



Laboratorij za načrtovanje integriranih vezij

Univerza *v Ljubljani*  
Fakulteta *za elektrotehniko*

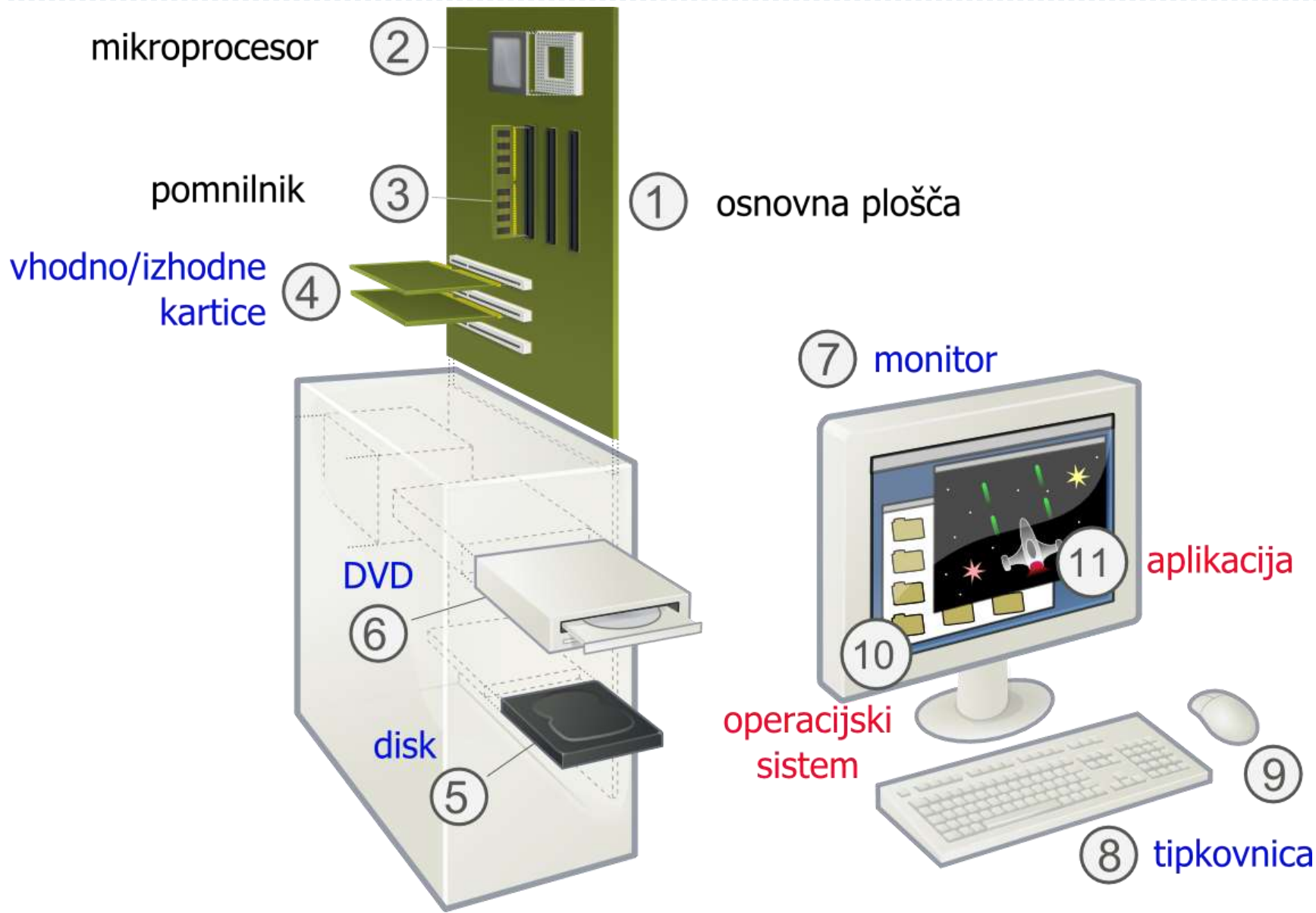


## Digitalni Elektronski Sistemi

Digitalni sistemi

Vgrajeni digitalni sistemi

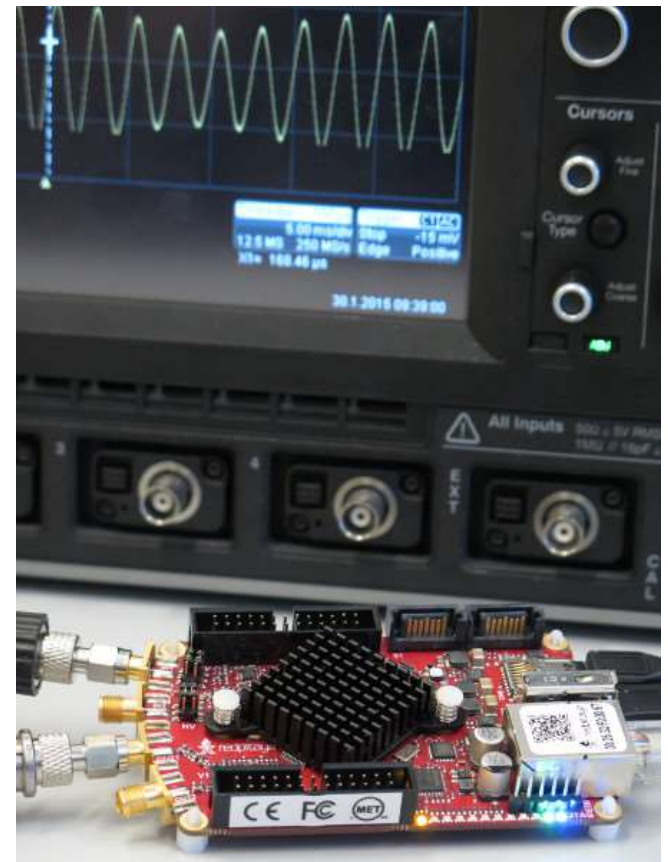
# Digitalni sistem: osebni računalnik



# Računalnik na enem tiskanem vezju

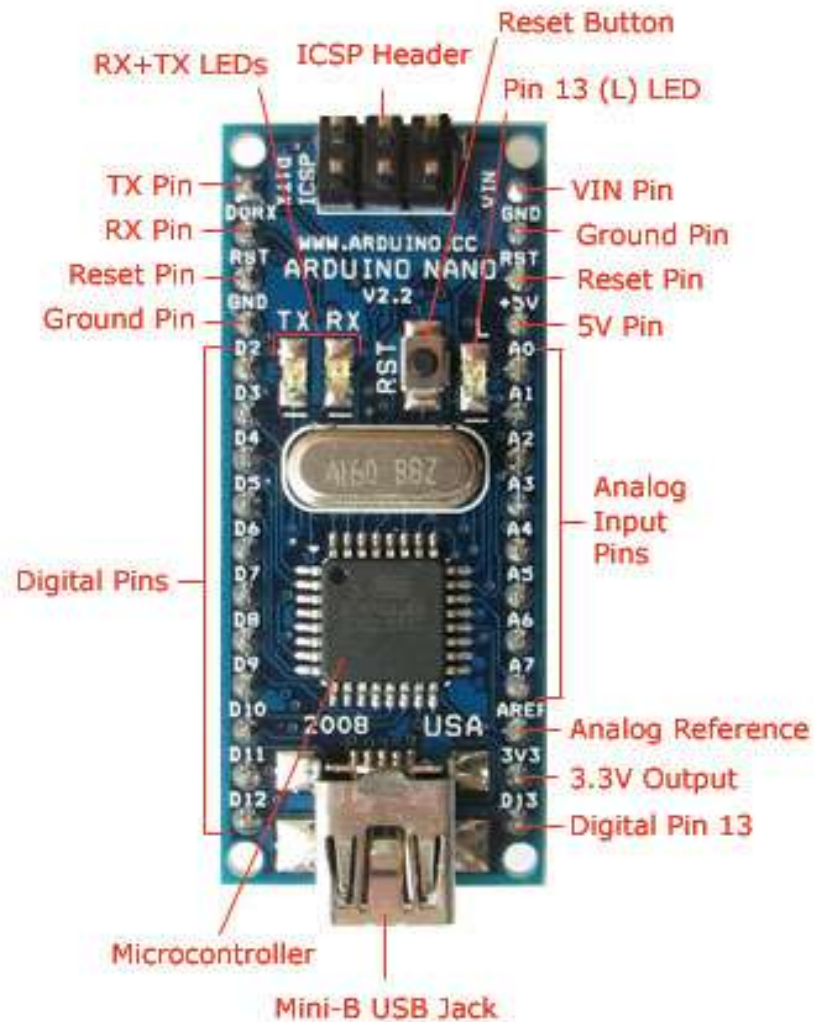
## ▶ Single Board Computer

- ▶ mikroprocesor, pomnilnik in FLASH disk
- ▶ vhodno / izhodne enote: USB, Ethernet, RS232
- ▶ prilagojen operacijski sistem in vzajemne (interactive) aplikacije



# Računalnik na integriranem vezju (čipu)

- ▶ mikrokrmilnik (Microcontroller)
  - ▶ mikroprocesor,
  - ▶ pomnilnik (RAM in FLASH) in
  - ▶ vhodno / izhodne enote na čipu.
  - ▶ enostaven odzivni (reactive) operacijski sistem in aplikacija



# Vgrajeni sistemi (vgnezdeni sistemi)

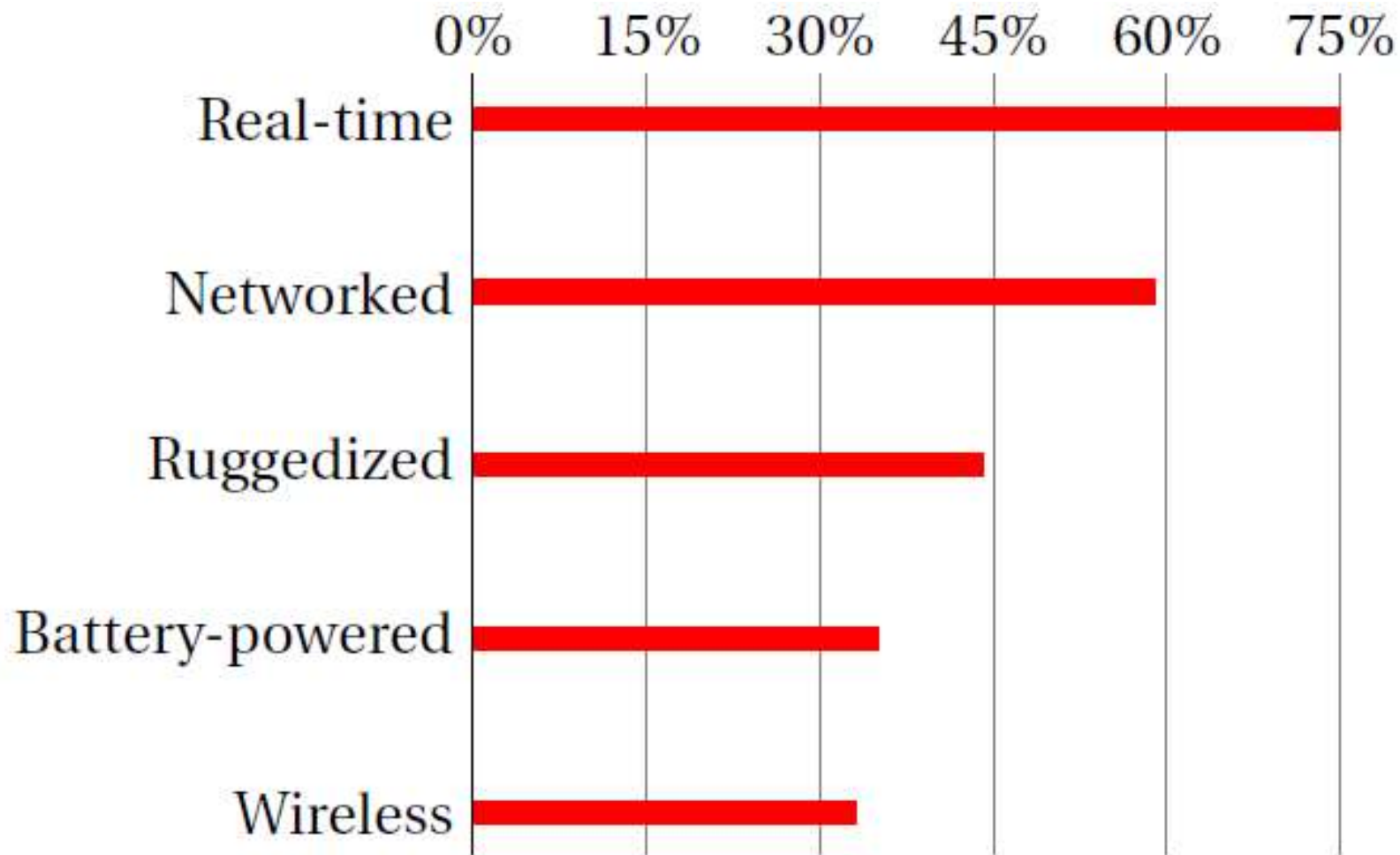
---

- ▶ Večina digitalnih sistemov je v obliki vgrajenih sistemov (angl. Embedded System)
- ▶ Definicija vgrajenega sistema (IEEE 1992):

"Računalniški sistem, ki je v sklopu večjega sistema in opravlja del zahtevanih nalog tega sistema."

- ▶ Mikroprocesorski vgrajeni sistem: mikroračunalnik, na katerega so priključene mehanske, električne ali podobne naprave

## Skupne značilnosti vgrajenih sistemov

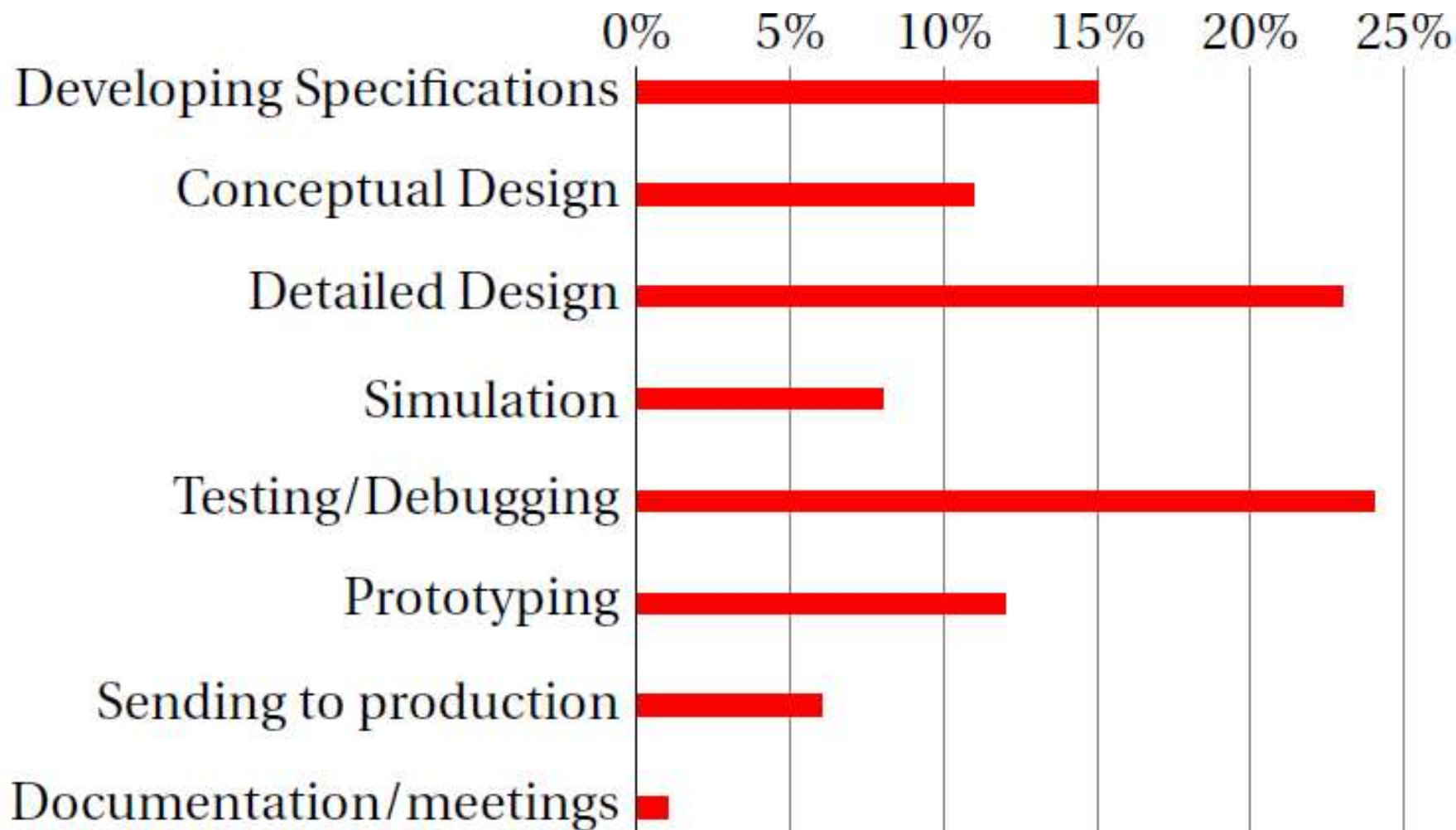


- 60 % vsebuje več različnih integriranih vezij
- 45% vsebuje programirljivo vezje (FPGA)

Source: 2009 Embedded Market Study

# Časovna delitev razvoja sistema

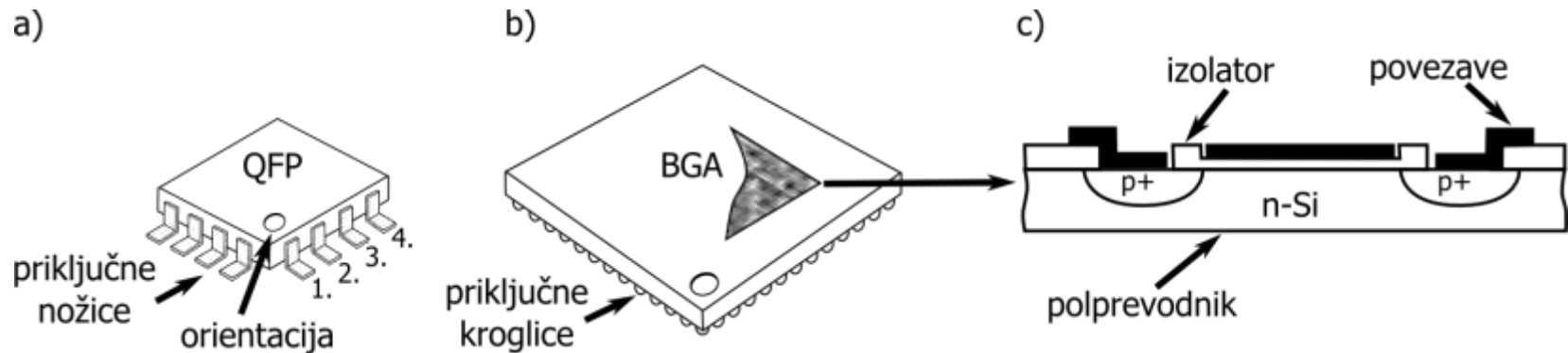
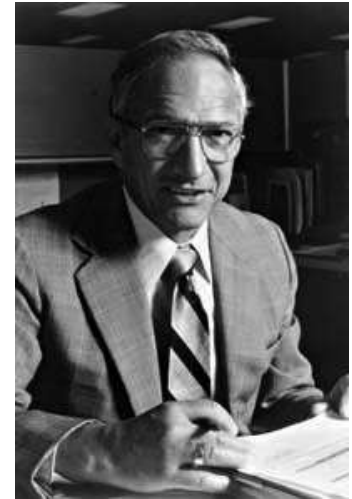
---



Source: 2009 Embedded Market Study

# Razvoj: Robert Noyce in integrirana vezja

- ▶ J. Kilby in R. Noyce izumila mikroelektronsko vezje na rezini polprevodnika – integrirano vezje
- ▶ Fairchild Semiconductor 1957
- ▶ Soustanovitelj podjetja Intel

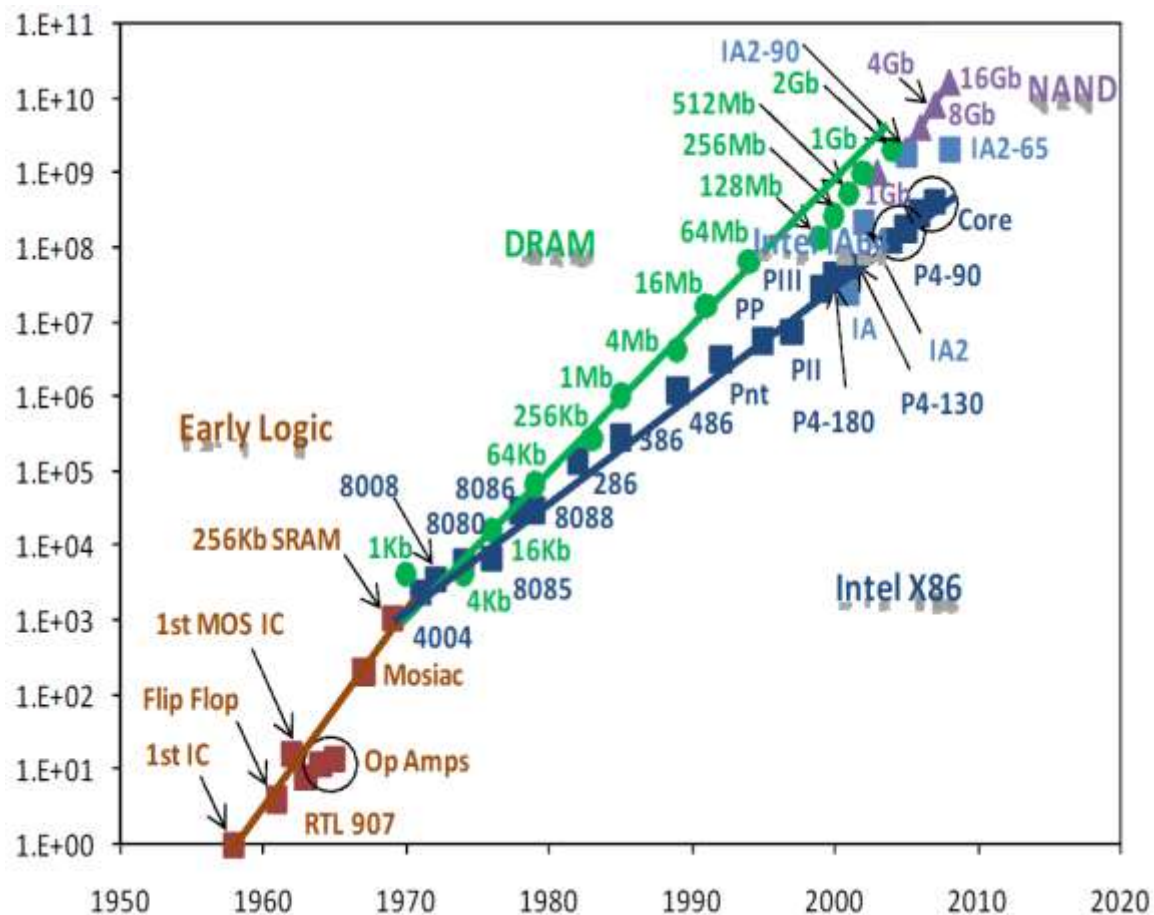


Sodobno integrirano vezje v ohišju QFP (a) in BGA (b), prerez silicijeve rezine z vezjem (c)



# Gonilo razvoja: Moorov zakon

- ▶ Gordon Moore in R. Noyce ustanovila Intel 1968
- ▶ Moorov zakon: število transistorjev na čipu se podvoji vsako leto (od leta 1975)



- ▶ Def: integrirano vezje, ki izvaja vse ali večino funkcij celotnega elektronskega sistema
- ▶ Za sisteme je značilna kompleksnost
  - ▶ komponente so lahko zelo velika vezja (npr. RAM), a imajo enostavno strukturo
- ▶ Sistem lahko vsebuje analogne komp., vendar je večina sistema digitalno vezje
  - ▶ najbolj kompleksne funkcije lahko naredimo le z digitalnim vezjem

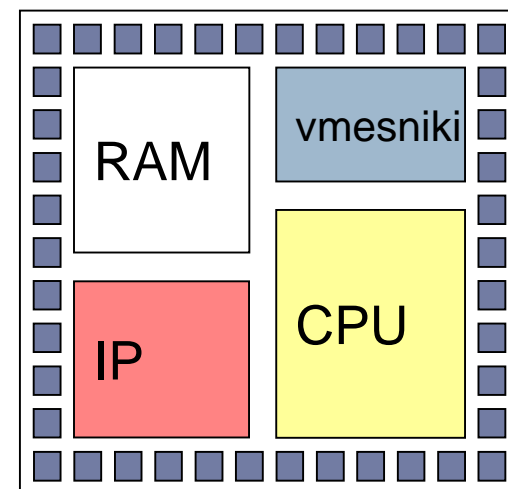
## System-on-Chip

procesor (CPU)

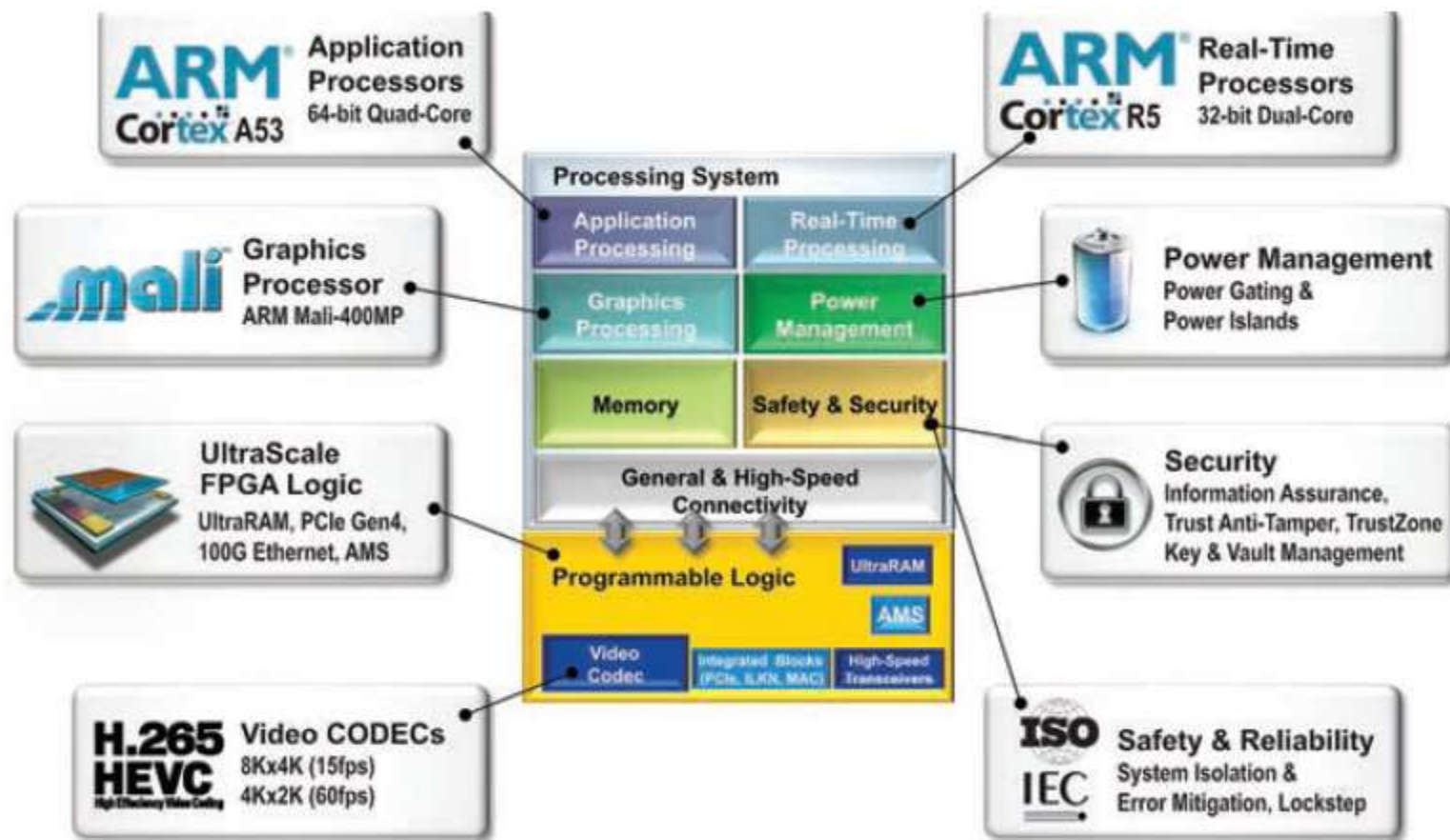
Pomnilnik (RAM, flash)

Komunikacijski vmesnik

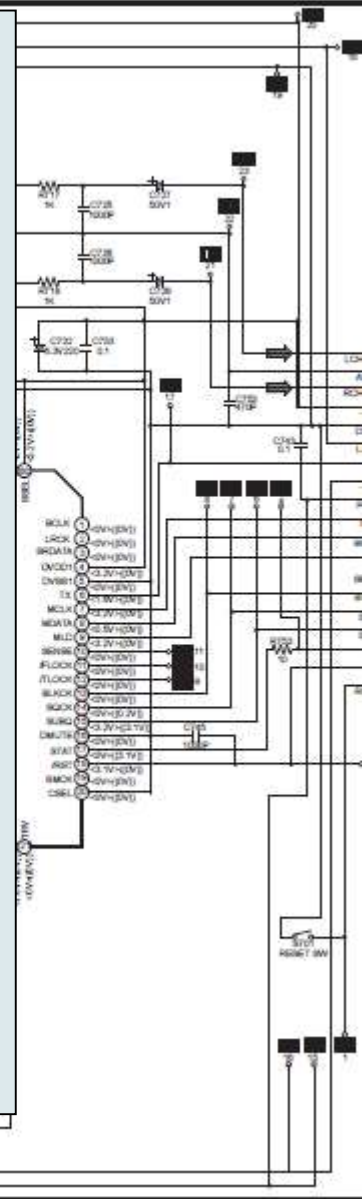
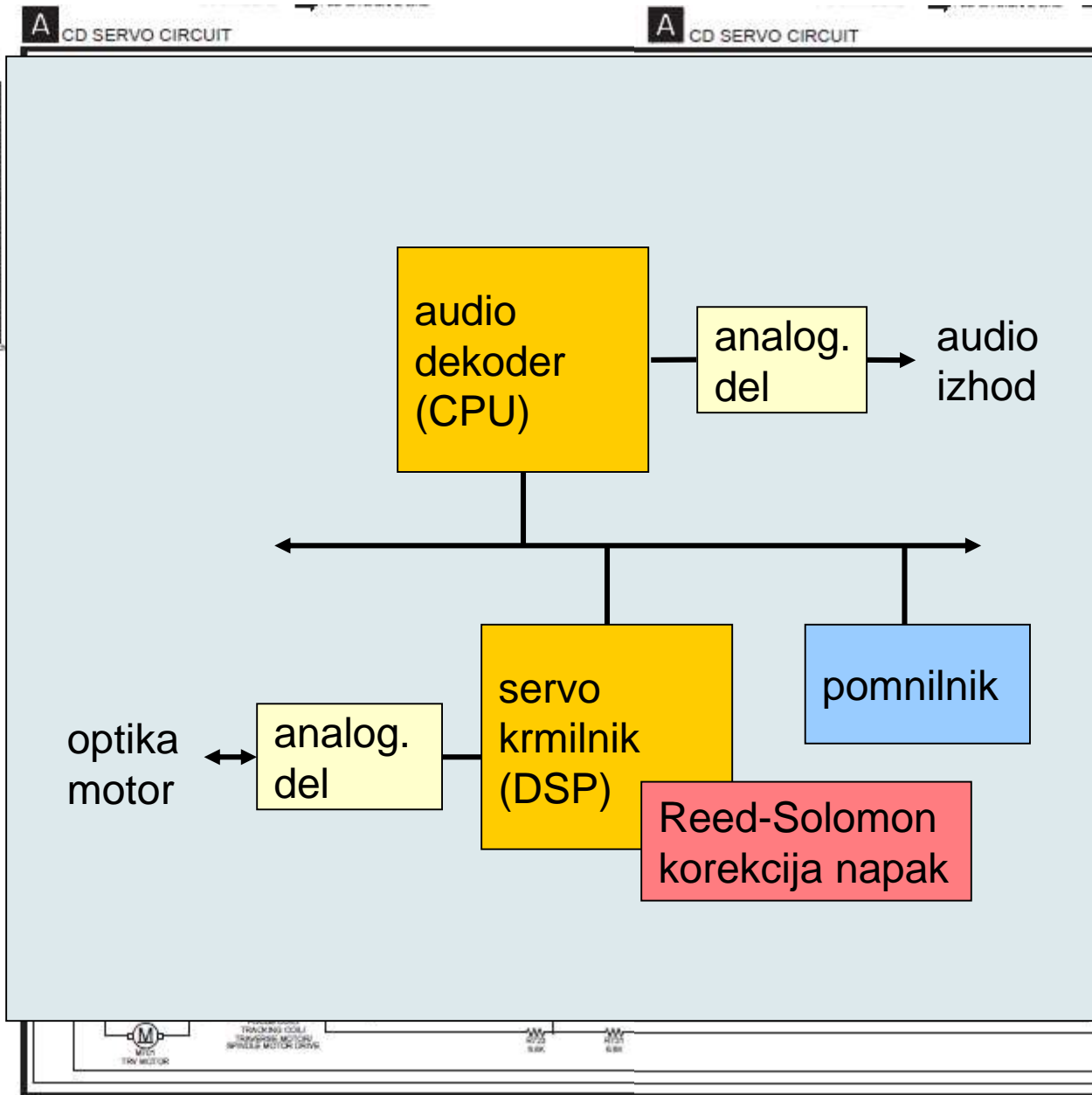
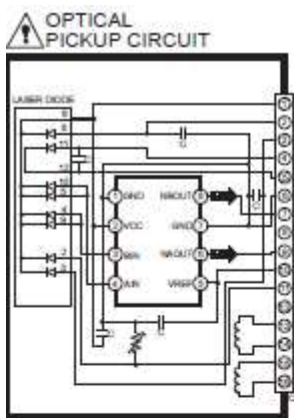
Namenska vezja (IP)



# Sistem na čipu



# Naprava: predvajanje glasbe



# Prednosti digitalne tehnike

---

- ▶ Digitalni signal je neobčutljiv na motnje, ki jih poznamo iz analognih sistemov
- ▶ Digitalna vezja so učinkovita in ekonomična pri obdelavi signalov
- ▶ Nekateri algoritmi lahko naredimo le z digitalnim vezjem
  - ▶ npr. algoritmi za zgoščevanje signala, ki zmanjšajo zahteve pri shranjevanju in prenosu podatkov