

Historia procesorów firmy Intel 4 i 8-bitowe

m@B€K ?ud3£k0

Urządzenia Techniki Komputerowej

Spis treści

- Procesory 4-bitowe
 - 4004
 - 4040
- Procesory 8-bitowe
 - 8008
 - 8080
 - MCY 7880
 - 8085

PROCESORY 4-BITOWE

Korzenie wyboru technologii

- Ted Hoff zmienił koncepcję konstrukcji układu.
 - Rezygnacja z modelu operującego na liczbach dziesiętnych (dostosowanego do urządzeń typu kalkulator) na rzecz arytmetyki binarnej.
- Programowalna, uniwersalna jednostka przetwarzająca (CPU) powinna pracować posługując się zestawem kilkudziesięciu 4-bitowych instrukcji i być wspomagana przez co najwyżej 3 inne układy.
 - Koncepcja wywodziła się z komputerów klasy mainframe i minikomputerów
 - Musiała zostać okrojona, by zmieścić się w szesnastonóżkowym chipie.
- Był to największy wówczas możliwy do wykonania typ układu.
 - Szyna adresowa i szyna danych miały posiadać szerokość 4-bitów.

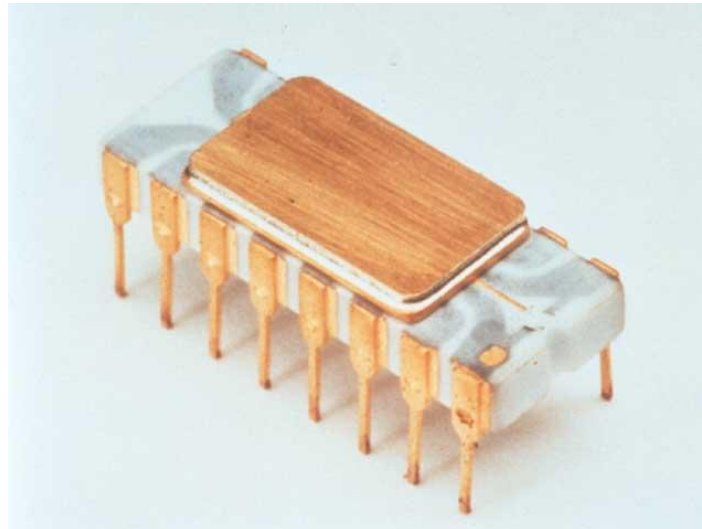
Ted Hoff i Federico Faggin



INTEL 4004

Intel 4004

- **Intel 4004** to pierwszy na świecie komercyjny mikroprocesor.
- Został zaprojektowany w 1971 roku w firmie Intel.
- Autorami byli Ted Hoff oraz Federico Faggin,
- **Parametry mikroprocesora**
- Maksymalna częstotliwość taktowania – 740 kHz.
- Osobna pamięć dla programu i danych (architektura harwardzka).
- 46 instrukcji.
- 16 czterobitowych rejestrów.
- 3-poziomowy stos.
- 2300 tranzystorów (technologia produkcji 10 μm).



Intel 4004

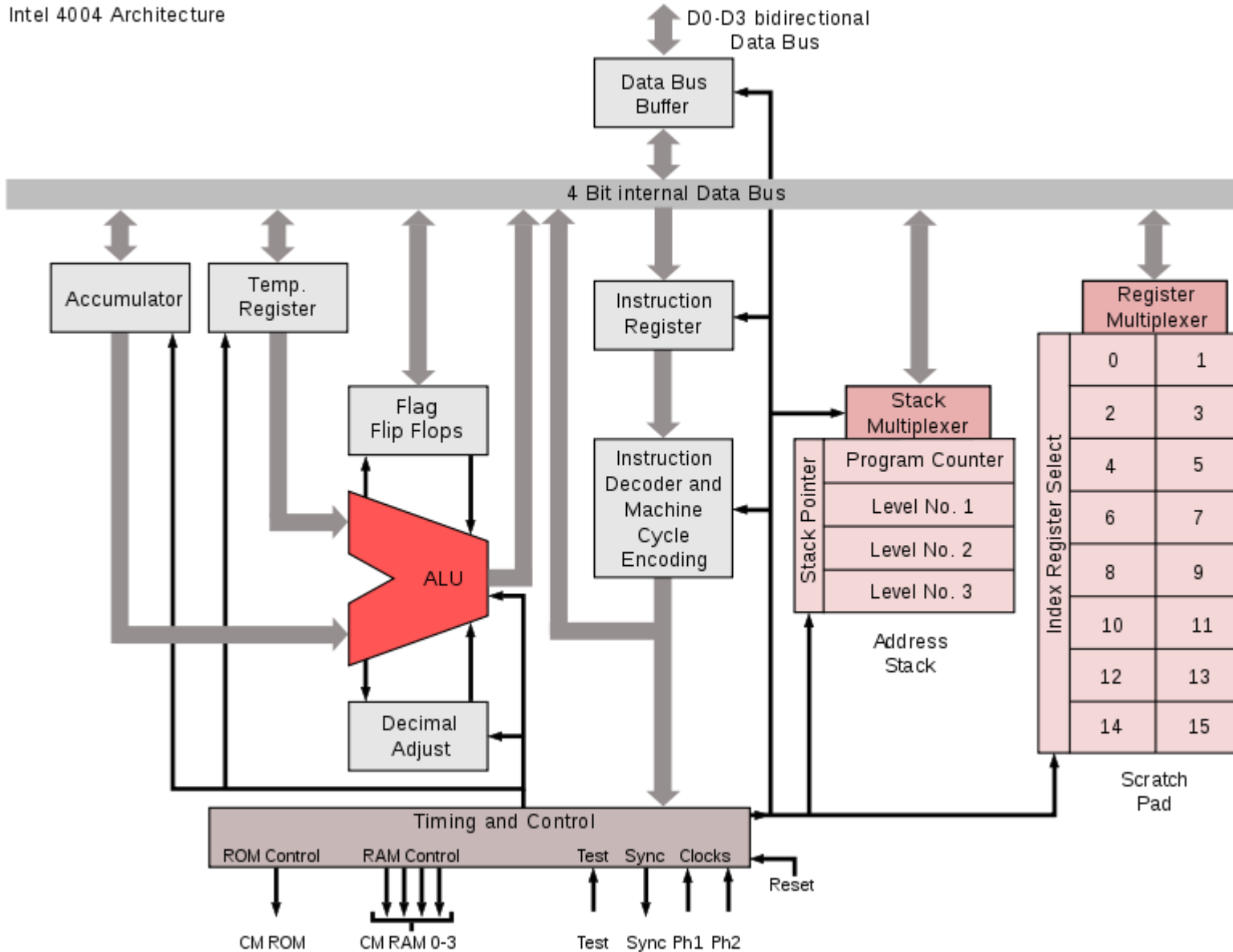
- Intel 4004 pracował z sygnałem zegara o cyklu od 1.35 do 2.00 mikrosekundy (częstotliwości rzędu kilku kHz).
- Pierwotnym zamierzeniem było osiągnięcie wydajności w obliczeniach BCD (w przeliczeniu na liczbę) na poziomie typowego komputera z lat sześćdziesiątych - IBM 1620, co byłoby możliwe przy częstotliwości ok. 1 MHz.
- Intel 4004 potrzebował
 - trzy (**3**) pełne cykle zegara by załadować adres instrukcji (adres jest 12-bitowy, stąd w każdym cyklu ładowany jest jeden 4-bitowy bajt adresu),
 - dwa (**2**) kolejne by wczytać instrukcję,
 - kolejne trzy (**3**) cykle, by ją wykonać.
 - łącznie wykonanie jednej 4-bitowej instrukcji zajmowało osiem (**8**) cykli zegara.
- Zestaw instrukcji procesora zawiera także instrukcje 8-bitowe, których wykonanie zawiera dwa razy tyle czasu, czyli szesnaście (16) cykli.
- Pracując z maksymalną częstotliwością zegara równą wg specyfikacji 740 kHz, i4004 wykonuje
 - instrukcję 4-bitową w 10.8 mikrosekundy (92 500 instrukcji na sekundę),
 - instrukcję 8-bitową w 21.6 mikrosekundy (46 250 instrukcji na sekundę).
- Średnia wydajność około 60 000 instrukcji na sekundę, która w zależności od budowy programu i relacji ilościowej instrukcji 4- i 8-bitowych, mogła się wahać pomiędzy ww. wartościami.

Charakterystyka Intel 4004

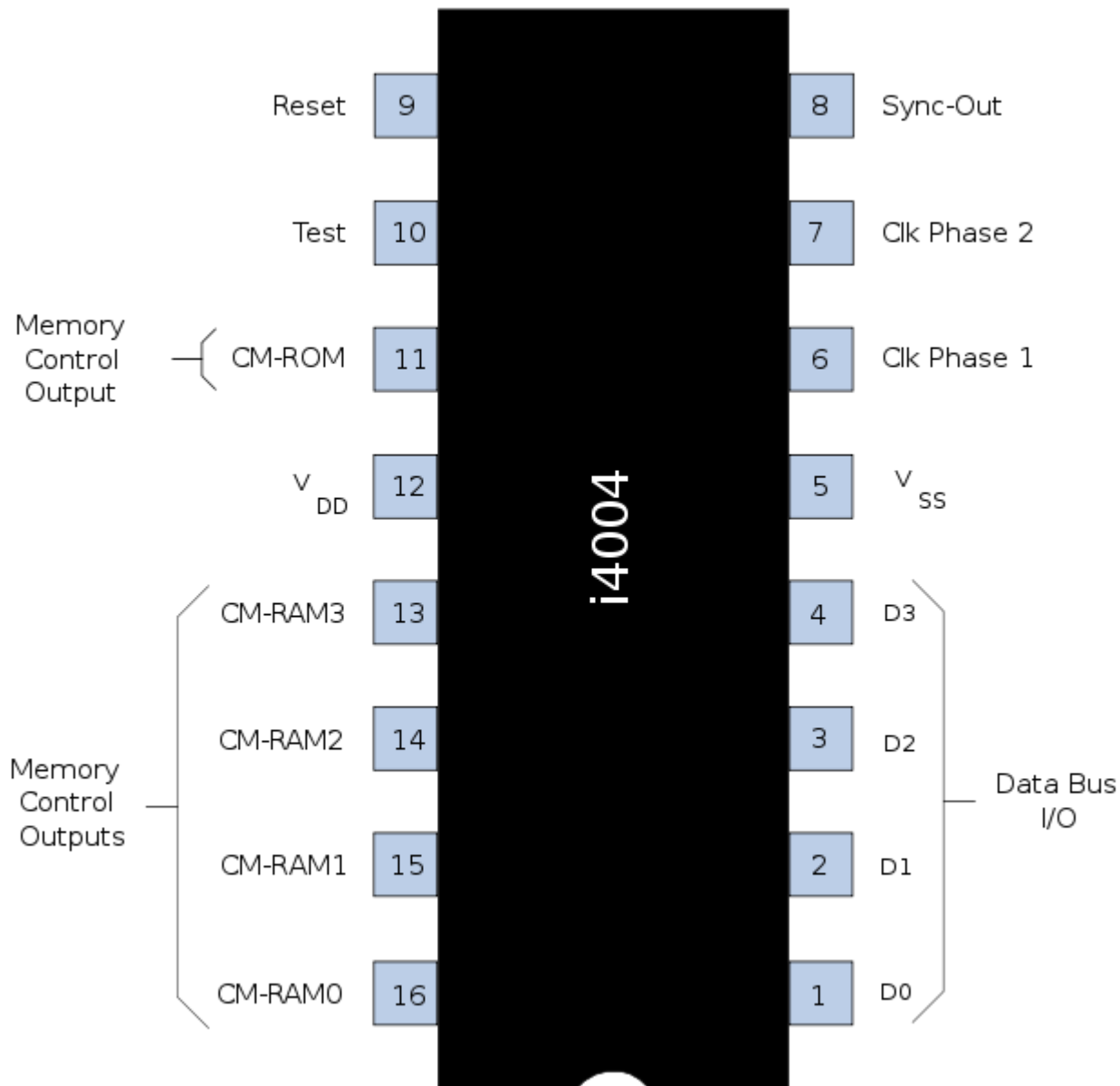
Informacje ogólne	
Data wprowadzenia	15 listopada 1971
Ilość tranzystorów	2 250 - 2 300 szt
Technologia wykonania	10 μm PMOS
Wielkość płytki krzemu	4x3 = 12 mm^2
Szybkość pracy	
Taktowanie rdzenia procesora	rzeczywista częstotliwość zegara: 740 kHz
Taktowanie magistrali systemowej	jak rdzeń procesora
Szerokość magistrali danych (wewnętrzna/zewnętrzna)	4 bity
Szerokość magistrali adresowej	12 bitów
Obsługa pamięci operacyjnej	
Adresowalna pamięć	640 bajtów
Parametry zasilania	
Napięcie rdzenia V_{core}	15V

Architektura Intel 4004

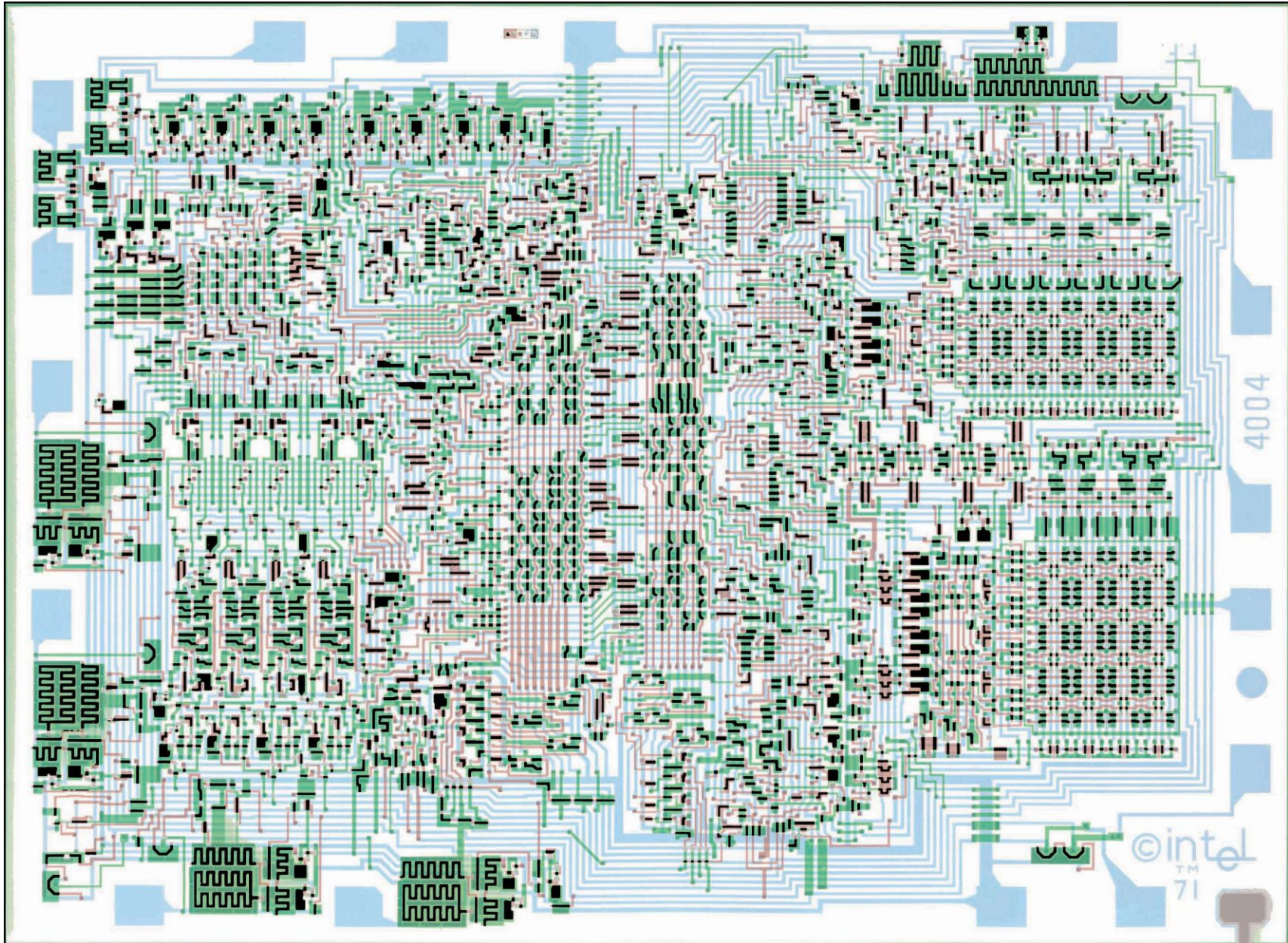
Intel 4004 Architecture



Układ scalony Intel 4004



Wnętrze mikroprocesora Intel 4004

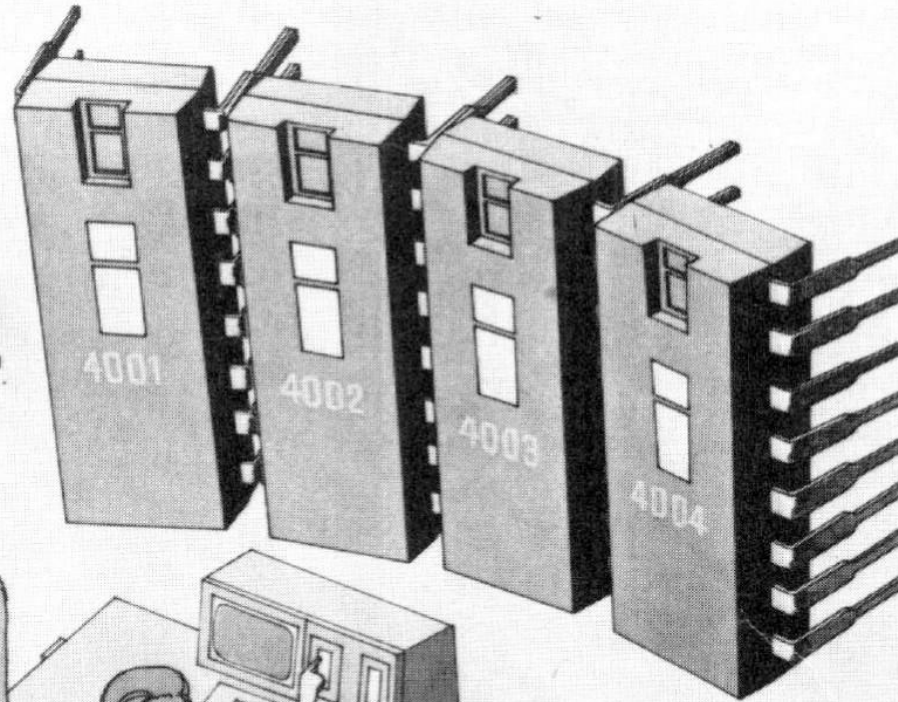


Inne mikroprocesory z tej rodziny

Nazwa	Opis
4001	256-bajtowy ROM z 4-bitowym portem I/O (256 instrukcji 8-bitowych) Układ 4001 nie mógł być używany wspólnie z układami 4008 i 4009.
4002	4002 – 40-bajtowy RAM z jednym czterobitowym portem I/O. 80 słów o wielkości 4 bitów w 4 rejestrach po 20 słów -16 słów danych (używanych do zapisu cyfr mantysy liczby w kalkulatorach) -4 słowa statusu (używane do zapisu cyfr cechy liczby)
4003	4003 – 10-bitowy port szeregowy do obsługi urządzeń zewnętrznych (klawiatura, drukarka, wyświetlacz)
4008	8-bitowy przerzutnik typu „latch” służący do obsługi standardowych chipów pamięci, wbudowany port I/O i 4-bitowy układ wyboru
4009	– specjalny konwerter I/O służący do obsługi standardowych układów scalonych z pamięcią.
4269	Interfejs klawiatury lub wyświetlacza
4289	Interfejs pamięci (wykorzystane funkcje z 4008 i 4009)

Reklama mikroprocesorów Intel 4000

**Announcing
a new era
of integrated
electronics**



A micro- programmable computer on a chip!

Intel introduces an integrated CPU complete with a 4-bit parallel adder, sixteen 4-bit registers, an accumulator and a push-down stack on one chip. It's one of a family of four new ICs which comprise the MCS-4 micro computer system—the first system to bring you the power and flexibility of a dedicated general-purpose computer at low cost in as few as two dual in-line packages.

MCS-4 systems provide complete computing and control functions for test systems, data terminals, billing machines, measuring systems, numeric control systems and process control systems.

The heart of any MCS-4 system is a Type 4004 CPU, which includes a powerful set of 45 instructions. Adding one or more Type 4001 ROMs for program storage and data tables gives you a fully functioning micro-programmed computer. To this you may add Type 4002 RAMs for read-write memory and Type 4003 registers to expand the output ports.

Using no circuitry other than ICs from this family of four, you can create a system with 4096 8-bit bytes of ROM storage and 5120 bits of RAM storage. When you require rapid turn-around or need only a few systems, Intel's erasable and re-programmable ROM, Type 1701, may be substituted for the Type 4001 mask-programmed ROM.

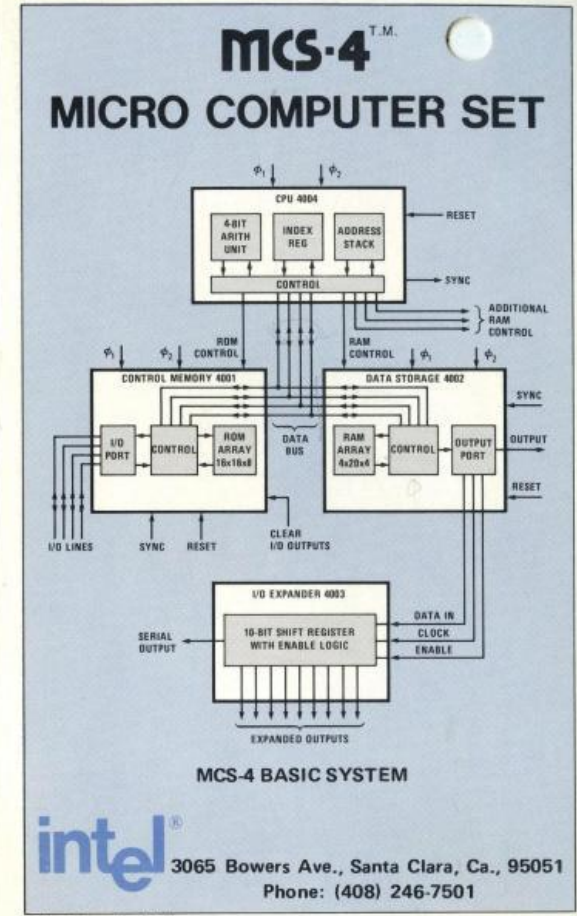
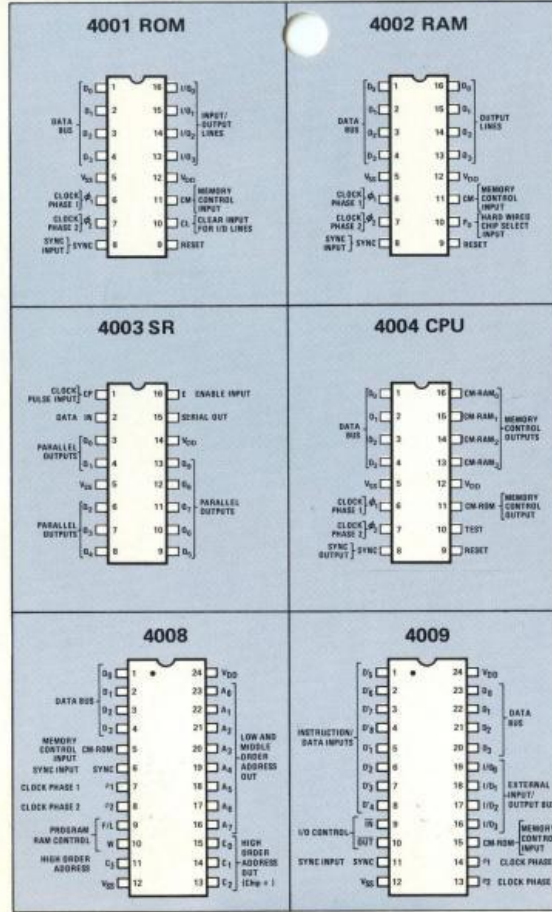
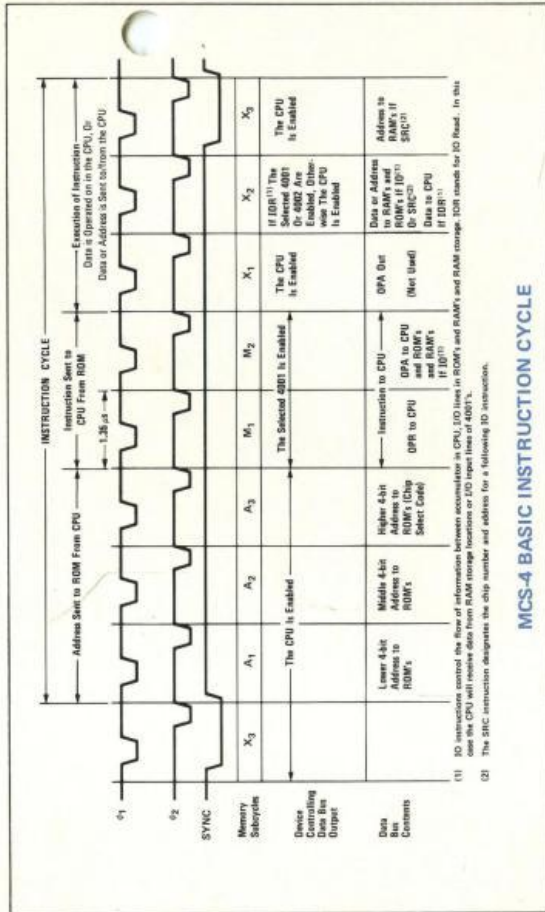
MCS-4 systems interface easily with switches, key-boards, displays, teletypewriters, printers, readers, A-D converters and other popular peripherals.

The MCS-4 family is now in stock at Intel's Santa Clara headquarters and at our marketing headquarters in Europe and Japan. In the U.S., contact your local Intel representative for technical information and literature. In Europe, contact Intel at Avenue Louise 216, B 1050 Bruxelles, Belgium. Phone 492003. In Japan, contact Intel Japan, Inc., Parkside Flat Bldg. No. 4-2-2, Sendagaya, Shibuya-Ku, Tokyo 151. Phone 03-403-4747. Intel Corporation now produces micro computers, memory devices and memory systems at 3065 Bowers Avenue, Santa Clara, Calif. 95051. Phone (408) 246-7501.

**intel
delivers.**



Użycie mikroprocesorów Intel 4000



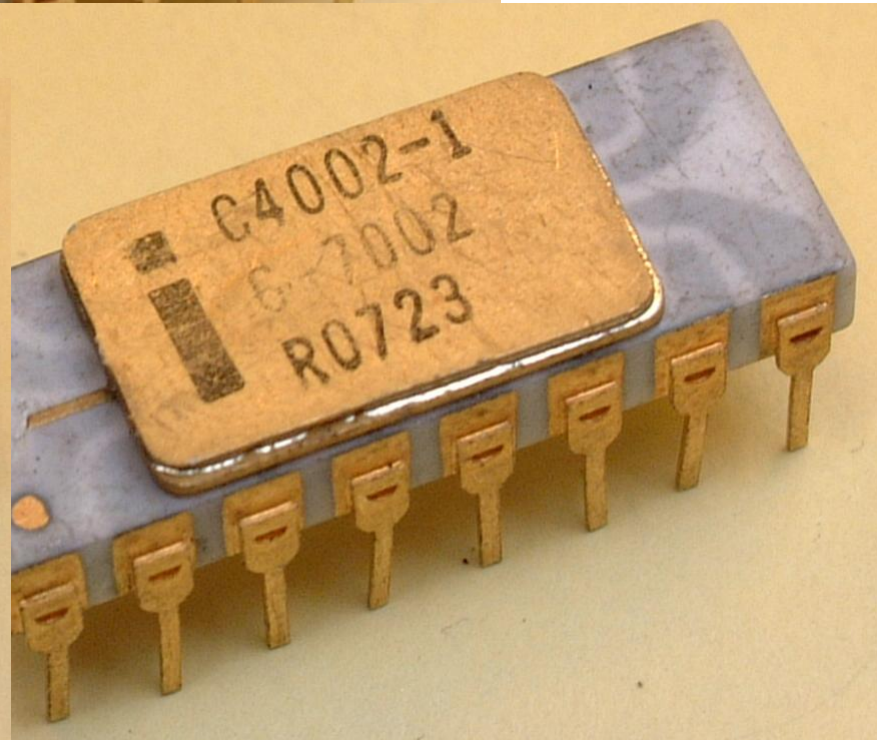
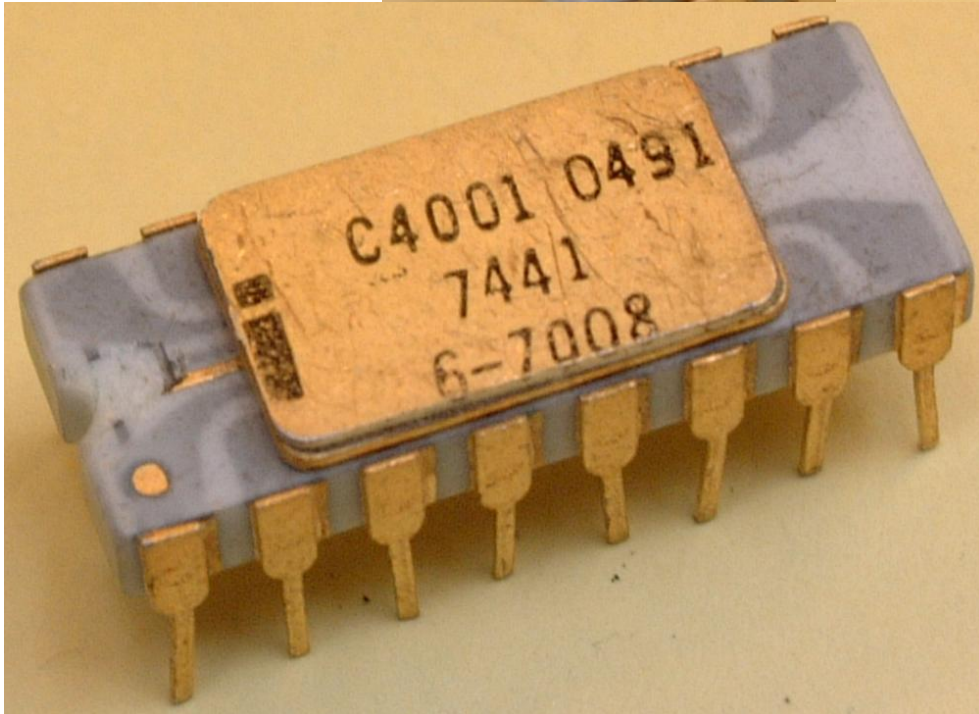
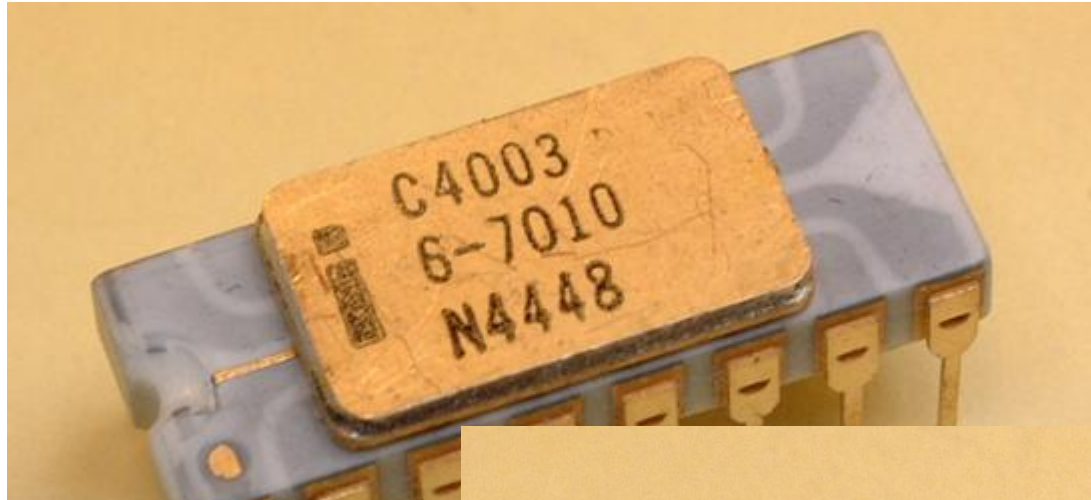
Printed in U.S.A.

© Intel Corporation 1973

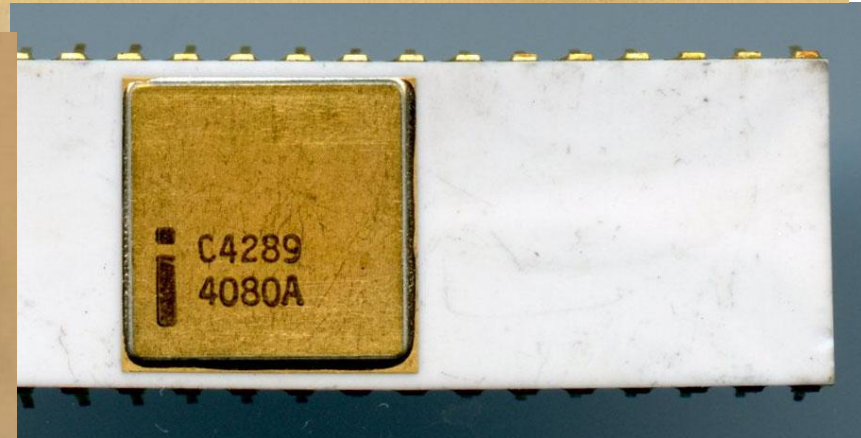
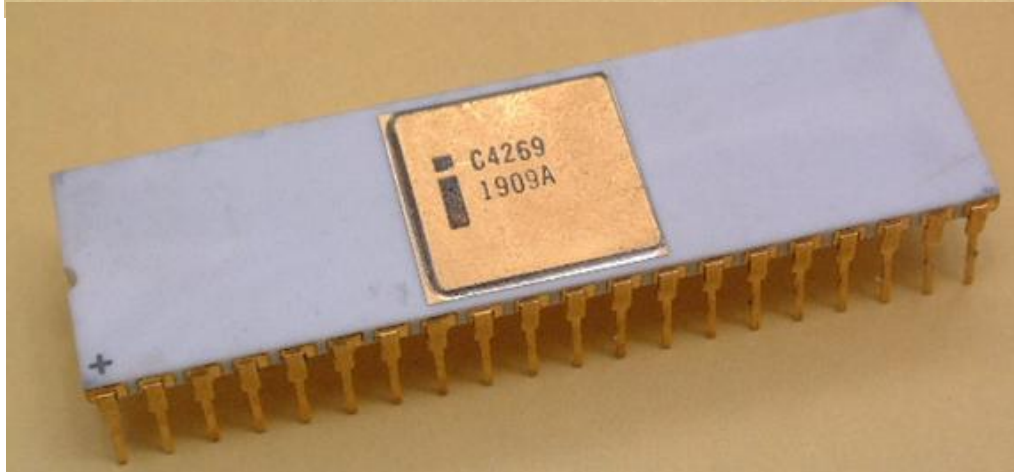
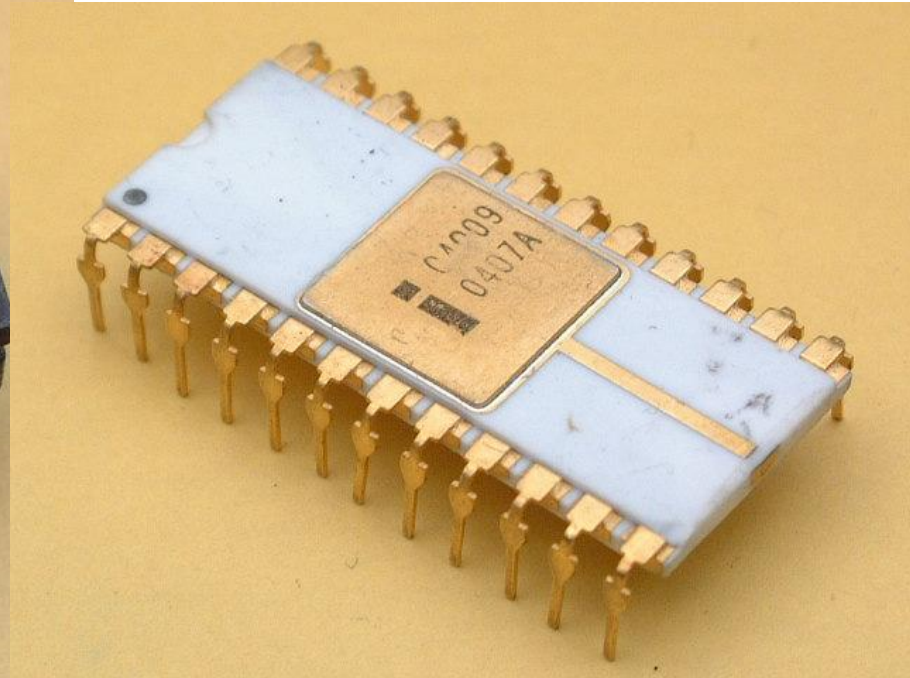
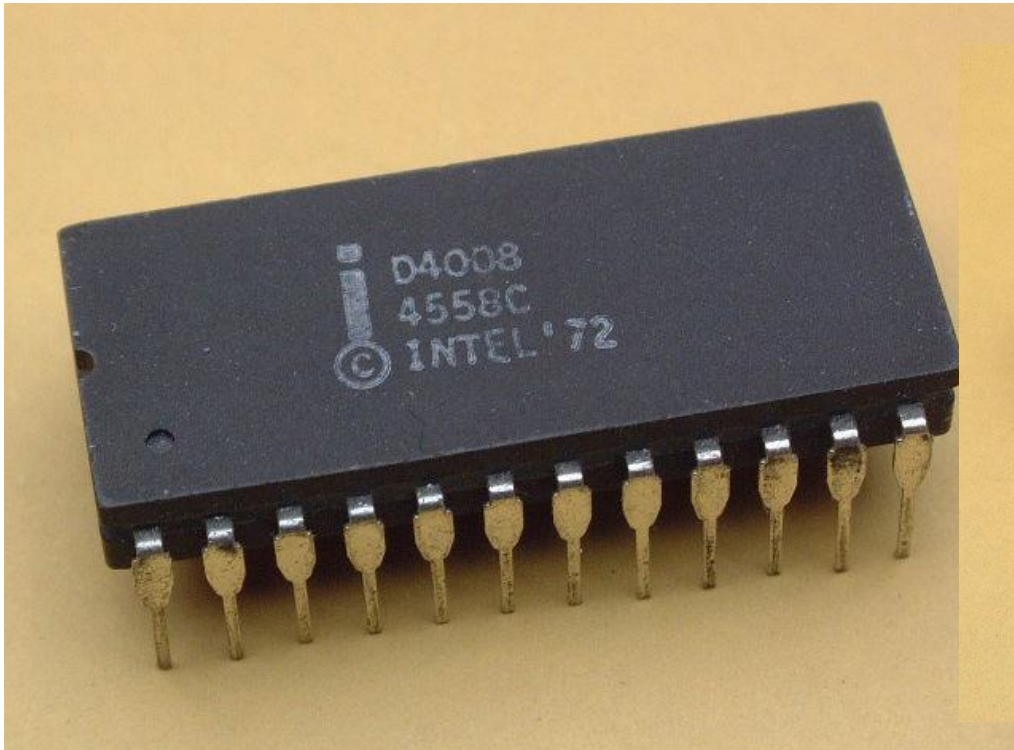


Unicom 141P
(tańsza) wersja
pierwszego
komercyjnego
produktu z Intel
4004,
kalkulatora
Busicom 141-
PF

Inne mikroprocesory z tej rodziny



Inne mikroprocesory z tej rodziny



INTEL 4040

Intel 4040

- **Intel 4004** to 4-bitowy procesor firmy Intel, następcą 4004, którego produkcję rozpoczęto w 1974.
- 4040 był głównie używany do gier, testów, implementacji i urządzeń sterujących. Obudowa 4040 jest ponad dwa razy szersza niż 4004 i posiada 24 piny w porównaniu z 16 pinami układu 4004. W 4040 dodano 14 instrukcji, powiększono rozmiar stosu (7 poziomów), udostępniono 8 KB pamięci programu, dodano 8 rejestrów i możliwość używania przerw (wliczając zachowywanie pierwszych 8 rejestrów).
- Rodzina układów 4040 znana jest również pod oznaczeniem MCS-40.
- Zaprojektowali go Ted Hoff, Federico Faggin, Stan Mazor, Masatoshi Shima .
- **Parametry mikroprocesora**
- Maksymalna częstotliwość taktowania – 740 kHz.
- Przerwania
- Pojedynczy krok wykonania instrukcji
- 60 instrukcji
- Osobna pamięć dla programu i danych (architektura harwardzka).
- Pamięć programu rozszerzona do 8 KB
- 24 czterobitowe rejestry
- 7-poziomowy stos.
- 3000 tranzystorów (technologia produkcji 10 μm).

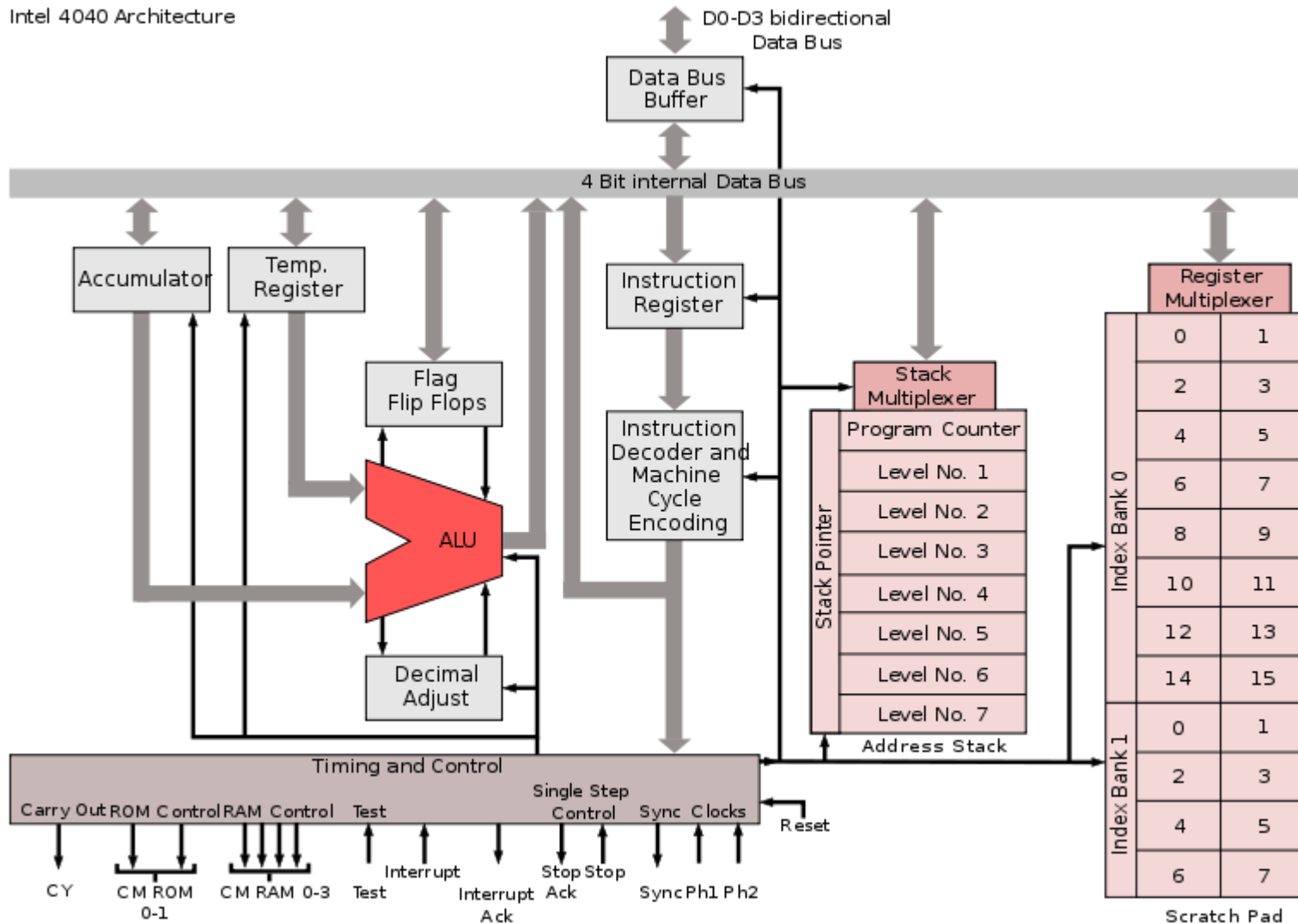


Charakterystyka Intel 4040

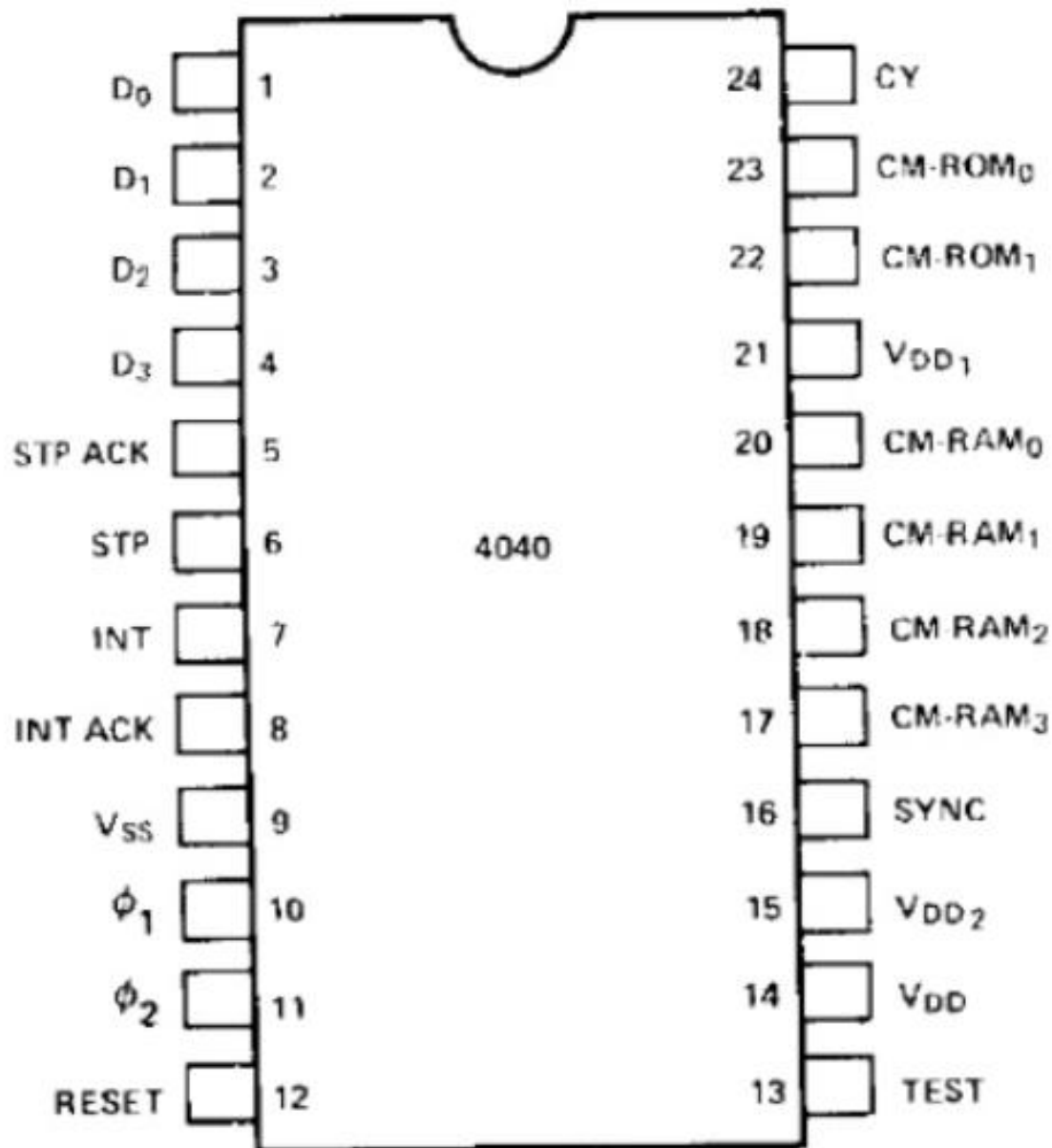
Informacje ogólne	
Data wprowadzenia	1974
Ilość tranzystorów	3 000 szt
Technologia wykonania	10 μm PMOS
Wielkość płytki krzemu	4x3 = 12 mm^2
Szybkość pracy	
Taktowanie rdzenia procesora	500 kHz - 740 kHz
Taktowanie magistrali systemowej	jak rdzeń procesora
Szerokość magistrali danych	4 bity
Szerokość magistrali adresowej	12 bitów (efektywna 13 bajtów) – ROM 10 bitów – RAM
Obsługa pamięci operacyjnej	
Adresowalna pamięć	8 kilobajtów (ROM) 1 kilobajt (RAM)
Parametry zasilania	
Napięcie rdzenia V_{core}	15V

Architektura Intel 4040

Intel 4040 Architecture



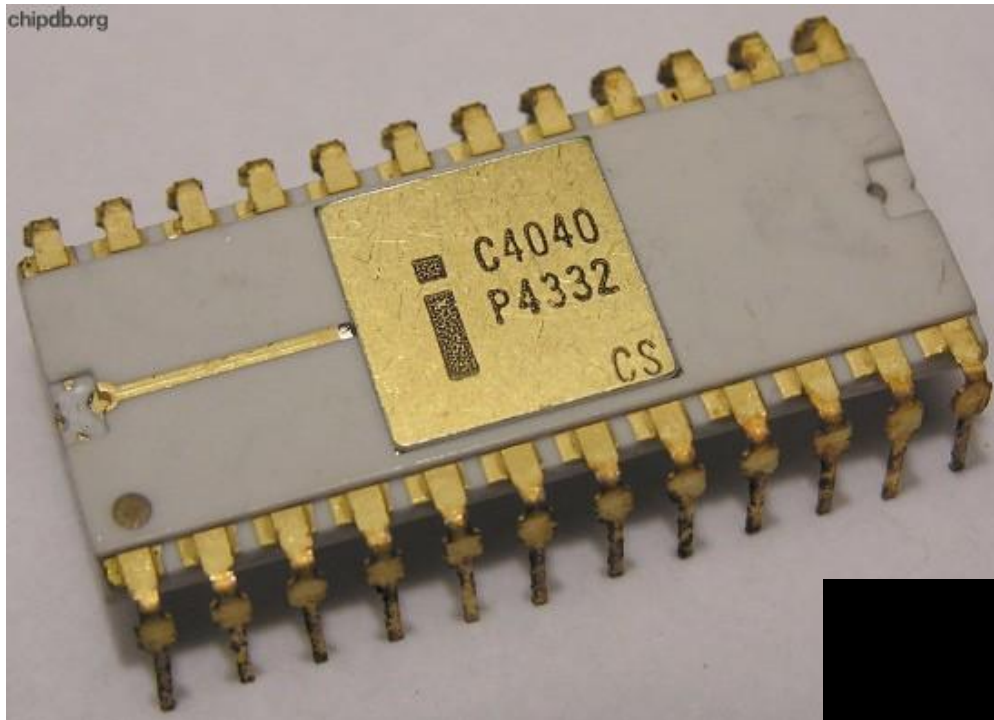
Układ scalony Intel 4040



Inne mikroprocesory z tej rodziny

3216 i 3226	4-bitowa szyna sterująca 4-bit parallel bus drivers
4101	RAM wielkości 256 4-bitowych słów typu Static RAM (SRAM)
4201	Generator sygnału zegarowego, 500 do 740 kHz używający kryształów kwarcowych 4 do 5,185 MHz
4308	1 KB ROM
4207	8-bitowy port wyjścia ogólnego zastosowania
4209	8-bitowy port wejścia ogólnego zastosowania
4211	8-bitowy port we/wy ogólnego zastosowania
4265	Programowalny port we/wy ogólnego zastosowania
4308	1KB pamięci ROM oraz cztery 4-bitowe porty we/wy
4316	2 KB ROM (2K x 8-bit ROM)
4702	256 Bajtów pamięci UV EPROM

Inne mikroprocesory z tej rodziny

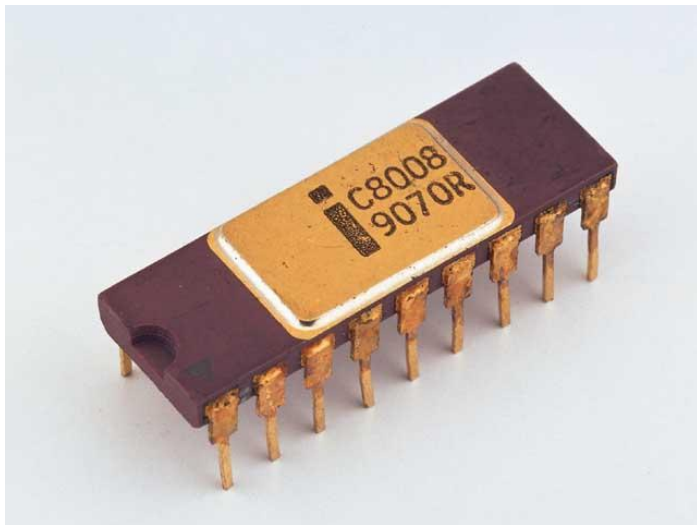


PROCESORY 8-BITOWE

INTEL 8008

Intel 8008

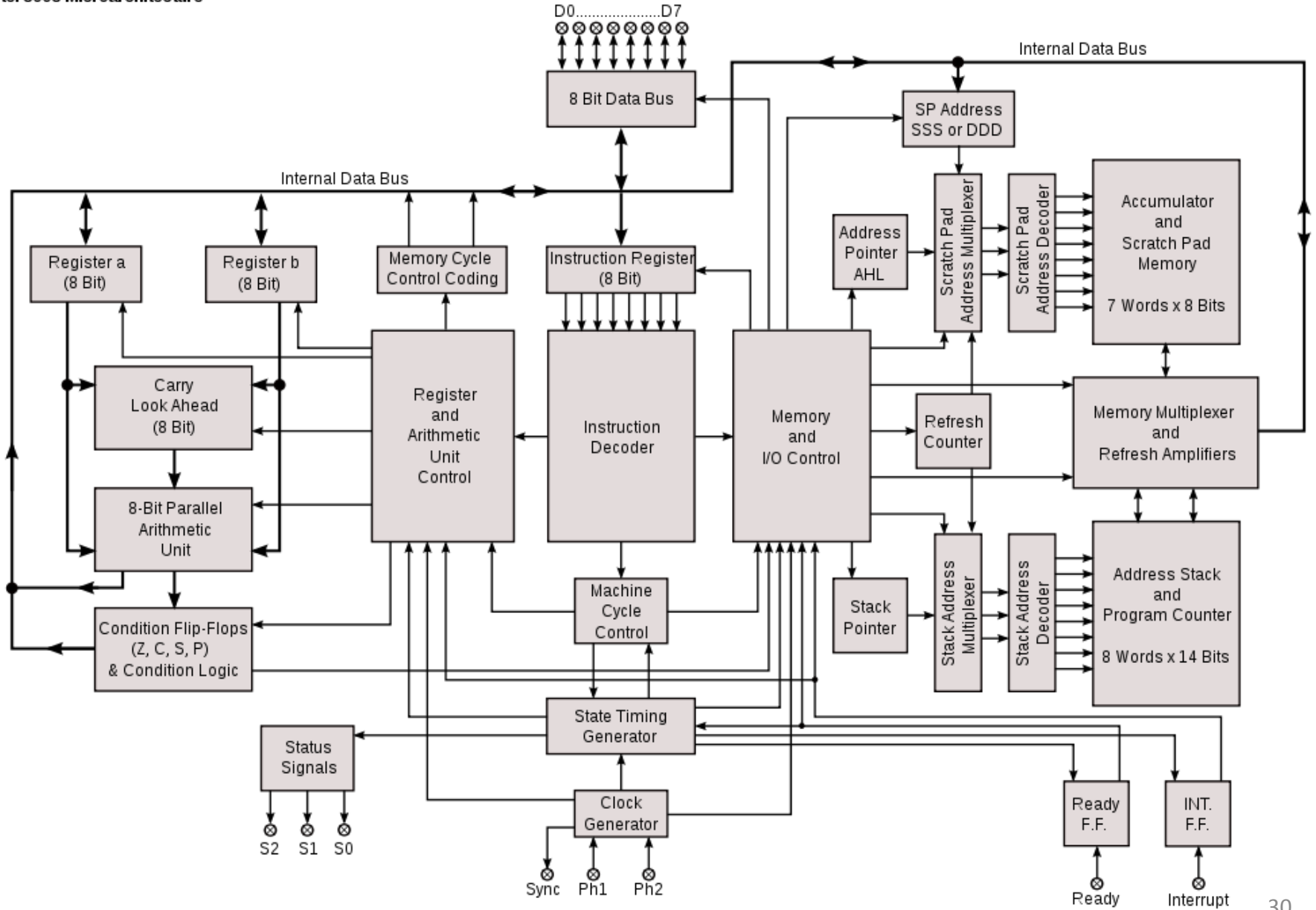
- 8008 – jeden z pierwszych mikroprocesorów firmy Intel, wprowadzony na rynek w kwietniu 1972 roku.
 - Zaprojektowano go na specjalne zamówienie firmy Computer Terminal Corporation do użycia w terminalu Datapoint 2200. Intel spóźnił się z dostawą, procesor nie spełnił minimalnych wymagań CTC i odrzucono 8008. CTC zgodziła się na sprzedaż przez Intel procesora innym klientom.
- Instrukcje dostępne na 8008 i innych późniejszych procesorach CISC produkowanych przez Intel były w znacznym stopniu wzorowane na specyfikacjach CTC.
- Procesor w obudowie DIP18 miał 8-bitową magistralę. Wyprowadzona na zewnątrz odgrywała rolę szyny danych i adresowej, przez co wymagał kilku układów scalonych do zarządzania i buforowania sygnałów szyny.
- Wykonywał mniejszą liczbę instrukcji w sekundzie niż 4-bitowe procesory Intela 4004 i 4040, ale przetwarzał osiem bitów naraz i miał dostęp do większej ilości RAM-u dlatego generował 3-4 razy większą moc obliczeniową niż procesory 4-bitowe.
- 8008 był stosunkowo wydajny w urządzeniach, do użycia w których został zaprojektowany, ale bardzo trudny do użycia w innych zadaniach. Jego następcą 8080 był w porównaniu z nim znacznie lepszym produktem do tych celów.
 - Zaledwie kilka wczesnych komputerów bazowało na tym chipie. Przykładem może być „Micral N” francuskiego inżyniera Francois Gernelle w 1973 r. (na 5 lat przed Apple i 3 lata przed IBM) jako pierwszy komercyjny komputer.



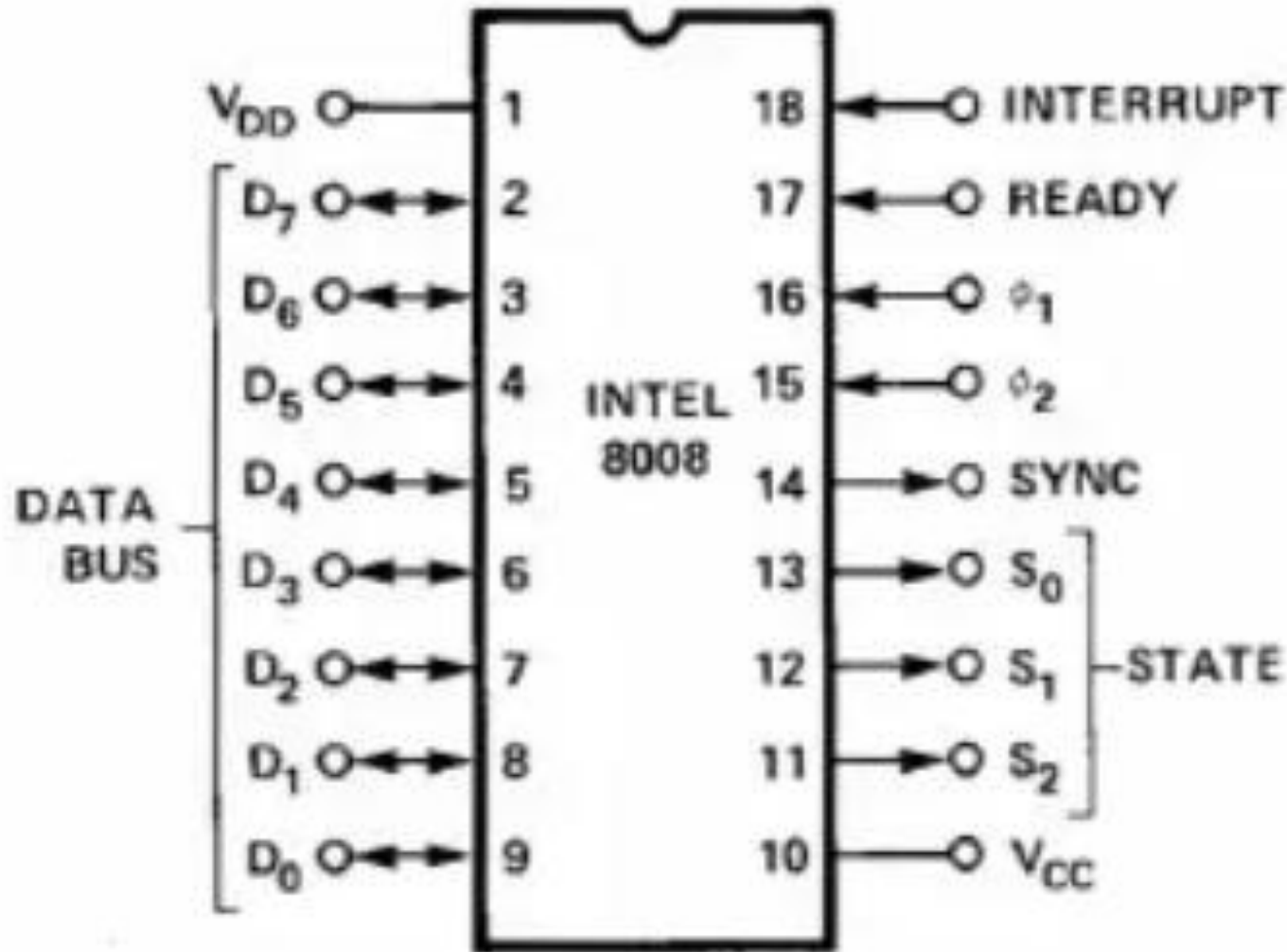
Charakterystyka Intel 8008

Informacje ogólne	
Data wprowadzenia	Kwiecień 1972
Ilość tranzystorów	3 500 szt
Technologia wykonania	10 μm PMOS
Wielkość płytki krzemu	19 mm^2
Szybkość pracy	
Taktowanie rdzenia procesora	200 kHz
Taktowanie magistrali systemowej	jak rdzeń procesora
Szerokość magistrali danych	8 bitów
Szerokość magistrali adresowej	14 bitów
Obsługa pamięci operacyjnej	
Adresowalna pamięć	16 kilobajtów
Parametry zasilania	
Napięcie rdzenia V_{core}	+5V, -9V

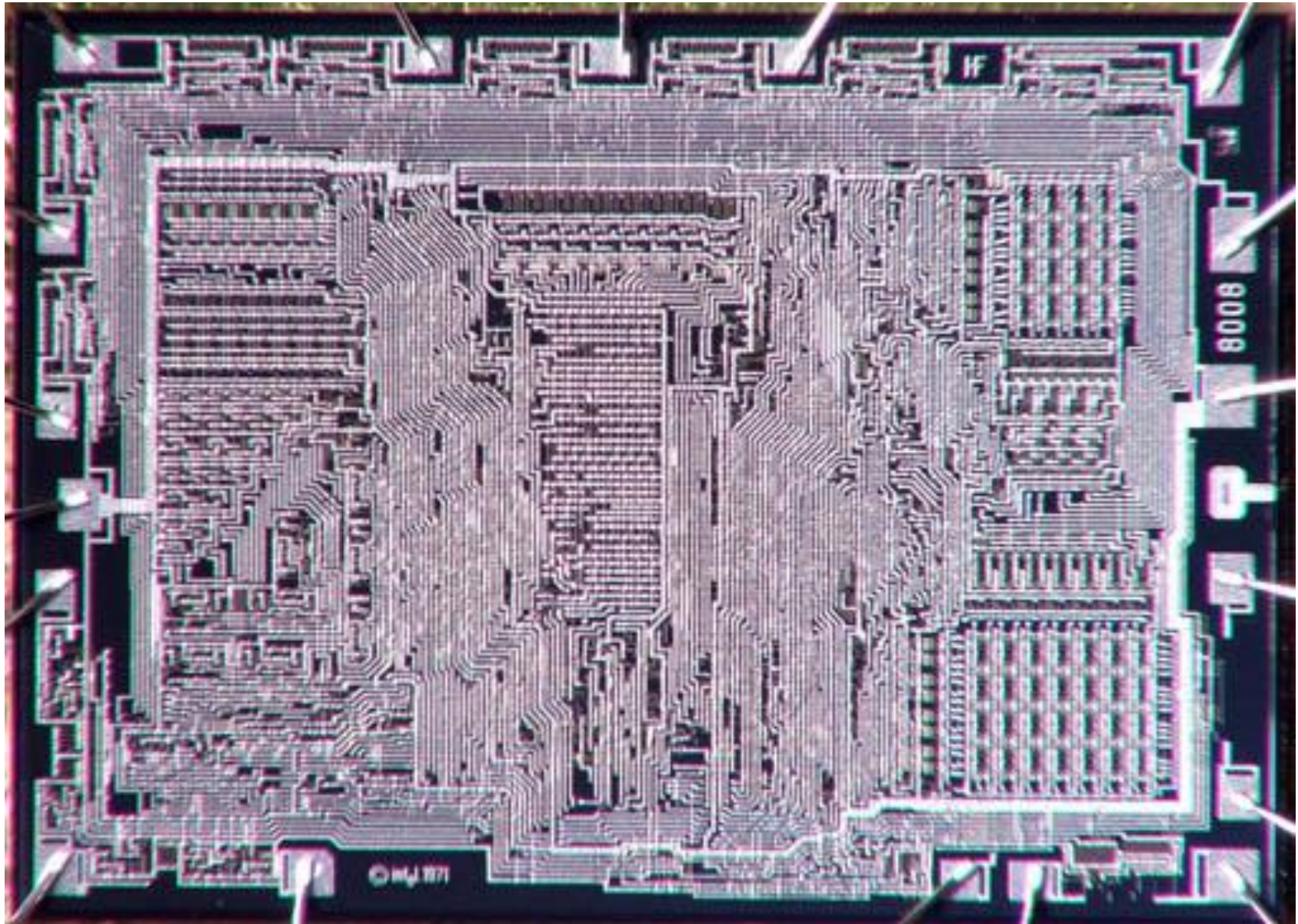
Architektura Intel 8008



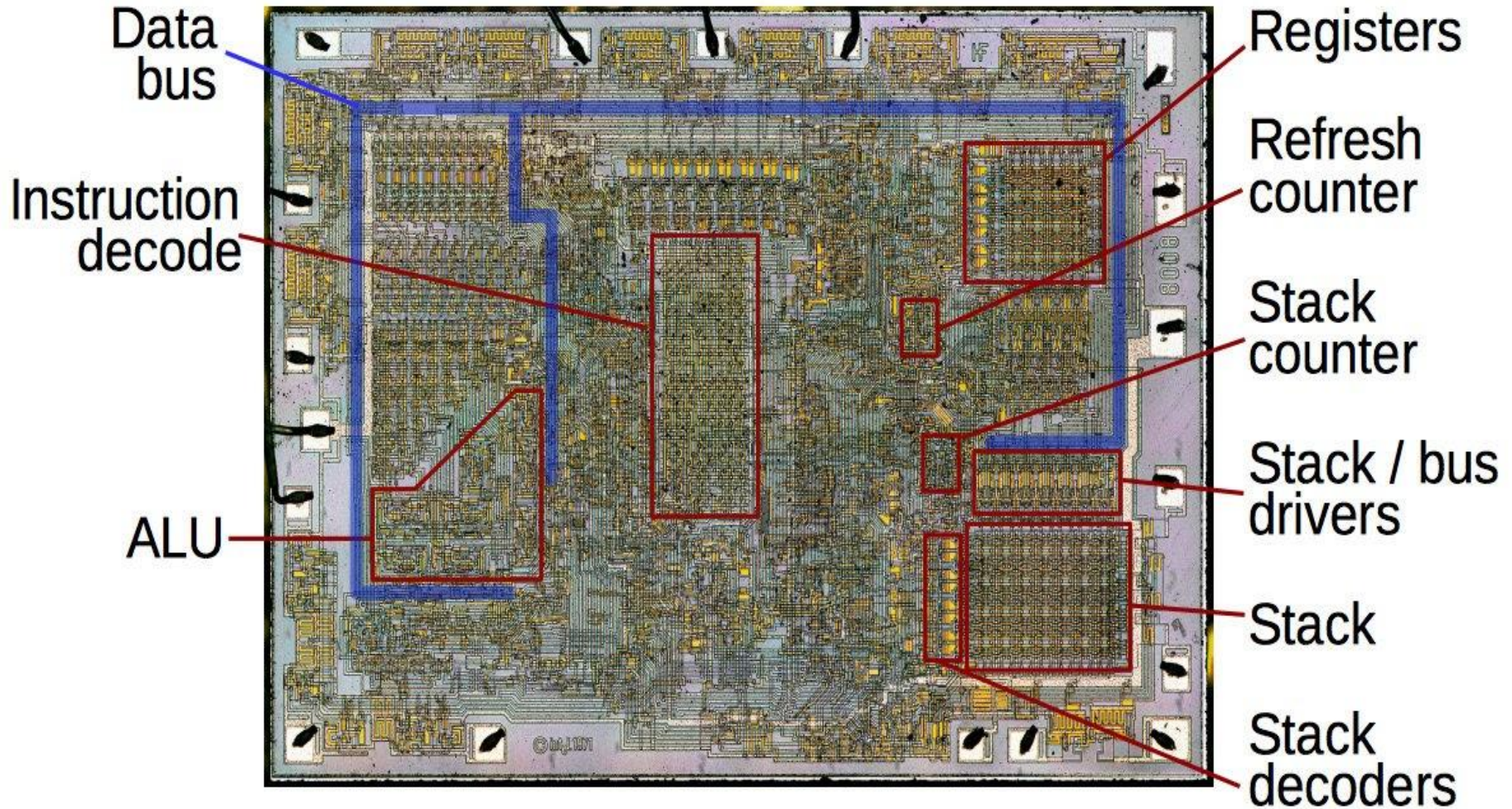
Układ scalony Intel 8008



Wnętrze mikroprocesora Intel 8008



Schemat mikroprocesora Intel 8008



Zastosowanie Intel 8008



Datapoint 2200

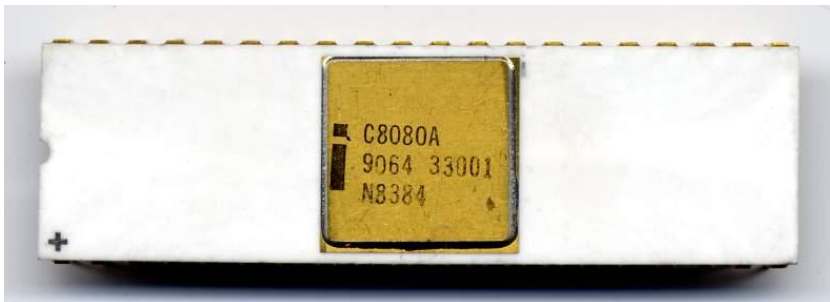


Mical-N

INTEL 8080

Intel 8080

- Jeden z pierwszych mikroprocesorów, wyprodukowany przez Intel'a w kwietniu 1974 i produkowany do 1990 roku.
- Był uniwersalną jednostką centralną złożoną z jednostki arytmetyczno-logicznej, rejestrów roboczych i układu sterowania.
 - Początkowo układ sprzedawano w cenie 360 USD; cena ta – wraz z pojawianiem się na rynku wersji układu innych producentów – malała do poniżej 2 USD w roku 1991.
- Stał się najpopularniejszym przez wiele lat procesorem. Wytoczył nowe kierunki w elektronice i informatyce. Ten procesor miał Altair 8080 będący pierwszym komputerem osobistym. Intel 8080 był również kopiowany przez różne firmy w wielu krajach (również ZSRR, NRD, PRL).
- Wyprodukowany w 1978 roku 16-bitowy procesor 8086 (protoplasta komputerów PC) zawiera wszystkie instrukcje procesora 8080 i dlatego jest zgodny na poziomie kodu asemblera z procesorem 8080.



Parametry Intel 8080

- słowo 8-bitowe
- 72 instrukcje
- bezpośrednio adresowanie pamięci o pojemności do 64 KB
- arytmetyka dwójkowa i dziesiętna kodowana dwójkowo (BCD)
- 8 rejestrów programowych dostępnych dla programisty
- cykl pracy $2\mu\text{s}$, wymuszany przez 2-fazowy zegar zewnętrzny
- częstotliwość zegara 2-3 MHz (podstawowy cykl rozkazowy – 4 takty)
- ubogi zestaw trybów adresowania i nieuporządkowana lista rozkazów
- konieczność stosowania dodatkowych układów: zegar i sterownik systemu

Charakterystyka Intel 8080

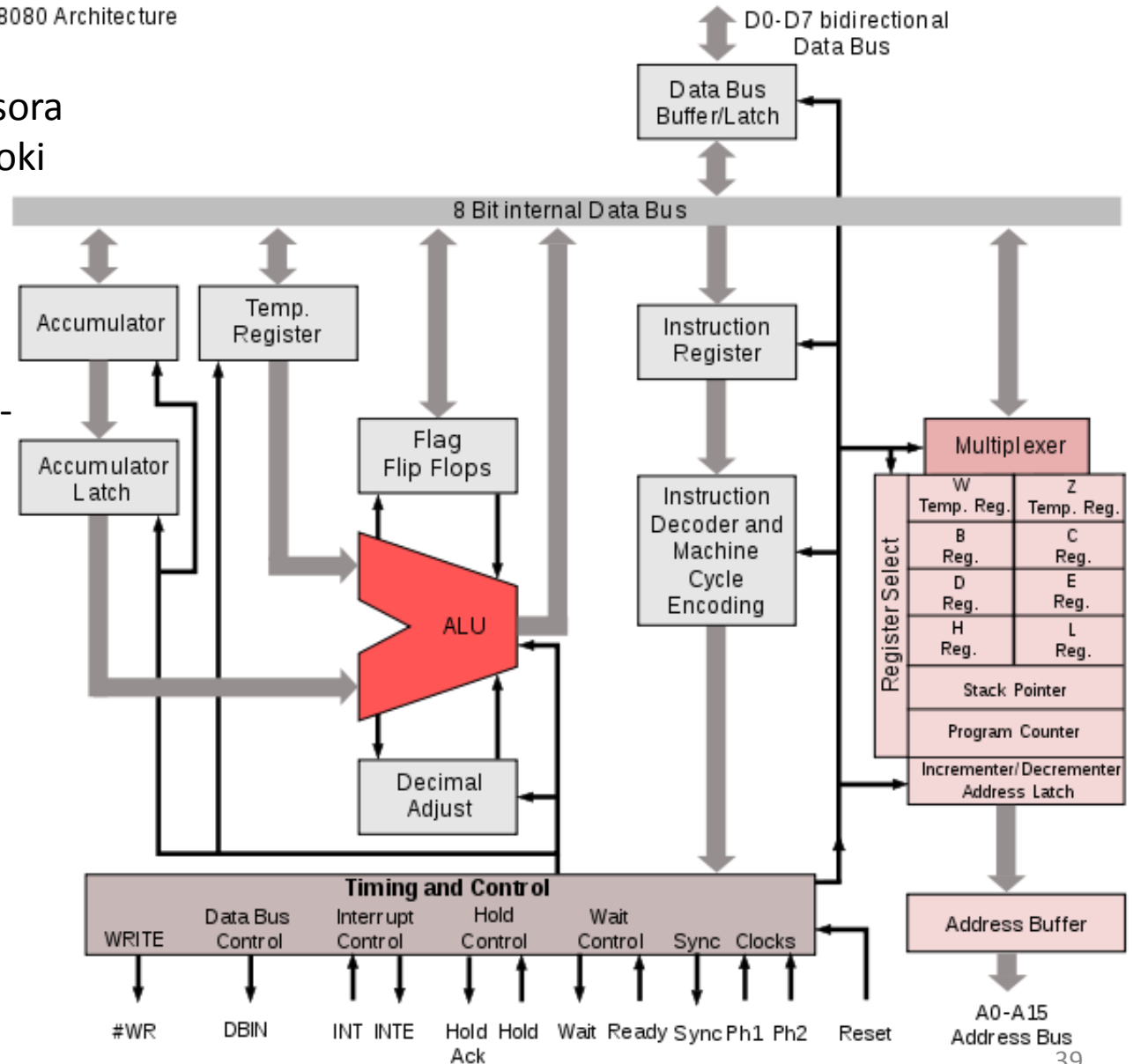
Informacje ogólne	
Data wprowadzenia	Kwiecień 1974
Ilość tranzystorów	6000 szt
Technologia wykonania	6 μm NMOS
Wielkość płytki krzemu	20 mm ²
Szybkość pracy	
Taktowanie rdzenia procesora	2 MHz – 3,125 MHz
Taktowanie magistrali systemowej	jak rdzeń procesora
Szerokość magistrali danych	8 bitów
Szerokość magistrali adresowej	16 bitów
Obsługa pamięci operacyjnej	
Adresowalna pamięć	64 kilobajtów
Parametry zasilania	
Napięcie rdzenia V_{core}	+5V, +12V, -5V

Architektura Intel 8080

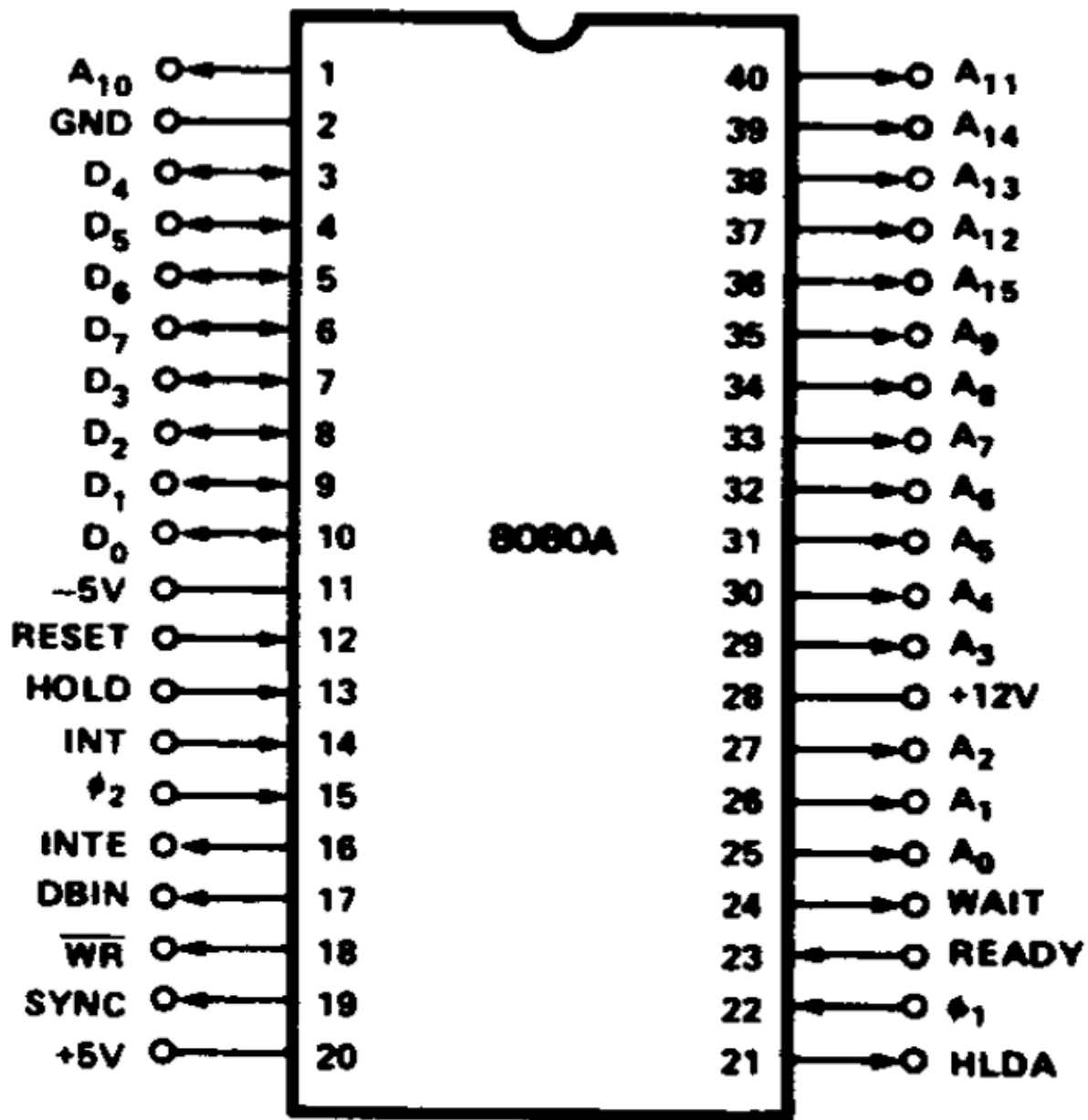
Intel 8080 Architecture

W strukturze mikroprocesora można wyróżnić cztery bloki funkcjonalne:

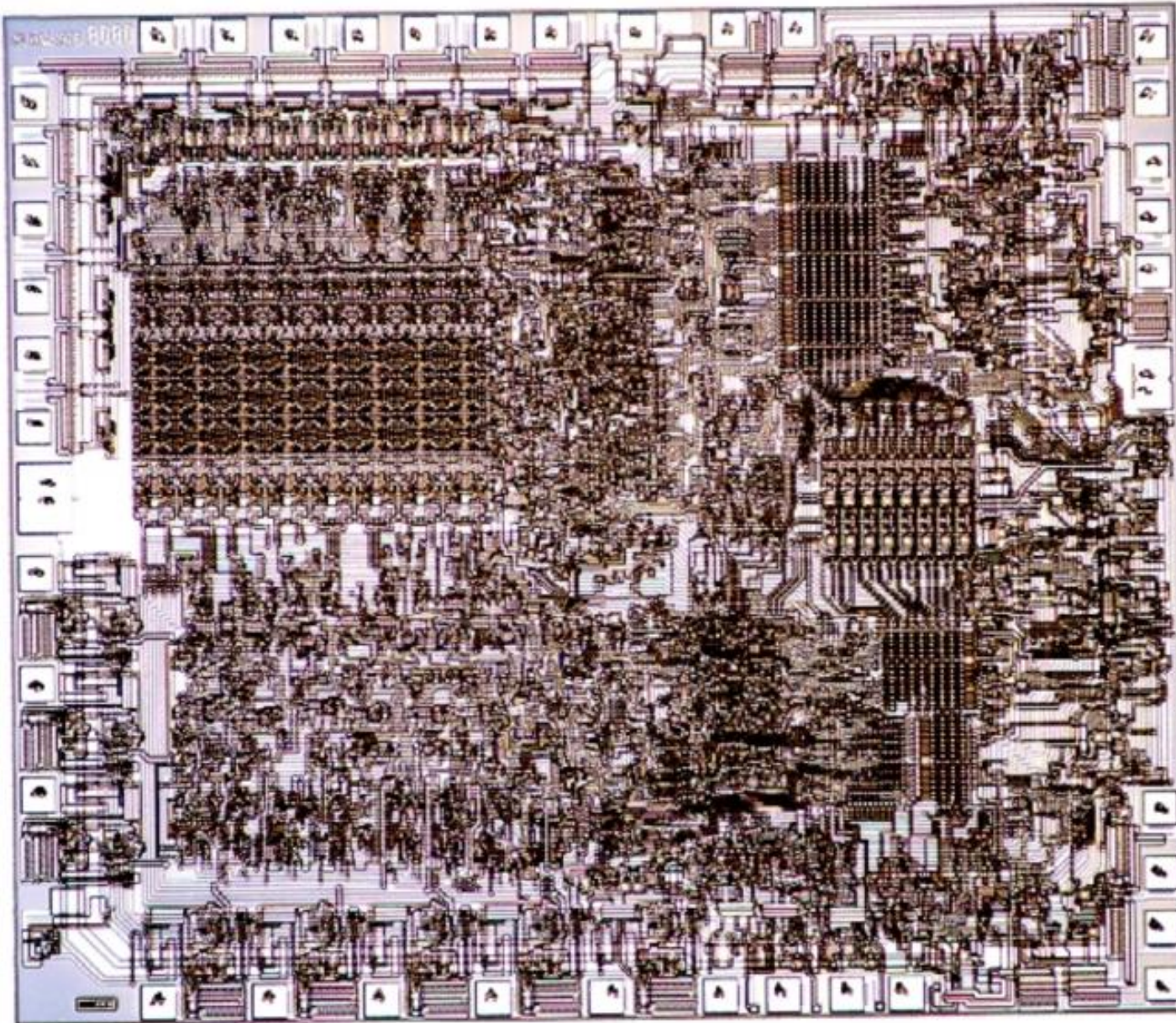
- blok rejestrów wraz z układem wybierającym
- jednostkę arytmetyczno-logiczną ALU
- układ sterowania z rejestrem rozkazów
- dwukierunkowy, trójstanowy bufor szyny danych



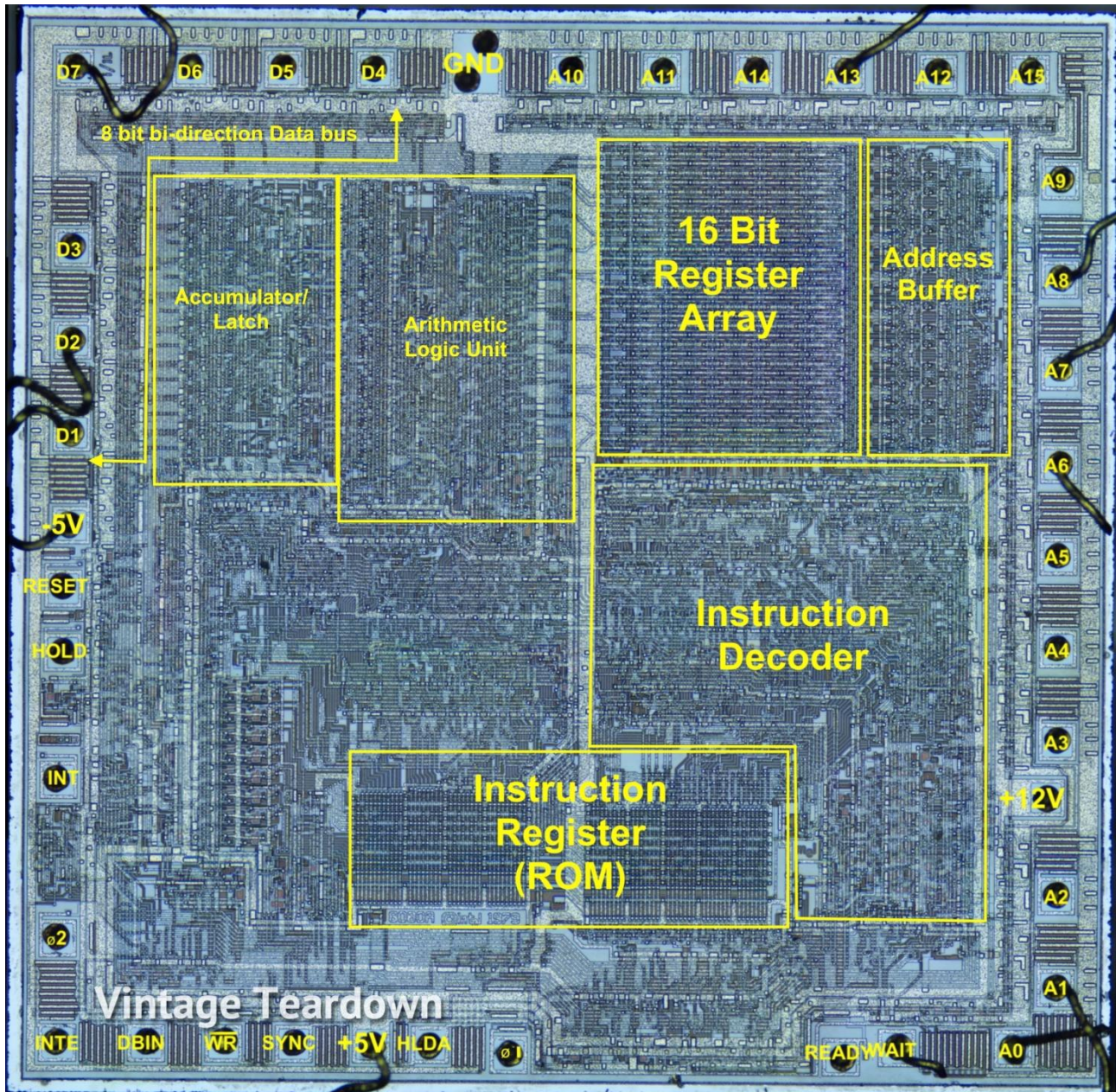
Układ scalony Intel 8080



Wnętrze mikroprocesora Intel 8080



Struktura mikroprocesora Intel 8080



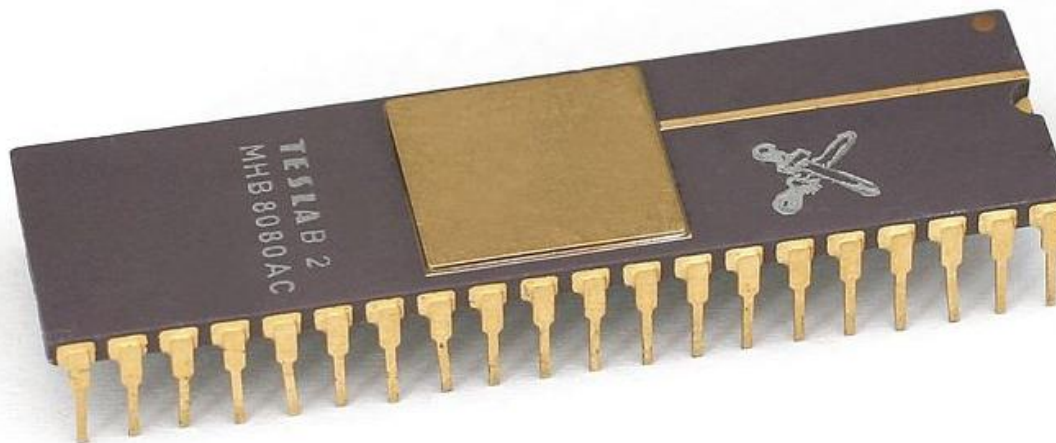
Altair 8080



Inne wersje



AMD Am9080



Tesla MHB8080 (Czechosłowacja)



Kwazar Kiew K580IK80 (ZSRR)

MCY7880

Układ MCY7880



Polska kopia Intelu 8080, zarazem jedyny produkowany w Polsce w latach 80-tych procesor

Układ MCY7880

- Jedyny mikroprocesor produkowany w latach 80-tych w Polsce. W 1986 roku kosztował 2650 złotych.
- Do produkcji wybrano klon najpopularniejszego wówczas procesora Intel 8080. Możliwe było wykorzystanie dużej ilości oprogramowania (systemy rozwojowo-uruchomieniowe, języki programowania, programy użytkowe).
- Znacznie ułatwiało i przyspieszało to wdrożenie komputerów do konkretnych zastosowań.
- Powód wybrania
 - Dostępność literatury.
 - Powszechność oprogramowania
 - Możliwość produkcji całej rodziny układów pomocniczych. W tym czasie krajowy przemysł opanował technologię LSI-MOS dzięki czemu możliwe było opracowanie układów towarzyszących.
 - Duże możliwości funkcjonalne układu.
- Planowano wyprodukować jeszcze inne modele
 - MCY7835 – klon Intel 8035
 - MCY7848 – klon Intel 8048
 - MCY7804
- Prawdopodobnie jednak układy te zostały wytworzone jedynie jako krótkie serie prototypowe.
- Istniała wersja specjalna (na potrzeby wojskowe) produkowana przez ITE, oznaczona MCA 5880, o szerszym dopuszczalnym zakresie temperatury pracy (od -55 do 125 °C)

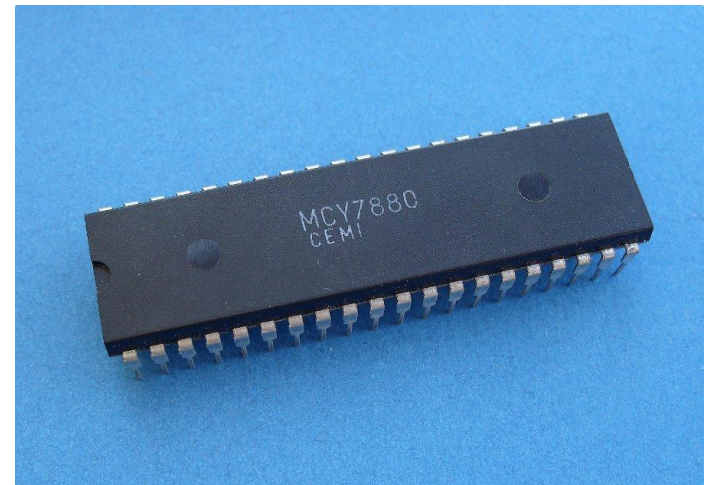
Dane podstawowe MCY7880

- Dane techniczne zgodne z danymi mikroprocesora Intel 8080:
- 8-bitowe słowo danych,
- stała lista 78 instrukcji,
- odrębne szyny danych i adresów,
- 8-bitowa jednostka arytmetyczno-logiczna z rozkazami dodawania i odejmowania w kodzie BCD i binarnym, bezpośrednie adresowanie pamięci do pojemności 64 kB,
- 6 rejestrów 8-bitowych ogólnego przeznaczenia dostępnych dla programisty,
- 8-bitowy akumulator,
- 8-bitowy rejestr instrukcji,
- 16-bitowy licznik rozkazów,
- 16-bitowy wskaźnik stosu,
- kanał bezpośredniego dostępu do pamięci (DMA),
- 4 sposoby adresowania pamięci,
- wielopoziomowy, wektorowy system przerwań,
- programowe rozwiązanie stosu w pamięci RAM,
- dwufazowy zegar o maksymalnej częstotliwości 3MHz,
- napięcia zasilania: +12V, +5V, -5V,
- współpraca z układami TTL (poza wejściami zegarowymi).

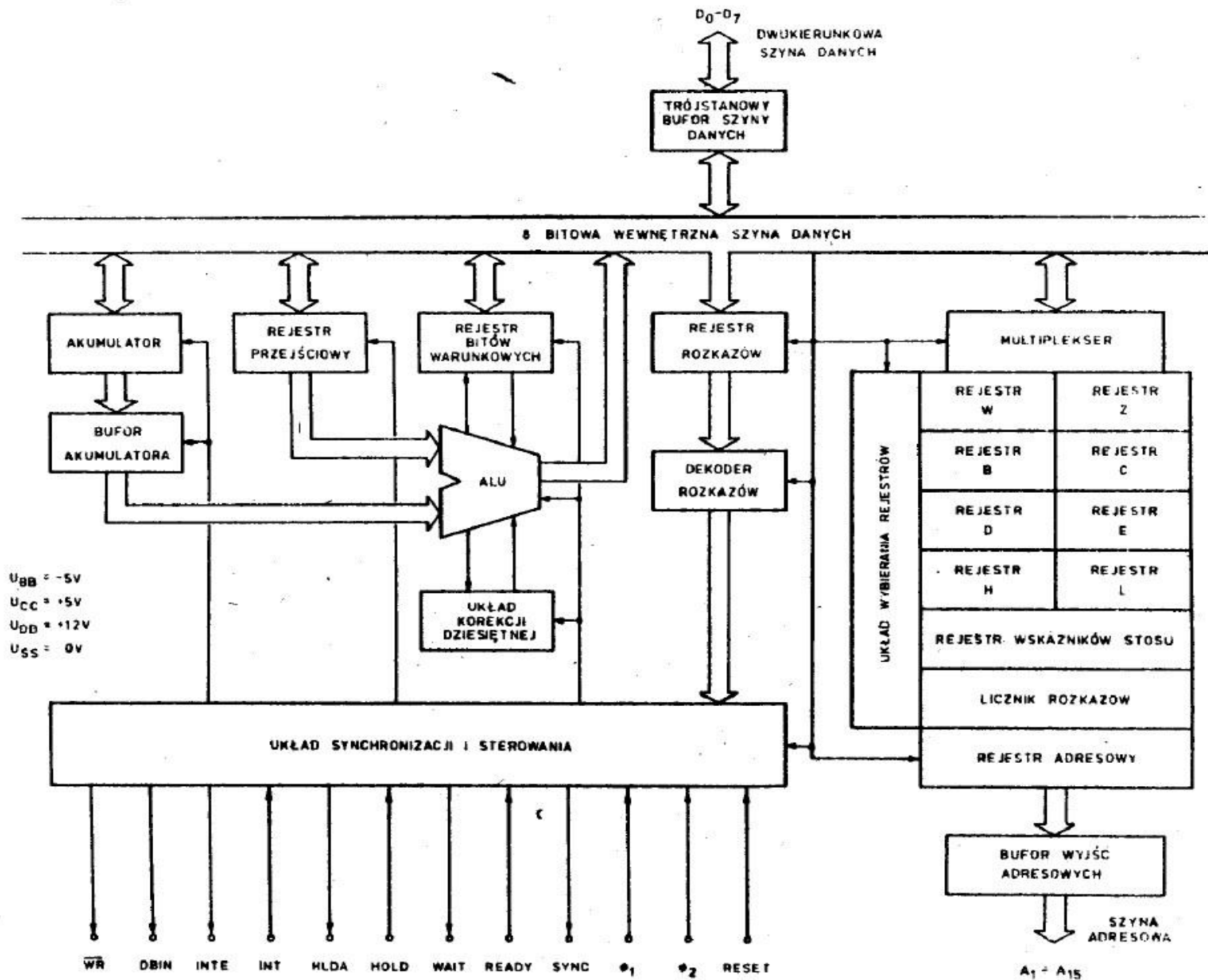


Charakterystyka MCY7880

- producent: UNITRA CEMI
- data wprowadzenia na rynek: 1976
- technologia produkcji: 6,0 μm .
- liczba tranzystorów: 4000
- częstotliwość zegara: 3,0 MHz
- szyna danych: 8 bit
- częstotliwość taktowania magistrali: 3,0 MHz
- napięcie zasilania: $(5 \pm 0,25)\text{V}$
- pobór mocy: 1,5 W
- zakres temperatury pracy: 0 - 70 °C
- Zastosowanie
 - Mikrokomputer Elwro 500
 - Mikrokomputer Elwro 600
 - Mera 6052 (terminal znakowy)
 - Mikrokomputer MK 45



Architektura MCY7880



Wnętrze MCY7880

