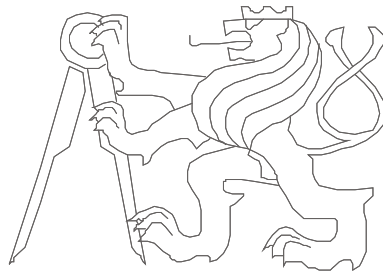


# Pokročilé architektury počítačů

14

Perspektivy a omezení dalšího rozvoje



České vysoké učení technické, Fakulta elektrotechnická

## Limitující faktory

- Výkonové ztráty (teplo):
  - Výkon = práce/čas
  - Energie = výkon\*čas

Ztráty: dynamické (důsledek aktivity v obvodu při změně dat – vstupů – nabíjení a vybíjení kapacit) a statické (nedokonalost tranzistorů – zbytkový proud)

$$P_{dyn} = aCV^2f$$

- V – el. Napětí
- f – frekvence
- C – kapacita
- a – activity factor

$$P_{leakage} \cong V I_{leak}$$

$I_{leak}$  - zbytkový proud

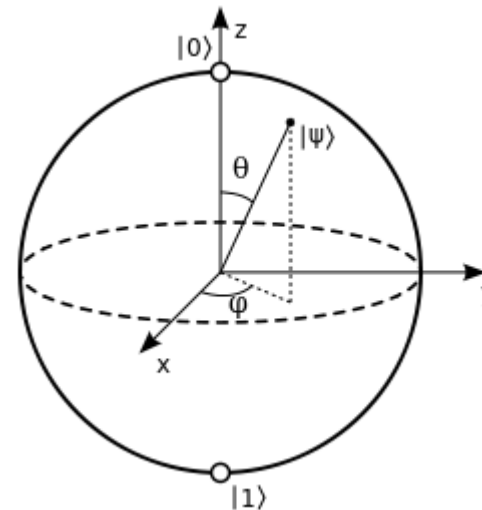
- Dynamická změna V, škálování f (DVFS)

# Limitující faktory

- Technologické limity
  - Zpoždění na vedení
    - Rychlost šíření signálu je shora omezena rychlostí světla
    - Metrika FO4 (**Fan-out of 4**) – metrika používaná v CMOS technologiích
    - $Fan\ out = C_{load} / C_{in}$ , kde
    - $C_{load}$  = total MOS gate capacitance driven by the logic gate under consideration
    - $C_{in}$  = the MOS gate capacitance of the logic gate under consideration
    - V první aproximaci, FO4 zpoždění je úměrné časové konstantě RC (5RC)
  - Hloubka pipeline
    - Optimální hloubka pipeline? Kolik úrovní hradel bude v jednom stupni?
    - Stupně jsou separovány mezistupňovými registry – musí poskytovat uložení dat. Zápis a čtení dat do těchto registrů můžeme odhadnout jako  $<2FO4$ .

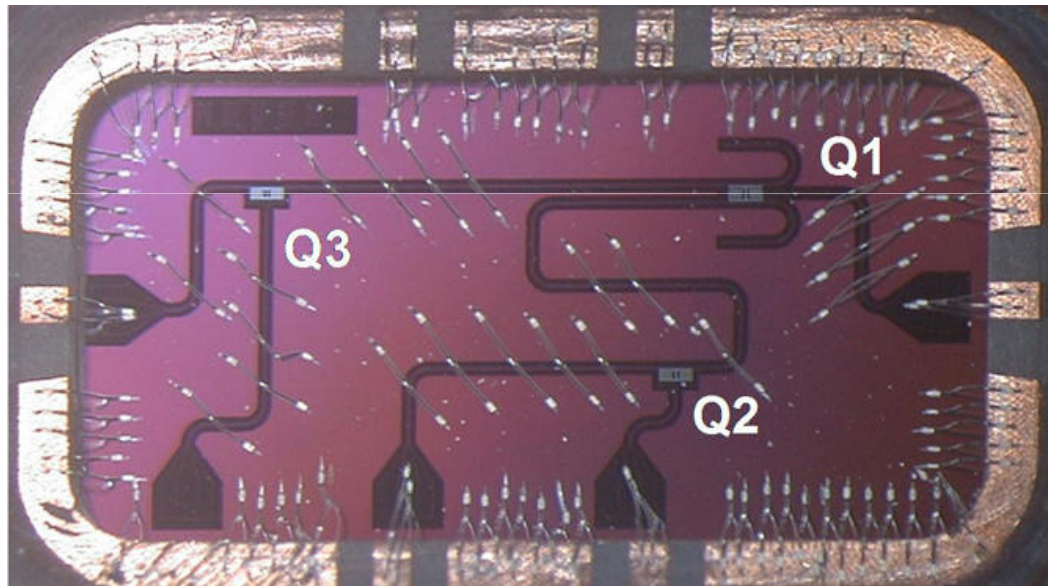
## Jak dál?

- Paralelizace, paralelizace, paralelizace...
- Rozvoj HW, ale i SW!
- GPU?
- Náhrada elektroniky za optiku na nejnižší úrovni (plně optický tranzistor)
- Alternativní přístupy:
  - Quantum computing, synthetic biological engines, DNA computers



# Quantum computing

- IBM čip: 3 qubity
- controlled-NOT logic operation
- stabilita 10 mikrosekund



- Více informací ve videu:  
[http://www.youtube.com/watch?feature=player\\_embedded&v=\\_NRmOe1b8\\_s](http://www.youtube.com/watch?feature=player_embedded&v=_NRmOe1b8_s)

## Integrace elektroniky a optiky

- IBM
- Integrace elektroniky a optiky na jednom čipu (standardní 90nm technologie)
- Využití: pro propojení čip-čip, nebo počítač-počítač 1000 krát rychleji
- Používá optické modulátory a germániové fotodetektory
- Na ploše čipu 5x5 mm integruje 50 vysílačů/přijímačů (transceiver); propojení těchto čipů pak nabízí 1,2 Terabit/s
- Dalším krokem ve vývoji je použití jenom optiky...  
Viz optický tranzistor. Inspirace zde:  
<http://ee.stanford.edu/~dabm/379.pdf>

Zdroj:

<http://www.extremetech.com/computing/142881-ibm-creates-first-cheap-commercially-viable-silicon-nanophotonic-chip>

