

Kas saaks pildil mikroskeemi paremale nihutada

Üks PIC juhib meid kõiki

Ehitame tark- ja raudvaralise lahenduse arvuti- või muude alalisvooluventilaatorite kiiruse reguleerimiseks. Sama lülitust saab rakendada mujalgi, näiteks võib tiivikute asemel reguleerida kas või teleskoobigiidis oleva niitristi taustvalgustuse lampide heledust.

«Joua, joua, kärrrr!» uriseb ventilaator laua all arvutikastis. Põrnitsen teda tigidalt, kuid tema ei tea pilkude tähendusest midagi. Või ei taha teada. Ähh, miks ei lasta inimesel rahus progeda. Tonksan lolli kasti jalaga, lootes, et ehk on asi vaid korpuse vibratsioonis. Tühjagi. Otsin ohates kruvika ja poen laua alla häälekat ventilaatorit vaigistama, aga kui karbilt kaas maha võetud, selgub, et pööreteregulaator oli teisel pool! Nagu kiuste. Ise ma ta kokku monteerisin...

Komponent/Pos.nr.	Nimiväärtus	Kogus	Märkus
TAKISTID			
R23	100W	1	¼W
R1...R7	330W	7	
R8	2,2kW	1	
R9,R22	10kW	2	
R10,R11	1kW	2	
R12,R13	4,7kW	2	
R16,R17	47kW	2	
R14,15,18,19,20,21	100kW	6	

Komponent/Pos.nr.	Nimiväärtus	Kogus	Märkus
KONDENSAATORID			
C1,C3,C4	100nF	3	
C5,C6	22mF	2	
C7,C8	2,2mF	2	
C9	10mF	1	
C2	100mF/16V	5	

Komponent/Pos.nr.	Nimiväärtus	Kogus	Märkus
POOLJUHDID			
D1...D14	?	14	"Sobiv" LED
D15,D16	1N4148	2	
T1,T2	BC557	2	
T3	BC547	1	
U1	PIC16F628	1	
U2	ULN2003	1	
U3	LM358	1	
U4	PIC12F675	1	

Kuid kas asja ei annaks kuidagi mugavamalt lahendada? Et saaks kõiki arvutis olevaid ventilaatoreid ilma kuhugi pugemata ja ilma kruvikata tüürida. Paarist hiireklõpsust võiks piisata. Või juhtida neid nuppudega mingilt udupeenelt sinise helendusega tuunitud konsoolilt?

Tõsi, sarnaseid 5" CD-seadme pessa sobivaid regulaatoreid tehakse, kuid arvestades nende sisu, on hind tugevasti paigast ära. Pealekauba on enamik sellistest vidinatest puhtalt analoogseadmed. Mitte et see paha oleks, aga digiskeem on märksa huvitavam. Soovi korral saab lülituse omadusi uuendada ilma kolbi sooja panemata, vaja on vaid jupp terasemat koodi.

Kus häda kõige suurem, seal PIC kõige lähem. Las väsinud mootor undab veel natuke, kuni kiiruse digiregulaator valmis saab. Pärast aga karistame teda halva käitumise eest 220 voldiga.

Tööpõhimõte

Erinevalt polettidel vedelevatest sarnastest jupstükkidest põhineb antud skeem puhtalt digitehnika. Protsessori koht on haaranud PIC16F628 koos kõigi oma 18 koivaga. Nagu hiljem näeme, jääb sellest paraku väheks.

Skeem mäletab kõigi oma hoolealuste kiirust (võimsust muude koormuste puhul) ja taastab *status quo* pärast pingestamist.

Ventilaatoritel on see paha omadus, et toitepinge seadmisel alla nimiväärtuse need küll veel käivad (teatud piirini jälle), aga sama madala pinge juures enam uuesti käivituda ei taha. Antud skeem, tegelikult küll kood,

lahendab probleemi nii, et annab stardil kõigile ventilaatoritele ühe sekundi vältel maksimumpinget. Kui juba lennukiirus saavutatud, võib eelnevalt seatud madalapöördelise vaikse lemmikrežiimi taastada.

Kiiruse reguleerimiseks kasutan laialt tuntud impulss-laiusjuhtimist. Võõrkeelses ajakirjanduses kutsutakse trikki peenelt PWM-iks. Asja mõte on lihtne (nagu enamasti). Toidame koormust (meil ventilaatoreid) nelinurkimpulssidega, pulsside sagedus olgu jääv. Seejärel muudame pulsi aktiivse osa kestust. Koormusele minev keskmine pinge hakkab kaasa muutuma, mida olgigi tarvis. Ühel piirjuhul saab koormus eriti lühikese aja vältel maksimumtoitepinget peale ja see on resulteeriv keskmine pinge (võimsus) koormusel minimaalne. Vaene nälgiv ventilaator suriseb mingitel miinimumpööretel. Vajadusel saaks teha ka nii, et miinimumseadel lülitame toite hoopis välja. Antud kood seda ei tee, lühike pulss jääb alati. Põhjus – ventilaatorit on hiljem tülikam käivitada.

Maksimumpööretel on pulsi aktiivne osa eriti pikk, nulli see peaaegu ei jõuagi. Koormus saab pikalt toitepinget nautida ja tuulik pöörleb üsna jõudsalt. Nagu ennegi, saaks ka siin teha maksimumrežiimi selliseks, kus pulsside vahe kaob täielikult ja ventilaator saab pidevalt toidet peale. FanBusi kood nii käitubki.

FanBus suudab juhtida korraga viit ventilaatorit või muud koormust, mis sellist «vahelduvat» pinget taluvad. Arv «5» tuleneb ainult kasutatava protsessori väljaviikude

vähesusest. Soovi korral saaks tüürida ka näiteks kaheksat tuulikut.

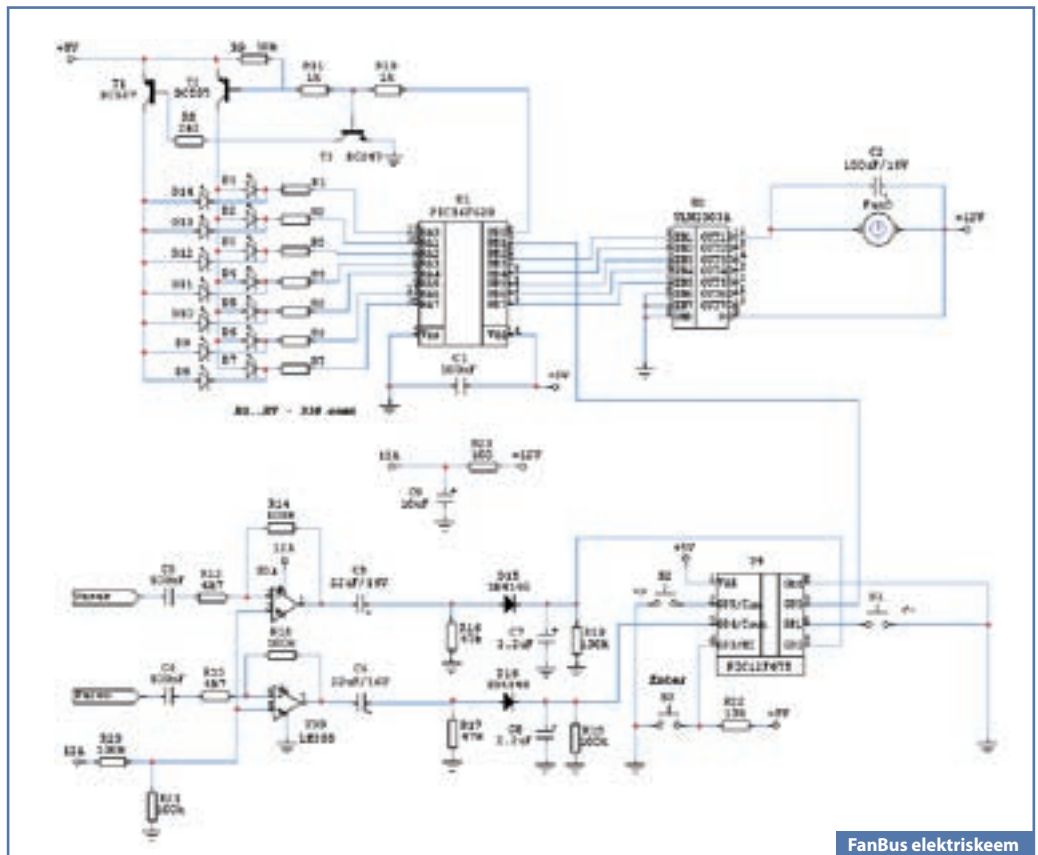
Kui ajakirja toimetajaga nõu pidasin, soovitas ta lisada seadmele veel ühe huvitava funktsiooni – muusika tasemeindikaatori. Kuigi V-U meeter jääb rohkem kõikvõimalike «tuunijate» pärusmaale, tundus idee huvitav ja pärast mõningast nuputamist saigi seitse valgusdiodi sähvima pandud.

Arvata võib, et mõne vastavaks otstarbeks väljatöötatud kivi (nt LM3914) baasil saaks parema indikaatori, kuid milleks lasta PIC-l niisama voolu tarbida.

Skeem

Hüva, aitab jutustamisest, kolb sooja ning asume skeemi juurde. Nagu näha, ei hiilga lülitus erilise keerukusega. Kogu ventilaatorite juhtimpulsside genereerimise töö tehakse ära PIC-s (U1) ja sedagi üsna lihtsalt: kasutan vaid kahte PIC sisemist taimerit, oma tarkvaralist taimerikomplekti iga ventilaatori ohjamiseks ning mõistagi taimerite katkestusi. Juhtimiseks tuleb ka järjestikväärti katkestus lubada. Kommenteeritud koodiselgituse leiata ajakirja FTP-saidilt. Seal on kaks koodi: fanbus.asm kirjeldab põhiprotsessori tööd (skeemis U1) ja fanbusAD.asm, mis sisaldab tasemeindikaatori ning nupustiku prose koodi. Samanimelised hex-failid sisaldavad kivisse kõrvetamiseks valmis kompilleeritud koodi. Need tulekski programmaatorile ette sööta.

Kuna mõni ventilaator võib vajada suhteliselt suurt voolu ja vähemalt 12 V pinget, on protsessori +5V@20mA väljundite ja koormuste vahele topitud puhvervõimendi U2. Tuulikud (millest on skeemil lihtsuse mõttes kujutatud vaid üks) ühendatakse U2 väljundite (miinus) ja +12 V toite (pluss) vahele. Pulseeriva pinget silumiseks on igal ventilaatoril paralleelselt elektrolüüt-kondensaator (C2 esimese ventilaatori jaoks). Juhtkäsud võtab PIC vastu oma sisemise järjestikpordi kaudu (viik 7, RB1). Kiiruse muutmiseks tuleb kontrolleriile anda vastav käsk, kus märgitakse ära ka muudetava ven-



tilaatori number. Käsupakett koosneb alati neljast sümbolist, nt \$+1*. See käsk suurendab ventilaatori nr 1 kiirust ühe sammu võrra (samme on 42). Sümbolid \$ ja * märgivad vastavalt käsu algust ja lõppu. Side kiirus 4800 bd. Käsuvormingust saab täpsemalt lugeda ajakirja FTP-saidilt. Samas leidub ka pisike Visual Basicus kirjutatud koodijupp, mis lubab ventilaatoreid arvutiekraanilt mugavalt hiirega juhtida.

Esialgse plaani kohaselt pidi skeem sellega piirduma. Juhtimine oleks tulnud arvuti järjestikpordist, kuhu tuleks vahele lülitada tasememuundur kas MAX232 mikroskeemi baasil või järgneval joonisel kujutatud lihtsama lülituse kohaselt. Kuid siis tekkis eespool mainitud tasemeindikaatori mõte.

Tasemeindikaator

Helisignaali pinget on tarvis kuidagi mõõta ja protsessori jaoks arusaadavaks teha. Selleks on skeemi lisatud teine PIC (U4 – PIC12F675), mis sisaldab analoog-digitaalmuundurit. Muunduri kahte sisendit (neljast võimalikust

kasutan arvuti helikaardi vasaku ja parema kanali signaalide digitaliseerimiseks. Kuna PIC A/D-muundur tahab «osuti põhjavajutamiseks» vähemalt 5 V amplituudiga sisendsignaali, tuleb kaardist saadavat umbes 250 mV tiba kosutada. Operatsioonivõimendi

U3 võimendab sisendsignaali 20 korda. Ületüürimise vältimiseks võetakse toide +12 V allikast. Võimendus on määratud takistite R14 ja R12 (vasakus kanalis) suhtega. Vajadusel saab seda muuta.

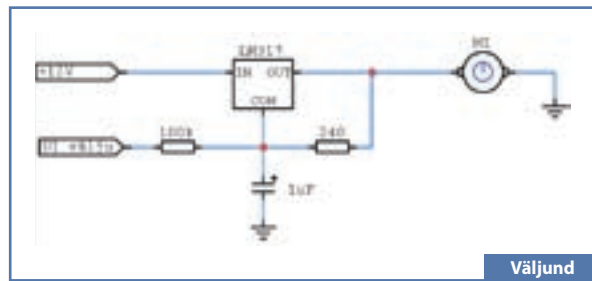
Kuna signaali puudumisel on U3 väljundis pool toitepinget, aga muundur tahab nulli, pidin skeemi panema alaliskomponenti kõrvaldavad kondensaatorid C5, C6. Nende nimiväärtus võib olla ka väiksem, nt 47µF. R16 ja R17 annavad kondensidele võimaluse tühjeneda. Ilma nendeta kustub sähviv LED-ide samm umbes sekundiga, isegi kui pidevalt, punn põhjas, Rammsteini mängitada...

Kuna PIC A/D-muundur tahab vaid positiivset sisendpinget, tuli skeemi lisada alaldi (D15, D16, C7, C8, R18, R19). Kondensaatorid C7 ja C8 määravad ühtlasi LED-ide samba helendamise aja (integreerimisaja). Ilma nendeta hakkab värelemine närvidele käima.

Edasi aga läheb alaldatud signaal juba PIC-kontrollerile, mis signaali amplituudi mõõdab ja siis LED-ide jaoks sobivaks koodiks teisendab (kirjelduses funktsioon «bargraph»).

Protsessori U4 ülejäänud sisendid on hõivatud juhtnuppude skannimisega. Tasemeindikaatorirežiimis (see on seadme põhiolek) saab vajutada vaid nuppe S1 ja S2, mis valivad välja ventilaatori, mille kiirust on plaanis muuta. Valik inditseeritakse LED-näidikul (ainult vasakus kanalis, muna taseme esitamine jäetakse katki). Näiteks ventilaatori nr 4 puhul põleb ainult neljas valgusdiod. Kiiruse muutmiseks tuleb nüüd vajutada

Ventilaatoritel on paha omadus: kui toitepinge seada nimiväärtusest madalamale, käivad need küll veel ringi, aga sama madala pinget juures enam uuesti käivituda ei taha. Antud skeem lahendab probleemi ning annab käivitusel kõigile ventilaatoritele ühe sekundi vältel maksimumpinget.



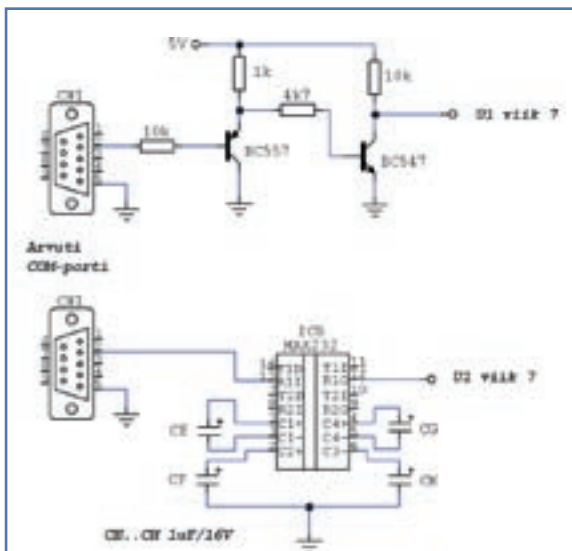
ENTER-klahvi, mispeale kuvatakse helendava sambana tuuliku kiirus. Nooleklahvidega valime sobiva uue väärtuse ja vajutame uuesti klahvi ENTER. LED-idel kuvatakse jälle valitud ventilaatori number ja soovi korral võib valida järgmise. Tasemeindikaatori näit taastub umbes kahe sekundi pärast. See saavutatakse nn jälgimistaimeriga (*watchdog timer*), s.t kivi teeb endale lähtestuse, kui nuppe pole kahe sekundi vältel näpitud. Muud võimalust tasemerežiimi siirdumiseks koodis ette nähtud ei ole. Kes ei malda oodata, võib alati algoritmi täiendada.

Täiustused

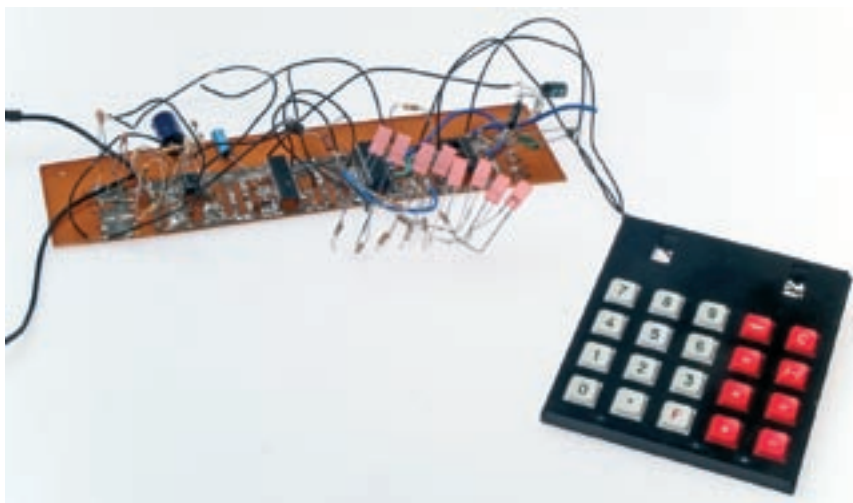
Esialgse mõtte kohane juhtimine on skeemis (koodis) siiski alles. Ajakirja FTP-saidil leidub Visual Basicus kirjutatud programmijupp, mis sellega tegeleb. Kui kood käivitada iga kord koos opsüsteemiga, saab selle mugavalt tegumiribalt kätte. Sel juhul võib U4 koos oma ahelatega skeemist välja visata ning lisada RS-232 tasememuunduri ühe allpool toodud skeemi kohaselt.

Tuleviku Fanbusi versioon hakkab mõõtma ventilaatorite pöörlemiskiirusi, samuti lisan ehk termoandurid. Esialgssesse varianti ei tahtnud nimetatud asju teha, kuna termoandurid on arvutis nagunii olemas ja ventilaatorite sisemised kiirusandurid madalatel pingetel enam (korralikult) ei tööta – tuleb ehitada oma andurid. Tõenäoliselt peab siis tasemeindikaatorist loobuma... See on medali teine külg.

Muunduri abil saab seadet tüürida otse arvutist.



Kaks varianti tasememuunduri ühendamiseks Fanbusiga.



Plaanisin lülitada «põhiprotsessori» külge ka pisikesed LCD-ekraani, kus saaks praeguse LED-ide ribaga võrreldes juba hoopis rohkem infot esitada.

Konstruksioon

See löik jääb üsna lühikeseks: monteerin ise vidina makettplaadijupile. Seega montaažijoonist pakkuda ei saa.

Võiks oletada, et piisab pisikesest plaaikesest, mis kinnitud tühja 5" kettaseadme ava katva plastkaane külge. Uhkem oleks kasutada värvilist läbipaistvat pleksiklaasi – LED-idele aukude viilimine jääb ära.

Seade vajab toiteks ühte kettaseadme pesa, kust ammutab +12 ja +5 V. Tasemeindikaatori sisendi võib ühendada otse emaplaadi heliväljundisse – siis ei ole vaja juhtmeid arvuti korpusest välja vedada.

Häälestamine

Ega hääletada eriti midagi olegi. Kui tasemeindikaator ei taha liikuda, võib kontrollida pingeid opvõimendi U3 väljundites – seal peab olema 6 V. Muunduri PIC sisendis peab olema pinge 0, muusika olemasolul aga kõikuv pinge kuni 3 V-ni.

Indikaatori samba liikumise «dünaamilisust» saab muuta, mängides C7, C8 nimiväärtustega. Suurem mahtuvus teeb asja aeglasemaks, kuid heledamaks ja vastupidi.

Tundlikkust saab muuta programselt. PIC12F675 muunduri väljund võib omada kuni 256 väärtust. Kuna diode on vaid seitse, jagasin vahemiku selle arvuga ja tegin tabeli

«bargraph» funktsiooni jaoks, kust võetakse põhiprotsessorile saadetakse asendusväärtus. Väärtuses viitab biti seadmine 1-le sellele, et vastav LED ei tohi põleda ja bitt 0 süütab tule. Näiteks kood 00 paneb kõik LED-ide hiilgama ja FF omakorda kustutab. Tabeli koodi muutes saab seega muuta ka seadme (näivat) tundlikkust ja teha isegi ülekandekarakteristiku logaritmiliseks (nagu helitehnikas tihti tehakse).

Ventilaatorite reguleerimine läheb õigesti kokku tinutatud skeemi korral kohe käima. Protsessori mällu on kirjutatud lähteväärtused, seega hakkavad tiivikud ka kohe (erinevate kiirustega) pöörlema.

Ventilaatorid tuleks arvuti korpuse külge kinnitada kummipukside kaudu, sest muidu võib tasane vile häirima hakata. Vile tekib sellest, et mootoreid tüüritakse impulsspingega, mida kondensaator (C2 ventilaatoril 0) natuke pehmendab. Kui selline lahendus siiski piisavalt hea pole, tuleb kasutada veidi keerukamat skeemi (vt joonist). Takisti R ja kondensaatori C väärtused tuleb valida katseliselt. Alustada võib näiteks 100 kW ja 1 mF-st.

Keerukam väljundaste

Lõplikuks kontrolliks valime nooleklahvidega välja sobiva ventilaatori (helendav LED visuaalseerib valiku) ja vajutame ENTER-klahvi. Vastavalt ventilaatori jooksvale kiirusele süttib teatud hulk LED-e. Seame kiiruse nooleklahvidega parajaks (iga kuue vajutuse järel süttib või kustub järjekordne valgusdiood) ja vajutame klahvi ENTER. Nüüd saab siirduda järgmise ventilaatori juurde. Kui kõik paigas, taastub umbes kahe sekundi pärast tasemeindikaatori tõmbumine. Skeem töötab! On aeg see arvutisse monteerida.

Head pusimist!
Veljo Sinivee, felch@edu.ttu.ee