

VMM tekniikka elektroniikan prototyyppien rakentamiseen

Versio 0.1 28.6.2007

Sisällysluettelo

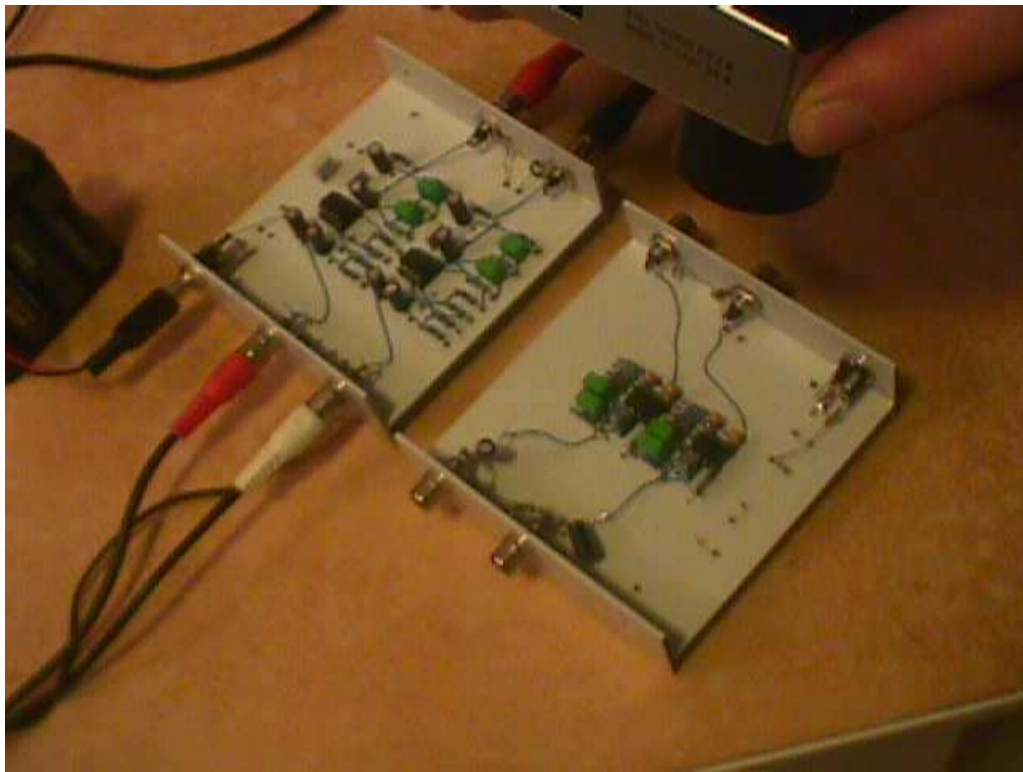
VMM tekniikka elektroniikan prototyyppien rakentamiseen.....	1
Perusteet.....	2
Perusrakenne	2
Materiaalit	6
Työkalut ja apuvälineet.....	7
Työvaiheet.....	10
Valmistele piirilevyt	10
Muodosta porauspakka	10
Pora reiät	10
Pura pakka.....	10
Pora upotukset	10
Reikien laajennus.....	11
Päätykappaleiden asennus.....	11
Maadoitusjohtojen juottaminen.....	11
Yläpuolen maalaus	12
Maaliitöntöjen kytkentä	12
Jännitesyöttöliitännäholkkien kytkentä	13
Alapuolen maalaus	13
Piirikantojen asennus johdotus.....	13
Suoritetaan johdotus ja holkitus.	13
Komponenttien asennus paikalleen	15
Huomioitavaa lopputuloksessa.....	15
Puristusliitosmenetelmän lyhyt työhje.....	16
VMM menetelmä jossa jännitesyöttö johdinmattona ohje	18
Muunnelmia	19
Muunnelma 1.....	19
Muunnelma 2.....	19
Työkalujen valmistus.....	20
Holkin asennustyökalu.....	20
Johdon kuorija	20
Kiertoliitostyökalu	21
Lähteet ja tekijät	22

Perusteet

VMM on menetelmä toteuttaa tiheitä piirilevyille rakennettuja elektroniikkakytkentöjä ilman erikoistyövälineitä.

VMM mahdollistaa tiheiden suorituskykyisten kytkentöjen rakentamisen, menetelmällä toteutetuissa piirilevyissä voidaan käyttää yhtenäisiä maa- ja käyttöjännitetasoja. Menetelmä perustuu normaalin piirilevymateriaalin, ohuiden kytkentäjohtimien ja liitinholkkien luovaan käyttöön.

Vuonna 2002 kehitetty VMM-menetelmä on jatkoa Electronics World July 1998 julkaistussa lehtiartikkelissa esitetylle kiertoliitosmenetelmälle. Se sopii erikoisesti prototyypikäyttöön ja yksittäiskappaleiden tekemiseen ilman kuvionsiirtofilmejä ja kemikaaleja, yksinkertaisilla työkaluilla. VMM menetelmä soveltuu erityisen hyvin useita IC-piirejä sisältäviin kytkentöihin joissa ei ole kohtuuttomasti passiivisia erilliskomponentteja. VMM menetelmä sopii hyvin esimerkiksi digitaali- ja äänitaajuuskytkentöjen prototyyppien rakentamiseen



Kuva 1: VMM menetelmällä toteutettuja audiokytkentöjä käytössä (Veikko Pöyhönen)

Perusrakenne

VMM menetelmän ideana on, että standardikomponenttien kytkentäpisteet varustetaan holkeilla, joihin itse komponentit asetetaan. Tällä tavoin toteutetussa projektissa levy holkkeineen ja johdotuksineen valmistellaan ensin, ja kun kaikki on tältä osin valmista asennetaan itse komponentit. Koska kaikki komponentit ovat holkeissa, voi niitä helposti myöhemmin irrottaa ja vaihtaa.

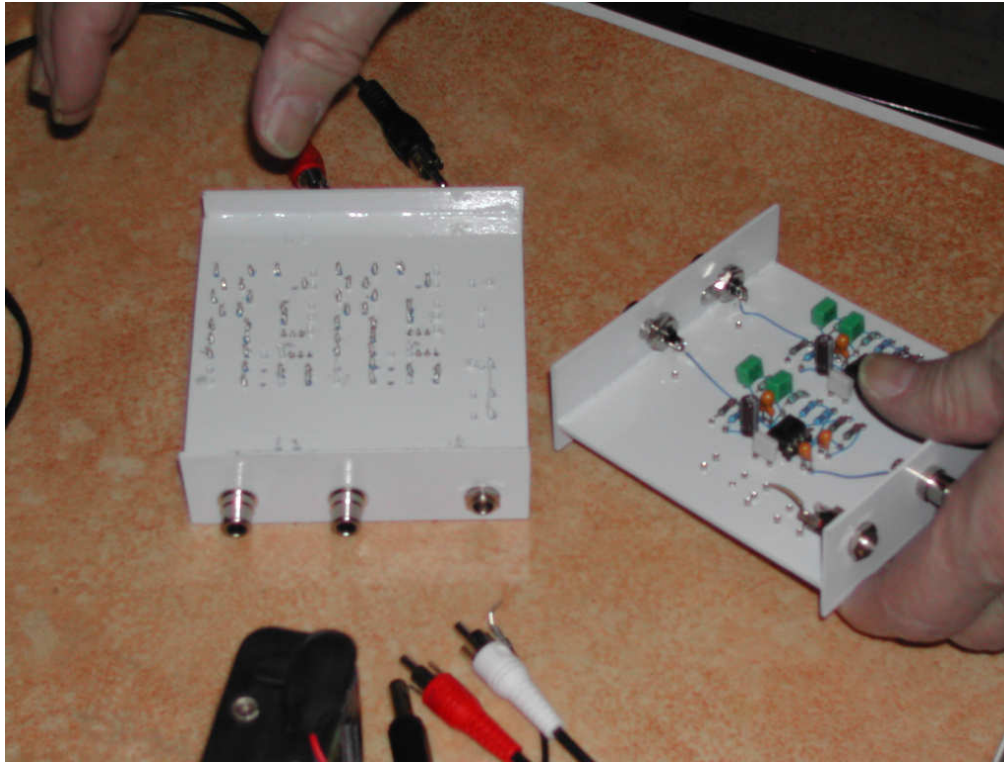
Signaalijohdotus tehdään kytkentälangalla levyn yläpuolelle. Kun johdotus piirilevyn päällä, näkyy kytkennässä hyvin helposti miten eri komponentti on johdotettu toisiinsa sekä voidaan välttää piirilevyn alapuolelle syntyvä ahtaus jos sinne yrittäisi mahduttaa sekä johdotuksen että kytkentäjohtojen liitoksen holkkeihin. Johdotus kulkee holkista holkkiin. Johdot yhdistetään normaalisti holkkeihin kiertoliitostekniikalla (muunnos Wire Wrap menetelmästä), mutta myös erilaisia puristusliitoksia tai juotoksia voi käyttää johtojen liittämässä.

Itse piirilevyä käytetään kytkennän mekaanisena pohjalevynä, maatasona ja käyttöjännitteen syöttöön. Perusmuodossa levyn yläpuoli on maatasoa ja alapuoli jännitetaso. Piirilevyn yhtenäisen kuparipinnan käyttäminen maatasona takaa hyvän ja vakaan maatason jossa eri pisteiden jännitteet eivät helposti heilu. Kun käyttöjännitteet syötetään toista yhtenäistä kuparitasoa pitkin, saadaan aikaan hyvin vakaa tehonsyöttö, joka sopii hyvin niin herkkiin analogisiin kytkentöihin kuin nopeisiin digitaalisignaali kytkentöihin. Tällä tavoin toteutettu maataso ja jännitteensyöttö tarjoavat käytännössä yhtä hyvän jännitteensyötön kuin mitä saadaan aikaan vaativien monikerroksisten piirilevyjen toteutuksissa joissa käytetään omia maa- ja jännitesyöttötasoja (hyvin pieni jännitteensyöttöjohtojen impedanssi). Maadoituksen ja jännitteensyötön osalta tämä ratkaisu toimii hyvin niin vaativiin analogisiin kuin digitaalisiin kytkentöihin.

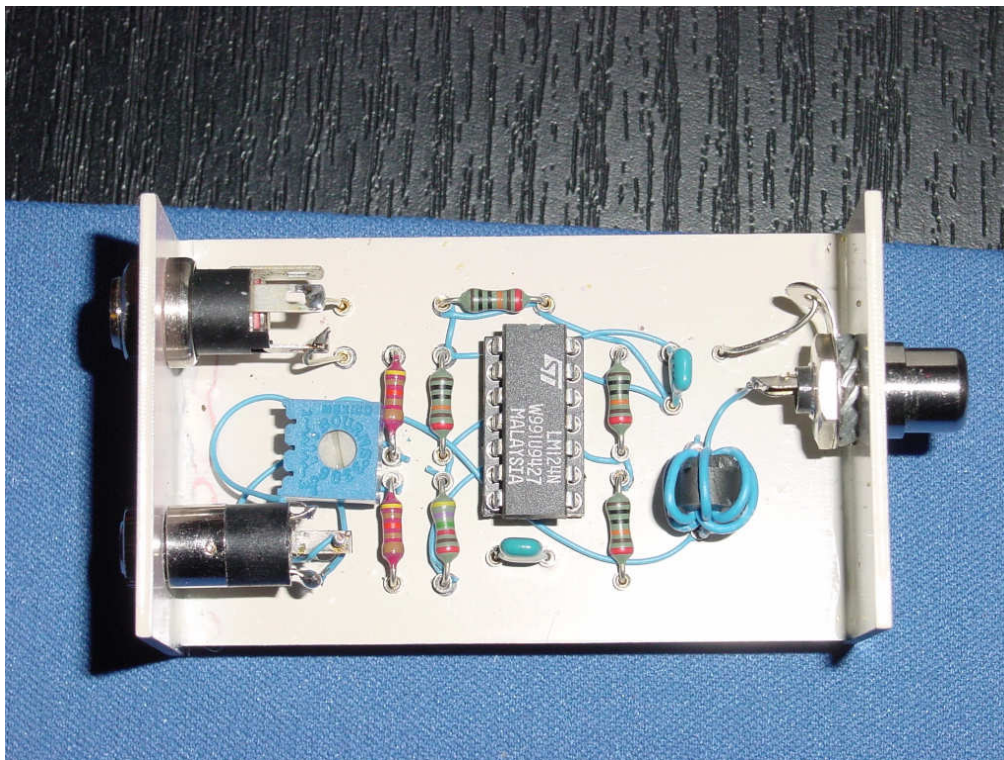
Useampia jännitteitä tarvittaessa voidaan lisäjännitteet johdottaa erikseen omina piirilevyn alapuolisina signaalijohtoja paksumpina syöttöjohtoina. Kannattaa muista että yläpuoli maataso ja alapuoli primäärinen jännitetaso; muut jännitteet johdotetaan joko kuin signaalit tai alapuolisella johdinrakenteella. Primääriseen jännitesyöttöön kannattaa valita vaativin jännitesyöttö, eli digitaalitekniikka sisältävissä kytkennöissä digitaalipiirien käyttöjännitteen syöttö.

Kytkenälevy ja sen kahdelle puolelle kiinnitetyt päätylevyt. Näiden päätylevyjen tarkoituksena on tarjota paikka kiinnittää kytkennän liitännät ulkomaailmaan sekä tarjota osittainen kotelointi kytkennän suojaksi. Kun piirilevyn päässä on päätylevyt, voi kytkentä aivan hyvin seisoa niiden varassa pöydällä eikä tarvitse pelätä sen vaurioitumista tai oikosulkeutumista,

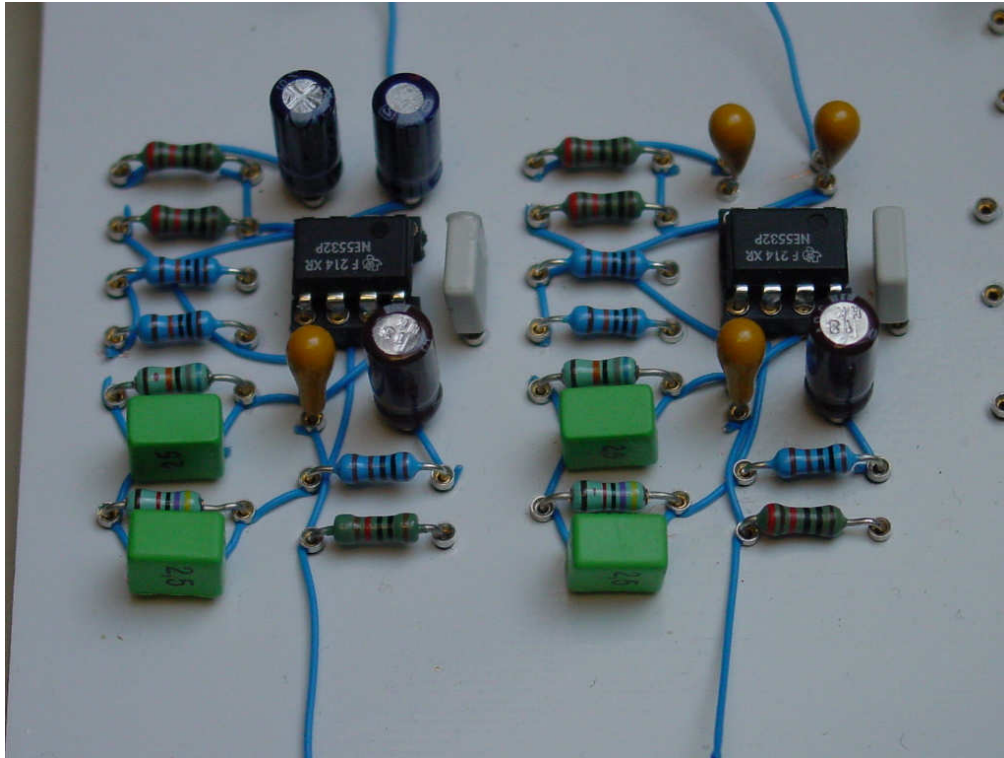
Piirilevyt ja päätylevyt on maalattu maalilla. Maalaus suojaa kytkentää vahingossa tapahtuvilta oikosuluilta sekä tekee rakennetusta kytkennästä hyvän näköisen. Maalaus suojaa myös piirilevyn kuparipintoja sekä maalin alle mahdollisesti jääviä kytkentöjä hapettumiselta. VMM-menetelmällä tehty prototyyppi on aivan hyvin mahdollista toteuttaa ilman piirilevyn maalausta, mitta tällöin kytkennän ulkonäkö on helposti hiukan epämääräinen ja johdotusta tehdessä täytyy erityisesti varoa mahdollisia oikosulkuja.



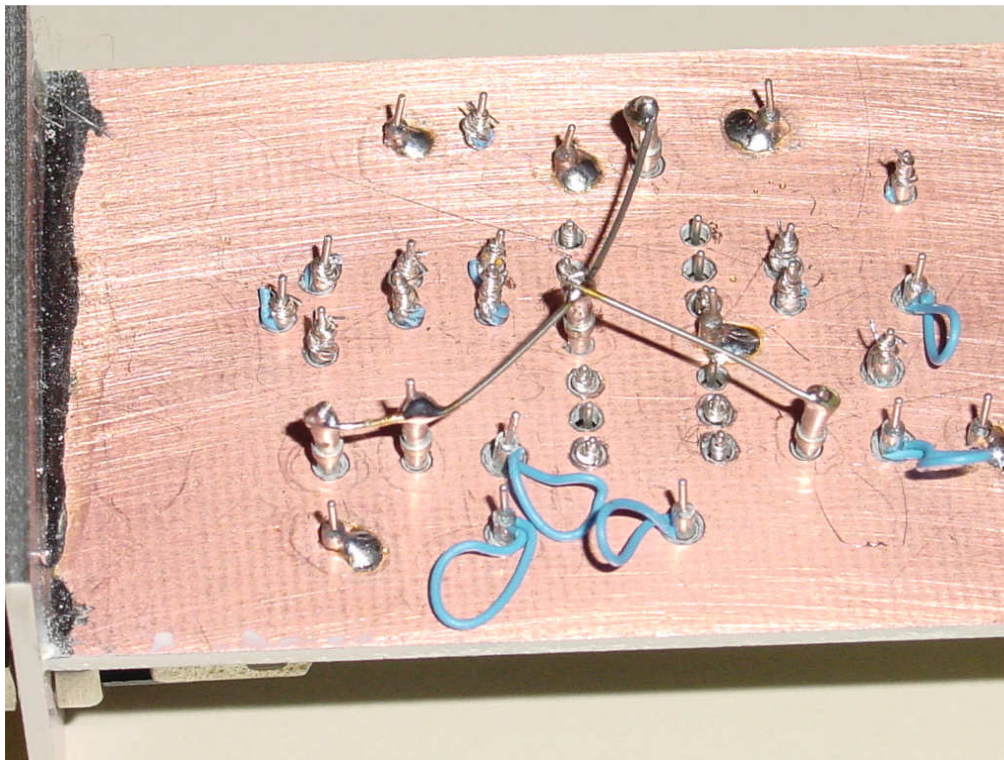
Kuva 2: VMM menetelmällä toteutettu kytkentä (Tomi Endahl)



Kuva 3: Kuva VMM-menetelmällä tehdystä kytkennästä (Jouko Paloheimo)



Kuva 4: Lähikuva VMM-menetelmällä toteutetusta kytkennästä (Jouko Paloheimo)

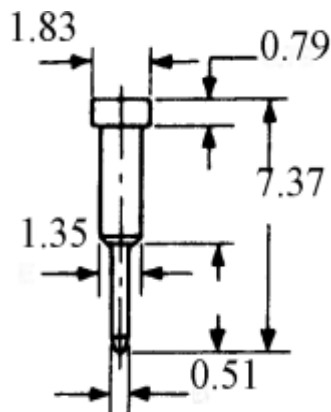


Kuva 5: Esimerkki piirilevyn alapuolen ulkonäöstä sekä maalamattoman piirilevyn alle toteutetusta apujännitteen syötöstä (Jouko Paloheimo)

Materiaalit

Piirilevymateriaali: KytKentä kasataan kaksipuoliselle piirilevymateriaalille. Sopivin materiaali on lasikuitupohjainen 1,6 mm paksu levy, jonka kuparikerroksen paksuus on 18 mikrometriä (myös 35 mikrometrin kuparinpaksuus mahdollinen).

LiitÄntÄholkit: IC-holkkikannasta irroitettu holkki. Holkin tulee olla alla olevan kuvan mukainen. Myös vastaavaa kiertoliitoskannan holkkia voi käyttää. Holkkeja on olemassa monenlaisia, ja eri valmistajien holkkien mitat ja muotoilu poikkeavat hiukan toisistaan.



Kuva 6: Erään hyväksi havaitun liitÄntÄholkin tekniset mitat (Jouko Paloheimo)

KytKentälanka: KytKentälanka on kiertoliitokseen (Wire Wrap) tarkoitettua eristettyä kytkinlankaa, jonka nimellispaksuus 0,25 mm.

Maali: Piirilevyt maalataan spraymaalilla. Suositeltava maalin väri on valkoinen. Maali ei välttämätön (voi jättää maalaamatta).

Juotostarvikkeet: Elektroniikan juottamiseen sopivaa tinalankaa ja vesiliukoista fluksia.

Työkalut ja apuvälineet

Porakone: Tarvitset porakoneen reikien poraamiseen. Porakone tulee olla asennettuna tukevaan telineeseen tai tulee käyttää pylväsporakonetta. Poratelineessä tulee olla porauksen syvyysasetus. Poran karan tulee olla sellainen, että siihen voi hyvin kiinnittää tarvittavat poranterät (0,7 – 2,5 mm).

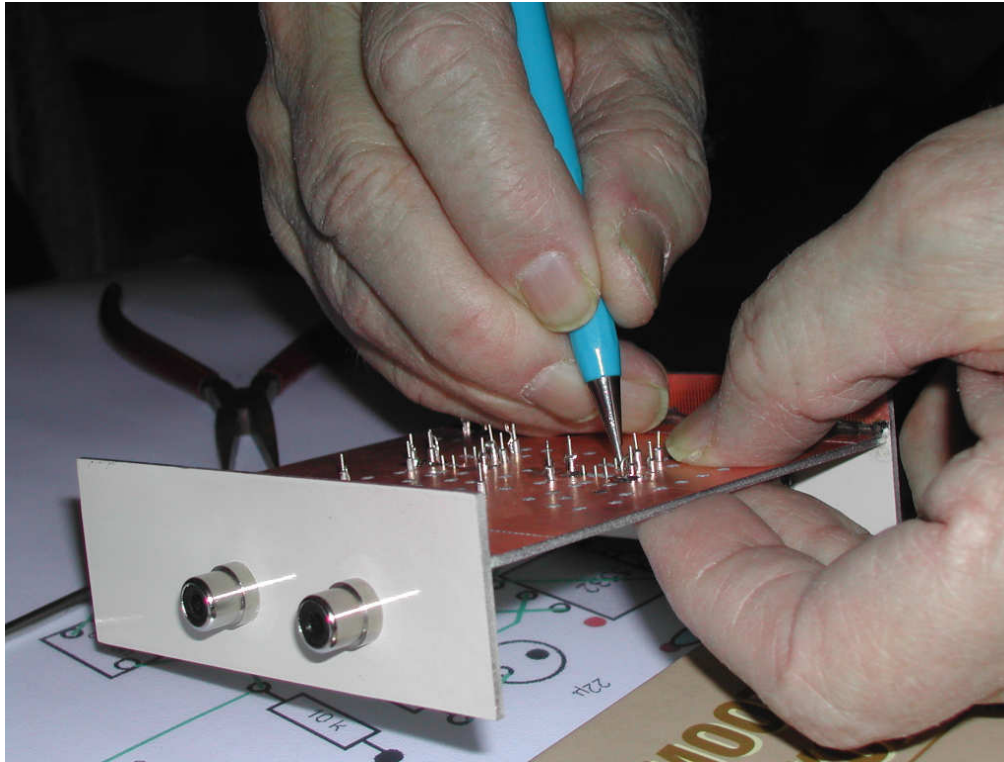
Poran terät: Tarvitset ohuita poranteriä joilla voit porata tarvittavan suuruiset reiät. Poranterien tulee olla sellaisia että ne sopivat piirilevyn poraamiseen Tarvitset useita poran kokoja. Pienin terän paksuus on maadoitusjohdon reikiin tarvittava 0,7 mm. Esimerkkitapauksen holkin käsittelyyn tarvitset 1,4 mm, 1,7 mm ja 2,1 mm paksuiset poranterät. Koska holkkeja on monenlaisia, voit tarvita muitakin porakokoja hyvän tuloksen aikaan saamiseksi. Holkin mallin lisäksi reiän suuruus on myös riippuvainen monesta seikasta: piirilevyn epoksin kovuudesta, lasikuidun karkeudesta, kudostaadusta, poran kunnosta/tylsyydestä, kierrosnopeudesta, syötön nopeudesta jne. Siis oikeata reiän kokoa ei voi määrittellä tarkkaan muuten kuin kokeilemalla. Muista varata varateriä, koska ohuet poranterät katkeavat helposti (erityisesti muuten kestävimät) ja lasikuitupohjainen piirilevy tylsyttää normaalit metalliterät nopeasti.

Kuorimapihdit: Kuorimapihdit tarvitaan kytkentäjohtojen kuorimiseen. Suositeltava kuorimapihti on omatekoinen pinseteistä tehty pienikokoinen kuorintapihti (ohjeet kuorintapihdin tekemiseen myöhemmin tässä ohjeessa).



Kuva 7: Omatekoiset kuorintapihdit (Tomi Engdahl)

Kiertoliitostyökalu: Kiertoliitostyökalua käytetään johtojen kiertoliitosten tekemiseen. Parhaiten tarkoitukseen sopii omatekoinen kiertoliitostyökalu (ohje myöhemmän). Myös valmiita WireWrap-kiertoliitostyökaluja voi käyttää.



Kuva 8: Omatekoinen kynästä tehty kiertoliitostyökalu käytössä (Tomi Engdahl)

Reikämatriisi: Reikämatriisia käytetään reikien poraamisen apuna jotta reiät saadaan tarkkaan oikeisiin paikkoihin. Reikämatriisissa tulee olla reikiä 0,1” (2,54 mm) jaolla. Koekäyttöön tarkoitettu täplä- tai liuskakytkentälevy (”Vero-levy”) sopii hyvin reikämatriisiksi.

Leikkurit: Pienikärkisiä sivuleikkureita tarvitaan kytkentäjohtojen katkaisuun. Tavalliset elektroniikkatöihin sopivat hyvässä kunnossa olevat sivuleikkurit sopivat tähän.

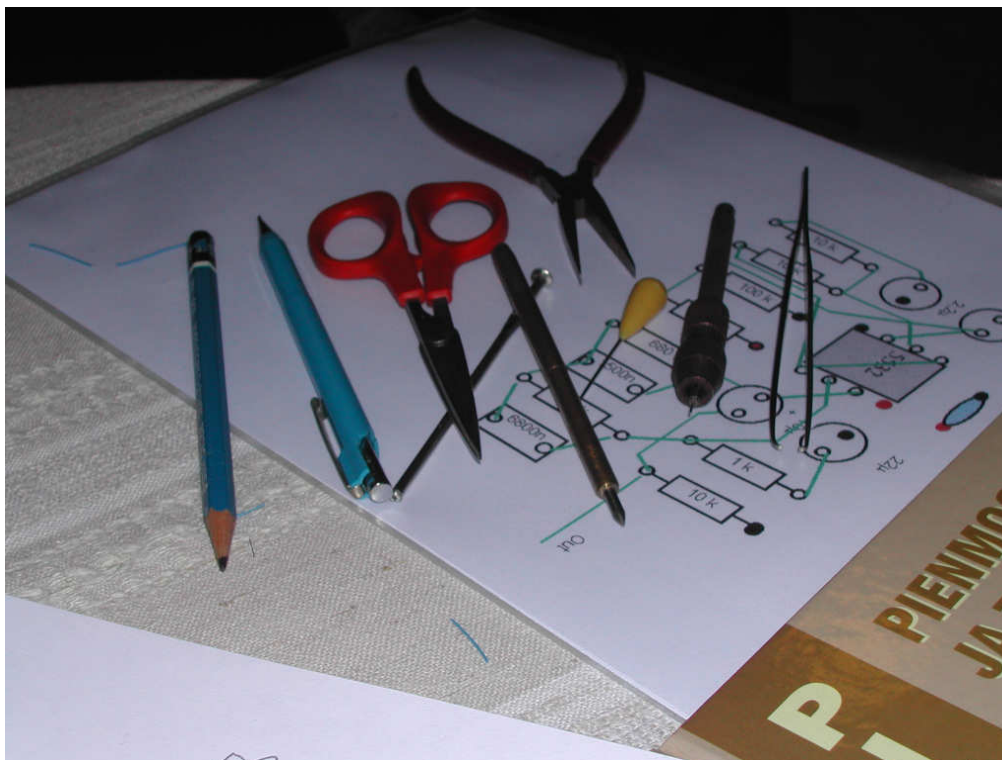
Holkin asennustyökalu: Holkin työntötyökalua käytetään holkin asennukseen. (omatekoinen myöhemmän ohjeen mukaan). Holkin asennustyökalu kiinnitetään porauksessa käytettävän poran karaan. Holkit työnnetään paikalleen asennustyökalulla käyttäen poraustelinettä apuna riittävän voiman aikaan saamiseen (pora ei pyöri holkin asennuksessa).



Kuva 9: Holkin asennustyökalu porakoneeseen kiinnitettynä (Tomi Engdahl)

Lisäksi on hyvä olla käytössä elektroniikkarakenteluun sopivat pienikärkiset pihdit ja atulat.

Lisäksi on hyvä olla saatavilla joka paikan tavaroita kuten teippiä, liimaa, neuloja, paperia yms.



Kuva 10: Tärkeimpiä työkaluja (Tomi Engdahl)

Työvaiheet

Seuraava työohjeisto koskee VMM-menetelmän päämuotoa, jossa yläpuoli on maatasoa ja alapuoli tärkeimmän jännitteen tasoa; ja mahdolliset muut jännitteet muodostetaan holkeilla ja johtimella alapuoella. Signaalijohtimet johdotetaan piirilevyn päällyspuolelle ohuella kytkentäjohdolla.

Valmistele piirilevyt

Leikkaa kytkennän piirilevy lopulliseen mittaansa.

Jos käytät päätylevyjä, leikkaa ne lopullisiin mittoihinsa sekä tee päätylevyihin tarvittavat reiät.

Muodosta porauspakka

Porauspakkaan kuuluvat seuraavat osat: pohjalevy + varsinainen piirilevy + ohjaava reikälevy + reikäkuvio.

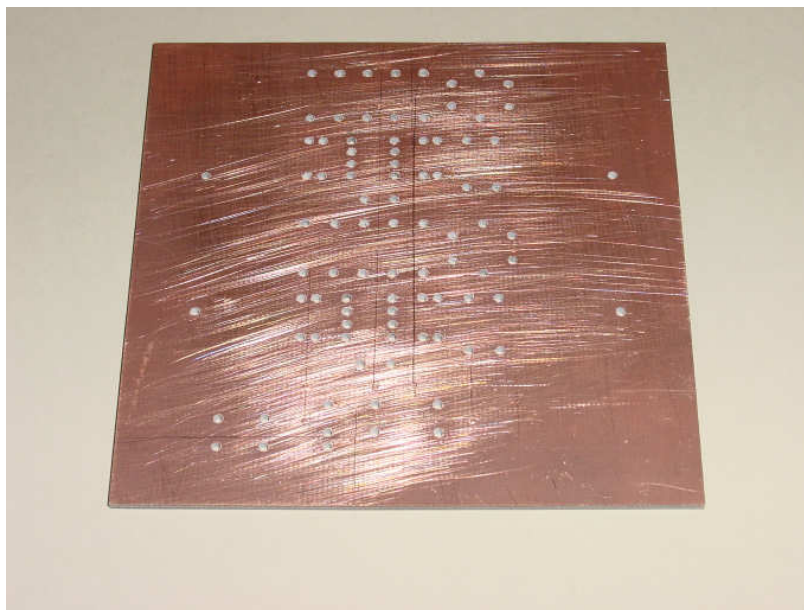
Pinoa nämä osat päällekkäin. Kiinnitä porauspakan osat niin, että ne eivät pääse liikkumaan porauksen aikana (voit käyttää ruuvipuristimia, läpi meneviä ruuveja tms.).

Pora reiät

Kaikki reiät porataan 1,4 mm terällä. (Optimaalinen reiän koko riippuu käytetystä holkista ja porausolosuhteista).

Pura pakka

Pura porauspakka. Tasa hiomapaperilla poratusta piirilevystä pahimmat jäysteet pois.



Kuva 11: Piirilevy porauksen ja jäysteen poiston jälkeen (Jouko Paloheimo)

Pora upotukset

Pora upotukset seuraavien ohjeiden mukaan:

Normaalien irtokomponenttien (vastukset, kondensaattorit, transistorit) maatasen reikiin levyn alapuolella porataan matala kartiopotus niin, ettei kontaktia synny alapuolen kuparipintaan.

IC-piirien maaliitoksiin porataan 2,1mm upotus niin, että reikään työnnetyn holkin pinta tulee tasan levyn pinnan kanssa. Maatasen reikiin levyn alapuolella porataan matala kartiopotus niin, ettei kontaktia synny alapuolen kuparipintaan. Maaliitosten viereen porataan 0,7 mm reikä jäykkää liitoslankaa varten. Tämä porattu 0,7 mm reikä avarretaan levyn alapuolelta niin että reiästä läpi tuleva liitojohto ei kosketa piirilevyn alapintaa.

IC-piirien virransyöttöreikiin porataan 2,1mm upotus niin, että reikään työnnetyn holkin pinta tulee tasan levyn pinnan kanssa.

Reikien laajennus

Kaikki vielä käsittelemättömät reiät laajennetaan 1,7 mm poralla. Näihin reikiin porataan lisäksi matala kartiopotus molemmille puolille levyä.

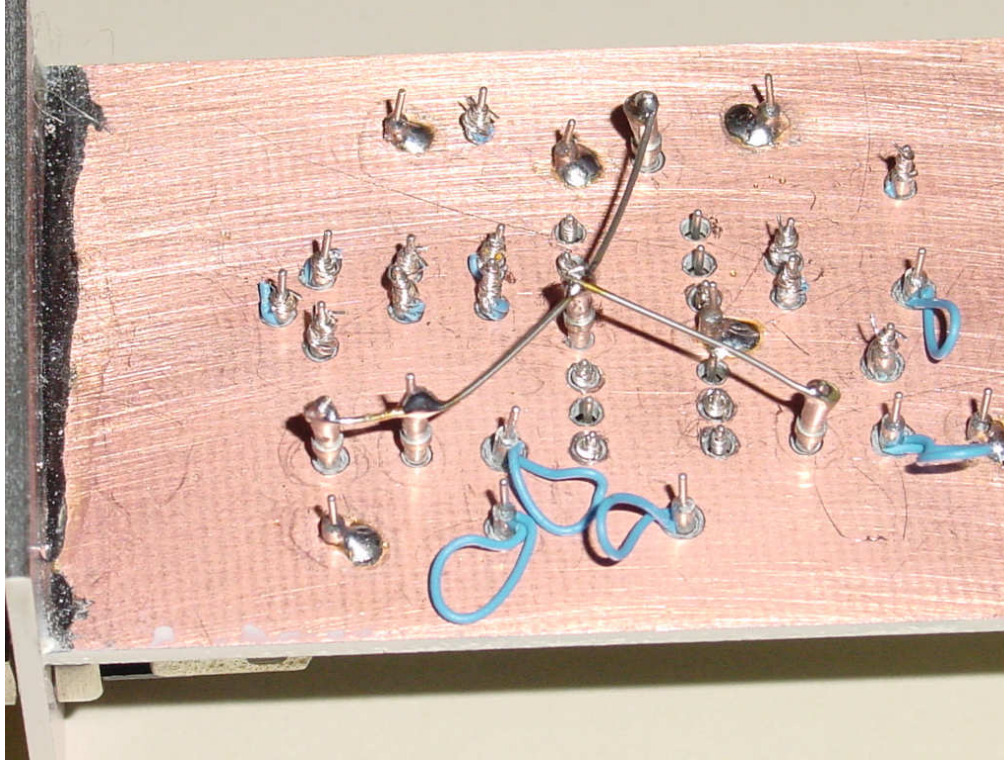
Päätykappaleiden asennus

Tee piirilevyn alapuolen kupariin kumpaankin päätyyn lähelle reunaa uurteet, joilla erotat piirilevyn päästä kaistan kuparia piirilevyn muusta kupariosasta. Koska piirilevyn päädyt juotetaan molemmin puolin levyyn, estetään käyttöjännitepuolen ja maapuolen oikosulku näillä uurteilla.

Juota päätykappaleet piirilevyyn. Käytä juottamisessa fluxia ja riittävän tehokasta juottokolvaa. Puhdista pinnat fluksista.

Maadoitusjohtojen juottaminen

IC-piirien maadoitusjohdot pujotetaan pienistä reistä läpi ja juotetaan yläpuolelta kiinni piirilevyyn (=juotetaan maatasoon). Johdon alapää jätetään vapaaksi ja siihen eriste.



Kuva 12: Kuvan vasemmassa renassa näkyy päätylevyn juotos piirilevyyn (Jouko Paloheimo)

Yläpuolen maalaus

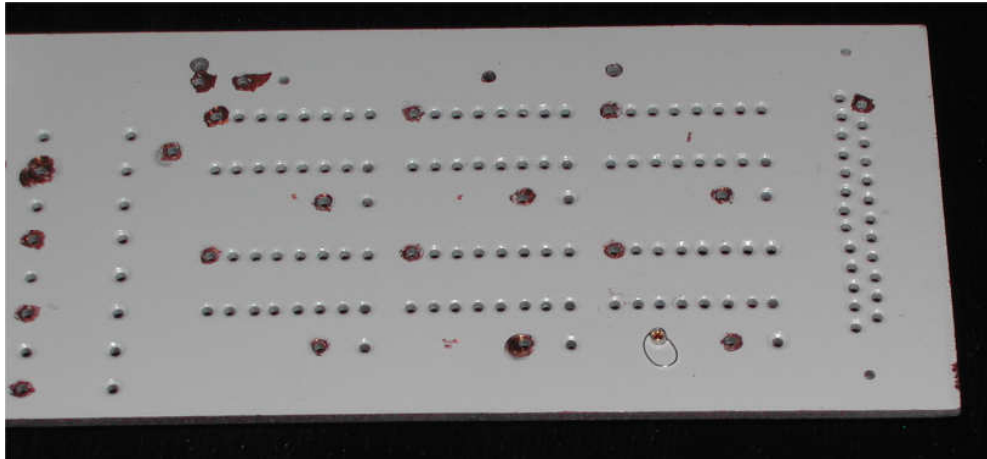
Käsittele piirilevyn ja päätykappaleiden pinnat maalausta varten (puhdistus, karhennus tms.). Pidä piirilevyn alapuoli suojattuna ja maalaa suihkulla.

Maaliitöntöjen kytkentä

Normaalien irtokomponenttien maatasen reiät (ei IC-reikiä) laajennetaan poraamalla 1,7 mm terällä. Maatasen reikiin työnnetään 2 paljasta kytkinlankaa täytteeksi ja holkit puristetaan paikoilleen. Kytkentälanka huolehtii siitä että holkki ottaa kosketuksen levyn yläpinnan maatasoon. Jos haluat voit varmistaa liitoksen vielä juottamalla.

IC-piirien maatasen holkit puristetaan paikoilleen. Maadoituksen liitoslanka kuoritaan päästä ja juotetaan holkin kylkeen.

Tarkista yleismittarilla tai muulla sopivalla mittalaitteella, ettei ole oikosulkua maa- ja jännitetason välillä. Jos oikosulku on tullut, irrota sen synnyttänyt holkki, korjaa vika ja purista paikalle uusi holkki. Holkkeja asentaessasi kannattaa aina mitailla aina muutaman holkin asennuksen välein että oikosulkua ei ole syntynyt, näin mahdollinen vikapaikka on helppo paikallistaa (joku niistä muutamasta edellisen mittauksen jälkeisestä holkista).



Kuva 13: Päättä maalattu piirilevy, johon on asennettu maaholkkeja (Tomi Engdahl)

Jännitesyöttöliitäntäholkkien kytkentä

Jännitetason holkit työnnetään reikiin ja juotetaan alapuolelta paikoilleen. Tarkista yleismittarilla tai muulla sopivalla mittalaitteella, ettei ole oikosulkua maa- ja jännitetason välillä. Jos oikosulku on tullut, korjaa ongelma. Holkkeja asentaessasi kannattaa aina mitailla aina muutaman holkin asennuksen välein että oikosulkua ei ole syntynyt, näin mahdollinen vikapaikka on helppo paikallistaa (joku niistä muutamasta edellisen mittauksen jälkeisestä holkista).

Alapuolen maalaus

Levyn alapuoli maalataan suihkulla niin, että yläpuolen taso on suojattuna

Piirikantojen asennus johdotus

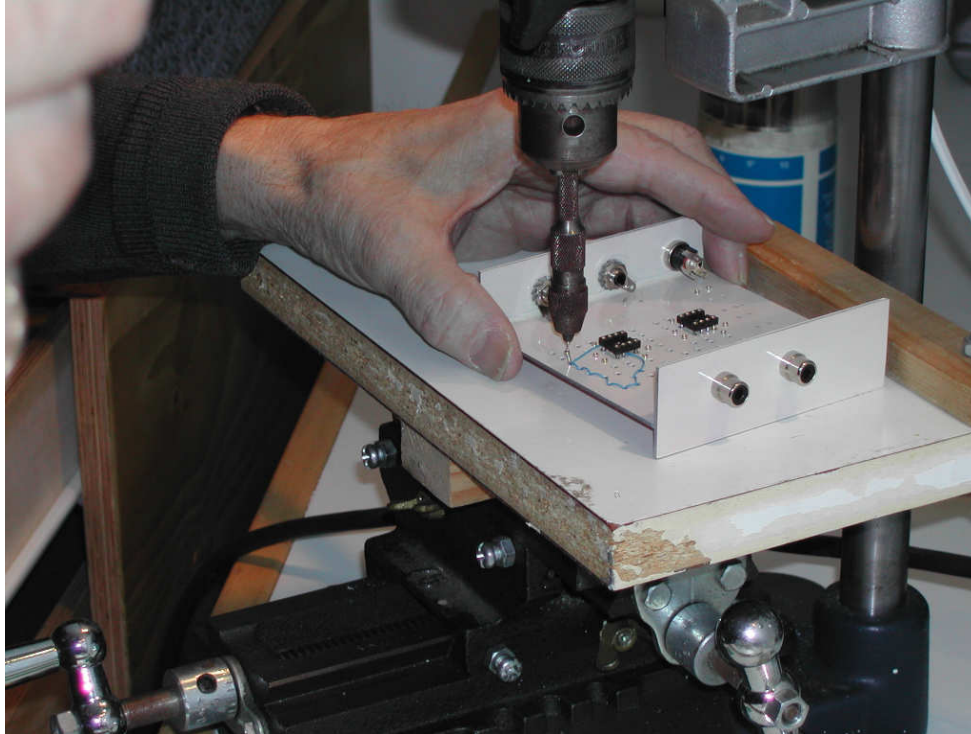
Tehdään IC-kantoihin mahdollisesti tarvittavat sisäiset johdotukset. IC-kannat painetaan paikoilleen jännitesyöttö- ja maadoitusholkkien varaan.

Suoritetaan johdotus ja holkitus.

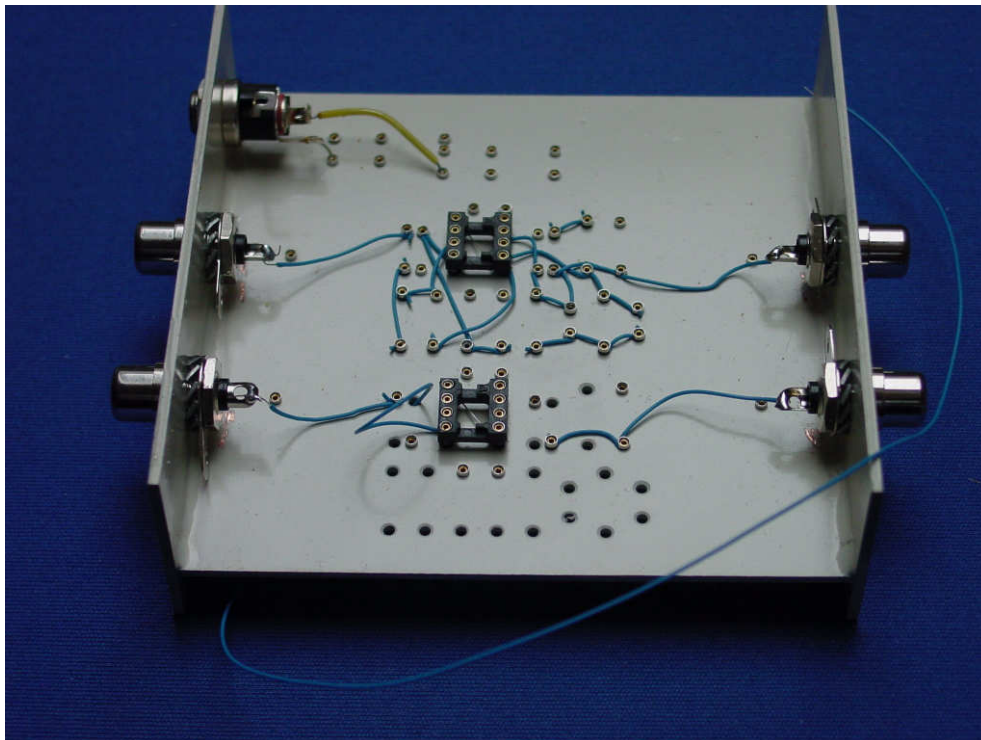
IC-piirin kantoihin menevät johdot pujotetaan levyn yläpuolelta kannan piikin ja reiän väliin. Piirilevyn alle tuleva johdon osa kuoritaan kuorimistyökalulla. Johto liitetään IC-piirin kannan jalkaan kiertoliitostyökalulla tehdyllä kiertoliitoksella. Tarvittaessa kiertoliitoksen voi varmistaa juottamalla.

Erilliskomponenttien johdotuksessa johto työnnetään ensin ylhäältä alas holkin reiän läpi. Tämän jälkeen holkki painetaan reikään holkin asennustyökalulla. Tässä tarvitaan jonkun verran voimaa. Tarkka holkin asennus onnistuu helpoimmin kun holkin asennustyökalu on kiinnitetty poraustelineessä olevan porakoneen kärkeen, ja porakoneita käytetään apuna holkin painamisessa (porakoneen paino ja poraustelineen välitykset apuna voiman saamisessa). Holkin painamisen jälkeen alapuolelle menevä kytkentäjohto kuoritaan ja liitetään kiertoliitoksella holkin alaosaan. Johtoa ei kannata kuoria aivan liian läheltä piirilevyn kuparipintaa, on hyvä jättää muutama mill

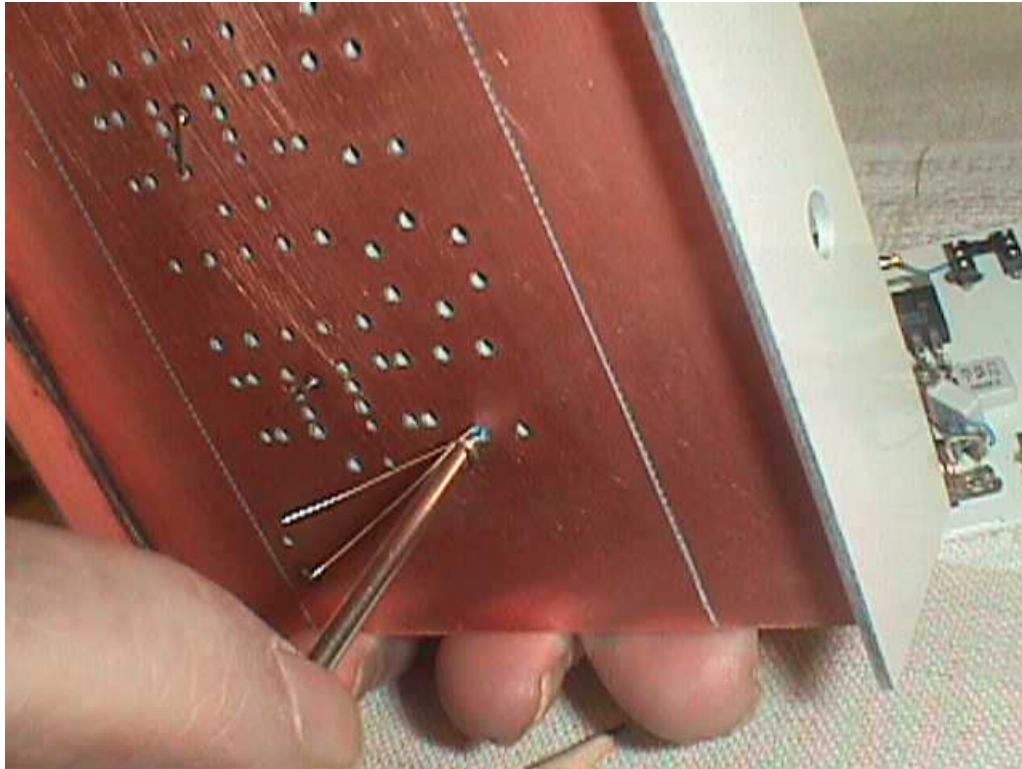
ylimääräistä eristettä ja ”johtosilmukkaa” ennen kiertoliitosta. Tarvittaessa kiertoliitoksen voi varmistaa juottamalla.



Kuva 14: Holkin asennus asennustyökalun ja porakoneen avulla (Tomi Engdahl)



Kuva 15: Kytkenä jossa johdotus ja holkitus kesken (Jouko Paloheimo)



Kuva 16: Holkkien asennus käsin asennustyökalulla painamalla (Veikko Pöyhönen)

Komponenttien asennus paikalleen

Komponentit painetaan paikoilleen kantoihin ja holkkeihin. Asenna mahdolliset liittimet ja käyttökytkimet päätylevyihin. Tämän jälkeen kytkentä on valmis testattavaksi.

Huomioitavaa lopputuloksessa

Holkkien etäisyys toisistaan saattaa vaihdella, enimmillään se teoreettisesti 1 mm. Tämä johtuu tietenkin siitä millä puolella johtimet ovat reiässä. Käytännössä vaihtelu ei tuone ongelmia.

Puristusliitosmenetelmän lyhyt työohje

Päämuoto jossa yläpuoli on maatasoa ja alapuoli tärkeimmän jännitteen tasoa; ja muut jännitteet muodostetaan holkeilla ja johtimella alapuolella

- Piirilevy ja päätylevy leikataan lopullisiin mittoihin
- Päätykappaleet rei'itetään tarpeen mukaan
- Muodostetaan porauspakka: pohjalevy + varsinainen piirilevy + ohjaava reikälevy + reikäkuvio
- Kaikki reiät porataan 1,4* mm terällä; pakka puretaan ja hiomapaperilla tasataan pahimmat jäysteet pois
- IC-piirien virransyöttöreikiin porataan 2,1 mm upotus niin, että reikään työnnetyn holkin pinta tulee tasan levyn pinnan kanssa. Maaliitosten viereen porataan 0,7 mm reikä jäykkää liitoslankaa varten.
- Muihin maatasoon reikiin levyn alapuolella porataan matala kartioupotus niin, ettei kontaktia synny alapuolen kuparipintaan. Myös 0,7 mm reikä avarretaan alapuolella.
- Muihin jännitetason reikiin levyn yläpuolella porataan matala kartioupotus niin, ettei holkin olka muodosta kontaktia yläpuolella kuparipintaan. Alapuolen reiät tarvitsevat vain jäysteen poiston.
- Kaikki muut reiät laajennetaan 1,7 mm poralla ja näihin reikiin porataan matala kartioupotus molemmilla puolilla.
- Alapuolen kupariin tehdään uurteet, joilla estetään oikosulku, kun päädyt juotetaan molemmin puolin levyyn.
- Päätykappaleet juotetaan piirilevyyn; pinnat puhdistetaan fluksista.
- Piirilevyn ja päätykappaleiden pinnat käsitellään maalausta varten.
- Maalataan suihkulla niin, että alapuoli on suojattuna
- Maatasoon reiät (lukuun ottamatta IC-reikiä) laajennetaan poraamalla 1,7 mm terällä.
- Maatasoon reikiin työnnetään 2 paljasta kytkinlankaa täytteeksi ja holkit puristetaan paikoilleen.
- IC-piirien maatasoon holkit puristetaan paikoilleen ja liitoslanka juotetaan holkin kylkeen. Tarkistetaan, ettei ole oikosulkuja maa- ja jännitetason välillä.
- Jännitetason holkit työnnetään reikiin ja juotetaan alapuolelta paikoilleen. Jälleen tarkistaan
- Levyn alapuoli maalataan suihkulla niin, että yläpuolen taso on suojattuna
- IC-kannat, joiden mahdolliset sisäiset liitokset on suoritettu, painetaan paikoilleen.
- Suoritetaan johdotus ja holkitus.
- Komponentit painetaan paikoilleen

* reiän koko riippuu käytetystä holkista ja porausolosuhteista

VMM jossa jännitesyöttö piirilevyn alapinnassa ohje

VMM menetelmä

jossa jännite on erotettu omaksi alueeksi levyn alapuolella

- Piirilevy ja päätylevyt leikataan lopullisiin mittoihin
- Päätykappaleet rei'itetään tarpeen mukaan
- Piirilevyyn porataan kaikki varsinaiset reiät poralla 1,4 mm
- IC-piirien virransyöttöreikiin porataan 2,1mm upotus niin, että reikään työnnetyn holkin pinta on tasan levyn pinnan kanssa
- Muihin jännitetason reikiin levyn yläpuolella porataan matala kartioupotus niin, ettei kontaktia synny yläpuolella kuparipintaan. Alapuolen reiät tarvitsevat vain jäysteen poiston.
- Kaikki muut reiät laajennetaan 1,7 mm poralla
- Myös naihin reikiin porataan matala kartioupotus molemmilla puolilla
- Piirilevyn ja päätykappaleiden pinnat käsitellään maalausta varten.
- Päätykappaleet juotetaan piirilevyyn; pinnat puhdistetaan fluksista.
- Maalataan suihkulla niin, että alapuoli on suojattuna
- Maa- ja jännitetason holkit työnnetään reikiin ja juotetaan alapuolelta paikoilleen
- Levyn alapuoli maalataan suihkulla niin, että yläpuolen taso on suojattuna
- IC-kannat, joiden mahdolliset sisäiset liitokset on suoritettu, painetaan paikoilleen.
- Suoritetaan johdotus ja holkitus.

VMM menetelmä jossa jännitesyöttö johdinmattona ohje

VMM menetelmä

jossa jännitetaso on johdinmattona

- Piirilevy ja paatylevyt leikataan lopullisiin mittoihin
- Paatykappaleet rei'itetaan tarpeen mukaan
- Piirilevyyn porataan kaikki varsinaiset reiät poralla 1,4 mm
- IC-piirien virransyöttöreikiin porataan 2,1mm upotus niin, että reikaan työnnetyn holkin pinta on tasan levyn pinnan kanssa
- Muihin jännitetason reikiin levyn yläpuolella porataan matala kartioupotus niin, ettei kontaktia synny kuparipintaan kummallakaan puolella
- Kaikki muut reiät laajennetaan 1,7 mm poralla
- Myös naihini reikiin porataan matala kartioupotus molemmilla puolilla
- Piirilevyn ja paatykappaleiden pinnat käsitellään maalausta varten.
- Paatykappaleet juotetaan piirilevyyn; pinnat puhdistetaan fluksista.
- Maalataan suihkulla niin, että alapuoli on suojattuna
- Maa- ja jännitetason holkit työnnetään reikiin. Maatason holkit juotetaan kiinni ja jännitetason holkit varmistetaan paikoilleen liimapisaralla.
- Muodostetaan jännitetason johdinmatto erillisen ohjeen mukaan
- Levyn alapuoli maalataan suihkulla niin, että yläpuolen taso on suojattuna
- IC-kannat, joiden mahdolliset sisäiset liitokset on suoritettu, painetaan paikoilleen.
- Suoritetaan johdotus ja holkitus.

Muunnelmia

Muunnelma 1

Molemmat puolet maatasoa; jännitteet johdotetaan joko kuin signaalit tai alapuolisella johdinrakenteella. Myös yhdistelmät mahdollisia.

Muunnelma 2

Yläpuoli maataso ja alapuoli osittain maatasoa sekä uurteilla erotettu yhdeksi tai useammaksi jännitealueeksi

Työkalujen valmistus

Holkin asennustyökalu

Holkin asennustyökalun tarvitsee olla sellainen, että sillä saa holkin painettua piirilevyyn sitä vaurioittamatta. Holkin asennustyökalu on tyypillisesti sopivasti teroitettu metallitappi joka voidaan kiinnittää porakoneen karaan.



Kuva 17: Kaksi erilaista holkin asennustyökalua (Veikko Pöyhönen)

Johdon kuoriija

Johdon kuoriija tehdään pienistä pinseteistä. Ensin pinsetin kärjet tavutetaan jonkin verran sisään päin. Tämän jälkeen kärkiin viilataan kummallekin puolelle pienellä kulmikkaalla viilalla noin 0,2 mm syvyinen kolmion muotoinen ura keskelle. Kummankin pinsetin puolen kolmiurat pitää sattua tarkkaan vastakkain niin, että niiden väliin jäävään tilaan mahtuu juuri ja juuri käytetty 0,25 mm paksuisen kytkentäjohdon metallinen johdin. Uran reunat teroitetaan viilaamalla pinsetin kärkiä lisää. Tavoitteena on, että pinsetin kärjet leikkaavat käytetyn ohuen kytkentäjohdon muovi/teflon kuoren helposti, mutta eivät vaurioita metallista johdinta keskellä.

Käyttö: Kuoriija asetetaan niin, että kuorittava johto osuu toisen puolen kolmiouran keskelle. Pinsetit painetaan kiinni, jolloin johdon eriste leikkaantuu poikki. Leikattu eriste poistetaan johdosta vetämällä pinsettejä (edelleen pinsetit puristettuna) kohti vapaata johdon päätä.



Kuva 18: Johdon kuorija (Tomi Engdahl)

Kiertoliitostyökalu

Lyijytäyttekynää (0,5 mm lyijy tai ohuempi) voi käyttää kiertoliitostyökaluna. Poista kynästä lyijy ja työkalu on valmis käyttöön.

Lähteet ja tekijät

Tekstin on kirjoittanut Tomi Engdahl.

Tekstissä on lainattu lyhyitä Jouko Paloheimon lyhyitä työohjeita sellaisenaan kirjoittajan luvalla.

Tämän dokumentin valokuvat ovat kuvanneet Tomi Engdahl, Jouko Paloheimo ja Veikko Pöyhönen.

Piirroksen holkista teki Jouko Paloheimo.

Tietolähteet:

- Jouko Paloheimon muistiinpanot
- tutustuminen työmenetelmään käytännössä Jouko Paloheimon opastuksella
- Jouko Paloheimo & Rae Perälä: Wiring a prototype, Electronics World July 1998, sivut 600-602