

## 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/>  
06.03.2017.



1

## Projektovanje elektronskih kola



LEDA - Laboratory for Electronic Design Automation  
<http://leda.elfak.ni.ac.yu/>  
06.03.2017.



2

## 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/>  
06.03.2017.



3

## 2. Stilovi projektovanja

### Tipovi kola

#### Prema vrsti signala

- Analogna
- Digitalna
- Mešovita AD

#### Prema „stepenu integracije“

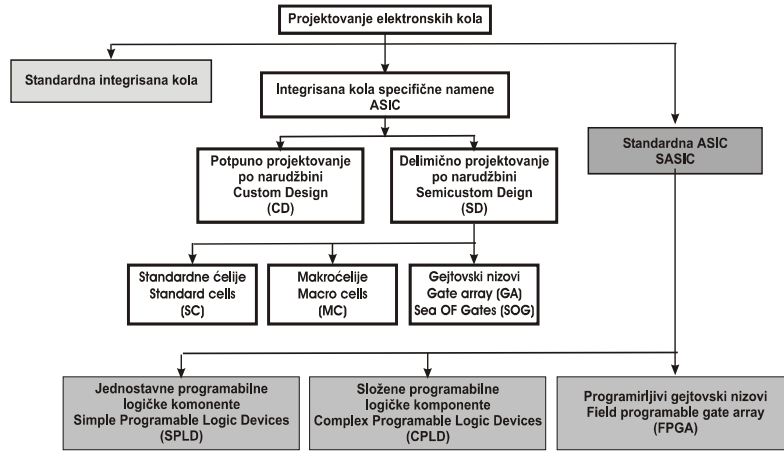
- ~~Diskretne komponente~~ Sve ređe
- Standardna integrisana kola
- Integrisana kola specifične namene
- SASIC - FPGA

LEDA - Laboratory for Electronic Design Automation  
<http://leda.elfak.ni.ac.yu/>  
06.03.2017.



4

## 2. Stilovi projektovanja



LEDA - Laboratory for Electronic Design Automation  
<http://leda.elfak.ni.ac.yu/>  
 06.03.2017.



5

## 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

YYWWZZ  
 AS5501(2)  
 NC52FL(H)

Package: SOIC28  
 Marking: YYWWZZ YYWWZZ (date code)  
 AS5501 AS5502 (AS-number dependent on version)  
 NC52FL NC52FH (coded default setup)

ATMEL  
 Six Channel Sigma-Delta A/D Converter  
 AT73C501

6

## Integrisana kola specifične namene Application Specific IC (ASIC)

Application  
 Specific  
 Integrated  
 Circuits

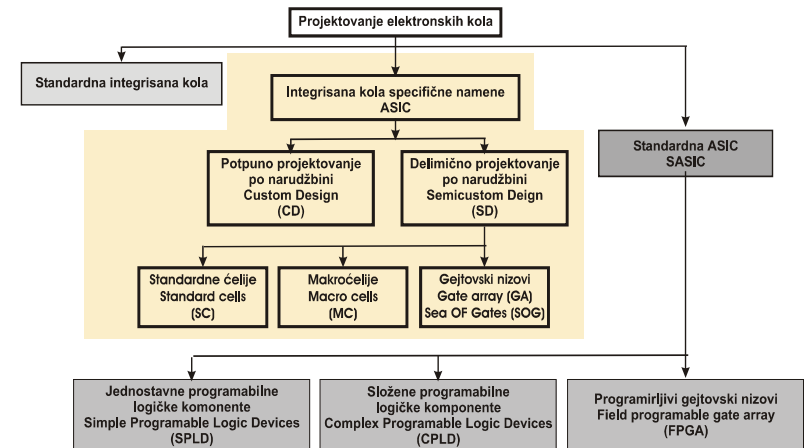
Integrisana  
 Kola  
 Specifčne  
 Namene

LEDA - Laboratory for Electronic Design Automation  
<http://leda.elfak.ni.ac.yu/>  
 06.03.2017.



7

## Integrisana kola specifične namene Application Specific IC (ASIC)



LEDA - Laboratory for Electronic Design Automation  
<http://leda.elfak.ni.ac.yu/>  
 06.03.2017.



8

## Integrirana kola specifične namene Application Specific IC (ASIC)

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

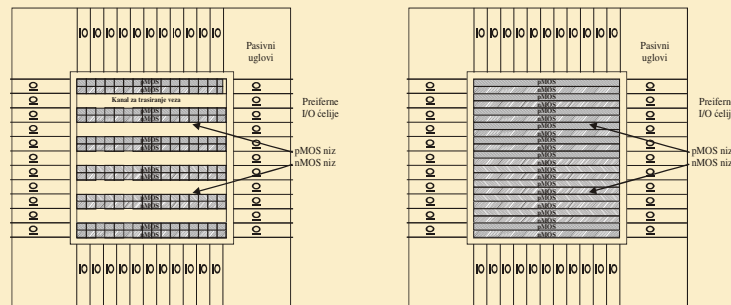
Oznaka definiše tip kola samo neposrednom korisniku – ne nalaze se u katalogima, funkcija poznata samo korisniku

## Integrirana kola specifične namene Application Specific IC (ASIC)

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

## Integrirana kola specifične namene Application Specific IC (ASIC)

### Gejtovski nizovi/matrice (Gate Array)



Gate Array

Sea of Gates

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

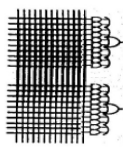
Standardna integrirana kola (kupuju se u radnji).

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

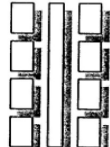
Korisnik programira konačnu funkciju koju obavljaju. Programiranje se sastoji u tome da se neželjene veze prekinu ili da se formiraju željene veze (osigurači/antiosigurači), odnosno otvoreni /zatvoreni prekidači

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

- PROM
- PLD
- EPLD,...



SPLD



CPLD



PGA

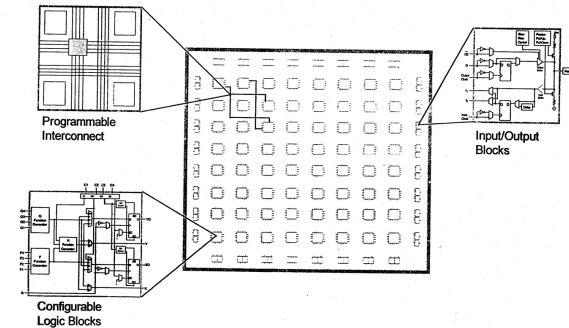
LEDA - Laboratory for Electronic Design Automation  
<http://leda.elfak.ni.ac.yu/>  
06.03.2017.



13

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

### FPGA Architecture



1994-14

XILINX®

LEDA - Laboratory for Electronic Design Automation  
<http://leda.elfak.ni.ac.yu/>  
06.03.2017.



14

## 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/>  
06.03.2017.



15

## 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/>  
06.03.2017.



16

## 2.2 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

## 2.2 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

## 2.2 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

## 2.2 Izbor stila projektovanja

### Osobine SASIC:

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

## 2.2 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



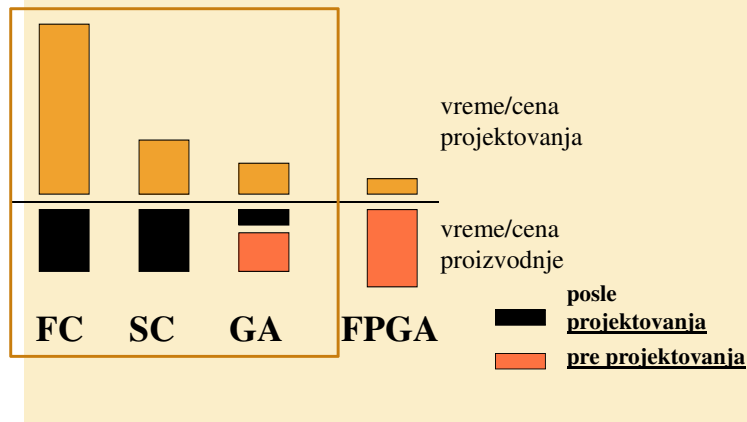
## 2.2 Izbor stila projektovanja

### Koji ASIC?

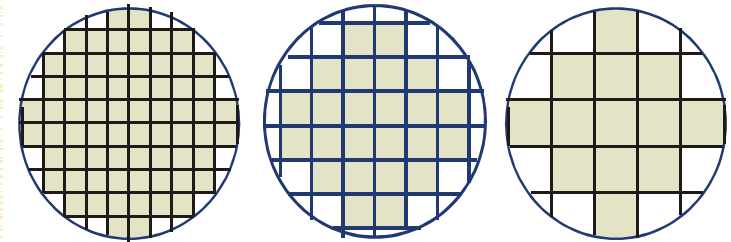
- potpuno projektovanje po narudžbini  
(Full custom design)
- delimično projektovanje po narudžbini,  
(Semicustom design)
- SASIC (standardna ASIC)



## 2.2 Izbor stila projektovanja



## 2.2 Izbor stila projektovanja



potpuno projektovanje po narudžbini

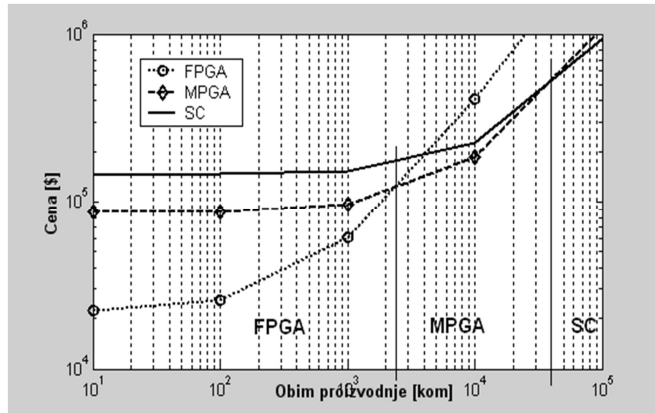
ASIC

delimično projektovanje po narudžbini

SASIC



## 2.2 Izbor stila projektovanja

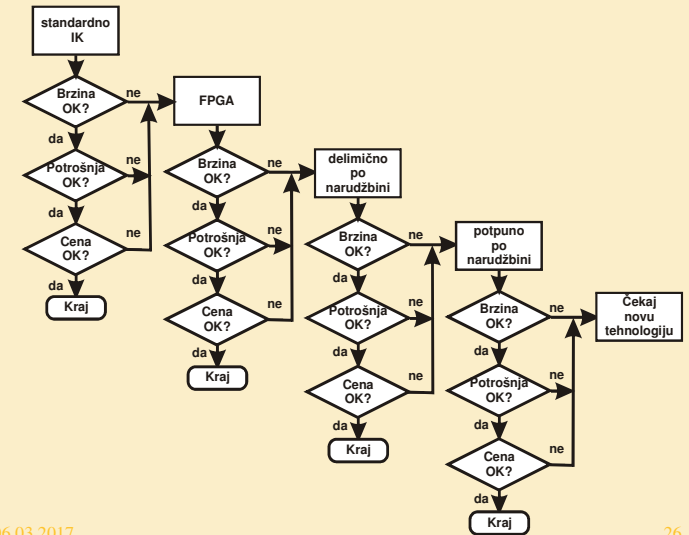


LEDA - Laboratory for Electronic Design Automation  
<http://leda.elfak.ni.ac.yu/>  
 06.03.2017.



25

## 2.2 Izbor stila projektovanja



06.03.2017.

26

## 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/>  
 06.03.2017.



27

## 2.3 Stilovi izrade prototipa

- Bez lemljenja
  - Protobord – Protoboard, Breadboards
  - Vrapovanje – Wrapping
  - Razvojne ploče
- Sa lemljenjem
  - Raster ploče – stripboards
  - Štampane ploče – Printed Circuits Boards (PCB)

LEDA - Laboratory for Electronic Design Automation  
<http://leda.elfak.ni.ac.yu/>  
 06.03.2017.

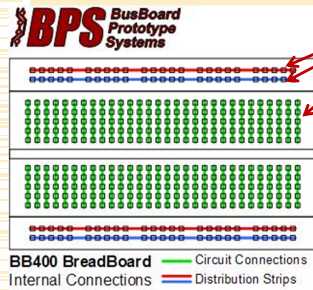


28

## 2.3 Stilovi izrade prototipa

### Protobord

- ◆ Tabla sa ugrađenim vezama.
- ◆ Komponente se samo „ubodu“ u otvore.
- ◆ Jednostavne, ne zahtevaju lemljenje
- ◆ Pogodne za brza ispitivanja

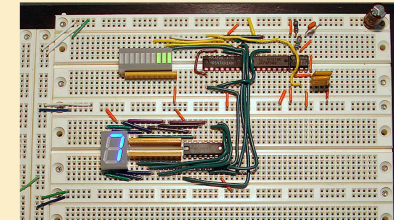


06.03.2017.

29

## 2.3 Stilovi izrade prototipa

Najlakši način da se napravi prototip bez lemljenja.



7-20

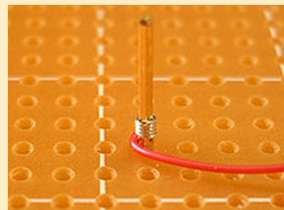
10\*

06.03.2017.

30

## 2.3 Stilovi izrade prototipa

Vrapovanje (Wrapping) – zahteva specijalni alat



4\*

4\*

06.03.2017.

31

## 2.3 Stilovi izrade prototipa

### Razvojna ploča

– sadrži ugrađene programabilne komponente, pobudu, displej,...

-Uglavnom za veće projekte vezane za digitalnu elektroniku

- Postoje i programirljiva analogna kola ali njihova upotreba nije rasprostranjena

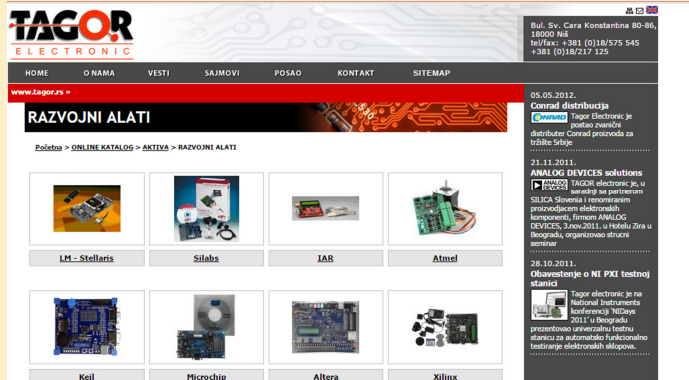
06.03.2017.

32



## 2.3 Stilovi izrade prototipa

Razvojne ploče zahtevaju odgovarajuće alate za programiranje (učenje)



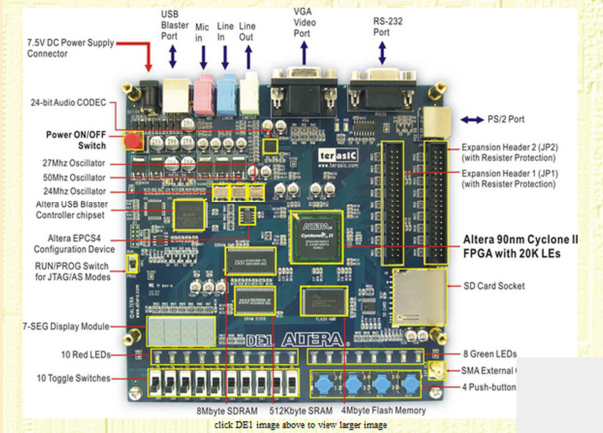
06.03.2017.

33

## 2.3 Stilovi izrade prototipa

Primer 1:

### Altera DE1 Board Resources for Students

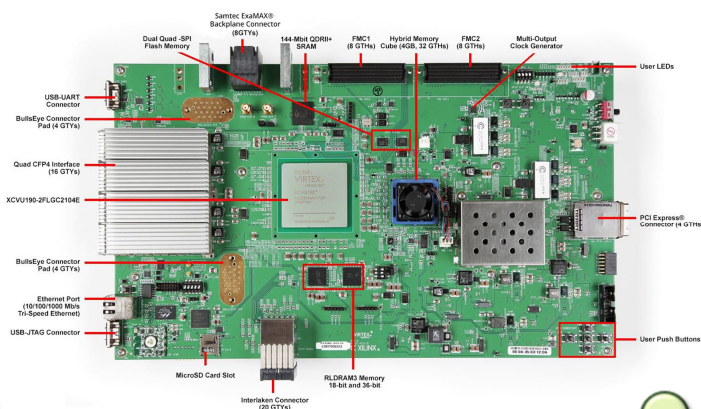


06.03.2017.

34

## 2.3 Stilovi izrade prototipa

Primer 2:



06.03.2017.

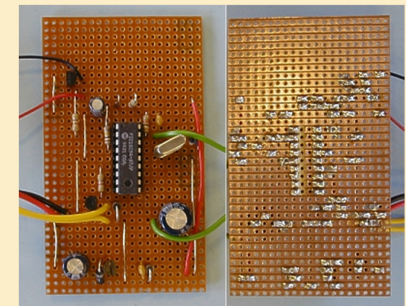
35

## 2.3 Stilovi izrade prototipa

Rasrter ploča - Stripboard:

Izolator sa otvorima, sa donje strane otvori prekriveni bakrom.

Komponente moraju da se leme.



3/22

06.03.2017.

36

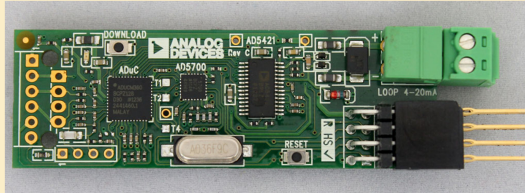
## 2.3 Stilovi izrade prototipa

Štampana ploča (Printed Circuit Board):

Izolator potpuno prekriven bakrom sa bar sa jedne strane.

Po bakru se crtaju veze, a ostatak bakra se odstranjuje.

Po potrebi se pločica buši za fiksiranje komponenata kroz otvore.



06.03.2017.

37

## I. Uvod: Šta smo naučili?

Šta treba da znamo?

**Elementarno (za potpis)**

**Šta je projektovanje elektronskih kola?**

**Osnovna (za 6)**

1. Domeni opisa projekta
2. Aspekti projektovanja

LEDA - Laboratory for Electronic Design Automation  
<http://leda.elfak.ni.ac.yu/>  
06.03.2017.



38

## I. Uvod: Šta smo naučili?

Šta treba da znamo?

**Ispitna pitanja**

- a) Nivoi projektovanja
- b) Faze projektovanja
- c) Projektovanje u užem smislu
- d) Tehnološki aspekt projektovanja
- e) Aspekt testiranja
- f) Ekonomski aspekt projektovanja

LEDA - Laboratory for Electronic Design Automation  
<http://leda.elfak.ni.ac.yu/>  
06.03.2017.



39

## 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/>  
06.03.2017.



40

## I. Uvod: Šta smo naučili?

### Ispitna pitanja

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

## I. Uvod

### Sadržaj:

- I. Osnovni pojmovi  
**Sledeće nedelje**
- II. Analiza el. kola primenom računara**
- III. Optimizacija el. kola