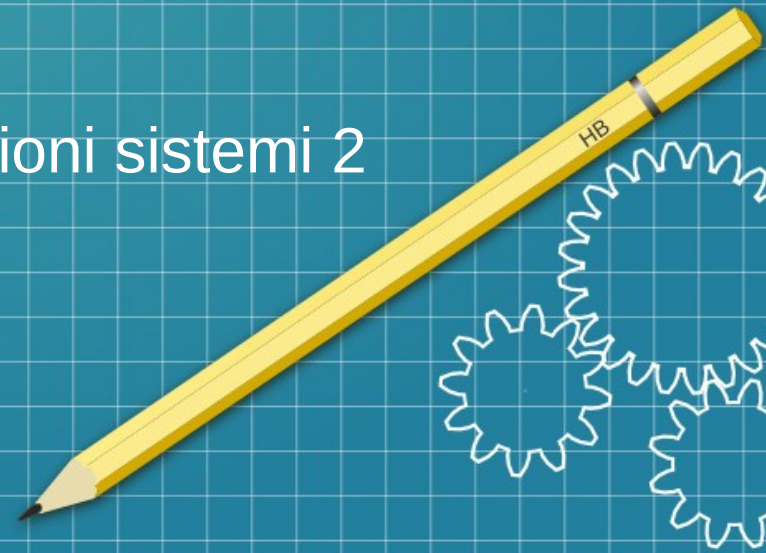


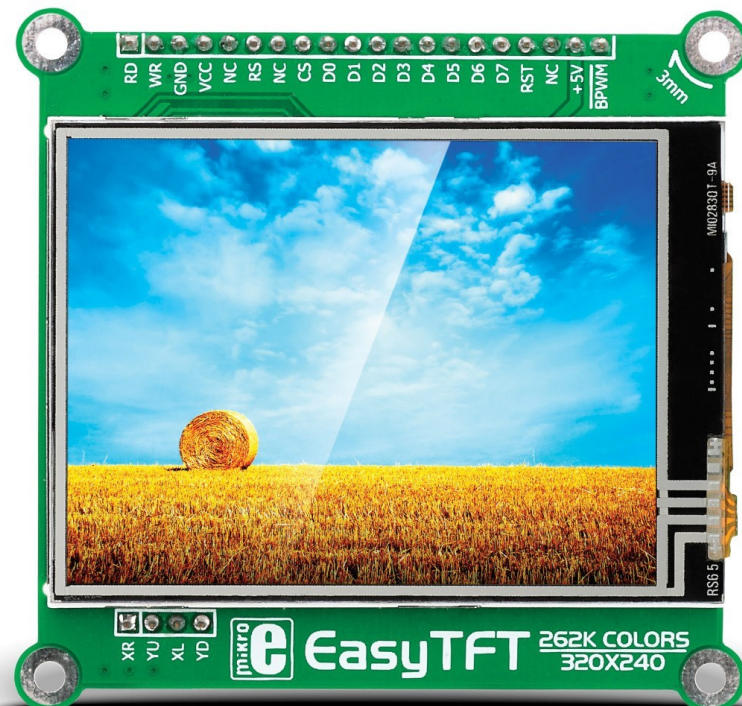
TFT Easy displej

Mikroprocesorski merno-informacioni sistemi 2



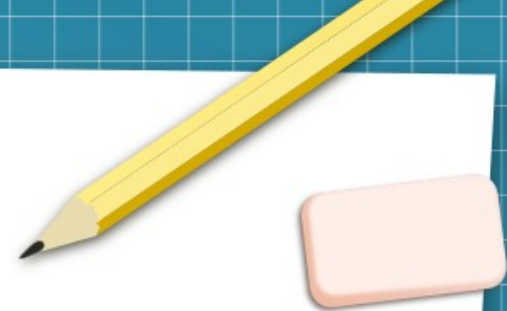
EasyTFT displej

- TFT displej
- Rezolucije 320x240
- Boje se zadaju sa 18-bitna (262 k)
- Koristi ILI9341 drajver
- Komunikacija se vrši preko 8-bitnog paralelnog protokola

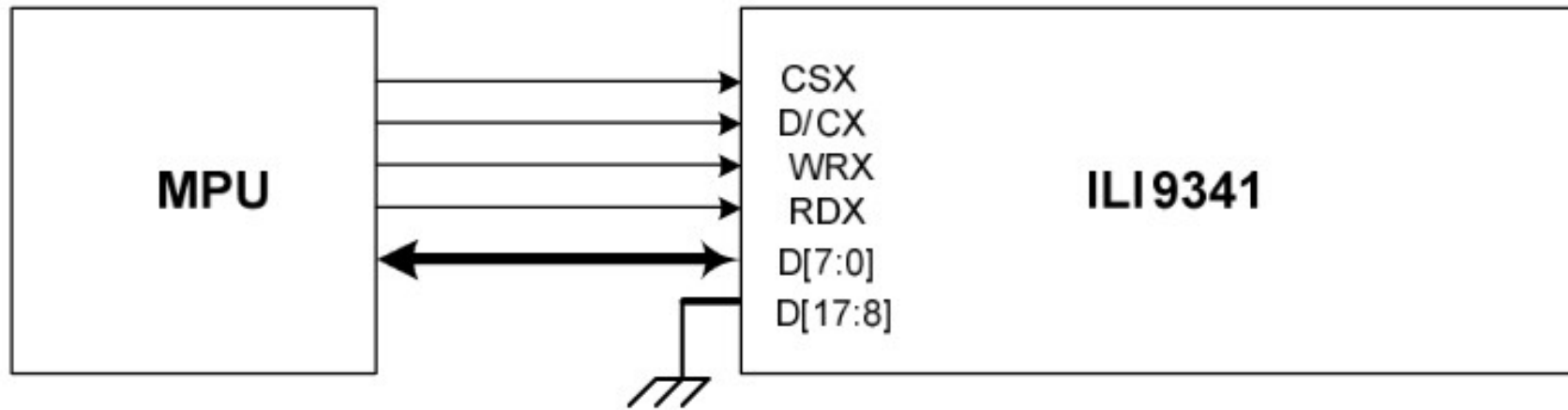


Pinovi

- VCC/GND – Napajanje 3,3 V
- CS – *Chip Select* pin bira displej sa kojim se komunicira (aktivan na nisko stanje)
- RESET – pin koji hardverski resetuje displej (aktivan na nulu)
- RS (D/C)– pin definiše da li se šalje komanda ili podaci (komanda se šalje kada je pin na nuli, a podaci kada je na jedinici)
- WR – *strobe pin* signalizira da su podaci spremni za upis na displej, kada je na nuli podaci se očitavaju
- RS _ slično kao i WR samo signalizira kontroleru da se očitaju podaci sa displeja
- DB0:DB7 – koriste se za prenos podataka sa i na displej



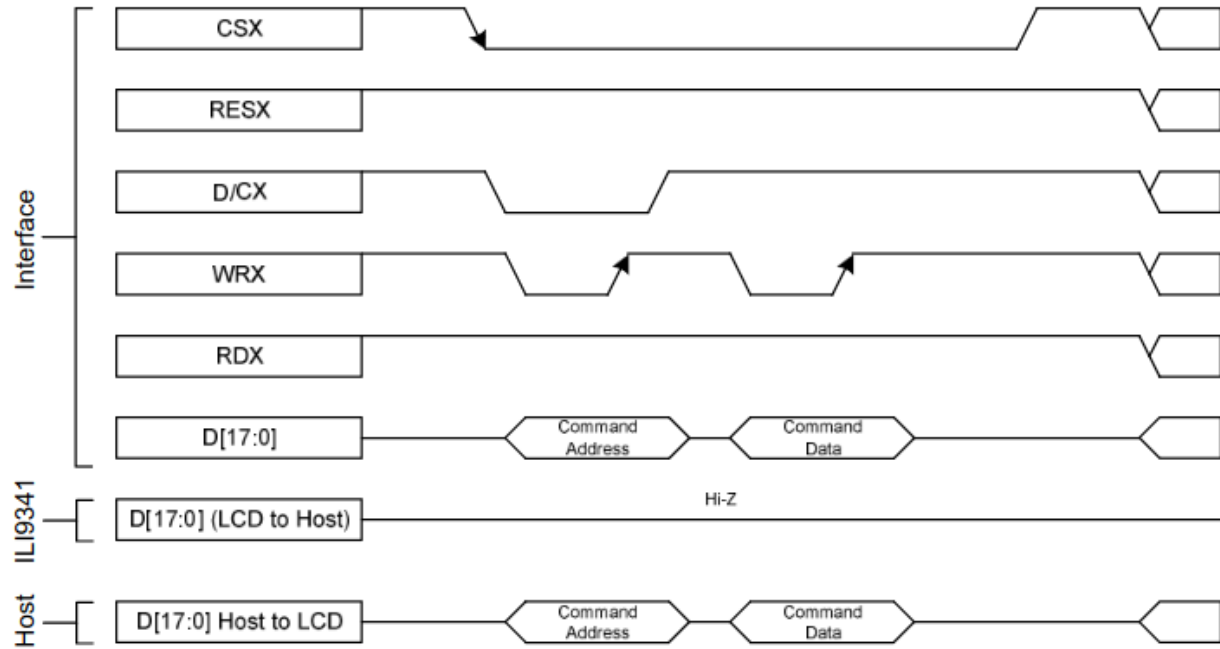
Povezivanje 8 bitni paralelni mod



Sekvenca upisa - komanda

```
void ili9341_send_command(uint8_t command)
```

```
{  
    RS_Clear();  
    CS_Clear();  
  
    DATA_BUS_CLEAR_ALL();  
    DATA_BUS_SET(command);  
  
    WR_Clear();  
    WR_Set();  
    CS_Set();  
}
```



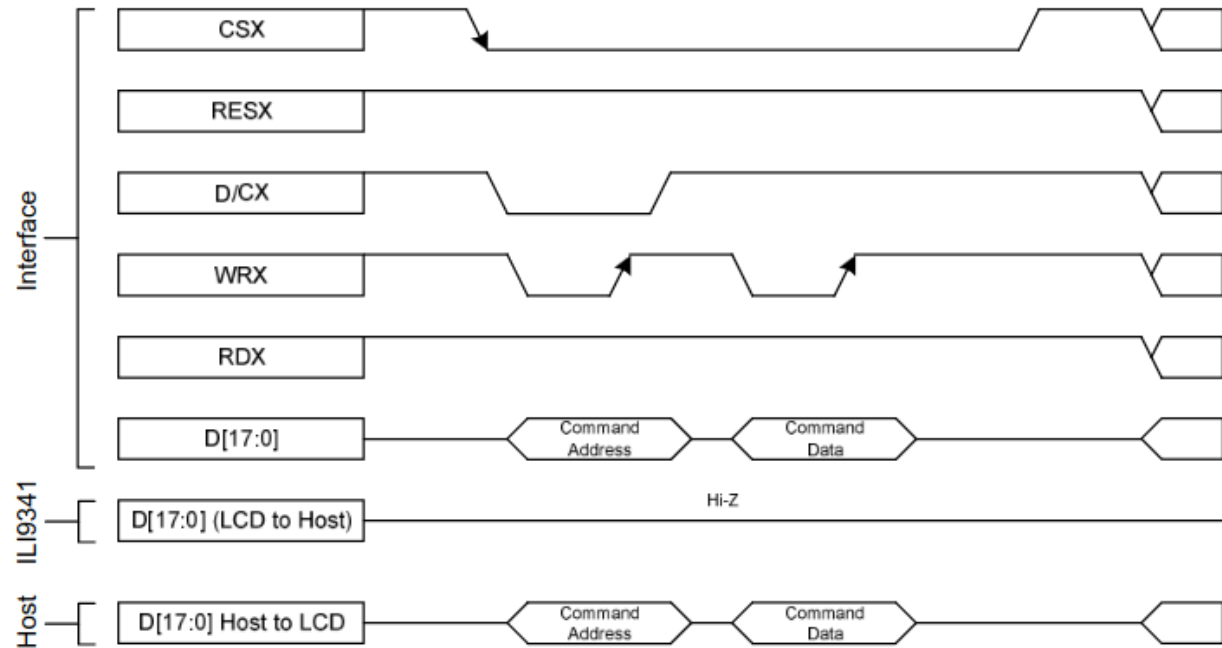
Signals on D[17:0], D/CX, RDX and WRX wires during CSX=" H" are ignored.

Sekvenca upisa - podatak

```
void ili9341_send_data(uint8_t data)
{
    RS_Set();
    CS_Clear();

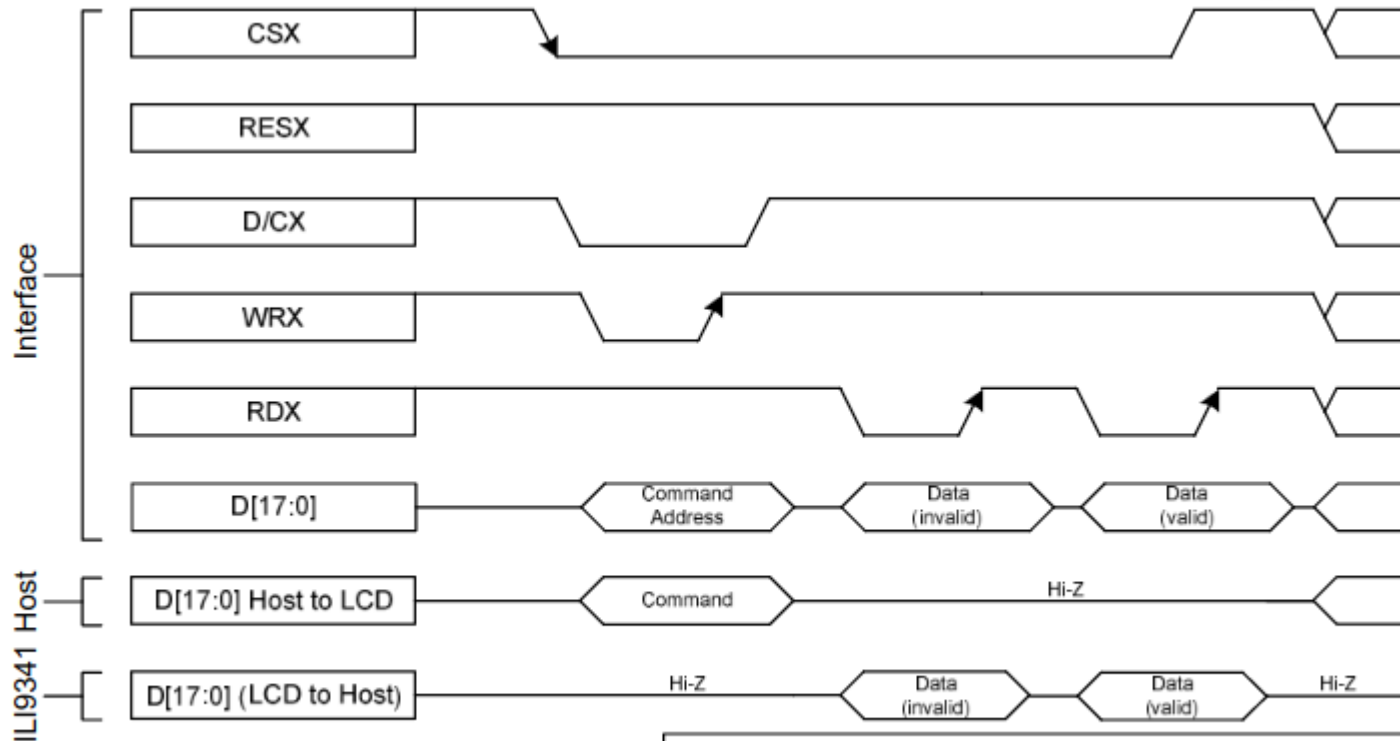
    DATA_BUS_CLEAR_ALL();
    DATA_BUS_SET(data);

    WR_Clear();
    WR_Set();
    CS_Set();
}
```



Signals on D[17:0], D/CX, RDX and WRX wires during CSX=" H" are ignored.

Očitavanje sa displeja



Signals on D[17:0], D/CX, RDX and WRX wires during CSX=" H" are ignored.

Modovi boja



- 18 bitni

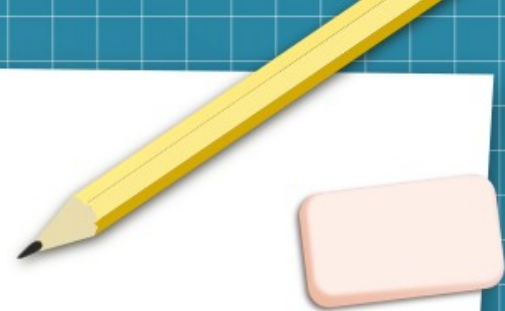
Count	0	1	2	3	...	718	719	720
D/CX	0	1	1	1	...	1	1	1
D7	C7	0R5	0G5	0B5	...	239R5	239G5	239B5
D6	C6	0R4	0G4	0B4	...	239R4	239G4	239B4
D5	C5	0R3	0G3	0B3	...	239R3	239G3	239B3
D4	C4	0R2	0G2	0B2	...	239R2	239G2	239B2
D3	C3	0R1	0G1	0B1	...	239R1	239G1	239B1
D2	C2	0R0	0G0	0B0	...	239R0	239G0	239B0
D1	C1				...			
D0	C0				...			

- 16 bitni

Count	0	1	2	3	4	...	477	478	479	480
D/CX	0	1	1	1	1	...	1	1	1	1
D7	C7	0R4	0G2	1R4	1G2	...	238R4	238G2	239R4	239G2
D6	C6	0R3	0G1	1R3	1G1	...	238R3	238G1	239R3	239G1
D5	C5	0R2	0G0	1R2	1G0	...	238R2	238G0	239R2	239G0
D4	C4	0R1	0B4	1R1	1B4	...	238R1	238B4	239R1	239B4
D3	C3	0R0	0B3	1R0	1B3	...	238R0	238B3	239R0	239B3
D2	C2	0G5	0B2	1G5	1B2	...	238G5	238B2	239G5	239B2
D1	C1	0G4	0B1	1G4	1B1	...	238G4	238B1	239G4	239B1
D0	C0	0G3	0B0	1G3	1B0	...	238G3	238B0	239G3	239B0

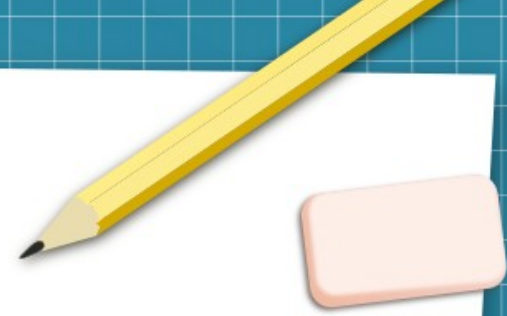
Inicijalizacija displeja

- Podešavanje registara:
 - 0xCF – Power control B
 - 0xED – Power on sequence control
 - 0xCB – Power control A
 - 0xEA – Driver timing control B
 - 0xE8 – Driver timing control A
 - 0xC0 – Power control 1
 - 0xC1 – Power control 2

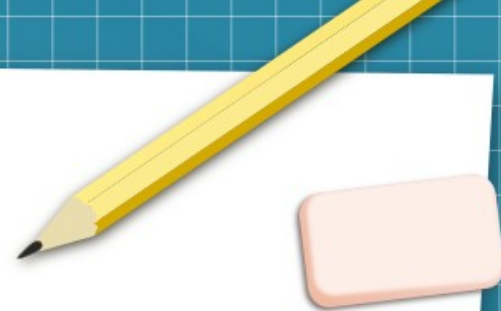


Inicijalizacija displeja

- Podešavanje registara:
 - 0xC5 – VCOM Control 1
 - 0xC7 – VCOM Control 2
 - 0x3A – Pixel Format Set
 - 0x36 – Memory Access Control
 - 0xB1 – Frame Control
 - 0xB6 – Display Function Control
 - 0xF2 – Enable 3G



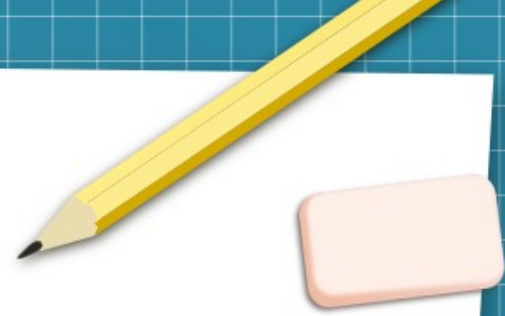
Inicijalizacija displeja



- Podešavanje registara:
 - 0xF7 – Pump Ratio Control
 - 0x26 – Gamma Set
 - 0xE0 – Positive Gamma Correction
 - 0xE1 – Negative Gamma Correction
 - 0x11 – Sleep OUT
 - 0x29 – Display ON
- Pogledati ili9341_init funkciju i uputstvo ILI9341 drajvera

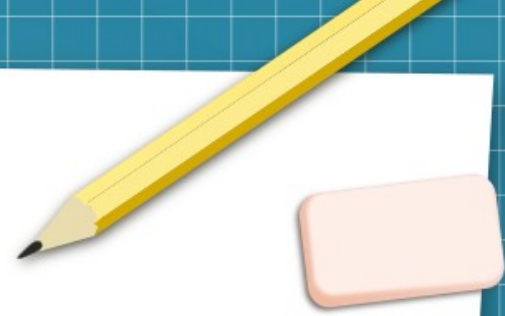
Funkcije za rad sa ILI9341

- ili9341_set_address_window
- ili9341_clear_display
- ili9341_draw_pixel
- ili9341_draw_line
- ili9341_draw_vline
- ili9341_draw_hline



Funkcije za rad sa ILI9341

- ili9341_draw_rect
- ili9341_draw_filled_rectangle
- ili9341_draw_circle
- ili9341_draw_filled_circle



ili9341_set_address_window

- Na kraju se šalje komanda *Memory Write* (0x2C) koja ubacuje displej u mod za prijem podataka.
- Podaci se šalju sve dok se ne popuni celokupno memorijsko područje definisano površinom prethodno opisano u registrima *Column* i *Page Address Set*

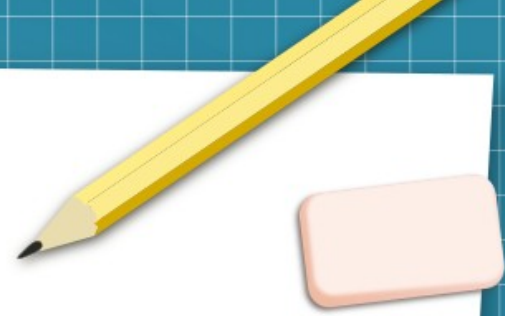
	D/CX	RDX	WRX	D17-8	D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0	HEX
Command	0	1	↑	XX	0	0	1	0	1	1	0	0	2Ch
1 st Parameter	1	1	↑	D1 [17:0]									XX
:	1	1	↑	Dx [17:0]									XX
N th Parameter	1	1	↑	Dn [17:0]									XX

ili9341_clear_display

- Podešava aktivnu površinu na ceo displej

```
ili9341_set_address_window(0, 0, ILI9341_WIDTH - 1,  
ILI9341_HEIGHT - 1);
```

- Prosleđuje podatke o prosleđenoj boji
- Rezultat ceo displej se postavlja u jednu boju



ili9341_draw_pixel

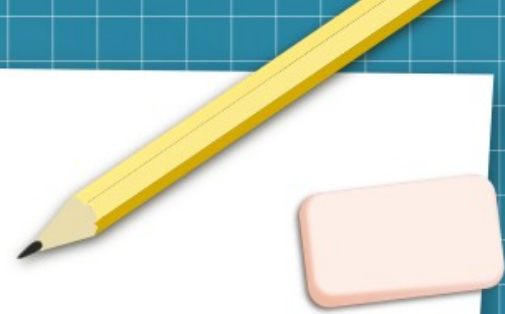
- Podešava aktivnu površinu na samo jednu lokaciju za prosleđene parametre x i y

```
ili9341_set_address_window(x, y, x+1, y+1);
```

- Na datoj lokaciji iscrtava pixel zadate boje



ili9341_draw_line

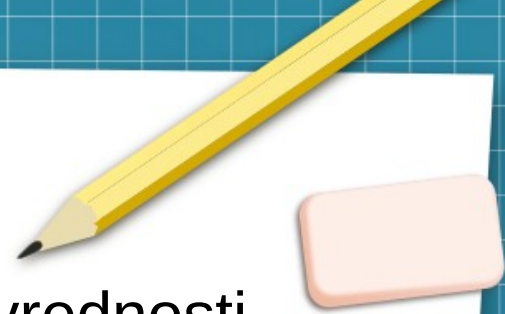


- Iscrtava liniju pixel po pixel
- Ako se zna jednačina prave onda je moguće iscrtati piksele korišćenjem jednačinom prave između dve tačke $A(x_0, y_0)$ i $B(x_1, y_1)$

$$y = \frac{y_1 - y_0}{x_1 - x_0} (x - x_0) + y_0.$$

- Za svako x treba obojiti jedan piksel sa koordinatama: $(x, \lfloor y + 0.5 \rfloor)$
- Ovaj metod mora stalno izračunavati nove vrednosti u aritmetici sa pokretnim zarezom

ili9341_draw_line



- Dalje algoritam se može poboljšati kako se ne bi vrednosti ponovo računale kao:

$$y_{i+1} = m * x_{i+1} + B$$

$$y_{i+1} = m * (x_i + 1) + B$$

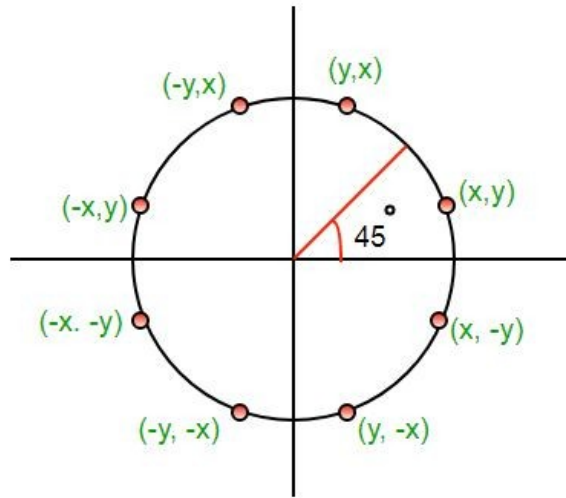
$$y_{i+1} = y_i + m$$

- Postoji manja potreba za računanjem, ali je i dalje m u aritmetici sa pokretnom tačkom
- Kako bi se to izbeglo koristi se Brezenhamov algoritam

ili9341_draw_circle

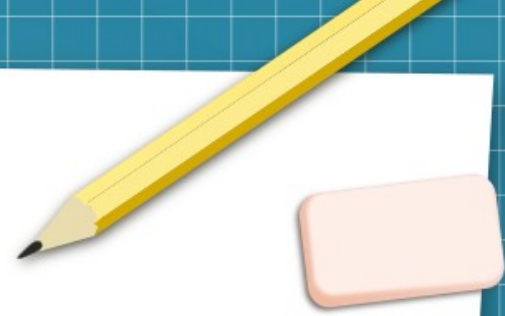
- Korsiti midpoint algoritam
- U osnovi bazira se na jednačini
- Izračunava samo prvi oktant, ostali se dobijaju simetrijom

$$x^2 + y^2 = r^2$$



Ostale funkcije

- Baziraju se na postojećim funkcijama
- Sve koje iscrtavaju ispunjene oblike koriste algoritam za iscrtavanje linija i tako ga popunjavaju





This work is licensed under a Creative Commons Attribution-ShareAlike 3.0 Unported License. It makes use of the works of Mateus Machado Luna.

