

Projektovanje elektronskih kola

Prof. dr Predrag Petković,
dr Miljana Milić

Katedra za elektroniku
Elektronski fakultet Niš

LEDA - Laboratory for Electronic Design Automation
<http://leda.elfak.ni.ac.yu/>
28.02.2019.



1

Projektovanje elektronskih kola



LEDA - Laboratory for Electronic Design Automation
<http://leda.elfak.ni.ac.yu/>
28.02.2019.



2

Ekonomski aspekt

Tehnološki aspekt projektovanja

Sistemske aspekt projektovanja

Aspekt testiranja

Ekonomski aspekt

Pravni aspekt

Ekološki aspekt projektovanja

LEDA - Laboratory for Electronic Design Automation
<http://leda.elfak.ni.ac.yu/>



3

Pravni aspekt

Standardi

Dokumenti koji sadrže usaglašena pravila, uputstva ili karakteristike koje se odnose na aktivnosti (proizvodnja i upravljanje) i njihove rezultate (gotova roba).

Uređuju i obezbeđuju kompatibilnost proizvoda različitih proizvođača.

Njihovo poštovanje predstavlja preduslov za kvalitet proizvoda.

LEDA - Laboratory for Electronic Design Automation
<http://leda.elfak.ni.ac.yu/>



4

Pravni aspekt

Standardi

Medunarodni :

- ISO International Organization for Standardization
- IEC International Electrotechnical Commission
- ITU International Telecommunication Union



www.iso.org

Međunarodna organizacija za standardizaciju



www.iec.ch

Međunarodna elektrotehnička komisija



www.wssn.net

Svetska mreža organizacija za standardizaciju

LED A - Laboratory for Electronic Design Automation
<http://leda.elfak.ni.ac.yu/>
28.02.2019.



5

ISO 9000 and ISO 14000 - in brief

The ISO 9000 and ISO 14000 families are among ISO's most widely known standards ever. **ISO 9000 and ISO 14000 standards are implemented by some 634 000 organizations in 152 countries.** ISO 9000 has become an international reference for quality management requirements in business-to-business dealings, and ISO 14000 is well on the way to achieving as much, if not more, in enabling organizations to meet their environmental challenges.

The **ISO 9000** family is primarily concerned with **"quality management"**. This means what the organization does to fulfil:

- the customer's quality requirements, and
- applicable regulatory requirements, while aiming to
- enhance customer satisfaction, and
- achieve continual improvement of its performance in pursuit of these objectives.

The **ISO 14000** family is primarily concerned with **"environmental management"**. This means what the organization does to:

- minimize harmful effects on the environment caused by its activities, and to
- achieve continual improvement of its environmental performance.

LED A - Laboratory for Electronic Design Automation
<http://leda.elfak.ni.ac.yu/>
28.02.2019.



6

Pravni aspekt

Standardi

Regionalni:

- CEN European Committee for Standardization
- CENELEC (Elektrotehnika)
- ETSI (Telekomunikacije)



www.cen.eu

Evropski komitet za standardizaciju



www.cenelec.org

Evropski komitet za elektrotehničku standardizaciju

LED A - Laboratory for Electronic Design Automation
<http://leda.elfak.ni.ac.yu/>
28.02.2019.



7

Pravni aspekt

Standardi

Nacionalni standardi (DIN, ANSI, ГОСТ,...)



www.din.de

Nemački institut za standardizaciju



www.bsi-global.com

Britanski institut za standarde



www.astm.org

Američko društvo za ispitivanje i materijale



www.gost-r.info

Certyfikacija u Rusiji

LED A - Laboratory for Electronic Design Automation
<http://leda.elfak.ni.ac.yu/>
28.02.2019.



8

Pravni aspekt

Nacionalni standardi

[Bosnia and Herzegovina \(BASMP\)](#)

[Croatia \(DZNM\)](#)

[Slovenia \(SIST\)](#)

[France \(AFNOR\)](#)

[Germany \(DIN\)](#)

[Greece \(ELOT\)](#)

[Russian Federation \(GOST R\)](#)

[USA \(ANSI\)](#)

[United Kingdom \(BSI\)](#)

[Institut za standardizaciju Srbije \(SRPS\)](#)
[Institute for Standardization of Serbia](#)



LED A - Laboratory for Electronic Design Automation
<http://leda.elfak.ni.ac.yu/>
28.02.2019.



9

Pravni aspekt



[Institut za standardizaciju Srbije \(SRPS\)](#)
[Institute for Standardization of Serbia](#)

<http://www.iss.rs>



LED A - Laboratory for Electronic Design Automation
<http://leda.elfak.ni.ac.yu/>
28.02.2019.



10

Pravni aspekt

Standardi

Korporacijski standardi, brendovi



LED A - Laboratory for Electronic Design Automation
<http://leda.elfak.ni.ac.yu/>
28.02.2019.



11

Ekološki aspekt

Tehnološki aspekt projektovanja

Sistemske aspekt projektovanja

Aspekt testiranja

Ekonomski aspekt

Pravni aspekt

Ekološki aspekt projektovanja

LED A - Laboratory for Electronic Design Automation
<http://leda.elfak.ni.ac.yu/>



12

Ekološki aspekt projektovanja

Broj elektronskih uređaja u upotrebi postaje sve veći!

- Da li ćemo imati dovoljno energije za njihov rad?

Raste broj elektronskih uređaja van upotrebe!

- Šta raditi sa uređajima koji se ne koriste?



LEDA - Laboratory for Electronic Design Automation
<http://leda.elfak.ni.ac.yu/>

13

Ekološki aspekt projektovanja

Rešenje tražiti još tokom projektovanja:

Projektovanje za prirodnu okolinu

Glavni problemi

- Potrošnja energije
- Zagađenje istrošenim proizvodima
- Zagađivanje otrovnim materijalima



LEDA - Laboratory for Electronic Design Automation
<http://leda.elfak.ni.ac.yu/>



14

Ekološki aspekt projektovanja

Potrošnja energije

- More than 30 billion kilowatt-hours of energy is wasted because many of us simply forget to shut down our computers when we're not using them. Even with a screen saver on, when you're not using it, it's STILL using up to 280 watts/hour of completely wasted power.

(<http://www.indianweb2.com/2007/07/localcooling-save-pc-power-consumption-fight-globalwarming/>)

LEDA - Laboratory for Electronic Design Automation
<http://leda.elfak.ni.ac.yu/>



15

Ekološki aspekt projektovanja

Potrošnja energije

- I najmanje smanjenje potrošnje kada se pomnoži brojem uređaja dovodi do značajnih ušteda
- SAD troše 10GW za napajanje 'isključenih' uređaja!

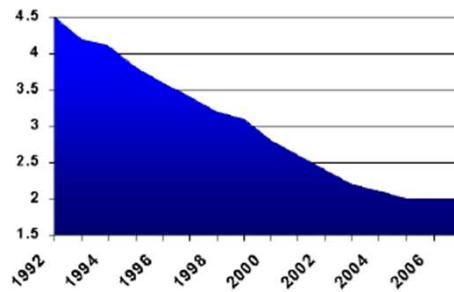
LEDA - Laboratory for Electronic Design Automation
<http://leda.elfak.ni.ac.yu/>



16

Ekološki aspekt projektovanja

Tehnološki vek računara
proizvedenih 1999. je 3,1 godina!



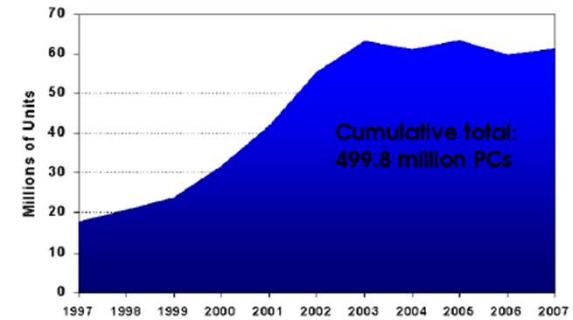
LEDA - Laboratory for Electronic Design Automation
<http://leda.elfak.ni.ac.yu/>



17

Ekološki aspekt projektovanja

Gomilanje elektronskog otpada!



LEDA - Laboratory for Electronic Design Automation
<http://leda.elfak.ni.ac.yu/>



18

Ekološki aspekt projektovanja

Projektovanje za prirodnu okolinu:

- Briga o zdravlju
- Briga o prirodnoj okolini i sigurnosti tokom celog životnog veka proizvoda

Osnovne smernice

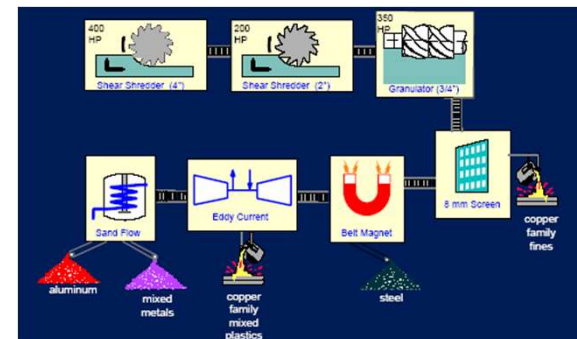
- Projektovanje za preradu
- Projektovanje za reciklažu
- Projektovanje za produženje životnog veka proizvoda

LEDA - Laboratory for Electronic Design Automation
<http://leda.elfak.ni.ac.yu/>



19

Ekološki aspekt projektovanja



LEDA - Laboratory for Electronic Design Automation
<http://leda.elfak.ni.ac.yu/>



20

Ekološki aspekt projektovanja

Novi materijali

HP bio-degradable plastic inkjet printer



- VPP prototyped material using existing production tooling
- 100% corn based plastic
- 0% petroleum based materials



LEDA - Laboratory for Electronic Design Automation
<http://leda.elfak.ni.ac.yu/>



21

Ekološki aspekt projektovanja

ISO 14000 i rezultati

- SGS Tomphson primena principa PPO dovelo do povećanja profita:
- energija sa 680kWh/\$1000 na 550kWh/\$1000
- voda 11,3m³/\$1000 na 7,8m³/\$1000
- Otpad sa 71% na 35%
- Potrošnja papira 1200t/god na 800t/god

LEDA - Laboratory for Electronic Design Automation
<http://leda.elfak.ni.ac.yu/>



22

Projektovanje elektronskih kola

2. Stilovi projektovanja i izrade prototipa

2.1 Stilovi projektovanja

2.2 Izbor stila projektovanja

2.3 Stilovi izrade prototipa

LEDA - Laboratory for Electronic Design Automation
<http://leda.elfak.ni.ac.yu/>
28.02.2019.



23

1.5 Stilovi projektovanja

Tipovi kola

Prema vrsti signala

- Analogna
- Digitalna
- Mešovita AD

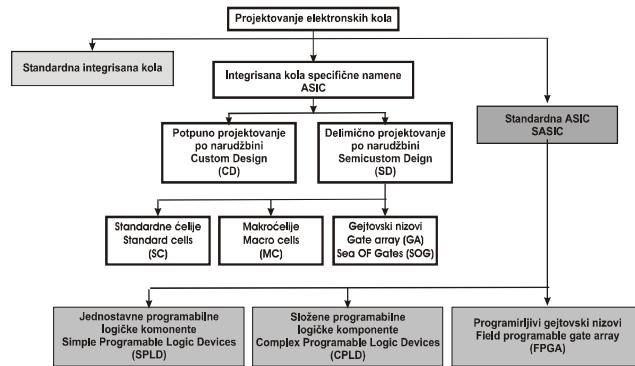
Prema „stepenu integracije“

- ~~Diskretne komponente~~ Sve ređe
- Standardna integrisana kola
- Integrisana kola specifične namene

LEDA - Laboratory for Electronic Design Automation
<http://leda.elfak.ni.ac.yu/>



1.5 Stilovi projektovanja



LEDA - Laboratory for Electronic Design Automation
<http://leda.elfak.ni.ac.yu/>



Standardna integrisana kola

Kola koja postoje na tržištu i mogu se kupiti u radnji.
 Oznaka definiše tip kola i njegovu namenu (katalozi)
 CD4000, LM741, mA741, 74xxx serija,...

2. Package and Marking

ATMEL

Six Channel
Sigma-Delta A/D
Converter

AT73C501

Package: SOIC28

Marking: YYWWZZ AS5501 NC52FL (date code)
 YYWWZZ AS5502 NC52FH (AS-number dependent on version)
 NC52FL NC52FH (coded default setup)



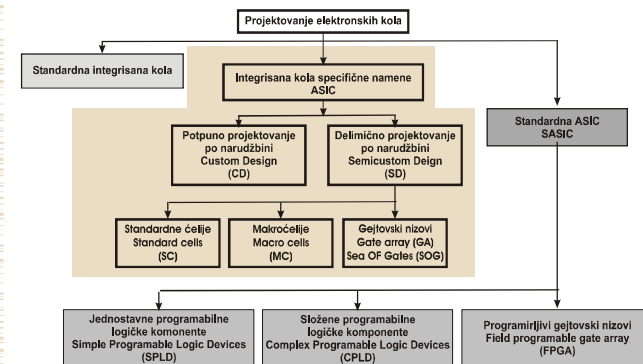
Integrisana kola specifične namene Application Specific IC (ASIC)

Application Specific Integrated Circuits	Integrisana Kola Specifčne Namene
--	-----------------------------------

LEDA - Laboratory for Electronic Design Automation
<http://leda.elfak.ni.ac.yu/>



Integrisana kola specifične namene Application Specific IC (ASIC)



LEDA - Laboratory for Electronic Design Automation
<http://leda.elfak.ni.ac.yu/>



Integrirana kola specifične namene Application Specific IC (ASIC)

Kola koja NE postoje na tržištu i NE mogu se kupiti u radnji.

Oznaka definiše tip kola samo neposrednom korisniku – ne nalaze se u katalogima, funkcija poznata samo korisniku

LEDA - Laboratory for Electronic Design Automation
<http://leda.elfak.ni.ac.yu/>



Integrirana kola specifične namene Application Specific IC (ASIC)

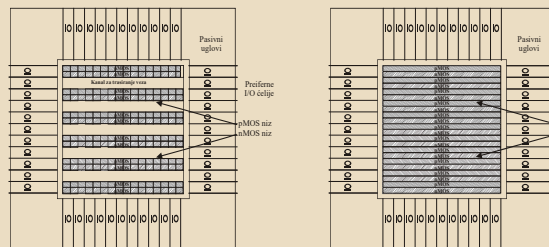
- Potpuno projektovanje po narudžbini
- Delimično projektovanje po narudžbini
 - Pretprojektovane strukture
 - Standardne ćelije
 - Makroćelije
 - Gejtovski nizovi

LEDA - Laboratory for Electronic Design Automation
<http://leda.elfak.ni.ac.yu/>



Integrirana kola specifične namene Application Specific IC (ASIC)

Gejtovski nizovi/matrice (Gate Array)



Gate Array

Sea of Gates

LEDA - Laboratory for Electronic Design Automation
<http://leda.elfak.ni.ac.yu/>



Standardna integrirana kola specifične namene Standard Application Specific IC (SASIC)

Standardna integrirana kola (kupuju se u radnji).

To su IC koja u sebi sadrže već uradjene i logičke komponente i veze.

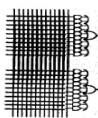
Korisnik programira konačnu funkciju koju obavljaju. Programiranje se sastji u tome da se neželjene veze prekinu ili da se formiraju željene veze (osigurači/antiosigurači), odnosno otvoreni /zatvoreni prekidači

LEDA - Laboratory for Electronic Design Automation
<http://leda.elfak.ni.ac.yu/>

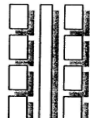


Standardna integrisana kola specifične namene Standard Application Specific IC (SASIC)

- PROM
- PLD
- EPLD,...



SPLD



CPLD



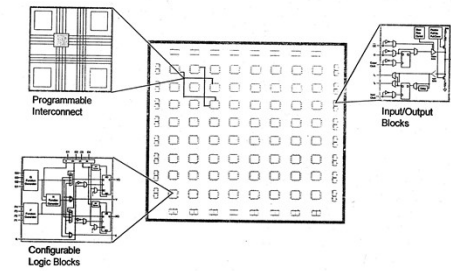
FPGA

LEDA - Laboratory for Electronic Design Automation
<http://leda.elfak.ni.ac.yu/>



Standardna integrisana kola specifične namene Standard Application Specific IC (SASIC)

FPGA Architecture



©1994 Xilinx

XILINX®

LEDA - Laboratory for Electronic Design Automation
<http://leda.elfak.ni.ac.yu/>



Projektovanje elektronskih kola

2. Stilovi projektovanja i izrade prototipa

2.1 Stilovi projektovanja

2.2 Izbor stila projektovanja

2.3 Stilovi izrade prototipa

LEDA - Laboratory for Electronic Design Automation
<http://leda.elfak.ni.ac.yu/>
28.02.2019.



35

Izbor stila projektovanja

Osobine standardnih integrisanih kola:

- ✓Poznata funkcija na osnovu oznake
- ✓Relativno jeftina

LEDA - Laboratory for Electronic Design Automation
<http://leda.elfak.ni.ac.yu/>



Izbor stila projektovanja

Osobine uređaja zasnovanih na standardnim integrisanim kolima:

- Lako se kopiraju
- Veći broj čipova na štampanoj ploči
- Glomazni su
- Broj lemnih tačaka veliki – pouzdanost manja

LEDA - Laboratory for Electronic Design Automation
<http://leda.elfak.ni.ac.yu/>



Izbor stila projektovanja

Osobine ASIC:

- ✓ Funkcija kola poznata samo naručiocu
- ✓ Cena zavisi od obima proizvodnje
- ✓ Broj pinova mali
- ✓ Naručilac projektuje i daje proizvođaču na izradu/doradu

LEDA - Laboratory for Electronic Design Automation
<http://leda.elfak.ni.ac.yu/>



Izbor stila projektovanja

Osobine uređaja zasnovanih na ASIC:

- + Teško se kopiraju
- + Manja cena ukoliko se izabere pravilni tip
- + Male dimenzije
- + Broj lemnih tačaka mali – pouzdanost veća

LEDA - Laboratory for Electronic Design Automation
<http://leda.elfak.ni.ac.yu/>



Izbor stila projektovanja

Osobine SASIC:

- ✓ Funkcija kola poznata samo naručiocu
- ✓ Cena velika
- ✓ Broj pinova veliki
- ✓ Naručilac projektuje i finalizuje

LEDA - Laboratory for Electronic Design Automation
<http://leda.elfak.ni.ac.yu/>



Izbor stila projektovanja

Osobine uređaja zasnovanih na SASIC:

- + Teško se kopiraju
- + Isplativa za male serije
- + Brza izrada prototipa
- Broj lemnih tačaka veliki – pouzdanost manja od ASIC
- Dimenzije štampe veće nego kod ASIC

LEDA - Laboratory for Electronic Design Automation
<http://leda.elfak.ni.ac.yu/>



Izbor stila projektovanja

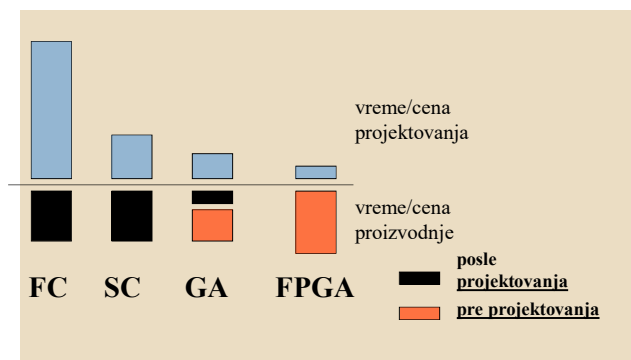
Koji ASIC?

- potpuno projektovanje po narudžbini
(Full custom design)
- delimično projektovanje po narudžbini,
(Semicustom design)
- SASIC (standardna ASIC)

LEDA - Laboratory for Electronic Design Automation
<http://leda.elfak.ni.ac.yu/>



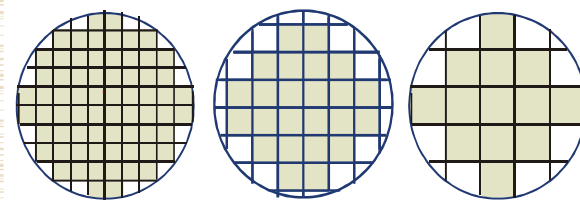
Izbor stila projektovanja



LEDA - Laboratory for Electronic Design Automation
<http://leda.elfak.ni.ac.yu/>



Izbor stila projektovanja



potpuno
projektovanje po narudžbini

ASIC

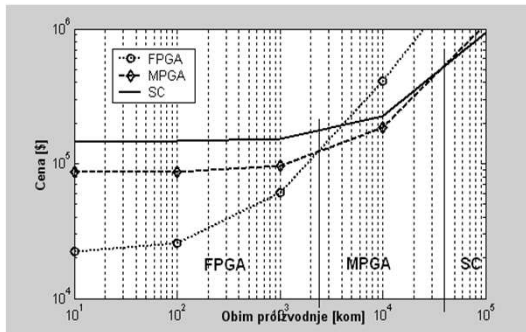
delimično

SASIC

LEDA - Laboratory for Electronic Design Automation
<http://leda.elfak.ni.ac.yu/>



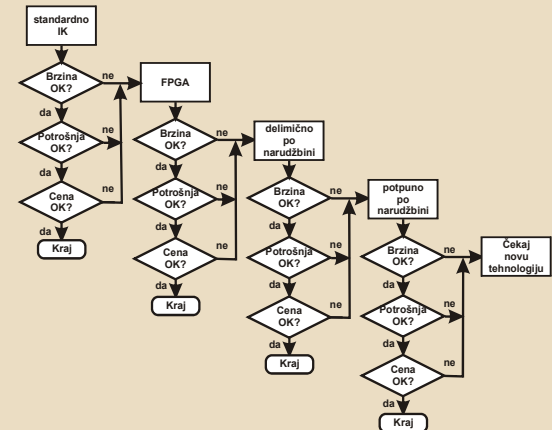
Izbor stila projektovanja



LEDA - Laboratory for Electronic Design Automation
<http://leda.elfak.ni.ac.yu/>



Izbor stila projektovanja



I. Uvod: Šta smo naučili?

Šta treba da znamo?

Elementarno (za potpis)

Stilovi projektovanja

Osnovna (za 6)

1. Šta su standardna IC, ASIC, SASIC?

2. Izbor stila projektovanja

LEDA - Laboratory for Electronic Design Automation
<http://leda.elfak.ni.ac.yu/>
 14.03.2018.



47

I. Uvod: Šta smo naučili?

Ispitna pitanja

- Standardi (tipovi, naš nacionalni standard)
- Šta su standardna IC, osobine
- ASIC, osobine i tipovi
- SASIC, osobine i tipovi?
- Poređenje standardnih, ASIC i SASIC sa stanovišta brzine izlaska na tržište i cene
- Poređenje osobina uređaja projektovanih na bazi različitih stilova projektovanja

LEDA - Laboratory for Electronic Design Automation
<http://leda.elfak.ni.ac.yu/>
 14.03.2018.



48

Projektovanje elektronskih kola

Sadržaj:

Sledeće nedelje

2. Stilovi projektovanja i izrade prototipa

2.1 Stilovi projektovanja

2.2 Izbor stila projektovanja

2.3 Stilovi izrade prototipa

LEDA - Laboratory for Electronic Design Automation
<http://leda.elfak.ni.ac.yu/>
28.02.2018.



49