

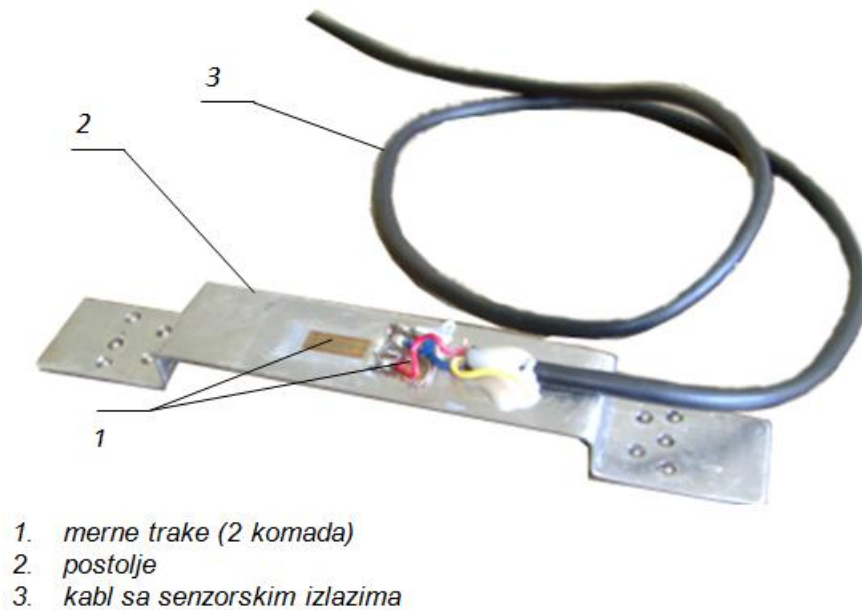
MERENJE BRZINE DISANJA

Zadatak 1

Projektovati senzor zasnovan na mernim trakama, koji će omogućiti detekciju čovekovog disanja.

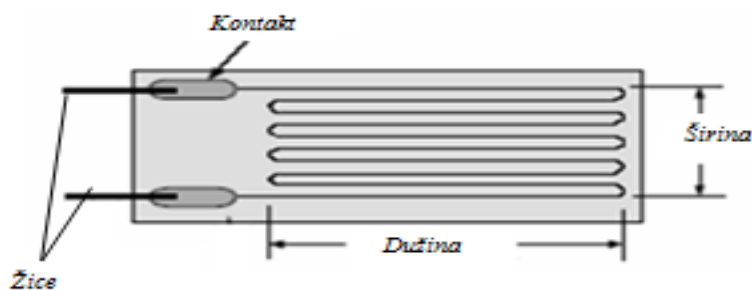
Rešenje

Jedno rešenje je da se koristi mehanička konstrukcija koja će se postaviti na ispitanika, tako da pokreti grudnog koša ispitanika, tokom disanja, deformišu tu konstrukciju. Deformacije ove konstrukcije se mogu detektovati pomoću mernih traka. Konstrukcija treba da bude dovoljno fleksibilna, da bi njene deformacije pratile disajne pokrete ispitanika. Jedno takvo rešenje je dato na slici 1. Prikazani senzor se sastoji od mernih traka i postolja napravljenog od čeličnog lima.

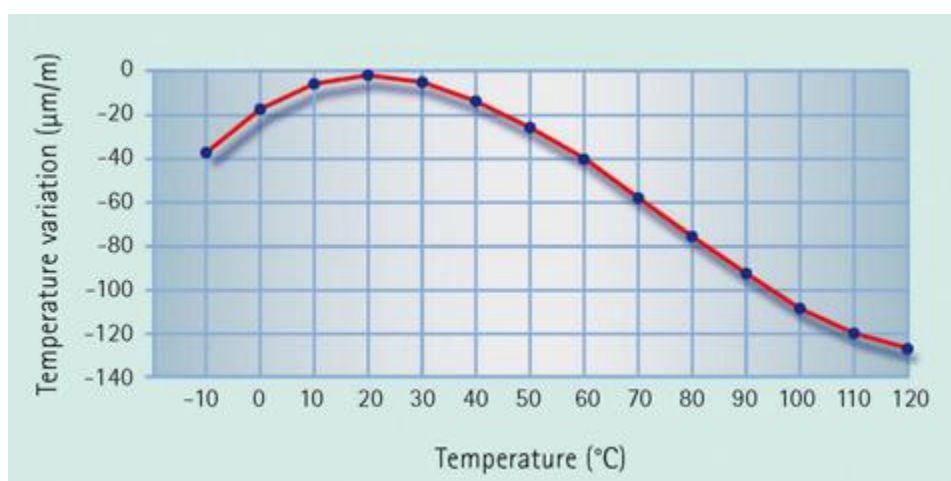


Slika 1. Izgled senzora za detekciju disanja.

Merna traka spada u vrstu senzora koji rade na bazi promene otpora. Vrlo je osetljiva na milimetarsko ili čak mikronsko istezanje, savijanje i uvrtnje, pri čemu daje vrlo malu promenu otpora reda $\pm 1 \text{ m}\Omega$. Merne trake se prave od homogenih provodnih materijala koji omogućuju da na osnovu promene otpornosti odredimo deformaciju tela na koje je pričvršćena merna traka (u ovom slučaju postolje od čeličnog lima). Struktura merne trake je prikazana na slici 2, a uticaj temperature na tačnost merne trake na slici 3.

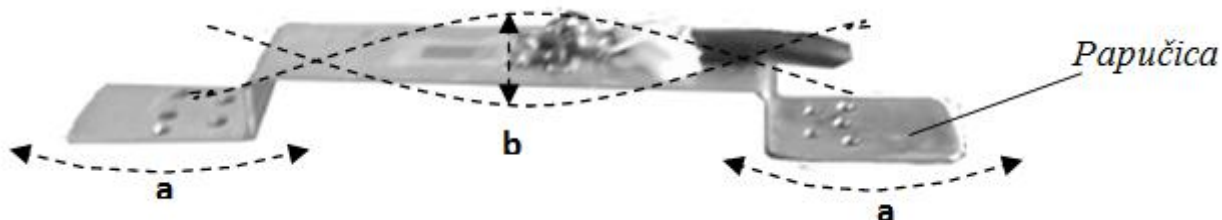


Slika 2. Struktura merne trake.



Slika 3. Uticaj temperature na pokazivanje merne trake.

U projektovanom senzoru su upotrebljene dve merne trake, sopstvene otpornosti od $350\ \Omega$: prve koja reaguje na deformisanje materijala na koji je pričvršćena (postavljena uzdužno u odnosu na osu postolja, i druge, tzv. „mrtve trake,” koja ne reaguje na fizičke deformacije postolja (postavljena je poprečno u odnosu na osu postolja), već služi za kompenzovanje temperaturnih koeficijenata, kako temperaturne promene ne bi uticale na tačnost merenja.



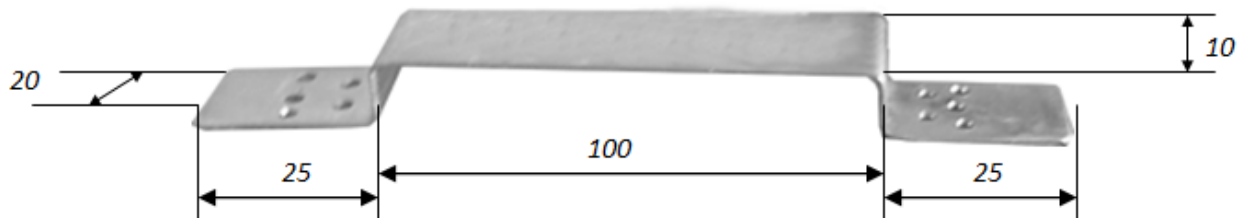
Slika 4. Elastične deformacije postolja senzora.

Na slici 4 su crnim isprekidanim linijama prikazane elastične deformacije postolja (nosača mernih traka). Ove deformacije su reda milimetra, ali su na slici prikazane u većoj razmeri, radi boljeg uočavanja i jasnoće. Crne isprekidane linije obeležene slovom **a** označavaju smerove kretanja papučica postolja

senzora, koje mogu da se približavaju ili udaljavaju jedna od druge. One se pomeraju pravolinijski, ali zbog same konstrukcije metalnog postolja dolazi do male promene ugla papučice.

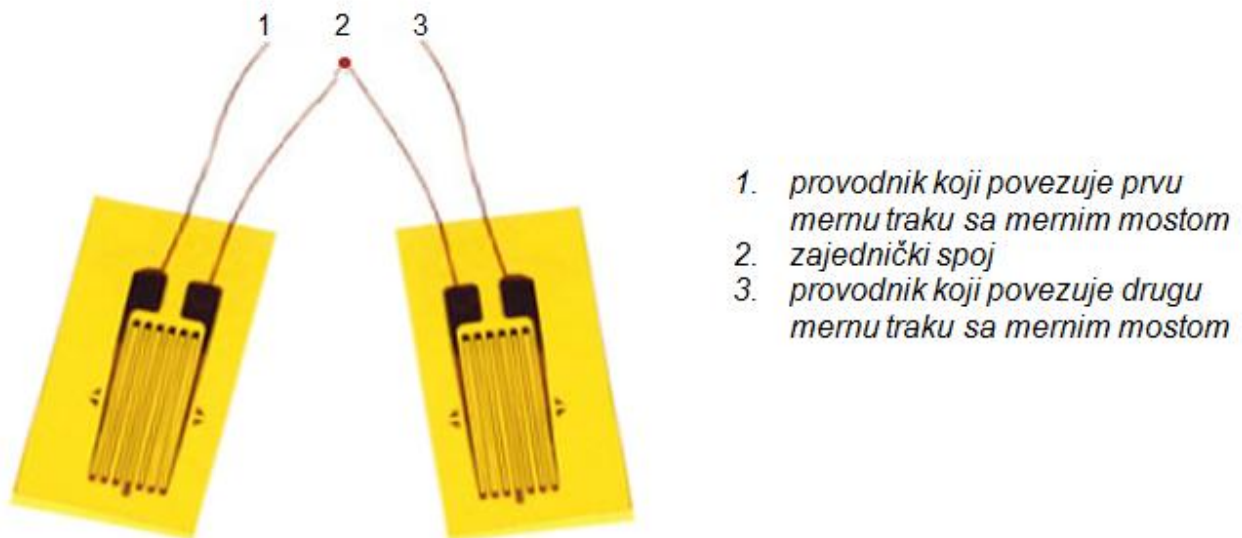
Isprekidanom linijom sa oznakom **b** prikazana je elastična deformacija one površine postolja na kojoj se nalazi merna traka, a koja direktno utiče na promenu otpornosti merne trake (reda $m\Omega$). Ta promena može da bude sa pozitivnim i sa negativnim priraštajem otpornosti, u zavisnosti da li deformacija navedene površine ima konveksan ili konkavan oblik, tj. u zavisnosti da li se papučice približavaju ili udaljavaju jedna od druge. Uobičajeno je da se merna traka postavlja na sredinu postolja, jer je pri vrlo malom pomeranju papučica po horizontali tu uvijanje najveće, i dovoljno da merna traka odreaguje. Međutim, za namenu ovog senzora to nije uslov, jer je pomeranje papučica relativno veliko, a samim tim i uvijanje kompletnog postolja je sasvim dovoljno da merna traka ima dovoljnu promenu otpornosti i onda kada se ne nalazi na sredini. Za ovaj senzor korišćen je čelični lim debljine 1 mm, zbog svoje velike čvrstine, i potrebe da se pri manjem deformisanju i savijanju uvek vraća u približno početni položaj.

Radi veće deformacije, koja nam je potrebna pri manjoj sili istezanja, lim je prilagođen posebnom obliku i dimenzijama prikazanim na slici 5. Ovakva konstrukcija omogućuje deformacija do 0.5%, jer je promena otpora pri takvoj deformaciji linearna.



Slika 5. Dimenzije senzora.

Dve postavljene merne trake, mogu se povezati u dve posebne grane mernog Vitstonovog mosta (slika 6), a senzor se može impregnirati sa elastičnom tkaninom u svrhu lakšeg i stabilnijeg pozicioniranja na ispitanika, kao na slici 7.



Slika 6. Povezivanje mernih traka sa mernim mostom.



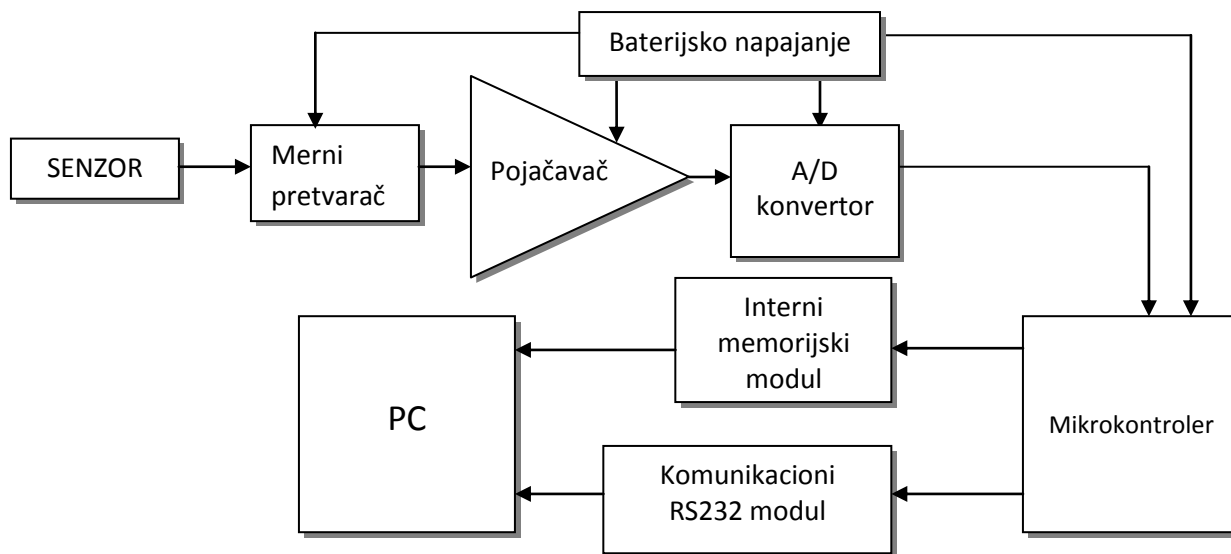
Slika 7. Impregniranje i postavljanje senzora na ispitaniku.

Zadatak 2

Predložiti sistem za digitalno merenje i akviziciju broja udisaja, zasnovan na senzoru iz prethodnog zadatka.

Rešenje

Predlog sistema za digitalno merenje i akviziciju broja udisaja, zasnovan na senzoru iz prethodnog zadatka, dat je na slici 8. Sistem je baterijski napajan i može da radi u dva režima: prvi režim rada je prenosivi (memorijski) režim, a drugi je stacionarni (PC) režim. U prenosivom (memorijskom) režimu rada podaci sa A/D konvertora se tokom 24 h smeštaju u interni memorijski modul, a naknadnim prebacivanjem tih podataka u PC omogućuje se njihova obrada i trajno čuvanje. U stacionarnom (PC) režimu rada, podaci sa A/D konvertora se neprekidno šalju na PC preko RS-232 komunikacionog interfejsa, te se na računaru grafički prikazuju i trajno čuvaju.



Slika 8. Blok šema sistema za digitalno merenje i akviziciju broja udisaja

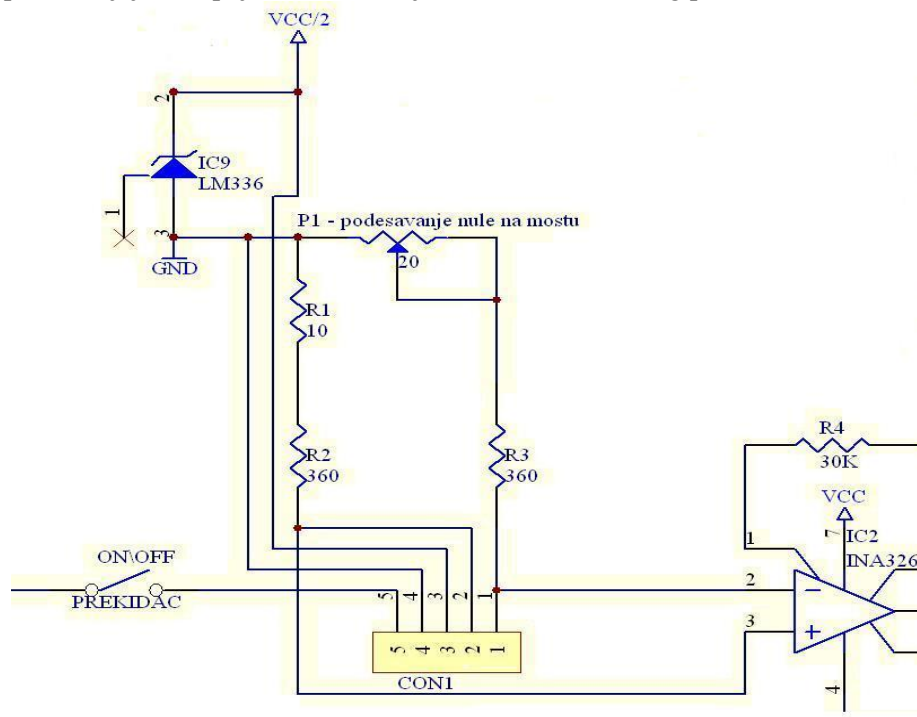
Merni pretvarač je zasnovan na mernom mostu koji u svom električnom kolu sadrži otpornosti senzora, a kako je signal sa mernog mosta reda mV on se mora dodatno pojačati. Za konvertovanje ovog pojačanog analognog signala u digitalni, predlaže se A/D konvertor čiji je opseg ulaznog napona od 0V do 5V i mikrokontroler sa mogućnošću primene programa koji uključuje opcije za uštedu energije.

Zadatak 3

Predložiti električno kolo mernog pretvarača i pojačavača iz prethodnog zadatka.

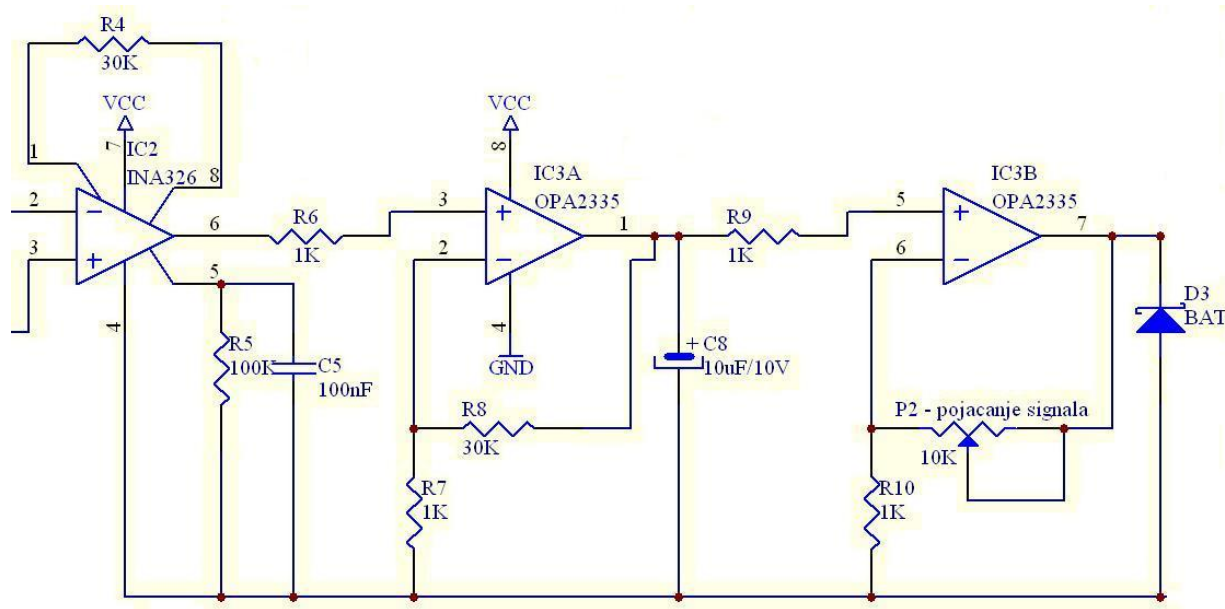
Rešenje:

Na slici 9 je predloženo električno kolo mernog pretvarača koje predstavlja tzv. merni most. Konektor CON1 služi za povezivanje provodnika sa mernih traka i provodnika sa baterije. Integrisano kolo INA326 i otpornik R4 predstavljaju deo pojačavača na koji se veže izlaz mernog pretvarača.



Slika 9. Merni most i njegovo povezivanje.

Na slici 10 je predloženo električno kolo pojačavača koji na ulazu dobija napon sa izlaza mernog mosta, čija je vrednost reda mV. Pojačavač na svom izlazu daje pojačan signal u opsegu od 0 V do 5 V.

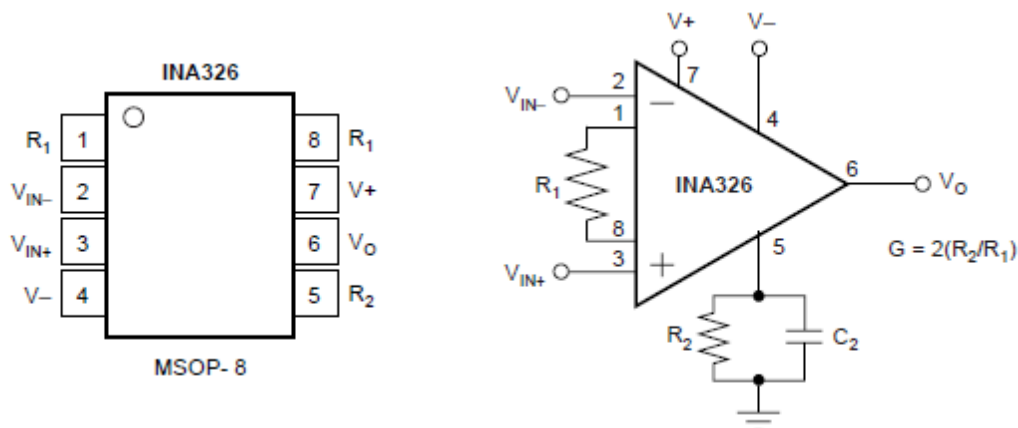


Slika 10. Električna šema pojačavača.

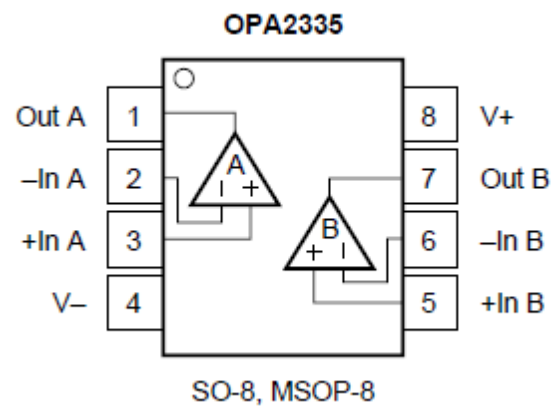
Merni pretvarač se sastoji od instrumentacionog pojačavača (INA326), operacionog pojačavača (OPA2335), Šotkijeve diode i nekoliko otpornika i kondenzatora. Napon sa izlaza mernog mosta se dovodi na priključke 2 i 3 instrumentacionog pojačavača. Izlaz instrumentacionog pojačavača se vodi na prvi neinvertujući pojačavački stepen koji ima pojačanje 30, a zatim se izlaz tog stepena dovodi na drugi neinvertujući pojačavački stepen koji ima promenljivo pojačanje koje se podešava potenciometrom P2. Kako se izlaz drugog stepena vodi na A/D konvertor ADC0804, dioda D3 sprečava da napon na ulazu ovog A/D konvertora bude negativan.

NAPOMENA: Instrumentacioni pojačavači se koriste tamo gde je potrebno pojačati napone malih nivoa. Nedostatak običnog diferencijalnog pojačavača su relativno male ulazne otpornosti, koje nisu u opštem slučaju jednake na oba ulaza. Ovaj nedostatak se može otkloniti složenijim kolima, odnosno primenom više operacionih pojačavača; čip instrumentacionog pojačavača je standardno rešenje u ovakvim situacijama.

Na slici 11 je prikazan raspored nožica čipa INA326 (levo) i njegovo povezivanje sa otpornicima kojima se podešava pojačanje (desno). Na slici 12 je prikazan raspored nožica čipa OPA2335.



Slika 11. Raspored nožica čipa INA326 (levo) i njegovo povezivanje sa otpornicima.



Slika 12. Raspored nožica čipa OPA2335.

Slika 14. Invertor, bistabilno kolo, tranzistorski prekidač i Zener dioda.

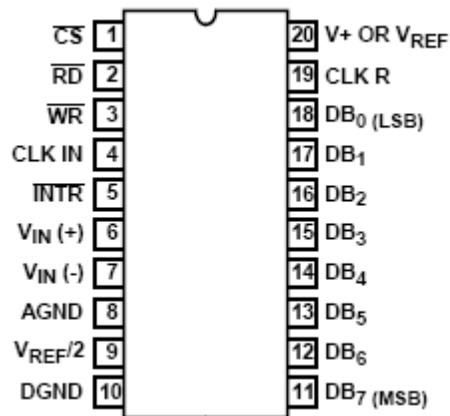
Zadatak 5

Predložiti A/D konvertor za sistem iz zadatka 2. Na koji način se može ostvariti upravljanje predloženog konvertora?

Rešenje:

Predlaže se A/D konvertor ADC0804 (slika 15). Osobine ADC0804 su:

- vreme konverzije je 100 us;
- mogućnost rada u *stand alone* režimu;
- TTL kompatibilni ulazi i izlazi;
- *clock* generator na samom čipu;
- raspon analognog ulaznog napona je 0V - 5V.



Slika 15. Raspored pinova konvertora ADC0804.

ADC0804 pripada familiji C-MOS 8-bitnih AD konvertora sa sukcesivnim aproksimacijama. Za upravljanje ovim konvertorom pomoću mikrokontrolera, prilikom povezivanja konvertora i mikrokontrolera, potrebno je odrediti pinove mikrokontrolera koji će se povezati sa linijama podataka konvertora (DB0-DB7) i upravljačkim pinovima konvertora (CS, WR, RD, INTR).

Algoritam upravljanja konvertorom je sledeći. Sa prelaskom WR ulaza sa visokog na nizak nivo, resetuje se SAR registar konvertora i INTR izlaz se postavlja na visoki nivo. Dokle god su CS i WR na niskom nivou AD konvertor je u stanju reseta. AD konverzija počinje kada bar jedan ulaz (CS, WR) pređe sa niskog na visoki nivo. Posle završetka AD konverzije, INTR pin prelazi sa visokog na niski nivo i ovo se može iskoristiti za signalizaciju mikrokontroleru. Visoki signal na RD ponovo vraća INTR liniju na visoki nivo. Da bi se osiguralo startovanje konverzije pod svim mogućim uslovima, potreban je eksterni WR impuls prilikom prvog startovanja.

Zadatak 6

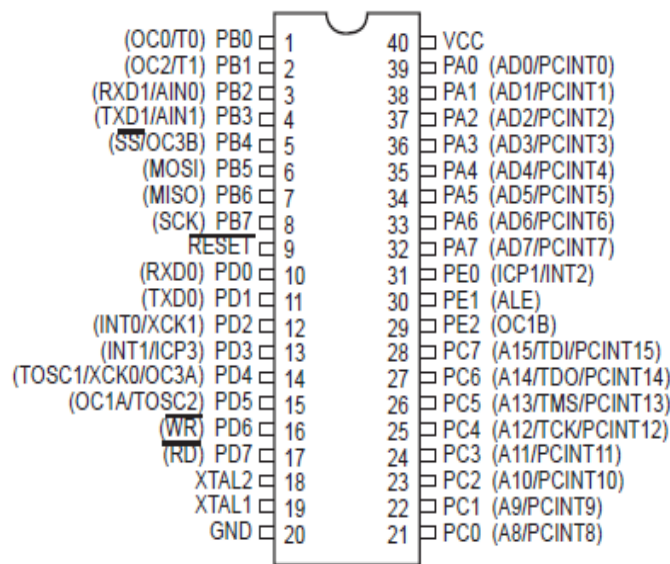
Predložiti mikrokontroler za sistem iz zadatka 2, i prikazati njegove osnovne osobine, arhitekturu i način rada.

Rešenje:

Predlaže se mikrokontroler AVR Atmega162 (slike 16 i 17), koji ima sledeće osobine:

- 16 KB Fleš memorije koja podržava ISP (*In System Programming*) programiranje;

- mogućnost čitanja iz memorije u toku upisivanja podataka;
- 512 B EEPROM memorije;
- 1 KB SRAM memorije;
- 35 ulazno-izlazne linije opšte namene;
- 32 registra opšte namene;
- 3 tajmera/brojača;
- interni i eksterni prekidi (interapti);
- programibilni univerzalni sinhroni i asinhroni serijski prijemnik i predajnik (USART);
- SPI serijski port;
- programibilni *watchdog* tajmer sa internim oscilatorom;
- 5 različitih režima za uštedu energije koji se kontrolišu softverski.



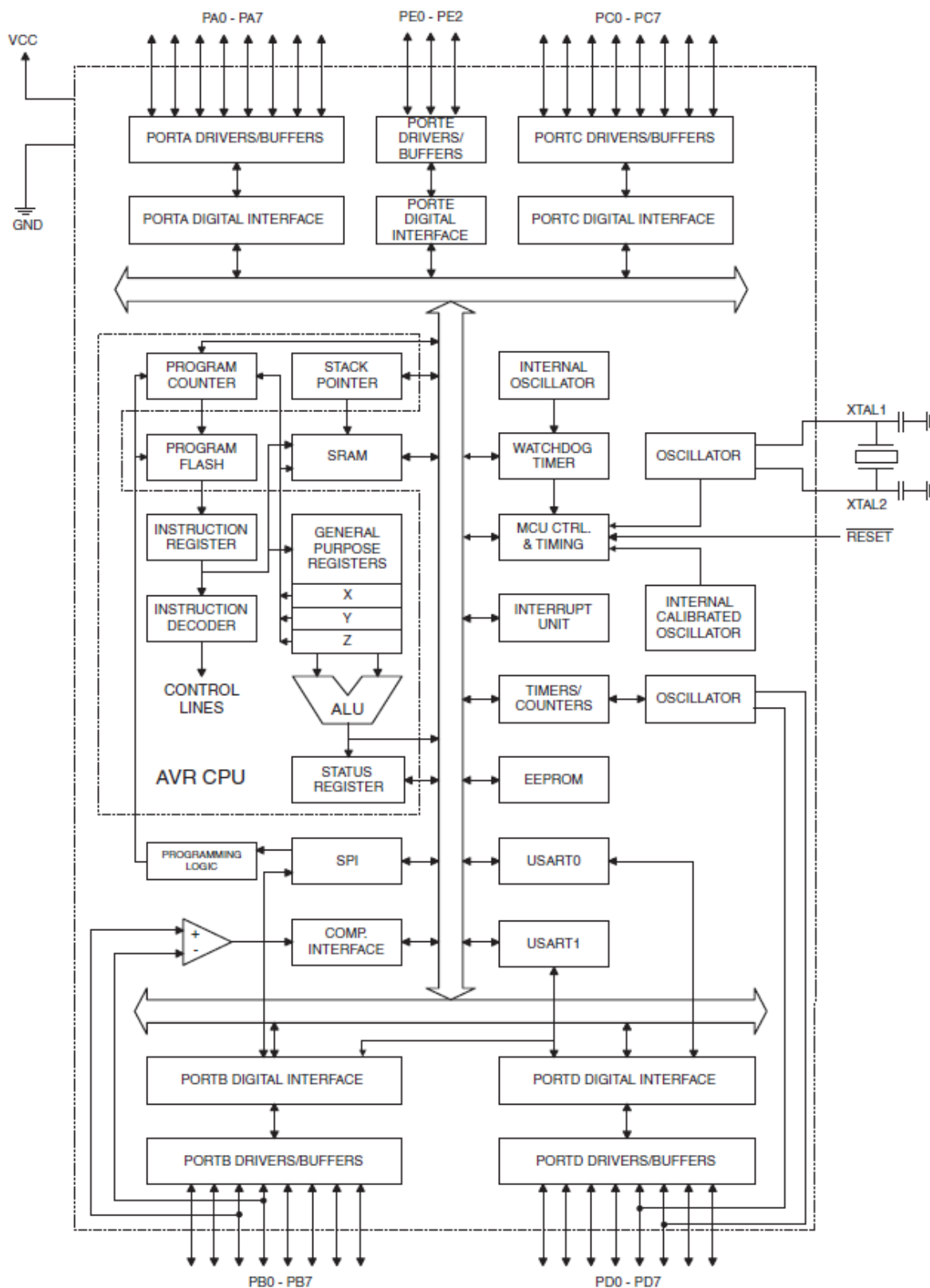
Slika 16. Raspored pinova mikrokontrolera AVR Atmega162.

Arhitektura svih mikrokontrolera familije AVR je identična. AVR mikrokontroleri koriste koncept Harvardske arhitekture koja je karakteristična po tome da ima odvojen memorijski prostor za programske instrukcije i memorijski prostor za podatke (programska memorija i memorija podataka). Postoji ugrađen *pipeline* mehanizam koji omogućava da se u toku izvršavanja jedne instrukcije preuzima sledeća instrukcija iz programske memorije. *Pipeline* mehanizmom i RISC arhitekturom omogućeno je da se jedna instrukcija izvršava u svakom taktu.

Aritmetičko-logička jedinica (ALU) može da vrši aritmetičke i logičke operacije između registara ili između konstante i registra, te operacije nad bitovima. Nakon obavljanja neke aritmetičke operacije u statusnom registru se ažurira informacija o rezultatu operacije. ALU jedinica je direktno povezana sa 32 8-bitna registra opšte namene (tzv. registarski fajl) i svaki registar se može koristiti kao akumulator pri obavljanju aritmetičkih operacija. Na ovaj način omogućeno je da se aritmetička operacija obavi u jednom taktu. Obavljanje aritmetičke operacije sastoji se iz toga da ALU uzima dva operanda iz registara, izvršava aritmetičku operaciju i rezultat vraća nazad (sve u jednom taktu).

Statusni registar sadrži informaciju o rezultatu poslednje izvršene aritmetičke operacije. Ova informacija se može iskoristi za kontrolu toka programa. Potrebno je naglasiti da se stanje statusnog registra u trenutku pojave prekida ne čuva, tako da u toku izvršavanja instrukcija koje pripadaju nekoj prekidnoj rutini može doći do promene stanja statusnog registra. Ukoliko je potrebno da stanje statusnog

registra bude isto kao što je bilo pre izvršenja prekidne rutine, potrebno ga je programski sačuvati pre ulaska u prekidnu rutinu i vratiti nakon završetka prekidne rutine.



Slika 17. Blok šema sa modulima mikrokontrolera.

Registri registarskog fajla imaju nazive od R0 do R31, i podeljeni su na 2 dela po 16 registara: rR0-R15 i R16-R31. Sve instrukcije koje vrše operacije nad registrima imaju direktni pristup u trajanju od jednog takta. Registar R0 i registri od R26 do R31 imaju dodatne funkcije. Registar R0 je iskorišćen od strane instrukcije LPM (*load program memory*), dok se registri R26-R31 mogu koristiti kao tri 16-bitna registra prilikom indirektnog adresiranja. Ovi registri (pokazivači) označeni su kao X,Y i Z registri, što je prikazano na slici 18.

7	0	Addr.	
R0		0x00	
R1		0x01	
R2		0x02	
...			
R13		0x0D	
R14		0x0E	
R15		0x0F	
R16		0x10	
R17		0x11	
...			
R26		0x1A	X-register Low Byte
R27		0x1B	X-register High Byte
R28		0x1C	Y-register Low Byte
R29		0x1D	Y-register High Byte
R30		0x1E	Z-register Low Byte
R31		0x1F	Z-register High Byte

Slika 18. Registri mikrokontrolera iz AVR porodice.

Mikrokontroler AVR Atmega162 ima 4 ulazno-izlazna porta: PORTA, PORTB, PORTC i PORTD. Svaki port ima 8 izvedenih pinova na kućištu procesora, pri čemu je veći broj pinova multipleksiran i ima dodatne funkcije u zavisnosti od perifernih jedinica koje poseduje mikrokontroler. Većina pinova može se koristiti kao izvor spoljašnjeg interapta koji se poziva promenom logičkog stanja na pinu. Struktura jednog ulazno-izlaznog pina prikazana je na slici 19. Svi pinovi imaju zaštitne diode, što je prikazano na slici 20.

port, a n broj pina, npr. DDA2, označava drugi pin porta A. Ukoliko je DDxn postavljen na logičku jedinicu, tada je pin konfigurisan kao izlazni pin, a ako je postavljen na logičku nulu tada je konfigurisan kao ulazni pin.

PORTx je registar podataka. Ako je bit PORTxn registra PORTx postavljen na logičku 1, a taj pin je konfigurisan kao ulazni pin, dolazi do aktiviranja internih *pull-up* otpornika (ukoliko nisu isključeni u MCUCR registru). Ako su *pull-up* otpornici isključeni (PUD u MCUCR je logička 1), tada će pin biti u stanju visoke impedanse. Ukoliko je pin konfigurisan kao izlazni pin (*pull-up* otpornici su automatski isključeni), tada se stanje registra PORTx preslikava direktno na izlaz. Port PINx se koristi samo za očitavanje stanja pinova bez obzira da li su definisani kao ulazni ili izlazni pinovi. Za pinove koji se ne koriste preporučuje se da se postave kao ulazni i da se postave na neki logički nivo ili jednostavno da se postave kao ulazni i da se aktiviraju *pull-up* otpornici.

Za normalan rad mikrokontrolera i za sinhronizaciju rada mikrokontrolera i njegovih komponenti, neophodno je prisustvo stabilnog takt signala kojeg obezbeđuje oscilator. U zavisnosti od vrste oscilatora, njegove otpornosti, uticaja promene napona i temperature na izvor takt signala, zavisi stabilnost izvora takt signala. Vrsta oscilatora zavisi od komponenti koje se koriste. Tako imamo RC oscilatore, oscilatore sa kvarcnim kristalom, oscilatore sa keramičkim rezonatorom i slično.

Atmelovi mikrokontroleri isporučuju se sa unutrašnjim RC oscilatorom maksimalne frekvencije rada od 8 MHz. Pomoću bit osigurača može se podesiti frekvencija rada na 1 MHz i na 8 MHz koristeći unutrašnji RC oscilator. Ukoliko se koristi spoljašnji oscilator, tada je potrebno postaviti bit osigurače za primenu spoljašnjeg oscilatora, kao i za tip spoljašnjeg oscilatora. Bit osigurači za podešavanje izbora i vrste oscilatora označeni su sa CKSEL3, CKSEL2, CKSEL1 i CKSEL0.

Pored podešavanja bit osigurača za izbor vrste oscilatora, postoje i bit osigurači kojima se podešava vreme startovanja rada mikrokontrolera, tj. vreme koje je potrebno da se završe svi prelazni režimi u mikrokontroleru kao npr. prelazni režim u generatoru takt signala koji traje od trenutka uključenja do trenutka postizanja stabilnog rada oscilatora (nekoliko oscilacija). Ovo vreme zavisi od vrste oscilatora, a podešava se pomoću bit osigurača SUT1 i SUT0. Da bi oscilator bio stabilan, a samim tim i rad mikrokontrolera, potrebno je da bude prisutan napon ne manji od neke definisane vrednosti Vcc koja je navedena u karakteristikama odgovarajućeg mikrokontrolera. Zbog toga mikrokontroler ima unutrašnji reset koji se poziva nakon završetka reseta od strane drugih izvora reseta u mikrokontroleru, a koji obezbeđuje vremensko kašnjenje t_{out} , u toku kojeg se postigne vrednost napona od Vcc (vreme koje je potrebno za promenu napona od 0 V do Vcc). Vremensko kašnjenje t_{out} ostvareno je primenom *watchdog* oscilatora, a trajanje se podešava bit osiguračima CKSEL0, SUT1 i SUT0.

Glavni cilj ovog vremenskog kašnjenja je da se AVR mikrokontroler drži u stanju reseta sve dok se ne postigne vrednost napona od minimalno Vcc. Očigledno je da se na ovaj način obezbeđuje samo vremensko kašnjenje, a ne i kontrola vrednosti napona Vcc, što znači da će se pojaviti problem ako se ne postigne vrednost od Vcc tokom vremenskog kašnjenja. Drugi sigurniji način za obezbeđenje postizanja vrednosti napona od Vcc je korišćenje unutrašnjeg ili spoljašnjeg *Brown-Out* detektora kojim se kontroliše vrednost napona i mikrokontroler drži u stanju reseta sve dok se ne postigne minimalna vrednost napona od Vcc. U slučaju korišćenja *Brown-Out* detektora, vremensko kašnjenje t_{out} nije potrebno.

Kao što je već ranije rečeno i oscilator prolazi kroz prelazni režim pre nego što postigne stabilno stanje. U toku ovog prelaznog režima unutrašnji reset je takođe aktivan, tj. mikrokontroler se drži u stanju reseta dok traje prelazni režim u oscilatoru. Vremensko kašnjenje u kojem se završava prelazni režim oscilatora zavisi od frekvencije rada oscilatora, a preporučuje se 6 ciklusa za primenu spoljašnjeg izvora takt signala do 32000 ciklusa za kristalni oscilator male potrošnje. Prema tome ukupno kašnjenje sastoji se od vremenskog kašnjenja porasta napona do Vcc plus vreme potrebno da oscilator postigne stabilan rad.

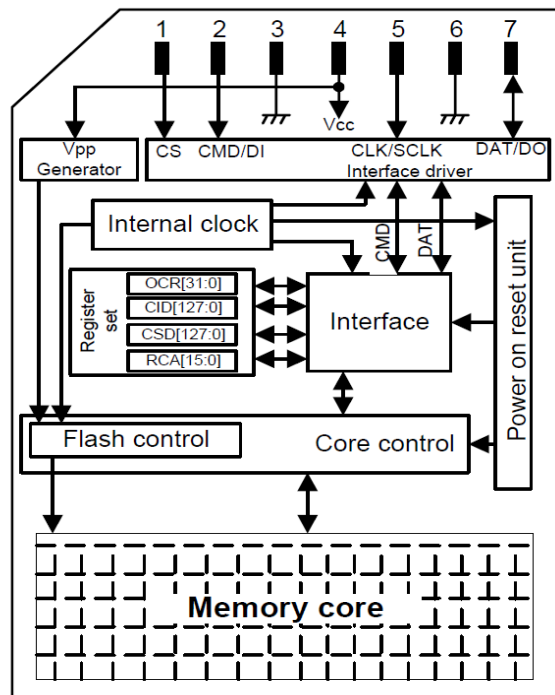
Zadatak 7

Predložiti interni memorijski modul za sistem iz zadatka 2, i prikazati njegove bitne karakteristike i način rada.

Rešenje

Predlaže se MMC (*MultiMediaCard*) memorijska kartica. MMC kartice su visoko integrisane fleš memorije sa mogućnošću serijskog i nasumičnog pristupa. Mala potrošnja energije i širok opseg napona napajanja je razlog njihove upotrebe u pametnim telefonima. Zahvaljujući metodama za kompresiju podataka, kao što je MPEG, MMC kartica može da uskladišti relativno veliku količinu multimedijalnih podataka. Osnovne karakteristike ove kartice su:

- kapacitet maksimalno do 128 GB;
- dva alternativna komunikaciona protokola: MultiMedia i SPI;
- promenljivi *clock rate* 0-20 MHz;
- naponski opseg za komunikaciju 2.0-3.6 V;
- radni naponski opseg 2.7-3.6 V;
- mala potrošnja energije (pametno upravljanje potrošnjom zasnovano na automatskom režimu spavanja i automatskom buđenju);
- ne zahteva eksterno programiranje naponom (programabilni napon se generiše na samoj kartici);
- umetanje i uklanjanje kartice odvija se bez oštećenja (kartica je zaštićena od kratkog spoja tokom umetanja i uklanjanja, ukoliko je MMC sistem podignut);
- izdržljivost podataka: 100k pisanja/brisanja;
- Dimenzije: 24 mm (širina) x 32 mm (dužina) x 1.4 mm (visina).



Slika 21. Blok šema MMC kartice.

Pin No.	Name	Type ¹	Description
1	RSV	NC	Reserved for future use
2	CMD	I/O/PP/OD	Command/Response
3	VSS	S	Supply voltage ground
4	VDD	S	Supply voltage
5	CLK	I	Clock
6	VSS	S	Supply voltage ground
7	DAT	I/O/pp	Data

1). S: power supply; I: input; O: output; PP: push-pull; OD: open-drain; NC: not connected

Slika 22. Pinovi MMC kartice.

Svi moduli unutar MMC kartice (slika 21) mogu da rade prema internom (sopstvenom) generatoru takta. Za identifikaciju MMC kartice u steku multimedijalnih kartica predviđeni su registar identifikacije kartice CID i relativni registar adrese kartice RCA. Dodatni registar CSD sadrži različite tipove radnih parametara.

MMC je kontrolisana od strane tri linije MMC interfejsa koje sadrže signale CMD, CLK i DAT (slika 22). MMC interfejs može raditi u dva različita režima: MMC i SPI. Oba režima koriste iste pinove a početni režim je MMC režim. SPI režim se bira aktiviranjem CS signala i slanjem CMD0 (SPI režim je aktivan ako je CS signal negativan tokom prijema reset komande CMD0).

U MMC režimu, prenos svih podataka se vrši preko minimalnog broja linija:

- CLK - sa svakim ciklusom ovog signala, završi se prenos na zahtev jednog bita (*on command request*). Frekvencija varira između nule i maksimalne frekvencije *clock* generatora. MMC master magistrala je slobodna da generiše ove cikluse bez bilo kakve restrikcije, u okviru 0-20 MHz.
- CMD - dvosmerni komandni kanal koji se koristi za inicijalizaciju i prenos podataka-naredbi. CMD signal ima dva radna režima: *drejn* za inicijalizaciju i *push pull* za brzi prenos naredbi. Naredbe se šalju od master magistrale na MMC, a odgovori sa MMC na master magistralu.
- DAT- dvosmerni kanal podataka sa širinom jedne linije. DAT signal radi u *push pull* modu.

Zadatak 8

Predložiti rešenje za firmver mikrokontrolera sistema iz zadatka 2, ako se za projektovanje firmvera koristi razvojno okruženje MikroPascal?

Rešenje

Firmver se može realizovati kroz sledeće funkcionalne blokove:

1. inicijalizacija mikrokontrolera;
2. prihvatanje digitalnog izlaza AD konvertora;
3. upisivanje podataka u MMC memoriju;
4. prosleđivanje podataka ka računaru;
5. resetovanje flip-flopa;
6. odlazak mikrokontrolera u *sleep* mod (režim spavanja);
7. buđenje mikrokontrolera signalom sa oscilatora.

Funkcionalni blokovi 2-7 predstavljaju jedan ciklus, pri čemu se blokovi 2-6 realizuju u interapt funkciji. Ovaj ciklus se ponavlja sve dok se uređaj ne ugasi.

Prilikom upisa podataka u MMC memoriju, mikrokontroler upisuje vrednost dobijenu usrednjavanjem tri odbirka. Tako se dobija dodatna ušteda na energiji potrošnje baterije uz dovoljno tačne rezultate merenja.

MikroPascal olakšava rad sa MMC memorijom jer poseduje gotove funkcije za rad sa MMC memorijom.

Za ovaj zadatak je potrebno koristiti sledeće funkcije MikroPascal-a za rad sa MMC memorijom:

- Mmc_Fat_Init - inicijalizacija MMC kartice;
- Mmc_Fat_Assign - kreiranje txt fajla;
- Mmc_Fat_Set_File_Date - definisanje datuma i vremena kreiranog txt fajla;
- Mmc_Fat_Write - upis podataka u txt fajl;
- Mmc_Fat_Rewrite - prepisivanje txt fajla;
- Mmc_Fat_Append - dodavanja podataka u txt fajl.

U prilogu 1 je dat listing koda firmvera.

Zadatak 9

Predložiti funkcionalnosti i kod PC aplikacije sistema iz zadatka 2, ako se aplikacija izrađuje u Delphi programskom okruženju.

Rešenje

Predlažu se sledeće funkcionalnosti PC aplikacije.

1. Prilikom pokretanja aplikacije korisnik bira režim rada.

2. RS 232 režim.

U ovom režimu se mogu aktivirati sledeće operacije:

- početak merenja,
- pauziranje merenja,
- restart merenja,
- pomeranje grafika u levu i desnu stranu,
- podešavanje praga osetljivosti i
- podešavanje vremenskog intervala.

Na grafiku se prikazuje prag osetljivosti. Kada se prag osetljivosti izmeni, aplikacija se restartuje i merenje ponovo kreće.

U osnovnoj formi se prikazuju:

- tri tekstualna polja za prikaz (broj odbiraka, broj udisaja i broj udisaja u minutu) i jedno polje za unos (unos praga osetljivosti);
- grafik i memo lista sa prikazom vrednosti odbiraka sa A/D konvertora;
- grafik i memo lista sa prikazom usrednjenih vrednosti odbiraka sa A/D konvertora;
- grafik sa prikazom prosečnog broja udisaja u minuti.

Usrednjena vrednost se dobija kao aritmetička sredina tri odbirka, čime se smanjuje greška merenja. Vremenski interval na osnovu kog se određuje prosečan broj udisaja u minuti, može se izabrati u sekundama, minutima ili satima.

3. MMC režim.

U ovom režimu u formi se prikazuju:

- dugme za početak prihvatanja sadržaja txt fajla sa MMC kartice;
- grafik i memo lista sa prikazom usrednjenih vrednosti odbiraka sa A/D konvertora;
- tekstualno polje u kome se prikazuje broj udisaja.

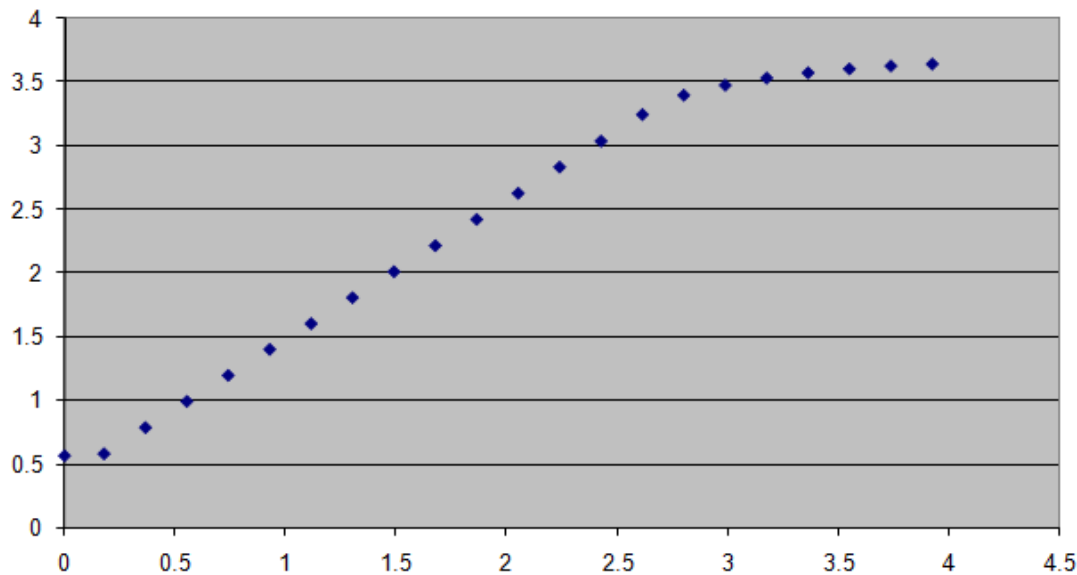
U prilogu 2 je dat listing koda kojim se implementiraju navedene funkcionalnosti.

Zadatak 10

Napraviti sistem prema modelu iz zadatka 2 i izvršiti kalibrisanje i testiranje sistema.

Rešenje

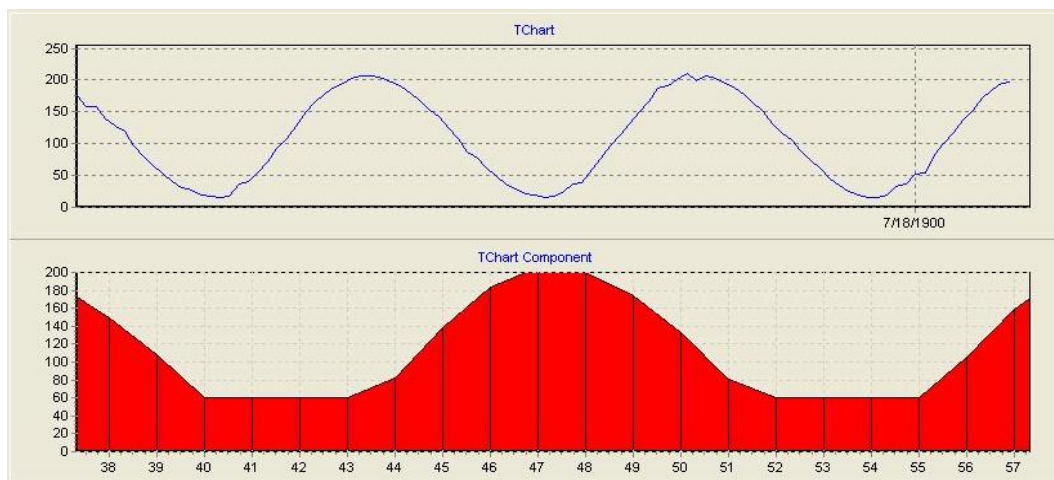
Prvo je urađeno kalibrisanje pojačavača tako što se umesto senzora na ulaz pojačavača doveo signal u rasponu od 0 mV do 4 mV u koracima od po 0.2 mV. Na donjoj osi grafika su vrednosti sa izvora (mV), a na levoj osi grafika je dobijen napon na izlazu pojačavača (V). Prikaz rezultata merenja prikazan je na grafiku na slici 23, i ovaj grafik predstavlja prenosnu karakteristiku pojačavač.



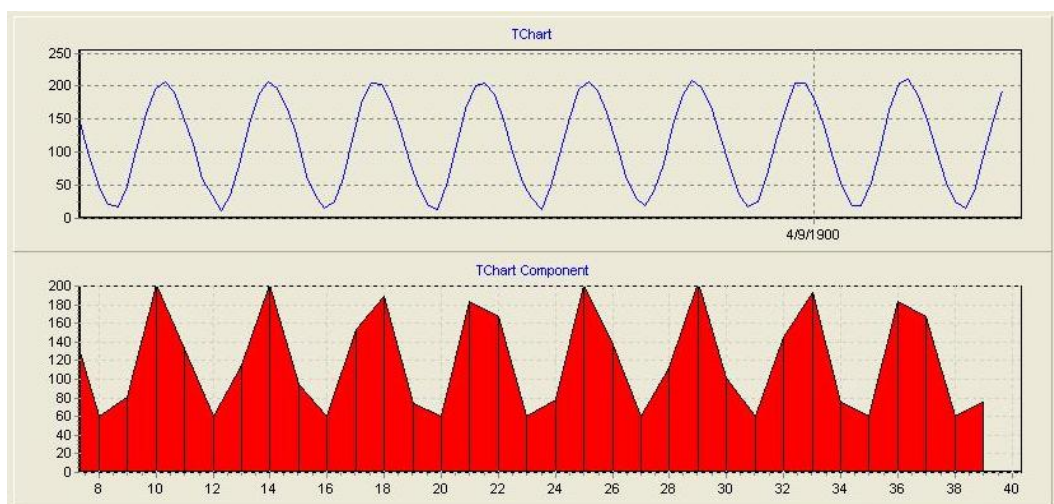
Slika 23. Prenosna karakteristika pojačavača.

Na prenosnoj karakteristici pojačavača se uočava da pojačavač u opsegu od 0.7 V do 2.7 V radi u linearnom režimu. Razlog zašto tek od 0.7 V je taj što prilikom izrade pojačavača nije vođeno računa o *offset-u* pojačavača. Posle 2.7 V pojačavač odlazi u zasićenje.

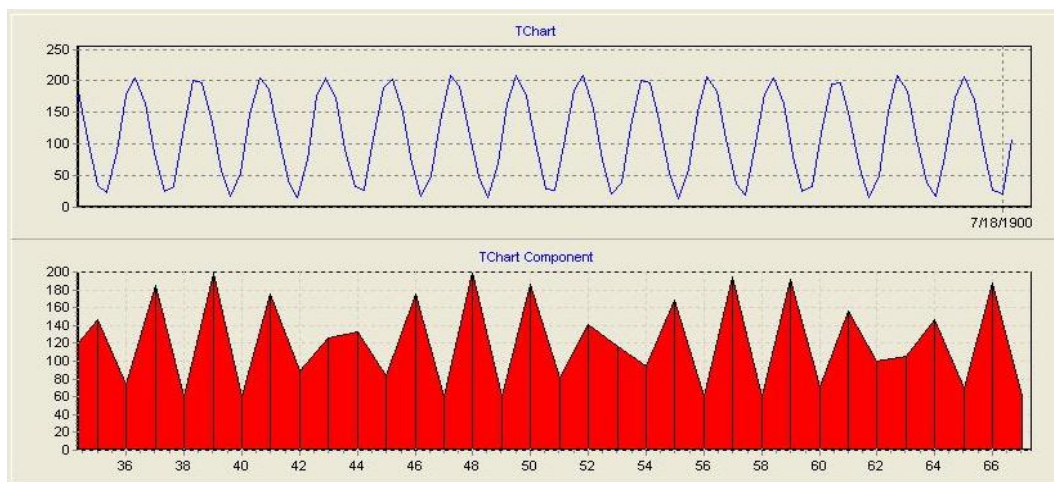
Testiranje sistema vršeno je na dva načina. Prvi način je dovođenje promenljivog signala na ulaz pojačavača u granicama od 0 V do 3 mV sa generatora funkcija sa frekvencijom od 2 Hz, 1 Hz, 0.5 Hz i 0.1 Hz. Drugi način testiranja je merenje uživo na ispitaniku. Slike 24-28 prikazuju rezultate testiranja.



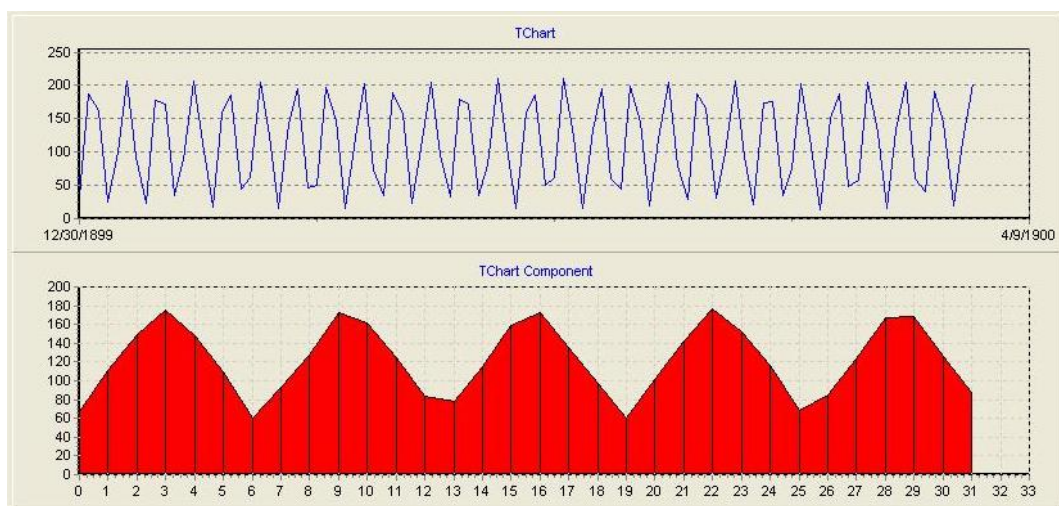
Slika 24. Ponašanje sistema za ulazni signal frekvencije 0.1 Hz.



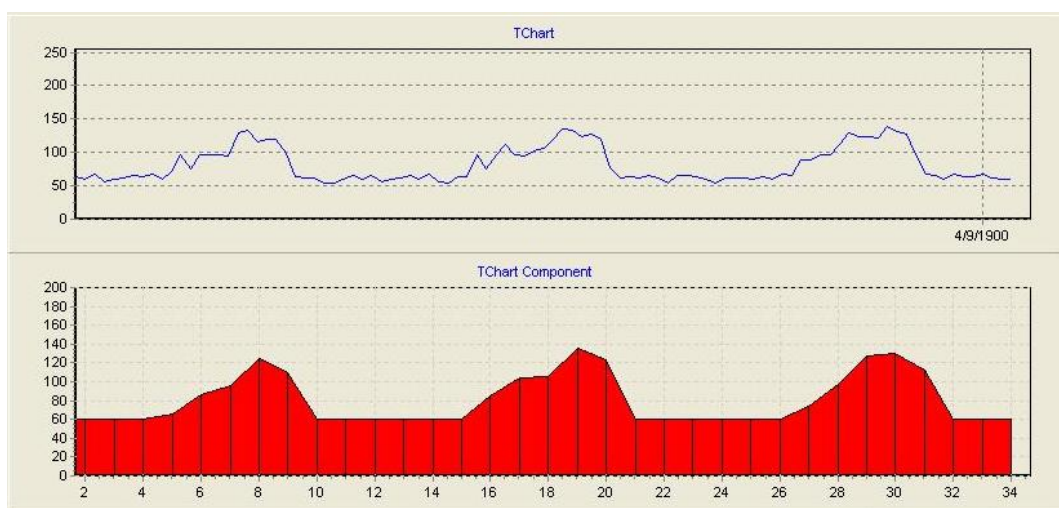
Slika 25. Ponašanje sistema za ulazni signal frekvencije 0.5 Hz.



Slika 26. Ponašanje sistema za ulazni signal frekvencije 1 Hz.



Slika 27. Ponašanje sistema za ulazni signal frekvencije 2 Hz.



Slika 28. Ponašanje sistema prilikom merenja uživo na ispitaniku.