

# X-10 pikendus ehk sammuke kavala kodu poole

Oleks ju tore ühe nupuvajutusega tuled põlema ja köögis kohvimasina lurisema panna. Või kodust lahkudes võtta pinge alt ära kõik pistikupesad, et vooluvõrku ununenud triikraud pahandusi teha ei saaks. Eriti vahva oleks selline «juhtpult» kõigis tubades või, veelgi parem, telekapuldi moodi seadmena laual. Aga lisa-kaableid ei tahaks teps mitte vedada, ehk saaks olemasolevatega hakkama?

gasuguseid vahvaid asju võib sündida, kui kamp elektroonikuid satub ühe laua taha õlut jooma. Umbes nii juhtus aastal 1970 Šotimaal, kui grupp elektroonika-insenere otsustas asutada uue firma Pico Electronics. Ei ole teada, kas ja kui palju nad selle juures õlut jõid, kuid vaevalt nad kesvamärjukesest päris keeldusid. Ja siis hakkasid asjad kiiresti edasi arenema.

Esimese hooga tehti valmis kaheksa erinevat mikroskeemi taskuarvutitele, üks parem kui teine. Tol ajal koosnesid parimad kalkulaatorid vähemalt viiest kivist.

Pico firma projekt X9 oli vinüülplaadilt automaatselt lugusid otsiv seade (umbes nagu RET-i tehase kuulus Estonia-seeria plaadimängija), mis oli tagatipuks veel ultrahelipuldilist kaugjuhitav.

Nagu me reklaamidest oleme õppinud, viib üks asi teiseni. Too kaugelt klõpsitav jukebox viis 1975. aastal praegugi lombitagustes riikides nii populaarsele koduseadmete juhtimissüsteemi ideele. Projekt sai koodnimeks X-10 ja selle nime all tuntakse seda tänaseni.

Veidi hiljem, aastal 1978, ilmusid esimesed laiatarbe X-10-kontrollerid Radio Shaki polettidele ja muutusid varsti sama kättesaadavaks kui ... rämpstoit. Lähemalt Pico ja X-10 ajaloost saab lugeda veebist [http://home.planet.nl/~lhendrix/x10\\_history\\_english.htm](http://home.planet.nl/~lhendrix/x10_history_english.htm) ja projekti ühe autori kodulehelt [www.eddriscoll.com/timeline.html](http://www.eddriscoll.com/timeline.html).

## X-10, millega seda süüakse?

Asja mõte, nagu enamikul geniaalsedel ideedel, on üsna lihtne – kasutada seadmete juhtimiseks olemasolevat elektrijuhtmes-tikku. Tunduvalt parem ju, kui krohvitolmu trotsides uusi kaablikanaleid uuristada. 70-ndatel infrapunapulte ju ka veel polnud. Mõnusaid pisikesi raadiosaatjate mikroskeeme samuti mitte.

X-10 on oma olemuselt sideprotokoll, mis võimaldab koormusi (lambid, küttekahad, kodumasinad jms) sisse ning välja lülitada. Lisaks saab koormusele antavat pinget muuta (nt vähendada ja suurendada laelambi heledust) lisakäskudega. Igal tüüritaval seadmel on ees X-10 vastuvõtja, mis vastavalt vooluvõrgu kaudu edastatavatele käsulaudadele teda sisse või välja klõpsib või võimsust muudab. Igal vastuvõtjal on oma kaheosaline aadress: maja kood (*house code*, kuni 16-kohaline) ja seadme enda kood (*unit code*, samuti kuni 16-kohaline). Tööstuslikel seadmetel on vastavad lülitikettad, mille abil saab seadme aadressi määrata. Kokku on seega võimalik omada ühes «võrgus» kuni 256 seadet. Peaks jätkuma?

Kasutusel on ka grupikäskud, näiteks «kõik seadmed välja». Kasutaja jaoks on sellist käsku saatev «lülitati» eriti mugav – kodust välja minnes vajutad vaid üht nuppu ja ei mingit muretsemist teemal, kas triikraud sai ikka välja lülitatud või mitte. Hmm... aga kas külmik lülitub siis ka välja? Jah, kui mitte defineerida grupiviisilist väljalülitamist

vajavaid seadmeid valgustiteks. Siis saaks kasutada tsirkulaarkäsku «kõik valgustid välja» (ja vajadusel käsku «kõik valgustid sisse»).

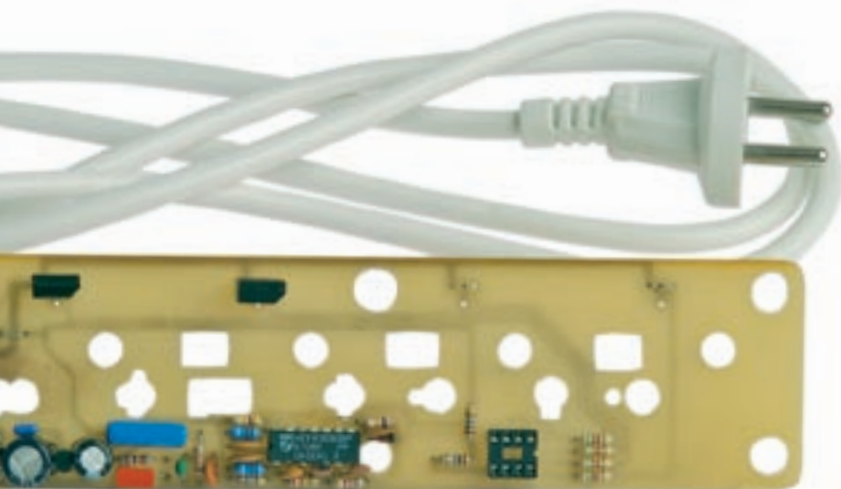
## Protokoll ei ole koll

On selge, et vooluvõrku sidekanalina kasutatav protokoll peab arvestama alati võimalike häirete ja pingekõikumistega. Selleks kasutatakse kodeeringut, mis meenutab natuke Manchesteri koodi.

X-10 «käsupaketid» on sünkroonitud vooluvõrgu siinuse algusega. Iga poolperi-oodi algusesse tekitatakse 1 ms kestusega «aken», kus kas saadetakse (bitt = 1) või ei saadeta (bitt = 0) 120 kHz sagedusega võnkumine. Standard määratleb karmilt selle kandevasageduse signaali hälbe: 120 +/- 2 kHz. Seadmed taluvad tegelikult veidi suuremat kõikumist, nt protsessoriga mugavamalt genereeritav sagedus 125 kHz sobib kenasti.

**Poest saab osta ka sellise ehk ametliku X10 süsteemi tulede sisse/välja lülitamiseks – ActiveHome™ Kit**





Kirjeldatud 1 või 0 ei ole veel päris «küps» signaal. Vastuvõtja jaoks moodustatakse käsukood 1 bitt tegelikult kahest järjestikusest saatetest: kui ühe võrgu poolperioodi «aknas» saadetakse 1 ja teises 0, mõistab X-10-kontroller, et tegelikult saadeti bitt väärtusega 1. Bitt 0 saadetakse vastupidistel tingimustel. Häirekindluse tõstmiseks ei loeta selliseid saadeti suvalisest hetkest, vaid alates spetsiaalsest start-koodist mis kujutab endast kolme poolperioodi alguses saadetud 1-signaali (seda toorest signaali). Nagu näeme, on see tavalise käsupaketi saatmise reegleid eirav juhtum (kui 1 poolperioodi ajal saadeti 1, peab teise ajal alati saatma nulli ja vastupidi) ja saab protokollis kohaselt esineda ainult käsu algust märkiva sümbolina. Lisaks kõigele nõutakse turvakaalutlustel käsu kordamist kaks korda (täpsemalt: saadetakse kaks korda «maja» aadress ja seadme aadress ning siis kaks korda maja aadress ja käsu kood). Start-koodid muidugi ka.

Käsupakettide vahel hoiab saatja suu kinni vähemalt kolme perioodi jooksul (v.a heleduse muutmise käskude puhul).

Eeltoodust on arusaadav, et X-10 side on aeglane – ühe käsu saatmine võtab Maarjamaa 50 Hz võrgus üle sekundi aega. Seega andmete edastamiseks ja netiühenduse tagamiseks see ei kõlba. Selleks on teised protokollid.

Ethernetist on tuntud võõrapärase nimega nähtus *collision* ehk hetk, kus kaks või enam saatjat arvavad heaks ühel ajal sõna võtta. Nagu inimeste maailmaski aeg-ajalt juhtub, ei saa ka võrgukaardid sellisest segapudrust midagi aru ja jätvavad viske vahele.

X-10-protokollis kohaselt sellist juhust tekkida ei saa, kuna vastuvõtjad ainult kuulavad isanda (juhtpuld) käske. Osa käske võib nõuda ka vastust, kuid vastata saab ainult see kontroller, kellele kõneluba anti. Nagu näha, on vahel kasulik sõnavabadust piirata.

Karm reaalsus paneb, nagu alati, asjad paika. Kui meil on rohkem kui üks juhtpult ja neid näpatakse üheaegselt, tekib kaos...

Lisateave X-10-sideprotokollis kohta leiab veebilehelt [www.x10.com/support/technology1.htm](http://www.x10.com/support/technology1.htm).

### Skeem

X-10 juhtseadmeid müüvad mitmed kodumaised poed. On isegi veebileht [www.10.ee](http://www.10.ee). Paraku on seadmete hinnad sisu arvestades mõttetult kallid ja protokollis võimalusi tutvustavad lehed sisaldavad peaaesjalikult reklaamimüra. Õnneks on sideprotokollis enda kirjeldus seni veel võrgust leitav.

### Komponendid

Pos. nr.	Nimiväärtus	Kogus	Märkus
TAKISTID			
R1	110mA/265V	1	ELFA: 60-265-87  ¼ W
R2, R14	1 MΩ	2	
R3, R4, R9	10 MΩ	3	
R5...R8	1 kΩ	4	
R10	470 kΩ	1	
R11	220 kΩ	1	
R12	47 kΩ	1	
R13	100 kΩ	1	
KONDENSAATORID			
C1	1 uF	1	400 V
C2, C3	220 uF	2	25 V
C4	100 nF	1	
C5, C6	150 pF	2	
C7, C9	4,7 nF	2	
C8, C10	3,3 nF	2	
C11	100 pF	1	
C12, C13	10 pF	2	
C14	10 nF	1	
C15	100 nF	1	400 V
POOLJUHD			
D1, D2	1N4007	2	
D3...D6	Z0405D	4	Või analoogsed
D7, D10, D11	1N4148	3	
D9	KC168	1	Või analoogne
D8	BZX85/C18	1	18 V stabilitron
U1	78L05	1	
U2	PIC12F629	1	
U3	HEF4069	1	Või CD4069

Kas vastuvõtjat annaks ise ehitada? Selgub, et saab küll. Ehk isegi poehinnast odavamalt, eriti käib see saatja kohta. Kuid aitab jutustamisest, asume asja juurde.

### X-10 pikenduse (vastuvõtja) põhimõtteskeem

Seade saab toidet otse vooluvõrgust ilma eraldustrafota. Seega peab temaga tegelemisel olema eriti ettevaatlik!

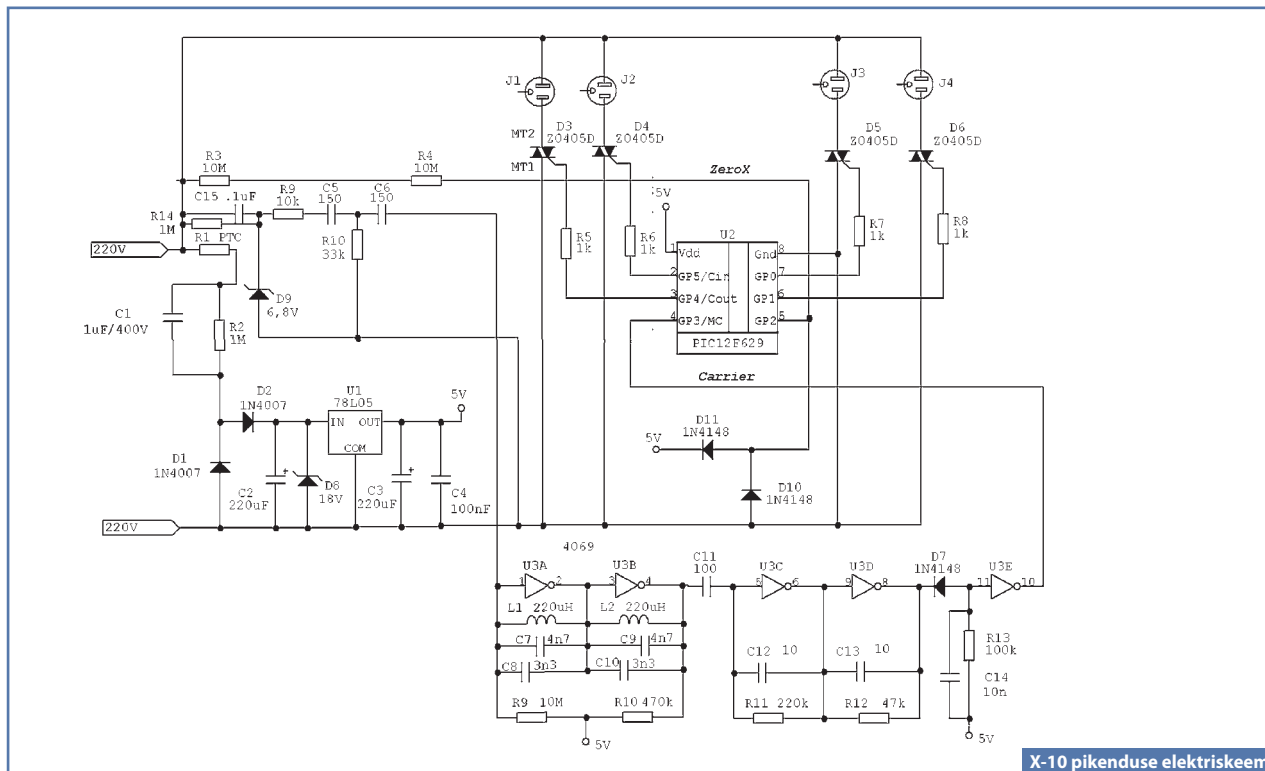
Suurem osa 220 V pingest jäetakse kondensaatorile C1, mis toimib omamoodi eeltakistina. Erinevalt tavalisest takistist, mida põhimõtteliselt ka kasutada saaks, ei eralda C1 soojust. Takisti R2 on kasutaja kaitseks – laeb kondeka tühjaks, kui seadme toitepistik seinast välja tõmmata. Muidu saaksime pistiku klemme puudutades värskendava siraka.

Diiodid D1 ja D2 koos kondensaatoriga C2 moodustavad võrgupingealaldi. Stabilitron D8 kaitseb 5V väljundpingega stabilisaatorikivi U1 ülepingete eest. Takisti R1 on pooljuhtelement, mis esimese hooga omab suuremat takistust, piirates nii kondensaatorite laadumisvoolu ohutule väärtusele. Võib asendada umbes 10-oomise 1 W võimsusega takistiga.

Ahel R9, R10, C5, C6 moodustab nn kõrgpääsfiltri. Tema ülesanne on madala sagedusega signaalid maha suruda, jättes alles vaid meid huvitava 120 kHz ja kõrgemad. Sisendsignaal võetakse otse võrgust üle eralduskondensaatori C15. R14 ülesanne on sama, mis R2-l. D9 piirab signaali amplituudi mõistlikule väärtusele.

Järgnevalt lastakse 120 kHz sisaldav pakett läbi selektiivse võimendi (ribafilter), mis võimendab üles vaid õige sagedusega pinget. Võimendi on ehitatud CMOS-loogikakivil 4069, mis on viidud lineaarsesse võimendusrežiimi (elemendid U3A, U3B). Elemendid U3C ja U3D on lihtsalt võimendusastmed. Piisava amplituudiga signaal detekteeritakse diiodiga D7 ja element U3E viib selle amplituudi PIC-kontrolleri jaoks söödavaks. Seega saame PIC (U2) viigul 4 impulsi amplituudiga 5 V alati, kui saatja annab liinile 120 kHz signaali. Kontrolleri ülesanne on pulsud vastavalt protokollis reeglitele lahti mõtestada ja saadud käsud täita.

Kasutasin siin peaaesjalikult Microchipi koodinäidet. See kood on kirjutatud PIC16F877 kontrollerile, mis tundus pisukese liialdamisena. Porteerisin programmi



X-10 pikenduse elektriskeem

PIC12F629-le ja lisanin neli sõltumatut *dimmerit*, mida algkoodi autorid miskipärast tarbetuks pidasid.

Kood reageerib X-10 saatja käskudele:

- koormused 1...4 sisse ja välja (sõltumatult);
- kõik lambid välja, kõik lambid sisse;
- kõik seadmed välja;
- lubab iga koormuse heledust sujuvalt juhtida;
- sisse- ja väljalülitamiskäskudega lülitatakse vastav *dimmer* välja ja koormusele antakse täispinge 220 V või lülitatakse see lahti. Seega võib juhtida ka seadmeid, mis «klõpsutamist» ei talu;
- seadme *house code* on B ja *unit code-d* 1...4. Neid saab muuta koodi päises olevas reas numbrit muutes (kood on kommentaaridega).

### Konstruksioon ja detailid

Eriti kriitilisi detaile on seadmes vähe. Kondensaatorid C1 ja C15 peavad taluma vähemalt 400 V alalispinget (275 V vahelduvvoolu). R1 on 10-oomine PTC-takisti, mille saab asendada ka tavalise 10-oomise ja 1 W võimsusega takistiga. Stabilitron D8 peaks olema vähemalt 1 W võimsusega. D9 on kahesuunaline stabilitron pingega 6,8 V. Sobib näiteks idanaabri KC168. Kui kahesuunalisi stabilitroni ei leia, võib detaili asendada kahe tavalise vastupidi ja järjestikku ühendatud stabilitroniga.



Takistid R3 ja R4 saaks asendada ühe elemendiga, kuid kõrge pinge võib liiga lühikesest takistist lihtsalt üle lüüa. Seepärast on skeemis kaks lisakomponenti. Diiodid D10, D11 on PIC sisendi GP2 (viik 5) täiendavaks kaitseks, samasugused diiodid on tegelikult ka mikrooskeemi sees. Vajadusel võib ära jätta. Koormusi tüüriavad sümistorid D3...

D6 peavad olema tundliku juhtelektroodiga nagu skeemil toodud Z0405. Antud tükid kannatavad lülitada voolu kuni 4 A. Võimsamate koormuste lülitamiseks tuleb leida «priskemad» sümistorid. Kuni 300 W tüürimiseks ei ole sümistoridele jahutusradiaatoreid vaja.

### Lingid

- [www.x10.com/support/technology1.htm](http://www.x10.com/support/technology1.htm) – protokoll kirjeldus;
- [www.x10.ee/](http://www.x10.ee/) – kodumaine (reklaamist nõretav) X-10 sait;
- [www.auto.tuwien.ac.at/~berndth/eib](http://www.auto.tuwien.ac.at/~berndth/eib) – EIB-standardi selgitusleht;
- [http://home.planet.nl/~lhendrix/x10\\_history\\_english.htm](http://home.planet.nl/~lhendrix/x10_history_english.htm) – X-10 projekti ajalugu;
- <http://smarthome.custhelp.com/cgi-bin/smarthome.cfg/php/enduser/entry.php> *Devices that Interfere with X10* (tippida otsinguribale) – mida peab X-10 seadmete omanik kartma (häireallikad).

Montaaž sõltub võimalustest ja vajadustest. Üks võimalus oleks vormistada vidin tavalise nelja kontaktiga pikenduse sisse. Sellise lahenduse montaažijoonise leiab ajakirja FTP-saidilt (<ftp://ftp.arvutikasutaja.ee>).

Aga saatja? Kas selle peab ostma? Ei, saab ka ise teha. Skeemi ja koodi riputasin mainitud FTP-saidile. Ajakirjaruumi kokkuhoiaks.

### X-10 puudused

X-10 on maru mugav vahend koduseadmete juhtimiseks, kuid sellel on ka puudusi:

- aeglane (ühe käsu edastamine käib umbes sekundiga);
- turvaprobleemid: ilma spetsiaalse lisafiltrita (selline on müügil) kuulevad koduseadmed ka naabri saatja käskusid ja vastupidi;
- vähese häirekindlusega: saidi smarthome.com andmetel võivad üsna mitmed koduseadmed põhjustada käskude adressaadini jõudmata jäämist ja mõnikord ka valesid rakendumisi. Oma katsetes ma seda ei täheldanud, kuid usume targemaid.

Seega võiks mõelda protokolliparandamisele. Üks variant oleks kasutada EIB-d. Vastavaid seadmeid olla isegi müügil, kuid tunduvalt kallimana. Äkki mõtleb keegi lihtsama variandi välja?

Olgem siis skeemi ehitamisel ettevaatlikud – 220 V on tappev! Head pusimist!

**Veljo Sinivee**, felc@edu.ttu.ee

