

Kodukoka ABC – trükkplaadid kodus, kastmega ja ilma



ma esimesed elektroonikaskeemid monteerisin plekklibledega makettplaadile, samale asjale, mille natuke erinevat versiooni siilikis kutsutakse. Makettplaat on praegugi kasutusel, kui skeem veel päris valmis ei ole. Siili peal on hea juppe vahetada, sel ei tule kunagi rajad lahti ja pole muret, et mõnele jootele ligi ei pääseks. Aga kui just teravaid elamusi ei otsi, siis maketti elektrikappi korterit juhtima või automootorisse süüdet seadma siiski ei tasu panna. Tugevusest jääb puudu, kõik lotendab ja vibreerib.

Hea skeem unistab korralikust trükkplaadist ja on ka põhjust: trükkplaadil ei saa detaile liikuda ja seega lühiseid anda, rajad on lühemad (eriti vajalik kõrgsagedusskeemide puhul). Palju loogikalülitisi ja mikrokontrolereid sisaldavat skeemi on üldse raske maketile kokku panna. Juhtmeid tuleb liiga palju ja isegi kui need on kõik õigesti ühendatud, ei pruugi skeem tööle hakata. Radadevahelised mahtuvused on liialt suured.

Niisiis, teeme oma skeemile trükkplaadi (PCB väljamaa keeles)! Mida selleks vaja läheb ja kuidas teha?

1. samm – montaaži joonistamine
Kõigepealt tuleb välja mõelda detailide paigutus ning vooluradade asetus. Lihtsama skeemi puhul võib kõik käsitsi teha. Käsitsi joonistamise puhul pole vaja mingeid lisa-

PCB-programmid

Eagle firmalt Cadsoft (www.cadsoft.de):
on olemas tasuta versioon ja ka Linuxi variant;

CircuitMaker firmalt Microcode Engineering (www.microcode.com): pakutakse ka tasuta varianti, millel on mõned piirangud;

P-CAD (<http://www.acceltech.com/en/index.html>),
paljudele tuttav juba ammusest aegadest;

Protel

Kõigi mainitud ja mainimata programmidega saab edukalt tööd teha, ühe teisele eelistamine on rohkem maitse ja harjumuste asi.

vahendeid ja pole ohtu, et pliats poole töö pealt kokku jookseb. Paraku tuleb siis ka rajad PCB-le ise sirgelda – joonisest fotoabloonini tegemine on üsna tülikas, kui mitte võimatu. Kui ikkagi trasseerite plaadi paberile, tasub selleks hankida tollimõõdus millimeeterpaberit (tollimeeterpaber tegelikult, või kuidas?) sest kõik väljamaised mikroskeemid (v.a Vene kivid) on just selles mõõdus. See, et Euroopas peaks nagu keh-tima SI süsteem ja järelikult ka meetermõõdustik, ei paista kedagi huvitavat.

Mugavam on kasutada mõne spetsiaalse programmi abi. Suurema skeemi puhul on see ainus võimalik lahendus – tuleb vähem vigu.

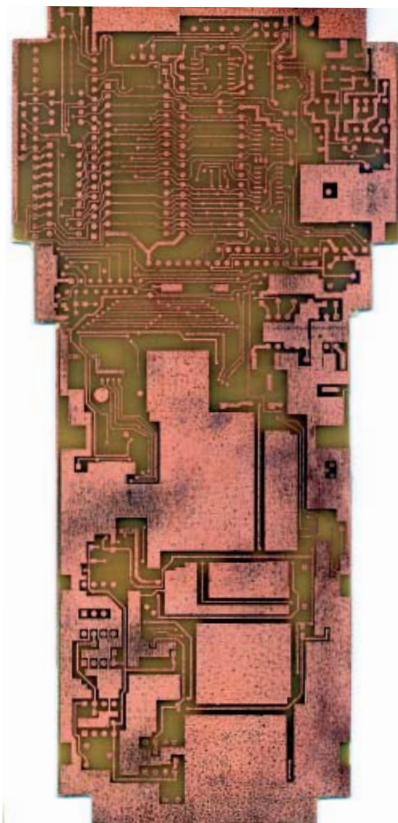
Kui kasutatava programmi komponentide teek (*library*) on nadvõitu, tuleb osa juppide kujutised ise joonistada. Enamasti

on softis selleks võimalus olemas. Näiteks CircuitMakeris tuleb paigutada detaili jaoks vajalikud augud üksteisest sobivale kaugusele, vedada neile kollane komponendi piirjooni tähistav joon ümber (*top overlay*), seejärel aktiveerida kogu kunstiteos, vajutada klahvile *add component* ning tekkinud menüüs vajutada omakorda nuppu *add*. Sellega on uus detail salvestatud ja järgmine kord saab juba lihtsamalt hakkama.

Edasi paigutame kõik vajalikud detailid plaadile ja laseme käima autoruuteri. Viimane hakkab komponentide vahele radu vedama, eeskujuks lülituse elektriskeemi fail. Toiming võib sõltuvalt arvuti võimadest ja skeemi keerukusest päris palju aega võtta. Paras hetk kohvi keeta ja kodulooma pudrumolli täiendust panna.

2. samm – fotoabloon

Valmis montaažijoonis tuleb trükkplaadi toorikule kanda. Kui ka kodus professionaalset fotoplotterit ei ole, pole hullu, ka tavaline laserprinter sobib hästi. Trükime joonise (või kahepoolse montaaži puhul joonised) laseriga vastavale kilele. Seejuures tuleb arvestada, kummale poole plaati joonis jääb ja vajadusel trükkida peegelpildina. CircuitMakeris on selleks trükimenüüs valik *mirrored*. Trükkida tuleb nii rasvaselt kui vähegi võimalik. Tooneri kokkuhoiurežiim

Ebaõnnestunud
trükkplaat

Valgustundlik trükkplaat on tavaliselt kaitstud sinist karva paberiga. Kui kõik on säritamiseks valmis, kougime kaitsepaberi nurga ettevaatlikult lahti ja tõmbame katte ära. NB! Plaat ei karda otseselt valgust (kuigi ta on valgustundlik), seega pimikut pole tarvis. Tuleks siiski hoiduda heledast, otse toorikule langevast (päeva)valgusest. Sobiv koht on aknast eemal ja laelambid lülitage ka välja. Kardinaid akna ette pole vaja. Kaitsekile eemaldage plaadilt alles siis, kui säritamine algab.

Nii, sätime kile (õiget pidi!!!) plaaditoorikule ja asetame vajutiseks peale õhukese ja hoolikalt puhastatud klaasplaadi. Kahepoolse montaaži puhul tuleb kiled täpselt kokku sobitada sest muidu lähevad kummagi poole rajad nihkesse. Paha lugu, kui ühel poolel olev auk läheb teisele poolele hoopis radade vahele.

Kui see tehtud, fikseerime kiled äärest näiteks kirjaklambritega. Tekib midagi kotti-taolist, milles toorik enam liikuda ei saa.

Riputame ultraviolettlambi (UV-lambi) plaadist umbes 30 cm kaugusele, katame tooriku paksu musta paberi või muu läbipaistmatu asjaga (!) ja lülitame lambi sisse. Valgusti peab soojenema umbes minuti, alles siis kiirgab ta õiges režiimis. Seda on ka silmaga näha – valgus muutub tunduvalt sinisemaks.

Hüva, lamp on soojenenud ja tuba UV-kiirgust paksult täis. Võtame musta kaitsepaberi tooriku klaasilt ära ja stopper käima. Mina olen saanud häid tulemusi 3 minuti pikkuse säriajaga, kuid see võib sõltuda kasutatavast toorikust. Kõige parem oleks väiksel plaadijupil õige säriaeg enne kindlaks määrata. Selleks paneme PCB tükile äabloomi ja katame kogu kupatuse osaliselt musta paberiga. Valgustame 1 minuti, nihutame kaitsepaberit edasi, valgustame veel 1 minuti jne. Edasi ilmutame proovipildi ja ongi kohe näha, milline aeg antud emulsioonile sobib.

Kui oli tegemist ühepoolse trükkplaadiga, on säritamine lõppenud. Kahepoolse plaadi puhul tuleb lasta lambil



NB! Lambi UV-kiirgus on silmadele kahjulik. Püüdke seda nii vähe vaadata kui võimalik. Parem on säritamise ajaks üldse toast välja minna. Päikesepriid... nojah, need peavad siis tõesti õige UV-kaitsesega olema. Tihti on neil vaid vastav reklaam peal, ei midagi enamata.

2–3 minutit jahtuda, sest varem see lihtsalt põlema ei hakka. Samal ajal saab teha ettevalmistusi PCB teise poole eksponeerimiseks. Järgnev säritamine käib täpselt samamoodi – soojendame lampi 1 minuti vältel ja siis ... läks lahti.

4. samm- ilmutamine

Säritatud plaadi ilmutamiseks kasutatakse NaOH (seebikivi) lahust: 7 g naatriumhüdroksiidi 1 l vee kohta. Sobib ka kaaliumhüdroksiid (KOH), kuid aine kogus on umbes 2 korda väiksem. Vesi toatemperatuuril.

Ilmuti jaoks vajaliku kemikaali saab küsida kooli keemiaõpetajalt, kuid seda müüakse ka elektroonikapoodides (Tevalo kood: 49-577-00). Õpetus: http://www.tevalo.ee/cgi-bin/web_store.cgi?page=products/kasulik_files/ilmuti.html&lng=est

Ilmutusvanniks sobivad hästi fotograafiast tuttavad vannikesed, peaaasi, et plaat üleni sisse mahuks.

Kord valgustatud plaat tuleks kohe ilmutada, seepärast segage lahus enne valmis.

Muide, ilmuti on sööbiva toimega, kasutage kummikindaid! Silma sattumisel pesta ohtra veega!

Viskame plaadi lahusesse ja loksutame seda pidevalt. Kahepoolse plaadi puhul tuleb PCB-d aeg-ajalt ringi keerata, et ilmutamine läheks ühtlasemalt. Alguses ei toimu midagi, kuid umbes minuti möödudes hakkab radade joonis paistma. Natuke veel ja plaadi juurde tekib tume udupilveke, nagu seepia oleks mõõda ununud. See tähendab, et meie trükkplaat on kohe küps. Ilmutame veel natuke ja peseme plaadi jooksva vee all puhtaks (oriendatav ilmutusaeg on 2 minutit).

lülitage välja ja kui printeril on kontrasti nupp, keerake see põhja.

Tindiprinter äabloomi trükkimiseks ei kõlba, sest pilt tuleb liiga läbipaistev.

3. samm – valgustamine (säritamine)

Plaadi joonise PCB-le kandmiseks kasutame valgustundlikku trükkplaati ja fotomeetodit. Töö on sama mis fotolaboris filmist piltide tegemiselgi, ainult aparaat on hoopis tagasihoidlikum: ultraviolettlamp, fotoäbloom, tükk õhukest klaasi ja stopper.

UV-lamp peab juhendi järgi olema 300W-ne. Neid pakutakse mitmesugustes kataloogides, kuid hinnad on üle mõistuse: 1000 raha kanti! Sama hea lambi saab (igatahes sai) Tallinnas Küberneetika instituudi lähedal asuvast firmast Megaluumen. Lambi nimi on Ultravitalux, hind kusagil paarisaja krooni tuuris. Pirn keeratakse tavalisse lambipessa, toide otse vooluvõrgust. Valgustit ei tasu palju puudutada, eriti rasvaste näppudega ja kuumast peast.



Nagu iga ilmuti, kulub ka NaOH lahus. Täpset kasutusordade arvu ei oska öelda, kuid 100*160 mm plaate olen ühes lahuses ilmutanud viis tükki.

Mõned allikad ütlevad, et üleilmumamine on väga ohtlik. Mõned jälle ei soovita üldse NaOH-d kasutada (<http://www.electrictuff.co.uk/pcbs.html>). Parem olevat kasutada ainet Na₂SiO₃*5H₂O (saab tellida RS-Components kataloogist, kood 690-849). Maitse asi, minul tulid plaadid igatahes just nii välja.

5. samm – söövitamine

Kasutada saab jällegi mitmeid kemikaale. Vanadest aegadest on tuttav raud-III-kloriidi vesilahus (FeCl₃). Mõnevõrra puhtam ja parem, kuid ka kallim variant on naatriumpersulfaat (söövituspulber, Tevalos koodiga 49-577-26, seletus: http://www.tevalo.ee/cgi-bin/web_store.cgi?page=products/kasulik_files/soovitus.html). Räägitakse ka vaskvitrioli lahusega söövitamisest, täpsemat infot leiab vanadest Radio ajakirjadest.

Olgu kemikaal milline tahes, lahus peab olema üsna soe – siis võtab kiiremini. Värske raudkloriidi lahus võtab keskmise paksusega vasekihiga trükkplaadi puhtaks 10–30 minutiga. Kui aega läheb kauem, on lahus vana või liiga külm. Sellises sodis ei ole mõtet plaati hoida, sest radade joonis tuleb lahti. Võtke plaat lahusest välja ja pange vette. Tehke uus lahus ja söövitage edasi.

Naatriumpersulfaadi lahus peab olema kogu söövitamise vältel minimaalselt 50° C juures (tuline!), siis saab plaadi puhtaks umbes 5 minutiga. Madalamal temperatuuril pikeneb söövitusaeg TUNDUVALT! Temperatuuri hoidmiseks võib kasutada akvaariumisoojendajaid (need klaaspulgad) või panna vann pliidile (muidugi mitte otse, sest plastmass sulab).

Söövitamise ajal on väga oluline lahust loksutada, kasvõi (kummikindas) käega vedelikus solberdades. Akvaariumi õhupump sobib siia samuti. Kui kellelgi on kaeulatuses suurem bassivaljukas ja heligeneraator, pange söövituvann sobiva alusega valjuka peale ja keerake generist paarikümnehertsine signaal peale.

Ühepoolset plaati saab panna lahuse peale ujuma (radadega allapoole). Kõigi nende võtete mõte seisneb selles, et välja söövitatud vask ei kataks plaati, takistades niiviisi edasist söövitamist.

Viimane samm – augud jms

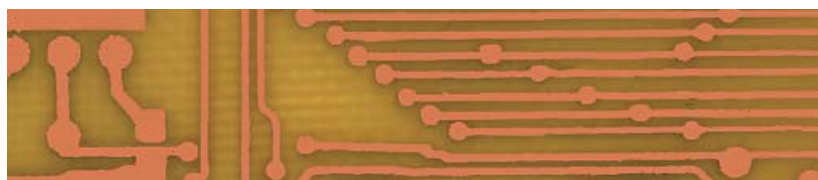
Nii, plaat on söövitatud! Peseme selle jooksva vee all puhtaks ja puurime augud. Lihvime plaadi abrassiivpaberiga (õhuke liivapaber või nn karukeel ehituspoodidest) ja katame rajad oksüdeerumise vältimiseks tinaga. Kes seda ei soovi, võib katta PCB kampol-lakiga (piirituses lahustatud kampol).

Ongi kõik, joodame detailid peale ja särts sisse!

Läbiviik-augud

Lihtsamal juhul võib kasutada mitmekihilise montaažiiraadi (ühete) kiudu, mis joodetakse kinni plaadi mõlemalt poolt. Kui läbiviike palju, on töö tüütu. Õnneks on laisku inimesi piisavalt ja nad on radade ühelt plaadipoolt teisele nõelumiseks välja mõelnud neeti meenutava erivahendi. Tellida pidi saama kataloogidest Farnell (kood:143-738) ja RS (kood: 435-383). Piltilusaid trükkplaate!

felc@edu.ttu.ee



Lihtsam alternatiivvariant

Valgustundlik trükkplaaditoorik on suhteliselt kallis lõbu. Väiksema plaadi võib ka käsitsi joonistada. Seda saab teha näiteks nii:

- ☞ trükime joonise paberile, lõikame välja ja liimime kummiliimiga plaadile;
- ☞ puurime läbi paberist äabloomi augud;
- ☞ lihvime plaadi hoolikalt puhtaks, soovivatalt läikima, sest siis püsib markeriga tehtud joonis paremini peal;
- ☞ joonistame rajad kas veekindla markeri või elektroonikapoest saadava spetspliiat-siga. Sobib ka kontorist tekstide parandamiseks kasutatav valge marker, kuid mitte kuulotsa, vaid viltpliiatsi taolise otsikuga (<http://www.tevalo.ee/cgi-bin/YaBB.cgi?board=f11;action=display;num=1045339301;start=15>). Parim joonistusvahend oli kunagi Floras toodetud sinine veekindel tuää Kalmaar. Paraku seda enam ei tehta – vist sai liiga hea?
- ☞ Söövitame eespool kirjeldatud meetodika järgi.

Veel lihtsam alternatiiv

Fotomeetodiga sarnases kvaliteedis plaate saab teha tavalise paberi... ja triikrauga. Selleks:

- ☞ trükime plaadi joonise (õiget pidi jällegi!!!) paberile;
- ☞ asetame paberi (joonis allpool) hoolikalt puhastatud plaaditoorikule;

- ☞ ajame triikraua hästi kuumaks ja triigime joonist, kuni paber veidi pruunikaks tõmbub;
- ☞ lahustame äabloomi plaadi küljest (seebi)vees lahti;
- ☞ söövitame plaadi;
- ☞ puurime augud.

Põhimõtteliselt sobib iga paber, kuid mõne puhul tekivad trükivärvi sisse piskikesed augud, mis muidugi rikuvad veidi radasid. Teised paberid ei taha jälle hästi plaadi küljest lahti tulla. Parim paber pidi olema Graphic Image Paper, Gloss Finish firmalt International Paper Co (toote kood: 02735-0). Tehnoloogiast täpsemalt: <http://www.fullnet.com/u/tomg/gooteepc.htm>.

Töökaaslane tegi oma sagedusmõõtja plaadi just sellise trikiga, tulemus – nagu tööstuslik PCB!

Ja veel üks variant

Pisemate plaatide puhul pole mõtet hakata keemiaga jändama. Aitab, kui leiame terava noa ja joonlaua. Ideaalne tööriist oleks Dremeli minidrell koos pisikeste käiaketastega. Puurime plaati läbi kummiliimiga kinnitatud paberäabloomi augud. Edasi tuleb tulevaste radade vaheline vask noa või Dremeli käiaga läbi lõigata. Ongi valmis!

Sellist tehnoloogiat ei maksa muidugi keerukate plaatide puhul proovida, kuid näiteks autoantenni võimendi trükkplaadi jaoks sobib võtte väga hästi.

Naatriumpersulfaadi lahuse peab olema kogu söövitamise vältel minimaalselt 50° C juures (tuline!), siis saab plaadi puhtaks umbes 5 minutiga.