



**WYDZIAŁ FIZYKI  
i INFORMATYKI STOSOWANEJ**  
Uniwersytet Łódzki



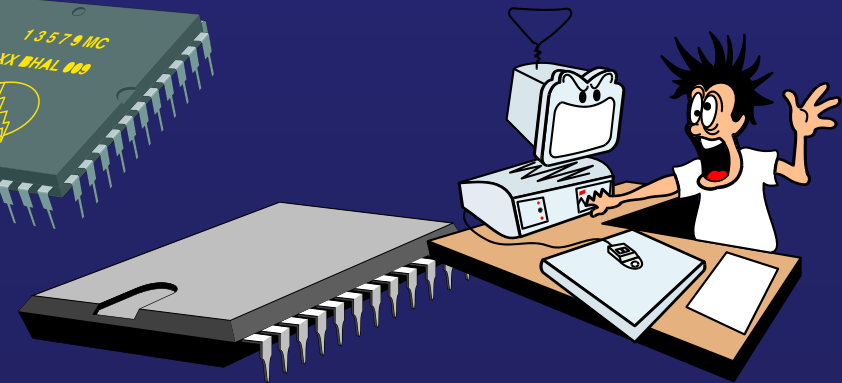
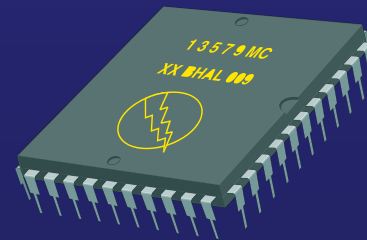
## *Systemy wbudowane*



*Witold Kozłowski*

*Zakład Fizyki i Technologii Struktur Nanometrowych  
90-236 Łódź, Pomorska 149/153*

<https://std2.phys.uni.lodz.pl/mikroprocesory/>



*Systemy wbudowane*

Kierunek: Informatyka  
PRACOWNIA DYDAKTYCZNA

# Wykład

## Historia Mikroprocesora

# *Systemy wbudowane*

Kierunek: Informatyka  
PRACOWNIA DYDAKTYCZNA

## **Uwaga !!!**

**Proszę o wyłączenie  
telefonów komórkowych**

**na wykładzie i laboratorium**

# Historia komputerów osobistych

Początki nie były szczególnie pasjonujące: ludzie, którzy mieli do czynienia z cyframi, na przykład biznesmeni i urzędnicy, szukali narzędzia, dzięki któremu dodawanie i odejmowanie dużych liczb stałoby się prostsze. Najpopularniejszym spośród tego typu narzędzi ze wczesnej ery obliczeń jest powoli zapomniane liczydło. Już 3000 lat temu ułatwiało ono oraz przyspieszało wykonywanie podstawowych działań arytmetycznych, takich jak mnożenie czy odejmowanie oraz podnoszenie do potęgi drugiej

**1100 p.n.e.**

**Liczydło**



Pierwsze mechaniczne urządzenie wspomagające proces liczenia w Indiach i Chinach jest w użyciu już od 3 tys. lat. Nawet dzisiaj wciąż się je wykorzystuje.

# Historia komputerów osobistych

1642

Pascalina



Jedna z pierwszych maszyn obliczeniowych bazowała na skomplikowanym systemie kół zębatych, za pomocą którego można było dodawać i odejmować liczby.

# Historia komputerów osobistych

1837

Charles Babbage



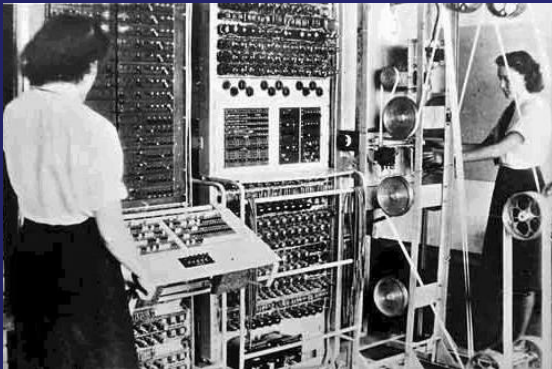
„Maszyna analityczna” Babbage’a jest uważana za prawdziwego poprzednika komputera osobistego. Projekt przewidywał stworzenie napędzanego parowo monstrum. Wprawdzie nigdy nie zostało ono zbudowane – ale dowiedziono, że działałoby z powodzeniem.

# Historia komputerów osobistych

Projektem Colossus kierowali Max Newman i Tommy Flowers, uczestniczył w nim również Alan Turing.

Colossus uznany jest za pierwszy sprawnie działający komputer. Został zbudowany w 1941 roku w brytyjskim ośrodku kryptograficznym Bletchley Park (80 kilometrów na północ od Londynu) i przeznaczony był do zastosowań wojskowych. Służył do rozpracowania sposobu działania niemieckiej Maszyny Lorenza i łamania jej szyfrów.

Do roku 1975 powszechnie uważany był za pierwszy komputer na świecie, jednak po odtajnieniu danych brytyjskich trzeba to miano przyznać maszynom Colossus, względnie niemieckim maszynom Konrada Zuse.



# Historia komputerów osobistych

1941

Z3



**Z3** nie jest pierwszym komputerem zbudowanym przez Konrada Zuse, ale jest pierwszym, który działa bez żadnych problemów.



# Historia komputerów osobistych

1943 Mark I



35-tonowy komputer zbudowano wyłącznie na bazie elektromagnetycznych komponentów i do 1959 roku służył w amerykańskim wojsku.

# Historia komputerów osobistych

1960

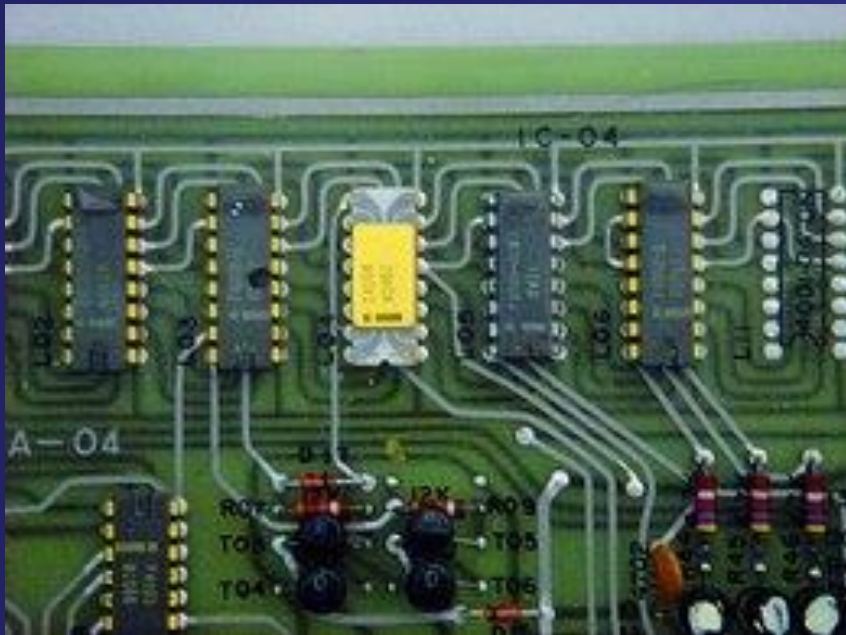
PDP-1



Technologia tranzystorowa DEC pozwoliła na stworzenie pierwszych minikomputerów: PDP-1 nadawał się do średniej wielkości biura. Cykl pamięci głównej trwał 5 mikrosekund, co odpowiada taktowaniu zegara 200 kHz.

# Historia komputerów osobistych

1971 Intel  
4004



Przełom w rozwoju komputerów osobistych: rusza masowa produkcja pierwszego mikroprocesora, który rządzi rynkiem przez kolejnych 15 lat.

# Historia komputerów osobistych

**1975 Altair 8800**



Pierwszy komputer przeznaczony do domu. Dostępny był jako zestaw do samodzielnego składania i w 1975 roku kosztował 400 dolarów.

**1977 Apple II**



Kilka modeli komputerów, które można zabrać ze sklepu i od razu postawić na biurku, wprowadzono na rynek w jednym czasie. Były to Apple II, Tandy Radio Shack TRS 80 i Commodore PET 2001. Szybko pojawiło się też mnóstwo ich klonów.

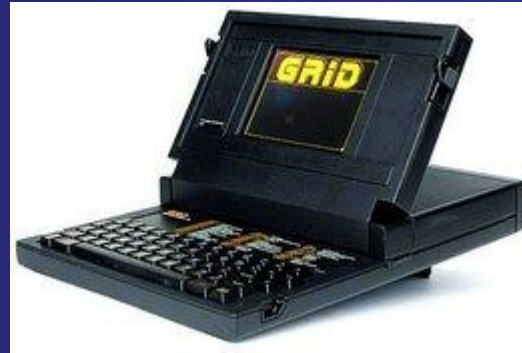
**1981 IBM 5150**



Firma IBM wkracza na rynek domowych komputerów wraz ze swoim modelem 5150, który bazuje na systemie operacyjnym Microsoftu – MS-DOS.

# Historia komputerów osobistych

1982 GRiD  
Compass 1100



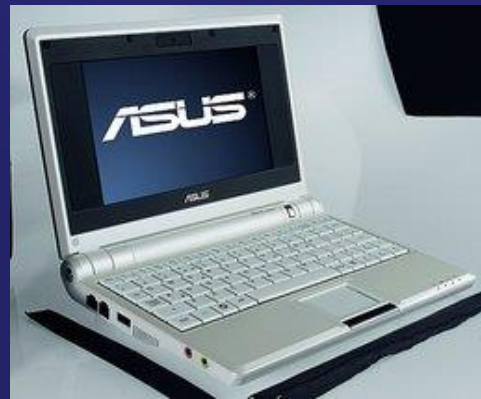
Komputer staje się mobilny. 5-kilogramowy model Compass 1100 jest przodkiem wszystkich notebooków i netbooków.

2007 Telefon jak PC



Dzięki innowacyjnemu sposobowi obsługi i wciąż rozrastającej się palecie oprogramowania, Apple zapełnia lukę na rynku pomiędzy telefonami komórkowymi i komputerami przenośnymi, stając się tym samym gorącym tematem 2007 roku.

Netbooki



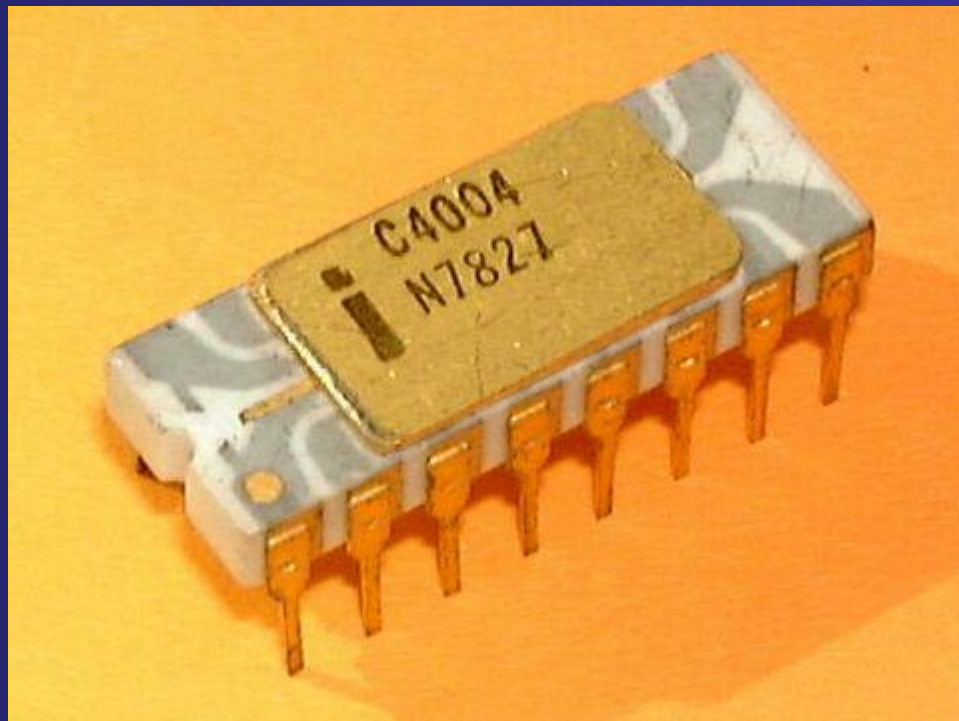
Prosty przepis sprawia, że netbooki stają się jedną z gwiazd rynku: są lekkie, tanie i ładne.

# Historia komputerów osobistych

## Przyszłość Komputery kwantowe

Komputery bazujące na krzemie mają ograniczenia – nie można ich bez końca miniaturyzować i generują dużo ciepła. Teoretycznie komputer kwantowy może być pozbawiony tych wad. Bit w dzisiejszych komputerach może mieć tylko dwie wartości: 1 albo 0. Bit kwantowy, czyli kubit w trakcie obliczeń będzie, zgodnie z prawami fizyki, znajdował się w stanach pośrednich, i to symultanicznie. Dlatego właśnie komputer kwantowy wykorzystujący niewielką liczbę bitów byłby dużo potężniejszy od dzisiejszych superkomputerów. Ale naukowcy przewidują, że taki komputer pojawi się dopiero za 10–20 lat.

# Historia powstania mikroprocesora



Data wprowadzenia:	15 listopada 1971
Ilość tranzystorów:	2 250 - 2 300
Technologia:	10 $\mu\text{m}$ , P-MOS
Wielkość płytki krzemu:	12 $\text{mm}^2$
Szybkość pracy	
Taktowanie rdzenia proc.:	108 kHz* (0.06 MIPS)
Taktowanie magistrali sys.:	jak rdzeń procesora
	* rzeczywista częstotliwość zegara: 740 kHz,
Szerokość magistrali danych (wewn./zewn.):	4 bity

**Nasz ATmega 8:**

**16MIPS, 8MHz**

# Historia powstania mikroprocesora

W roku 1969, istniejący wówczas od roku Intel, był jeszcze mało znaną firmą założoną przez byłych pracowników **Fairchild Semiconductors**, specjalizującą się w pamięciach półprzewodnikowych.

W roku 1969 japoński producent kalkulatorów, Nippon Calculating Machine Corporation (później Busicom), zwrócił się do Intela z ofertą opracowania zestawu 12 (wg innego źródła 8) układów scalonych, które miałyby stanowić serce najnowszego programowalnego kalkulatora biurkowego.

---

Intel nie miał możliwości realizacji tego kontraktu, nie posiadał eksperta od układów logiki. Posiadał tylko dwóch specjalistów od projektowania układów scalonych oraz generalnie zbyt mało ludzi. Ponadto większość inżynierów była zaangażowana w projekty związane z pamięcią DRAM. Jednakże firma potrzebowała zamówień i umowa z Busicom została podpisana 6 lutego 1969 roku.

Japoński inżynier **Masatoshi Shima** w czerwcu 1969 roku przywiózł ze sobą plany potrzebnych układów. Początkowo praca posuwała się do przodu bardzo powoli.

W sierpniu tego roku inżynier odpowiedzialny za realizację projektu - **Ted Hoff** - zmienił koncepcję konstrukcji układu.

Busicom, początkowo nastawiony do pomysłu sceptycznie, ostatecznie zgodził się na zmiany (w grudniu 1969), ale projekt nadal nie posuwał się do przodu.



# Historia powstania mikroprocesora

**Na wiosnę 1970 Shima** przybył do **Intela** zaznajomić się z postępowaniem prac. Zirykowany jego brakiem, pozostał w **Intelu** pomagając przy konstrukcji układów logicznych. Oprócz **Hoff'a** nad projektem pracowali także **Stan Mazor** odpowiedzialny za sprawy oprogramowania oraz **Federico Faggin**, który wynalazł technologię produkcji bramek logicznych w krzemie - technologia MOS (*metal oxide semiconductor*)

**W lutym 1971** pierwszy zestaw nazwany MCS-4 (*Microcomputer Set 4-bit*) był gotowy do zbudowania prototypu kalkulatora. W skład każdego kalkulatora wchodziły:

- cztery 4001 (czyli łącznie 1KB),
- dwa 4002,
- dwa 4003
- jeden 4004 – CPU (mikroprocesor)

**W połowie marca 1971** Busicom otrzymał pierwszą partię chipów.

**15 listopada 1971** zestaw 4000 pod nazwą **MCS-4** (*Microcomputer System 4-bit*), został oficjalnie wprowadzony i przedstawiony w prasie fachowej jako "a new era of integrated electronics" oraz "computer on a chip". Cena wynosiła początkowo **\$200** za sztukę.

**W roku 1974** procesor 4004 został opatentowany (U.S. Patent No. 3,821,715) jako: *Memory System for a Multi-Chip Digital Computer*

***Od tego czasu, można tak powiedzieć, zaczęła się era mikroprocesorów!!!***

# Historia powstania mikroprocesora

Jednakże mikroprocesory 4004, 4040 oraz 8008 były wszystkie zaprojektowane do specyficznych zastosowań, a w pełni uniwersalny mikroprocesor firma Intel zaprezentowała dopiero w **kwietniu 1974** roku pod symbolem 8080. Ten 8-bitowy układ, który zawierał około 4500 tranzystorów i mógł wykonywać 200 000 operacji na sekundę, miał uzyskać sławę jako centralny procesor wielu wczesnych komputerów domowych.

Po układzie 8080 dziedzina mikroprocesorów rozszerzyła się eksplodująco. Powstały mikroprocesory takie jak:

**w sierpniu 1974** - 6800 firmy Motorola,

**w 1975** - 6502 firmy MOS Technology

**w 1976** - przesławny Z80 firmy Zilog

(wymieniając tylko nielicznych).

# Historia powstania mikroprocesora

*Podsumowując, w opracowaniu i sukcesie 4004 uczestniczyli:*

**Federic Faggin:** opracował technologię wytwarzania w krzemie bramek logicznych (*silicon gate MOS technology*) i w dużej mierze kierował pracami zespołu 4004; jego dziełem był layout wszystkich układów serii 4000 (jak również później 8008 i 8080); Faggin opóścił Intelu pod koniec 1974 r., stał się współzałożycielem firmy Zilog i współtwórcą procesora Z80 (wraz z Masatoshi Shima).

**Masatoshi Shima:** opracował szczegółową konstrukcję układów logicznych i ich wzajemne rozmieszczenie; w 1974 wraz z Faggin'em założył firmę Zilog i opracował doskonały procesor Z80.

**Stan Mazor:** współtworzył wraz z Hoffem architekturę układu, odpowiadał za oprogramowanie, stworzył programy testujące poprawność funkcjonowania całego układu; koordynował współpracę wewnątrz zespołu oraz z innymi departamentami.

**Ted Hoff:** zainicjował koncepcję pojedynczego CPU zamiast kilkunastu układów specjalizowanych, zaproponował stworzenie urządzenia programowalnego o szerokich możliwościach zastosowania w zależności od zadanego programu. Opracował podstawową architekturę układu (CPU, RAM, ROM i I/O) oraz układów logicznych.

**Bob Noyce,** członek zarządu Intelu, wynegocjował z Busicom'em umowę o zrzeczeniu się praw wyłączności do układu 4004 za kwotę \$60 000. Intel uzyskał możliwość zastosowania układu do budowy różnych urządzeń.

# Historia powstania mikroprocesora

**Ciekawostka:** Na początku lat siedemdziesiątych wiele firm rozwijającego się przemysłu półprzewodnikowego często nie było w stanie dostarczyć na czas zamówionych u nich elementów. Intel postanowił przeciwstawić się temu zjawisku i nie ogłaszał wprowadzenia nowych produktów, dopóki nie były one dostępne w wystarczającej ilości. Intel wykreował wówczas hasło reklamowe "Intel Delivers", zmienione później na "Intel Inside".

**Ciekawostka:** Busicom nie widział wielkich potencjalnych możliwości w opracowanym przez amerykańców układzie i4004 i zgodził się na rezygnację z wyłączności do zastosowań innych niż kalkulatory za cenę \$60 000 (Intel umorzył koszty opracowania układu). W rok później Busicom zbankrutował. !!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!

**Otworzyło to drogę dla nowej gałęzi przemysłu w USA**

**Rezygnacja z udziałów w dalszej rozbudowie i4004 okazała się jednym z największych błędów gospodarczych Japończyków!!!!**

**Ciekawostka:** i4004 został wykorzystany przy budowie sondy **Pioneer 10** wystrzelonej 2 marca 1972. Po wykonaniu zdjęć Jowisza opuściła ona układ słoneczny i jest najdalej od Ziemi wysłanym obiektem zbudowanym ręką człowieka, a i4004 pierwszym mikroprocesorem, który zawędrował tak daleko. Jeżeli sonda ta kiedykolwiek zostanie znaleziona przez przedstawicieli obcej cywilizacji, to właśnie Intel 4004 będzie jednym z przykładów ziemskiej technologii.

# Historia powstania mikroprocesora

i4004	i8008	
1969		Busicom kontaktuje się z Intelem w sprawie wykonania 12 (8) chipów
06.1969		Masatoshi Shima przywozi plany układów z Japonii do Kalifornii
08.1969		<b>Ted Hoff zmienia koncepcję projektu i zamierza zaprojektować CPU</b>
09.1969		prace nad nową koncepcją (Hoff/Mazor)
	11.1969	Victor D. Poor, wiceprezes Computer Terminal Corp., pokazuje Intelowi plany 8-bitowego programowalnego terminala komputerowego Datapoint 2200. Intel podpisuje umowę na skonstruowanie układu 1201 dla CTC.
	początek 1970	projekt 1201 zostaje tymczasowo zawieszony
04.1970		Faggin przechodzi do Intela i staje się odpowiedzialny za projekt Busicomu Shima przyjeżdża do Kalifornii i zostaje by pomóc w konstrukcji logiki układów
	01.1971	projekt 1201 zostaje wznowiony pod kierownictwem Federico Faggin'a
02.1971		prototyp i4004 jest gotowy
03.1971		pierwsze zestawy chipów wysłane do Japonii
	06.1970	reklama Texas Instruments w <i>Electronics</i> o możliwościach układów MOS LSI, ze zdjęciem złożonego układu scalonego (TI1795?) budowanego dla CTC
połowa 1971		<b>Intel decyduje się odkupić prawa do układu za 60 000\$</b>
	lato 1970	CTC traci zainteresowanie układem 1201, Intel uzyskuje prawa do konstrukcji w zamian za umorzenie kosztów
15.11.1971		oficjalne wprowadzenie MCS-4 do sprzedaży
02.03.1972		wystrzelenie sondy Pioneer 10 z i4004 na pokładzie
	04.1972	oficjalne wprowadzenie MCS-8 do sprzedaży