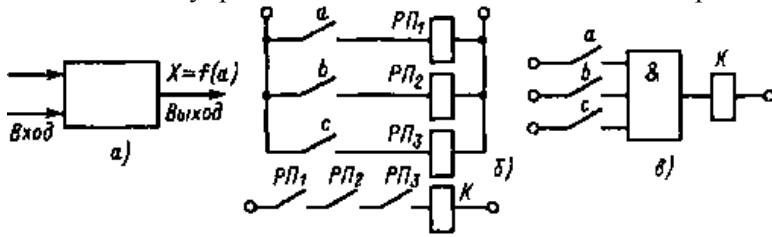


## ЛОГІЧНІ ЕЛЕМЕНТИ

Останнім часом з'явилися і швидко впроваджуються безконтактні апарати, звані логічними елементами. Логічні елементи не мають рухомих частин, рухливих контактів і мають значний термін служби. Системи автоматичного управління з логічними елементами незрівнянно надійніші ніж релейно-контакторні системи.

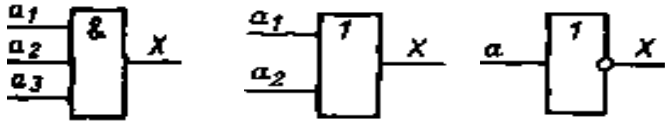


Мал. 12.13. До визначення логічного елемента (а); логічний елемент (в) і його релейний еквівалент (б)

Логічний елемент є пристроєм (мал. 12.13, а), що має один або декілька входів і один вихід. Логічні елементи виконуються на напівпровідникових приладах.

За допомогою логічних елементів можна здійснювати велике число різноманітних логічних операцій.

Наприклад, у логічних елементів, що виконують логічну функцію АБО, при подачі сигналу на будь-який з входів з'являється сигнал на виході. У логічних елементів, що виконують логічну функцію І, сигнал на виході з'являється лише у тому випадку, якщо подані сигнали на усі входи. У логічного елемента НЕ (НІ) сигнал на виході зникає при появі сигналу на вході.



Логічний елемент І Логічний елемент АБО Логічний елемент НЕ

Електротехніка/Ю. М. Борисов, Д. Н. Ліпатов, Ю. Н. Зорін. Підручник для вузів

### Логічні елементи серії ТТЛ

Будь-який електронний пристрій незалежно від призначення і ступеня складності складається з активних (транзистори, інтегральні мікросхеми) і пасивних (резистори, конденсатори, дроселі) компонентів.

Інтегральна мікросхема (ІМС), або, коротше, мікросхема, являє собою виріб з активних і пасивних елементів і з'єднувальних провідників, виконане в обсязі і на поверхні напівпровідникового кристала таким чином, що створюється певна електронна схема. Кристал поміщений в корпус для захисту від зовнішніх впливів (механічних, кліматичних та ін.) Характерна особливість ІМС – велика щільність упаковки елементів.

Найбільше поширення мають такі види ІМС:

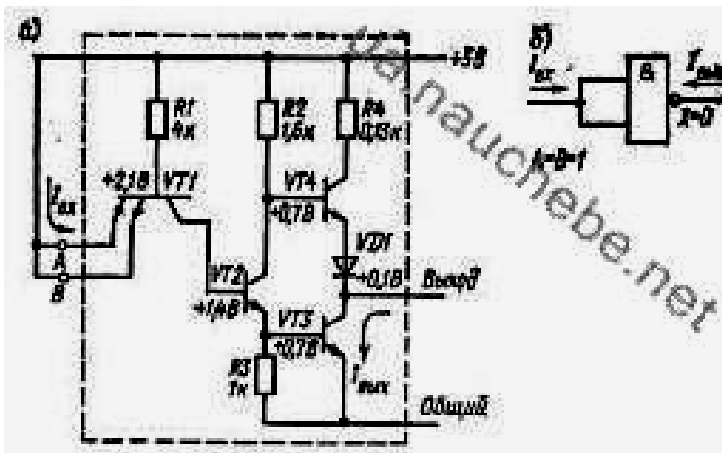
ТТЛ – мікросхеми транзисторно-транзисторної логіки на біполярних транзисторах;

ЕСЛ – мікросхеми емітерний-зв'язаної логіки на біполярних транзисторах;

МОП (або МДП) – мікросхеми на польових транзисторах структури метал – оксид – напівпровідник (метал – діелектрик – напівпровідник);

КМОП – мікросхеми із симетричною структурою на польових транзисторах р- і п-типу.

Рис. 1.1. Логічний елемент І – НЕ з вихідним напругою низького рівня: а – принципова схема, б – умовне графічне позначення

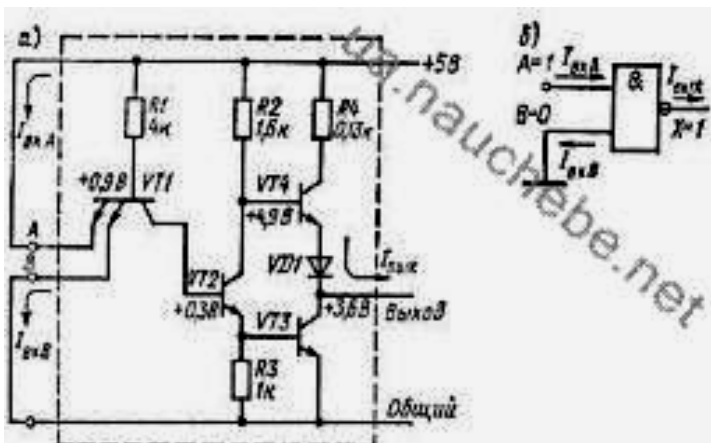


мати тільки один з двох дискретних рівнів напруги: низький або високий. Ці рівні зазвичай називають логічним нулем (нульовий сигнал) або логічної одиницею (одиничний сигнал). Вихідний сигнал пов'язаний з вхідними сигналами певної логічної операцією

Базові елементи різних видів мікросхем (ТТЛ, ЕЗЛ, МОП, КМОП тощо) у функціональному відношенні розрізняються. Базовим вважають елемент з найбільш простою структурою, на основі якого найлегше створювати інші електронні схеми. Для мікросхем ТТЛ таким елементом є логічна схема І-НЕ.

Схема базового ЛЕ І-НЕ сімейства ТТЛ показана на рис. 1.1 та 1.2. Він утворений п – р – / г-транзистори  $VT1, VT2, VT3$  і  $VT4$ . Транзистор  $VT1$  влаштований незвично: він має не один, а кілька

Рис. 1.2. Логічний елемент І – НЕ з вихідним напругою високого рівня: а – принципова схема, б – умовне графічне позначення



умовне графічне позначення

Напруга низького рівня хоча б на одному вході емітерів. Їх число визначає число входів елемента. Випускаються ЛЕ І-НЕ з 2, 3, 4 і 8 входами. Всі входи ЛЕ І-НЕ рівноцінні. Ми розглянемо найпростіший випадок – ЛЕ з двома входами. Крім транзисторів елемент містить чотири резистора і один діод. Структура реального ЛЕ відрізняється від зображеного на малюнку.

Розглянемо два випадки роботи елемента.

А. На всі входи ЛЕ І-НЕ подана напруга високого рівня (рис. 1.1). У цьому випадку на його виході діє напруга низького рівня. Це означає, що транзистор VT3 відімкненого і насичений. Згідно з прийнятим допущенням напруга на базі VT3 одно +0.7 В. Транзистор VT2, емітерний струм якого забезпечує насичення VT3 (Частина цього струму протікає і через резистор R3), теж насичений, тому напруга на його базі дорівнює 1,4 В.

На емітера транзистора VT1 висока напруга, на базу через резистор R1 подано напругу  $U_n = -F5B$ , а напруга на колекторі одно + 1,4 В. У цих умовах переходи емітер – база зміщені у зворотному напрямку, а перехід база – колектор – в прямому, що відповідає інверсному включенню транзистора. При такому включенні коефіцієнт посилення по струму дуже малий. Цим пояснюється той факт, що струм, що протікає через кожний вхід, невеликий – близько 40 мкА.

Через перехід база – колектор транзистора VT1 протікає струм який є базовим струмом транзистора VT2. Такого струму достатньо для насичення транзистора VT2. Напруга на колекторі VT2 при цьому буде +0.7 В. Воно замикає транзистор VT4, причому для більшої гарантії доданий діод VD1. Таким чином, транзистор VT4 вимкнений, а вихідний струм ЛЕ дорівнює колекторному струму транзистора VT3. Для логічних елементів І-НЕ TTL універсальних серій зі звичайною навантажувальною здатністю вихідний струм / вих не повинен перевищувати 16 мА.

При напрузі високого рівня на всіх входах ЛЕ І-НЕ на виході діє напруга низького рівня. Транзистор VT1 включений інверсно, VT2 і VT3 відімкнуті й насичені, а VT4 замкнено. Вхідний струм ЛЕ пропорційний числу входів, а також току одного емітера багатоміттерного транзистора, але не перевищує 40 мкА (звичайно дорівнює 10 мкА). Вхідний струм «втікає» в ЛЕ. Максимальний вихідний струм 16 мА. Він також «втікає» в ЛЕ.

Б. На один із входів або на всі входи ЛЕ І-НЕ подана напруга низького рівня. На рис. 1.2, а показано, що один з входів підключений до шини  $U_n$ , а інший до загальної шини. Тепер транзистор VT1 включений нормально. Один з його емітерів (В) має більш низький потенціал, ніж потенціал бази. Ток цього емітера є по суті вхідним. Його значення визначається опором резистора R1 і не перевищує 1,6 мА. Напруження в різних точках схеми вказані на малюнку. Транзистори VT2 і VT3 замкнені (призначення резистора витoku R3 – Охороняти VT3 від відмикання початковим струмом VT2). Транзистор VT4 відімкненого струмом, що протікає через базу і резистор R2, але при цьому не насичується. Якщо / вих  $\wedge$  2,3 мА, вихідна напруга високого рівня / 7вих > 2,4 В, т. е. перевищує мінімальний допустимий.

При напрузі низького рівня хоча б на одному з входів ЛЕ І-НЕ на виході діє напруга високого рівня. Перехід емітер – база транзистора VT1 зміщений у прямому напрямку, а перехід база – колектор – у зворотному. Транзистори VT2 і VT3 замкнені, а VT4 відімкненого, але не насичений. Максимальний вхідний струм 1,6 мА. Він «впливає» з ЛЕ. Максимальний вихідний струм 2,3 мА. Він також «впливає» з ЛЕ.

Транзистори VT2, VT3 і VT4 (Рис. 1.1 та 1.2) утворюють так званий складний інвертор. У кожному стані ЛЕ один з двох вихідних транзисторів – VT3 або VT4 – Відімкненого. Завдяки цьому вихідний опір ЛЕ в обох станах досить мало. Тим самим забезпечується швидкий заряд і розряд паразитних ємностей, які можуть бути на виході. Під час перемикання транзисторів VT3 і VT4 з одного стану в інший струм, споживаний ЛЕ від джерела живлення, різко зростає. Причина в тому, що при перемиканнях обидва транзистора протягом досить короткого часу бувають відімкнуті одночасно і струм в ланцюзі харчування обмежений тільки резистором R4 (Близько 130 Ом).

Складний інвертор з двох транзисторів VT3 і VT4 має низький вихідний опір, що забезпечує високу швидкодію і можливість підключення до виходу ЛЕ до 10 входів від мікросхем тієї серії.

При перемиканнях кожного ЛЕ крім зростання споживання енергії можлива поява перешкод в шинах харчування. Тому в ланцюзі харчування рекомендується застосовувати фільтри. Часто роль фільтра виконують конденсатори ємністю 0,01 ... 0,10 мкФ з малою індуктивністю вводитів, що підключаються безпосередньо між шиною живлення і загальною шиною.

*Джерело: Димитрова М. І., Пунджев В. п. 33 схеми з логічними елементами І – НЕ: Пер. з болг. – JL: Вища. Ленінгр. отд-ня, 1988. 112 е.: мул.*

<http://ua.nauchebe.net/2011/10/pristrij-i-princip-dii-bazovogo-logichnogo-elementa-i-ne-ttl/>