

## 8. Reverzibilno procesiranje

Vsebina 8.poglavja predavanj (4.UNI/RS)

Avtor: izr.prof. Miha Mraz

Šol.letno: 2010/2011

# 8.1.Uvod

- Zgled vozila [1]
- Reverzibilen proces (angl. *reversible process*) – obrnljivost dinamike:
  - $f(I) \rightarrow O$ ,
  - $f^{-1}(O) \rightarrow I$ .
- “Konzervacija” zgodovinskih stanj sistema
- Injektivnost, bijektivnost preslikave  $f$
- Izgubnost uničevanja bitov

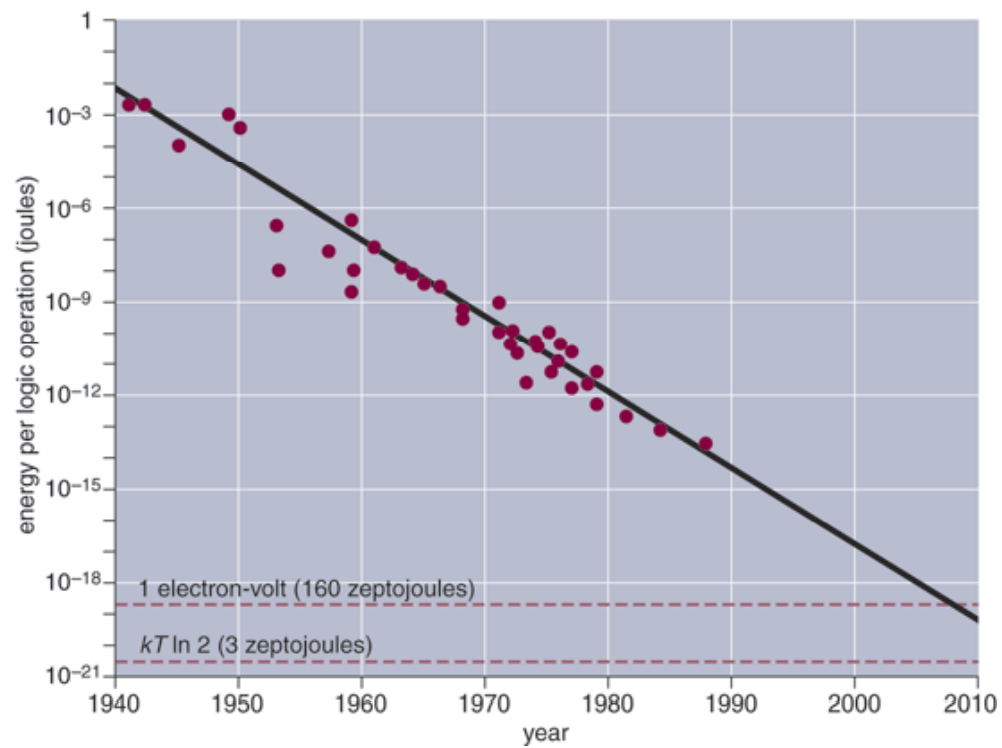
## 8.2. Zgodovina reverzibilnega procesiranja

- R.Landauer, Von Neuman: definicija spodnje meje izgube energije na bit ob izvedbi reverzibilne logične operacije;

$$E \geq k * T * \ln 2$$

- T – temperatura okolja
- k – Boltzmanova konstanta ( $1,38 * 10^{-23} \text{J/K}$ )
- Sobna T (300 kelvinov):  
 $E = 3 * 10^{-21} \text{J}$

- Poraba energije na logično operacijo [1] :



- Landauer, Von Neuman: dva principa zaspust pod limito:
  - procesiranje na nižjih temperaturah (T) – cenovno nesprejemljivo
  - prehod na reverzibilno procesiranja
  - Turingov stroj z “zgodovinskim trakom” ‘ teoretična osnova za reverzibilnost procesiranja

## 8.3. Vrste reverzibilnosti

- Fizična in logična reverzibilnost
- Fizična reverzibilnost:
  - proces je fizično reverzibilen, če ne rezultira v zvečanje fizične entropije
  - v praksi takih procesov ni, lahko pa zvečanje entropije poljubno minimiziramo
  - pogoj za fizično reverzibilnost: logična reverzibilnost
- Logična reverzibilnost: če je prevajalna funkcija "one-to-one" funkcija
- Časovna nesimetričnost

## 8.4. Zgledi reverzibilnih logičnih funkcij

- AND, OR – ireverzibilni funkciji (večja količina informacije, kot jo dobimo na izhodu)  
→ izguba (disipacija toplote)
- NEG – reverzibilna funkcija
- Sklep: isto število vhodov in izhodov v logični funkciji
- Dvovhodna reverzibilna funkcija:  $y_1=x_1, y_2=\text{xor}(x_1, x_2)$
- Trovhodni polni funkcijski nabori:
  - Toffolijeva vrata:  
if  $(x_1=x_2=1)$  then  $y_3=\text{Neg}(x_3), y_1=x_1, y_2=x_2$   
else  $(y_1=x_1, y_2=x_2, y_3=x_3)$
  - Fredkinova vrata:  
 $c_2=c_1$   
 $c_1=0: y_1=x_1, y_2=x_2$   
 $c_1=1: y_1=x_2, y_2=x_1$

## 8.5. Problemi in izhodišča

- Problemi:
  - Katera materialna platforma zadošča kriterijem brezizgubnosti?
  - Kaj je z obrnljivostjo procesov zaokroževanja?
  - Kaj je z obrnljivostjo postopkov prevajanja?
- Izhodišča: nova generacija prevajalnikov: maskimizacija reverzibilnih funkcij?



# 8.6. Cenovne ocene efektivnosti i/reverzibilnega procesiranja

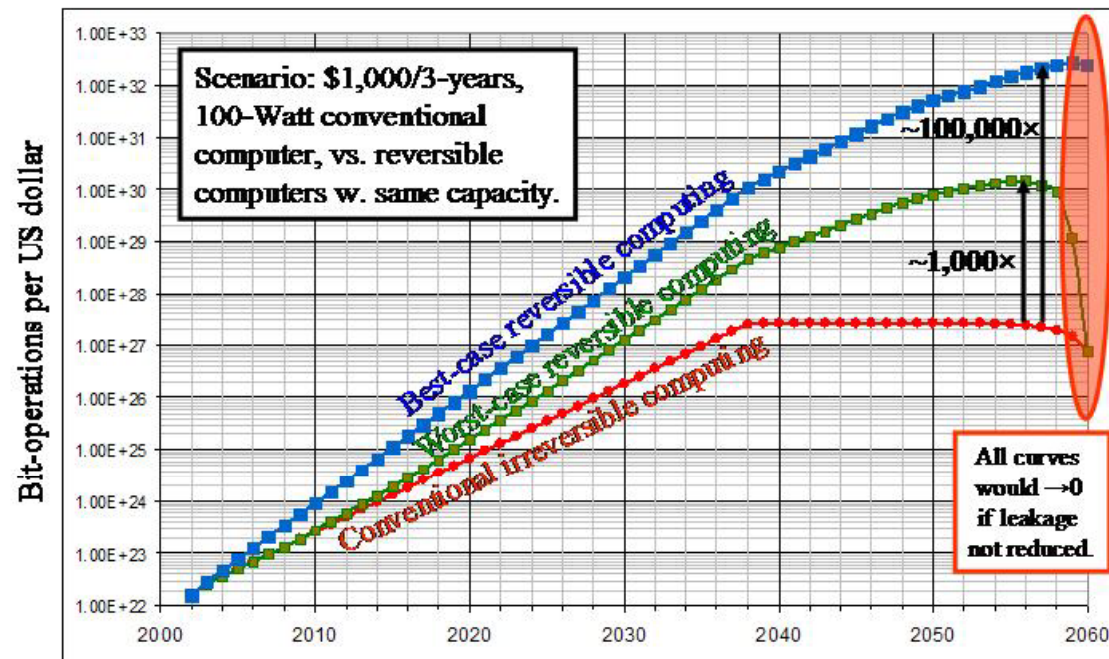
- Vir [3]



CISE



## Cost-Efficiency of Reversibility



## 8.7. Literatura

- [1] B:Hayes: Reverse engineering, American Scientist, March-April 2006, Vol.94, Num.2, p.107
- [2]<http://www.research.ibm.com/journal/rd/176/ibmrd1706G.pdf>
- [3]  
<http://www.cise.ufl.edu/research/revcomp/>