



Laboratorij za načrtovanje integriranih vezij

Univerza v Ljubljani
Fakulteta za elektrotehniko

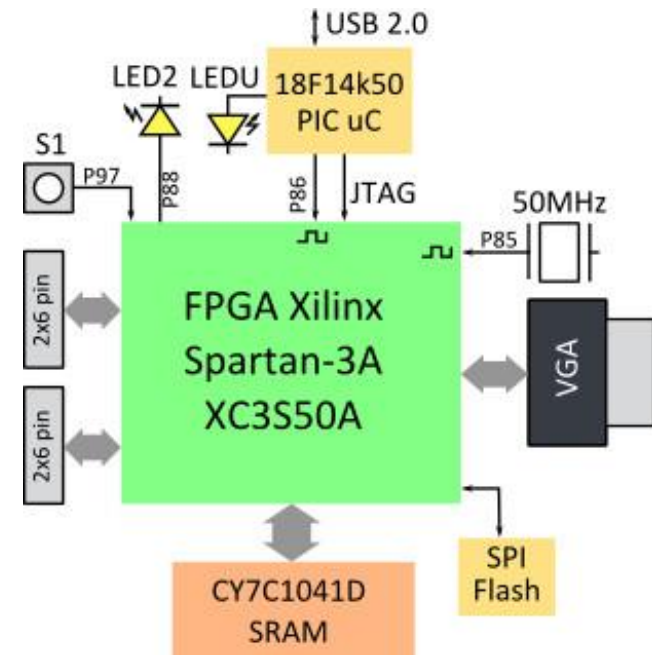
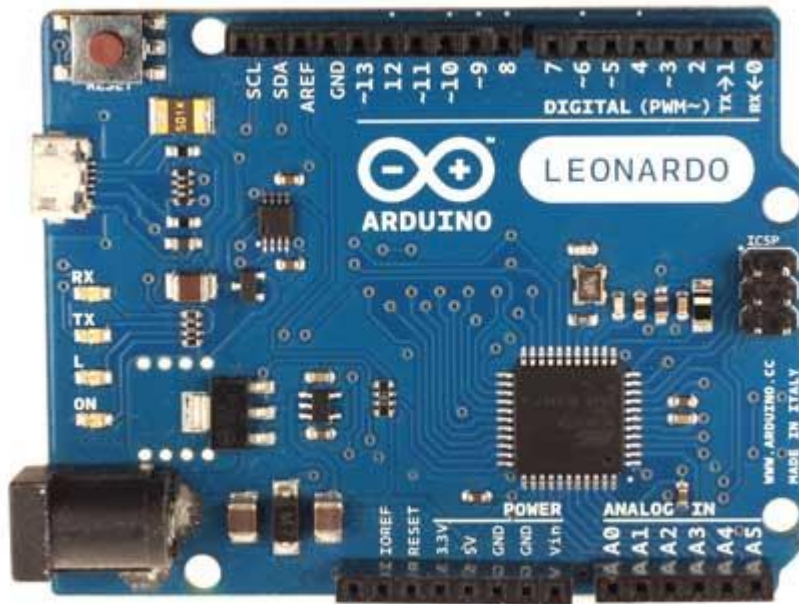


Arduino-FPGA vremenska postaja

DES 2013/14 - razvoj vgrajenega sistema

Arduino grafični vmesnik

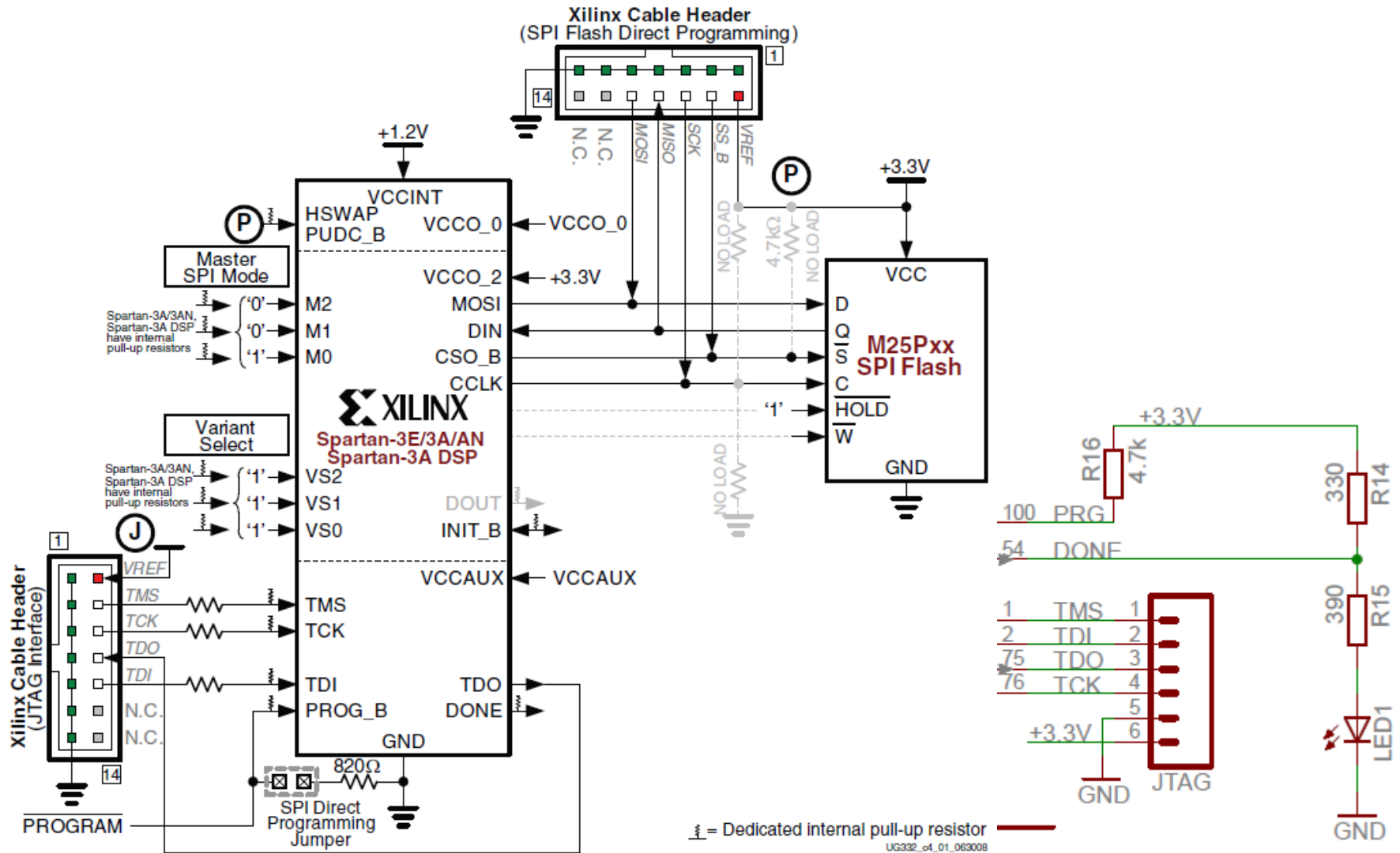
- ▶ Arduino Leonardo
 - ▶ mikroprocesorska plošča z Atmel AVR
- ▶ Grafični vmesnik z analognim izhodom VGA
 - ▶ modificirana razvojna plošča S3A



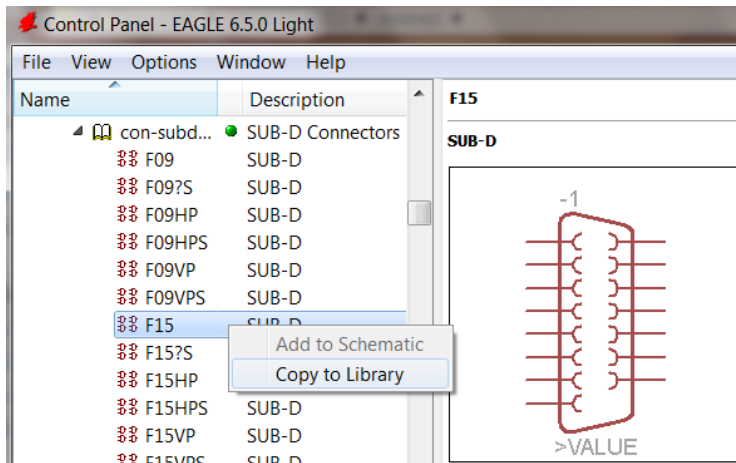
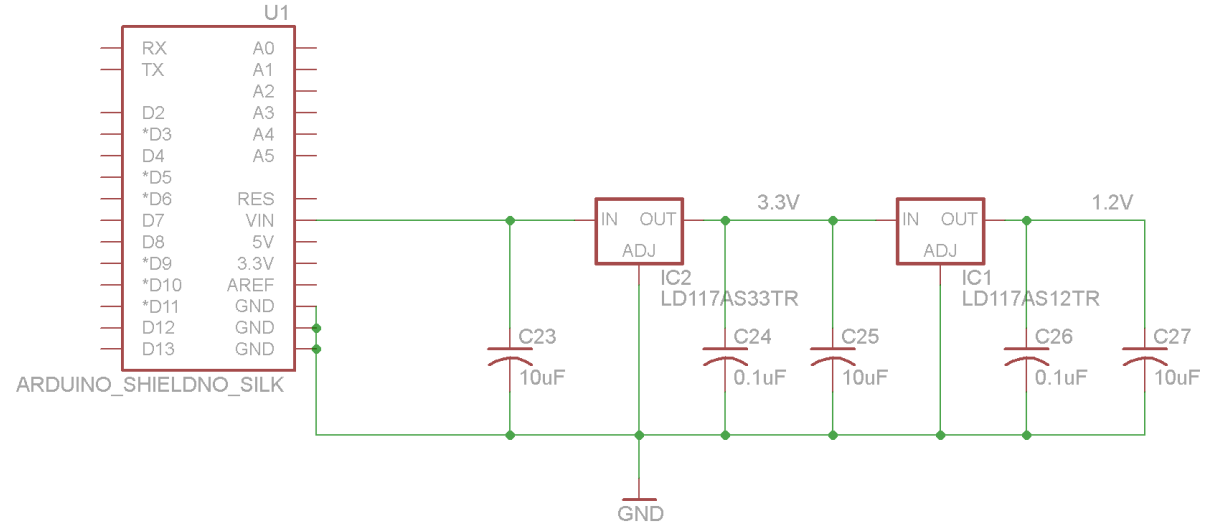
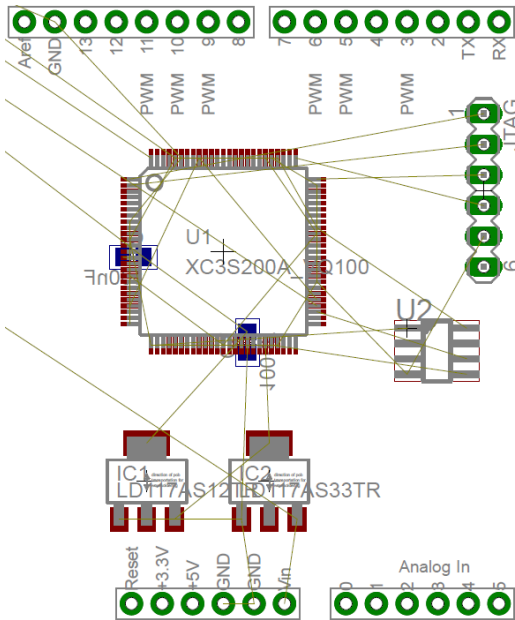
Lastnosti grafičnega vmesnika

- ▶ Način VGA: 640x480, 60Hz, 512 barv
- ▶ Logika v FPGA XC3s200A
 - ▶ prikaz na VGA (RAMDAC)
 - ▶ vmesnik za prikaz znakov in sličic
 - ▶ serijski vmesnik za Arduino
- ▶ Osnovne funkcije za Arduino
 - ▶ branje senzorjev: temperatura, vlaga...
 - ▶ izpis besedila
 - ▶ risanje in pomikanje sličic
 - ▶ izračun in risanje grafikona

Signali za konfiguraciju FPGA



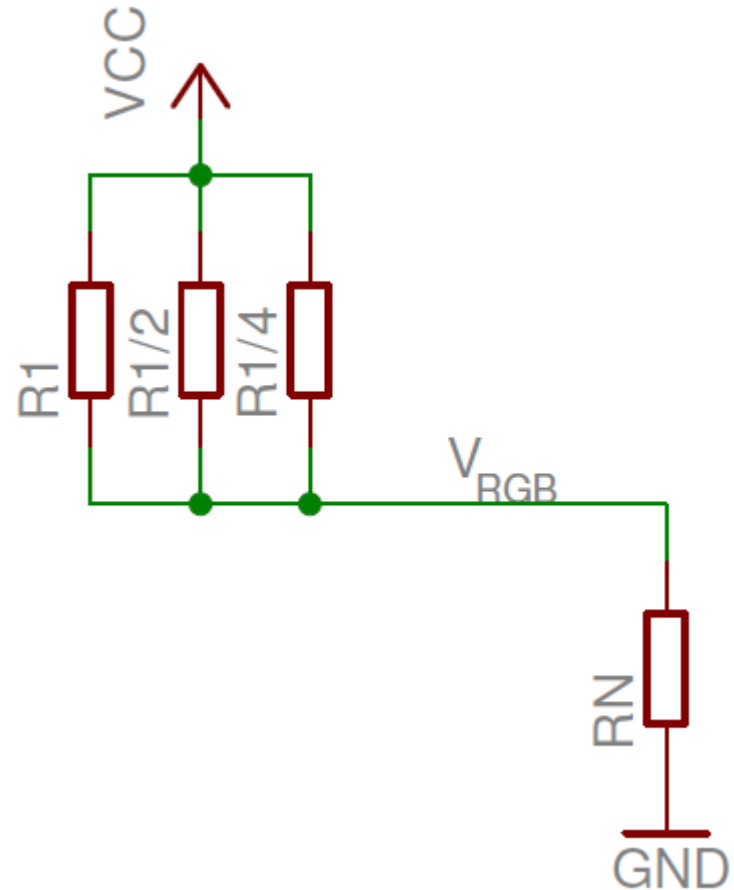
Arhitektura: tiskano vezje



Arhitektura: izračun uporov za VGA D/A

- ▶ $R_N = 75\Omega$, $V_{CC} = 3.3V$, $V_{RGB} = 0.7V$
 - ▶ ko so vsi biti na V_{CC} naj bo na izhodu V_{RGB}
- ▶ Napiši enačbe vezja in izračunaj R
- ▶ Izberi iz nabora vrednosti npr. E24

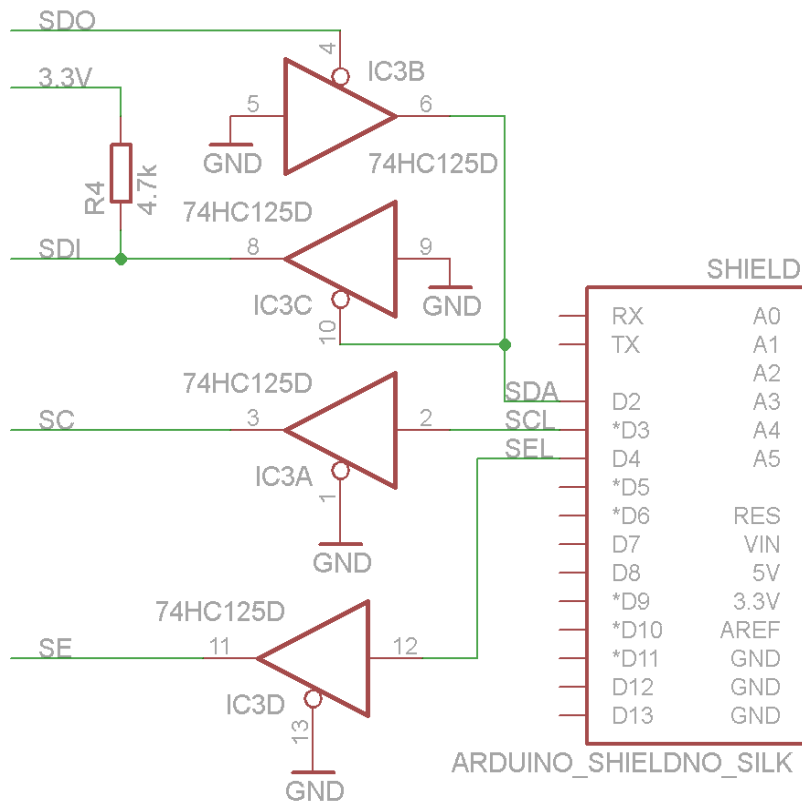
10 12 15 18 22 27 33 39 47 56 68 82
11 13 16 20 24 30 36 43 51 62 75 91



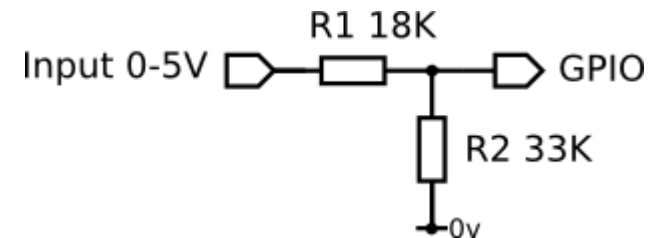
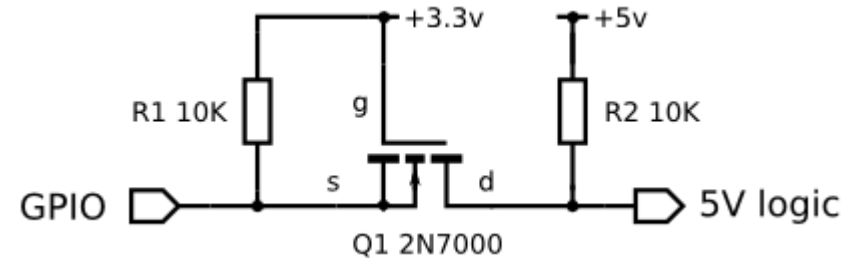
Arhitektura: vmesnik za Arduino

- ▶ serijska povezava I2C preko ojačevalnikov (5V <-> 3.3V)

tristanjski ojačevalniki



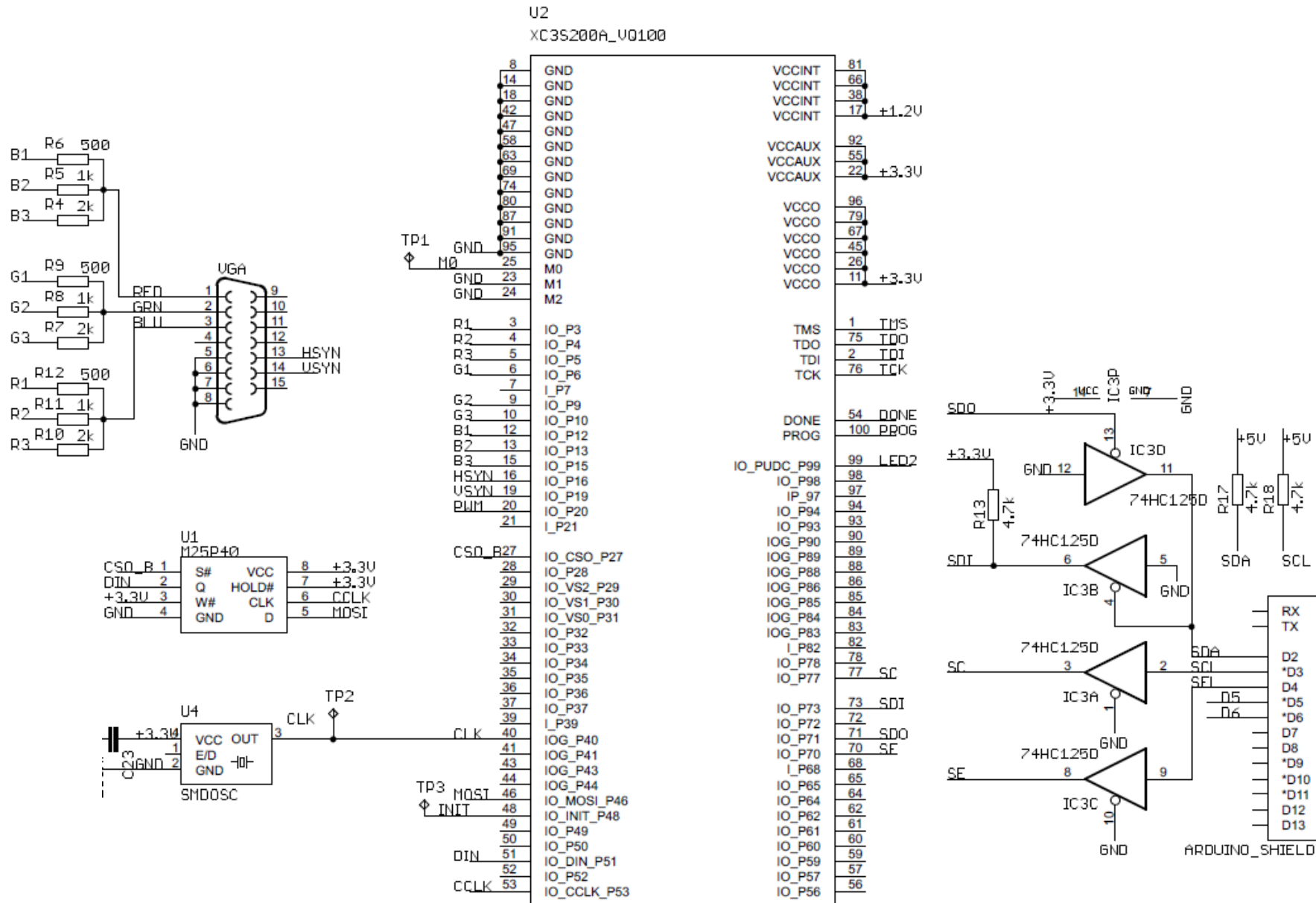
... ali z diskretnimi elementi



Arhitektura: poročilo

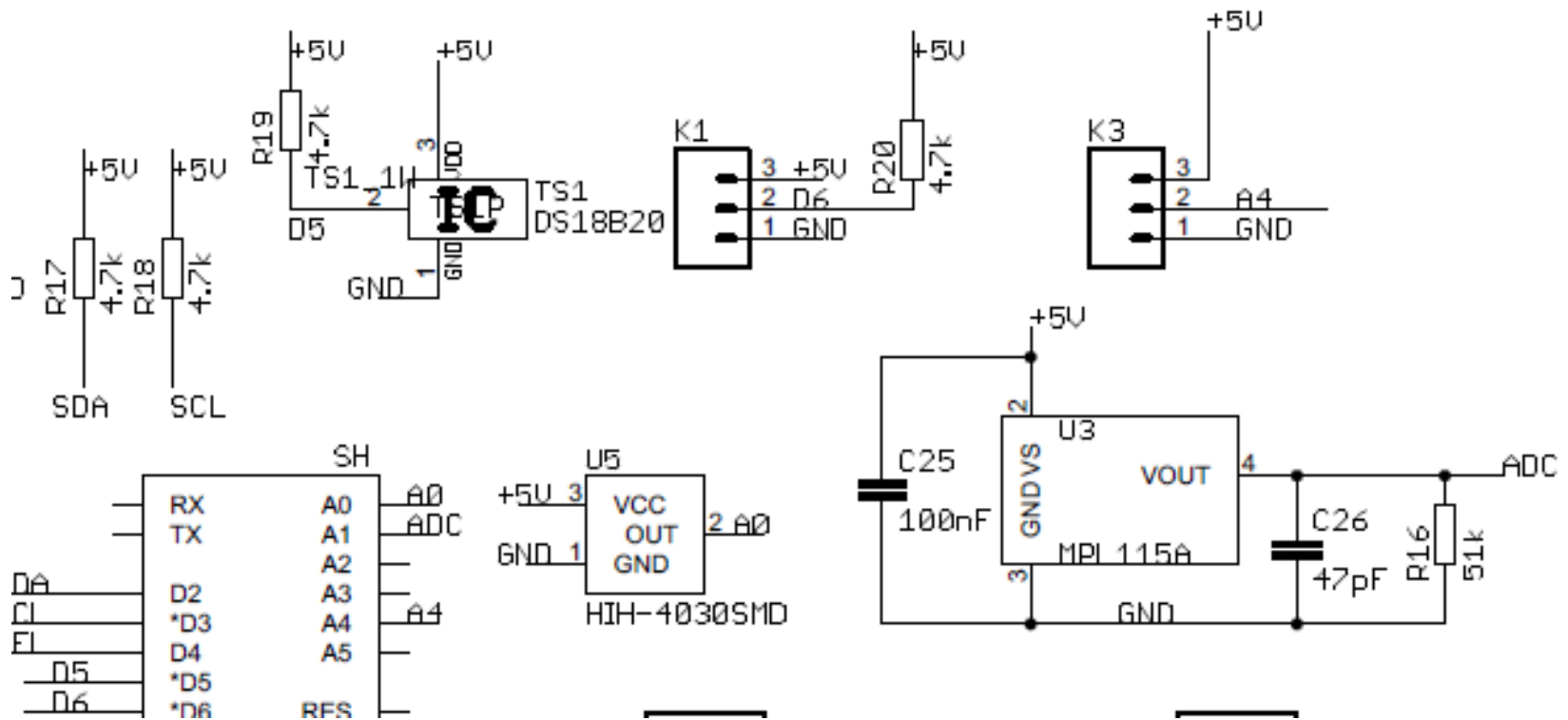
- ▶ Predstavi glavne komponente vezja
 - ▶ izseki iz sheme vezja
 - ▶ povezava na Arduino
 - ▶ programiranje vezja FPGA
- ▶ Predstavi napajalni del
 - ▶ logični nivoji, statični red
- ▶ Naredi izračun uporov za VGA in izpiši napetostne nivoje za eno barvno komponento (vse kombinacije bitov)
- ▶ Seznam uporabljenih elementov in možnosti za razširitev vezja
- ▶ Poročilo 4-5 strani oddajte do konca aprila

Končna shema: priključki na FPGA

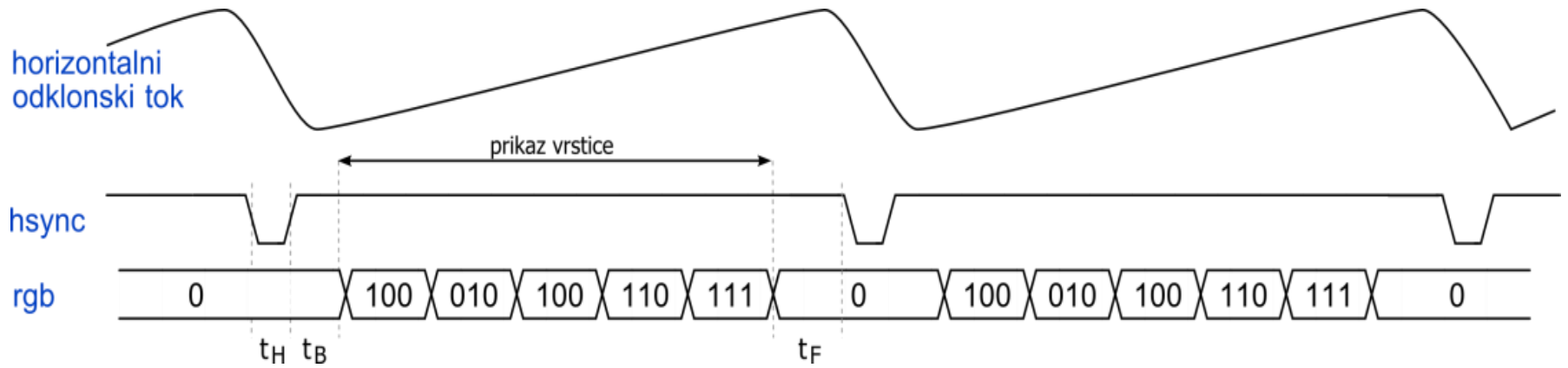


... in senzorji

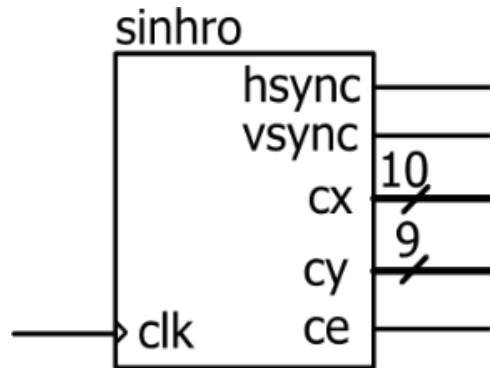
- ▶ Temperatura Dallas DS18B20, 1wire (D5)
- ▶ Vlaga HIH-5030, analogni (A0)
- ▶ Tlak MPXA6115, analogni (A1)



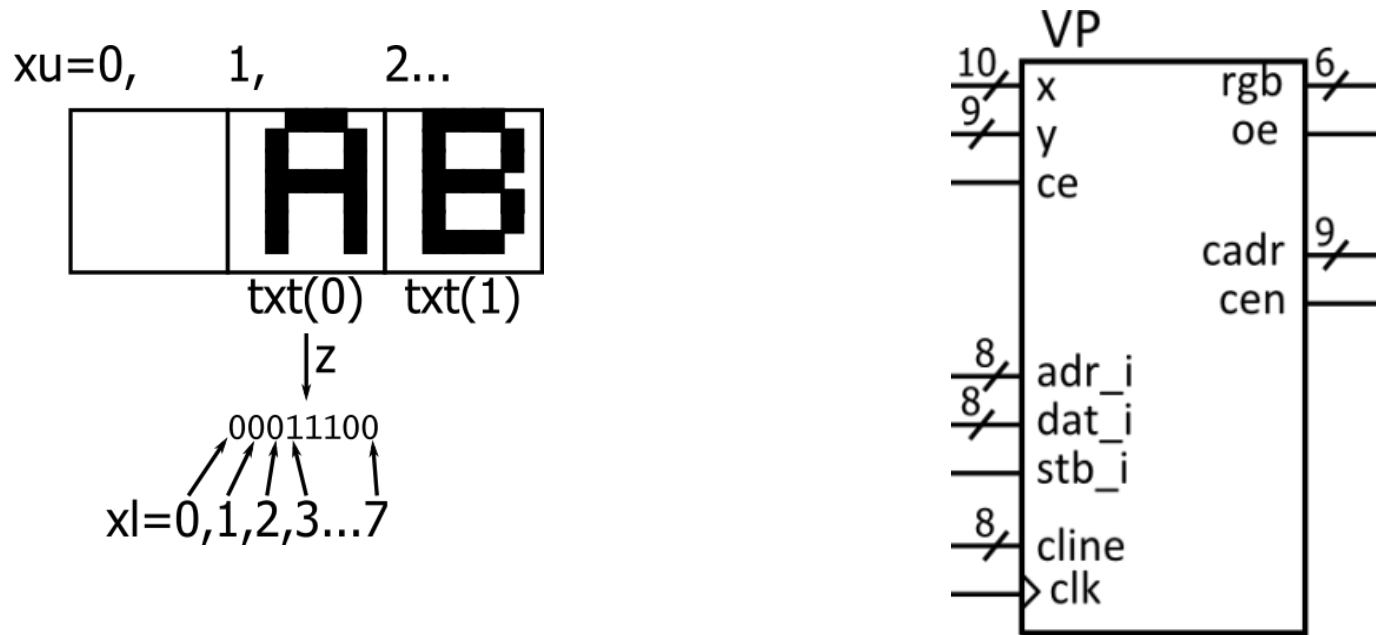
VHDL komponenta Sinhro



ce=1: cx = [0,640) in cy = [0,480)



VHDL: video procesor za znake

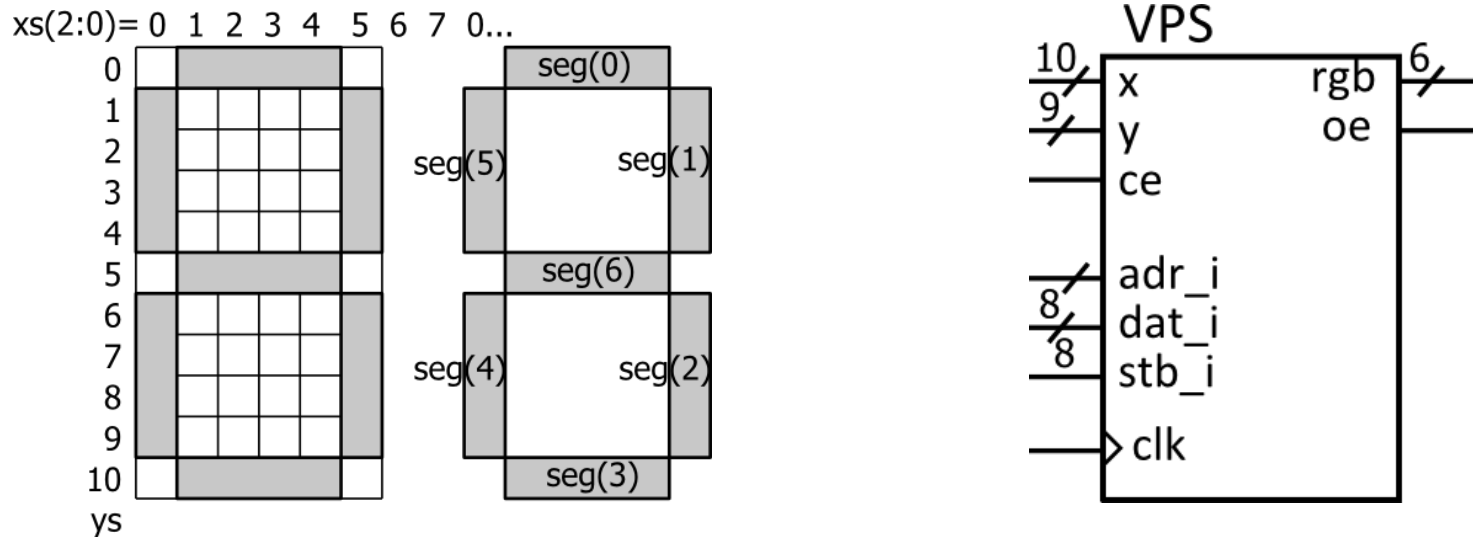


- ▶ Izpis vrstice besedila, do 32 znakov v $\text{txt}()$

- ▶ Registri:

adr_i	register	pomen
0000 0001	xz	koordinata x (7-bit)
0000 0010	yz	koordinata y (6-bit)
0000 0011	num	število znakov (5-bit)
0000 0100	color	barva znakov (6-bit RGB)
0000 0101	bg	barva ozadja (6-bit RGB)
001n nnnn	$\text{txt}(n)$	koda n-tega znaka (6-bit ASCII-32)

VHDL: video procesor za segmente



► 4-mestne številke v 7-segmentni obliki

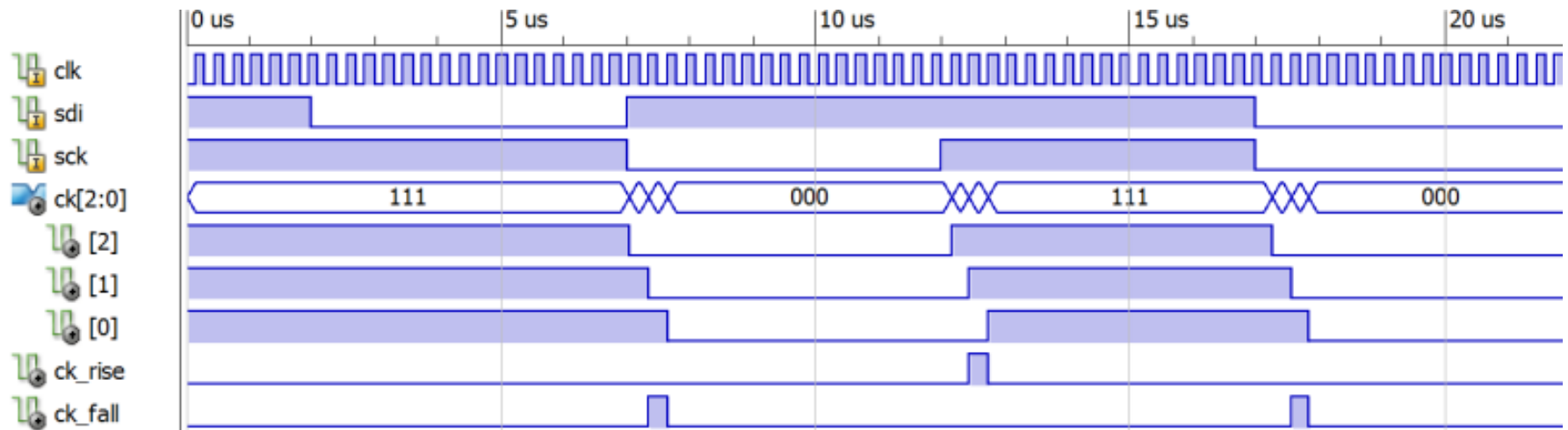
► Registri:

adr_i	register	pomen
0000 0001	xz	koordinata x (7-bit)
0000 0010	yz	koordinata y (6-bit)
0000 0011	num	število mest (2-bit)
0000 0100	color	barva segmentov (6-bit RGB)
0000 10nn	segn	segmenti n-tega mesta (7-bit)

VHDL: vmesnik "I2C"

▶ 3x vzorčenje serijskih signalov

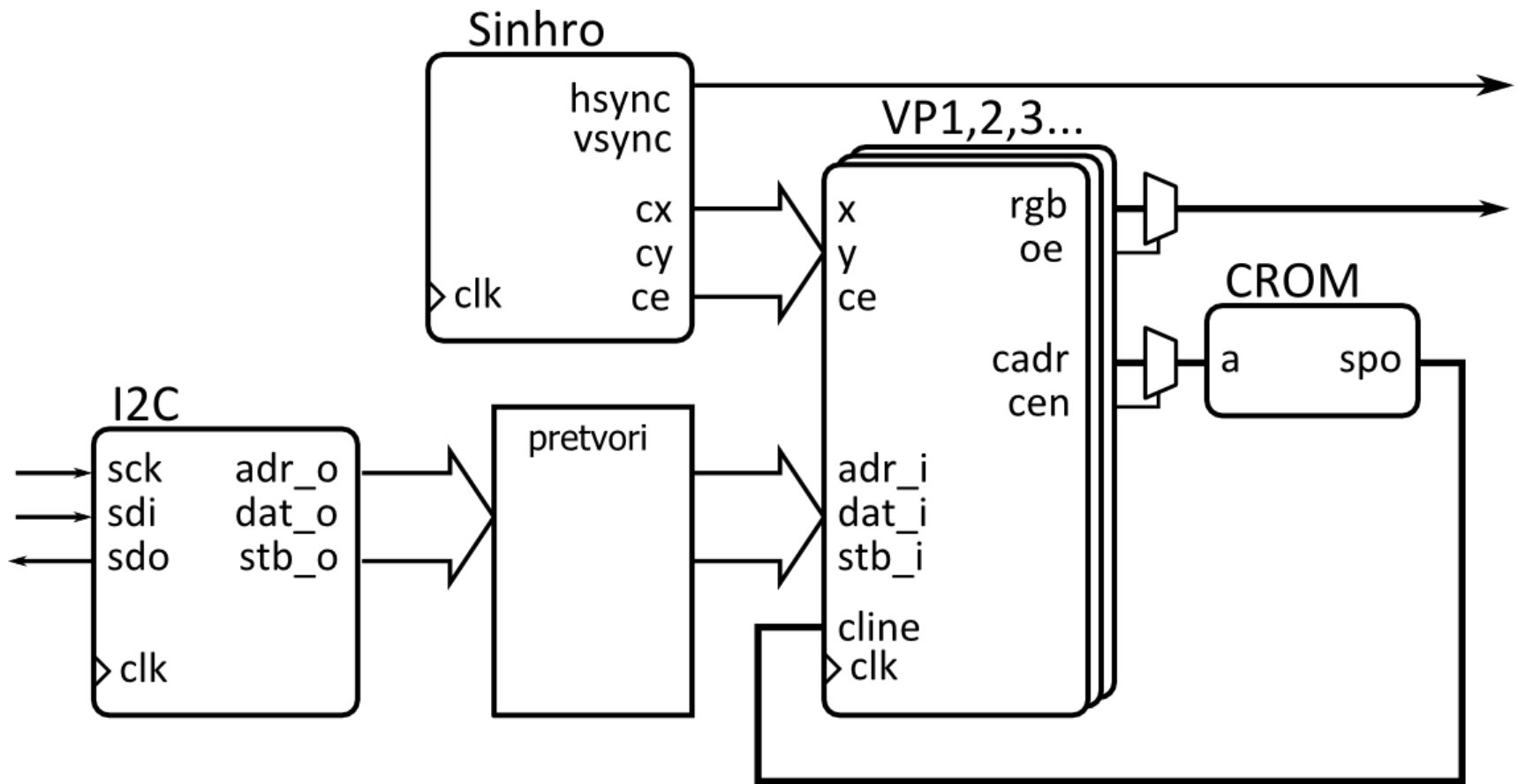
```
if rising_edge(clk) then
  di <= sdi & di(2 downto 1);
  ck <= sck & ck(2 downto 1);
end if;
```



▶ detekcija prehodov (rise, fall)

```
ck_rise <= '1' when ck(1)='1' and ck(0)='0' else '0';
ck_fall <= '1' when ck(1)='0' and ck(0)='1' else '0';
```

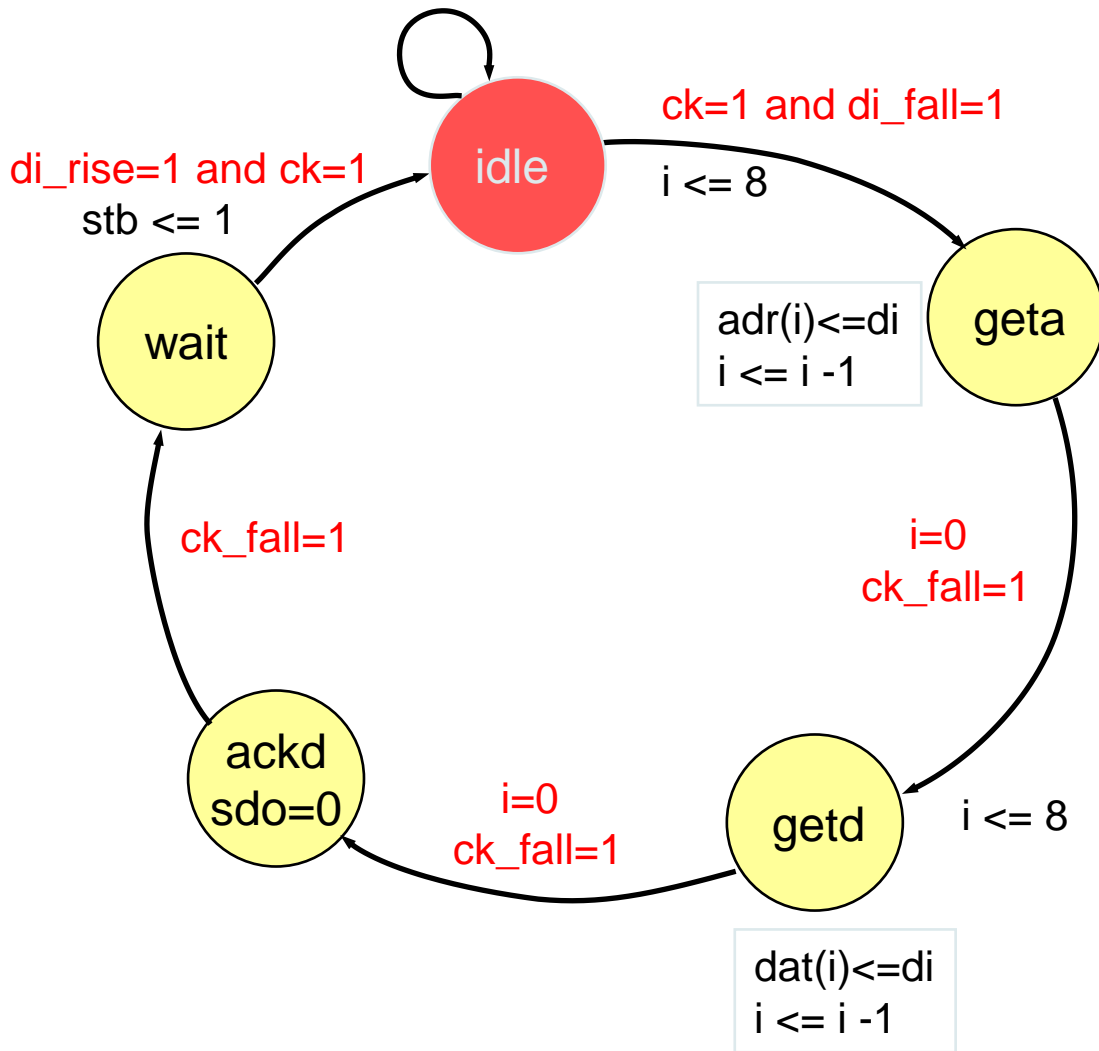
VHDL: Grafični vmesnik



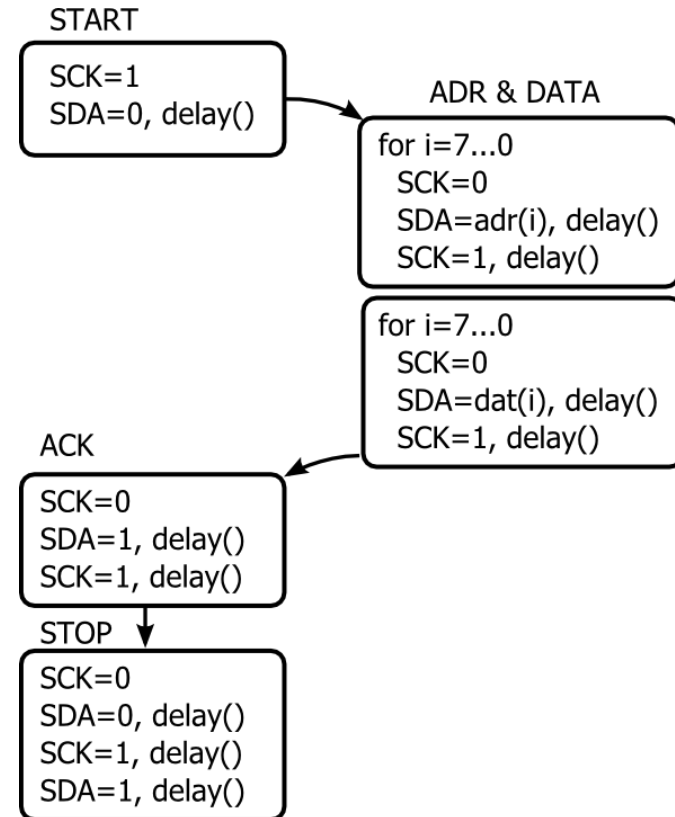
VHDL: poročilo

- ▶ Razloži delovanje komponente Sinhro (VGA)
 - ▶ časovni potek signalov za prikaz slike na monitorju
- ▶ Razloži oba video procesorja
 - ▶ razloži delovanje na izseku iz kode
 - ▶ opiši potek simulacije in prikaži rezultat
- ▶ Na kratko opiši I2C vmesnik
- ▶ Predstavi celotno vezje
 - ▶ nariši shemo celotnega vezja z vsemi signali, ki povezujejo komponente in na kratko razloži delovanje
 - ▶ naredi sintezo vezja in zapiši v poročilo rezultat sinteze in tehnološke preslikave
- ▶ Poročilo 4-5 strani oddajte do 6.6.2014

Komunikacija med FPGA in Arduinoom

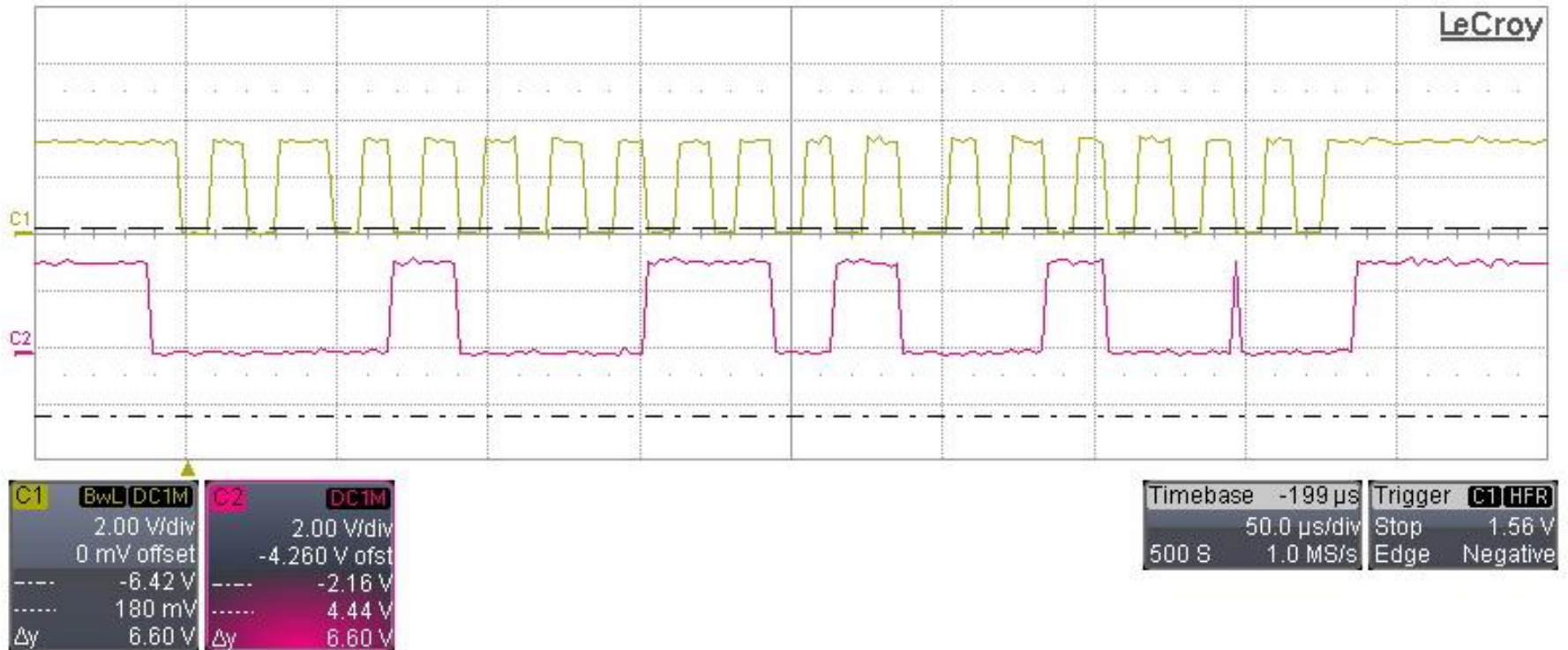


► Algoritem za Arduino



Meritev signala serijske komunikacije

▶ časovni potek SCK in SDA

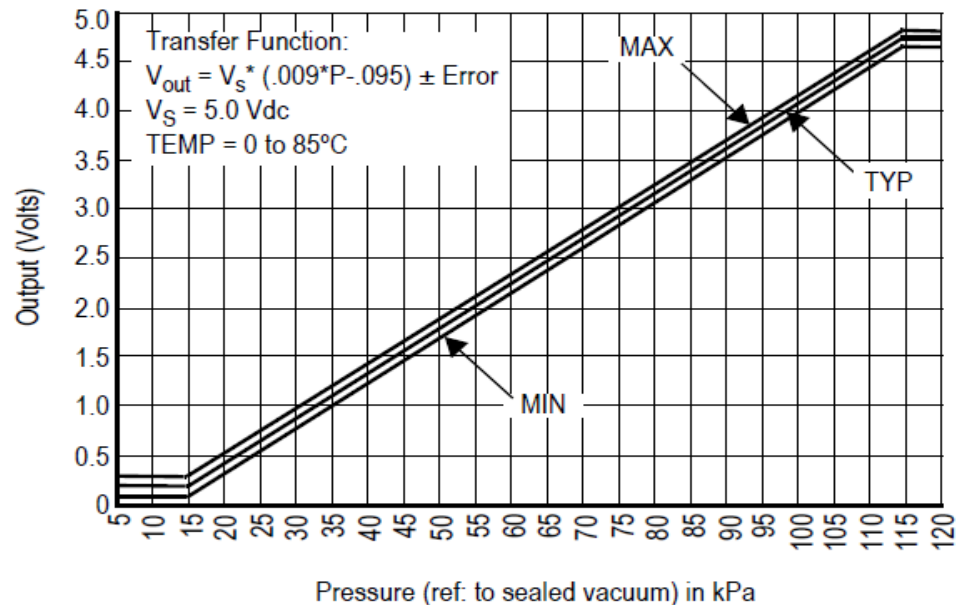
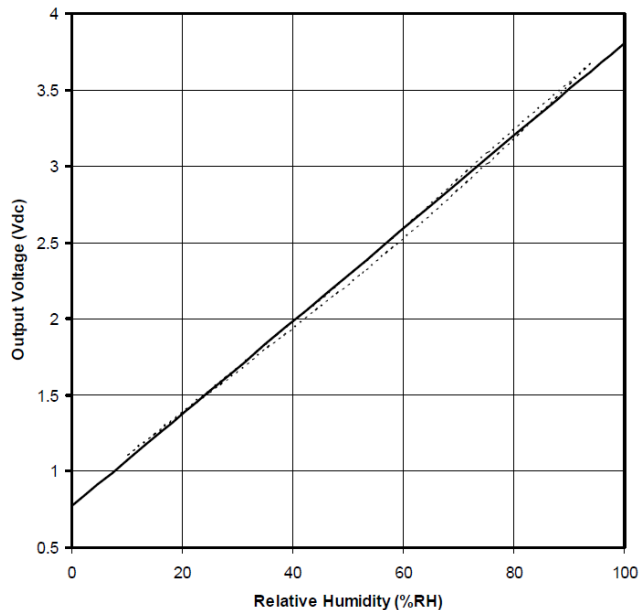


▶ robustna komunikacija: detekcija okvirja, START-STOP

```
#define SCK0 DDRD |= B00000001; PORTD &= B11111110  
#define SCK1 DDRD &= B11111110; PORTD |= B00000001
```

Programiranje: branje senzorjev

► Branje analognih vhodov in pretvorba podatkov



► Branje digitalnega senzorja temperature

- uporaba vnaprej pripravljenih knjižnic

► Testiranje z izpisovanjem na serijsko konzolo

Programiranje: pretvorba podatkov za prikaz

- ▶ pretvorba števil v cifre in 7-segmentno obliki
- ▶ pretvorba niza znakov v kode za izpis
- ▶ Npr. funkcija za izpis niza:

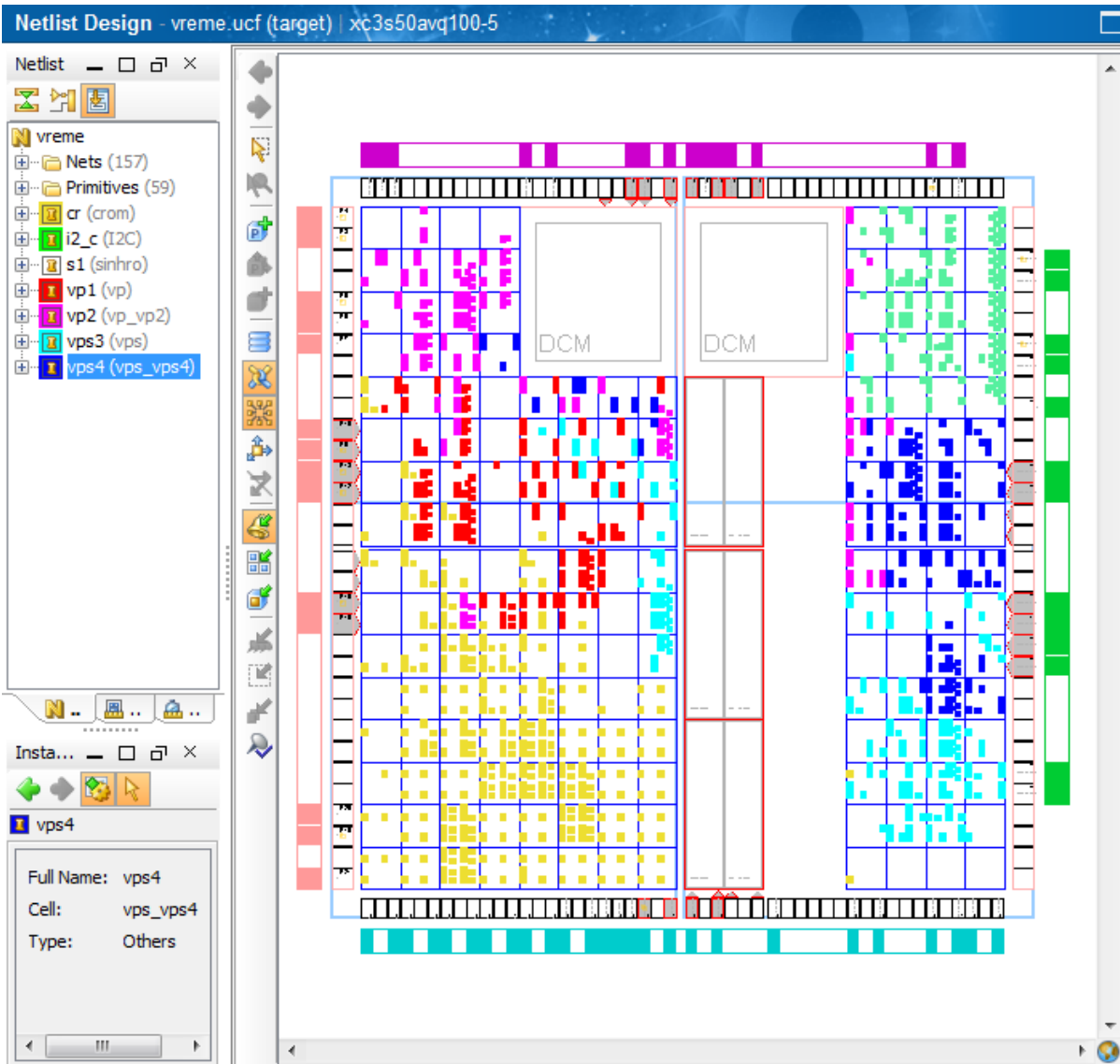
```
// Izpis znakovnega niza v video procesorju
void izpis (char *s)
{
    char i;

    for (i=0; s[i]!=0; i++) {
        prenos(0x20+i, s[i]-32); // prenesi en znak, koda=ASCII-32
    }

    prenos(0x03, i); // vpiši v register num število vseh znakov niza
}
```

Programiranje: poročilo

- ▶ Na kratko opiši zgradbo programa za Arduino
 - ▶ `setup()`, `loop()`
- ▶ Predstavi funkcijo za prenos podatkov in izsek kode
- ▶ Opiši funkcije za branje vseh treh senzorjev
 - ▶ podaj izseke iz kode in primere izpisov na serijsko konzolo
- ▶ Predstavi grafični vmesnik s stališča programerja
 - ▶ kako naredimo izpis besedila in izpis števil
 - ▶ nariši in razloži diagram poteka celotnega programa
 - ▶ opiši možnosti za programsko nadgradnjo vremenske postaje
- ▶ Poročilo 4-5 strani oddajte do 6.6.2014



Končno vezje FPGA XC3S50

Floorplan:

77% celic

276 FF

669 LUT

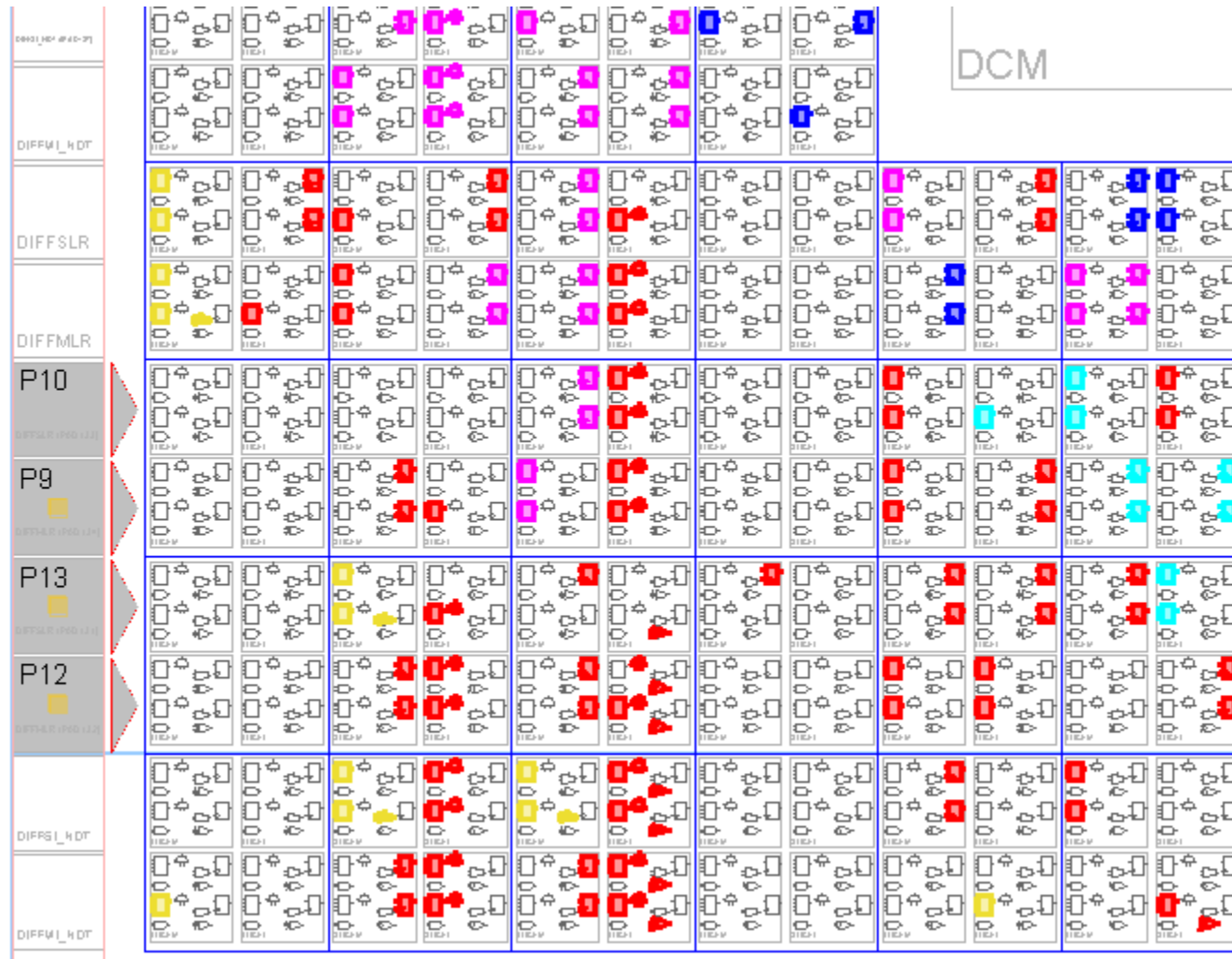
3014 povezav

VHDL:

6 modulov

>600 vrstic kode

Matrika logičnih blokov...



...in programirljivih povezav med bloki

The image displays a software interface for PCB design, divided into three main sections:

- Array1:** The main workspace showing a dense network of cyan and magenta routing lines connecting various components. A central area contains several colored rectangular blocks: two magenta, one red, and one blue.
- List1:** A panel titled "Placed Components" with a "Name Filter" set to "*" and an "Apply" button. It contains a table with 20 rows of component data.
- World1:** A small window at the bottom right showing a dark blue square with a small red and white square in the center.

	Na	Site	Typ	#Pi	Hilit
1	adr	SLI	SLI	4	no
2	adr	SLI	SLI	4	no
3	adr	SLI	SLI	4	no
4	adr	SLI	SLI	4	no
5	adr	SLI	SLI	4	no
6	adr	SLI	SLI	4	no
7	adr	SLI	SLI	4	no
8	adr	SLI	SLI	4	no
9	cad	SLI	SLI	9	no
10	cad	SLI	SLI	9	no
11	cad	SLI	SLI	9	no
12	cad	SLI	SLI	9	no
13	cad	SLI	SLI	9	no
14	cad	SLI	SLI	9	no
15	cad	SLI	SLI	9	no
16	cad	SLI	SLI	9	no
17	cad	SLI	SLI	8	no
18	cad	SLI	SLI	4	no
19	ce	SLI	SLI	9	no
20	cen	SLI	SLI	4	no

Cena prototipne vremenske postaje

- ▶ Arduino Leonardo 22€
- ▶ Grafični vmesnik 46€

Senzorji	20,8 €
FPGA	10 €
Konektorji	3,5 €
R, C	3,4 €
OSC	3 €
TIV	2,9 €
V Reg	1,2 €
74HC, SPI	1,1 €

