

REAALAJASÜSTEEMIDE KODUTÖÖ:

AUTOMATISEERITUD KANALA

Õppejõu kommentaar:

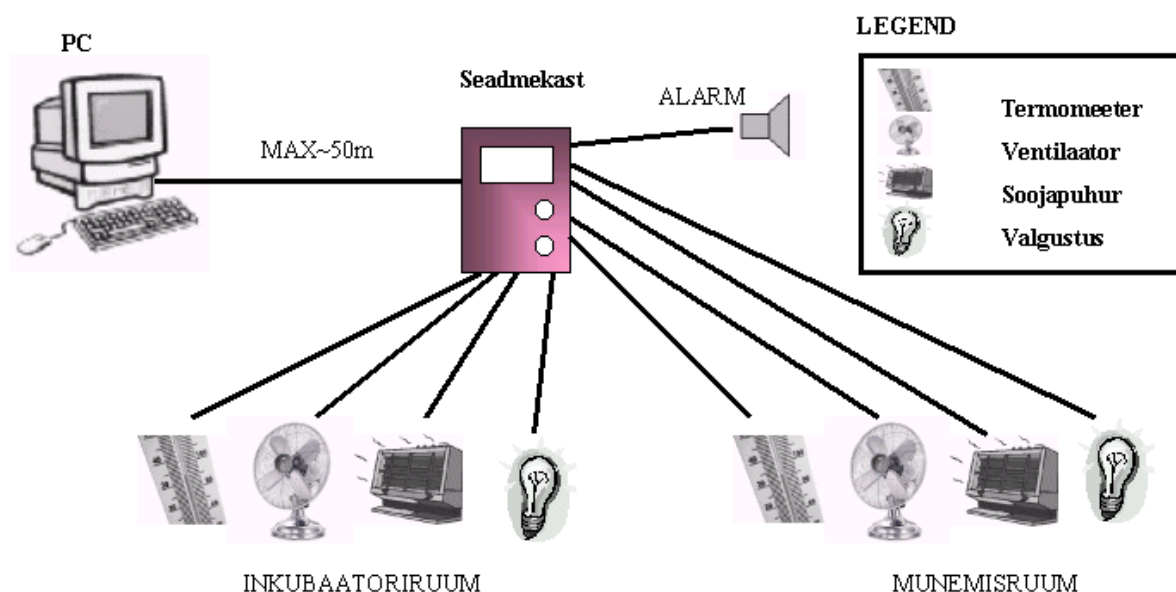
Esimeste vastamiste pealt tuli välja, et see näidis suunab lobisema. Muidu on töö sujuvalt vormistatud, kuid lõigus "Olulisemad reaalajalised nõuded" on suht mittekongreetsne, st pole täpselt sõnastatud, millised kongreetsed ajalised nõuded esitab süsteem välisele maailmale (näiteks: sisendimpulsi [nupulevajutuse] pikkus peab olema vähemalt 10ms ja vahe 500 ms) ja mis on süsteemile esitatavad nõuded (näiteks: sisendimpulsi saabumisest ventiili avamiseni minev aeg peab olema väiksem kui 50ms). Nõuded peavad olema kongreetsed, st peab olema selge, mida nõudega mõeldakse ja kuidas kontrollida, kas eeldused ja süsteemi käitumine vastab kirjapandule. Püüdke olla kongreetsed. Samas tähtsam on vorm, kas valite nõudeks 50 või 70ms pole kuigi tähtis. Parem muidugi, kui oskate põhjenduse välja mõelda.

AUTOMATISEERITUD KANALA SPETSIFIKATSIOON

Eesmärk (ingl. Goal): Automatiseerida väike kana farm.

Ulatus (ingl Scope): Kanalas tehakse arvutiga kaugjuhitavaks temperatuuri kontroll ja valgustuse kontroll. Töö tehakse kogu ulatuses ise: disainitakse, installeeritakse, hooldatakse ja seda kõike nii riistvaraliselt kui ka tarkvaraliselt. Tegemist pole masstooteaga, vaid ühekordse tellimistööga ning pikaajalise hoolduslepinguga. Süsteem peab olema hilisemate täiendusvõimalustega- paindlik.

Üldine skeem:



Süsteemi nõuete üldine kirjeldus:

Temperatuurikontroll: Temperatuuri peab olema võimalik määrata 0.5°C täpsusega. Temperatuurile peab olema võimalik ette anda vahemik (ülem- ja alamnäit), millisel tasemel peab temperatuur asuma. Kui temperatuur väljub vastavast vahemikust, siis pannakse tööle kas ventilaatorid või soojapuhurid, et taastada soovitud temperatuur. Minimaalne ülem ja alamnäitude erinevus peab olema vähemalt 0.5°C.

Kanad asuvad farmis kahes erinevas ruumis- ühes suures ruumis asuvad munemisvõimelised kanad(edaspidi nimetame seda *munemisruumiks*) ja teises väiksemas ruumis asuvad inkubaatori kanad(edaspidi *inkubaatoriruum*). On oluline, et mõlema ruumi temperatuuri saab kontrollida ja juhtida. Inkubaatoriruumis olevate kanade temperatuuri hoidmine etteantud tasemel on palju kriitilisem kui munemisruumi kanade temperatuuri hoidmine.

Farmis asub hetkel kaks ventilaatorit ja kaks soojapuhurit. Üks soojapuhur ja ventilaator inkubaatoriruumis, teine soojapuhur ja ventilator munemisruumis.

Inkubaatoriruumi ventilaator on võimsusega 2kW ja soojapuhur võimusega 3kW. Munemisruumi ventilaator on võimsusega 3kW ja soojapuhur võimsusega 4kW.

Temperatuurijuhtimissüsteemile peab olema sisse ehitatud mingisugune kontrollmehhanism, mis kontrollib, et kas temperatuuri hälbe neutraliseerimine toimib mõistliku aja jooksul edukalt. Näiteks kui farmis on talvel aknaklaas katki läinud, elektrikatkestus, puhur katki läinud, siis tõenäoliselt ei suudeta mõistliku aja jooksul temperatuuri soovitud normini tõsta. Mõistliku aja määrab talunik ise ja selle saab määrata erinevaks nii inkubaatoriruumile kui munemisruumile ja seda nii temperatuuri alanemise kui ka tõusu puhul. Juhul kui see mõistlik aeg ületatakse, saadetakse taluniku arvutisse hoiatusteade ja käivitatakse kanala välisseinal olev sireen. Sireeni saab välja lülitada ainult farmi seadmeblokid (farmi seadmeblokid ja arvutiprogrammist tuleb hiljem juttu).

Valgustuskontroll: Farmis on aknaid minimaalselt ja pea kogu valgus, mis kanad saavad, tuleb päevavalgustuslampidest (*eelnevalt olemas*). Valgustuskontroll peab tagama, et neid lampe saab automaatselt teatud kellaajal sisse- ja välja lülitada. Valgustus asub nii inkubaatoriruumis kui ka munemisruumis ja nendesse ruumides oleva valgustuse sisseväljalülitamise kellaegude peab saama erinevatele aegadele seadistada. Ka valgustuse juhtimismehhanismil peab olema mingi kontroll peal, mis tagab, et õigel kellaajal hakkaksid lambid põlema ja õigel kellaajal nad kustuksid. Vigadest antakse jälle teada taluniku arvutisse ja käivitatakse kanala välisseinal asuv sireen. Sireeni saab välja lülitada ainult farmi seadmeblokid.

Arvutiprogramm: Arvutiprogramm on PCs olev programm, mille abil saab juhtida kanala valgustust ja temperatuuri. See programm peab edukalt jooksuma järgmiste parameetritega arvutil.

OS:	Windows98/WindowsXP
CPU:	800MHz AMD / Intel protsessoriga
RAM:	128MB mälu
Inteface:	COM port
HD:	100MB vaba kettaruumi

Arvutiprogrammiga peab olema võimalik

Näha

- hetketemperatuuri munemisruumis
- hetketemperatuuri inkubaatoriruumis
- munemisruumi temperatuuri logi intervalliga ~1 min
- inkubaatoriruumi temperatuuri logi intervalliga ~1 min
- munemisruumi ventilaatori ja soojapuhuri hetkeseisundit
- inkubaatoriruumi ventilaatori ja soojapuhuri hetkeseisundit

Näha+muuta

- munemisruumi temperatuuri lubatud ülem- ja alampiire
- inkubaatoriruumi temperatuuri lubatud ülem- ja alampiire
- munemisruumi temperatuuri lubatud ülem- ja alampiiride normaliseerimise viiteaeg
- inkubaatoriruumi temperatuuri lubatud ülem- ja alampiiride normaliseerimise viiteaeg
- munemisruumis valgustuse sisse- ja väljalülitamise kellaegude
- inkubaatoriruumi valgustuse sisse- ja väljalülitamise kellaegude

Arvutiprogramm teavitab kasutajat

- kui ei suudeta luua/hoida ühendust kanalas asuva seadmeblokidiga
- kui kanalas ei taha temperatuur etteantud aja jooksul normaliseeruda
- kui kanalas on probleeme toitevooluga (valgustusega)

Arvutiprogramm peab saama kanalast pidevalt ~2 sekundilise intervalli järel infot sealse olukorra kohta. Kanalast tuleva info põhjal peab ta logisi(*history*) tekst faili kujul. Logifaili säilitatakse vähemalt aasta, siis kustutatakse automaatselt kõvakettalt. Kanalast saadetakse seadmeblokkist pidevalt infot PCsse, isegi siis kui talumehe arvuti on välja lülitatud. Sellel ajal logisi ei salvestata ja need lähevad kaotsi.

Arvutiprogramm peaks automaatselt käivituma kui arvuti sisse lülitatakse. Ta peaks töötama tagataustal, olema nähtav *system-trays*. Vajadusel saaks seda programmi *system-tray*'st ekraanile kuvada ja hiljem teda sinna tagasi saata. Programm ei tohi häirida arvuti tavalist tööd(tööd MS Officega, Internet Exploreriga).

Vastavalt tellija soovidele tuleb see arvutiprogramm programmeerida Delphi v5.0-v8.0. Lähtekood peab olema tellijale kättesaadav ja korralikult kommenteeritud, et tellija saaks vajaduse korral muudatusi teha(omal vastutusel). Programm peab olema kasutajasõbralik ja interaktiivne. Programmi aktiivselt ekraanile kuvamine peab olema kaitstud vähemalt kuuekohalise parooliga.

Seadmeblokk: Seadmeblokk kujutab endast laudas olevat kasti mõõtmetega 40mm x 50 mm x 20mm . Tema funktsiooniks on juhtida vastvalt arvutist tulevatele andmetele ning laudast saadud tagasisidele lauda valgustus- ja temperatuurihoiusüsteemi. Seega tuleb sellesse seadmeblokki ühendada arvutiga ühendatav juhe, kõik puhurid, ventilaatorid ja valgustuse juhtmed. See seadmeblokk peab olema varustatud valgustatud ekraaniga, kust on kasutajal võimalik näha temperatuuri mõlemis ruumis. Selle seadmebloki peale on koondatud ka lauda üldvalgustuse käsitsi sisse ja väljalülitamine kui inimene peaks lauta tulema ja vajab hetkel tuld. Seadme pealt saab veel lauda välisseinal olevat häirekella välja lülitada. Muid funktsionaalsusi sellel seadmepole ei ole: siit seadmepole ei saa näiteks muuta maksimum ja miinimum lubatud temperatuuri kummaski ruumis, seda saab teha ainult arvutist.

Veel nõudeid seadmeblokkile:

- töökindlus peab olema tagatud temperatuuril: -5°C kuni +50°C
- seade peab olema niiskusekindel- talub 100% õhuniiskust.
- seade peab olema tolmukindel
- tehtud kergesti puhastatavast tugevast materjalist
- peab olema kruvidega seinale kinnitatav.
- peab töötama 9V patareil, paratei peab olema kergesti vahetatav.
- seadmepole on üks *press*-nupp häire välja lülitamiseks.
- seadmepole on üks *press*-nupp lauda valgustuse sisse- välja lülitamiseks.
- seadmepole pole ON/OFF lülitit, ta on alati sees.

Mõned kasutusjuhtumid (*Use-Cases*):

Valgustuse käsitsi sisse-välja lülitamine: Laudas on võimalik valgustust käsitsi sisse - välja lülitada. Juhul kui talumees tuleb lauta ja vajab valgust, siis ta vajutab seadmeblokkil olevale valgustuse ON/OFF nupule. Valgus süttib(põleb edasi) pärast seda mõlemis kanala ruumis, isegi kui ta ühes ruumis enim põles ja teises mitte. Seadmebloki ekraanile kuvatakse hetkeks sõnum: TULED SISSELÜLITATUD. Pärast eelmainitud sõnumi kadumist ekraanilt kuvatakse ekraanile tagasi temperatuurid kummaski ruumis.

Juhul kui mõlemis toas tuled juba eelnevalt põlevad ja talumees vajutab seda nuppu, siis ignoreeritakse tema vajutust.

Juhul kui talumees unustab need tuled põlema, siis tuled põlevad senikaua kuni automaatika(seadmeblokk+PC) ütleb, et tuled tuleb ära kustutada. *(Kui talumees tuleb näiteks õhtul kanalasse, mil automaatikaga on tuled juba välja lülitatud ja ta lülitab tuled siis käsitsi sisse ja unustab pärast seda tuled välja lülitada, siis tõenäoliselt lülitatakse need tuled laudas välja alles järgmisel õhtul, mil automaatika sunnib tuled kustuma.)*

Juhul kui talumees aga ei unusta tulesid põlema, vaid tahab need ise ära kustutada, siis ta peab uuesti valgustuse ON/OFF nuppu vajutama. Nüüd aga on kaks juhtu, tuled kas kustuvad või ei kustu pärast sellele nupule vajutamist. Nad kustuvad juhul kui automaatika pole veel tulesid põlema üritanud panna, siis kuvatakse ekraanile hetkeks TULED VÄLJALÜLITATUD. Nad ei kustu aga ühes või mõlemis ruumis juhul kui automaatika taimer on talumehe laudasoleku ajal üritanud tuled põlema panna. Olenevalt juhust vastav info kuvatakse seadmebloki ekraanile:

TULED KUSTUTATUD INKUBAATORIRUUMIS

TULED KUSTUTATUD MUNEMISRUUMIS

TULEDE KUSTUTAMINE EBAÕNNESTUS

Kokkuvõttes saab tulesid väljaspool taimeri aega põlema panna, kuid sellel ajal kui taimer on ise tuled käivitanud, sellel ajal tulesid enam käsitsi ära kustutada ei saa. Seda saab teha ainult arvutist vastava arvutiprogrammi abil.

Alarmi väljalülitamine: Alarm käivitub ühel kahest juhust: kui kummaski ruumis ei suudeta etteantud aja jooksul temperatuuri normaliseerida või kui on elektritoitega probleeme(elektrikatkestus). Sellisel juhul pannakse tööle alarmsireen lauda välisseinal ja saadetakse hoiatus ka talumehe arvutisse, kus arvutiprogramm katkestab mõne tegevuse, juhul kui see tegevus Full Screeni nõuab, viskab pop-up akna hoiatusega ekraanile lahti ja lastakse üks MP3 hoiatusheliga tööle. Arvutisse jõuab see hoiatus loomulikult ainult siis kohale kui arvuti ja vastav arvutiprogramm on sisselülitatud.

Järgnevalt peaks talupoeg minema lauta ja seadmeblokilt alarmi välja lülitama, selleks peab ta vajutama vastavale push-nupule. Seejärel tutvuma olukorraga, et miks alarm tööle lasti(kas mõni aken talvel katki, elektrikatkestus). Juhul kui on elektrikatkestus, siis saab see talupoeg kanala elektritoite enda abigeneraatorile ümber lülitada(seda tehakse käsitsi ja see pole otseselt selle süsteemi osa). Kui elekter aga taastub enne kui talunik jõuab sellele reageerida, siis jääb alarm ise vaikseks ja süsteem talitleb normaalselt edasi.

Lauda välisseina alarmi saab ka absoluutselt keelata ja seda ainult arvutiprogrammist, kuid see pole eriti soovitatav tegevus.

Esmakordne käivitamine/käivitamine pärast patarei vahetust: Pärast patarei vahetust pole seadmeblokil mitte mingisugust infot valgustuse kellaaegade, temperatuuri lubatud ülem- ja alammäärade jms kohta. Seadmebloki ekraanil seisab kiri: SEADISTA SÜSTEEM. Et seadmeblokki töökorda saada, tuleb minna arvuti taha ja käivitada vastav kanala jaoks tehtud tarkvara. Programm tunneb kohe automaatselt ise ära, et süsteem on seadistamata olekus ja pakub kasutajale kohe võimalust süsteemi tööks kõik vajalikud parameetrid ära määrata. Määramist vajavad muutujad on:

+mõlemi ruumi kõrgemad lubatud ja madalamad lubatud temperatuurid.

+mõlemi ruumi temperatuuri normaliseerumise maksimumaeg.

+mõlemi ruumi valgustuse sisse-väljalülitamise ajad.

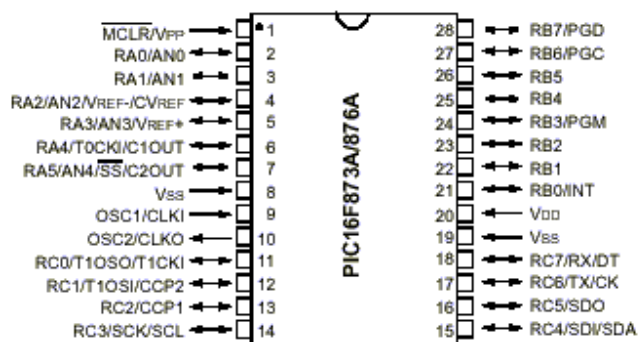
Olulisemad reaalaajalised nõuded

Tegu on igati reaalaajalise süsteemiga, kuid see süsteem pole eriti aegkriitiline. Ehk siis teisisõnu mõne- minutilised kõikumised pole selle kanala funktsioneerimisel üldsegi mitte just katastroofilised. Kuid samas on inkubaatoriruum palju aegkriitilisem kui munemisruum, sest juba 5 minutiline oluline temperatuurilangus võib põhjustada noorkanade hukkumise. Inkubaatoriruumi ja munemisruumi aegkriitilisuse saab määrata eelkõige talunik ise. Selleks tulebki süsteemi sisse ehitada kasutaja poolt muudetav ruumi temperatuuri normaliseerumise maksimumaeg. Arvatavasti on inkubaatoriruumil vastav seadistus tavalisel suurusega ~1 minut. Munemisruumis võib aga see aeg olla seadistatud ~10 minuti peale. Minimaalne määratav temperatuuri normaliseerumise aeg ei tohiks olla väiksem kui 30 sekundit. Juhul kui see näitaja on väiksem ei pruugi selle ajal jooksul ventilaator ruumi jahutada või puhur ruumi soojendada vastava tasemeni ja seepärast hakkaks alarm üsnagi tihti tööle.

AUTOMATISEERITUD KANALA DISAIN

Süsteemi jagamine osadeks: Süsteem koosneb järgmistest osadest, antud on veel ka hind(koos käibemaksuga) ja kataloogi tellimiskood (www.elfa.se). Siia nimekirja on veel lisatud inimtöö hind ja terve projekti hind.

Komponent	Hind	Kogus	Hind kokku	ELFA KOOD
LCD 16x2	210	1	210	75-511-87
DS18S20	100	2	200	73-775-00
PIC 16F876A	160	1	160	73-198-74
MAX232CPE	50	1	50	73-023-16
4.0000 MHz kristall	50	1	50	74-501-82
IC-pesa 16-jalga	25	1	25	48-135-80
IC-pesa 28-jalga	30	1	30	48-137-21
D-SUB Female 9-pin	15	1	15	44-055-02
9V VARTA patarei	15	3	45	110-040
LM340MP 5V regulaator	30	1	30	73-288-91
Juhtmed ja kontaktid	250	1	250	-
Takistid, Kondensaatorid ja muu piselektroonika	100	1	100	-
Relee I		1	500	-
Relee II		1	600	-
Relee III		1	600	-
Relee IV		1	700	-
Jootalus 100mm*160mm	100	1	100	49-575-85
Sireen (2*9V patarei toitel)	300	1	300	-
<i>Komponendid kokku</i>			3965	
<i>Töötasu</i>	<i>400 k€/d</i>	<i>14 d</i>	5600	
<i>10 aastane hooldusleping</i>	<i>100 k€/yr</i>	<i>10 y</i>	1000	
<i>Kokku</i>			10565	



USART:

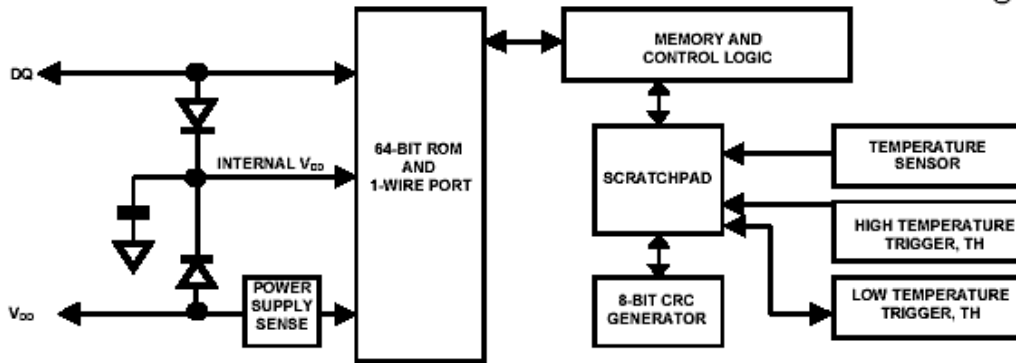
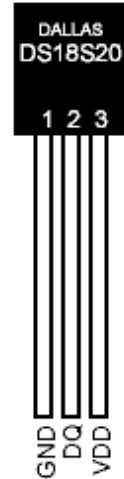
Terve süsteemi üks keskseid osasid on PIC P16F876A, mis on kolme andmepordiga mikrokontroller. Kontrollerisse on sisse ehitatud USART(*universal synchronus asynchronus receiver transmitter*), mis nagu nimigi ütleb tegeleb andmete jadakuul saatmise ja vastuvõtmisega, siinpuhul PC ja PICi vahel. USARTi saab

seadistada erinevatele saatmiskiirustele, see süsteem kasutab kiirust 9.6 kbps. Kogu USART saatmine ja vastuvõtmine käib meetodil, et kui soovime midagi saata, siis kirjutame andmesõna TXTREGi ja sealt registrist saadetakse see automaatselt siis ära. Vastuvõtmine käib analoogselt- RCREGi kirjutatakse PCst tulevad andmed. Kui üks andmebait on kohale jõudnud, siis seatakse püsti üks teatud lipp(flag), teavitamaks et bait on registris ja kättesaadav. Seda lippu võib kas pidevalt skännida või siis siduda baidi

ilmumine RCREGi katkestuse käivitamisega(*interrupt*)- viimane variant on meile soblikum ja teostuselt lihtsam. Seega kui arvutist saadetakse andmesõna, siis tekitatakse kontrolleri katkestus ja hakatakse täitma programmiõiku, mis vastavat katkestust töötleb(*juttu tuleb sellest allpool*).

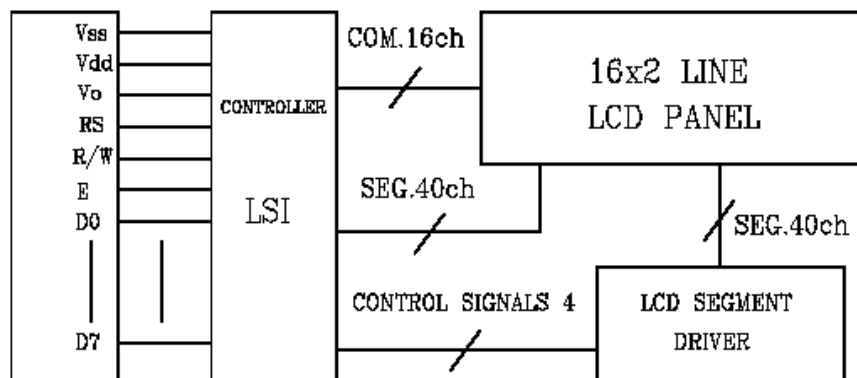
Temperatuurisensor Dallas DS18S20:

Dallase temperatuurisensor on master(*PIC*)- slave(*DS18S20*) põhimõttel töötav keerukas elektroonikatükk. Temaga saab temperatuuri mõõta 0.1°C täpsusega, kuid mõõteviga on antud 0.5°C täpsusega piirkonnas -10..+85°C. Temperatuuri teadaasaamine käib moel, et esmalt saadame mitmeid baite infot PICist temperatuurisensorisse(*Initialization, skip rom, match rom, search rom jt*). Info saatmine käib sinna bitthaaval, sest tegu on ühejuhtmelise seadmega. Seejärel konverteeritakse sensoris temperatuur ja me võime selle sealsest mälust välja lugeda, seda jälle bitt- haaval. Vajadusel saame CRC kontrolli teostada. See temperatuurisensor on terve süsteemi üks suuremaid ajakulutajaid, sest temperatuuri mõõtmine ja arvutamine on tal üsnagi pikaajaline tegevus.



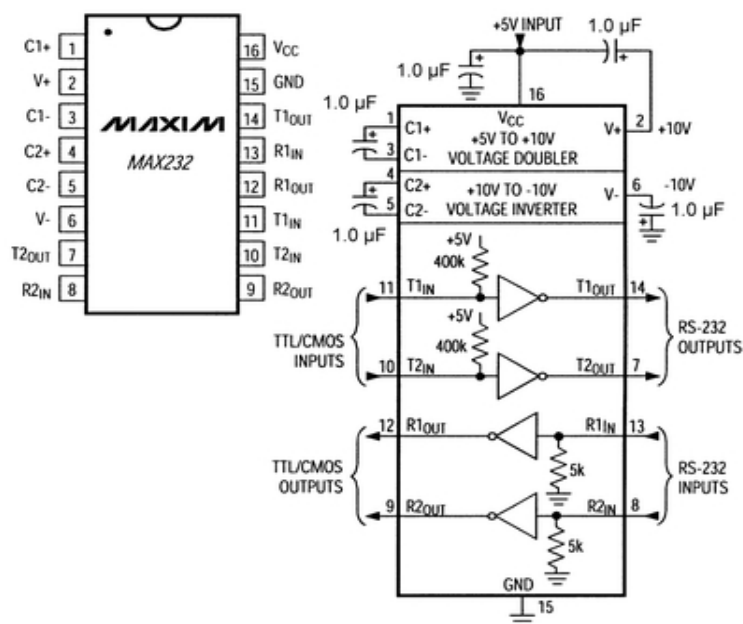
LCD

LCD on kaherealine(kummaski reas 16 märki), et korruga mahuks seal nägema nii inkubaatoriruumi kui ka munemisruumi temperatuuri. LCDl on üks andmeport, kuhu saab mikrokontroller parallelselt terve baidi infot korruga saata. LCD vajab kontrolleriil 8(andmed)+2(kontrollisignaali) jalga. Toidet saab ta samast patareist millest kontrolleri.



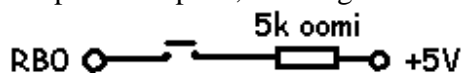
MAX232

Nagu juba ülel mainitud sai suhtleb kontrolleri PCga (RS232). Kuid PC COM pordiga suhtlemiseks vajab ta signaalide invertereerimist ja võimendamist. Seda funktsiooni täidab MAX232 kiip. See kiip tõstab kontrolleri tulevat 5V signaali pinget 10V ja inverteerib nad ning teisalt alandab COM pordist kontrolleri tulevaid signaale 5V-ni ning inverteerib nad.



Valgustuse manuaalne sisselülitamise nupp

Valgustuse sisselülitamine on realiseeritud katkestuse näol. Selleks sobib ta ühendada otsapidi RB0 porti, mis isegi SLEEP moodis olles kutsub esile katkestuse.



Releed

Mikrokontroller ei suuda näiteks ainult transistorlülitiga võimsaid puhureid ja ventilaatoreid juhtida (läbilöögioht!). Selleks läheb vaja releesid. Kuna puhurid ja ventilaatorid on võimsusega 2kW, 3kW, 3kW ja 4kW, siis neile sobivad releed minimaalsete näitajatega:

Relee I: 2kW, 10A

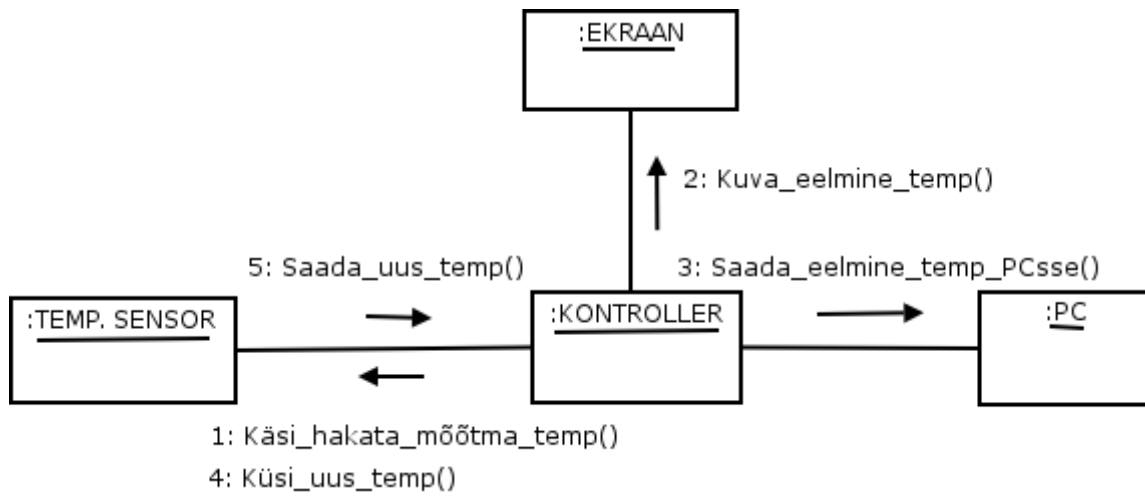
Relee II: 3kW, 14A

Relee III: 3kW, 14A

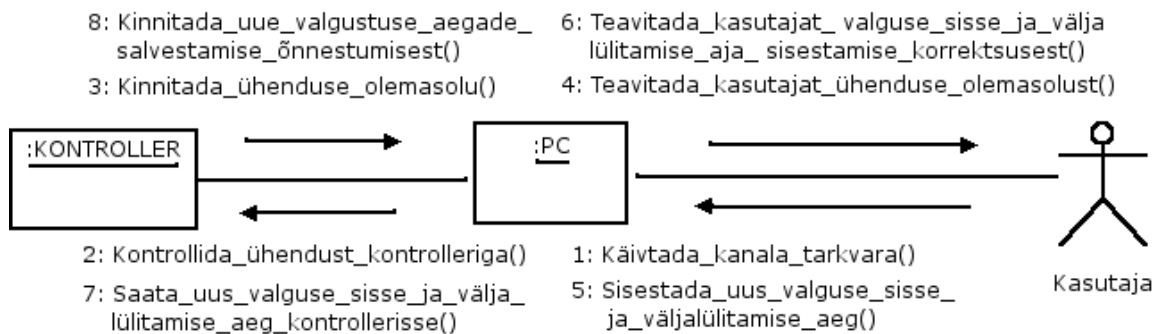
Relee IV: 4kW, 19A

Kuna 5V juhitavaid releesid niivõrd võimsaid ei leidu, siis tuleb meil siin kasutada hoopiski 12V-ga juhitavaid releesid. Juhtsignaali pinget saame suurendada 5V 12Vni elektrolüütcondensaatorite abil. Sealt releedest peaks ka kuidagi tagasisidet saama, et kas puhuritel, ventilaatoritel on toitevoolu või mitte.

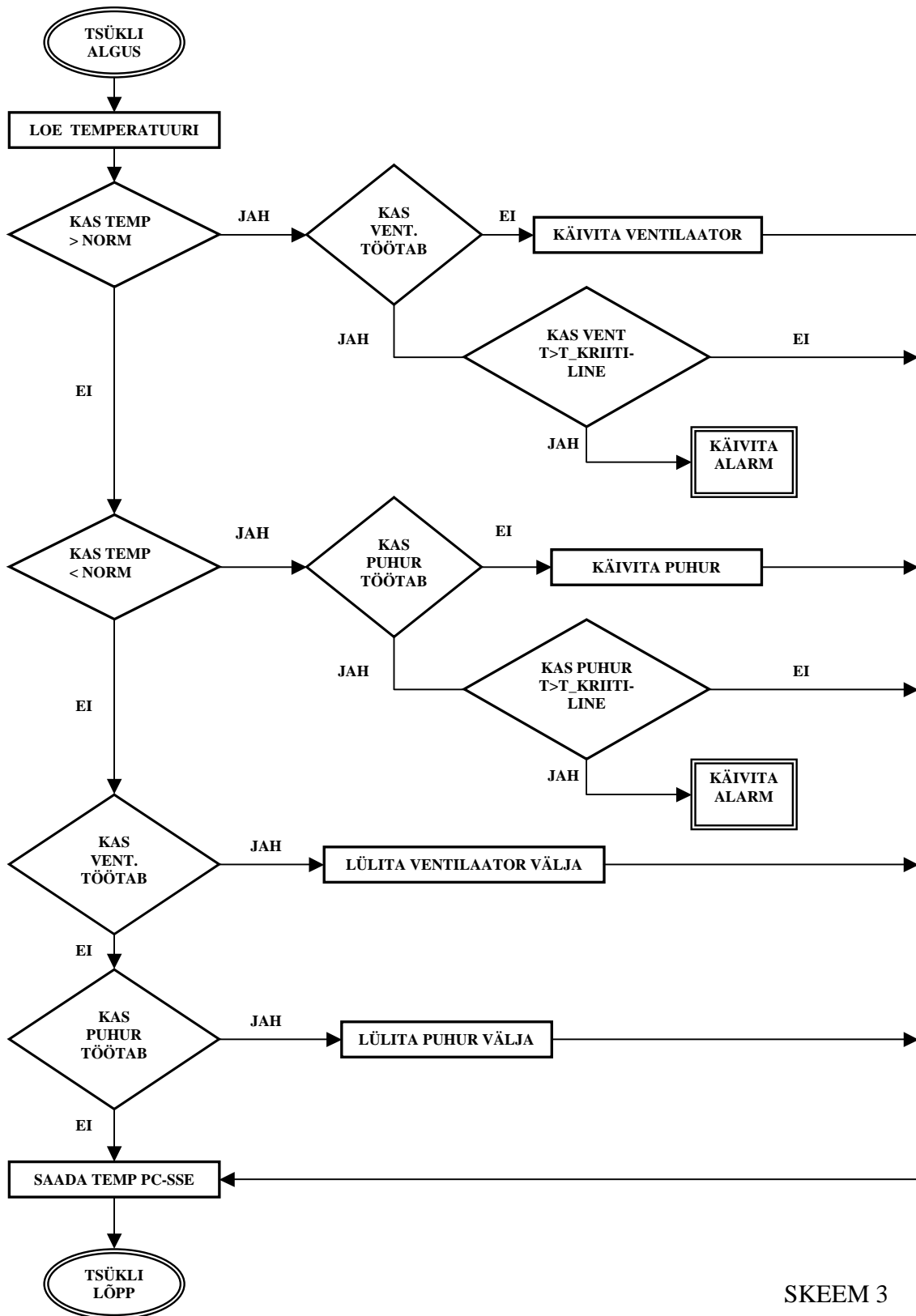
Diagramme mõne kasutusjuhu kohta (*collaboration/flowchart diagrams*)



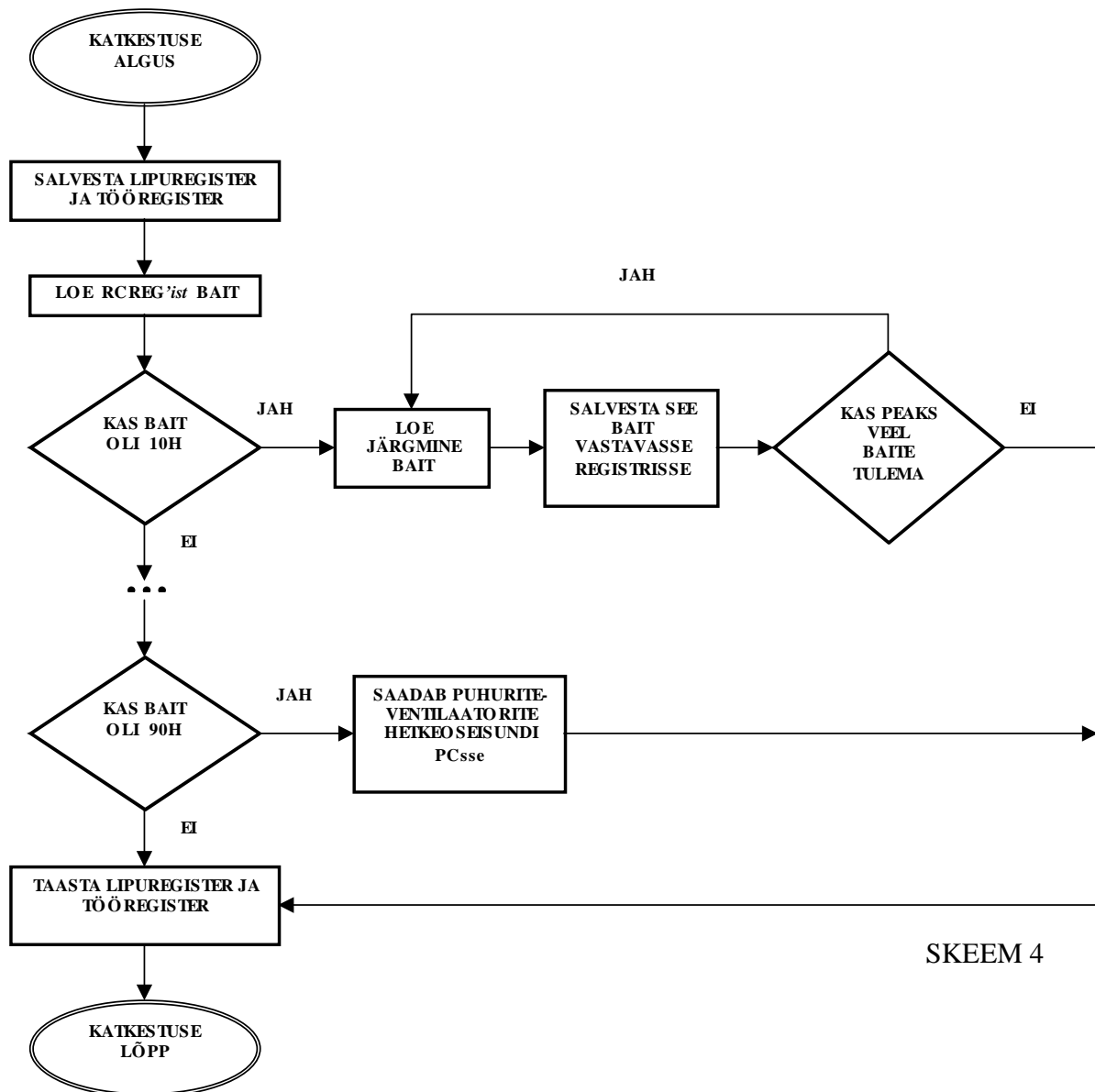
Skeem 1(ülal)- Koostöödiagramm inkubaatoriruumi temperatuuri saatmisest seadmebloki ekraanile ja PCsse. Lähemalt saab sellest tsüklilist lugeda ajaliste seoste analüüsi osas



Skeem 2(ülal) kujutab endast inkubaatoriruumi uue valgustuse sisse- väljalülitamisaja määramist kasutaja poolt koostöödiagrammina.



SKEEM 3



SKEEM 4

Skeem 3: Kolmandas skeemis näidatakse temperatuuri kontrollimist. Esmalt kontrollitakse, et kas temperatuur asub etteantud lubatud vahemikus. Kui ta seal vahemikus ei asu, siis pannakse tööle kas puhur või ventilaator kui ta juba eelnevalt ei tööta. Samas peetakse siin ajaarvestust, et kuivõrd kaua on juba üritatud temperatuuri normaliseerida, juhul kui liialt kaua, siis pannakse alarm tööle.

Juhul kui temperatuur on normaalses vahemikus, siis lülitatakse kas ventilaator või soojapuhur välja kui nad eelnevalt töötasid.

Skeem 4: Neljandas skeemis kujutatakse PC poolt tekitatud katkestust mikrokontrolleri töös. Esimene saadetud bait ütleb, mis käsuga on meil tegemist ja siis tegutsetakse vastavalt. Näiteks kui esimene bait on 10H, siis tähendab see seda, et arvutikasutaja tahab anda uued lubatud temperatuuri ülem- ja alammäärad inkubaatoriruumi. Kui aga esimene saadetud bait on 90H, siis tahab arvutikasutaja teada, millised puhurid ja ventilaatorid hetkel töötavad ja millised mitte.

Programmi ülesehitus ja ajaliste seoste analüüs

Et teada midagi programmi ajaliste parameetrite kohta, tuleb esmalt teada, milline on kontrolleri programmi tsükkel ja katkestused.

```
START:
  Initsialiseerimine
MAIN:
  Las_DS18S20_möödab_temp_munemisruumis
  Las_DS18S20_möödab_temp_inkubaatoriruumis
  Kontrolli_kas_eelmine_temp_on_normi_piires //Selle kohta on ülal üks flowchart
  Saada PCsse eelmine temp
  Uuenda temp LCDl
  SLEEP
  Loe_DS18S20_välja_temp_munemisruumis
  Loe_DS18S20_välja_temp_inkubaatoriruumis
  ...
GOTO MAIN
END

INTERRUPT I: //Selle kohta on ülal üks flowchart
RETURN FROM INTERRUPT

INTERRUPT II
RETURN FROM INTERRUPT
Jne
```

See programm on tehtud põhimõttel, et ajaga käiakse ümber võimalikult optimaalselt. MAIN tsükli alguses anname temperatuurisensoritele käsu, et nad hakkaksid temperatuuri mõõtma. Nad möödavad seda temperatuuri maksimaalselt 0.75s, kuna tegu on iseseisvate elektroonikaosadega, siis saavad nad seda temperatuuri mõõta paralleelselt PIC protsessori tööd segamata. 0.75 sekundit on üsnagi pikk aeg ja seda aega ei tasu niisama ootetsükklisse (*REPEAT UNTIL DONE*) ära raisata. Selle asemel kasutame seda aega optimaalselt ja tegeleme muude asjadega, mis võtavad hulka vähem aega kui temperatuuri mõõtmine. Nimelt uuendame LCD-l viimatimõõdetud temperatuuri, saadame PCsse viimatimõõdetud temperatuuri, kontrollime kas viimatimõõdetud temperatuur oli lubatud piires jne. See kõik võtab kõvasti vähem aega kui 0.75s. Seepärast tuleb meil siin kasutada veel SLEEP käsku, mis lülitab kontrolleri ostsillaatori välja ja lõpetab ajutiselt mikrokontrolleri tegevuse. SLEEP käsku on kasulik kasutada eelkõige põhjusel, et see vähendab kontrolleri voolu tarbimise 5%ni esalgsega võrreldes. Mida vähem tarbitakse voolu, seda kauem peab vastu patarei, mis seda kontrolleri toidab. Seda kaua patarei eluiga pikeneb saab täpselt välja arvutada, kuid hetkel annan ma hinnangu, et see võib kuni 2-3 korda pikeneda.

Kontrolleri saab SLEEP moodist välja kutsuda ainult katkestuse abil. Näiteks kui PClt saadetakse andmeid kontrolleri, siis tekib katkestus, mis ütleb meile, et RCREGis on meid bait ees ootamas ja et see bait vajab kiiresti töötlemist. Sellel juhul salvestatakse registrite-lippude väärtused ja viiakse meid katkestusvektori abil katkestusprotseduuri töötlema. Kui katkestus töödeldud, siis taastatakse registrite lippude väärtused ja jätkatakse programmi normaalse tööga. Veel tekib katkestus kui vajutati valgustuse manuaalset sissevälja lülitamise nuppu.

Kui eelmainitud katkestusi SLEEP aja jooksul ei toimu, siis hakkab kontrolleri tööle WDT(*watch-dog-timer*) nulli jõudmisel. WDT on üks teatud register, mis end teatud etteantud kiirusega FFst 00ni kahandab. Maksimaalne nullijõudmiseaeg on tal 2.25s, meie seame ta aga ~0.72 sekundi peale(*vaata allpool arvutust*).

Proovime nüüd täpsemalt määratleda paari juhtumi jaoks ajakulu.

Võtame näiteks temperatuurisensori. Nagu allolevast tabelist näeme, on seal antud vastavate tegevuste miinimum-maksimum ajakulud. Kuna temperatuurisensor on jadamisi suhtlev seade, siis on väga oluline, et meie käsud, mis me DS18S20ga suhtlmisel talle saadame oleksid ka ajastuselt õigel ajal saadetud. Näiteks kui saadame nulli mööda andmeliini, siis peab see null seal liinil olema minimaalselt 60 mikrosekundit ja maksimaalselt 120 mikrosekundit. Kui me saadame kiiremini või aeglasemalt, siis tõenäoliselt läheb saadetav info kaotsi. Näiteks aeglasemalt saates võib DS18S20 ühte bitti lugeda kaks korda.

DS18S20 tegevuste ajakulud

(-55°C to +125°C; $V_{DD}=3.0V$ to 5.5V)

PARAMETER	SYMBOL	CONDITION	MIN	TYP	MAX	UNITS	NOTES
Temperature Conversion Time	t_{CONV}			200	750	ms	
Time Slot	t_{SLOT}		60		120	μs	
Recovery Time	t_{REC}		1			μs	
Write 0 Low Time	t_{LOW0}		60		120	μs	
Write 1 Low Time	t_{LOW1}		1		15	μs	
Read Data Valid	t_{RDV}				15	μs	
Reset Time High	t_{RSTH}		480			μs	
Reset Time Low	t_{RSTL}		480			μs	9
Presence Detect High	t_{PDHIGH}		15		60	μs	
Presence Detect Low	t_{PDL0W}		60		240	μs	
Capacitance	$C_{IN/OUT}$				25	pF	

Palju aega võtab ka andmete saatmine PCsse, kasutades selleks USARTi. Tavaliselt

saadetakse PCsse ainult mõlema toa temperatuur, see teeb seega 12 baiti

Inkubaatoriruumist: märk+kümmelised+ühelised+komakoht+#10+#13

Munemisruumist: märk+kümmelised+ühelised+komakoht+#10+#13

12baiti on 96 bitti, seega $96/9600=0.01$ sekundit.

LCD tegevuste ajakulu

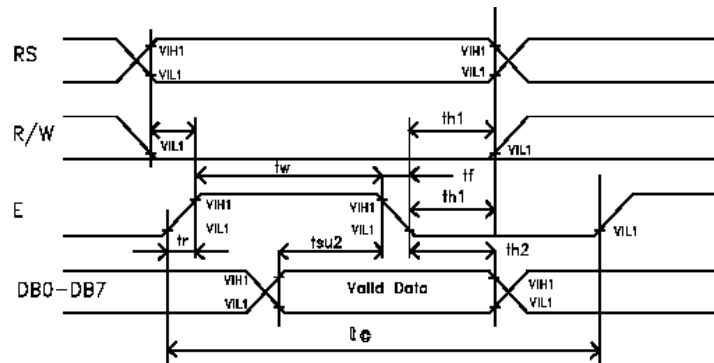
ITEM	SYMBOL	WRITE		READ		UNIT
		MIN	MAX	MIN	MAX	
ENABLE CYCLE TIME	t_c	500	-	500	-	ns
ENABLE PULSE WIDTH	t_w	220	-	220	-	
ENABLE RISE/FALL TIME	t_r, t_f	-	25	-	25	
RS, R/W SET UP TIME	t_{su1}/t_{su}	40	-	40	-	
RS, R/W HOLD TIME	t_{h1}/t_h	10	-	10	-	
DATA SET-UP DELAY TIME	t_{su2}/t_D	60	-	60	120	
DATA HOLD/HOLD TIME	t_{h2}/t_{DH}	10	-	20	-	

Veel üks suuremaid ajaröövleid on LCD-l info uuendamine, kuid see suurusjärg pole võrreldav temperatuurisensori kulutatud ajaga. LCDle saadetakse infot parallelselt baithaaval. Seda, et kas saadetav bait on *char*, mis tuleb ekraanile kuvada või hoopiski käsk (*clrscr*, *cursor home jne*), seda määravad kontrollsignaalid E ja RS (*kas kõrge nivoo või madal*). Hinnanguliselt ei võta see rohkem aega kui 0.01s

Kui temperatuuri muundatakse maksimaalselt 0.75 sekundit. Samal ajal aga saadetakse andmeid PCsse (0.01 sekundit) ja uuendatakse LCDl temperatuuri (0.01sekundit) ning tehakse veel mingeid tehteid/käsk (<0.01 sekundit). Siit saamegi kui pika aja me peame SLEEP käsu jaoks saama: $0.75-3*0.01=0.72$ sekundit.

Siit me ei saa teha järeldust nagu oleks kogu programmi tsükli täitmise aeg enamvähem 0.75 sekundit. Nimelt tuleb arvestada, et süsteemis esinevad kateatud- näiteks kui PC tahab seadmeblokki teavitada mõningate parameetrite muutmises. Samas aga ei kasvata need takistused programmitsükli aega tõenäoliselt üle 1sekundi.

LCDsse kirjutamise ajadiragramm



Testide korraldamise plaan

Kuna tegu pole masstootega, siis pole vaja tema testimisele oluliselt palju ressursse kulutada. Üldjuhul tuleb testimisel kontrollida, kas kõik vastab nõuetele. Üldiselt käib selle konkreetse projekti testimine osade kaupa ja siis hiljem tervikuna. Tuleb testida temperatuurikontrolli süsteemi, valgustuskontrolli süsteemi, suhtlust seadmebloki ja PC vahel, PC programmi.

Terviksüsteemi testimisel tuleks näiteks mõjutada temperatuuri sensoreid (neid kuumutada, neid jahutada) ja vaadata, kas süsteem reageerib nõuetekohaselt.

PC programmi testimine: Arvutiprogrammi saab testida niimoodi, et kirjutatakse valmis seadmeblokki jäljendav simulaator. Simulaatori ja kanala programmi vaheline suhtlus käiks mööda COM porti nullmodem juhtme kaudu. Seda kas siis ühe arvuti COM1 ja COM2 pordi vahel või kahe erineva arvuti COM portide vahel. Niimoodi saab testida arvutiprogrammi ja seda palju edukamalt kui päris riistvaral, sest riistvarasse igasuguseid eri case on assembleriga raske programmeerida. Kõrgema taseme tarkvara on aga lihtne kirjutada ja kompileerida. PC programmi testimisel peab tarkvara läbima ka nõutes esitatud jõudlustingimused. Ideaalne programm testimaks Delphiga tehtud PC programmi oleks Dunit(all joonisel) (<http://dunit.sourceforge.net/>)

