

Архітектура та структура МП та МПС

1 Основні поняття та визначення.

2 Організація шин.

3 Принципи побудови мікропроцесорних систем.

4 Архітектура мікропроцесорної системи

5 Структура та функціонування мікропроцесорної системи

6 Архітектура мікропроцесора i8085

Основні поняття та визначення

Мікропроцесор (МП), мікроконтролер (МК), мікрокомп'ютер (МКП) слова схожі, але за змістом різні. Спрощена структурна схема типового МП показана на рис. 1. У його основі – **центральний процесорний пристрій (ЦПП)**, який містить **арифметичний обчислювач, логічне ядро і реєстри загального призначення**. Із зовнішнім світом ЦПП спілкується за допомогою трьох шин: адреси, даних і управління. По цих же шинах в нього поступають коди програми керування, яка зберігається на зовнішньому носії. Початкова установка реєстрів ЦПП виконується за сигналом скидання *RESET*, а синхронізація роботи здійснюється від тактових імпульсів *SYN*.

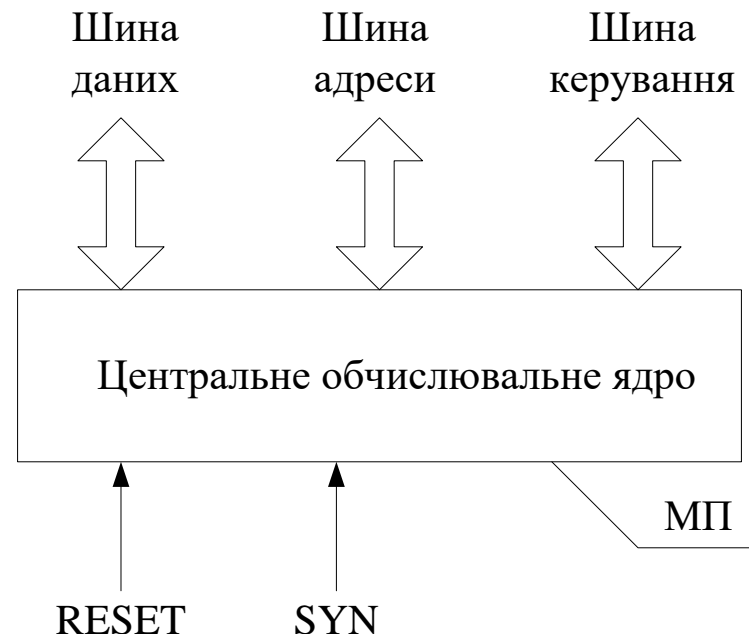


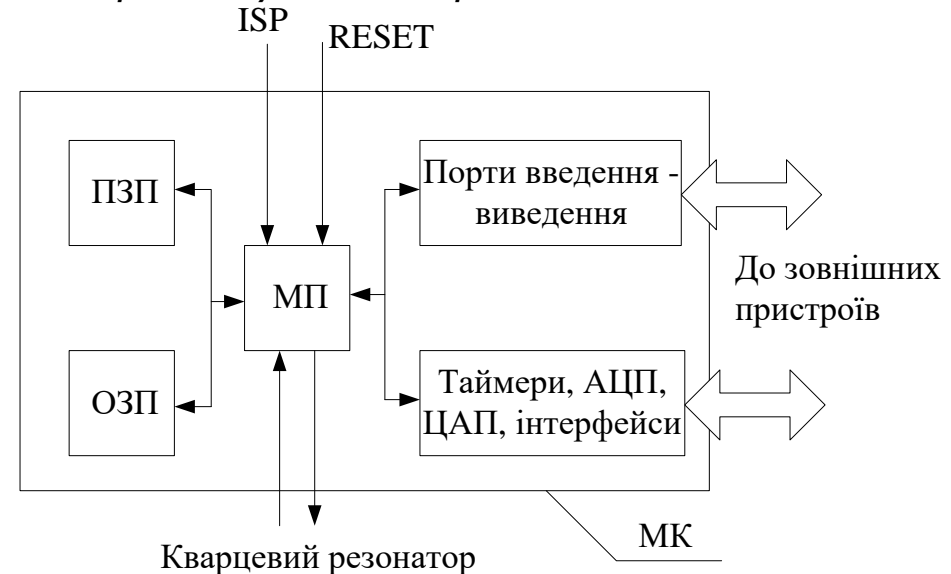
Рисунок 1 – Функціональна схема мікропроцесора (МП)

Основні поняття та визначення

Якщо до ЦПП на кристал додати оперативний і постійний запам'ятовуючий пристрій (ОЗП, ПЗП), таймери, лічильники, аналого-цифрові і цифро-аналогові перетворювачі (АЦП, ЦАП), інтерфейсні вузли і порти введення/виведення, то мікропроцесор перетвориться на **МК** (рис. 2). Тактові імпульси виробляє вбудований синхрогенератор, частота якого стабілізується кварцовим резонатором. Для програмування ПЗП використовується окремий вхід PROG або шина з декількох сигналів

Мікроконвертор - це вдалий рекламний винахід фірми Analog Devices. Першим мікроконвертором був ADUC812, випущений в 1998 р. Ключове слово «MicroConverter» є офіційною торгівельною маркою і фірми Analog Devices. Відноситься воно до лінійок мікросхем ADuC7xxx, ADuC8xx, що виконують функцію центрального ядра інтелектуальних систем збору інформації

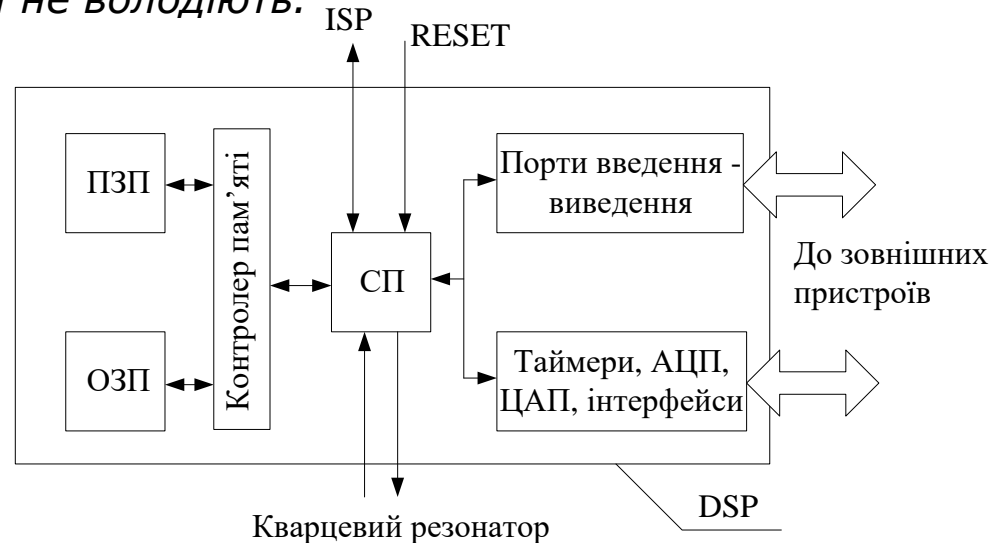
«Родзинкою» мікроконверторів є швидкодіючий прецизійний АЦП, доповнений універсальним блоком логічної обробки даних і багато розрядним ЦАП. Мають наднизьке споживання струму і малі габарити. Структурні схеми в мікроконверторів і МК повністю збігаються. Проте принципова різниця все ж є. Для звичайного МК спочатку **вибирається цифрове обчислювальне ядро**, а потім до нього додається АЦП і ЦАП. В протилежність цьому, ядром мікроконвертора спочатку **служить зв'язка прецизійних АЦП і ЦАП**, до яких додається процесор, що управляє



Основні поняття та визначення

Цифрові сигнальні процесори (англ. DSP - Digital Signal Processor) теж відносяться до підвиду «мікроконтролерних» (рис. 3). Їх особливістю є обробка широкосмугових сигналів в режимі реального часу. Це характерно як для аудіо/відео техніки, так і для систем гнучкого управління роботизованими комплексами. Досягненню мети сприяє висока швидкодія ядра сигнального процесора (СП), багатопотокова система обслуговування пам'яті і наявність апаратних математичних команд, наприклад, для швидкого перетворення Фур'є. Звичайні МК такими можливостями не володіють.

Відмінності в архітектурі і вузька спеціалізація привели до того, що напрям DSP/DSC виділився в окрему від МК сферу розробок з кількістю різновидів моделей більше 300.

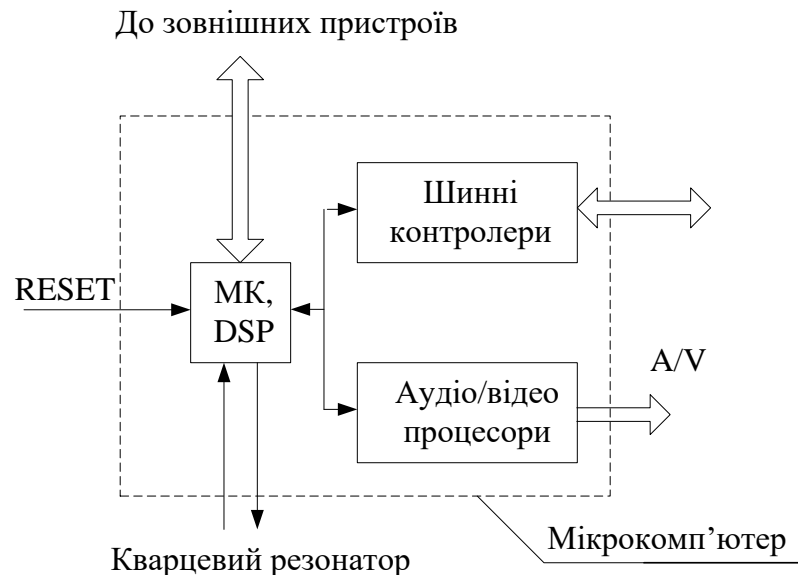


Вважається, що основною відмінністю DSP є відсутність розвиненої системи команд управління, тобто умовних переходів, непрямих викликів підпрограм, які необхідні для виконання завдань з'єднання із зовнішніми об'єктами. Процесор в DSP і його системи команд орієнтовані на найвищу швидкість перетворення вхідних даних, що поступають. На управлінські «дрібниці» обчислювальних ресурсів вже не вистачає.

Основні поняття та визначення

На початку 1980-х років японська фірма Hitachi почала застосовувати назву «мікрокомп'ютер». Цим звучним терміном стали називати швидкодіючі процесори лінійки «Hitachi SUPERH». У рекламі можливостей чипів «SUPERH microcomputer SH7000 series» підкреслювалося, що на одній мікросхемі тепер можна побудувати систему керування реального часу, що перевищує по продуктивності звичайний настільний мікрокомп'ютер.

Сучасний мікрокомп'ютер (рис. 4) містить всі складові МК або DSP, але додатково має на борту контролер шин для підключення зовнішньої високошвидкісної пам'яті, а також аудіо- і відео процесори. Останні, як правило, не поступаються ЦПП по складності і функціональності. Приклади спрощених мікрокомп'ютерів з повсякденного життя – це однокристальні CBIC китайських клонів ігрових приставок «Dendy», «SEGA Mega Drive».



Основні поняття та визначення

Мікропроцесор – це пристрій, який здійснює прийом, обробку і видачу інформації. Конструктивно МП містить одну або декілька інтегральних схем і виконує дії за програмою, записаною в пам'яті.

Мікропроцесорна система – обчислювальна, контрольно-вимірювальна або система керування, в якій основним пристроєм обробки інформації є МП. Мікропроцесорна система будується з набору мікропроцесорних ВІС

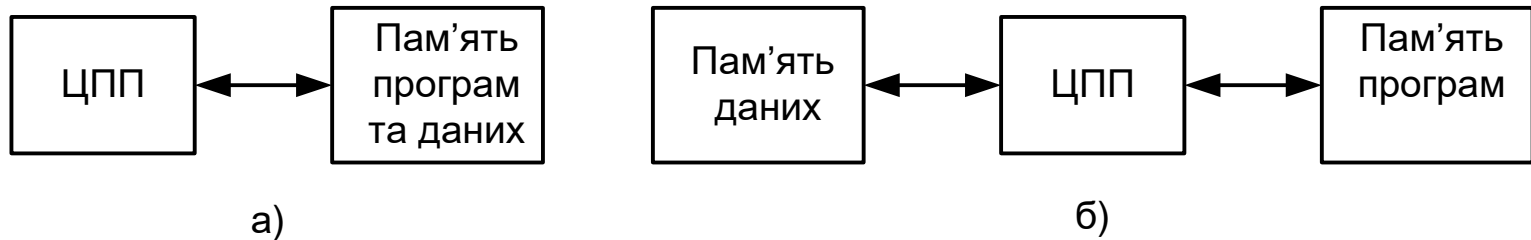
Мультипроцесорна система – система, яка утворюється об'єднанням деякої кількості універсальних або спеціалізованих МП, завдяки чому забезпечується паралельна обробка інформації і розподілене керування.

Жорстке розділення мікросхем на МК, мікропроцесори і DSP було характерне в кінці ХХ століття. У сьогодення грані відмінностей поступово стираються. МК усе частіше відносять до класу процесорів для вбудованих застосувань або, по-іншому, **процесорів вбудованих систем** (embedded processor). За визначенням, **вбудовані обчислювальні системи** – це системи, які безпосередньо, без постійної присутності людини, взаємодіють з датчиками і виконавчими пристроями керованого об'єкту.

Прикладами вбудованих систем є бортові і панельні комп'ютери, портативні вимірювальні прилади, системи відеоспостереження, роботи, мережеве устаткування, стільникові телефони.

Основні поняття та визначення

З точки зору принципів конструювання обчислювальних систем виділяють **Прінстонську** і **Гарвардську архітектуру**. Прінстонська архітектура була розроблена **Джоном фон Нейманом** і незалежно від нього академіком С. А. Лебедевим. У ній використовується загальна пам'ять для зберігання програм і даних (рис., а). Основна перевага полягає в спрощенні схемотехніки центрального процесорного пристрою (ЦПП) і в гнучкості розподілу ресурсів між областями пам'яті.

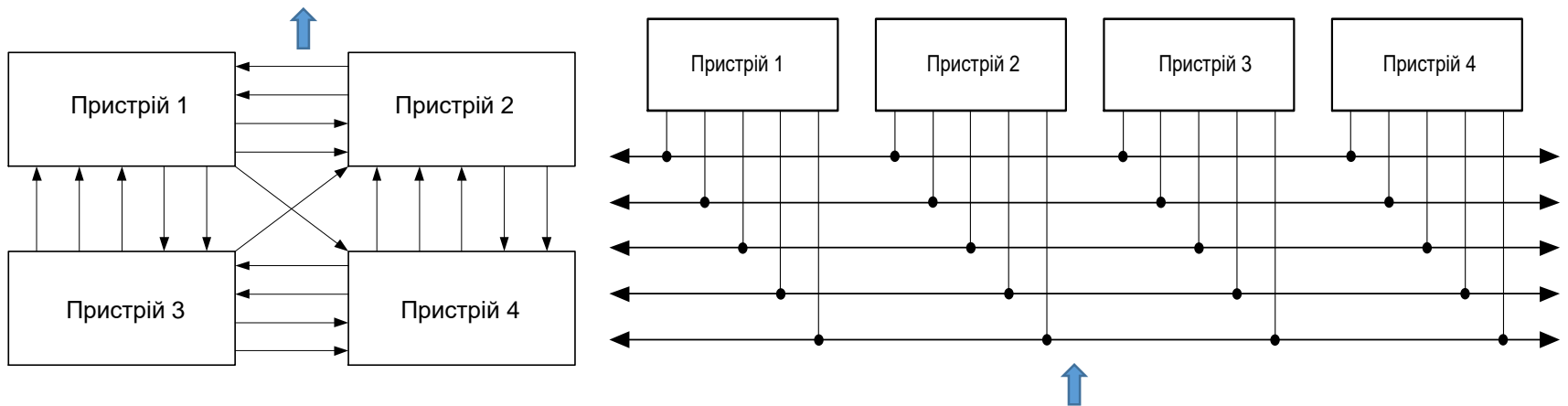


Особливістю **Гарвардської архітектури** є наявність окремих адресних просторів для зберігання команд і даних (рис., б). Ця архітектура майже не використовувалася до кінця 1970-х років, поки розробники нарешті зрозуміли, що саме вона дає їм певні переваги. Зокрема, аналіз реальних програм показує, що об'єм пам'яті даних МК, що використовується для зберігання проміжних результатів, на порядок менше необхідного об'єму пам'яті програм. Значить, можна скоротити розрядність шини даних, зменшити число транзисторів в мікросхемі і прискорити доступ до інформації відразу в обох напрямках. Як наслідок, зараз більшість сучасних МК використовують RISC – архітектуру гарвардського типу.

Організація шин

Для досягнення максимальної універсальності і спрощення протоколів обміну інформацією в МПС застосовується **шинна структура зв'язків** між окремими пристроями, що входять в систему.

При **класичній структурі зв'язків** всі сигнали і коди між пристроями передаються по окремих лініях зв'язку. Кожен пристрій, що входить в систему, передає свої сигнали і коди незалежно від інших пристроїв. При цьому в системі виходить дуже багато ліній зв'язку і різних протоколів обміну інформацією.



При **шинній структурі зв'язків** всі сигнали між пристроями передаються по одних і тих же лініях зв'язку, але у різний час. Передача по всіх лініях зв'язку може здійснюватися в обох напрямках (двохнаправлена передача). У результаті кількість ліній зв'язку істотно скорочується, а правила обміну (протоколи) спрощуються.

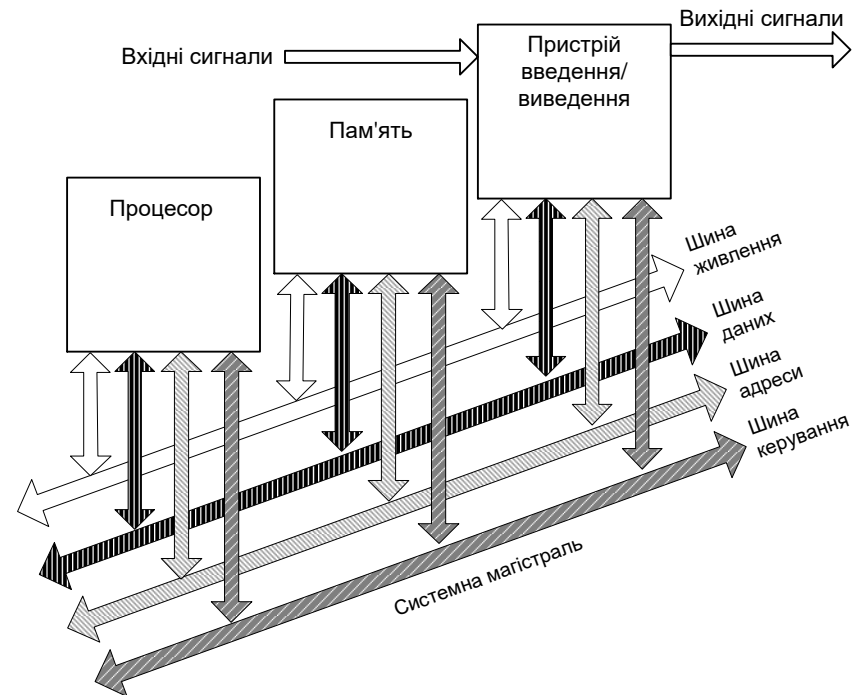
Організація шин

Група ліній зв'язку, по яким передаються сигнали або коди називається **ШИНОЮ** (англ. *bus*).

При шинній структурі зв'язків легко здійснюється пересилка всіх інформаційних потоків у потрібному напрямі, наприклад, їх можна пропустити через один процесор, що дуже важливо для мікропроцесорної системи. Проте при шинній структурі зв'язків вся інформація передається по лініях зв'язку послідовно в часі, по черзі, що знижує швидкодію системи у порівнянні з класичною структурою зв'язків.

Типова структура МПС включає три основних типу пристроїв:

процесор; **пам'ять**, що включає оперативну пам'ять ОЗП і постійну пам'ять ПЗП, яка служить для зберігання даних і програм; **пристрої введення/виведення** (ПВВ, I/O - Input/Output Devices), які призначені для зв'язку МПС із зовнішніми пристроями; для приймання (введення, читання, Read) вхідних сигналів і передавання (виведення, запис, Write) вихідних сигналів.



Організація шин

Усі пристрої МПС об'єднуються загальною системною шиною (вона ж називається ще системною магістраллю або каналом). **Системна магістраль** включає чотири основні шини нижнього рівня: шина адреси (*Address Bus*); шина даних (*Data Bus*); шина керування (*Control Bus*); шина живлення (*Power Bus*).

Шина адреси служить для визначення адреси пристрою, з яким процесор обмінюється інформацією в даний момент. Кожному пристрою (окрім процесора), кожному елементу пам'яті в мікропроцесорній системі привласнюється власна адреса. Коли код якоїсь адреси виставляється процесором на шині адреси, пристрій, якому ця адреса призначена, розуміє, що його чекає обмін інформацією. Шина адреси може бути однонаправленою або двохнаправленою.

Шина даних – це основна шина, яка використовується для передачі інформаційних кодів між всіма пристроями мікропроцесорної системи. Звичайно в пересилці інформації бере участь процесор, який передає код даних в якийсь пристрій або в елемент пам'яті чи ж приймає код даних з якогось пристрою або з елемента пам'яті. Але можлива також і передача інформації між пристроями без участі процесора. Шина даних завжди двохнаправлена.

Організація шин. Принципи побудови МПС

Шина керування на відміну від шини адреси і шини даних складається з окремих сигналів керування. Кожний з цих сигналів під час обміну інформацією має свою функцію. Деякі сигнали служать для того щоб синхронізувати дані, що передаються або приймаються. Інші сигнали керування можуть використовуватися для підтвердження прийому даних, для скидання всіх пристроїв в початковий стан. Лінії шини керування можуть бути однонаправленими або двохнаправленими

Шина живлення призначена не для пересилки інформаційних сигналів, а для живлення системи. Вона складається з ліній живлення і загального дроту. У мікропроцесорній системі може бути одне джерело живлення (частіше +5В) або декілька джерел живлення (звичайно ще -5В +12В і -12В). Кожній напрузі живлення відповідає своя лінія зв'язку. Всі пристрої підключені до цих ліній паралельно

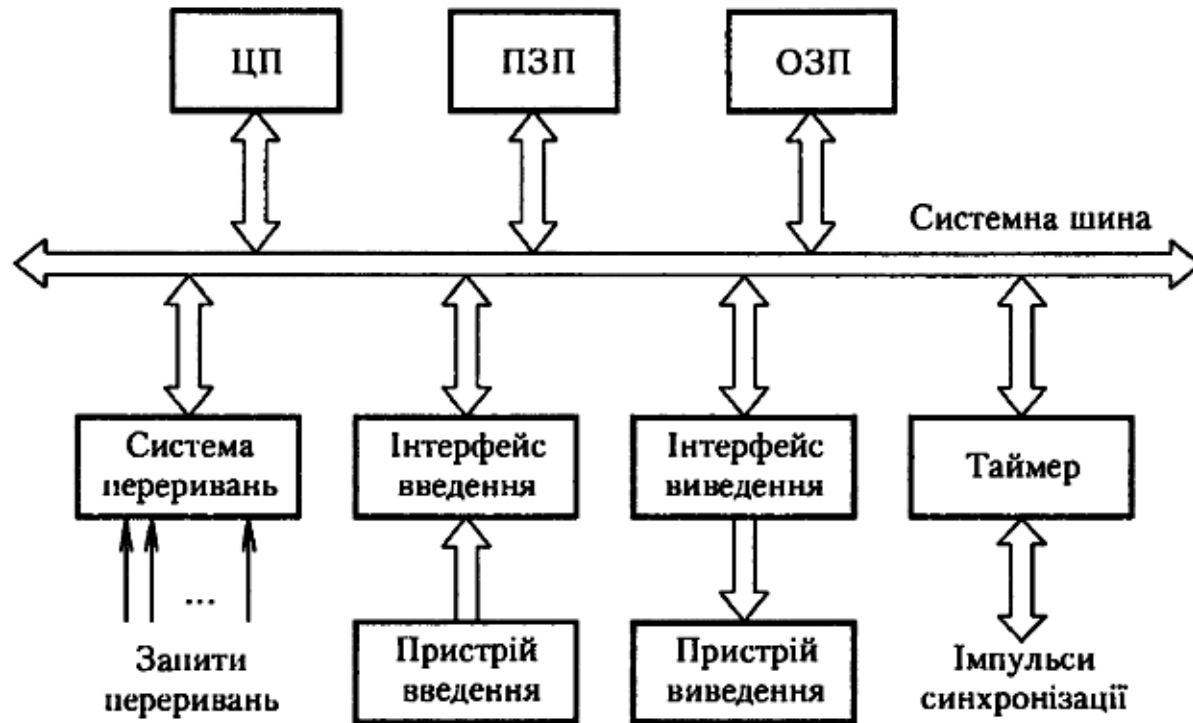
В основу побудови МПС систем покладено три принципи: **магістральності; модульності; мікропрограмного керування.**

Принцип **магістральності** визначає характер зв'язків між функціональними блоками МПС – усі блоки з'єднуються з єдиною системною шиною.

Принцип **модульності** полягає в тому, що система будується на основі обмеженої кількості типів конструктивно і функціонально завершених модулів. Кожний модуль МПС системи має вхід керування третім (високоімпедансним) станом. Цей вхід називається CS (Chip Select) – вибір кристала або OE (Output Enable) - дозвіл виходу.

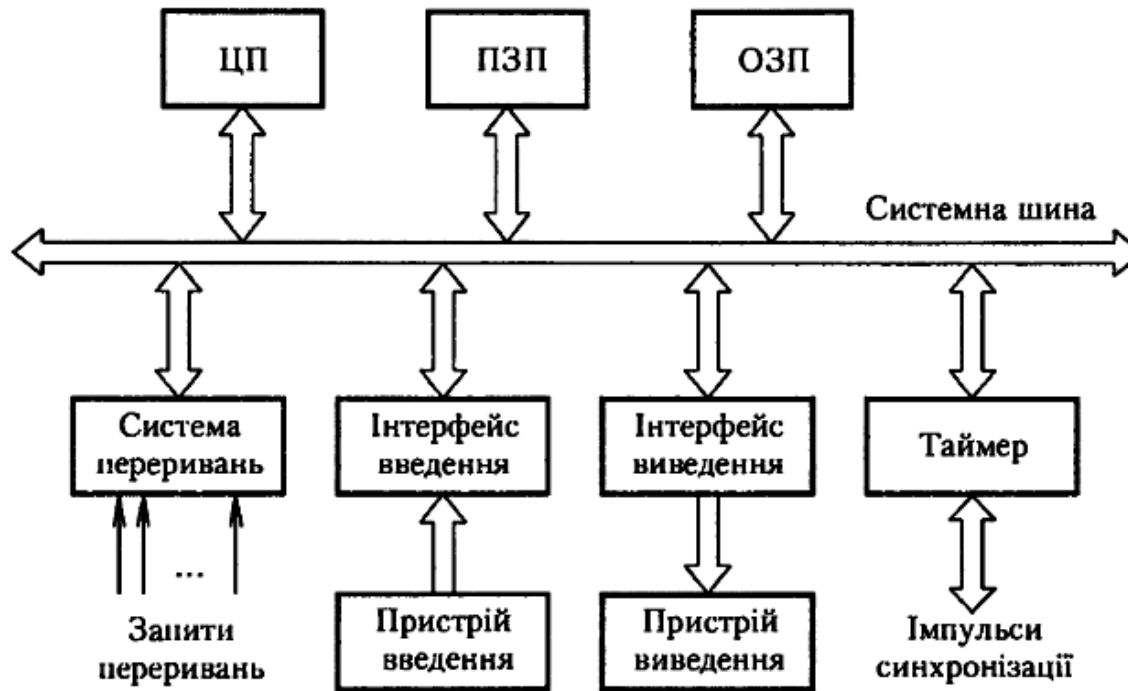
Принципи побудови МПС

Принцип **мікропрограмного керування** полягає у можливості здійснення елементарних операцій – макрокоманд (зсуву, пересилання інформації, логічних операцій). Певною комбінацією мікрокоманд можна створити набір команд, який максимально відповідає призначенню системи, тобто створити технологічну мову



Узагальнена структурна схема мікропроцесорної системи керування

Принципи побудови МПС

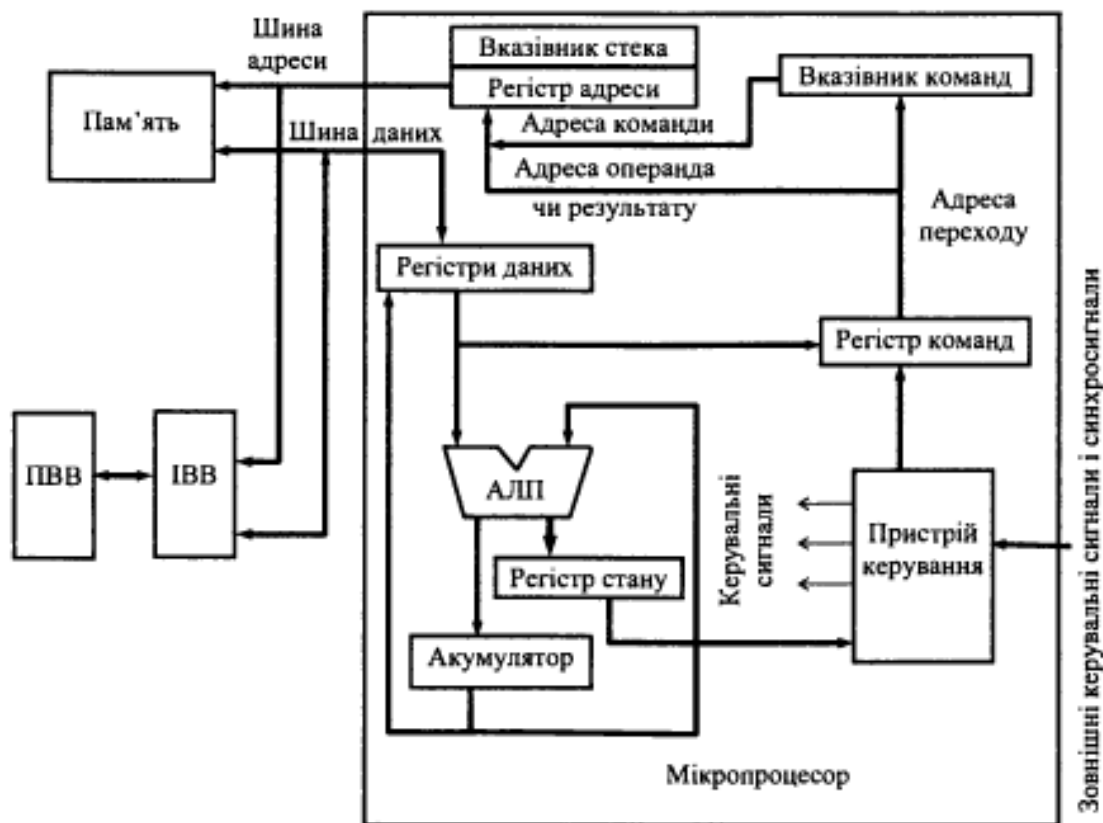


Модуль центрального процесора обробляє дані та керує всіма іншими модулями системи. Центральний процесор, крім ВІС МП, містить схеми синхронізації та інтерфейсу із системною шиною. Він вибирає коди команд з пам'яті, дешифрує їх і виконує. Протягом часу виконання команди - командного циклу ЦП виконує такі дії:

- виставляє адресу команди на шину адреси АВ;
- отримує код команди з пам'яті та дешифрує його;
- обчислює адресу операнда і зчитує дані;
- виконує операцію, визначену командою;
- сприймає зовнішні сигнали керування (наприклад, запити переривань);
- генерує сигнали стану і керування, які потрібні для роботи пам'яті та ПВВ.

Архітектура мікропроцесорної системи

Поняття архітектури мікропроцесора визначає його складові частини, а також зв'язки та взаємодію між ними. Архітектура містить: 1) структурну схему самого МП; 2) програмну модель МП (опис функцій регістрів); 3) інформацію про організацію пам'яті (ємність пам'яті та способи її адресації); 4) опис організації процедур введення-виведення



Структурна схема з процесором фоннейманівської архітектури

Архітектура мікропроцесорної системи

Пристрій керування відповідно до кодів команд та зовнішніх сигналів керування і сигналів синхронізації виробляє сигнали керування для всіх блоків структурної схеми МП, а також керує обміном інформацією між МП, пам'яттю і ПБВ. Пристрій керування реалізує такі функції:

1. **Функція початкового встановлення МП.** Зовнішній сигнал початкового встановлення процесора RESET формується при ввімкненні джерела живлення МП або при натисканні кнопки RESET. У разі появи цього сигналу пристрій керування забезпечує завантаження нульового значення у програмний лічильник, що ініціює вибірку з пам'яті байта команди з нульовою адресою. Наприкінці вибірки вміст лічильника команд збільшується на одиницю і вибирається байт команди з наступною адресою. Таким чином виконується вся записана у пам'яті програма.

2. **Функція синхронізації.** Згідно із зовнішніми сигналами керування і сигналами синхронізації пристрій керування синхронізує роботу всіх блоків МП.

3. **Функція переривань.** Із надходженням сигналу переривання пристрій керування ініціює роботу підпрограми обробки відповідного переривання. Потреба у реалізації функцій переривань виникає тоді, коли під час виконання основної програми треба перевести МП на розв'язання іншої задачі, наприклад, обробки аварійної ситуації або роботи з ПБВ.

4. **Функція узгодження швидкодії** модулів мікропроцесорної системи. Під час обслуговування пам'яті та ПБВ із значно меншою швидкістю, ніж МП, узгодження швидкодії вирішується генерацією тактів очікування МП, а під час обслуговування пристроїв з більшою швидкістю, ніж МП, використовується режим безпосереднього доступу до пам'яті.

Архітектура мікропроцесорної системи

Арифметико-логічний пристрій є комбінаційна схема яка виконує арифметичні та логічні операції: додавання, віднімання, І, АБО, НЕ, виключне АБО, зсув, порівняння, десяткова корекція над операндами, які пересилаються з пам'яті і/або регістрів МП. Одержаний після виконання команди в АЛП результат пересилається в регістр або комірку пам'яті.

Регістри призначені для зберігання n -розрядного двійкового числа. Вони являють собою тригери зі схемами керування читанням/записом та вибірки. Регістри створюють внутрішню пам'ять МП і використовуються для зберігання проміжних результатів обчислень.

Акумулятор – це регістр, у якому зберігається один з операндів. Після виконання команди в акумуляторі замість операнда розміщується результат операції.

Вказівник команду або програмний лічильник, призначений для зберігання адреси комірки пам'яті, яка містить код наступної команди. Програму дій МП записано в пам'яті у вигляді послідовності кодів команд. Для переходу до наступної команди вміст лічильника збільшується на одиницю у момент вибирання команди з пам'яті. Наприкінці виконання команди в лічильнику команд зберігається адреса наступної команди.

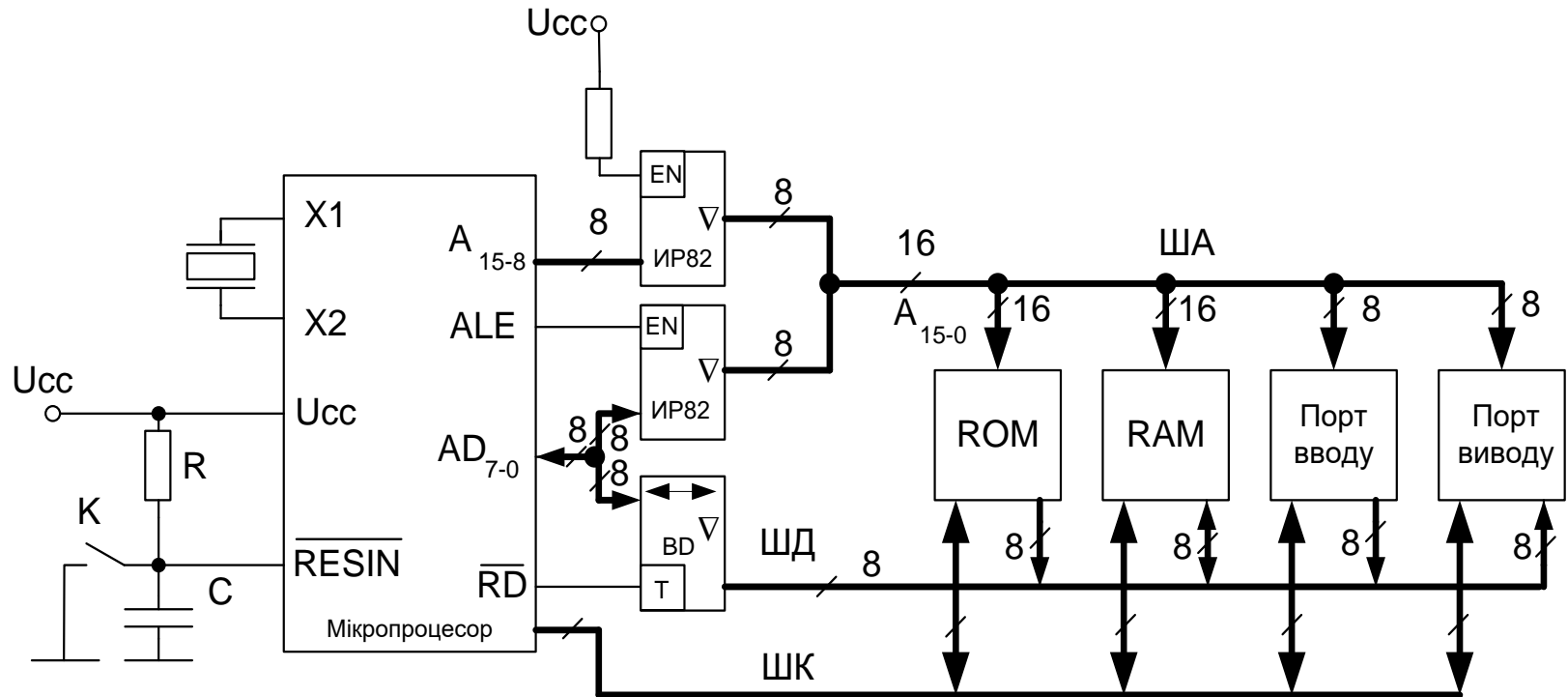
Вказівник стека – це регістр, який зберігає адресу останньої зайнятої комірки стека. Стеком або стековою пам'яттю називається область пам'яті, організованої за принципом «останній прийшов – перший пішов».

Регістр команд зберігає код команди протягом усього часу виконання команди. **Регістр адреси** і **регістри даних** призначені для зберігання адрес і даних, які використовуються під час виконання поточної команди у МП.

Регістр стану або регістр прапорців (ознак) призначений для зберігання інформації про результат операції в АЛП.

Структура та функціонування мікропроцесорної системи

На рис. наведена структурна схема мікропроцесорної системи з МП, яка має шину адреси/даних, що мультиплексується.



Структура та функціонування мікропроцесорної системи

Лінії A15-A8 є адресними, через них у систему передається старший байт 16-розрядної адреси. У цю шину включений формувач (буферний реєстр IP82) з постійно відкритим входом дозволу EN, що забезпечує роботу шини на навантаження. Власної навантажувальної здатності у виводів МП недостатньо. Лінії AD7-0 мультиплексуються. Спочатку вони передають молодший байт адреси, ознакою чого служить наявність сигналу ALE (Address Latch Enable), що завантажує цей байт у реєстр IP82.

Після завантаження реєстра сигнал ALE знімається, і вміст реєстра залишається незмінним аж до нового завантаження в наступному циклі роботи процесора. Так формується 16-розрядна шина адреси, що містить адресу A15-0. Ця адреса використовується блоками постійної (ROM) й оперативної пам'яті (RAM). Адресація портів введення і виведення даних вимагає восьми розрядної адреси, що надає можливість працювати не більш ніж з 256 портами кожного з типів. Адресу портів можна знімати з будь-якої половини адресної шини.

Після передачі молодшого байта адреси шина AD7-0 віддається для передачі даних. Напрямок передачі задається буфером даних BD у залежності від сигналу T (Transit). При активному стані сигналу читання RD (Read) дані передаються до мікропроцесора, при пасивному – у зворотному напрямку. До шини даних підключені інформаційні виводи всіх модулів МПС.

Архітектура мікропроцесора i8085

