Laboratorij za načrtovanje integriranih vezij

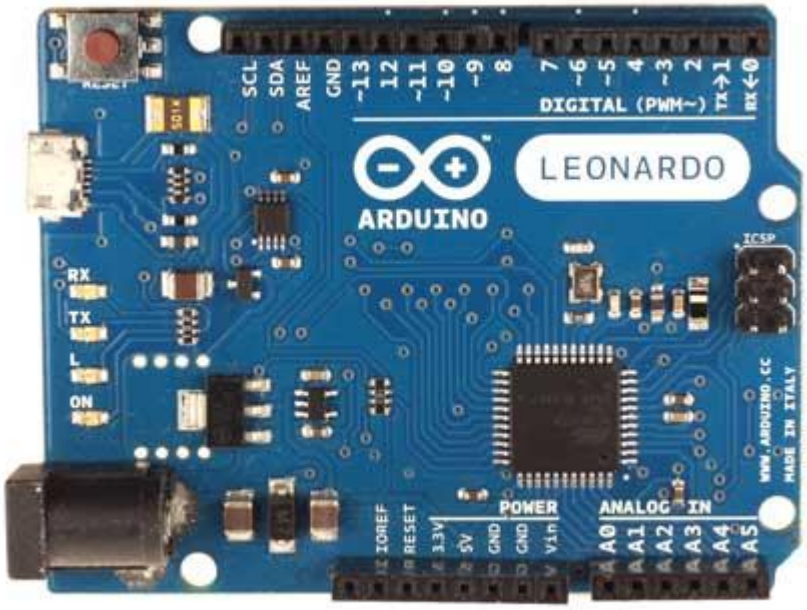
Univerza *v Ljubljani*
Fakulteta *za elektrotehniko*

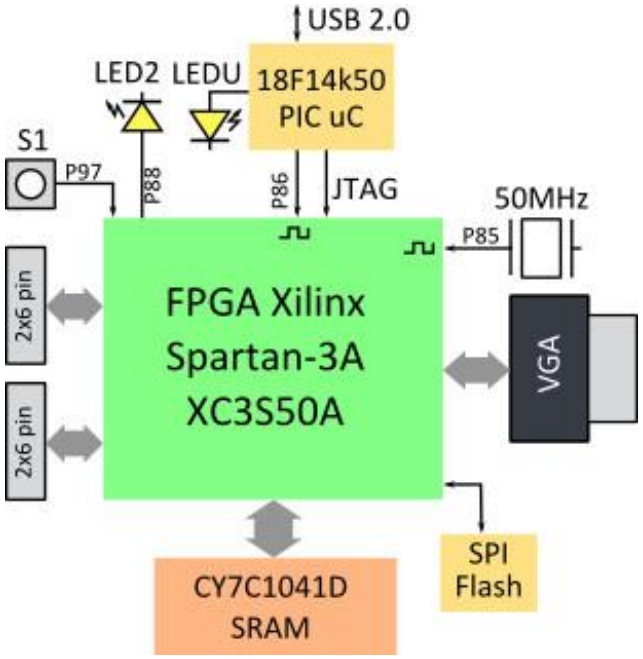
Arduino grafični vmesnik

DES 2012/13 - razvoj vgrajenega sistema

Arduino grafični vmesnik

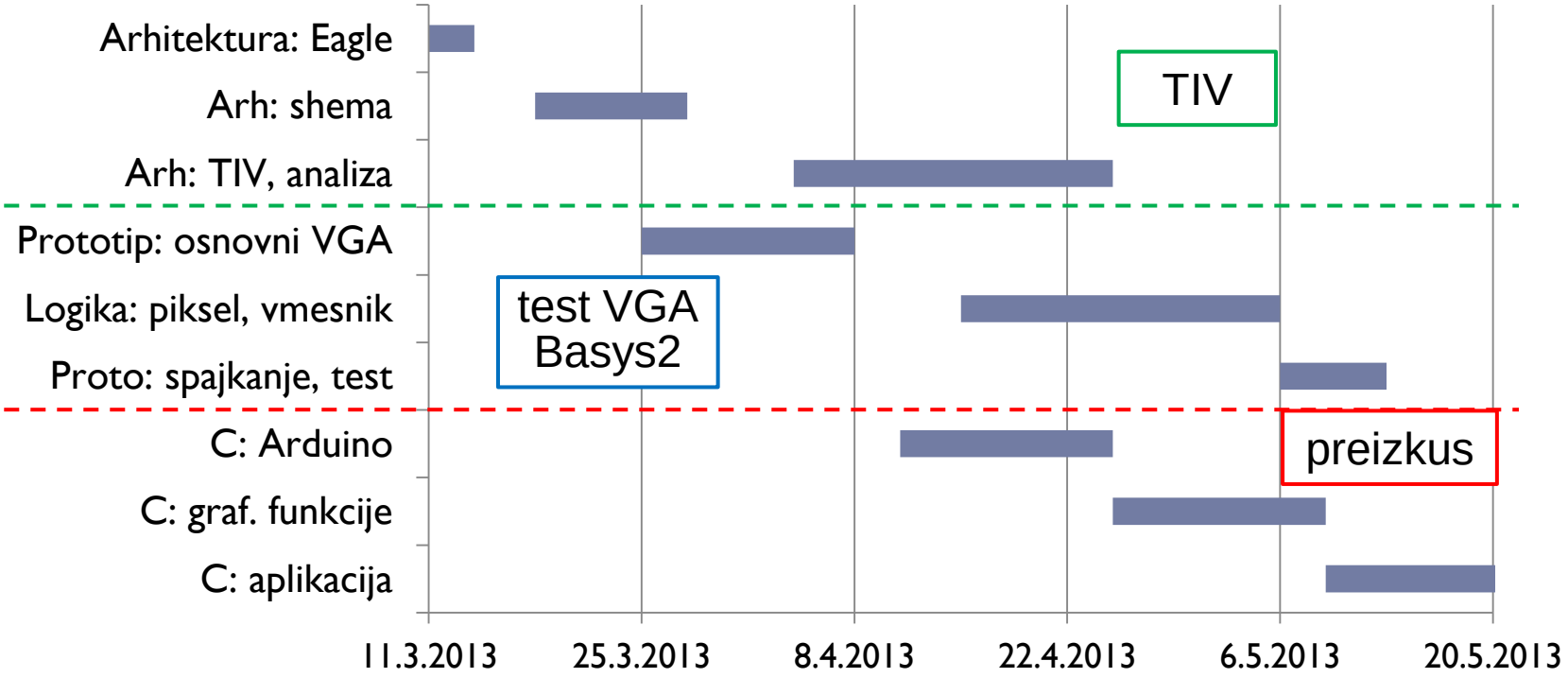
- Arduino Leonardo
  - mikroprocesorska plošča z Atmel AVR
- Grafični vmesnik z analognim izhodom VGA
  - modificirana razvojna plošča S3A





Terminski plan - Gantogram

- Naloge za skupine: Arhitektura, Prototipna logika in C

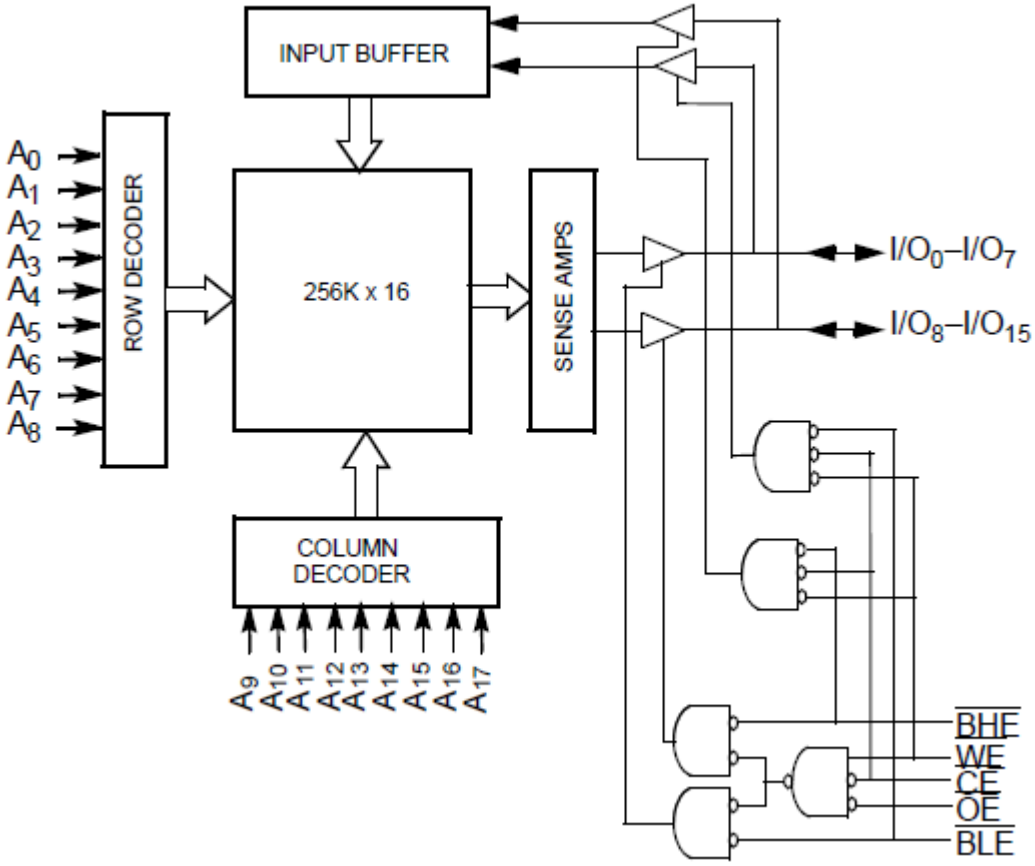


Lastnosti grafičnega vmesnika

- Način VGA: 640x480, 60Hz, 256 barv
  - prikazujemo okno: 512 x 480 (256k statični RAM)
- Logika v FPGA XC3s50A (1.5k LC, 3x 18k RAMB)
  - branje iz RAM in prikaz na VGA (RAMDAC)
  - vmesnik za vpisovanje točk v RAM
  - vmesnik za prikaz znakov
  - prikazovanje sličic (sprite)
- Osnovne funkcije za Arduino
  - prikazovanje točke z določeno barvo
  - izpis besedila
  - risanje črt in pravokotnikov
  - risanje in pomikanje sličic

Statični pomnilnik

- 256k x 16 bitov
  - BHE=0, BLE=0, CE=0

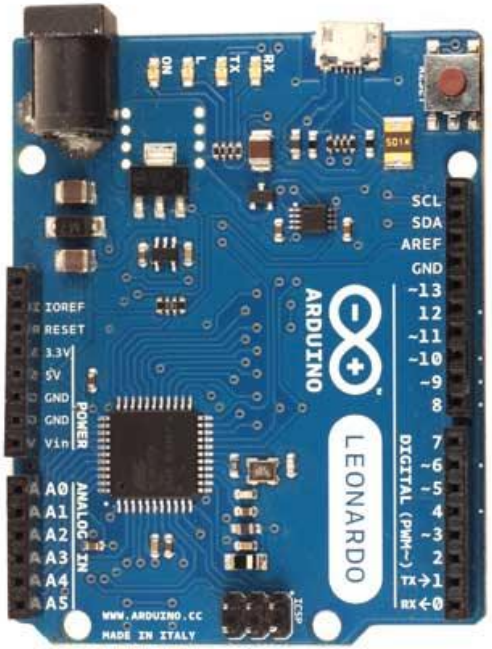


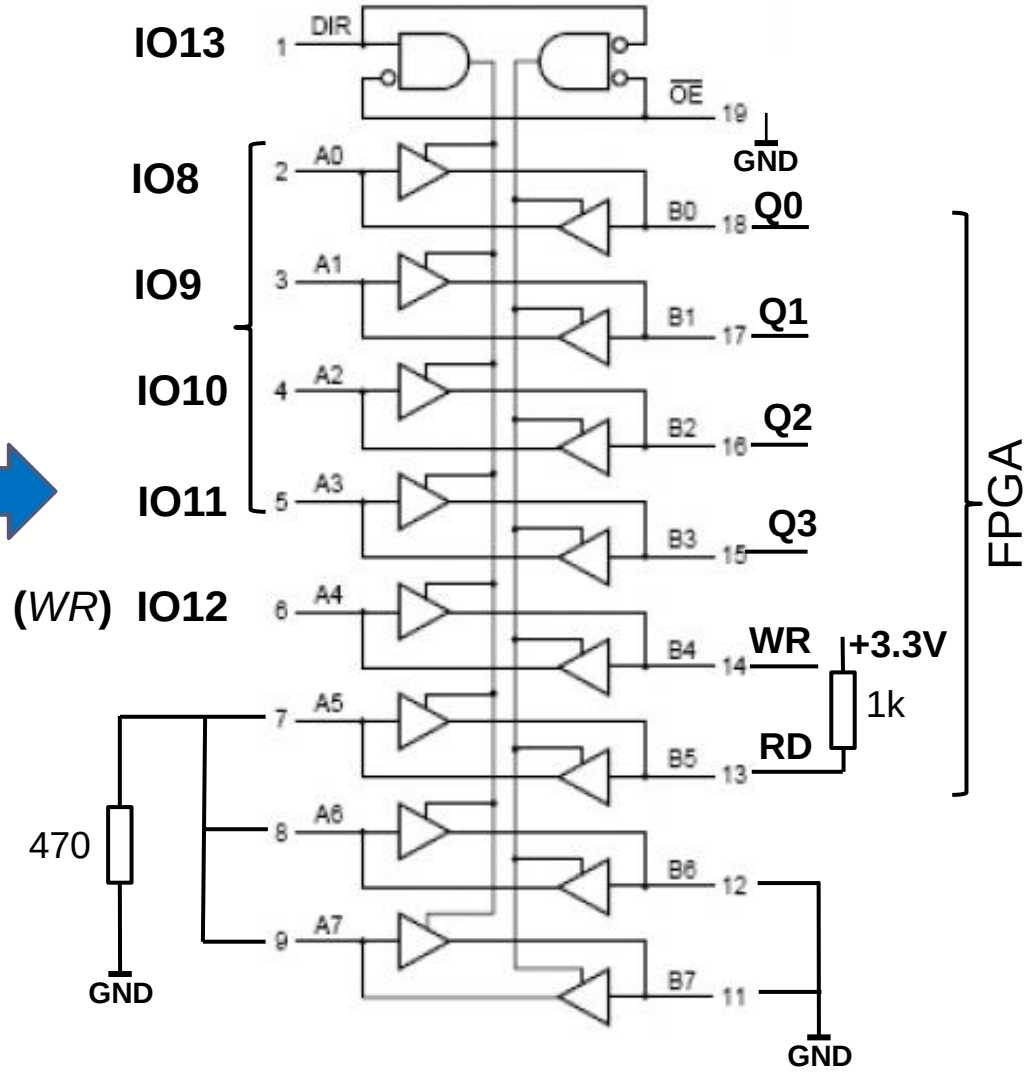
Arhitektura: Vmesnik za Arduino

- Izenačevalnik nivojev (transceiver) 74245, napajanje 3.3V

  A: AVR 5V, B: FPGA 3.3V

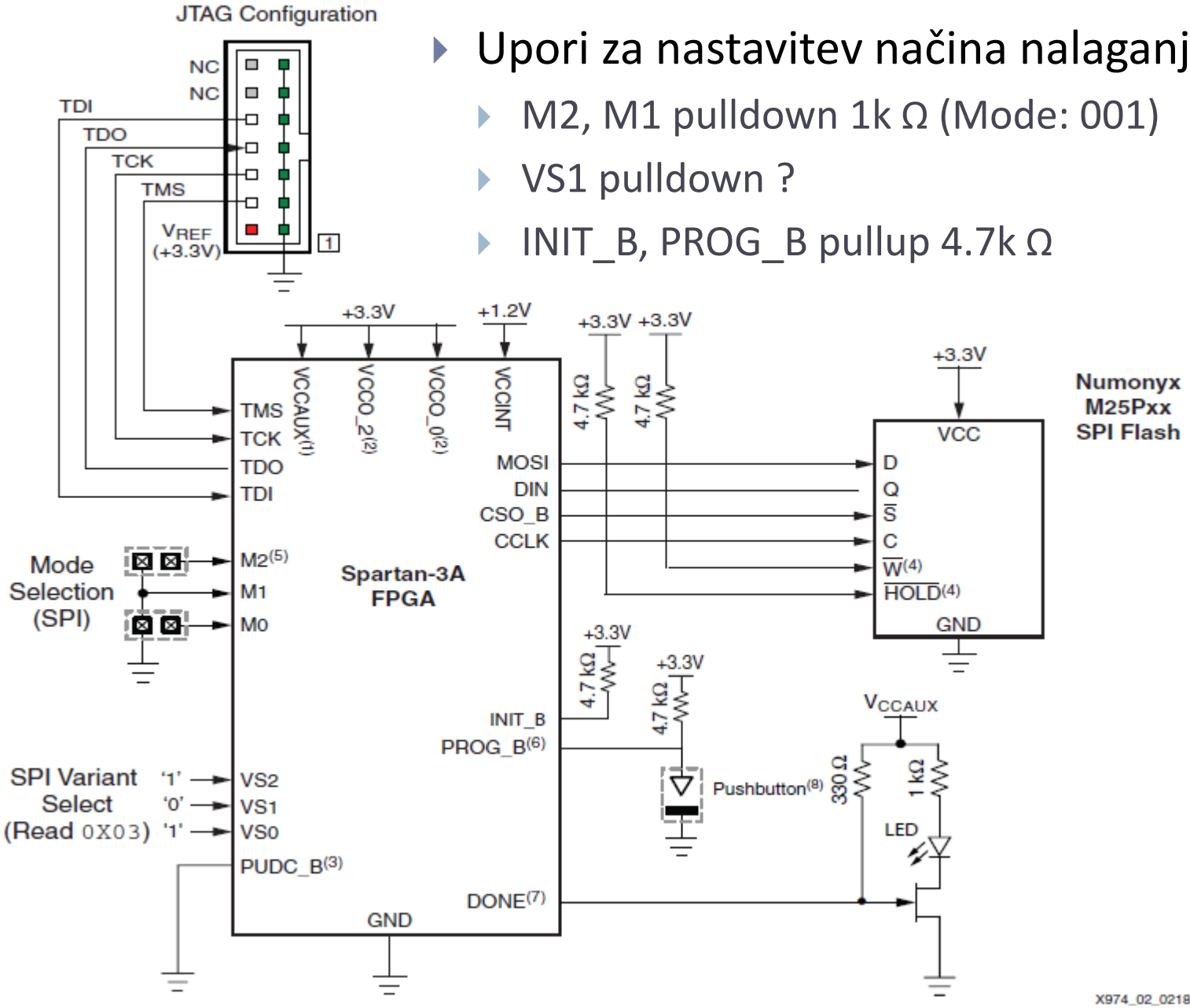
  - vpis: DIR=1, WR impul
  - branje: DIR=0





Arhitektura: signali za nalaganje FPGA

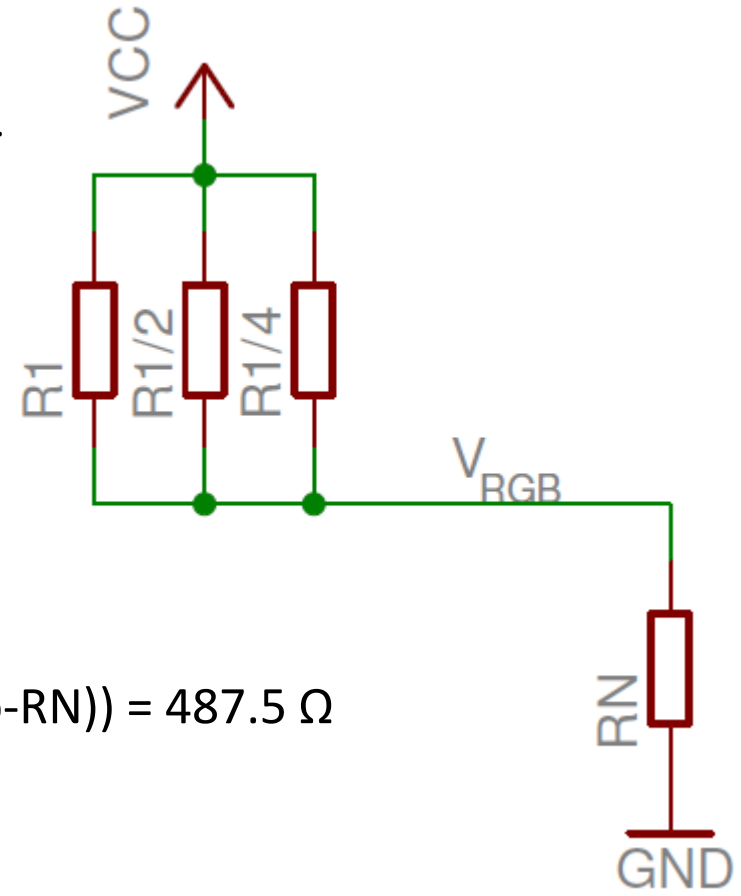
- Upori za nastavitev načina nalaganja vezja
  - M2, M1 pulldown 1k Ω (Mode: 001)
  - VS1 pulldown ?
  - INIT_B, PROG_B pullup 4.7k Ω



Arhitektura: izračun uporov za VGA D/A

- RN = 75Ω, Vcc=3.3V, V_{RGB} = 0.7V
  - ko so vsi biti na Vcc 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



R1/4 = (1/4+1/2+1)/(1/((RN*Vcc)/Vrgb-RN)) = 487.5 Ω

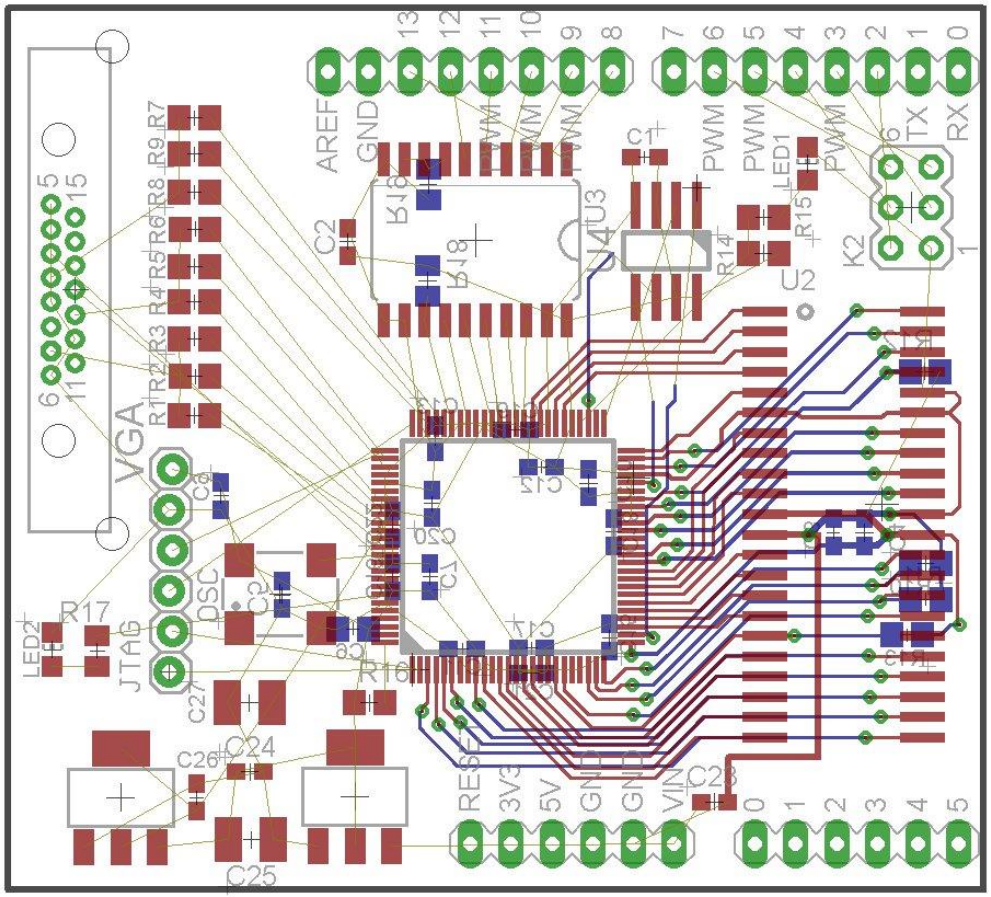
Arhitektura: tiskano vezje

- priključki Arduino, modifikacija VGA, pretvorba logičnih nivojev, signali za SRAM

priključki Arduino - signali

VGA

JTAG



digitalni I/O iz Arduino

SRAM

regulatorji in napajalni priključki Arduino

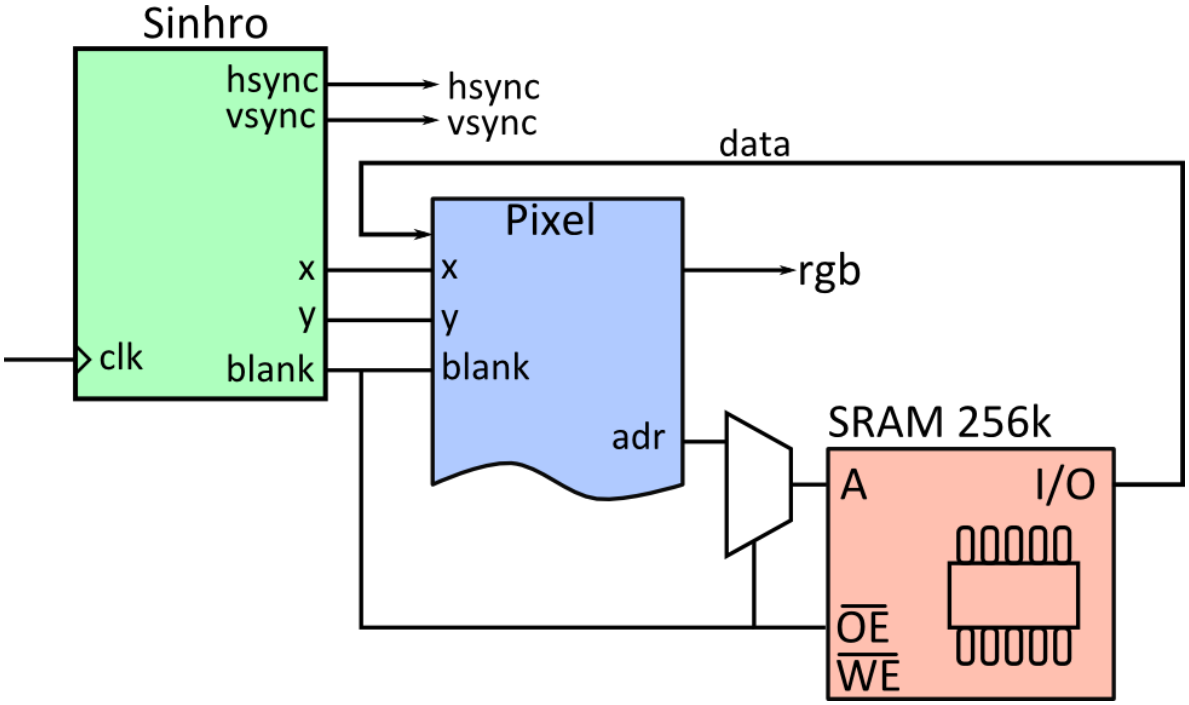
Arhitektura: spisek elementov

Qty	Value	Device	Package	Parts
1	FPGA	XC3S50A-VQ100	XILINX-VQ100	U1
1	SRAM256KX16	CY7C1041DV33	SOJ44	U2
1	74HC245DW	74HC245DW	SO20W	U3
1	W25X20BV	W25X10BV-SNIG	SOIC 8	U4
1	+3.3V Reg.	LM1117MP-3.3	SOT223	U5
1	+1.2V Reg.	LM1117MP-ADJ	SOT223	U6
1	25.000 MHz	SMDOSC	CFPS-73	OSC
2	green LED	LED0805	CHIP-LED0805	LED1, LED2
2	0.1uF	C-USC0603	C0603	C24, C26
15	0.1uF	C-USC0603	C0603	C1-3, C5, C7, C9, C10-13, C15, C18, C19, C21, C22
4	10nF	C-USC0603	C0603	C4, C16, C17, C20
1	1uF	C-EUC0805	C0805	C6, C23
2	10uF	C-USC1210	C1210	C25, C27
3	330E	R-EU_R0805	R0805	R14, R17, R19
1	390E	R-EU_R0805	R0805	R15
3	510E	R-EU_R0805	R0805	R1, R4, R7
5	1k	R-EU_R0805	R0805	R2, R5, R8, R10, R11
3	2k	R-EU_R0805	R0805	R3, R6, R9
5	4.7k	R-EU_R0805	R0805	R12, R13, R16, R18, R20

Arhitektura: poročilo

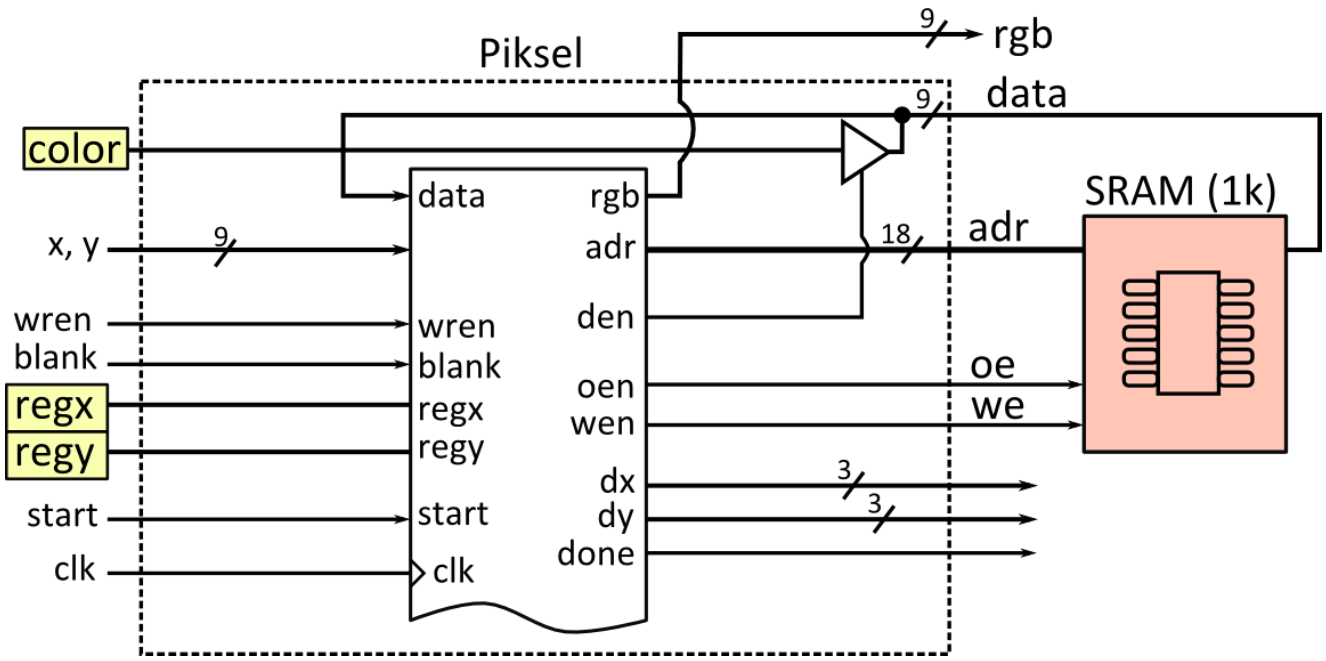
- Predstavi glavne komponente vezja
  - izseki iz sheme vezja
  - povezava na Arduino
  - programiranje vezja FPGA
- Predstavi napajalni del
  - logični nivoji, statični red
- Naredi izračun uporov za VGA in izpiši napetostne nivoje za eno barvno komponento (vse kombinacije bitov)
- Seznam uporabljenih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

Logika: Prikaz slike iz video pomnilnika



- Komponenta Piksel določa naslove in prenaša podatke na izhod VGA
- Komponenta Sinhro poskrbi za koordinate, blank in kontrolne signale za monitor

Logika: nastavitev in prikaz slike iz pomnilnika



- Komponenti Piksel dodamo kontrolne vhode:
  - color – barva kvadrata, regx, regy – položaj prve točke
  - wren – omogoči pisanje v SRAM, blank – temni interval, start
- in izhode:
  - we – pisanje v pomnilnik, dx, dy – trenutni odmik
  - done – zaključek pisanja, pripravljen na nov start

Logika: vezje za risanje kvadrata

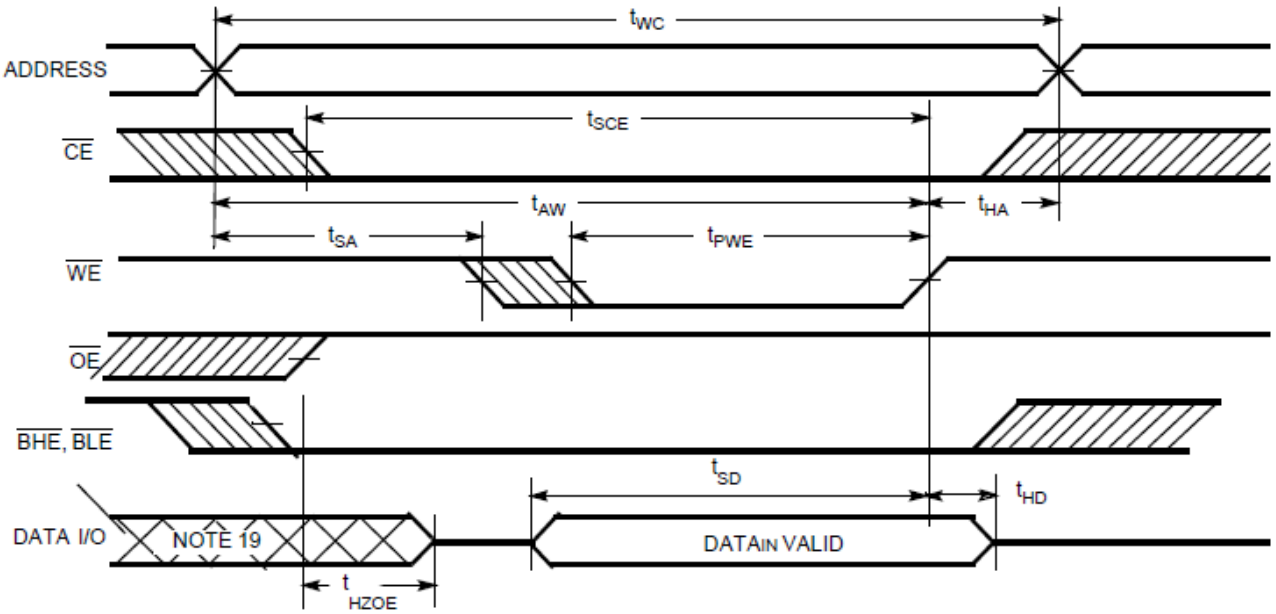
Algoritem

- Na ukaz start pobarvaj kvadratek 8x8

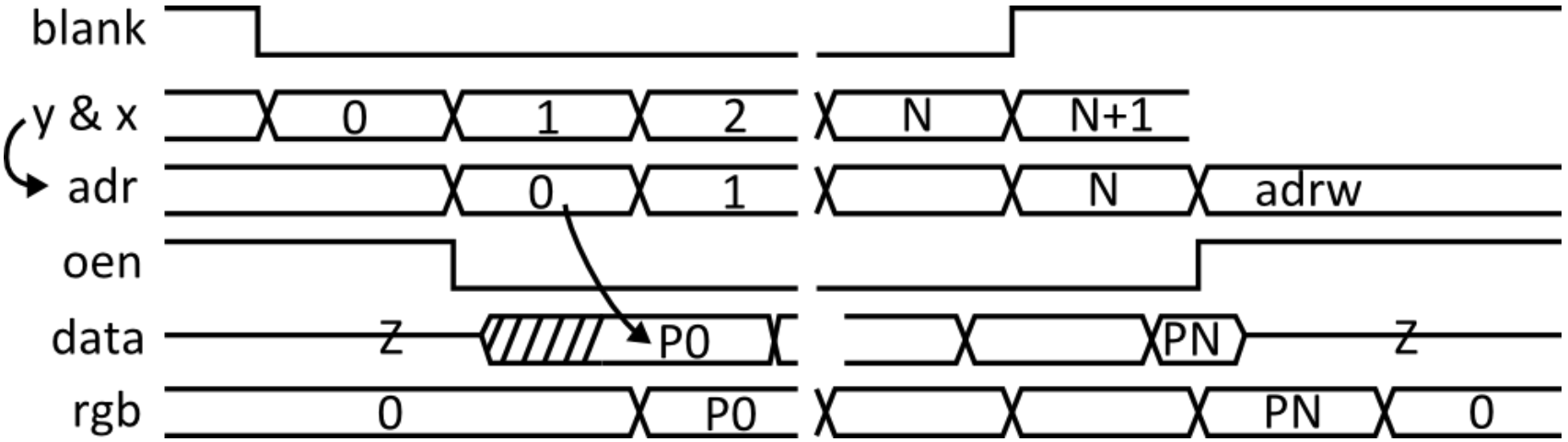
```
if (start=='1')  {
  for (dxy=0; dxy<64; dxy++)  {
    dx, dy = dxy
    M [regy+dy] [regx+dx] = color
  }
  done = '1'
}
```

Komponente & časovni diagrami

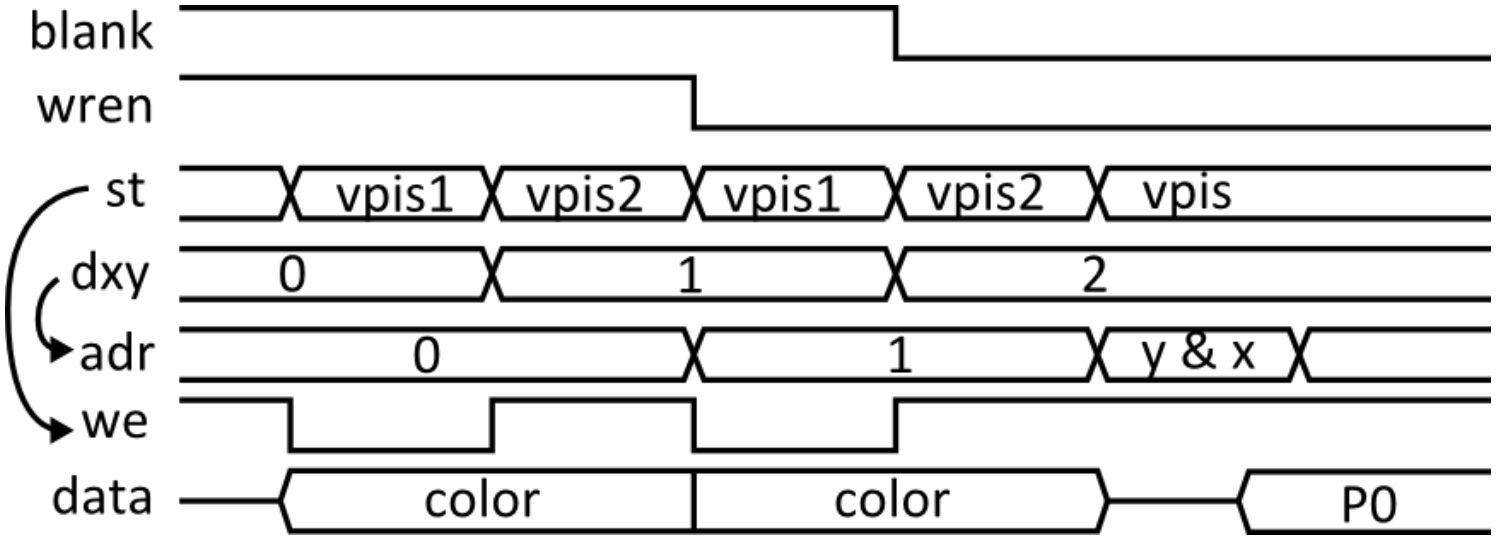
- Slika ozadja v asinhronem pomnilniku (SRAM)
- pisanje je možno, ko ne beremo (blank='1')
- upoštevamo časovne parametre pomnilnika



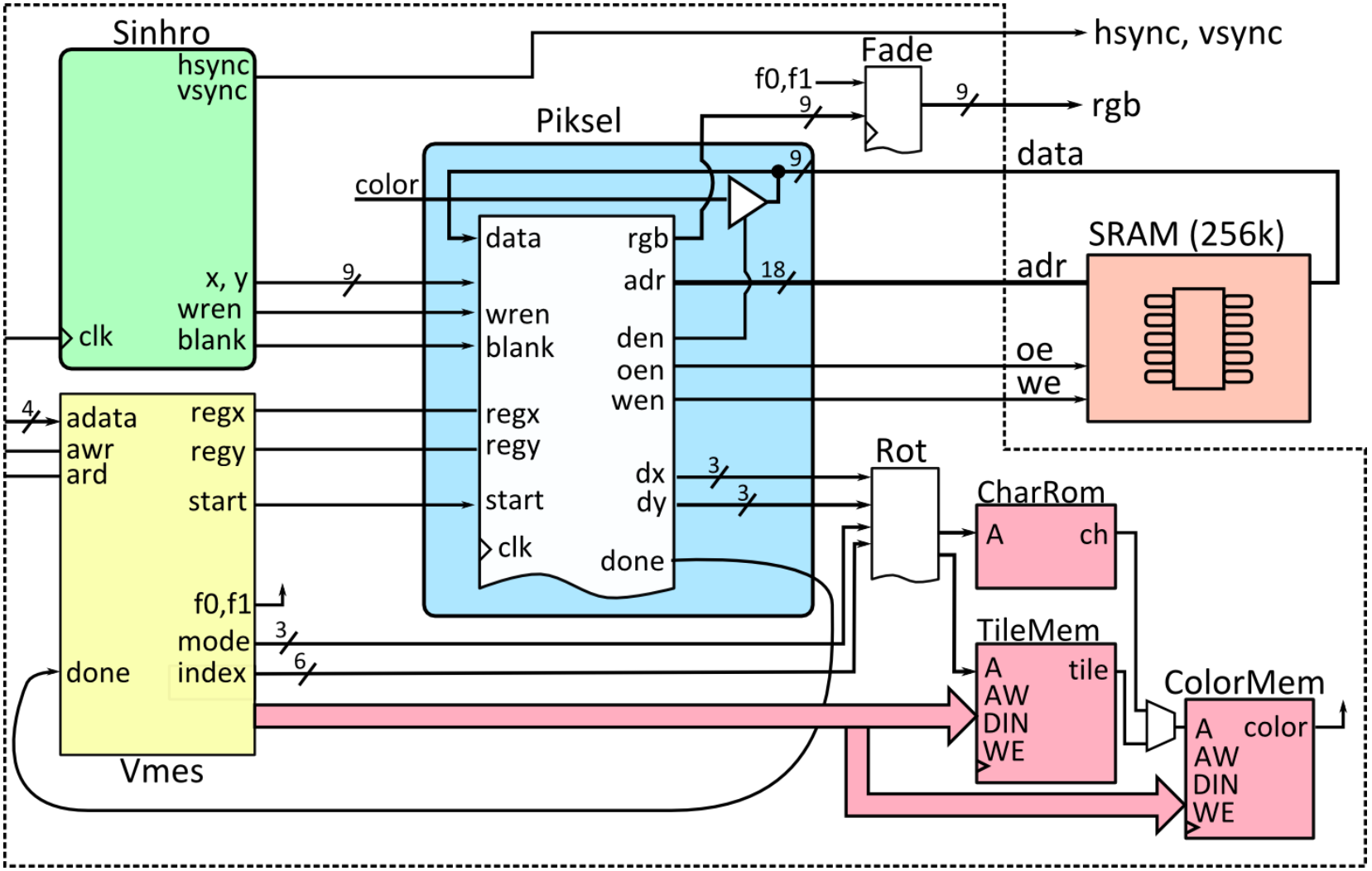
Logika: časovni potek branja in vpisa v SRAM



- Vpis podatka v 2 ciklih, zato potrebujemo stanja (st)

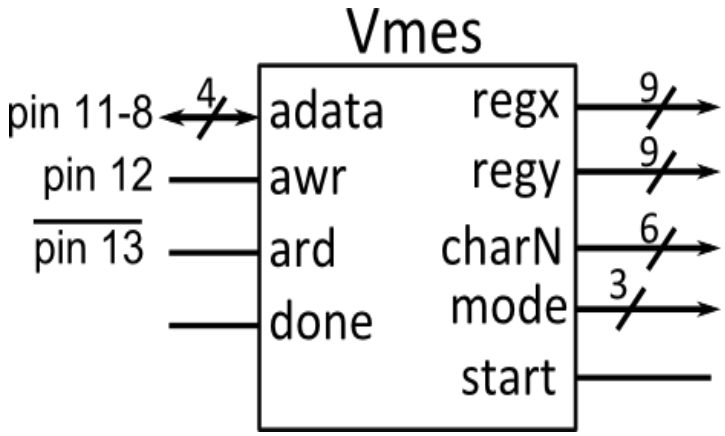


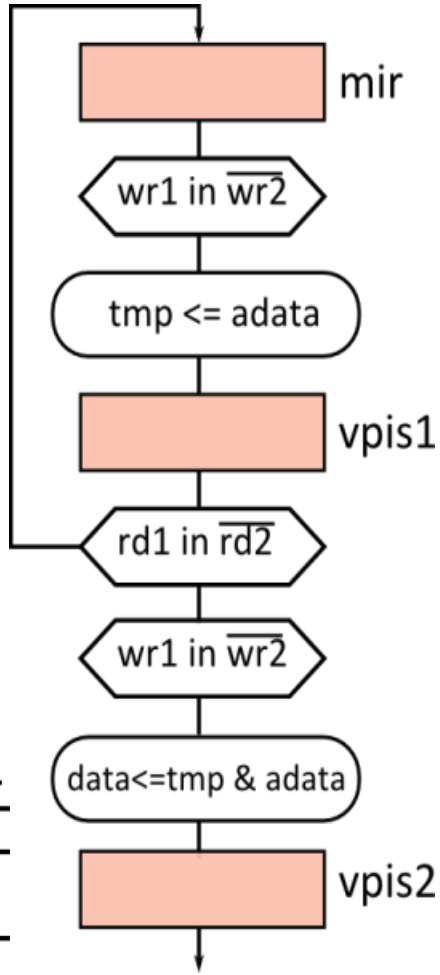
Logika: blokovna shema grafičnega vmesnika



Logika: Vmesnik

- Asinhroni 4-bitni vmesnik



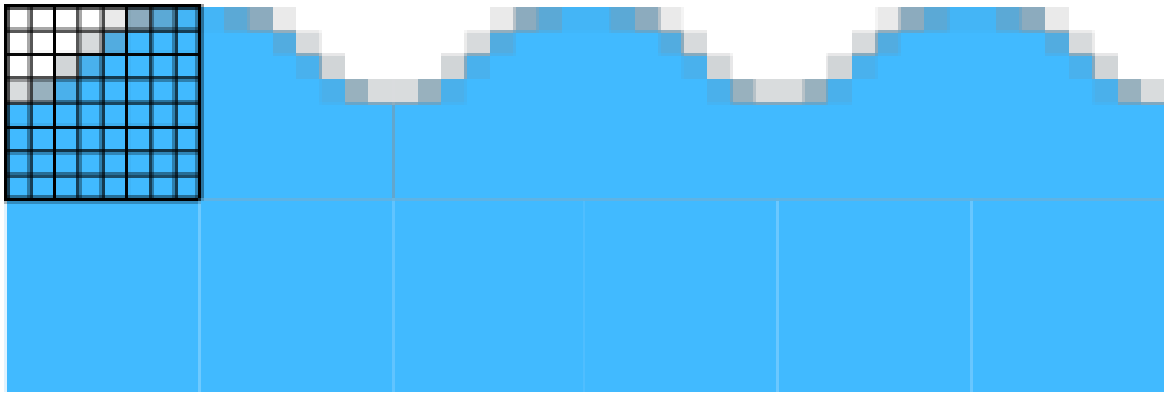


- Sinhronizacija krmilnih signalov

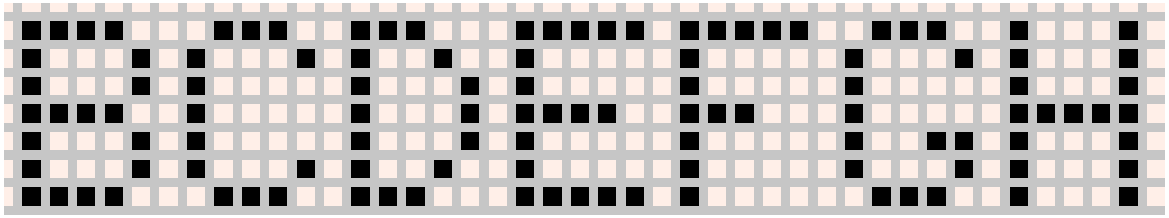
C: princip izdelave ozadja

- Slika zasede 256k, procesor ATmega32 ima 32kB pomnilnika
- Grafika iz sličic (tile) velikosti 8x8 2-bitnih točk (4 barve)
  - strojna oprema začasno shrani 16 različnih sličic

```
B0000000000011111,
B0000000001111111,
B0000000111111111,
B0001111111111111,
B1111111111111111,
B1111111111111111,
B1111111111111111,
B1111111111111111
```



- ROM: 64 znakov
  - 8x8 črke, številke



C: ukazi grafičnega vmesnika

- 4-bitna komunikacija, impulz na wr za vpis v grafični vmesnik
- Osnovni ukazi: nastavi regx, regy in nariši znak 8x8

ime ukaza	koda ukaza		podatek	
SetRegX	0 0 0 1	- - - r(8)	r(7) r(6) r(5) r(4)	r(3) r(2) r(1) r(0)
SetRegY	0 0 1 0	- - - r(8)	r(7) r(6) r(5) r(4)	r(3) r(2) r(1) r(0)
DrawChar	1 0 0 0	- m(2) m(1) m(0)	- - c(5) c(4)	c(3) c(2) c(1) c(0)

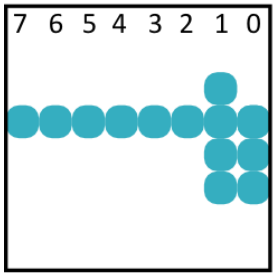
- Ukazi za delo s sličicami: nastavi sličico in barve, nariši in zatemni

ime ukaza	koda ukaza		podatek	
SetTile	0 1 0 0	t(3) t(2) t(1) t(0)	32 podatkovnih ciklov	
SetColor	0 1 0 1	t(3) t(2) t(1) t(0)	12 podatkovnih ciklov	
DrawTile	1 0 0 1	- m(2) m(1) m(0)	- - - -	t(3) t(2) t(1) t(0)
Fade	1 0 1 0	- - - F		

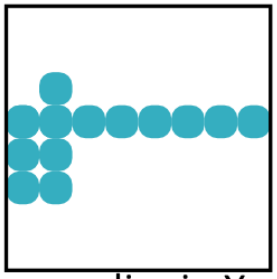
Zrcaljenje narisanih likov

- Pri branju iz TileMem dosežemo zrcaljenje in rotacijo
  - naslov sestavimo iz števcev dy in dx, z negacijo spremenimo vrstni red
  - SW nastavlja parameter: mode

mode=001
adr=dy & $\overline{dx}$

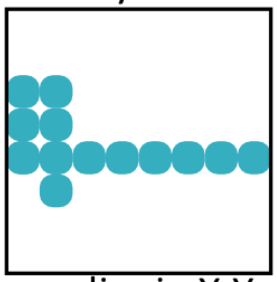


mode=000
adr=dy & dx



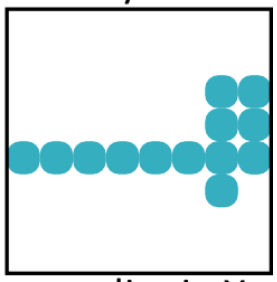
zrcaljenje X

mode=010
adr=$\overline{dy}$ & dx



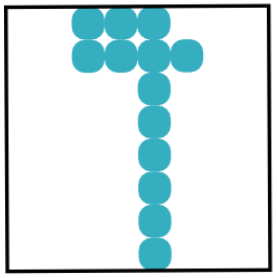
zrcaljenje X,Y
rotacija 180°

mode=011
adr=$\overline{dy}$ & $\overline{dx}$

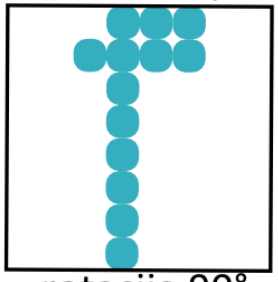


zrcaljenje Y

mode=101
adr=dx & $\overline{dy}$

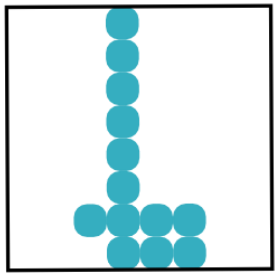


mode=100
adr=dx & dy

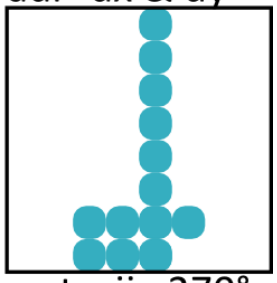


rotacija 90°

mode=110
adr=$\overline{dx}$ & dy



mode=111
adr=$\overline{dx}$ & $\overline{dy}$



rotacija 270°

C: prikaz besedila

- GrafXY(int x, int y)
  - določi začetne koordinate za prikaz besedila (SetRegX in SetRegY)
- GrafPuts(char *s)
  - prikaže znakovni niz (zaporedje ukazov DrawChar(mode=001))
  - pretvori male črke v velike in od ASCII kode odšteje 32

```
 !"#$%&'()*+,-./
0123456789:;<=>?
@ABCDEFGHIJKLMNO
PQRSTUVWXYZ[\]^_
```