

Компютърни архитектури CSCB008

доц. д-р Ясен Горбунов
2021

Контакти

приемно време: Вторник 712A/II 13:00 – 15:00
Петък 712A/II 14:45 – 16:45

моля, потвърдете първо по email

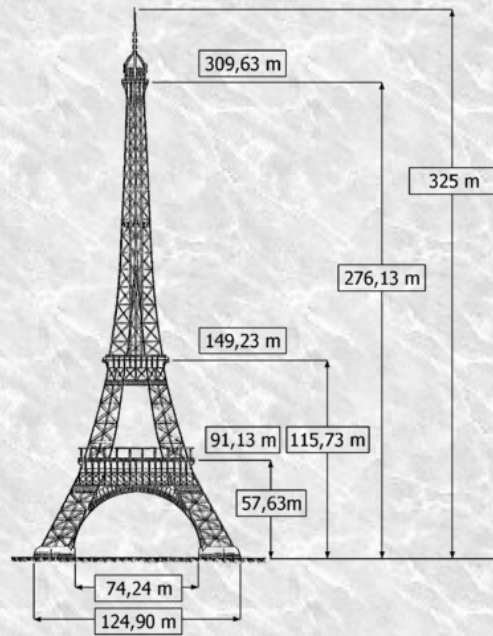
email: ygorbounov@nbu.bg
**включвайте сигнатурата на курса в
“Тема” на писмото**

доц. д-р Ясен Горбунов
2021



IEEE Spectrum, Monkey Types 12 Words Per Minute With Brain-Computer Interface

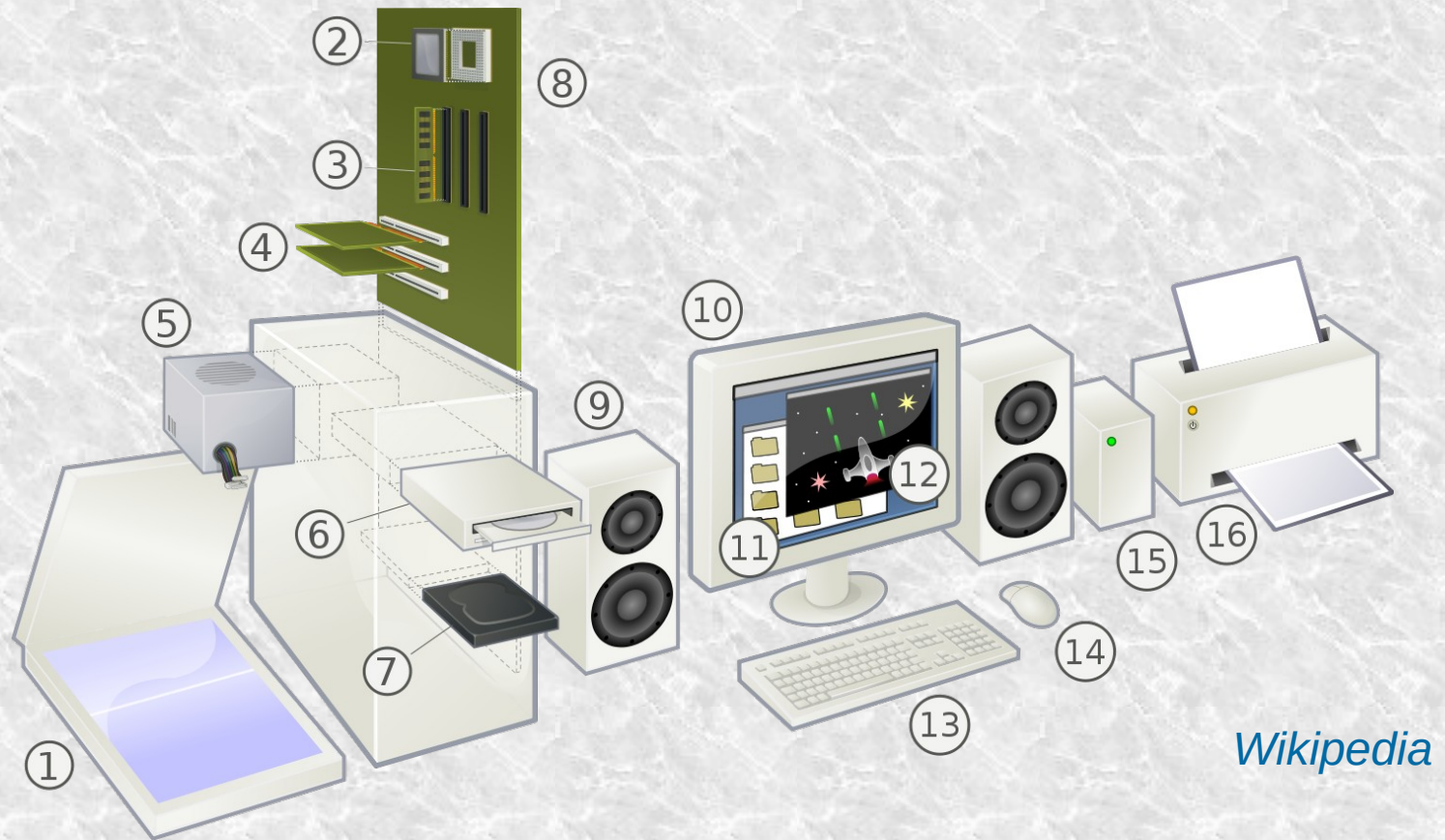
Какво е компютърна архитектура?



Архитектура

ἀρχιτέκτων „архитектон“ - ἀρχι (пръв, главен) и τέκτων (строител)

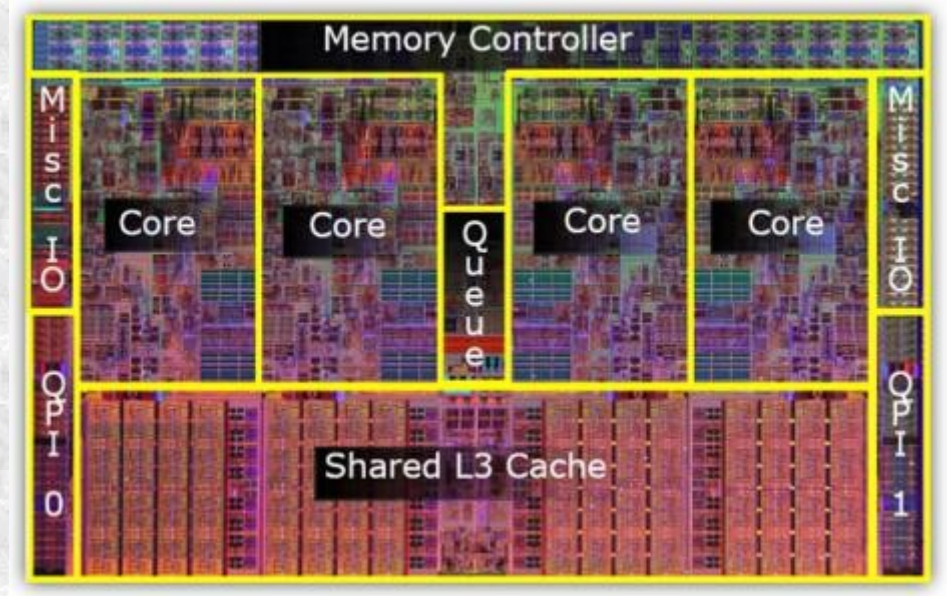
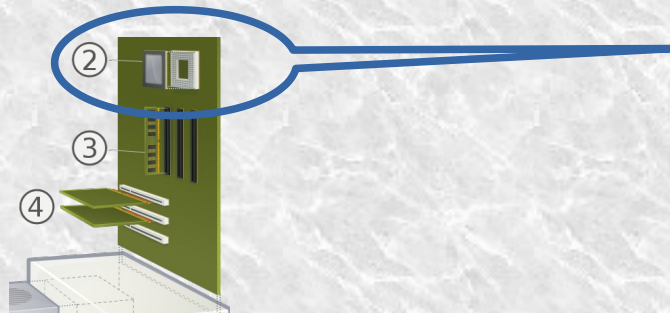
- планиране
- проектиране
- изграждане
- **макро ниво** – цялостна структура
- **микро ниво** – функциониране на градивните блокове



Wikipedia

Компютърна архитектура – съвкупност от характеристики и параметри, определящи функционалната, логическа и структурна организация на компютрите.

Съдържание на курса - ЦЕЛИ



IEEE – набор от хардуерни и софтуерни компоненти и интерфейсите между тях, които определят организационната структура.

архитектура на **хардеура**

архитектура на **софтуера**

Категории в компютърната архитектура

John L. Hennessy and David A. Patterson. Computer Architecture: A Quantitative Approach

- **набор от инструкции (Instruction Set Architecture, ISA)**

Какъв машинен код чете процесорът и как го обработва?

(размер на машинната дума, режим на адресиране на паметта, регистри

- **микроархитектура**

Как конкретният централен процесор реализира набора от инструкции?

- **системен дизайн**

Всички останали компоненти на компютъра, вкл. директен достъп до паметта, виртуализация, многопроцесорност и софтуер.

Съдържание на курса - ЦЕЛИ

Съвременните компютри съдържат милиарди транзистори...

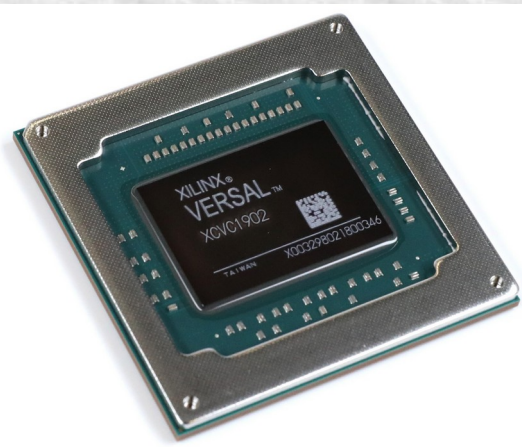
Intel Core i9 CPU



~ 21 милиарда транзистора

~ 7 милиарда транзистора

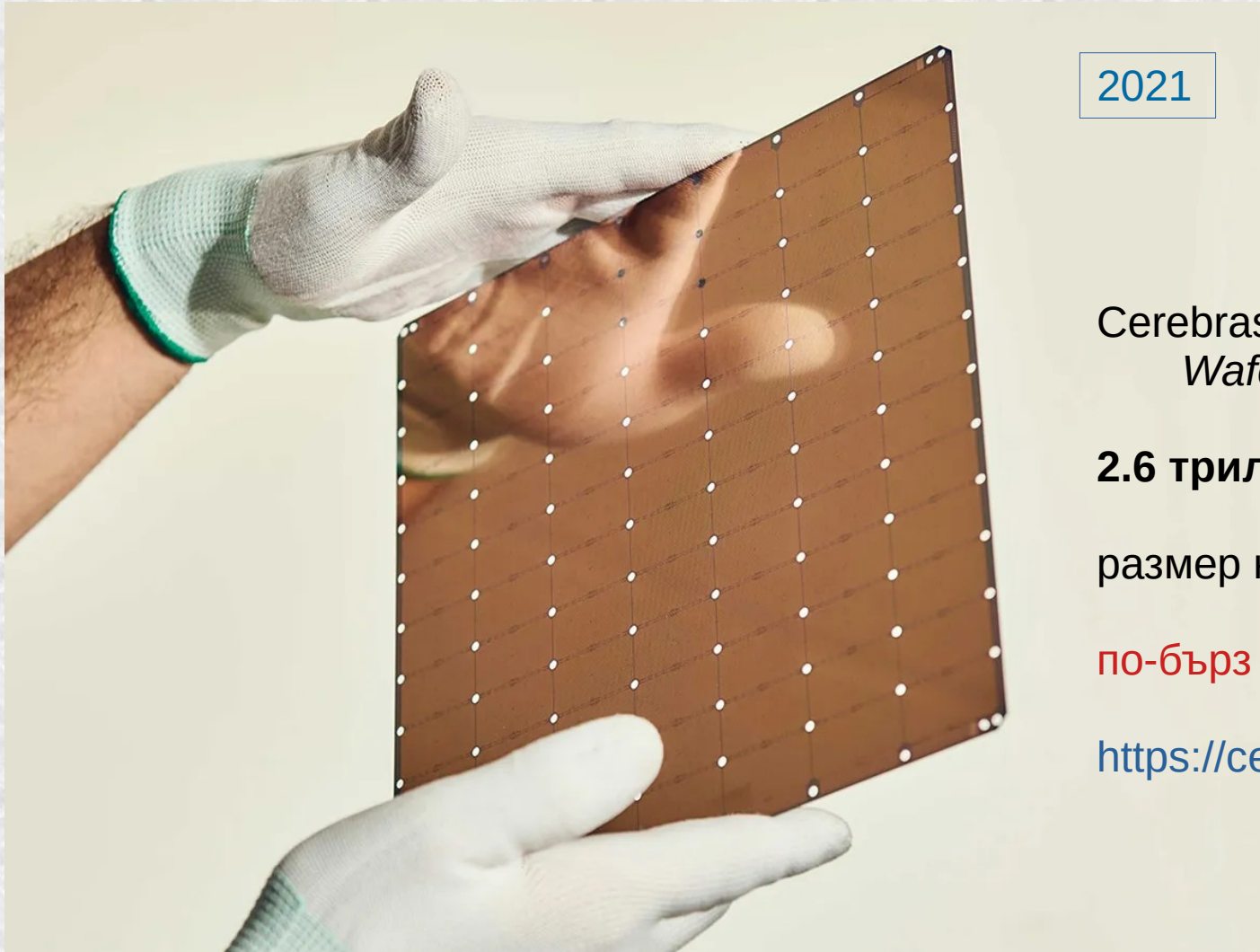
Nvidia GV100 Volta GPU



Xilinx Versal
Adaptive Compute Acceleration Platform (ACAP)
FPGA

~ 50 милиарда транзистора

Съвременните компютри съдържат милиарди транзистори...



2021

Cerebras WSE-2
Wafer Scale Engine

2.6 трилиона транзистора

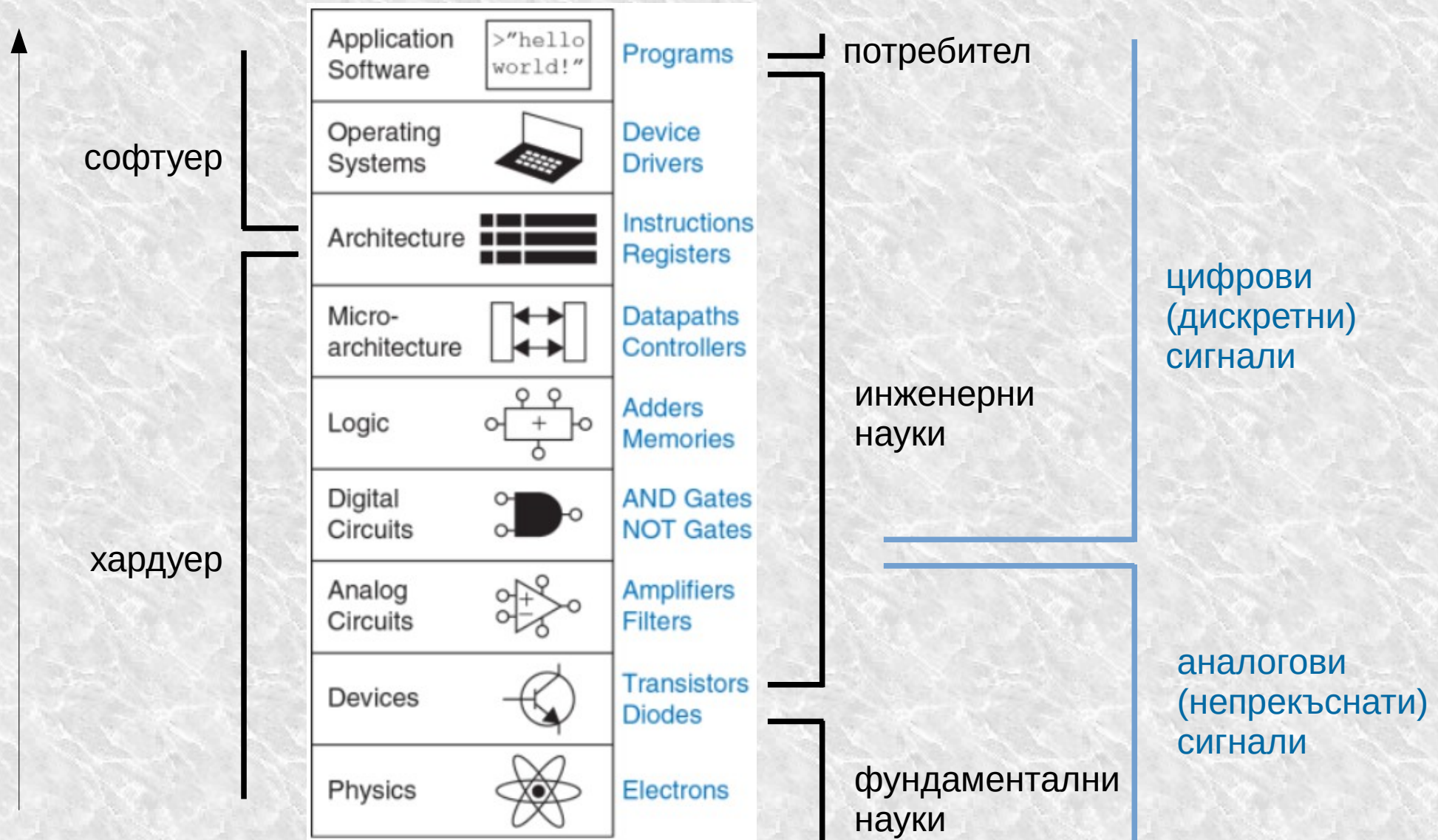
размер на чипа 46225 mm²

по-бърз от 10,000 GPUs

<https://cerebras.net/>

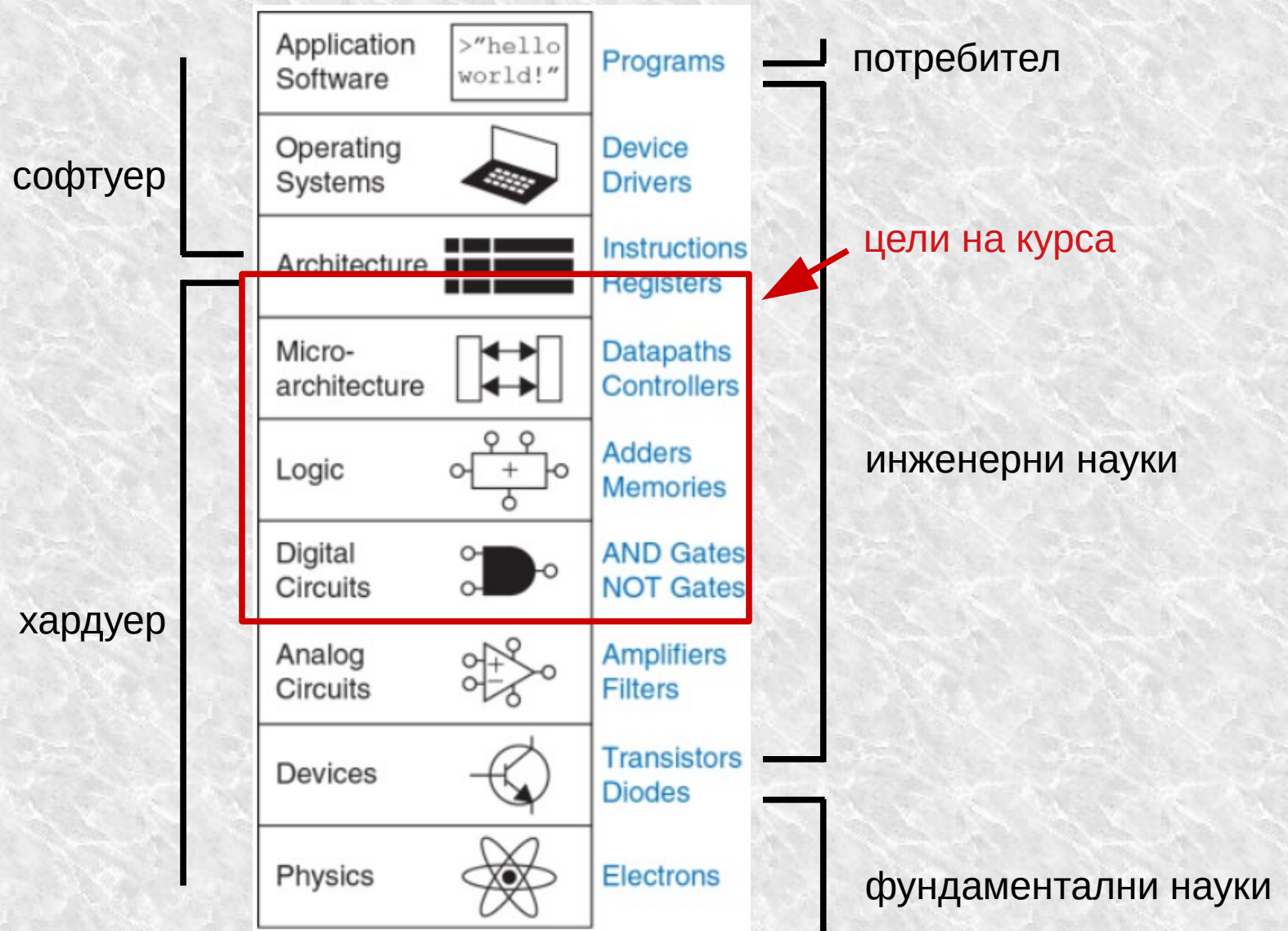
Съдържание на курса - ЦЕЛИ

Нива на абстракция



Съдържание на курса - ЦЕЛИ

Нива на абстракция



В компютърната архитектура са заложени три базови принципа

David M. Harris and Sarah L. Harris. Digital Design and Computer Architecture

Йерархичност

Подчинено разделяне на модули и подмодули

Модулност

Всеки модул притежава строго определена функция и интерфейс

Регулярност

Стандартизация, еднородност, която позволява взаимозаменяемост и многократно използване

ЦЕЛИ НА КУРСА

- Разбиране на процесите, които протичат в корпуса на компютъра на физическо и логическо ниво
- Изучаване на основните градивни блокове, съставлящи компютърната архитектура, от гледна точка на хардуера
- Запознаване с процеса на разработка на цифрови проекти с нарастваща сложност
- Получаване на основни знания за връзката между софтуера и неговата интерпретация от страна на хардуера

Съдържание на курса - ЛИТЕРАТУРА

Основна литература

1. Лекционни материали – ще бъдат качвани своевременно в Moodle

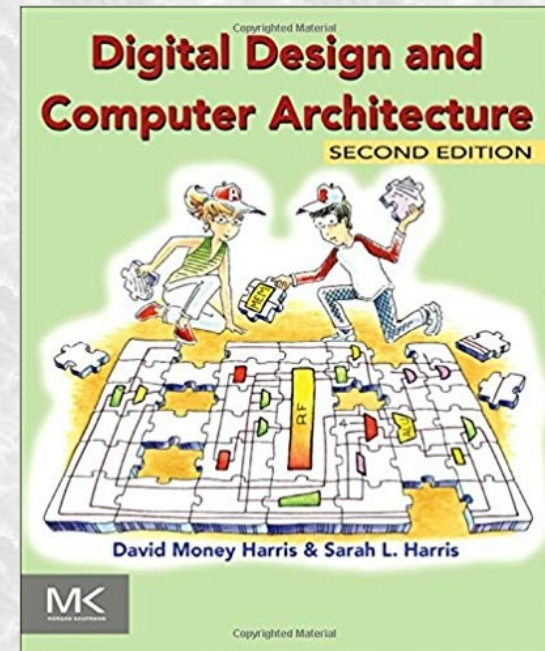
2. David Tarnoff, **Computer Organization and Design Fundamentals**

<http://faculty.etsu.edu/tarnoff/138292/>



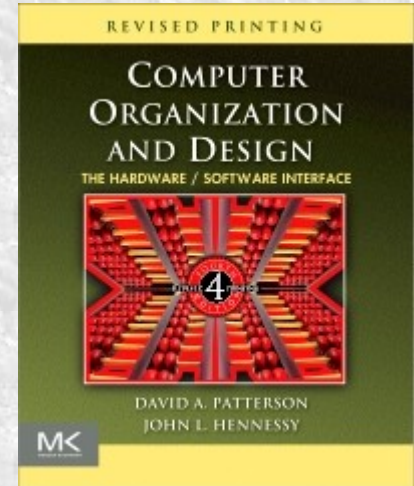
3. David Harris, Sarah Harris, **Digital Design and Computer Architecture** 2ed 2013, MK/Elsevier, ISBN 978-0-12-394424-5

(Безплатна версия на руски език: <https://bit.ly/3kMFO2j>)

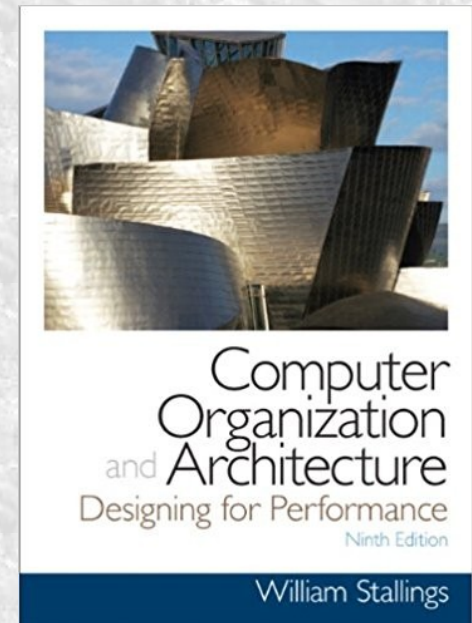


Допълнителна литература

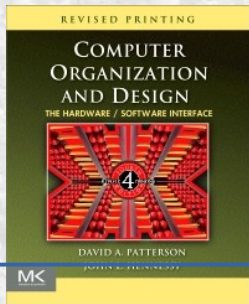
1. David A. Patterson, John L. Hennessy
Computer Organization and Design, 4th ed
2009, ISBN 9780123747501



2. William Stallings
Computer Organization and Architecture, 9th ed
2013, ISBN 978-0132936330



Съдържание на курса - ЛИТЕРАТУРА

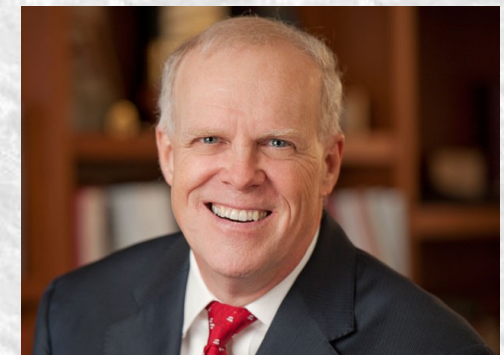


- първият в семейството, който завършва колеж (UCLA, 1969)
- съавтор на **RISC (Reduced Instruction Set Computer)**
- развива SPARC (Scalable Processor Architecture) архитектурата, използвана от Sun Microsystems
- създава RAID (Redundant Array of Inexpensive Disks)



David Patterson 1947 -

- президент на Stanford University
- съавтор на **RISC**
- развива MIPS (Microprocessor without Interlocked Pipelined Stages) архитектурата
- съосновател на MIPS Computer Systems
- над 300 милиона MIPS процесора продадени след 2004



John Hennessy 1952 -

Формиране на крайната оценка

1. Текущо оценяване

2 контролни работи

Освобождаване от изпит:

- положителна оценка (над 3.00) за всяка контролна работа
- среден успех от текущ контрол ≥ 3.50

2. Изпит

- а) Решаване на тест от затворени и отворени въпроси
 - б) Писане по 1 тема от конспект
- (Писането по двете точки е задължително!)

Основни теми, разглеждани в курса

Част 1

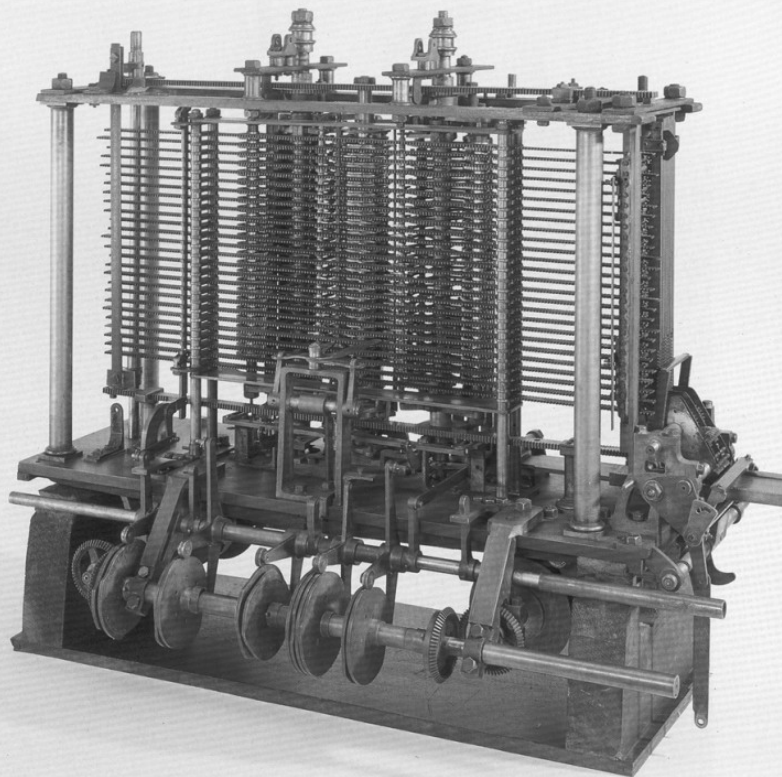
- Въведение в изчислителната техника. Сигнали. Бройни системи
- Математика с двоични числа. Числа със знак. Двоични допълнения
- Логически функции и логически елементи. Булева алгебра
- Комбинационна логика
- Логика с памет. Автоматни модели
- Последователностна логика

Основни теми, разглеждани в курса

Част 2

- Запомнящи устройства. Организация на паметта. Йерархия на паметта
- Въведение в архитектурата на микропроцесорите и микроконтролерите. Асемблерен език
- Базова архитектура на аритметично-логическо устройство (АЛУ)
- Използване на паралелизъм в архитектурата на процесора. Конвейерна обработка
- Организация на кеш паметта
- Достъп до входно-изходни устройства. Прекъсвания. Директен достъп до паметта. Входно-изходни интерфейси

Еволюция на микрокомпютърната техника



Проектирана от Charles Babbage

английски математик,
философ, изобретател,
механик



с помощта на Ada Lovelace

английски математик и писател,
единствено дете на поета Лорд
Байрън



- **смята се за първия цифров компютър**
- Построен от **механични зъбни колела**, всяко от които представя дискретна стойност от 0 до 9
- Чарлз Бабидж умира преди да я завърши

Еволюция на микрокомпютърната техника



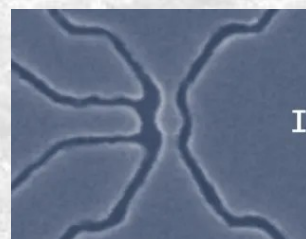
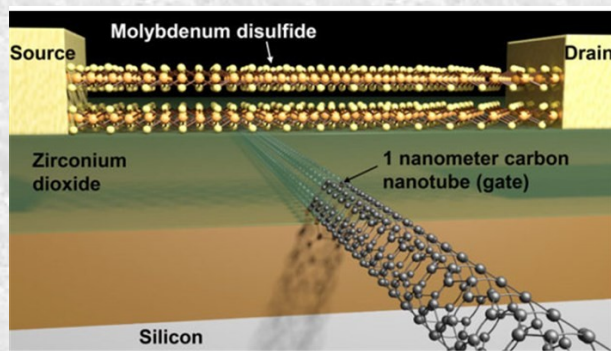
Първият транзистор е използвал два близко разположени златни контакта върху парче от германиев кристал с висока чистота (Ge).

1947, Bell Telephone Labs
William Shockley, John Bardeen,
Walter Brattain
<http://history-computer.com>



размер на човешка длан

2016 → 1nm



Ali Javey at the Department of Energy's Lawrence Berkeley National Laboratory (Berkeley Lab)

Символ:	Ge
Атомно число:	32
Точка на топене:	938.2 °C

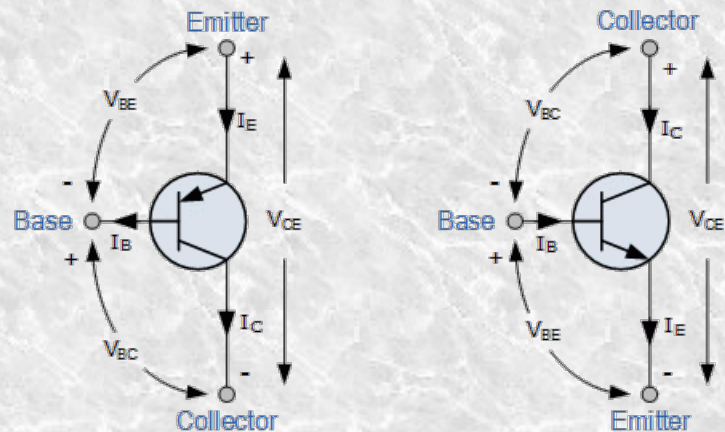
Германият е от малкото химични елементи, които се разширяват при замръзване (още Силиций, Бисмут, Антимон и Галий).

1mm = 1 000 000 nm (1nm = 10^{-9} m)

дебелината на човешкия косъм е около 100000 nm (0.1 mm)

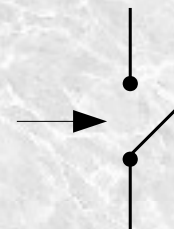
Еволюция на микрокомпютърната техника

Биполярен транзистор Bipolar Junction Transistor – BJT



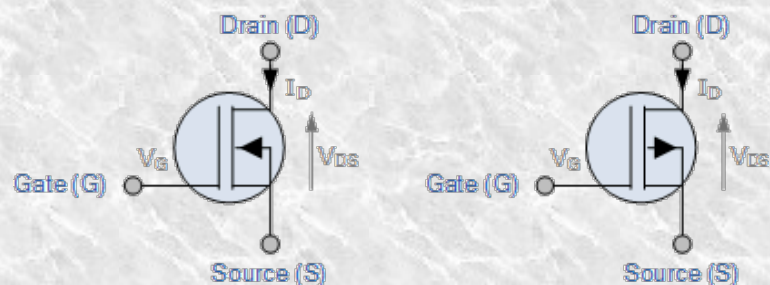
високо вътрешно съпротивление
при състояние ON $\sim 50 \Omega$
повече отделена топлина

управляем ключ



Metal Oxide Semiconductor Field Effect Transistor – MOSFET

N-канален тип P-канален тип

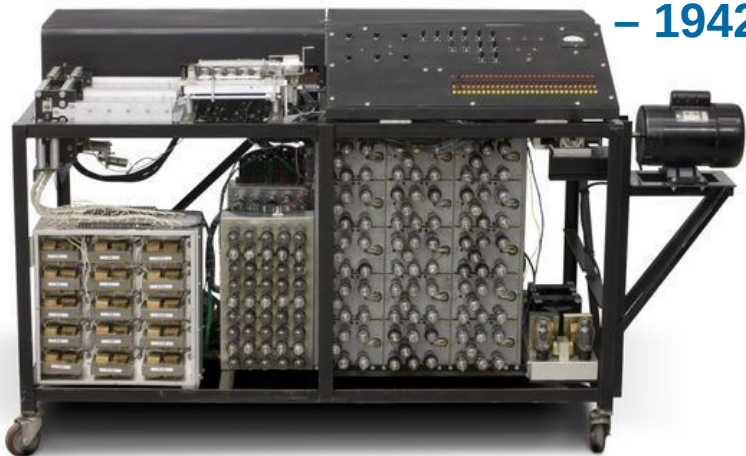


Основна функция:
дискретизиране и комутиране
на сигнали

ниско вътрешно съпротивление
при състояние ON $\sim 0.001 \Omega = 1 \text{ m}\Omega$
по-малко отделена топлина

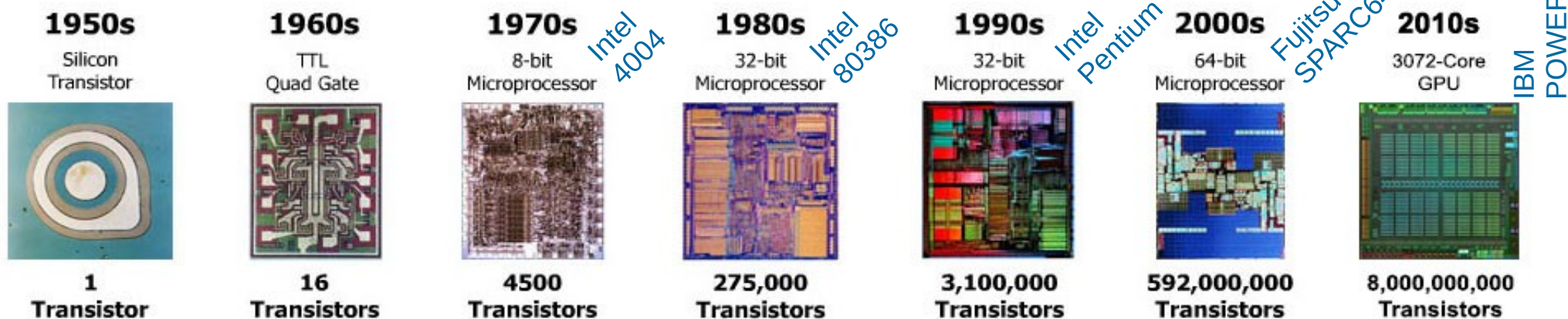
Еволюция на микрокомпютърната техника

Atanasoff-Berry Computer (ABC) – 1942



<http://www.computerhistory.org>

- Първият цифров електронен компютър
- Проектиран само за решаване на системи от линейни уравнения
- Работата е прекратена, когато Джон Атанасов напуска щатския колеж в Айова през втората световна война заради несъвършеното устройство за запис/четене
- Положил основите на модерните изчислителни устройства, включително двоичната аритметика и електронните ключове.



<http://www.computerhistory.org/siliconengine/>; https://en.wikipedia.org/wiki/Microprocessor_chronology

Закон на Мур

Закон на Мур (Гордън Мур – съосновател на Fairchild и Intel)

Плътността на транзисторите в интегралните схеми се удвоява приблизително на всеки две години.



Screenshot from the Chemical Heritage Foundation / www.vox.com

Закон на Мур

Закон на Мур (Гордън Мур – съосновател на Fairchild и Intel)

Плътността на транзисторите в интегралните схеми се удвоява приблизително на всеки две години.

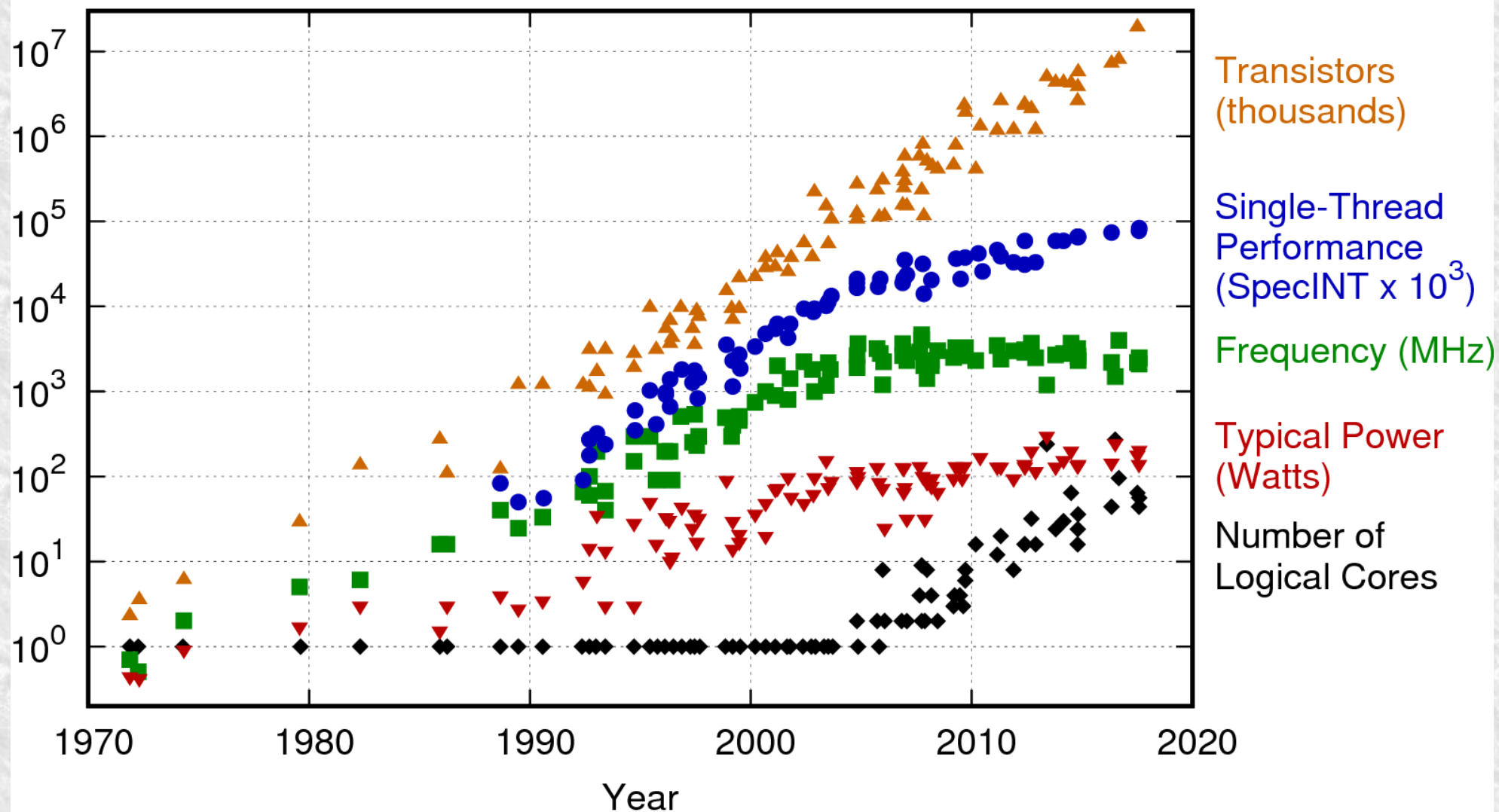
"Ако автомобилната промишленост се подчиняваше на подобен цикъл на развитие, както компютърната, то **Ролс Ройс**:

- в днешно време щеше да струва 100 USD
- с един галон (~4 литра) бензин щеше да изминава над 1.5 милиона километра
- щеше да се взривява един път в годината..."

Робърт Крингли, журналист и водещ

Еволюция на микрокомпютърната техника

42 Years of Microprocessor Trend Data



Original data up to the year 2010 collected and plotted by M. Horowitz, F. Labonte, O. Shacham, K. Olukotun, L. Hammond, and C. Batten

New plot and data collected for 2010-2017 by K. Rupp

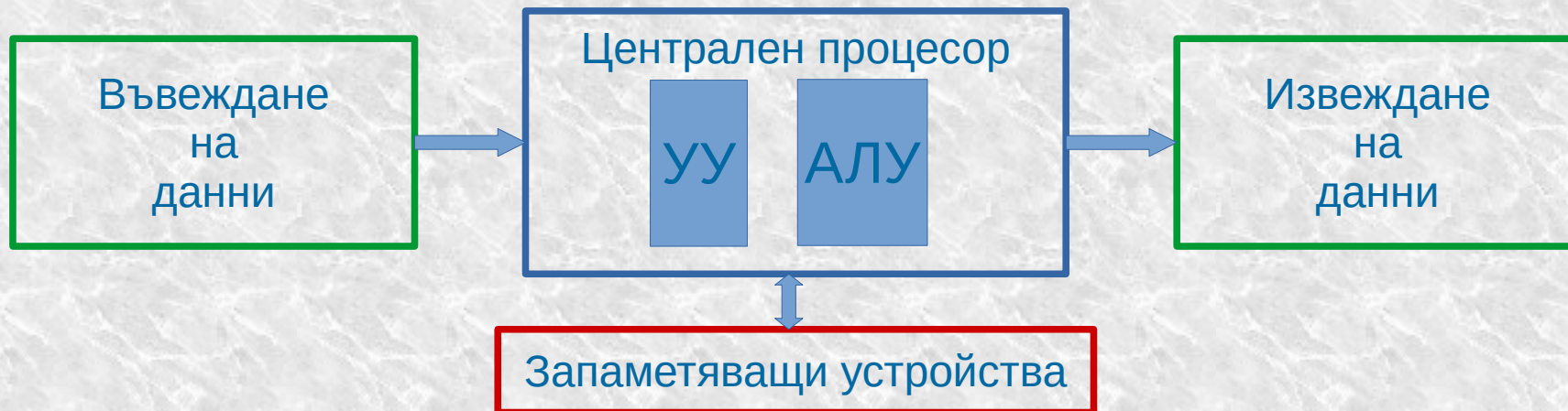
<https://www.karlrupp.net/2018/02/42-years-of-microprocessor-trend-data/>

Класификация на компютрите – видове и базова архитектура

Повечето микрокомпютри имат сходно устройство и обща базова архитектура.

Джон фон Нойман, 1903-1957 г.

Унгаро-Американски математик



- УУ - управляващо устройство
- АЛУ - аритметично-логическо устройство
- ШИНИ - вътрешни магистрали, съединяващи основните части

Архитектура и микроархитектура на процесора

Архитектура (Instruction Set Architecture – ISA)

- видимо от страна на програмиста (памет, регистри)
- операции (инструкции и последователност на изпълнение)
- прекъсвания
- вход и изход
- типове данни, размерност

Микроархитектура (организация)

- начин на апаратна реализация на инструкциите
- компромис по отношение на бързодействие, консумация, цена
- примери – начин на извършване на базови аритметични операции, нива на конвейера, брой конвейери, размер на кеш паметта
- размер на кристала, пикова мощност
- ширина на шините за обмен, битова разрядност на АЛУ

Една и съща архитектура може да се реализира чрез различни микроархитектури.

По отношение на обмена с паметта

Архитектура Von Neumann

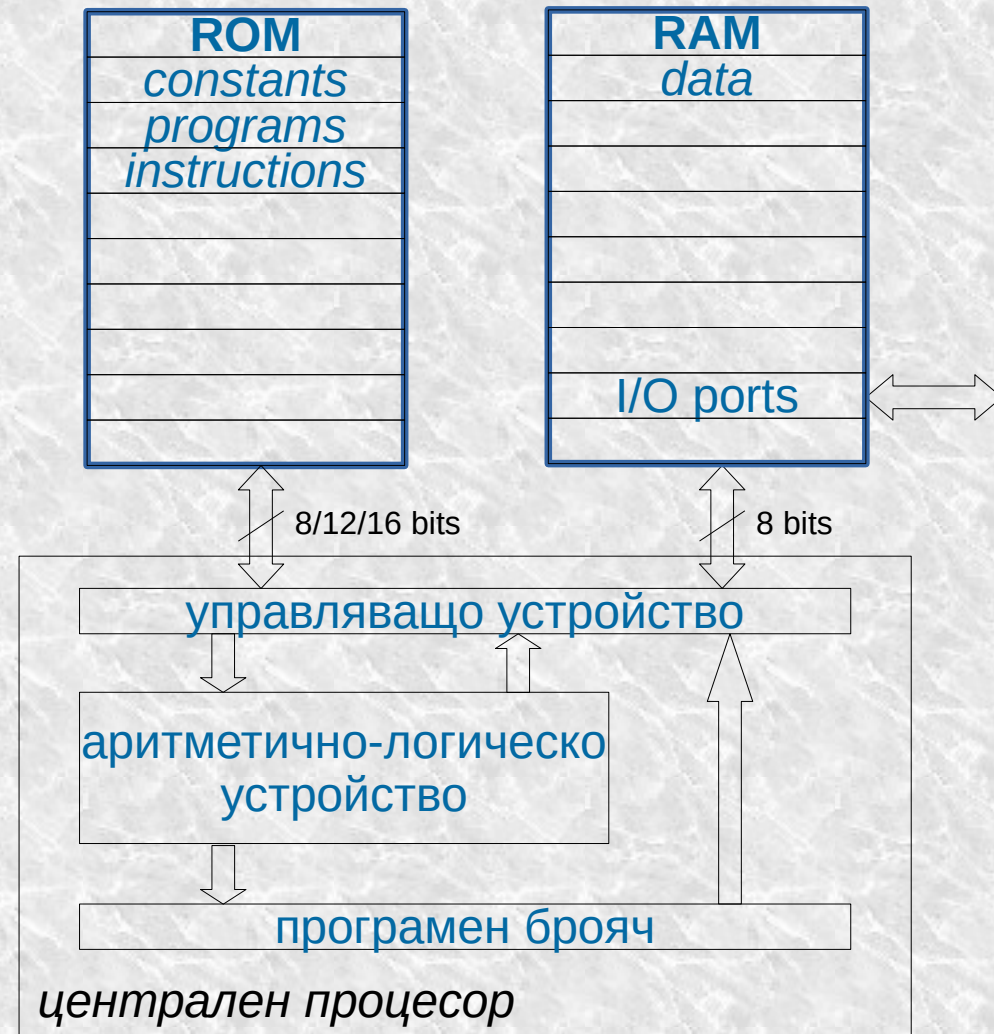
- **обща памет** за съхраняване на програми и данни
- **последователно** изпълнение на кода, изискващо повече време
- висока скорост на работа
- по-проста структура на микропроцесора
- предимно за РС и сървъри



По отношение на обмена с паметта

Архитектура Harvard

- Отделни памети за инструкции и данни
- извличането на команди и данни се извършва **паралелно**
- наличие на MAC (Multiply Accumulate)
- по-ниска скорост на работа
- голям по обем програмен код
- сложна структура на микропроцесора
- предимно за вградени системи




Класификация на компютрите – видове и базова архитектура

BUG!

9/9

0800 Antan started
1000 " stopped - antan ✓ { 1.2700 9.037 847 025
1300 (032) MP - MC 2.130476415 9.037 846 995 connect
(033) PRO 2 2.130476415 4.615925059 (-2)
connect 2.130676415
Relays 6-2 in 033 failed special speed test
in relay " 10.00 test.
Relays changed

1100 Started Cosine Tape (Sine check)
1525 Started Multi Adder Test.

1545  Relay #70 Panel F
(moth) in relay.

First actual case of bug being found.
1630 Antan started.
1700 closed down.

Relay 2145
Relay 3370



**Грейс Хопър
(1906 – 1992)**

**американски програмист
и контраадмирал**

Един от първите програмисти на компютъра Mark I; създател на първия линкер.

- Mark II (RISC архитектура), Университет Харвард, 1947г.
- Институт Смитсониън, Национален музей по американска история, Вашингтон

Класификация според приложението

