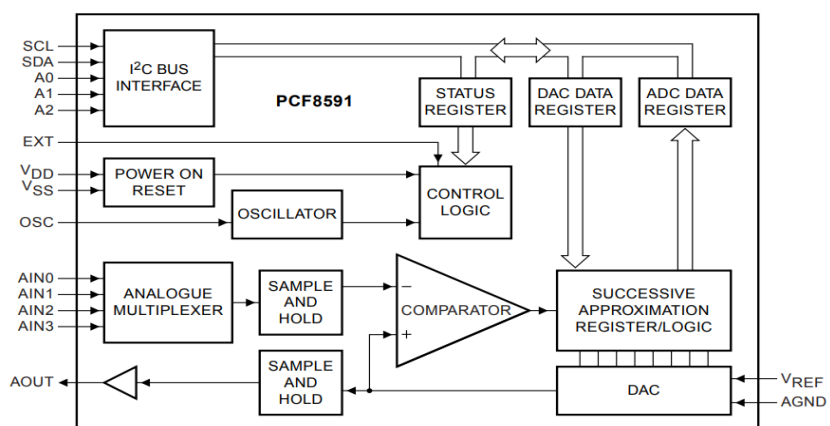


Rad sa D/A i A/D konvertorima

U okviru ove vežbe ćemo se upoznati sa integrisanim kolom PCF8591 koje u sebi sadrži 8-bitni analogno-digitalni konvertor (četvoroulazni) i 8-bitni digitalno-analogni konvertor.

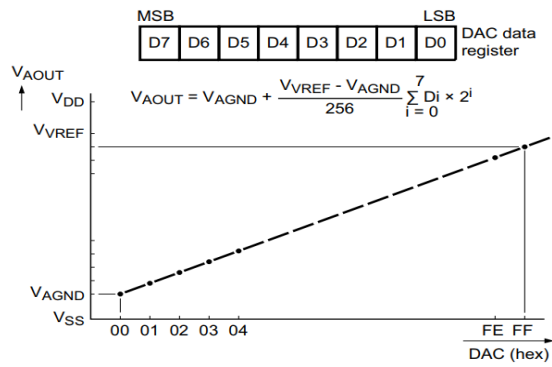
9.1. PCF8591

Ovo kolo se povezuje putem I²C magistrale na RPi. O načinima povezivanja i podešavanja I²C magistrale na RPi je bilo reči u prethodnoj vežbi. Na slici 9.1 je data blok šema kola PCF8591. Obratiti pažnju da A/D i D/A konvertori nisu nezavisni, a za dodatne detalje u vezi ovog kola pogledati [25].

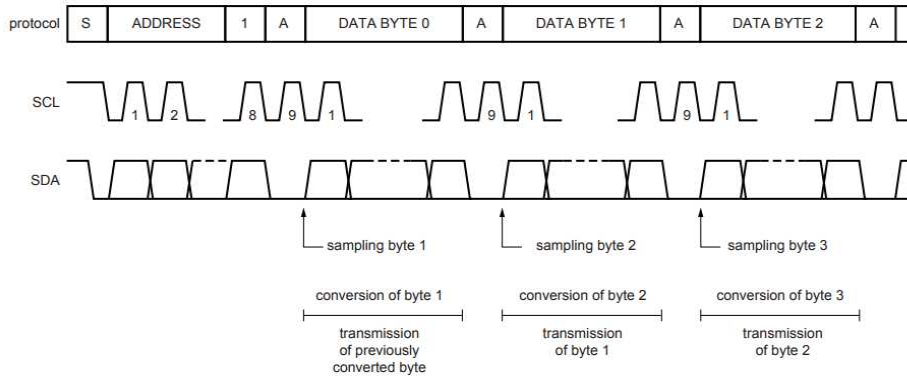


Slika 9.1. Blok šema PCF8591 [25]

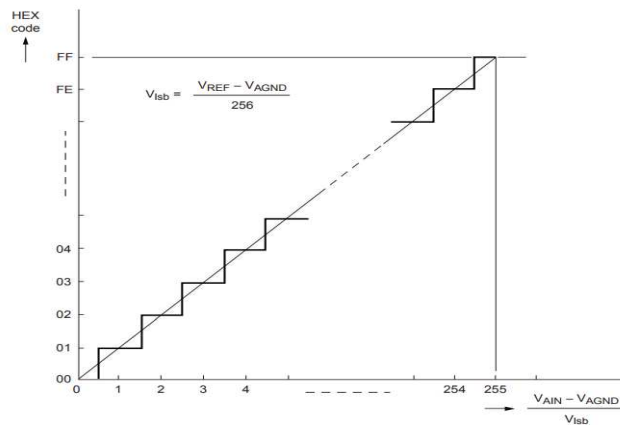
Kontrolna reč je prikazana na slici 9.2, a potom i sekvence za A/D i D/A konverziju na slikama 9.3, 9.4, 9.5 i 9.6.



Slika 9.4. Izlazni napon u zavisnosti od 8-bitne vrednosti [25]



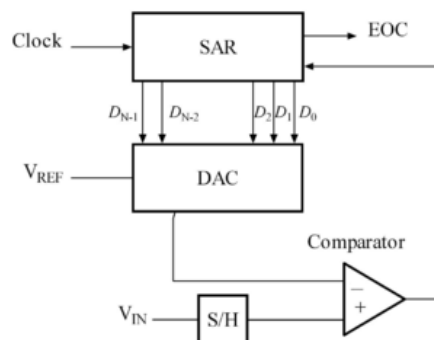
Slika 9.5. A/D konverzija [25]



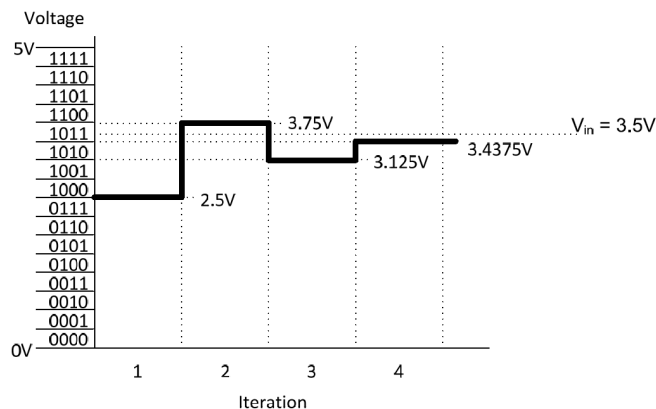
Slika 9.6. Karakteristike A/D konverzije [25]

9.2. Princip A/D konverzije sa sukcesivnom aproksimacijom

A/D konvertor na integrisanom kolu koristi princip sukcesivne aproksimacije tako što se dostignuta vrednost u SAR registru konvertuje u analognu pomoću D/A konvertora i potom se ta analogna vrednost poredi sa ulaznom vrednosti. Kolo A/D konvertora je ilustrovano na slici 9.7, a ilustracija rada ovakvog konvertora u 4-bitnom slučaju je prikazana na slici 9.8.



Slika 9.7. SAR A/D konvertor

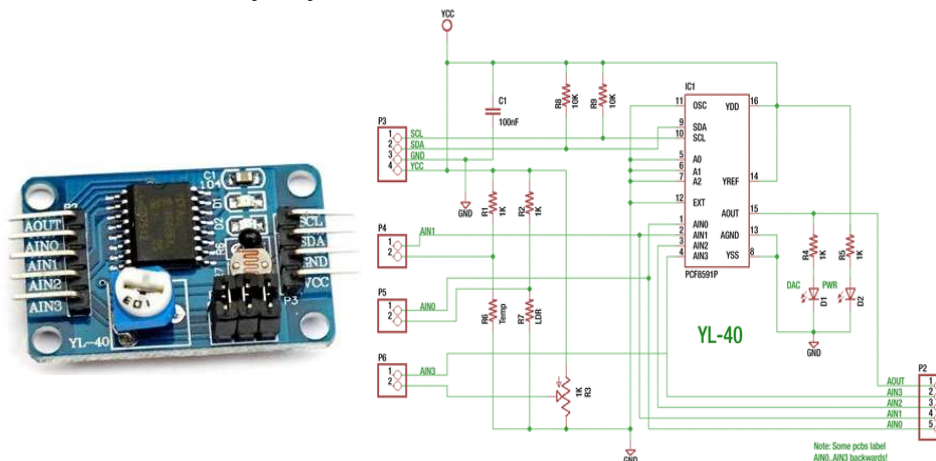


Slika 9.8. Primer 4-bitne konverzije

9.3. Rad sa A/D konvertorom korišćenjem BCM biblioteke

U narednom primeru će biti pokazan način rada sa A/D konvertorom i dato rešenje napisano u programskom jeziku C uz upotrebu BCM2835 biblioteke. Da bi se

radilo sa ovim kolom potrebno je povezati pločicu PCF8591 na I2C magistralu RPi. Dakle pinove SCL i SDA je potrebno spojiti sa odgovarajućim pinovima na RPi, kao i VCC na 3,3 V i GND. Izgled pločice koju treba koristiti kao i el. šema su dati na slici 9.9., a način određivanja slejv adrese na slici 9.10.



Slika 9.9. Pločica sa PCF8591 i elektronska šema

I²C slave address byte

| Bit | Slave address | | | | | | | 0 |
|---------------|---------------|---|---|---|----|----|----|-----|
| | 7 | 6 | 5 | 4 | 3 | 2 | 1 | |
| | MSB | | | | | | | LSB |
| slave address | 1 | 0 | 0 | 1 | A2 | A1 | A0 | R/W |

R/W-bit description

| R/W | Description |
|-----|-------------|
| 0 | write data |
| 1 | read data |

Slika 9.10. Određivanje slejv adrese

```
#include <bcm2835.h>
#include <stdio.h>
#include <unistd.h>

unsigned char WriteBuf;
unsigned char ReadBuf0, ReadBuf1, ReadBuf2, ReadBuf3;

int main(int argc, char **argv)
{
    if (!bcm2835_init())
        return 1;
}
```

```

bcm2835_i2c_begin();
bcm2835_i2c_setSlaveAddress(0x48);
bcm2835_i2c_set_baudrate(10000);

while(1)
{
    WriteBuf = 0x00;
    bcm2835_i2c_write_read_rs(&WriteBuf, 1,
                             &ReadBuf0, 1);
    bcm2835_i2c_read(&ReadBuf0, 1);

    WriteBuf = 0x01;

    bcm2835_i2c_write_read_rs(&WriteBuf, 1,
                             &ReadBuf1, 1);

    bcm2835_i2c_read (&ReadBuf1, 1);

    WriteBuf = 0x02;
    bcm2835_i2c_write_read_rs(&WriteBuf, 1,
                             &ReadBuf2, 1);
    bcm2835_i2c_read(&ReadBuf2, 1);

    WriteBuf = 0x03;
    bcm2835_i2c_write_read_rs(&WriteBuf, 1,
                             &ReadBuf3, 1);
    bcm2835_i2c_read(&ReadBuf3, 1);

    printf("adc0: %5.2f adc1: %5.2f adc2: %5.2f adc3: %5.2f
\n", (double)ReadBuf0 * 3.3 / 255, (double)ReadBuf1 * 3.3
/ 255, (double)ReadBuf2* 3.3 / 255, (double)ReadBuf3* 3.3
/ 255);
        printf ("\r") ; fflush (stdout) ;

        bcm2835_delay(100);
    }

    bcm2835_i2c_end();
    bcm2835_close();
    return 0;
}

```

9.2.1. Zadatak

Koristeći trimer potencijometar (koji je u opsegu [0, 3.3] V) pokretan priključak povezati na jedan od ulaza ADC-a (AIN3 ako ne menjate ništa na YL-40). Potom napisati program koji ispisuje očitani napon u terminalu.

9.3. Rad sa D/A konvertorom korišćenjem BCM biblioteke

U narednom primeru će biti pokazan način rada sa D/A konvertorom i dato rešenje napisano u programskom jeziku C uz upotrebu BCM2835 biblioteke. U ovoj vežbi je potrebno povezati izlaz D/A konvertora sa LED (npr. skinuti džemper sa LED3 na DVK512 pločici i povezati AOUT sa YL-40 pločice sa LED3 na DVK512 ili na protobordu slično ranijim vežbama).

```
#include <bcm2835.h>
#include <stdio.h>
#include <unistd.h>

unsigned char b[]={0x40,0x00};

int main(void)
{
    if (!bcm2835_init())
        return 1;

    bcm2835_i2c_begin();
    bcm2835_i2c_setSlaveAddress(0x48);
    bcm2835_i2c_set_baudrate(10000);

    while(1)
    {
        b[1]=b[1]+5;
        bcm2835_i2c_write((const char *)&b,2);
        printf("Izlaz DA konvertora: %d \n",b[1]);
        bcm2835_delay(50);
    }

    bcm2835_i2c_end();
    bcm2835_close();
    return 0;
}
```

9.4. Funkcije *wiringPi* biblioteke za rad A/D i D/A konvertorima

U narednom primeru će biti ilustrovana upotreba funkcija iz proširenja *wiringPi* biblioteke za rad sa PCF 8591. Detaljniji opis se može pogledati u [26].

```
/*Povezati izlaz DAC-a sa AIN2 (koji je slobodan)
 * očitavati trimer potencijometar koji je na AIN3
 * upisati tu vrednost u DAC,
 * očitati DAC preko AIN2
 * DAC izlaz je validan do oko ~220
 */

#include <wiringPiI2C.h>
#include <wiringPi.h>
#include <stdlib.h>
#include <stdio.h>

const char PCF8591 = 0x48; // adresa
int fd, adcVal;

int main()    {

    if (wiringPiSetup () == -1) exit (1);

    fd = wiringPiI2CSetup(PCF8591);

    while (1)    {
        // procitaj trimer pot sa AIN3 ulaza
        wiringPiI2CReadReg8(fd, PCF8591 + 3) ; // dummy
        adcVal = wiringPiI2CReadReg8(fd, PCF8591 + 3) ;
        printf("Pot ADC vrednost = %d ", adcVal);

        // upisi tu vrednost u DAC reg, 0x04
        wiringPiI2CWriteReg8 (fd, PCF8591 + 4, adcVal) ;

        // procitaj DAC preko AIN2
        wiringPiI2CReadReg8(fd, PCF8591 + 2) ; // dummy
        adcVal = wiringPiI2CReadReg8(fd, PCF8591 + 2);
        printf("DAC vrednost = %d \n\n" , adcVal);

        delay(500);
    }
    return 0;
}
```


9.5. Zadaci

9.5.1. Zadatak 1

Koristeći *wiringPi* biblioteku napraviti jednostavan voltmetar na LCD displeju koji meri napon u opsegu 0-3.3 V.

9.5.2. Zadatak 2

Realizovati generator testerastog/trougaonog napona. Ispravnost rada pokazati na osciloskopu.

9.5.3. Zadatak 3

Koristeći senzor osvetljaja na YL-40 modulu realizovati svetlosni detektor sa rezolucijom tri nivoa (SLABO, DNEVNO, NOCNO) koje prikazivati na LED na DVK512.