

Arhitektura računara – prvih 5000 godina

Razvoj mašina za računanje

Abakus – 2700. p.n.e.

Mašina sa Antikitere – 200. p.n.e.

Astronomski satovi – XII vek

Leonardo da Vinči, Paskal, Lajbnic – XV do XVII vek

Analitička mašina – 1837.

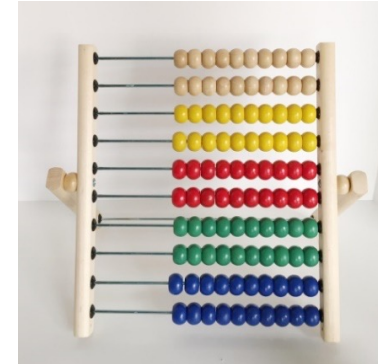
Tjuringova mašina – 1936.

Elektronski računar (ENIAC) – 1946.

Tranzistor – 1948.

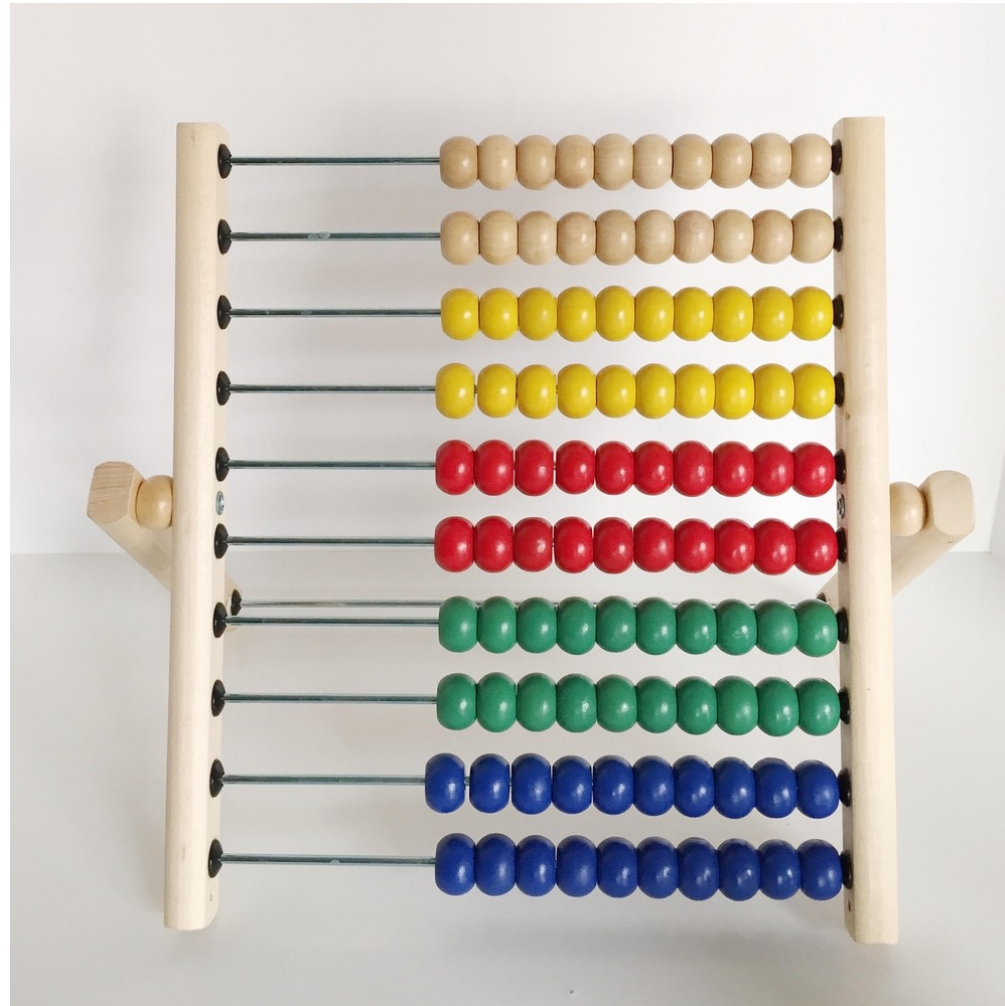
Mikroprocesor – 1971.

Savremeni računari



Izvori: www.wikipedia.org, www.computerhistory.org

Abakus – 2700. pre nove ere

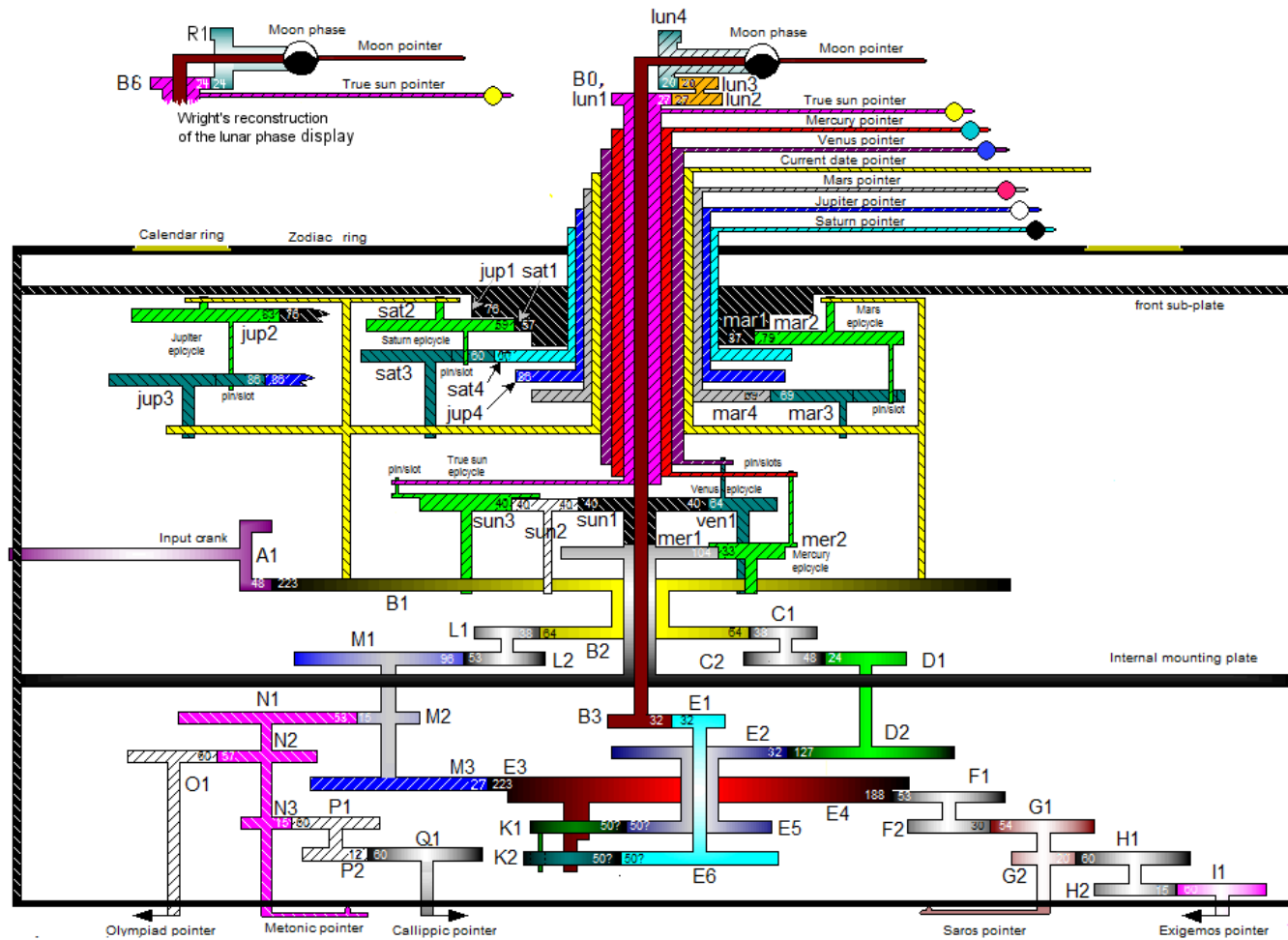


Mašina sa Antikitere –200. p.n.e.



Analogni računar (praćenje položaja planeta, preko 30 zupčanika)

Mašina sa Antikitere –200. p.n.e.



Analogni računar (praćenje položaja planeta, preko 30 zupčanika)

Astronomski satovi – XII vek

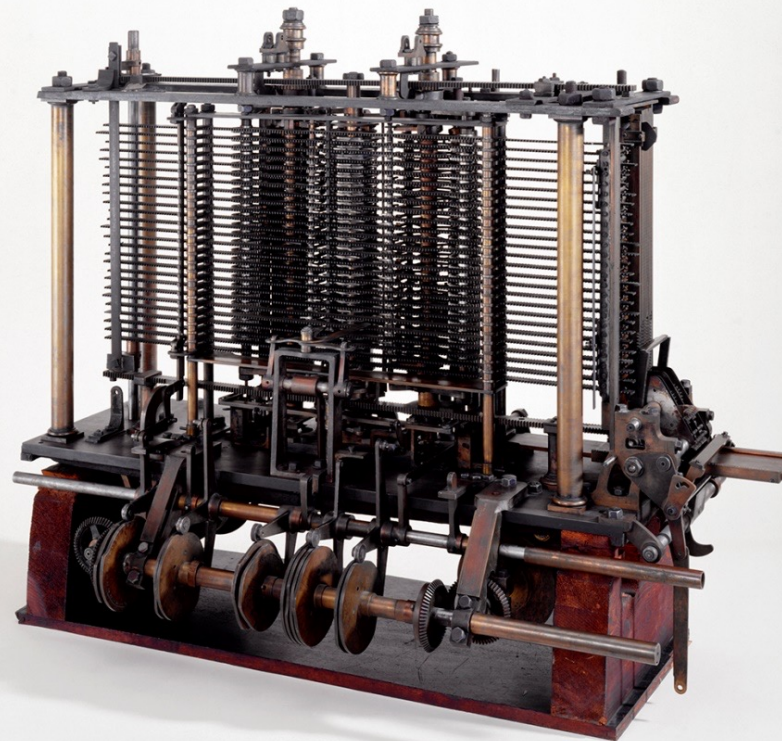


Analitička mašina – 1837.



Charles Babbage
(1791–1871)

(diferencna mašina – računanje vrednosti polinomnih funkcija,
analitička mašina – računar opšte namene,
bušene kartice – Žakardov razboj)



Model analitičke mašine

(prvi Turing-kompletan računar:
ALU, kontrola toka – selekcija i iteracija, memorija)



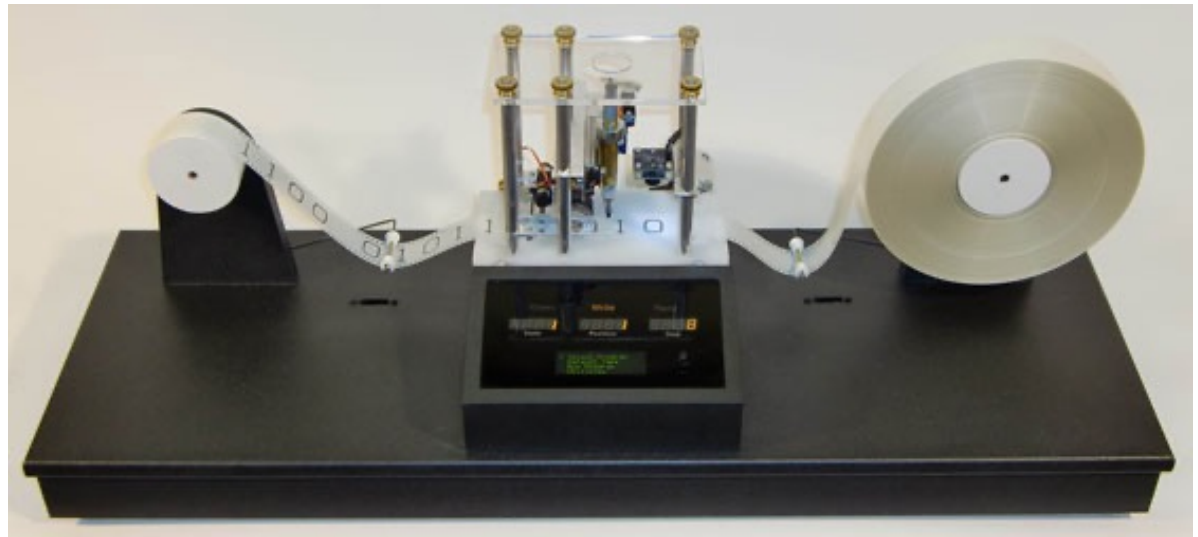
Ada Lovelace
(1815–1852)

(prvi računarski program – metod za računanje niza Bernulijevih brojeva)

Tjuringova mašina – 1936.



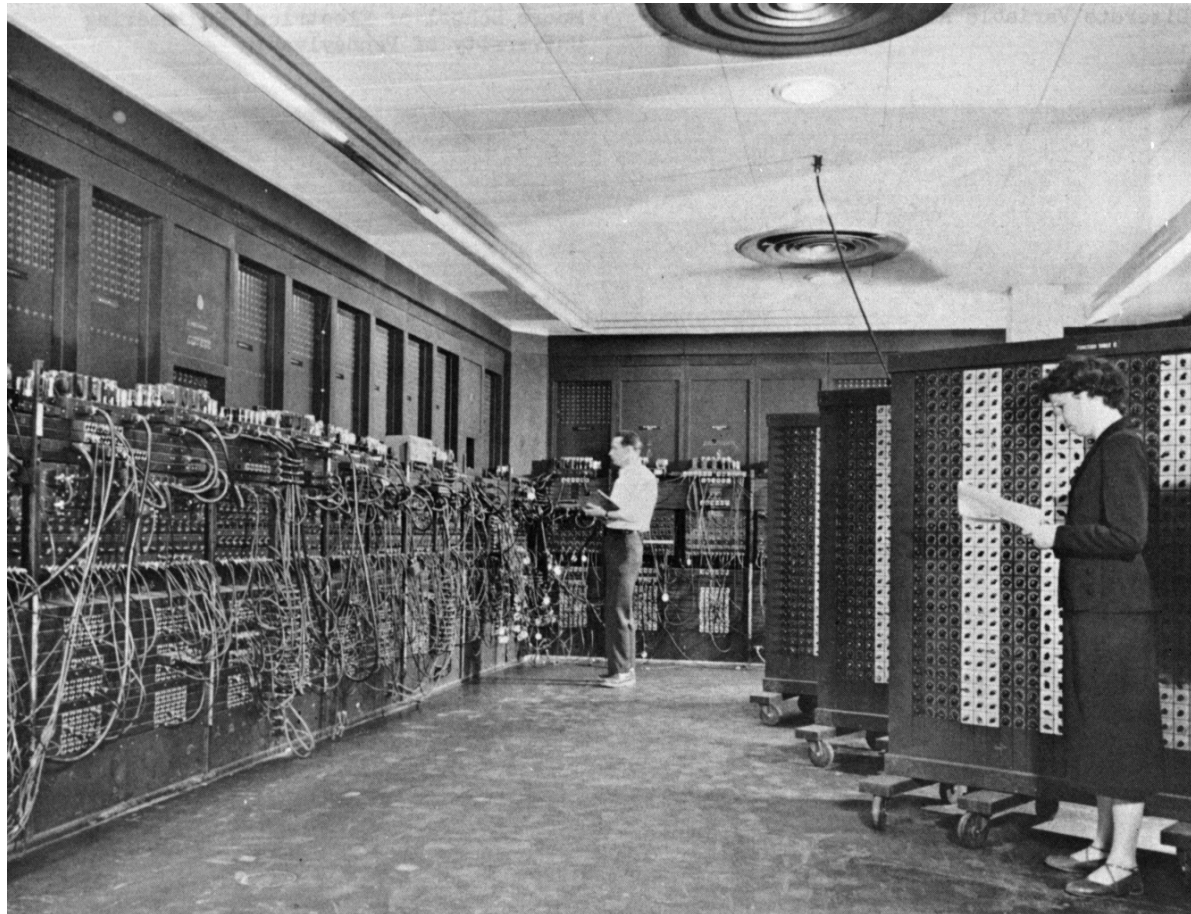
Alan Turing
(1912–1954)



Približni model Tjuringove mašine
(beskonačna traka, glava, registar stanja, tabela operacija)

Turing, A.M. (1936). "On Computable Numbers, with an Application to the Entscheidungs problem". *Proc. London Mathematical Society*. 2 (pub. 1937). **42**: 230–265.

Elektronski računar – ENIAC 1946.



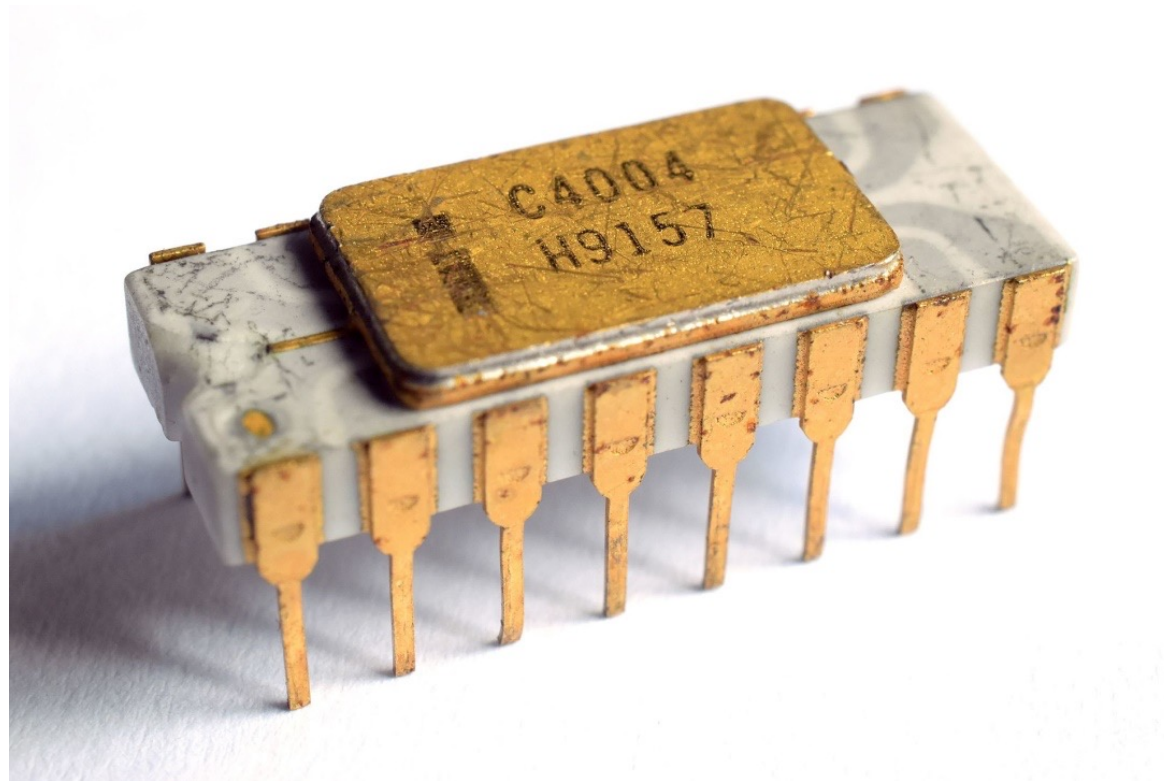
Electronic Numerical Integrator And Computer (ENIAC)

(20000 vakumskih cevi, 5 miliona lemljenih spojeva, 170 m², 150 kW)

Tranzistor – Bell Labs 1948.



Mikroprocesor – Intel 4004 1971.



Personalni računar – IBM PC 1981.



Sveprisutni računari – XXI vek



Strukturirana organizacija računara

Nivo 5

Nivo namenskih programskih jezika

Prevođenje (kompajler)

Nivo 4

Nivo asemblerskog jezika

Prevođenje (asembler)

Nivo 3

Nivo mašine operativnog sistema

Delimična interpretacija (operativni sistem)

Nivo 2

Nivo arhitekture skupa instrukcija (ISA)

Interpretacija (mikroprogram)

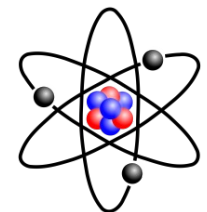
Nivo 1

Nivo mikroarhitekture

Hardver

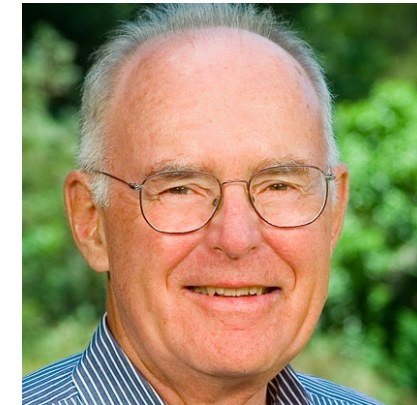
Nivo 0

Nivo digitalne logike



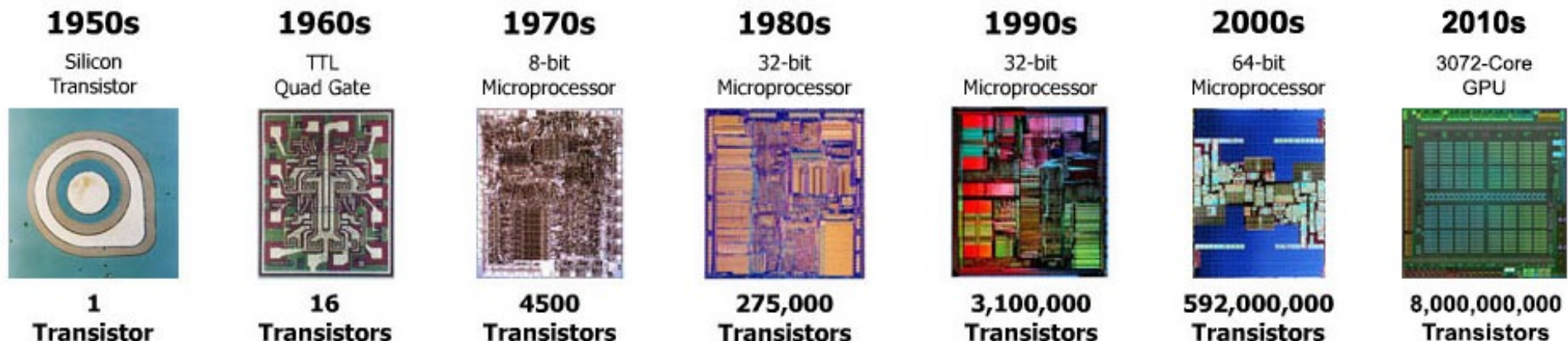
Porast performansi računara

Murov zakon je zapažanje da se broj tranzistora u integrisanim kolima duplira približno svake 2 godine



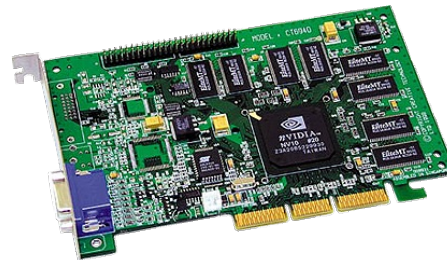
Gordon Moore
(1929–2023)

Evolucija arhitekture elektronskih računara (1945-danas)

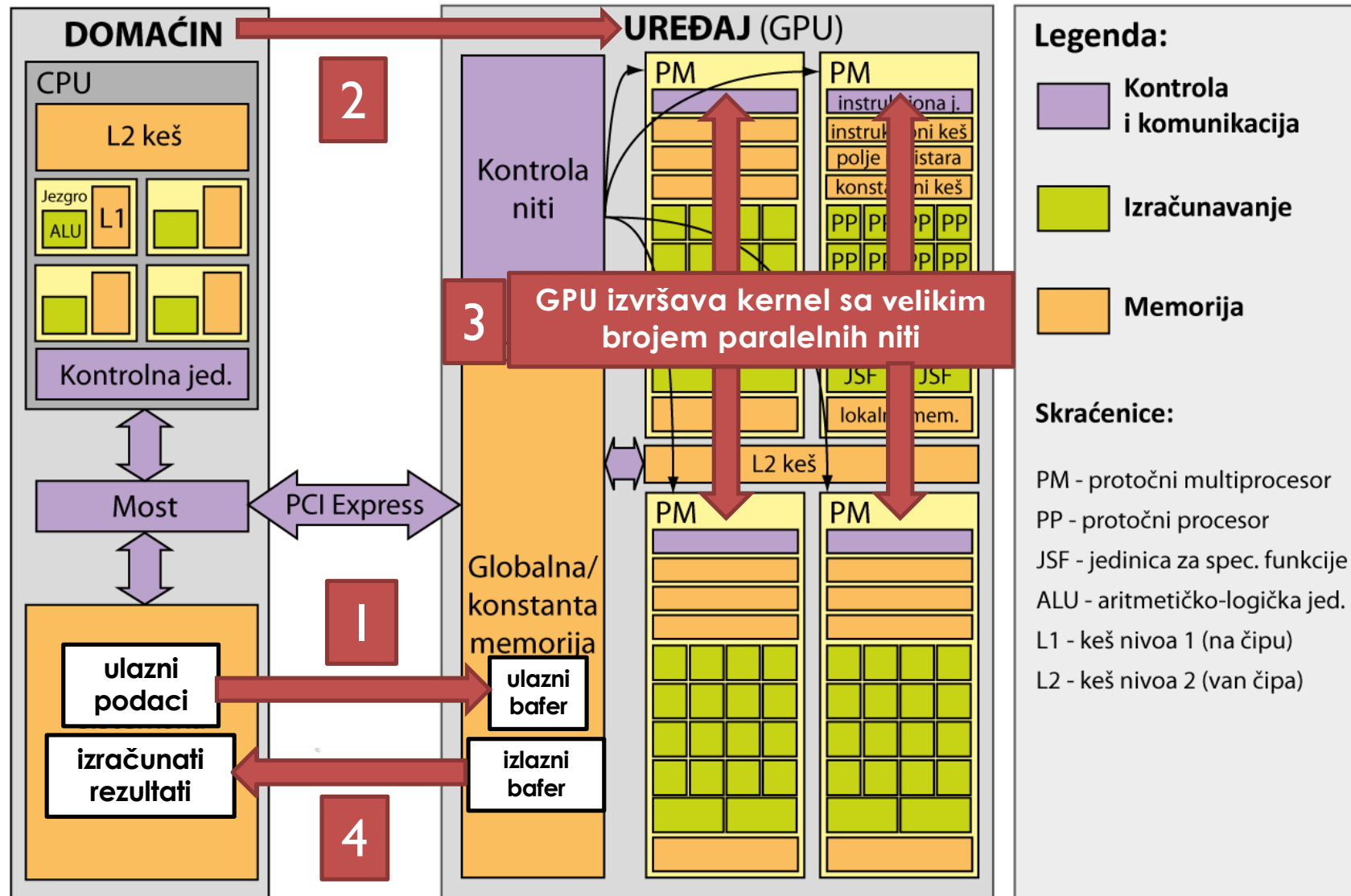


Grafički procesori

- **Grafičke procesne jedinice** (engl. *Graphics Processing Units – GPUs*) su postale standardni dodatak **centralnim procesnim jedinicama** (engl. *Central Processing Units – CPUs*) – oblast **GPU computing** ili **General-purpose computing on GPUs (GPGPU)**
- [Evolucija arhitekture GPU](#) od protočnog sistema sa fiksnim funkcionalnostima (engl. *fixed-function pipeline*) do **programabilne masivno-paralelne platforme**
- Commodore Amiga – 1985.
- NVidia GeForce 256 – 1999.
- Industrija video igara dovela je do brze evolucije GPU
- NVidia CUDA se pojavila 2007.
- Deep learning – “big bang” se desio 2009.



Izvršavanje programa na GPU



Primene paralelnog računarstva

- **Složena i obimna izračunavanja**
- **Obrada velike količine podataka** (oblasti nauke o podacima (engl. *data science*) i sistema za rad sa velikim količinama podataka (engl. *big data*))
 - Internet (veb pretraživači), genetika (DNK), medicinske i astronomske slike, senzori (engl. *Internet-of-Things*, IoT)
- **Simulacija**
- **Vizuelizacija**
- Svi prethodno opisani problemi zahtevaju znatne resurse za izračunavanja, vode nas do oblasti **računarstva visokih performansi** (engl. *High Performance Computing*)
 - Klasteri, data centri, super-računari...
 - Programiranje super-računara: ssh protokol za komunikaciju, MPI + OpenMP/CUDA/OpenACC

Primene paralelnog računarstva

Naučna izračunavanja (engl. *scientific computing*)

- Klima i vremenska prognoza, genetika, astrofizika, okeanografija, seizmologija, farmacija, ekonomija i finansije, ...

Veštačka inteligencija (engl. *artificial intelligence*)

- Mašinsko učenje, duboke neuronske mreže, ...

Inženjerstvo

- Projektovanje vozila, letelica i mašina, razvoj novih materijala, ...

Energetika

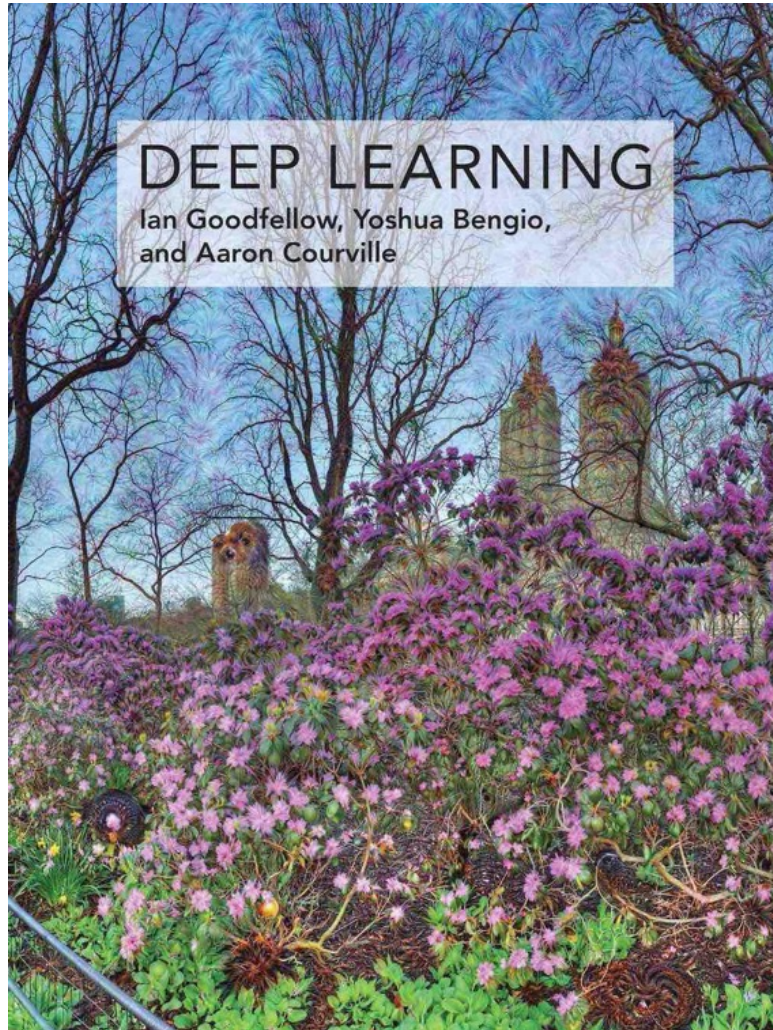
- Obnovljivi izvori energije, istraživanje tla , ...

Medicina

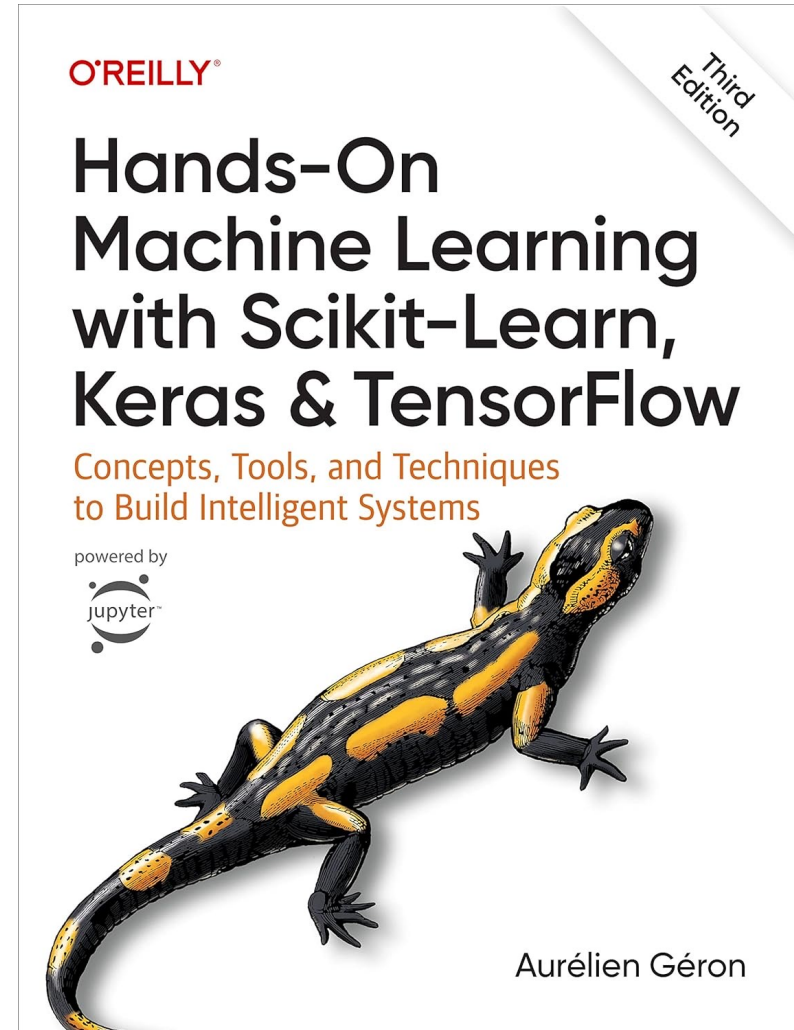
- Obrada medicinskih slika, ...



Preporučena literatura

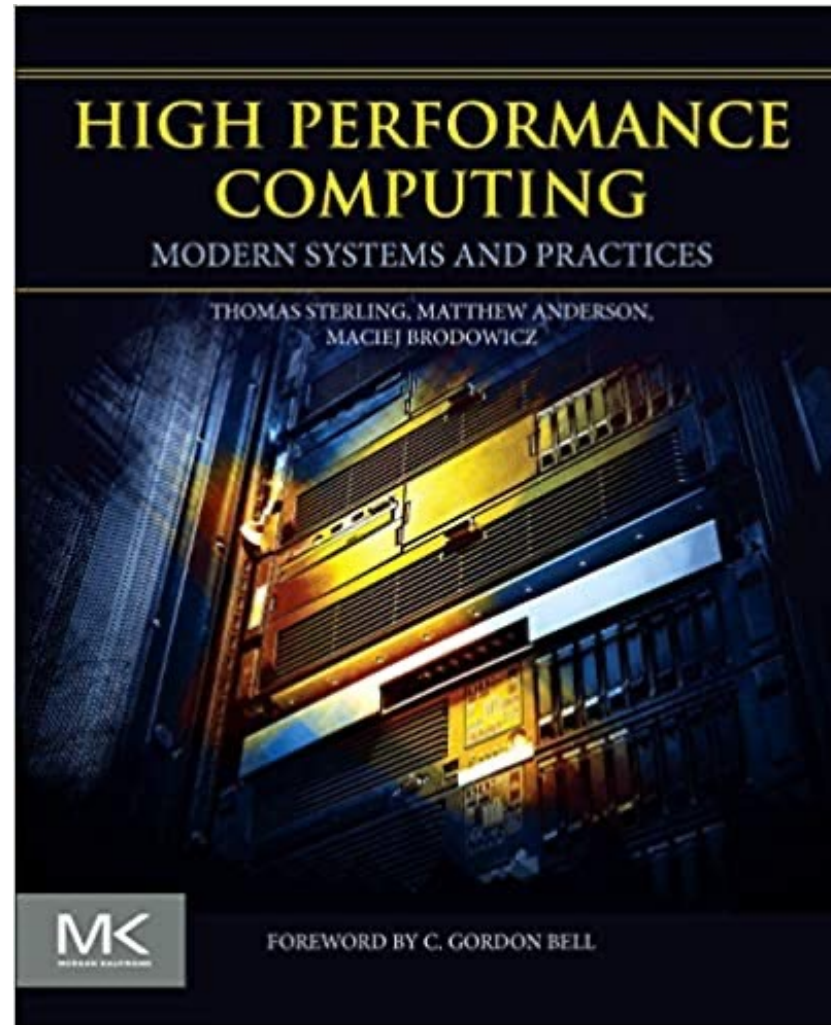


<https://www.deeplearningbook.org>



<https://www.oreilly.com/library/view/hands-on-machine-learning/9781098125967/>

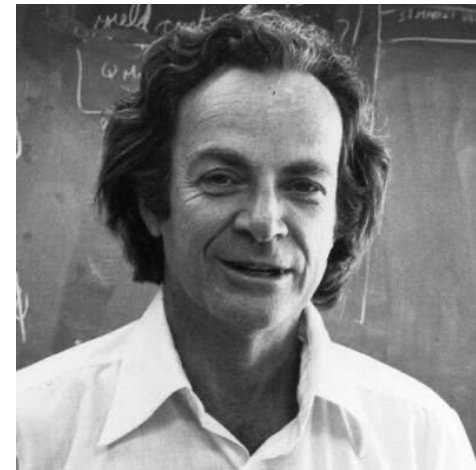
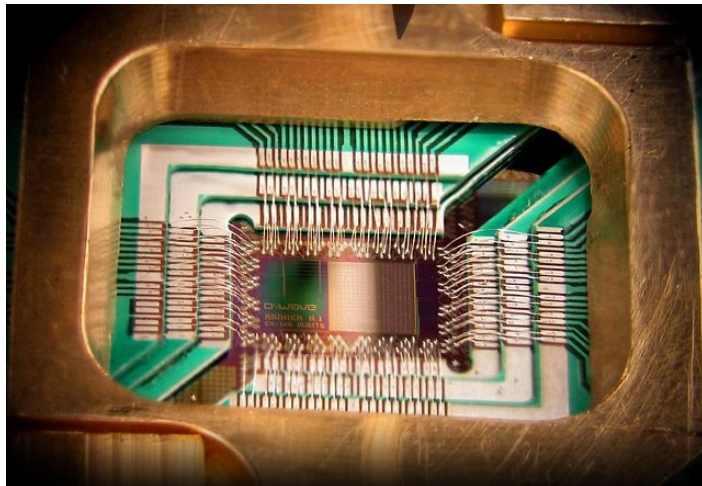
Preporučena literatura



<https://www.elsevier.com/books/high-performance-computing/sterling/978-0-12-420158-3>

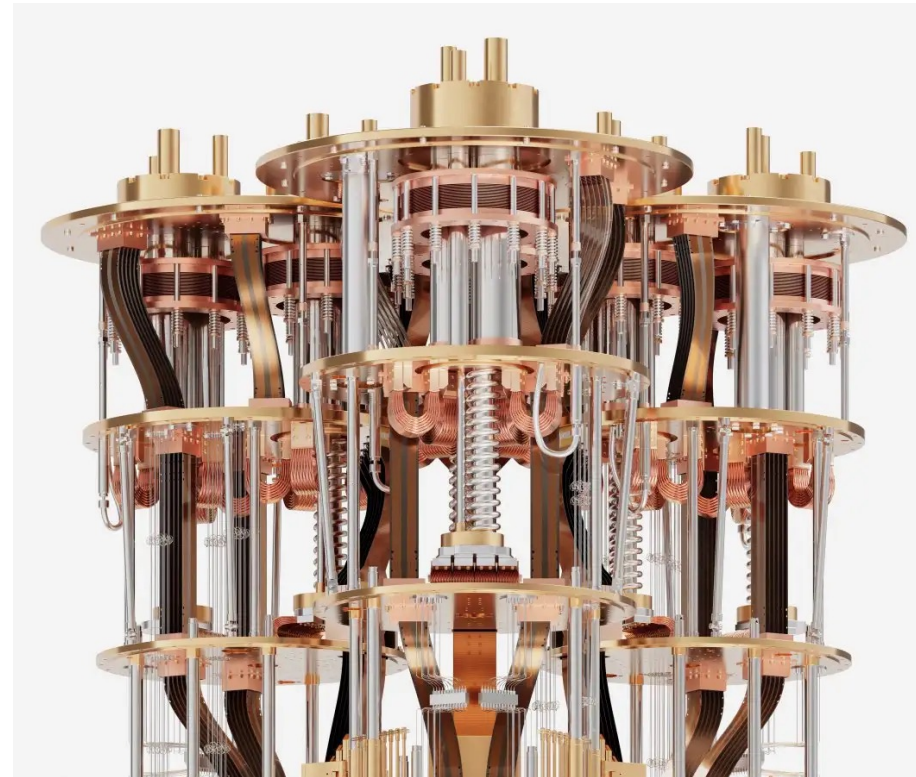
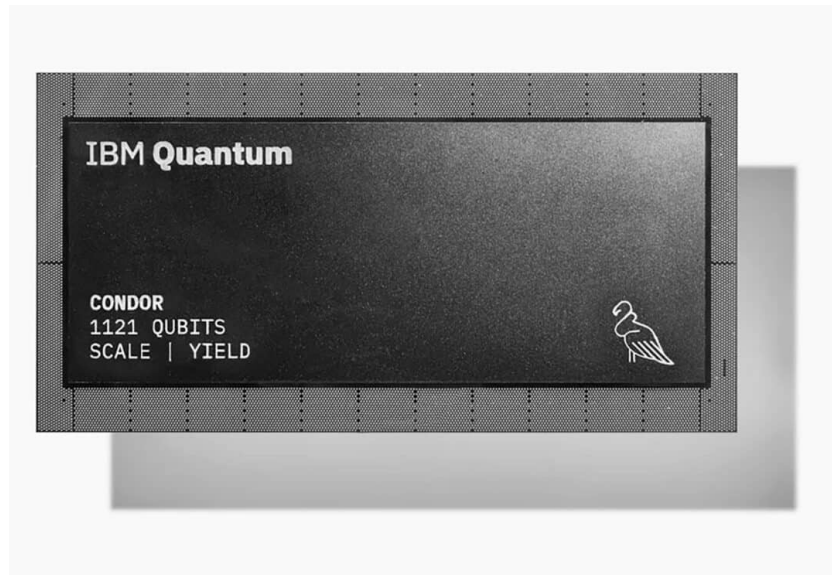
Kvantni računari

- 1959. Richard Feynman predavanje “*There’s Plenty of Room at the Bottom*” – mogućnost kvantnog računarstva, 1981. “*Simulating Physics with Computers*”
- Danas u aktivan razvoj uključeni IBM, Google, Intel, D-Wave
- 2017. D-Wave prodaje kvantne računare sa 2000 kubitom (engl. *qubit*), ali zasnovane na principu kvantnog čeličenja (engl. *quantum annealing*) specijalizovanom za probleme optimizacije
- 2023. IBM Condor sa 1121 kubitom, univerzalni kvantni računar, zasnovan na neutralnim atomima i superprovodnicima



Richard Feynman
(1918-1988)

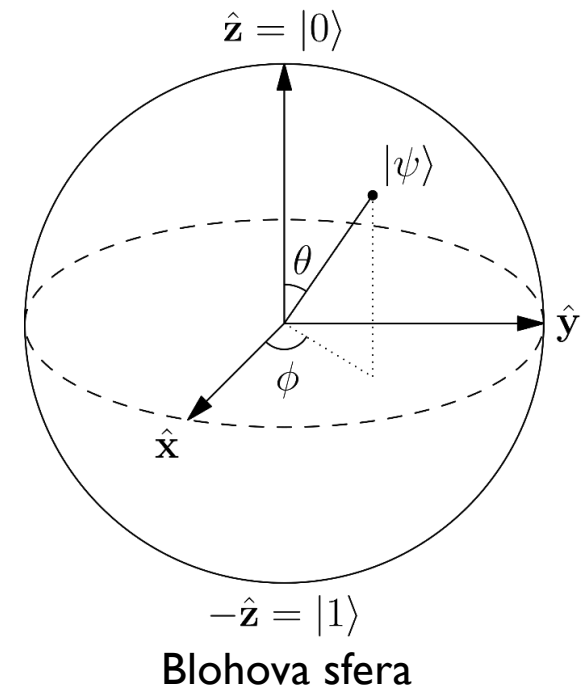
IBM Condor



Izvori: <https://postquantum.com/industry-news/ibm-condor/>,
<https://www.newscientist.com/article/2405789-ibms-condor-quantum-computer-has-more-than-1000-qubits/>

Kvantni računari

- **Kjubiti** (engl. *qubit*) se mogu nalaziti u **kvantnim stanjima** 0 i 1, kao i u superpoziciji ovih stanja. Rezultat merenja stanja kjubita je uvek 0 ili 1, ali verovatnoća rezultata zavisi od kvantnog stanja u kome se kjubit nalazio
- **Kvantna logička kola** (Toffoli, Fredkin, Hadamard, Pauli, ...)
- **Šorov algoritam za faktORIZACIJU**
- **Groverov algoritam traženja**
- **Kvantna Furijeova transformacija**
- Januara 2019. IBM predstavio **komercijalni kvantni računar** – IBM Q System One
- Jezici: QASM, Qiskit (IBM), Cirq (Google), Q#...
- Quantum Computers Explained:
<https://www.youtube.com/watch?v=B3UINDUiwSA>



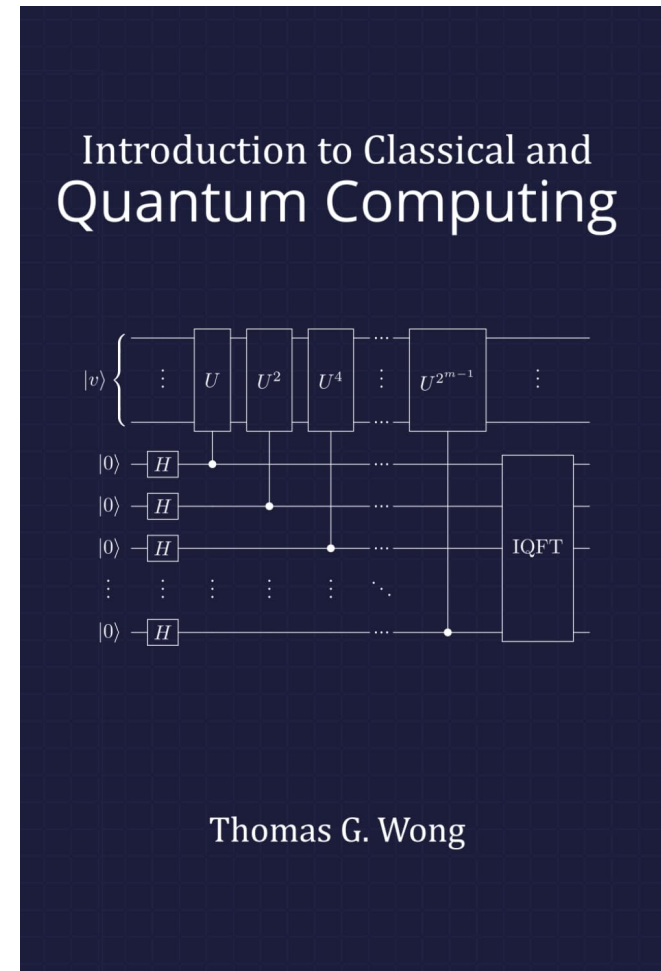
Preporučena literatura

Thomas Wong

*Introduction to
Classical and
Quantum Computing*

2022

Rooted Grove



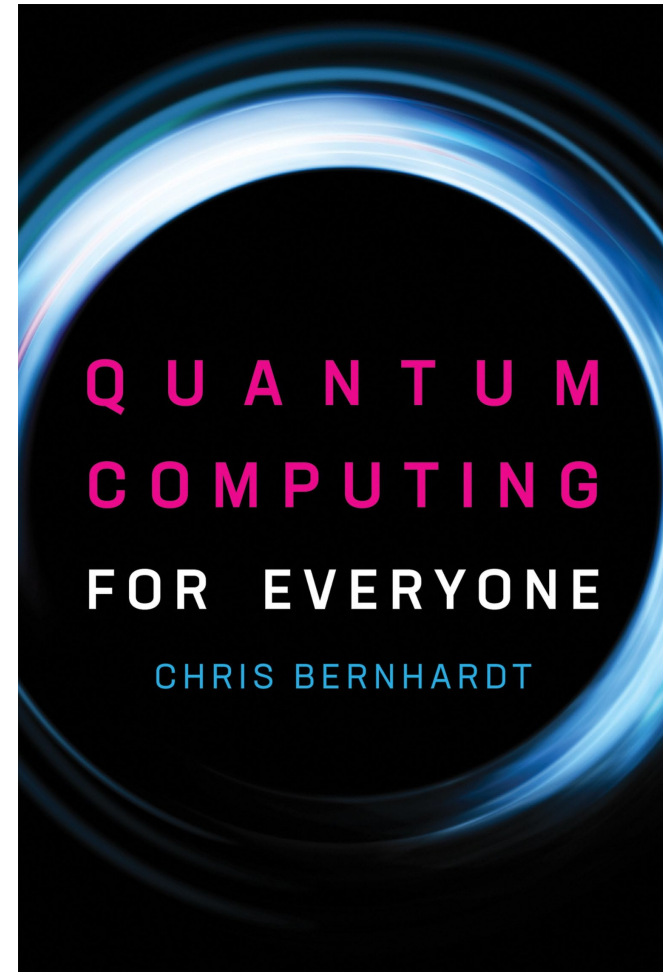
Preporučena literatura

Chris Bernhardt

*Quantum Computing
for Everyone*

2020

The MIT Press



Preporučena literatura – napredni nivo

Michael Nielsen,
Isaac Chuang

*Quantum Computation and
Quantum Information,
10th Anniversary Edition*

2011

Cambridge University Press

