

AUTOMAATTISEN LAKKAUSLINJAN KEHITYS

LAHDEN AMMATTIKORKEAKOULU

Tietotekniikka

Tietokone-elektroniikka

Opinnäytetyö

Kevät 2006

Kimmo Perätalo

Lahden ammattikorkeakoulu
Tietotekniikan koulutusohjelma

Perätaalo Kimmo: Automaattisen lakkauslinjan kehitys

Tietokone-elektroniikan opinnäytetyö, 37 sivua, 18 liitesivua

Kevät 2006

TIIVISTELMÄ

Tässä opinnäytetyössä tutustutaan lakkaamiseen yleisesti sekä erityisesti elektronikkatuotannon piirilevylakkaukseen. Työssä esitellään kolme erilaista elektronikan tuotantoon sopivaa suojalakkaa. Lakoille tehtyjen testien pohjalta mietitään ideoita elektronikan tuotannossa käytettävän lakkauslinjaston kehittämiseksi.

Aluksi käydään läpi mitä lakkaus yleisesti tarkoittaa ja mitä kaikkea siihen liittyy. Lisäksi mainitaan muutama esimerkki, missä kaikkialla lakkausta voidaan käyttää. Lakkauksen teoriaosuudessa pääpaino on elektroniikkaan liittyvässä lakkauksessa, mutta ohjeita voi pitää yleispätevinä muihinkin sovelluksiin.

Teoriaosuuden jälkeen esitellään kolme erilaista lakkaa ja käydään läpi lakkojen ominaisuuksia ja syitä, miksi juuri kyseiset lakat tuli valittua. Lakkojen esittelyn jälkeen on vuorossa lakkapinnoille tehtyjen testien läpikäyminen tuloksineen.

Opinnäytetyön viimeisessä osuudessa pohditaan testien tuloksia. Testeissä ei esiintynyt selvää voittajaa kolmen testatun lakan kesken. Tulosten pohjalta mietitään mahdollisia kehitysideoita jo olemassa olevaan lakkauslinjastoon. Syntyneet kehitysideat saattavat mahdollisesti nopeuttaa tuotteen läpimenoaikaa automaattisessa lakkauslinjastossa.

Avainsanat: elektroniikka, lakkaus, vertailu, kehitys

Lahti University of Applied Sciences
Faculty of Technology

Perätalo Kimmo: Development of an automatic conformal coating line

Bachelor's Thesis in Computer Electronics, 37 pages, 18 appendices

Spring 2006

ABSTRACT

The objective of this thesis was to develop the existing conformal coating line of Enics Finland Oy. Development ideas are based on a comparison of three very different conformal coatings.

The paper starts with an overview of lacquering where some basic theory is explained. After a brief survey in lacquering the term 'lacquering' is changed to 'conformal coating'. This is because it is the right term to use when dealing with electronics production. Some examples of conformal coating usage are also mentioned.

After the theory section the three conformal coatings are introduced. Each of these coatings is also introduced separately, explaining some typical characteristics. After the introduction of the three conformal coatings these coatings are then put through two different stress tests. The tests and also the results are explained.

In the final section of the thesis the results of the coating tests are discussed. There was no clear winner among the three coatings tested. The test results served as the basis for the development ideas. The ideas can possibly be used to make the conformal coating line faster.

Key words: electronics, conformal coating, comparison, development

SISÄLLYS

1 JOHDANTO.....	1
2 LAKKAUS.....	2
2.1 Lakkauksen tarkoitus.....	2
2.2 Väri vaihtoehtoja.....	3
2.3 Lakan levitys.....	3
2.4 Lakan kuivaus.....	6
2.5 Lakan viskositeetti.....	8
3 LAKKAVERTAILUN TOIMINTASUUNNITELMA JA TOTEUTUS.....	9
3.1 Lakkojen valinta.....	9
3.2 Lakkaus ja kuivatus.....	10
3.3 Lakatuille pinnoille tehtävät testit.....	12
3.4 Mittalaitteet ja mittaukset.....	13
4 TUTKIMUSTULOKSET.....	15
4.1 Yleistä tuloksista.....	15
4.2 HumiSeal 1H ₂ O.....	16
4.2.1 Yleistä lakasta.....	16
4.2.2 Lakan levittäminen, kuivattaminen ja pinnan tarkastelu.....	17
4.2.3 Rasiustesti 1 - tulokset.....	18
4.2.4 Rasiustesti 2 – tulokset.....	20
4.3 Dymax 984-LVUF.....	22
4.3.1 Yleistä lakasta.....	22
4.3.2 Lakan levittäminen, kovettaminen ja pinnan tarkastelu.....	23
4.3.3 Rasiustesti 1 – tulokset.....	24
4.3.4 Rasiustesti 2 – tulokset.....	26
4.4 HumiSeal XP-01.....	27
4.4.1 Yleistä lakasta.....	27
4.4.2 Lakan levittäminen, kovettaminen ja pinnan tarkastelu.....	28
4.4.3 Rasiustesti 1 – tulokset.....	29
4.4.4 Rasiustesti 2 - tulokset.....	31
4.5 Yhteenvedo tuloksista.....	31
5 JOHTOPÄÄTÖKSIÄ JA KEHITYSIDEOITA.....	32
LÄHTEET.....	36
LIITTEET.....	37

1 JOHDANTO

Tämän tietokone-elektroniikan opinnäytetyön tarkoituksena oli tutustua elektroniikan tuotannon piirilevylakkaukseen ja kehittää olemassa olevaa lähes automaattista lakkauslinjastoa jollakin tavalla. Opinnäytetyö tehtiin Enics Finland Oy:lle ja opinnäytetyön käytännön osuus tehtiin Enics Finland Oy:n Lohjan tehtaan tuotantotiloissa.

Opinnäytetyön alussa käydään läpi, mitä lakkaaminen sisältää yleisellä tasolla. Teoriaosuudessa keskitytään kuitenkin lähinnä siihen, mitä lakkaus tarkoittaa elektroniikan tuotannossa. Lakkaus itsessään tapahtumana on lähes samanlainen käyttökohteesta tai tarkoituksesta riippumatta. Lakkauksen tarkoitus yleensä on suojata, ja tämä tarkoitus lakkauksella on myös elektroniikan tuotannossa.

Lakkauksen teoriaosuuden jälkeen esitellään vertailussa olleet kolme erilaista elektroniikkateollisuuden käyttöön suunniteltua lakkaa. Lakat tulivat kahdelta eri valmistajalta, Dymaxilta ja HumiSealilta. Lisäksi esitellään, mitä erilaisia testejä näillä lakatuilla lakatuille piirilevyille tehtiin.

Tutkimustulososiossa käydään läpi lakka kerrallaan lakkojen ominaisuudet sekä se, mitä tuloksia saatiin lakkapinnoille tehdyistä rasiustesteistä. Tutkimustuloksia vertailtiin eri testien perusteella ja lakat asetettiin paremmuusjärjestykseen. Valinta ei kuitenkaan ollut selkeä, koska jokaisella lakalla oli sekä hyviä että huonoja puolia.

Lopuksi kaikkien lakkoihin liittyvien huomioiden sekä tehtyjen testien perusteella mietittiin mahdollisia kehitysideoita tällä hetkellä käytössä olevaan automaattiseen piirilevynlakkaukselinjastoon. Kehitysideat liittyivät lähinnä uudenlaisen lakkatyypin käyttöönottoon ja sen tuomaan hyötyyn ajallisesti tuotannossa. Mitä nopeampi on lakkaamistapahtuma, sitä enemmän saadaan piirilevyjä lakattua esimerkiksi yhden työvuoron aikana.

2 LAKKAUS

2.1 Lakkauksen tarkoitus

Yleisesti lakkauksen pääasiallisena tarkoituksena on suojata lakattavia alueita erilaisilta ympäristön vaikutuksilta, esimerkiksi ilman kosteudelta tai kemikaaleilta. Elektroniikkateollisuudessa lakalla suojataan mm. piirilevyjä ja piirilevyillä sijaitsevia komponentteja, kun taas esimerkiksi autoteollisuudessa lakalla suojataan mm. auton metallihohto- tai helmiäismaaleilla maalattuja pintoja. Lakalla suojattuja piirilevyjä voitaisiin käyttää esimerkiksi

- pyykin- ja astianpesukoneissa
- mikroaaltouuneissa
- autoissa
- veneissä
- kemianteollisuudessa
- kotona.

Lakkakalvon tulee olla koko lakatun alueen kattava ja tasalaatuinen. Jos esimerkiksi piirilevyn lakka-alueelta jää yksikin komponentti kunnolla lakkaamatta, on lähes koko lakkaus turha. Vaikka ainoastaan yksi komponentti kärsisi ympäristöolosuhteista suojauksen puutteellisuuden vuoksi, saattaa koko laite lakata toimimasta.

2.2 Väri vaihtoehtoja

Erilaiset lakat ovat yleensä läpinäkyviä, mutta tarvittaessa niitä saa myös sävytettyinä haluttuihin värisävyihin. Esimerkiksi puupintoja käsitellään usein petsilakoilla, joita saa sävytettyä halutun sävyisiksi. Elektroniikkateollisuuden käyttöön tarkoitetuissa lakoissa ei värikirjo ole kovinkaan suuri. Voidaan esimerkiksi valita vain värittömän ja värillisen välillä. Värillinenkin on usein vain joko mustaa tai jotain muuta yhtä tiettyä värisävyä. Näiden värillisten lakkojen on tarkoitus olla helpommin tarkastettavia lakkausjäljen suhteen, mutta lakan peittäessä komponentit myös komponenttien tunnukset ym. versionumerot peittyvät värillisen lakan alle. Värittömällä lakalla lakatun piirilevyn lakkausjälki voidaan usein tarkistaa ultraviolettivalon avulla, koska lakka näkyy ultraviolettivalossa.

Ahonen (1991, 189) kertoo Maalaustyöt-kirjassaan, että lakan raaka-aineina käytetään samoja tuotteita kuin maaleissakin. Hän kertoo myös, että lakka on periaatteessa maali, josta puuttuvat pigmentit ja usein myös eräät täyteaineet. Lisäksi hän mainitsee, että lakkapinnalle asetetaan samat vaatimukset kuin maalipinnallekin.

2.3 Lakan levitys

Lakkaa on mahdollista levittää lakattavalle pinnalle pääasiassa kolmella eri tavalla:

- käsin sivelimellä
- käsin ruiskulla
- koneellisesti.

Käsin levitettäessä on mahdollista tarkkailla laatua koko ajan lakattaessa ja sitä myötä parantaa jälkeä, jos laatu ei ole hyväksyttävää. Käsin lakkaaminen on kuitenkin hidasta, ja lakkaava henkilö altistuu helposti lakkauksessa käytettävien kemikaalien haitallisille vaikutuksille konelakkausta helpommin. Lisäksi käsin ruiskulla lakkaaminen ei ole kovinkaan tarkkaa, joten komponenttien suojaaminen on välttämätöntä, jos halutaan tietyt komponentit olevan ilman lakkaa. Kompo-

nenttien käsin suojaaminen esimerkiksi teippaamalla on hidasta, eikä suojaus ole aina tasalaatuinen. Ruiskulla lakkaaminen tapahtuu yleensä kuvion 1 mukaisessa, hyvin tuuletetussa kopissa.



KUVIO 1. Ruiskulakkausoppi

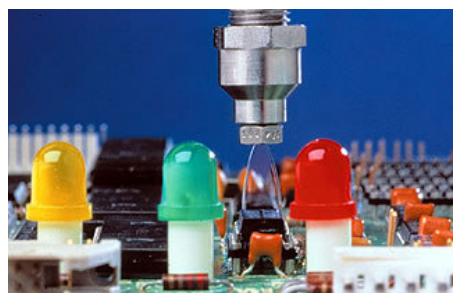
Koneellinen lakkaus on nopeaa ja lakkaajaystävällistä. Aloituskustannukset käsin lakkaukseen verrattuna ovat suuremmat koneelliseen lakkaukseen siirryttäessä, mutta kaikki tekijät huomioon ottaen koneellinen lakkaus on kannattavampaa, jos esimerkiksi tuotantomäärät ovat suuria.

Koneellinen lakkaus

- on nopeaa (optimikäyttöasteella)
- on huomattavasti tarkempaa kuin käsin ruiskulla lakkaaminen
- on turvallisempaa lakkaajan (koneen käyttäjän) kannalta
- ei välttämättä sido koneenkäyttäjää koko lakkauksen ajaksi → mahdollisuus tehdä samanaikaisesti muuta tuotannollisesti hyödyllisiä työtehtäviä.



KUVIO 2. Asymtek C-740 Conformal Coating System



KUVIO 3. Asymtek SC-105 Film Coater Dispensing Module

Lakkakoneet on suunniteltu olemaan tuotannon lakkaukselinjalla linjan alkupäässä. Esimerkiksi kuviossa 2 olevaan Asymtekin C-740-lakkakoneeseen lakattavat tuotteet syötetään toisesta kyljestä sisään ja toisesta ulos. Koneisiin on yleensä saatavana mitä erilaisimpia lisävarusteita, kuten suuttimia. Kuviossa 3 näkyy eräänlainen suutin. Kuitenkin tulee huomioida, että ei koneellinenkaan lakkaus ihmeisiin pysty, vaikka onkin huomattavasti tarkempi kuin mikään käsinlakkausmenetelmä. Koneellisen lakkauksen laatu riippuu hyvin pitkälti käytettävästä laitteistosta sekä koneen ohjelmoinnin osaamisesta. Yleensä jokaiselle tuotteelle on jokin oma ohjelma ohjelmoituna koneeseen, ja jos ohjelma on huolimattomasti tehty ilman asiantuntemusta, on lakkauks jälki varmasti myös sen mukaista. Liitteestä 1 nähdään, mitä kaikkia vaiheita kuuluu ohjelman tekemiseen, kun se aivan alusta lähtien.

Se, valitaanko käyttöön käsin- tai konelakkaus, riippuu lakattavien tuotteiden määrästä. Vaikka koneellinen lakkaus tuntuisi helpolta vaihtoehdolta pienienkin tuote-erien lakkaukseen, tulee tällöin käsinlakkaus huomattavasti edullisemmaksi. Jokaista tilannetta tulee kuitenkin tarkastella erikseen ja räätälöidä tilannekohtainen ratkaisu tarpeeseen tai ongelmaan.

2.4 Lakan kuivaus

Useimmat käytetyistä lakoista ovat ilmakeivattavia, joiden kuivumista voi usein tehostaa lämmöllä, esimerkiksi tietyn lämpöisessä uunissa. Tällöin yleensä lakaseos koostuu itse lakasta sekä liuottimesta, joka haihtuu pois kuivumisen aikana. Noin 70 % liuottimesta haihtuu kokonaan pois, kun lakka kuivuu. Kuivaus-uuni voi olla esimerkiksi kuvion 4 mukainen ns. Reflow-uuni tai kuvion 5 mukainen ”tavallinen” uuni, jonne kuivattavat kortit laitetaan kuivumaan esim. säädettävissä rullakoissa. Ilmakeivattavissa lakoissa lakan märkäkalvon paksuus on suurempi kuin kuivakalvon paksuus. Märkäkalvon paksuus mitataan heti lakan levittämisen jälkeen ja kuivakalvon paksuus lakan ollessa täysin kuiva.



KUVIO 4. Asymtek Flexible IR/Convection Oven



KUVIO 5. Testeissä käytetty tuotannon kuivausuuni

Ultraviolettisäteilyllä kuivattavat lakat eivät tarvitse niin pitkää aikaa kuivuakseen kuin edellä mainitut ns. perinteiset lakat. Ultraviolettisäteilyllä tapahtuva kuivaus kestää lakkakalvon paksuudesta riippuen sekunnin murto-osista muutamaan sekuntiin. Tämä aika on todella pieni verrattuna ilmakuijattavan lakan kuivumisaikaan, mikä uunikuivattunakin voi olla kymmeniä minutteja. Ultraviolettisäteilyllä kuivattavan lakan märkä- ja kuivakalvonpaksuuksissa ei ole huomattavia eroja. Tämä johtuu siitä, että ultraviolettilakoissa ei ole varsinaista liuotinta, joka haihtuisi pois kuivumisen yhteydessä.

Ultraviolettilakkojen kuivuminen on hieman erilaisempi tapahtuma kuin ilmakuijattavilla lakoilla. Ultraviolettilakan kuivuminen, tai pikemminkin kovettuminen, perustuu lakassa olevien ainesosien reagoimiseen ultraviolettivaloon, jolla on tietty aallonpituus ja valon intensiteetti. Nämä asiat havaittiin käytännössä lakkoja vertailtaessa ja kovetettaessa. Kuvion 4 mukainen uuni voi toimia myös tarvittavana UV-linjajyksikkönä piirilevyjen kuivaamiseen.

2.5 Lakan viskositeetti

Lakan viskositeetin seuraaminen on tärkeää lakattaessa käsin tai koneellisesti. Alhainen viskositeetti tarkoittaa, että lakka on liian notkeaa. Suuri viskositeetti taas tarkoittaa, että lakka on liian paksua.

Liian alhainen viskositeetti aiheuttaa lakan valumisen paikkoihin, joihin sitä ei haluta. Lisäksi lakka imeytyy kapillaarisesti helpommin pienempiin paikkoihin lakan ollessa ”ohutta”. Mm. erilaiset liittimet imevät todella nopeasti lakkaa siisäänsä ja ovat usein erittäin ongelmallisia.

Liian suuri viskositeetti aiheuttaa taas ongelmia lakkaussuuttimien ja lakkausjäljen kanssa. Lakkauslaatu kärsii aina, jos jokin asia on pielessä niin lakan ominaisuuksien kuin lakkaustapahtumankin suhteen. Lakan ollessa paksua asetetaan erityiset vaatimukset lakkaussuuttimille. Lakkaus- ja maalaussuuttimia on olemassa erilaisia eri aineille. Lisäksi suuttimen suihkun koko ja muoto ovat tärkeitä asioita mietittäessä oikeaa suutinta käytössä olevalle lakalle ja päinvastoin.

Ahonen (1991, 114) kirjoittaa viskositeetista Maalaustyöt-kirjassaan seuraavasti:

”Viskositeetilla tarkoitetaan nesteen sisäistä kitkaa ilmaisevaa suuretta. Mitä pienempi viskositeetti on, sitä notkeampaa on maali, ja mitä suurempi viskositeetti on, sitä jäykempää on maali. Lämpötilan muutokset vaikuttavat maalin viskositeettiin olennaisesti, mihin perustuu teollisessa ruiskumaalauksessa maalin lämmittäminen. Se alentaa viskositeettia eli tekee maalin juoksevammaksi. Vastaavasti kylmä maali on jäykkää.”

Lakan viskositeettia suunniteltaessa lakkaustapahtumaan sopivaksi on syytä ottaa huomioon se, käyttääkö uunikuivattavia vai UV-valolla kuivattavia lakkoja. Jos esimerkiksi käytettävä lakka on uunikuivattavaa ja viskositeetti on suhteellisen alhainen lakkaustapahtuman helpottamiseksi, muuttuu lakan viskositeetti uunissa pienemmäksi, eli lakka notkistuu, kuten Ahonen kertoo Maalaustyöt-kirjassaan. Lakan viskositeetin alentuessa lakka saattaa helposti valua ei-haluttuihin paikkoihin. Lakan on siis syytä olla riittävän suurta viskositeetiltaan, jos käytetään uunikuivattavaa lakkaa. UV-kuivattavaa lakkaa käytettäessä viskositeetilla ei ole aivan niin suurta merkitystä, koska usein UV-kuivausyksikkö on heti lakkakoneen jälkeen lakkalinjastossa eikä lakka ehdi valua ei-haluttuihin paikkoihin.

Jos aineen viskositeetti alenee työn kuluessa, on siitä mm. seuraavia haittoja:

- peittokyky muuttuu
- valumamahdollisuus lisääntyy
- ilmaan joutuu kohtuuton määrä liuotteita
- maali saattaa kuplia uunissa
- maalin sivelyominaisuudet muuttuvat ja
- kuivakalvon paksuus muuttuu.

(Ahonen 1991, 115.)

3 LAKKAVERTAILUN TOIMINTASUUNNITELMA JA TOTEUTUS

3.1 Lakkojen valinta

Tämän työkokonaisuuden päätarkoituksena oli vertailla erilaisia elektroniikkateollisuudessa käytettäviä suojalakkoja erilaisin testein sekä miettiä tuotannon kehitysideoita lakkavertailun pohjalta. Lakkaukset ja lakoille tehdyt testit suoritettiin Enics Finland Oy:n Lohjan tehtaan tuotantotiloissa lakkausosastolla.

Tällä hetkellä eri valmistajilla on tarjota todella paljon erilaisia lakkoja. Tätä työtä varten kuitenkin tuli rajata testattavien lakkojen määrä kolmeen. Nämä kolme testattavaa lakkaa saatiin kahdelta eri valmistajalta, kaksi lakkaa HumiSealilta ja yksi lakka Dymaxilta.

HumiSealilta vertailuun otettiin lakat 1H₂O ja XP-01, joista 1H₂O on vesipohjainen uunikuivattava lakka ja XP-01 on yksikomponenttinen UV-kuivattava lakka. Dymaxilta valittiin testiin lakka 984-LVUF, joka on yksikomponenttinen UV-kuivattava lakka. Kuviossa 6 näkyy vertailun kaikki kolme lakkaa vasemmalta oikealle: HumiSeal 1H₂O, Dymax 984-LVUF ja HumiSeal XP-01.



KUVIO 6. Vertailtavat lakat

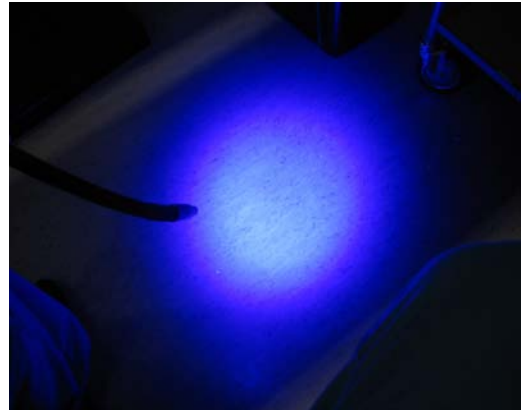
Lisäksi vertailukohtana lakkatesteissä käytettiin HumiSealin lakkaa 1B73-EPA, joka on uunikuivattava akryylipohjainen tinneriohenteinen (HumiSeal Thinner 604) lakka. Tämä lakka on ollut käytössä tuotannon lakkausosastolla jo usean vuoden, joten lakka on käytännössä todistettu toimivaksi ja täten on hyvä vertailukohta uusille testauksessa oleville lakoille.

3.2 Lakkaus ja kuivatus

Piirilevyjä lakattiin molemmin puolin yhteensä kaksitoista kappaletta eli neljä piirilevyä molemmin puolin jokaisella vertailun lakalla. Lakkaamisen tulisi tapahtua samalla tavalla jokaisella vertailtavalla lakalla yhtenäisen vertailun aikaansaamiseksi. Tämän vertailun kaikki lakat levitettiin piirilevyille omilla pensselillä kuvion 16 mukaisessa tarkastus-/lakkauskopissa. Tällä lakkausmenetelmällä ei lakkakerrosten paksuus ole aivan tasainen joka kohdassa, mutta ruiskulla tai koneella lakkaaminen olisi ollut hankalaa, koska vertailtavia lakkoja oli hyvin pieni määrä kutakin.



KUVIO 7. UV-valonlähde



KUVIO 8. UV-valokeila

Jokaista lakkaa käytettiin mahdollisimman hyvin lakkojen omia käyttöohjeita noudattaen:

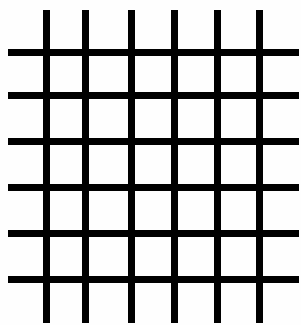
- HumiSeal 1H₂O lakattiin pensselillä ja kuivattiin kuvion 5 uunissa. Kuivausaika oli 60 minuuttia per puoli.
- Dymax 984-LVUF lakattiin pensselillä ja kuivattiin kuvion 7 UV-käsinkuivauslaitteella. Laitteen valon intensiteetti oli 90 % maksimista. Kuivausnopeus oli noin 10 mm/s. Kuivausetäisyys oli noin 20 mm.
- HumiSeal XP-01 lakattiin pensselillä ja kuivattiin kuvion 7 UV-käsinkuivauslaitteella. Laitteen valon intensiteetti oli 90 % maksimista. Kuivausnopeus oli noin 8 mm/s. Kuivausetäisyys oli noin 20 mm.

3.3 Lakatuille pinnoille tehtävät testit

Eri lakoilla lakatuille pinnoille oli tarkoitus tehdä muutama erilainen testi, jotta jyvät erottuisivat akanoista. Lopulta päädyttiin kuitenkin kahteen hyvin erilaiseen rasiustestiin, liuottamiseen merisuola-vesiliuoksessa sekä Metallien pinnoitteet ja pintakäsittelyt -kirjasta löytyneeseen hilaristikkokokeeseen (SFS 3753 -standardin mukainen).

Hilaristikkokokeessa kuivaan lakattuun pintaan tehtiin terävällä veitsellä (kuvio 11) kuvion 9 mukainen ristikko, jossa on kuusi viivaa per suunta ja viivojen välinen etäisyys kaksi millimetriä. Ruudukon teon jälkeen pintaa harjattiin ruudukon kohdalta kuvion 12 mukaisella, karkealla harjalla, jotta nähtäisiin, irtoaako lakkaruutuja pinnasta.

Merisuola-vesiliuoskokeessa eri lakoilla lakatut piirilevyt upotettiin veteen, johon oli sekoitettu kuvion 10 mukaista merisuolaa joukkoon. Merisuola-vesiliuoksia tehtiin kaksi erilaista, joiden vahvuudet olivat 2 % ja 5 %. Miedompaan liuokseen upotettiin hilaristikkokokeen läpikäyneet piirilevyt ja vahvempaan liuokseen upotettiin ”ehjät” piirilevyt.



KUVIO 9. Hilaristikko



KUVIO 10. Merisuolaa



KUVIO 11. Terävä veitsi



KUVIO 12. Tech brush – karkea harja

3.4 Mittalaitteet ja mittaukset

Tässä vertailussa käytetyt mittalaitteet liittyivät lähinnä joko lakkakalvojen paksuuksien tai ympäristöolosuhteiden mittaamiseen.



KUVIO 13. Märkäkalvomittari



KUVIO 14. Kuivakalvomittari

Ympäristöolosuhteet vaikuttavat yllättävän paljon eri lakkojen käyttäytymiseen. Niin ilman lämpötilan kuin ilmankosteudenkin muuttuessa vain hieman saattaa lakka kuin lakka käyttäytyä aivan erilailla kuin on totuttu. Tasavertaisen lakkaver-
tailun aikaansaamiseksi lakkausympäristön ilman lämpötilaa ja ilmankosteutta tarkkailtiin kuvion 15 mukaisella Vaisalan mittarilla. Mittari oli sijoitettuna kuvi-

on 16 mukaisen tarkastuskopin perimmäiseen nurkkaan, jotta esimerkiksi hengitysilmä ei aiheuttaisi muutosta mittarin näyttämään ilman lämpötilaan ja ilman-
kosteuteen.



KUVIO 15. Ympäristöolosuhdemittari



KUVIO 16. Tarkastuskoppi

Työhön liittyi myös mittauksia, joihin ei käytetty mitään laitteita. Nämä mittaukset olivat lähinnä:

- visuaalinen tulkinta kuivien lakkapintojen loistamisesta tarkastelukopin (kuvio 16) UV-valossa
- hilaristikkokokeen läpikäyneiden piirilevyjen tutkiminen visuaalisesti
- molemmissa merisuola-vesiliuoksessa olleiden piirilevyjen tutkiminen visuaalisesti.

4 TUTKIMUSTULOKSET

4.1 Yleistä tuloksista

Tämän työn tutkimustulokset koostuvat pääasiassa lakkaustuloksista eri lakoilla sekä lakatuille piirilevyille tehtyjen rasiustestien tuloksista. Tutkimustuloksia lukiessa saattaa huomata, että on olemassa pieni vastakkainasettelu Dymax 984-LVUF- ja HumiSeal XP-01 -lakkojen välillä, koska molemmat ovat UV-kovetettavia lakkoja ja näin ollen kilpailevat keskenään.

Lakattuja piirilevyjä kerääntyi yhteensä neljä kappaletta testattua lakkaa kohden eli yhteensä kaksitoista piirilevyä. Näistä piirilevyistä otettiin rasiustesteihin kuitenkin vain puolet eli kaksi piirilevyä testattua lakkaa kohden. Rasiustesteihin valitut piirilevyt olivat viimeisimpinä lakattuja piirilevyjä, jotta lakkausjälki olisi parempaa verrattuna ensimmäisiin harjoituskappaleisiin. Lisäksi rasiustesteihin valitut levyt olivat kalustettuja, eli piirilevyille tarkoitetut komponentit olivat omilla paikoillaan. Näin vertailtavat levyt olivat mahdollisimman lähellä ”oikeita” tuotteita. Kuvioiden piirilevyissä mahdollisesti näkyvät HYLÄTTY-tarrat tarkoittavat, että piirilevyt eivät ole menneet esimerkiksi testauksesta läpi ja ovat oikeasti hylättyjä tuotteita. Ulkoisesti piirilevyt kuitenkin vastasivat täysin kunnossa olevia levyjä, ja näin lakkavertailu ei kärsinyt.

Rasiustestejä tehtiin kaksi hyvin erilaista. Ensimmäinen rasiustesti oli hilaristikon tekeminen lakkapintaan terävällä veitsellä. Tässä rasiustestissä testattiin lakkapinnan kestämistä fyysistä rasitusta kohtaan. Toisessa rasiustestissä lakatut piirilevyt asetettiin suola-vesi-liuokseen ja tietyin väliajoin tarkastettiin, oliko piirilevyjen lakkapinnoissa havaittavissa mitään muutoksia. Suola-vesi-liuoksia tehtiin kaksi eri vahvuista, jotka olivat vahvuuksiltaan 2 % ja 5 %. Miedompaan liuokseen asetettiin piirilevyt, jotka olivat käyneet läpi ensimmäisen rasiustestin, ja vahvempaan liuokseen asetettiin piirilevyt, joiden lakkapinnat olivat kauttaaltaan ehjät.

4.2 HumiSeal 1H₂O

4.2.1 Yleistä lakasta



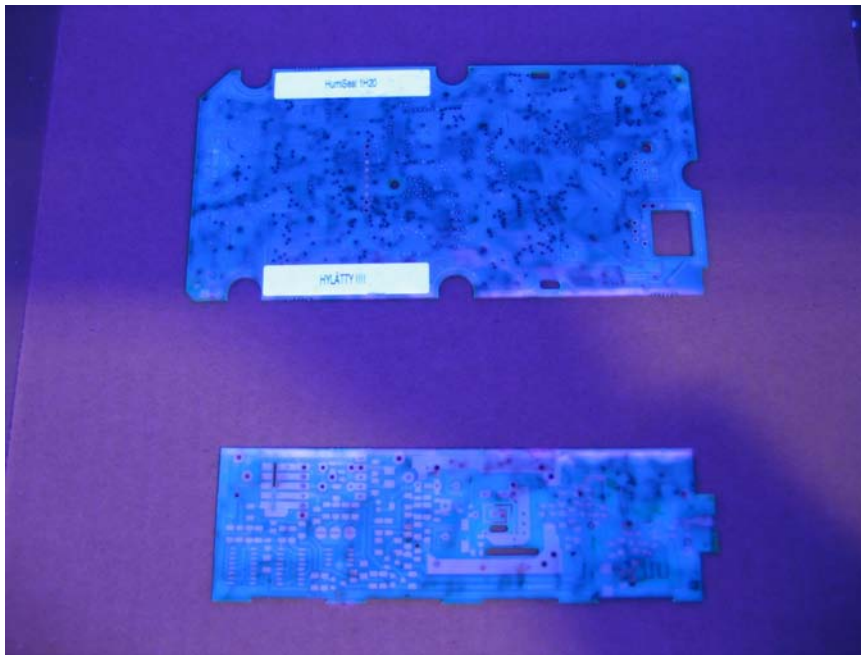
KUVIO 17. HumiSeal 1H₂O

HumiSeal 1H₂O on vesipohjainen lakka ja saatiin testiin sekä pensselilevitettävänä että aerosolina. Muut testattavat lakat huomioon ottaen HumiSeal 1 H₂O:ta levitettiin vain pensselillä ja aerosolipurkki jätettiin huomioimatta. Aerosolipurkista levitettäessä 1H₂O:lla lakattu pinta olisi voinut olla kalvonpaksuudeltaan ja muilta ominaisuuksiltaan erilainen kuin muilla lakoilla lakatut pinnat ja lakkatestit olisivat kärsineet, koska kaikkia ei olisi levitetty samalla tavalla pinnoille.

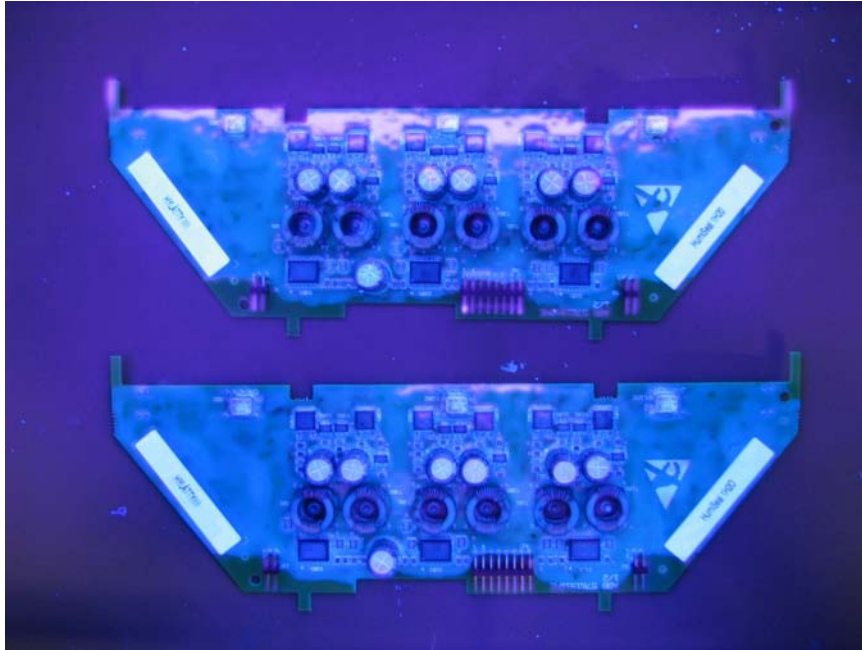
4.2.2 Lakan levittäminen, kuivattaminen ja pinnan tarkastelu

HumiSeal 1H₂O oli koostuvuudeltaan hyvin lähellä esimerkiksi EriKeeper-puu-/askarteluliimaa, ominaisuudet tosin ovat aivan eri luokkaa. Myös lakan hajua vastasi lähinnä EriKeeper-liiman hajua. Molemmat ovat vesipohjaisia.

HumiSeal 1H₂O levittyi hyvin pensselillä ja tuntui riittoisalta. Lakan hieman harmahtavan värin vuoksi oli paljain silmin helppo huomioda kohdat piirilevyllä, joissa lakkaa ei ollut. Kuivumisaika uunissa vastasi valmistajan ilmoittamaa aikaa, ja piirilevyjen pinnat olivat täysin kuivia 60 minuutin uunissa kuivumisen jälkeen. Kuivuttuaan lakka oli pääosin täysin väritön ja loisti tarkastus-UV-valossa hienosti (kuvio 18 ja kuvio 19).



KUVIO 18. HumiSeal 1H₂O:lla lakattuja ”harjoituspiirilevyjä” UV-valossa

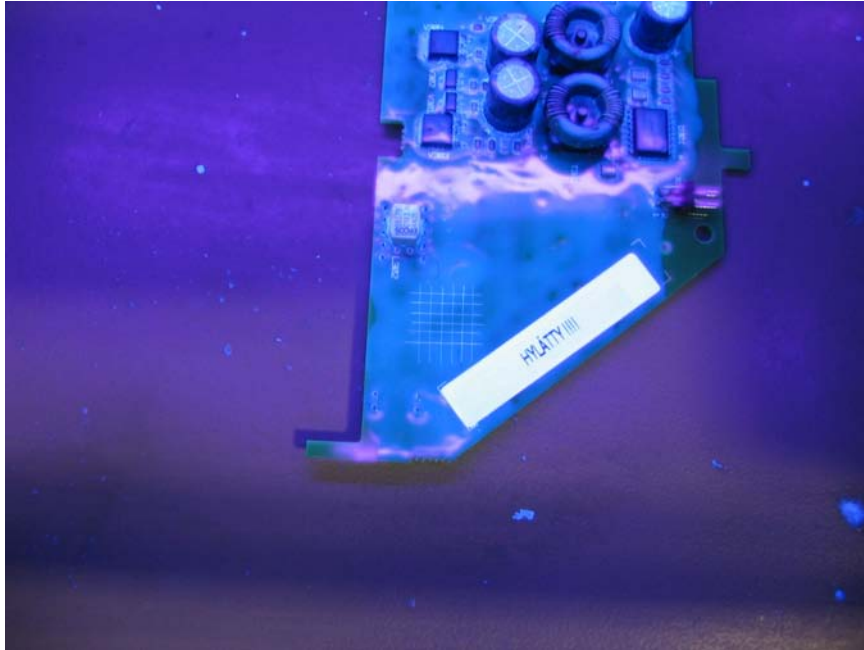


KUVIO 19. HumiSeal 1H₂O:lla lakattuja komponentillisia piirilevyjä UV-valossa

Pintaa lähemmin tarkasteltaessa voitiin havaita, että paikoittain näkyi pieniä ”rotkoja” lakan pinnassa, jos kyseisessä paikassa oli levitettäessä ollut paksusti lakkaa. Jäljet kuitenkin eivät ylettyneet piirilevyn pintaan asti, joten varsinaisista halkeamista ei lakkapinnassa ollut. Kuivunut lakkapinta oli käsin kosketeltaessa kova ja sileä. Kuiva lakkapinta ei tuoksunut juuri mitään.

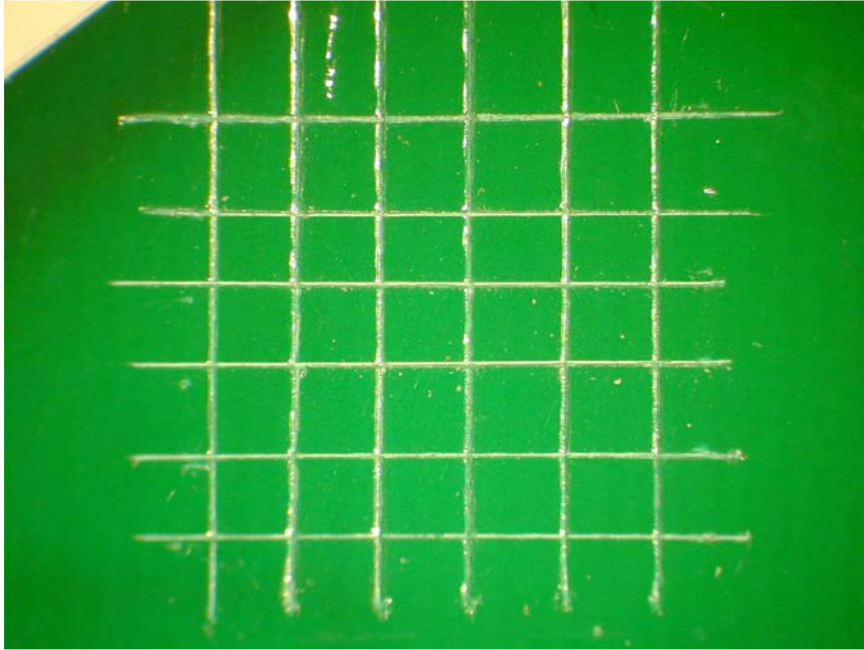
4.2.3 Rasiustesti 1 - tulokset

Ensimmäiseen rasiustestiin, eli hilaristikkotestiin, otettiin toinen HumiSeal 1H₂O:lla lakatuista, komponenteilla varustetuista piirilevyistä. Hilaristikko pyrittiin tekemään samaan kohtaan jokaisella eri lakalla lakatulla piirilevyllä. Terävän veitsen (kuvio 11) ja viivaimen avulla saatiin piirilevyn lakkapintaan tehtyä kuvion 20 mukainen hilaristikko.



KUVIO 20. Hilaristikko HumiSeal 1H₂O:lla lakatulla piirilevyllä

Kun ristikko oli tehty lakkapintaan, harjattiin kuvion 12 mukaisella harjalla kevyesti ristikon päältä. Hilaristikon tulisi harjauksen jälkeen olla ehjä ja reunaviivojen tasaiset. Mitä enemmän hilaristikon ruuduista on irti ja mitä rosoisemmat ovat ristikon reunaviivat, sitä huonomman arvosanan lakka saa. Kuviossa 21 näkyy mikroskoopilla otettu kuva HumiSeal 1H₂O:lla lakatun pinnan hilaristikko harjauksen jälkeen.



KUVIO 21. Mikroskooppikuva hilaristikosta – HumiSeal 1H₂O

Hilaristikkokokeen arvosteluasteikko on nollassa viiteen. Nolla on paras, jolloin viivojen reunat ovat tasaiset ja ristikon ruudut ovat ehjät. Vastaavasti arvosana viisi tarkoittaa huonointa mahdollista tulosta hilaristikkokokeessa.

HumiSeal 1H₂O pärjäsikin hilaristikkokokeessa erittäin hyvin. Kuvioista 21 näkee, että kaikki ristikon ruudut ovat kiinni ja viivojen reunat ovat tasaiset. Nämä kaikki arvosteluun vaikuttavat seikat huomioiden sai HumiSeal 1H₂O arvosanaksi nollassa eli parhaan, mikä on mahdollista.

4.2.4 Rasiustesti 2 – tulokset

Toiseen rasiustestiin, eli suola-vesi-liuos – testiin käytettiin molempia komponentillisiä piirilevyjä. Hilaristikkokokeen läpikäynyt piirilevy asetettiin miedompaan 2 % liuokseen ja lakkapinnaltaan ehjä piirilevy asetettiin vahvempaan 5 % liuokseen.

Liuokset valmistettiin käyttämällä hanavettä ja kuvion 10 mukaista, elintarvikekaupasta ostettavaa karkeakiteistä merisuolaa. Tarvittiin kaksi astiaa, joihin mo-

lempiin kaadettiin kahdeksan litraa huoneenlämpöistä (noin 21,5 °C) vettä. Toisen astian veteen liuotettiin 160 g merisuolaa (→ 2 % liuos) ja toisen astian veteen liuotettiin 400 g merisuolaa (→ 5 % liuos).



KUVIO 22. Vesiastiat



KUVIO 23. Piirilevyt eri liuoksissa

Piirilevyjä tarkasteltiin visuaalisesti noin tunnin välein, jos jotain merkittävää olisi aiheutunut lakkapinnoille. Lopullinen tarkastus piirilevyille tehtiin 24 tunnin kulluttua astioihin asettamisesta. HumiSeal 1H₂O:lla lakatut piirilevyt olivat lakkapinnoiltaan pääosin kunnossa, mutta pientä lakan vaalenemista oli tapahtunut kohdissa, joissa oli ollut paksummin lakkaa, esimerkiksi komponenttien juurilla.

Vaalentumat kuitenkin hävisivät, kun piirilevyt asetettiin hetkeksi uuniin kuivumaan. Pääosin lakkapinnat piirilevyillä olivat virheettömiä eikä liuosten aiheuttama vahinkoa näkynyt.

4.3 Dymax 984-LVUF

4.3.1 Yleistä lakasta



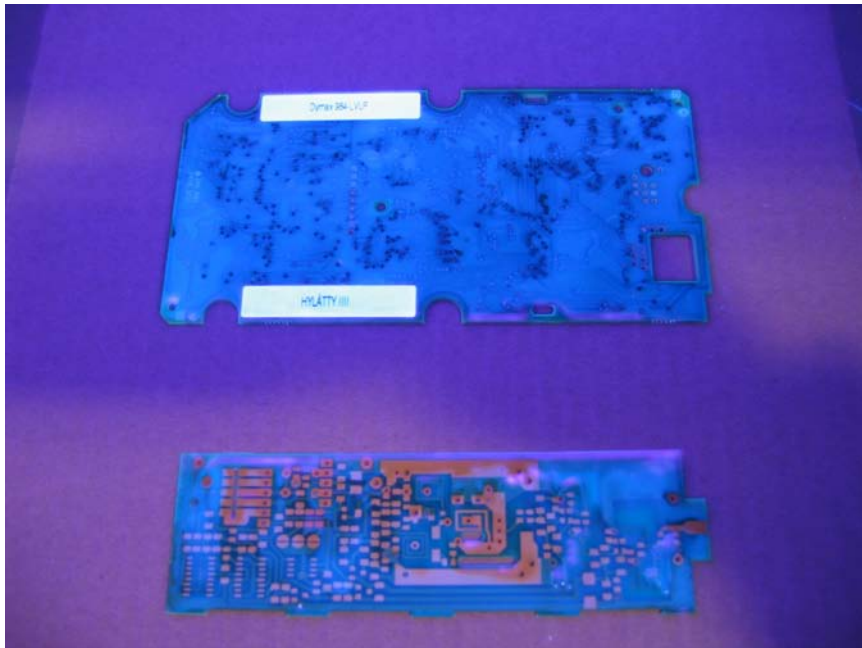
KUVIO 24. Dymax 984-LVUF

Dymax 984-LVUF saatiin testiin mustassa muovipullossa ja oli tarkoitettu pensselillä levitettäväksi. Dymax 984-LVUF on toinen testissä olevista UV-valolla koveuttavista lakoista. Tämä lakka on testin ainoa Dymaxin lakka. Dymaxilla oli tarjota useampiakin erilaisia UV-valolla kuivattavia lakkoja testattavaksi, mutta testattavien lakkojen määrä tuli pudottaa kolmeen ja näin vain yksi lakka otettiin Dymaxilta.

4.3.2 Lakan levittäminen, kovettaminen ja pinnan tarkastelu

Dymax 984-LVUF oli koostuvuudeltaan hyvin notkeaa, joten sitä oli helppo levittää piirilevyille ja lakka tuntui riittoisalta. Lakattavan pinnan tuli olla erittäin puhdas, koska ”harjoituspiirilevyjä” lakattaessa huomattiin, että jos pinnassa oli vähänkin likaa, lakka hylki piirilevyn kyseistä kohtaa. Lakka oli väriltään hieman kellertävää, ja lakan tuoksu oli kohtuullisen voimakas. Lakkapinnassa näkyi yllättävän paljon ilmakuplia heti pensselillä levittämisen jälkeen.

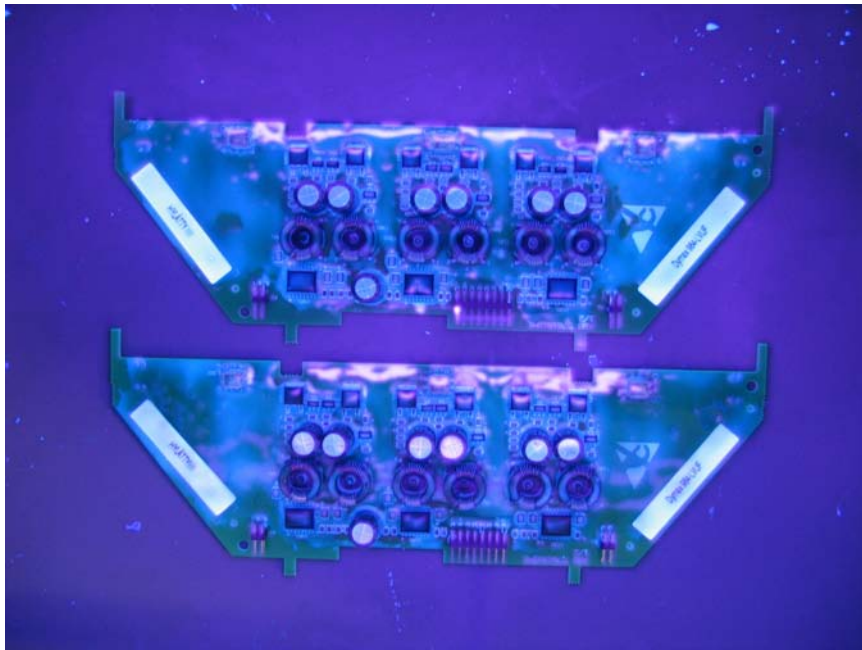
Lakkapinnan kovettaminen oli hieman ongelmallista ”käsipelillä”. Lakka tuntui olevan todella tarkka kovettamisajan suhteen, ja raja oli todella kapea tahmean ja kovan, mutta ”palaneen” pinnan välillä. Palaneella pinnalla tässä tarkoitetaan pintaa, joka on kova, mutta ei enää loista kunnolla tarkastus-UV-valossa.



KUVIO 25. Dymax 984-LVUF:lla lakattuja ”harjoituspiirilevyjä” UV-valossa

Kuviossa 25 näkyy harjoituskappaleet, joissa varsinkin alemmassa piirilevyssä näkee ”palamisen”, eli piirilevyn lakkapinta on joistain kohdista ylikovettunut, eli ei enää loista UV-valossa kunnolla ja on täten hankala tarkastella lakkauksen onnistuneisuutta. Kuviossa 26 näkyy komponentilliset piirilevyt, ja niissäkin on ta-

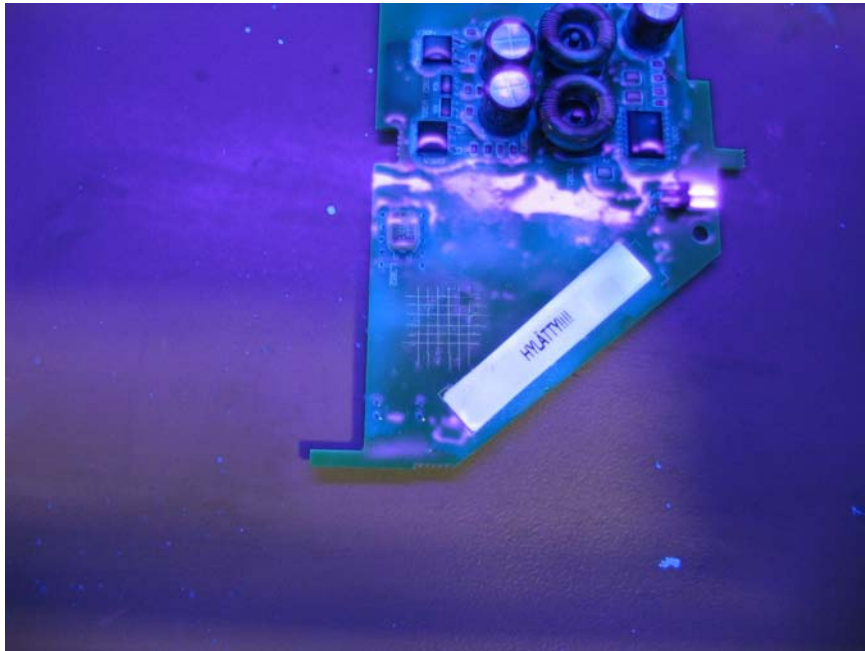
pahtunut hieman ”palamista”. Dymax 984-LVUF tuoksuu voimakkaasti kovetettaessa UV-valolla (kuvio 7 ja kuvio 8). Jos piirilevyllä on komponentteja, joiden alle ultraviolettivalo ei pääse kovettamaan lakkaa, ilmoittaa valmistaja, että nämä alueet saadaan kovetettua lämmön avulla. Näin ei asia kuitenkaan ollut todellisuudessa vaan lakkapinta oli ko. kohdista edelleen tahmea, vaikka piirilevyt olivat olleet uunissa hetken aikaa ja lisäksi vielä huoneenlämmössä useita vuorokausia. Dymax 984-LVUF:lla lakattujen piirilevyjen pinnat tuoksuivat yllättävän voimakkaasti, vaikka lakkapinnat olivat kuivat käsin kosketeltaessa. Kuiva lakkapinta oli kirkkaan näköinen ja väritön.



KUVIO 26. Dymax 984-LVUF:lla lakattuja komponentillisiä piirilevyjä UV-valossa

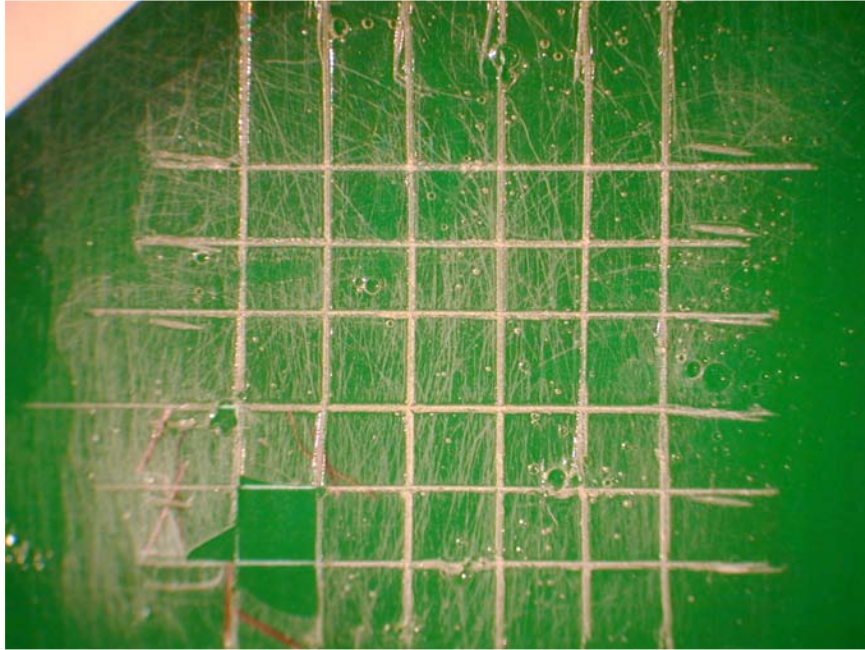
4.3.3 Rasiustesti 1 – tulokset

Ensimmäinen rasiustesti, eli hilaristikotesti, tehtiin samoin kuin muillekin piirilevyille. Hilaristikko tehtiin samaan kohtaan kuin muihinkin piirilevyihin käyttäen terävää veistä ja karkeaa harjaa. Kuviossa 27 näkyy piirilevyllä tehty hilaristikko harjauksen jälkeen.



KUVIO 27. Hilaristikko Dymax 984-LVUF:lla lakatulla piirilevyllä

Hilaristikon teon jälkeen ristikkooa harjattiin tässäkin tapauksessa karkealla harjalla. Harjauksen jälkeen oli selvästi havaittavissa, että lakkapinta on suhteellisen pehmeä. Tästä syystä harjauksen jälkeen pinnassa näkyy todella runsaasti naarmuja, joita harjan harjakset ovat tehneet (kuvio 28). Lisäksi yksi kokonainen ja osia muutamista ruuduista on irronnut. Harjan harjasten osia on myös mennyt joidenkin ruutujen alle, joten voidaan olettaa, että suurin osa hilaristikon ruuduista on irti piirilevyn pinnasta.



KUVIO 28. Mikroskooppikuva hilaristikosta – Dymax 984-LVUF

Dymax 984-LVUF on UV-valolla kuivattava lakka ja näytti siltä, että lakan tartuntaominaisuudet piirilevyn pintaan eivät ole niin hyvät kuin esimerkiksi HumiSeal 1H₂O -lakalla tai muilla kaksikomponenttisillä lakoilla, joista liuotin (mm. vesi tai tinneri) haihtuu pois kuivaustapahtuman yhteydessä. Hilaristikkotestin tulosten perusteella Dymax 984-LVUF saa arvosanaksi vain numeron neljä, joka on toiseksi huonoin arvosteluasteikolla. Arvosana olisi ollut huonoin eli viisi, jos vähänkin enemmän hilaristikon ruuduista olisi ollut irti kokonaan.

4.3.4 Rasitustesti 2 – tulokset

Suola-vesi-liuoksessa olleita piirilevyjä tarkkailtiin aluksi pienin väliajoin, jonka jälkeen harvemmin. Kuuden tunnin kohdalla piirilevyjä tarkasteltaessa Dymax 984-LVUF:lla lakatuissa piirilevyissä havaittiin pieniä muutoksia.

Miedommassa 2 % liuoksessa ollut piirilevy tuoksuu voimakkaasti samalle kuin piirilevyä lakatessa, jolloin lakka oli märkää. Vahvemmassa 5 % liuoksessa ollut piirilevy tuoksuu myös kuin lakka olisi märkää ja veden pinnalla näyttäisi olevan jotain öljymäistä.

Lopullinen tarkastus suoritettiin piirilevyjen oltua liuoksissa 24 tuntia. Molemissa liuoksissa olleet piirilevyt tuoksuivat voimakkaasti ja lakkapinta tuntui pehmeältä. Lisäksi lakkapinnassa oli pienen pieniä reikiä, mutta oli vaikea edes mikroskoopilla nähdä, ulottuivatko ne piirilevyn pintaan asti. On mahdollista, että lakka oli liennut pois kohdista, joissa oli ollut pieniä ilmakuplia, jotka muodostuivat lakkaa levitettäessä.

4.4 HumiSeal XP-01

4.4.1 Yleistä lakasta

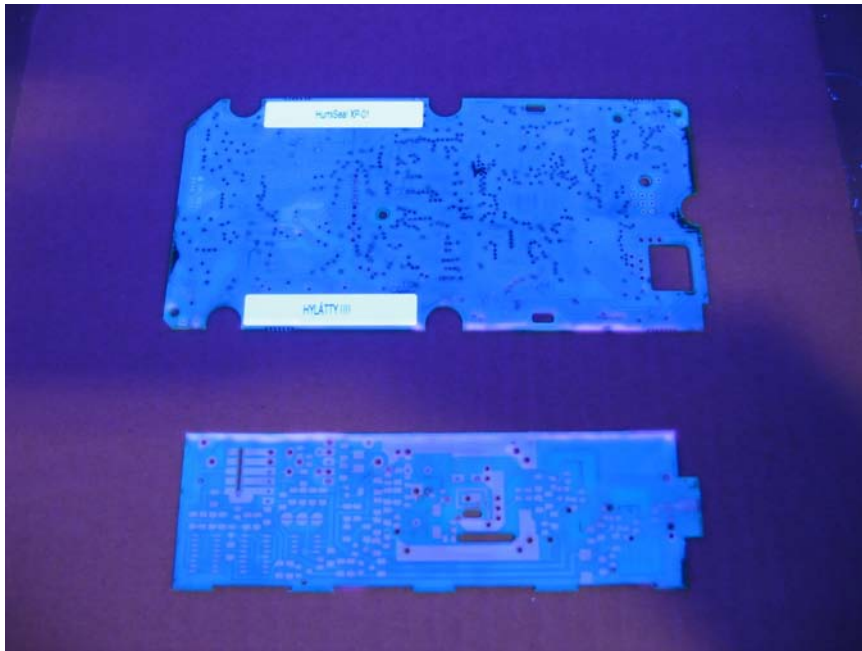


KUVIO 29. HumiSeal XP-01

HumiSeal XP-01 oli testin aloitusvaiheessa vielä kehitysasteella oleva tuote (experimental product). Lakka kuitenkin saatiin testattavaksi ja lakka saapui testiin juuri ja juuri ajoissa pienessä metallisessa pullossa. HumiSeal XP-01 on UV-valolla kuivattava lakka.

4.4.2 Lakan levittäminen, kovettaminen ja pinnan tarkastelu

HumiSeal XP-01 tuntui todella riittoisalta pensselillä levitettäessä. Heti levityksen jälkeen näkyi runsaasti ilmakuplia, mutta vähemmän kuin Dymax 984-LVUF:lla. Lakka oli väriltään täysin kirkas, hieman sinertävään päin. Lakka tuoksui todella voimakkaasti, ja tuoksu muistutti hieman männyn tuoksua.

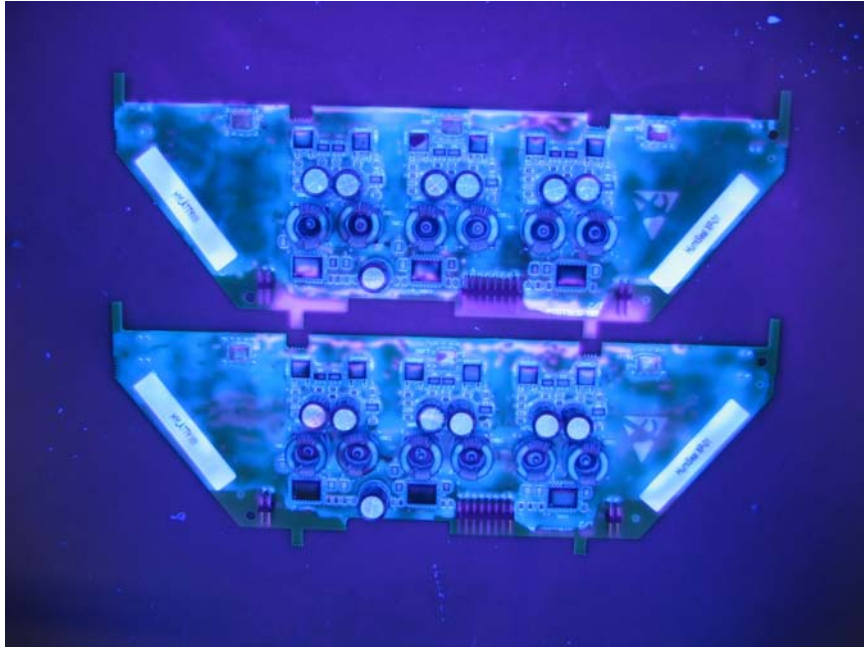


KUVIO 30. HumiSeal XP-01:lla lakattuja ”harjoituspiirilevyjä” UV-valossa

”Harjoituspiirilevyjä” lakattaessa ei vielä ollut käytössä kuvion 7 mukaista UV-valonlähdettä ja piirilevyt joutuivat olemaan huoneenlämmössä muutamia päiviä. HumiSeal XP-01:llä lakatut piirilevyt olivat kuivuneet täysin huoneenlämmössä noin viikon aikana. Kuivunut pinta oli kovan tuntuinen, tasainen eikä tuoksunut mitään.

Kuvion 7 mukaisella UV-valolähteellä käsin kovetettaessa HumiSeal XP-01 käyttäytyi paremmin kuin Dymax 984-LVUF eikä ”palanut” yhtä helposti. Pinnan kovettuminen tapahtui nopeasti, ja pinta oli heti kosketuskuiva kevyesti koskettaessa. ”Palaneista” kohdista lakkapinta oli täysin kuiva ja kosketuksen kestävä, mutta ei enää loistanut tarkastus-UV-valossa juuri lainkaan, kuten kuviosta 31

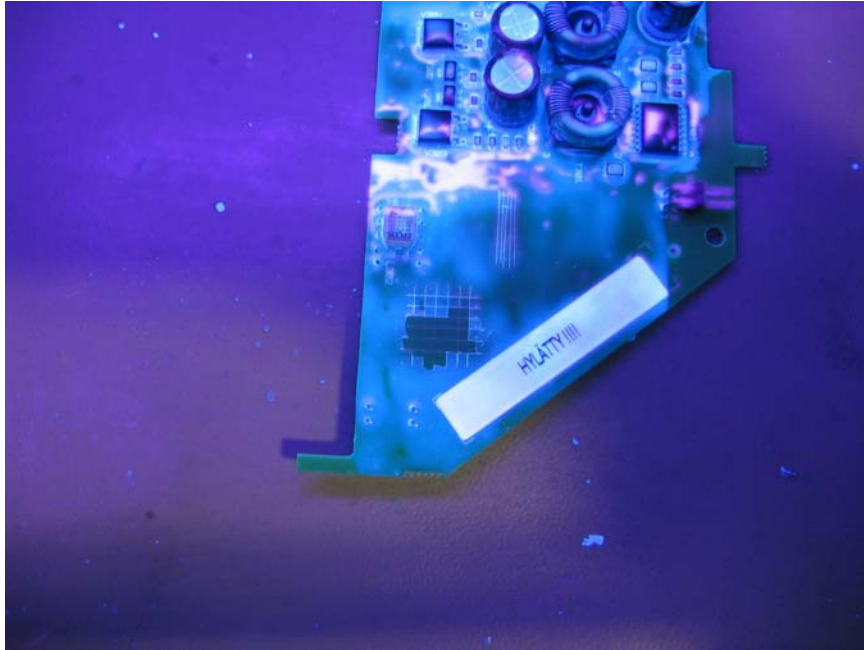
näkee piirilevyn laidoista. Piirilevyjen lakkapintojen ollessa täysin kuivia, mutta ei ”palaneita”, HumiSeal XP-01 loisti tarkastus-UV-valossa paremmin kuin Dymax 984-LVUF.



KUVIO 31. HumiSeal XP-01:lla lakattuja komponentillisia piirilevyjä UV-valossa

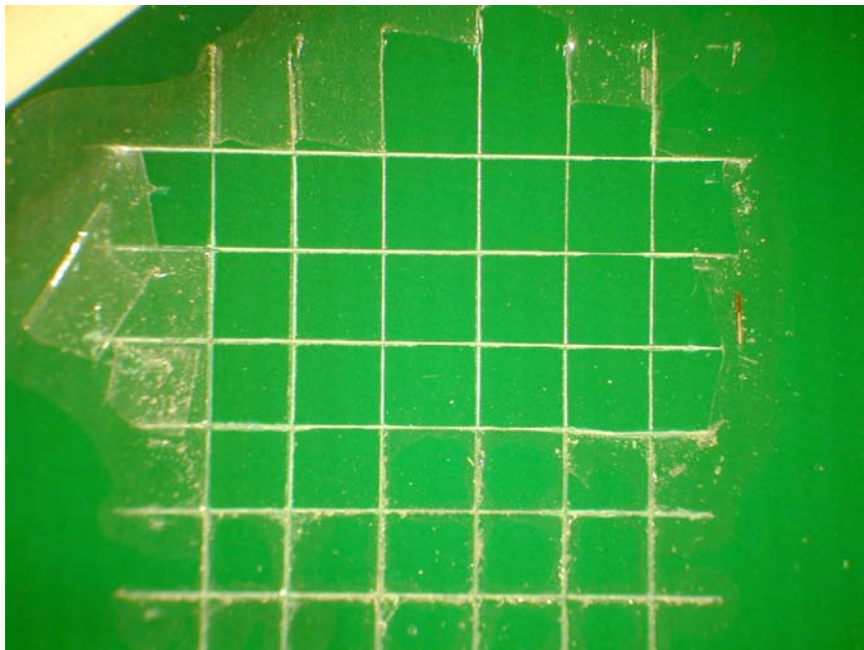
4.4.3 Rasitustesti 1 – tulokset

Hilaristikkotesti tehtiin HumiSeal XP-01:llä lakatuille levyille myös veitsen ja harjan avulla. Hilaristikon sijainti oli sama kaikissa piirilevyissä, jotta saataisiin mahdollisimman tasainen vertailutulos jokaisella lakalla.



KUVIO 32. Hilaristikko HumiSeal XP-01:llä lakatulla piirilevyllä

HumiSeal XP-01 käyttäytyi lähes odotetusti hilaristikkokeksessä, koska oli tiedossa, miten Dymax 984-LVUF, myös UV-kovetettava lakka, oli käyttäytynyt. Kuvioista 32 ja 33 nähdään, miten tehdyn hilaristikon neliöt ovat irronneet täysin piirilevyn pinnasta. Ne kohdat, joissa vielä neliöt ovat paikoillaan, ei näy harjaamisesta aiheutuneita raapimisjälkiä, joten pinta on kovettunut hyvin UV-valossa.



KUVIO 33. Mikroskooppikuva hilaristikosta – HumiSeal XP-01

HumiSeal XP-01:llä lakatulle piirilevyille tehdyn hilaristikkokokeen perusteella voidaan todeta, että vaikka kuiva lakkapinta on kosketuskuiva ja kova, ei se välttämättä kestä fyysistä rasitusta niin paljoa kuin useampikomponenttiset lakkavaihtoehdot. Mahdollisesti HumiSeal XP-01:n kuiva lakkapinta saattaa olla liian kova ja siksi se lohkeilee helposti. Tämän hilaristikkotestin perusteella HumiSeal XP-01 saa arvosanakseen myös vain numeron neljä. Numeroksi viiden sijaan tuli nelonen siksi, että vaikka suurin osa ruuduista hilaristikosta on irronnut kokonaan, on paikallaan olevat ruudut pinnaltaan kirkkaita ja naarmuttomia.

4.4.4 Rasitustesti 2 - tulokset

Suola-vesi-liuoksessa olleita piirilevyjä, myös HumiSeal XP-01:llä lakattuja, tarkkailtiin tietyin väliajoin. Muutoksista lakkapinnoissa raportoitiin, jos oli aiheutta. Tarkastushetki merkittiin myös ylös eli se kauanko piirilevy oli ollut liuoksessa. HumiSeal XP-01 ei näyttänyt vuorokauden aikana reagoivan millään tavoin, oli kyse sitten piirilevystä miedommassa liuoksessa tai piirilevystä vahvemmassa liuoksessa. Molemmissa liuoksissa olleiden piirilevyjen lakkapinnat näyttivät virheettömiltä verrattuna lakkapintoihin ennen liuokseen laittamista.

4.5 Yhteenveto tuloksista

Ensimmäisen rasitustestin selvästi parhaimmin pärjännyt lakka oli HumiSealin 1H₂O, joka sai parhaan mahdollisen arvosanan eli nollan. Jaetulle toiselle sijalle nousivat vertailussa olleet muut kaksi lakkaa, Dymax 984-LVUF sekä HumiSeal XP-01. Molemmat UV-kuivattavat/kovetettavat lakat saivat arvosanakseen toiseksi huonoimman arvosanan, nelosen.

HumiSeal 1H₂O pärjasi parhaiten hilaristikkokokeessa, koska lakkapinta kesti veitsellä viiltelyn hyvin ilman että ristikon ruutuja irtosi tai ristikon reunaviivat olisivat olleet rosoisia. UV-kuivattavat lakat menestyivät hilaristikkokokeessa huonosti pääasiassa siksi, että ristikon ruudut eivät pysyneet paikoillaan.

Toisen rasiustestien tuloksista voidaan myös päätellä lakkosten paremmuusjärjestys, joka tässä tapauksessa on seuraavanlainen:

1. HumiSeal XP-01
2. HumiSeal 1H₂O
3. Dymax 984-LVUF.

HumiSeal XP-01 kesti liuostestin hyvin reagoimatta ollenkaan. Sekä HumiSeal 1H₂O:lla että Dymax 984-LVUF:lla lakatuilla piirilevyillä lakkapinnoissa tapahtui muutoksia vuorokauden liottamisen aikana. HumiSeal 1H₂O -lakkapinnat kuitenkin reagoivat lievemmin kun Dymax 984-LVUF -lakkapinnat.

5 JOHTOPÄÄTÖKSIÄ JA KEHITYSIDEOITA

Opinnäytetyön käytännön osuuden toteuttamisajankohtana kesällä 2005 tuotannon lakkauslinja koostui seuraavista moduuleista:

1. loader (lataa piirilevyt piirilevykasetista lakkauslinjastolle)
2. Asymtek C-sarjan lakkakonerobotti (piirilevyjen lakkaus)
3. välikuljetin (siirtää piirilevyt lakkakoneelta unloaderille)
4. unloader (lataa lakatut piirilevyt piirilevykasetteihin)
5. uuni.

Lakkauslinjalla oli käytössä uunikuivattava, akryylipohjainen, HumiSeal 1B73-EPA -lakka (¾ Humiseal 1B73-EPA -lakkaa ja ¼ HumiSeal Thinner 604). HumiSeal 1B73-EPA -lakalla lakatut piirilevyt, jotka olivat piirilevykaseteissa, siirrettiin käsin unloaderilta rullakoihin, jotka laitettiin uuniin kuivumaan 60 minuutiksi. Prosessi vaati jatkuvaa ylläpitoa niin lakkakoneen ohjauksen kuin piirilevykasettien vaihtojen suhteen. Teoriassa lakkakoneen tulisi toimia täysin automaattisesti ja lakkakoneen operaattorin pitäisi ehtiä tekemään kaikki oheistoiminta taaten linjan tasaisen ja tehokkaan toiminnan. Linjan toimiessa optimaalisella asteella pullonkaulaksi kuitenkin usein muodostui lakan kuivaamiseen tarvittava aika, joka on kohtuullisen pitkä.

Eräälle HumiSeal 1B73-EPA -lakalla lakatulle piirilevyille tehtiin vertailun vuoksi samat rasiustestit kuin luvussa 3.1 mainituilla lakoilla lakatuille piirilevyille. HumiSeal 1B73-EPA pärjasi testeissä erinomaisesti, mutta hilaristikkokokeen tulos ei aivan yltänyt HumiSeal 1H₂O -lakan tulokseen. Vastaavasti suola-vesi-liuoskokeessa HumiSeal 1B73-EPA pärjasi yhtä hyvin kuin HumiSeal XP-01.

Ultravioletivalolla kuivattavat lakat, tässä tapauksessa Dymax 984-LVUF ja HumiSeal XP-01, pärjäsivät yllättävän huonosti hilaristikkokokeessa, jossa lakkapinta altistui ankaralle fyysiselle rasitukselle. Tämän hilaristikkokokeen tapaista fyysistä rasitusta ei pitäisi päästä aiheutumaan yleensä millekään tuotteelle, jos tuotteita käsitellään asianmukaisesti. Hilaristikkokokeen tulokset on hyvä pitää mielessä, mutta tärkeämpään asemaan asettuu suola-vesi-liuoskokeen tulokset, koska suojalakoilla lakattuja tuotteita voidaan käyttää mitä erilaisimmissa ympäristöolosuhteissa. Tässä ympäristöolosuhteilla tarkoitetaan lähinnä ilman kosteutta ja suolaisuutta, jotka muuttuvat olennaisesti, jos ollaan lähellä merta tai jos ollaan sisämaassa kaukana rannikolta.

Näiden kaikkien vertailujen ja pohdintojen jälkeen valinta kohdistuu HumiSeal XP-01 -lakkaan, joka on siis ultravioletivalolla kuivattava/kovetettava lakka. Ultravioletivalolla kuivattavan lakan ylivoimaisiin ominaisuuksiin kuuluvat pitkä työskentelyaika sekä kuivuminen murto-osissa verrattuna uunikuivattavan lakan kuivumisaikaan.



KUVIO 34. DYMAX UVC 8 Conveyor System

Suunniteltaessa HumiSeal XP-01:n soveltamista jo olemassa olevaan lakkaukselinjastoon, tulee tehdä muutoksia lähinnä lakkakoneen jälkeen tuleviin linjastomuuleihin. On olemassa erilaisia UV-kuivausyksiköitä erilaisilta valmistajilta. UV-kuivausyksikkö voi olla esimerkiksi kuvion 4 mukainen pitkänomainen yksikkö tai pienempi kuvion 34 mukainen linjayksikkö. Valinnanvaraa siis on, mutta tilan koko tai lähinnä tilan puute usein määrää koon. Liitteissä 2 ja 3 löytyy lisätietoa kuvioiden 34 ja 4 mukaisista linjayksiköistä.

Ultraviolettilakkaan vaihtaminen ei varmastikaan ole mikään pienen aikavälin prosessi, ja kannattaakin miettiä, onko hyväksi havaitun jo käytössä olevan lakkatyyppin vaihtoon syytä. Laitehankintakaan eivät ole aivan ilmaisia. Pienien yritysten tulisi todella tarkkaan harkita, minkä tyyppistä lakkaa käyttää, koska tuotantomäärät eivät välttämättä ole kovinkaan suuria ja lakattujen tuotteiden määrä ei taas välttämättä ole kuin murto-osa koko tuotantomäärästä.

Tuotantomäärien ollessa suuria säästö ajassa on huomattava UV-lakkaa käytettäessä, jos lakattavia tuotteita on paljon. Esimerkiksi tällä hetkellä käytössä olevalla laitteistolla lakataan piirilevystä puoli kerrallaan, ja piirilevyn eri puolien lakkaamisen välinen kuivumisaika on 60 minuuttia, siis 120 minuuttia / piirilevy, jos tehtäisiin yksi kerrallaan. UV-kuivattavaa lakkaa käytettäessä UV-kuivausyksikkö sijaitsisi heti lakkakoneen jälkeen ja piirilevyn kuljettua UV-kuivausyksikön läpi piirilevyn toinen puoli olisi mahdollista lakata heti eikä tarvitsisi odottaa.

Näin asia toimisi teoriassa, mutta käytäntö on jälleen asia erikseen. Kuitenkin kaikki asiat huomioon ottaen voidaan päätellä, että päästäisiin huomattavaan säästöön ajassa, kun UV-lakka otettaisiin käyttöön. Lisäksi ns. varoaika olisi pienempi, eli yhtäkkiä lakkausta tarvitseva tuotantoerä saataisiin nopeammin maailmalle. Yrityksen vasteaika siis pienenesi ainakin lakattavien tuotteiden osalta, eikä voitaisi enää puhua lakkauksen olevan pullonkaula jonkin tuotteen valmistusajassa. Kaiken kaikkiaan kehittämistä riittää aina jokaisella osa-alueella, mutta ultraviolettivalolla kuivattavan lakan käyttöönotto olisi askel eteenpäin ainakin piirilevy-lakkauksen puolella.

LÄHTEET

Ahonen, T. 1991. Maalaustyöt 1. Gummerus Kirjapaino Oy, Jyväskylä.

Asymtek. 2005. Asymtek Automated Fluid Dispensing Equipment.
[Http://www.asymtek.com/](http://www.asymtek.com/), 12.12.2005.

Asymtek. 2006. Flexible IR/Convection Oven – For Europe.
http://www.asymtek.com/products/flexible_ir.htm, 17.4.2006.

DYMAX. 2006. UV Conveyor Systems.
http://www.dymax.com/products/curing_equipment/conveyors/index.php,
17.4.2006.

Metallien pinnoitteet ja pintakäsittelyt. 1983. 3. painos. Metalliteollisuuden keskusliiton julkaisu N:O 20/83. Hangon Kirjapaino Oy, Hanko 1993.

LIITTEET

Asymtek Easy Coat for Windows NT Uuden tuotteen ohjelmoiminen

SISÄLLYSLUETTELO:

1	TERMINOLOGIAA	39
1.1	KOORDINAATIT	39
1.2	ALOITUSPISTE	39
1.3	PATTERN	39
1.4	PROCEDURE	40
1.5	MAIN PATTERN	40
2	UUDEN TUOTTEEN OHJELMOIMINEN ASKELITTAIN	41
2.1	KOON MITTAUS	41
2.2	SUUTTIMEN VAIHTO PIIKKIIN	42
2.3	PATTERNIN LUONTI	42
2.4	PÄÄ-ALOITUSPISTE	43
2.5	PIIKIN VAIHTO TAKAISIN SUUTTIMEEN	43
2.6	LAKKAUSTYYLIN VALINTA	43
2.7	YKSITTÄISEN LAKKAUSALUEEN OMINAISUUDET	45
2.8	PERUSASKELEET YHDEN LAKKA-ALUEEN TEKOON	46
2.9	MAIN PATTERNIN KUTSUT	47
2.10	OHJELMAN TESTAAMINEN	48
2.11	OHJELMAN LISÄÄMINEN TUOTANTOTILAAN	49

1 TERMINOLOGIAA

1.1 KOORDINAATIT

Koordinaatteja käytetään robotin liikkumisen suunnittelussa.

Käytössä ovat X, Y ja Z –koordinaatit:

- X –koordinaatin muutos tarkoittaa muutosta vasen-oikea-suunnassa (X:n arvo kasvaa oikealle mentäessä ja pienenee vasemmalle mentäessä)
- Y –koordinaatin muutos tarkoittaa muutosta koneen etuosa – koneen takaosa –suunnassa (Y:n arvo kasvaa liikuttaessa kohti koneen takaosaa ja pienenee liikuttaessa kohti koneen etuosaa)
- Z –koordinaatin muutos tarkoittaa muutosta ylös - alas -suunnassa (ylös kasvaa, alas pienenee)

1.2 ALOITUSPISTE

Aloituspiste tarkoittaa tiettyä koordinaattia lakattavalla kortilla. Aloituspiste on ns. nollapiste, josta lasketaan koordinaatit tarvittavia lakattavia alueita varten. Aloituspisteeksi valitaan kortilta joku selkeä kohta, esimerkiksi jokin komponentti tai piste.

Jos aihiossa on monta korttia, jokaiselle kortille määritellään oma aloituspiste, joko jokaiselle aihion kortille olevaan omaan patterniin (esim. patternit 1 puoli1, 1 puoli2, jne.) tai place pattern –kutsuihin, jossa jokaiselle aihion kortille kutsutaan samaa patternia (esim. 1 puoli, jota kutsutaan monesti, mutta eri aloituspisteestä).

Jokaisella aihion kortilla tulee aloituspisteen olla sama komponentti tms., jotta kutsuttava pattern toimisi kunnolla kaikilla aihion korteilla.

1.3 PATTERN

(≈ suuntakuvio (suom.))

Lakkaaminen tapahtuu pääasiassa patterneja käyttäen. Patternit sisältävät varsinaiset lakkauskomennot. Patternit mahdollistavat tiettyjen robotin käskyjen toistamisen eri paikoissa.

Jos lakataan ahiota, jossa on 6 samanlaista korttia, tehdään vain yksi pattern, jota kutsutaan MAIN –patternissa Place Pattern –käskyä käyttäen. Place Pattern –käskyissä määritettävä aloituspiste etsitään jokaiselle aihion kortille erikseen. Aihion kaikilla korteilla tulee aloituspisteiden sijaita

samoissa kohdissa, jotta yhdelle kortille tehty pattern toimisi muillakin korteilla.

1.4 PROCEDURE

(≈ menettely (suom.))

Proseduurit ovat käytännöllisiä yleisten toimintojen, kuten suuttimen (nozzle) puhdistuksen tai suihkun leveyden mittaamisessa.

Mm. ohjelmissa näkyvät Begin Idle ja End Idle ovat proseduureja. Proseduureja voidaan kutsua patterneissa, esimerkiksi MAIN patternissa kutsutaan yleensä aluksi End Idle –proseduuria, joka mm. nostaa suuttimen pois tinnerikupista.

1.5 MAIN PATTERN

Main pattern on ainoa pattern, joka käydään läpi kun Easy Coat for Windows NT käy ohjelmaa läpi. Näin on kaikilla erilaisilla korttien ohjelmilla. Kun MAIN pattern ei sisällä mitään (ei siis ole sijoitettu muita pattern- tai proseduurikutsuja tms.) ei ohjelma tee mitään.

Main pattern yleensä sisältää seuraavat asiat juuri tässä järjestyksessä:

- End Idle –proseduurikutsu
- Kaikki pattern –kutsut jokaiselle kortille (voi olla yksi tai useampia)
- Begin Idle –proseduurikutsu

Patterneja kutsutaan valitsemalla  -nappi ja proseduureja kutsutaan valitsemalla  -nappi Control –välilehdeltä.

Lisää terminologiaa ja infoa löytyy Asymtekin Easy Coat for Windows NT Users Guide (Version 3.2, Revision A) –oppaasta.

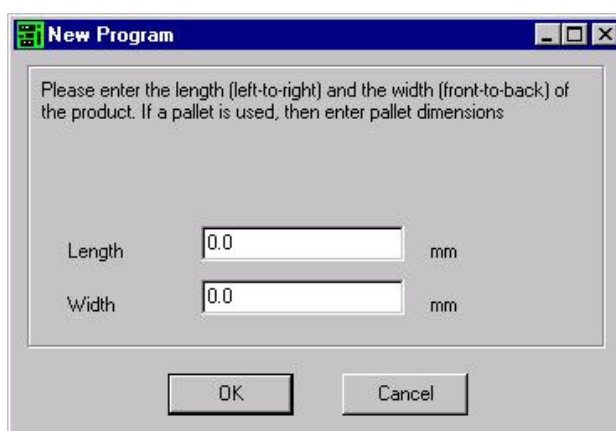
2 UUDEN TUOTTEEN OHJELMOIMINEN ASKELITTAIN

HUOM! LUE OHJEET KERTAALLEEN LÄPI ALUSTA LOPPUUN KOHTA KOHDALTA (2.1 – 2.10) ENNEN ALOITTAMISTA!

Uuden tuotteen ohjelmoiminen lakkakoneelle tapahtuu kokonaan Edit Modessa. (Jos ollaan tuotantotilassa, niin *Edit > Edit Mode*. Jos ollaan tuotantoikkunassa, mutta Edit Mode on taustalla, niin *View > Edit Mode*)

2.1 KOON MITTAUS

File > New Product Program

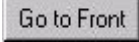


Kuva 1. Uuden tuotteen koon määrittäminen.

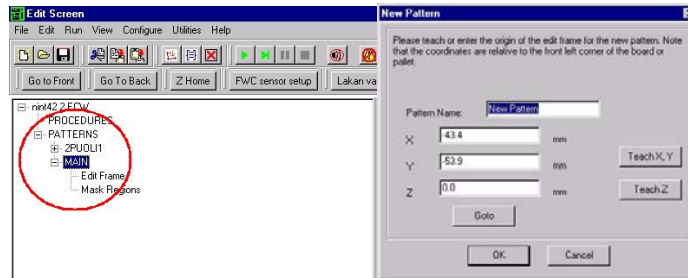
Anna tuotteen koko (framen (lakkausehikko) tai aihion pituus & leveys) → OK.

Tässä vaiheessa uusi ohjelma kannattaa tallentaa ensimmäisen kerran. Ohjelmalle annetaan tuotetta kuvaava nimi, esim. *38401_1* (tuotenumero_lakattava puoli). Puoli 1 tarkoittaa kortin etupuolta (yleensä valtaosa komponenteista tällä puolella) ja puoli 2 tarkoittaa kortin takapuolta. Kun ohjelmalle annetaan aina samalla tavoin tuotetta ja puolta kuvaava nimi, on helpompi löytää haluamansa ohjelma tuotantotilan ohjelmalistasta.

2.2 SUUTTIMEN VAIHTO PIIKKIIN


Ohjaa robotti eteen  –napista (vasemmalla ylhäällä). Vaihda terävä kärki suuttimen tilalle. Suutin tulee säilyttää tinnerikupissa. Terävällä kärjellä on hyvä määrittää tarkkoja pisteitä piirilevyiltä esim. aloituspisteet, nollapisteet tai mask regioneiden koordinaatit. Mask regioneista lisää kohdassa 2.6.

2.3 PATTERNIN LUONTI



Kuva 2. MAIN pattern aktiivisena. Kuva

3. Uuden patternin nimeäminen ja aloituspisteen opettaminen.

Klikkaa kerran patterns:n päällä (vasemmalla, procedures:n alapuolella) aktivoitaksesi sen, kuten kuvassa 2 on aktivoitu MAIN -pattern. Tämän jälkeen paina  –nappia luodaksesi uuden patternin.

Kuvassa 3 näkyvään ruutuun annetaan patternille nimi, esim. 1PUOLI1, 1PUOLI2 tms. Viimeistä numeroa ei tarvitse merkitä, jos vain yksi pattern tarvitaan, eli nimi voi olla vain 1PUOLI tms. Opetta myös ko. patternille haluttu aloituspiste levyiltä. → OK.

Tässä välissä kannattaa taas tallentaa. Kannattaa tallentaa mieluummin liian usein kuin liian harvoin.

Yleensä kannattaa tehdä pattern valmiiksi vain yhdelle kortille ensin, jos kortteja on monta, esim. framessa tai aihiossa. Tämän jälkeen samaa patternia voidaan käyttää framen tai aihion muillekin kortteille eri nollapisteitä käyttäen.

MENETELMÄ 1

Jokaiselle framen tai aihion levyille voidaan tehdä oma pattern, jolloin copy-paste –menetelmällä kopioidaan Conformal Coating –välilehdellä sijaitsevat lakkaukset toiseen patterniin.

MENETELMÄ 2

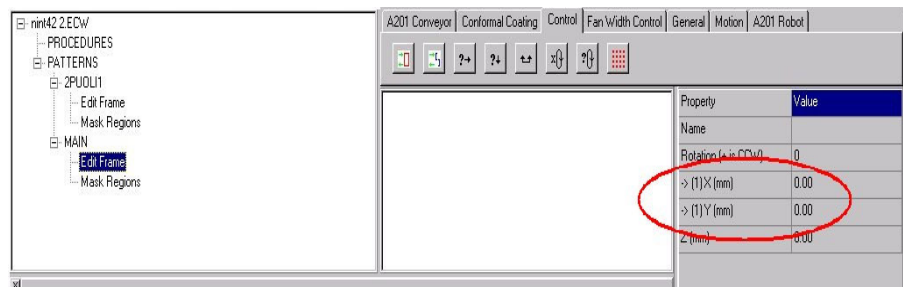
Toinen ja nopeampi tapa on käyttää yhtä jo tehtyä patternia jokaiseen framen tai aihion korttiin siten, että MAIN –patternissa kutsutaan useaan kertaan tehtyä patternia, mutta eri

nollapisteillä. Nollapisteet ovat jokaisen framen tai aihion kortin aloituspisteet.

Patternien kutsumisesta lisätietoa tämän ohjeen kohdassa 1.5.

2.4 PÄÄ-ALOITUSPISTE

MAIN –patternin alla olevaan edit frame –kohtaan on syytä vaihtaa aloituspisteeksi (0,0) ellei se sitä jo ole. Kuva 4 selventää asiaa.



Kuva 4. MAIN patternin edit frame –kohtaan koordinaatti (X,Y) nollassi.

2.5 PIIKIN VAIHTO TAKAISIN SUUTTIMEEN

Kun haluttu määrä pisteitä on etsitty lakattavalta piirilevyllä, voi terävän kärjen irrottaa ja laittaa suuttimen takaisin paikoilleen. Lakkausalueiden määrittäminen tapahtuu pääsääntöisesti varsinaista suutinta käyttäen, jotta voidaan määrittää mm. halutut ruiskutuskorkeudet (z –koordinaattiarvot) lakkausalueille.

2.6 LAKKAUSTYYLIN VALINTA

Tässä vaiheessa kannattaa miettiä, miten kyseessä olevan kortin lakkaaminen olisi mahdollisimman helppoa ja loogista (eli nopeaa). Periaatteessa on kaksi tyyliä lakata kortti. Joko määritetään iso lakattava alue (AREA COAT) tai määritellään yksitellen lakattavat pienet lakkavedot. Näitä kahta tyyliä voi myös yhdistellä, jolloin usein saadaan paras lopputulos. Conformal Coating –välilehdeltä löytyvät tarvittavat työkalut.

AREA COAT

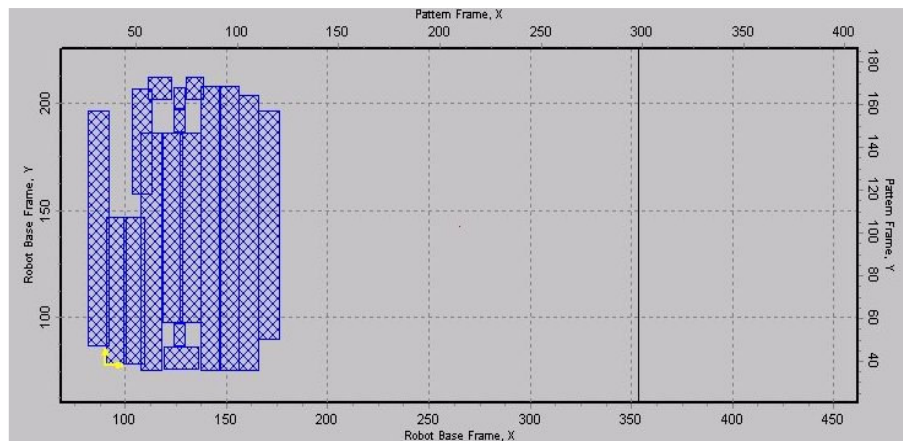
Helppo tapa lakata tasainen ja vähän komponentteja sisältävä levy on käyttää Area Coat- ja Mask Region –työkaluja yhdessä. Voidaan tehdä niin, että Area Coat –työkalulla määritellään koko piirilevy lakattavaksi ja Mask Region –työkalulla karsitaan pois ne alueet, joita ei haluta lakattavan. Jos kuitenkin jonkun Mask Region –alueen sisälle jää pieni lakattava osa, voidaan

se kuitenkin lakata erikseen määrittämällä ko. komponentin päälle vaikka lakkapiste, ja pisteen ominaisuuksiin Ignore Mask vaihdetaan Trueksi.

Jos levyllä on paljon komponentteja ja korkeuseroja, on syytä tehdä lakkavedot yksitellen, jotta voidaan mukautua mm. korkeuseroihin.

YKSITELLEN

1PUOLI tms. pattern aktiivisena voidaan ryhtyä määräämään haluttuja lakka-alueita. Lakkaa voidaan ruiskuttaa mm. pisteinä, viivoina ja alueina. Kuvassa 5 näkyy yksittäisin lakkaviivoin määritellyillä alueilla tehty lakkaus.

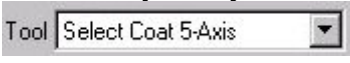


Kuva 5. Yksittäisiä lakkaviivoja. Työkaluna Select Coat 5-axis.

Conformal Coating –välilehdeltä löytyvät lakkausmahdollisuudet näkyvät  -rivistönä.

Vasemmalta oikealle: viiva, piste, alue, kaari, jne... Vaihtoehtoja siis löytyy lakkasuihkun tyyliä. Näiden ominaisuuksista tarkemmin kohdassa 2.7.

Normaalityökaluna käytetään Select Coat 5-axis –työkalua, mutta vaihtoehtoisesti voidaan käyttää Knife Edge –työkalua, jos halutaan vieläkin tarkempaa jälkeä esim. kortilla olevaan pieneen tilaan.

Knife Edge käyttäytyy kuten Select Coat 5-axis –työkalukin, mutta jälki on puolet kapeampaa, jolloin voidaan tarvittaessa tehdä hyvinkin tarkkaa jälkeä. Koko ajan käytettävä työkalu valitaan ruudun yläaidasta  -kohdan alasvetovalikosta. Työkalun voi määrittää myös erikseen jokaiselle tehdyille lakkaviivalle tms. alueelle. Työkalun vaihtaminen kesken ohjelman hidastaa oleellisesti ohjelmaa, joten jos erilaista työkalua, esim. Knife Edgeä aikoo käyttää, on syytä jättää ko. työkalulla tehtävät alueet ohjelman loppuun. Näin työkalua tarvitsee vaihtaa vain kerran ja taas säästetään aikaa.

Jokaisesta tehdystä lakka-alueesta tai –viivasta tulee tarvittaessa laittaa Start ja Stop Distancet nollassi. Ne ovat Automatic –asennossa defaulttina (≈ vakiona (suom.)). Jos nämä aloitus- ja lopetusetäisyydet unohtaa nollassi, saattaa robotin nopeasti liikkuva lakkausväylä aiheuttaa suurta vahinkoa, jos levyllä on paljon korkeuseroja eri komponenttien välillä. Korkeuserojen kanssa on syytä olla hyvin tarkkana, koska robotti on ”sokea” koneessa olevan piirilevyn suhteen. Korkeuserojen huomioiminen jää siis täysin koneen ohjelmoijan vastuulle.

2.7 YKSITTÄISEN LAKKAUSALUEEN OMINAISUUDET

Seuraavat ominaisuudet kuvaavat lakkausviivan ominaisuuksia, mutta niitä voi soveltaa myös muiden lakkaustyökalujen ominaisuuksiin.

Property	Value
Approach Height (mm)	20.00
-> (1) Begin X (mm)	-3.50
-> (1) Begin Y (mm)	8.70
Depart Height (mm)	None
Dispense Height (mm)	10.00
Dispense Speed (mm/s)	Automatic
(2) End X (mm)	-3.50

Kuva 6. Ominaisuuksia 1/2

(2) End Y (mm)	118.48
Ignore Masks	FALSE
Pass Width (mm)	10.00
-> (1) Rotate (deg)	270.00
Start Distance (mm)	0.00
Stop Distance (mm)	0.00
-> (1) Tilt (deg)	0.00
Tool	Select Coat 5-Axis

Kuva 7. Ominaisuuksia 2/2

Ominaisuuksien yläpäässä olevat ”Property” ja ”Value” ovat otsikoita, ja niitä ei voi muuttaa.

Ominaisuuden nimi	Toiminta
Approach Height (mm)	Lähestymiskorkeus millimetreinä. Tämä määrää, kuinka korkealle suuttimen pää nousee ennen ko. lakkaviivan aloituskohtaan siirtymistä.
Begin X (mm)	Lakkaviivan aloituskohdan X -koordinaatti. Arvo on etäisyys nollassi millimetreinä.
Begin Y (mm)	Lakkaviivan aloituskohdan Y -koordinaatti. Arvo on etäisyys nollassi millimetreinä.
Depart Height (mm)	Etäännyttämiskorkeus millimetreinä. Tämä määrää, kuinka korkealle suuttimen pää nousee ko. lakkaviivan lakkaamisen jälkeen ennen uuteen lakkausalueeseen siirtymistä.
Dispense Height (mm)	Ruiskutuskorkeus millimetreinä. Tällä säädetään, kuinka korkealta ko. lakkaviiva lakataan. Tämä on yksilöllinen korkeus jokaiselle lakkaviivalle ym. lakkausalueelle. Korkeus riippuu siitä, kuinka korkeita komponentteja löytyy ko. lakkausalueelta. Komponenttien ja suuttimen väliin kannattaa jättää noin 2...4mm ilmaa, jotta vältytään vahingoilta.
Dispense Speed (mm/s)	Ruiskutusnopeus millimetreinä sekunnissa. Yleensä käytetään asetusta "Automatic", joka tarkoittaa sitä, että ruiskutusnopeus on noin 380mm/s. Tarvittaessa nopeuden voi asettaa itse, jos haluaa jollekin alueelle enemmän lakkaa ruiskutettavan. Hitaampi nopeus voisi olla esim. 200mm/s. Sopiva nopeus löytyy kokeilemalla.

End X (mm)	Lakkaviivan lopetuskohdan X -koordinaatti. Arvo on etäisyys nollapisteestä millimetreinä.
End Y (mm)	Lakkaviivan lopetuskohdan Y -koordinaatti. Arvo on etäisyys nollapisteestä millimetreinä.
Ignore Masks	Tämän asetuksen arvo on oletuksena "FALSE", eli jos levyllä on mask regioneita, ne otetaan huomioon. Haluttaessa asetuksen voi laittaa "TRUE" -asentoon, jolloin ko. lakkausalue jättää huomioimatta mahdolliset mask region -alueet.
Pass Width (mm)	Tätä arvoa muuttamalla voidaan määrittää, paljonko lakkausalueen viivat menevät päällekkäin. Esimerkiksi jos halutaan enemmän lakkaa jollekin alueelle, voidaan arvoksi asettaa vaikkapa yksi millimetri. Käytännöllinen esim. AREA COAT -työkalua käytettäessä.
Rotate (deg)	Robotin suutinta voidaan kääntää 90 astetta kerrallaan haluttuun asentoon tätä arvoa muuttamalla. Hiirellä klikkaamalla saadaan esiin alasvetovalikko, josta voidaan valita haluttu "kiertymä". Tällä työkalulla voi halutessaan saada aikaan ohuitakin lakkaviivoja.
Start Distance (mm)	Aloitusetäisyys millimetreinä. Tällä määrätään, montako millimetriä robotti kerkeää ottamaan vauhtia ennen lakkaviivan aloituspistettä. Automatic -asetuksella etäisyys on noin 30mm. Tätä kannattaa käyttää, jos mahdollista piirilevyn komponenttisijoittelun johdosta. Varma keino on asettaa arvoksi nolla. Tällöin minimoidaan riskit, mutta lakkausjälki hieman kärsii.
Stop Distance (mm)	Lopetusetäisyys millimetreinä. Tällä määrätään, montako millimetriä robotti liikkuu vielä lakkaviivan lopetuspisteen jälkeen. Automatic -asetuksella etäisyys on noin 30mm. Tätä kannattaa käyttää, jos mahdollista piirilevyn komponenttisijoittelun johdosta. Varma keino on asettaa arvoksi nolla. Tällöin minimoidaan riskit, mutta lakkausjälki hieman kärsii.
Tilt (deg)	Tarvittaessa lakkauspäätä voidaan "tiltata" (kääntää) 30 astetta, jos tarvitsee ruiskuttaa lakkaa hieman vinosti. Asetusvaihtoehtoina löytyy joko 0 tai 30 astetta.
Tool	Jokaiselle lakkausalueelle voidaan yksilöllisesti valita työkalu, jolla ko. lakkausalue lakataan. Se tapahtuu hiirellä klikkaamalla ja valikosta valitsemalla.

2.8 PERUSASKELEET YHDEN LAKKA-ALUEEN TEKOON

Nämä askeleet toimivat soveltaen kaikkiin löytyviin vaihtoehtoihin (viiva, piste, alue, tms.). AREA COAT –työkalua käytettäessä määritellään aloitus- ja lopetuskoordinaattien sijaan lakattavan alueen kauimmaisten nurkkien koordinaatit. Pistelakkausta käytettäessä tarvitsee asettaa vain yksi koordinaatti sekä pisteen kesto sekunteina.

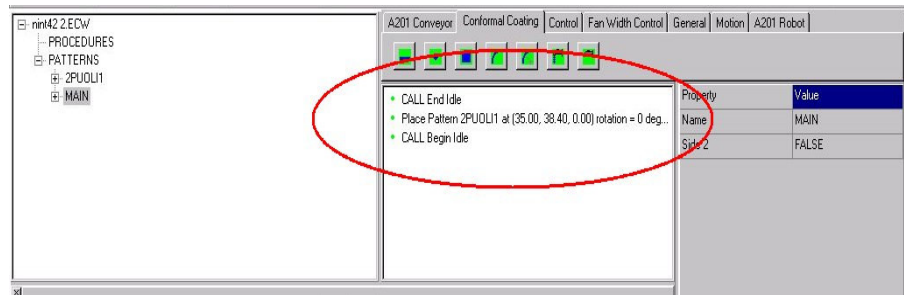
- 1) päättä käyttämäsi työkalu (viiva, piste, jne..) ja luo ko. työkalun napista uusi lakkausalue
- 2) muuta juuri luodun lakkausalueen ominaisuuksia tarpeiden mukaan, esim. käännä haluttu astemäärä lakkauspäätä (esim. 270 astetta) tai "tilttaa" lakkauspäätä tarvittaessa 30 asteen kulmaan

- 3) liikuta robotin lakkauspää manuaalisesti (koneen etupaneelin näppäimistä) haluttuun aloituskohtaan ja opeta aloituspiste kohtiin Begin X ja Begin Y
- 4) määrää sopiva korkeus
- 5) liikuta robotin lakkauspää lopetuskohtaan ja opeta lopetuspiste kohtiin End X ja End Y
- 6) lisää tarvittaessa lähestymis- ja etäännyttymiskorkeudet
- 7) nolaa/muuta tarvittaessa Start- ja Stop Distancet

Näin toimitaan niin pitkään, kun haluttu määrä lakka-alueita on määritetty yhdelle lakattavalle kortille.

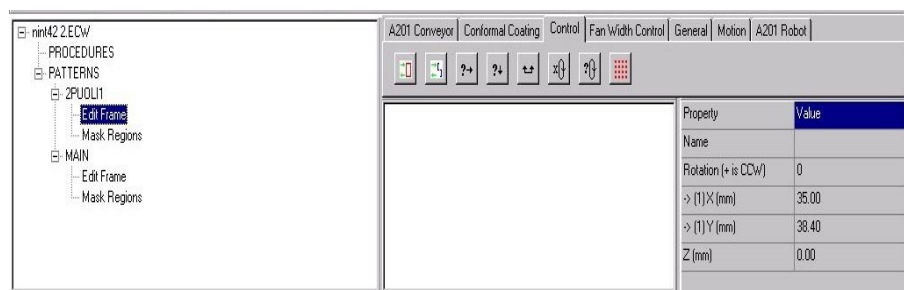
2.9 MAIN PATTERNIN KUTSUT

Tässä vaiheessa MAIN –patterniin lisätään ainakin kaksi proseduurikutsua ja haluttu määrä muiden patternien kutsuja proseduurikutsujen *väliin*, esimerkiksi kuvan 8 mukaisesti.



Kuva 8. Call- ja Place –kutsut valmiina.

Main –patternin alkuun tulee End Idle –proseduurikutsu ja loppuun Begin Idle –proseduurikutsu. *Niiden väliin* tulee sijoittaa patternien kutsut (esim. 1PUOLI1, 1PUOLI2 jne...). Jokaisen patternin kutsun yhteydessä määriteltävät X ja Y –koordinaatit ovat samoja kuin jokaisen patternin aloituspisteet. Patternien aloituspisteet löytyvät patternien ”alla” olevista Edit Frame –kohdista, kuten kuvasta 9 näkyy.



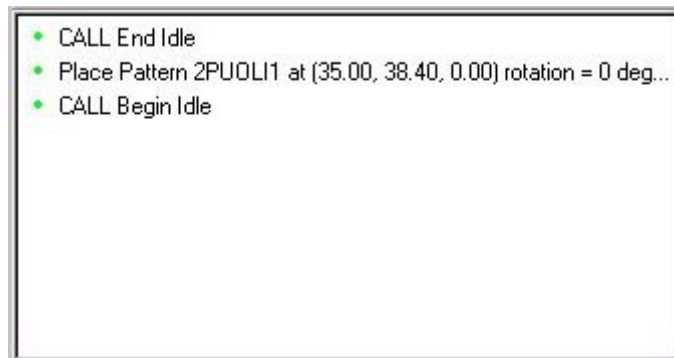
Kuva 9. 2PUOLI1 –patternin Edit Framessa sijaitseva aloituspiste.

2.10 OHJELMAN TESTAAMINEN

Kun kaikki on valmista, eli *vakiosuutin* on paikoillaan ja MAIN – patternissa on tarvittavat proseduur- ja pattern –kutsut valmiina ja oikeassa järjestyksessä, voidaan ohjelmaa testata.

Ensiksi kannattaa testata ilman lakkaa ja mikäli ohjelma näyttää hyvältä, niin lakan kanssa. Lakan päälle/pois –kytkeminen tapahtuu robotin etupaneelista APPLIC ON/OFF –napista. Ohjelman testauksen aloittamiseksi MAIN –pattern tulee olla aktiivinen, eli riittää kun kerran klikkaa ko. patternin päällä.

HUOM! *Varmista ennen testausta, että MAIN –pattern sisältää **End Idle** –proseduurin ENNEN pattern –kutsuja ja pattern –kutsujen JÄLKEEN löytyy **Begin Idle** –proseduurikutsu. Mikäli näin ei ole, ja MAIN –pattern sisältää vain jonkin pattern –kutsun, robotti ei ymmärrä nousta pois tinnerikupista vaan yrittää liikkua eteenpäin törmäten kupin reunaan. Tämä saattaa vahingoittaa robottia ja lakattavaa korttia pysyvästi. Pitää siis olla tarkkana, että tarvittavat proseduurikutsut löytyvät MAIN –patternista OIKEASSA JÄRJESTYKSESSÄ (kuva 10) !!!*



Kuva 10. MAIN –patternissa sijaitsevien kutsujen oikea järjestys.

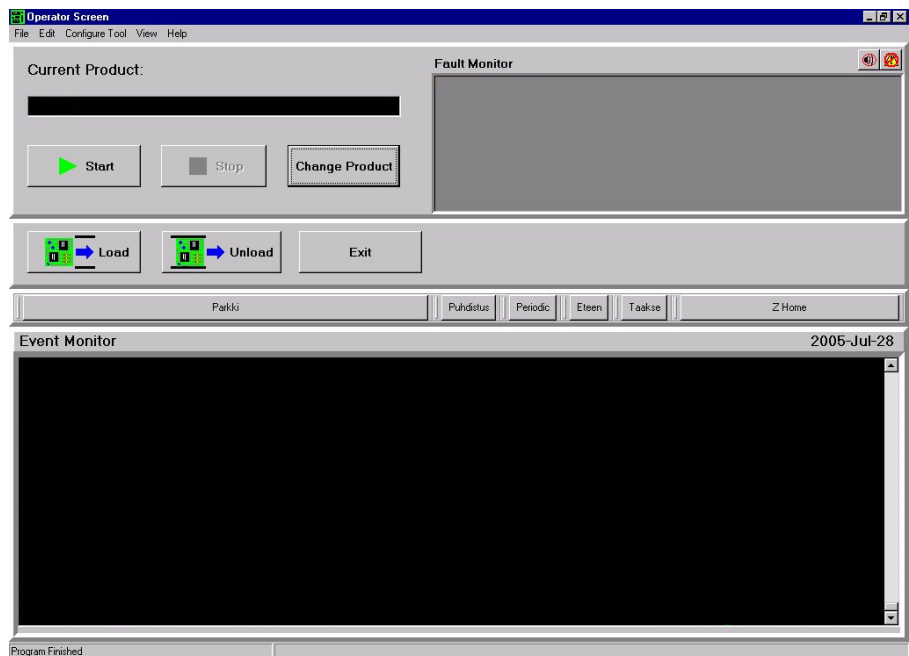
Tämän jälkeen F6:ta painamalla voidaan ajaa ohjelma läpi. Sormi kannattaa pitää koko ajan robotin etupaneelin pause –näppäimellä, jos jokin sattuu menemään vikaan.

2.11 OHJELMAN LISÄÄMINEN TUOTANTOTILAAN

Kun ohjelmaa on testattu useaan kertaan aluksi ilman lakkaa sekä myös lakan kanssa ja kaikki näyttää hyvältä, voi ohjelman viedä tuotantotilaan (kuva 11) asti.

Tämä tapahtuu seuraavasti:

- *Configure > Product Map*
- Valitse aktiiviseksi "Product Map" –välilehti
- Klikkaa "New Part"
- Part numberiksi tulee tuotenumero ja lakattava puoli, esim. 38401_1
- Tiedosto löytyy "Browse" –napin takaa. Valitse tiedosto jonka juuri teit tms.
- Tämän jälkeen paina OK.
- Tuote näkyy nyt tuotantotilan Change Product –listalla.

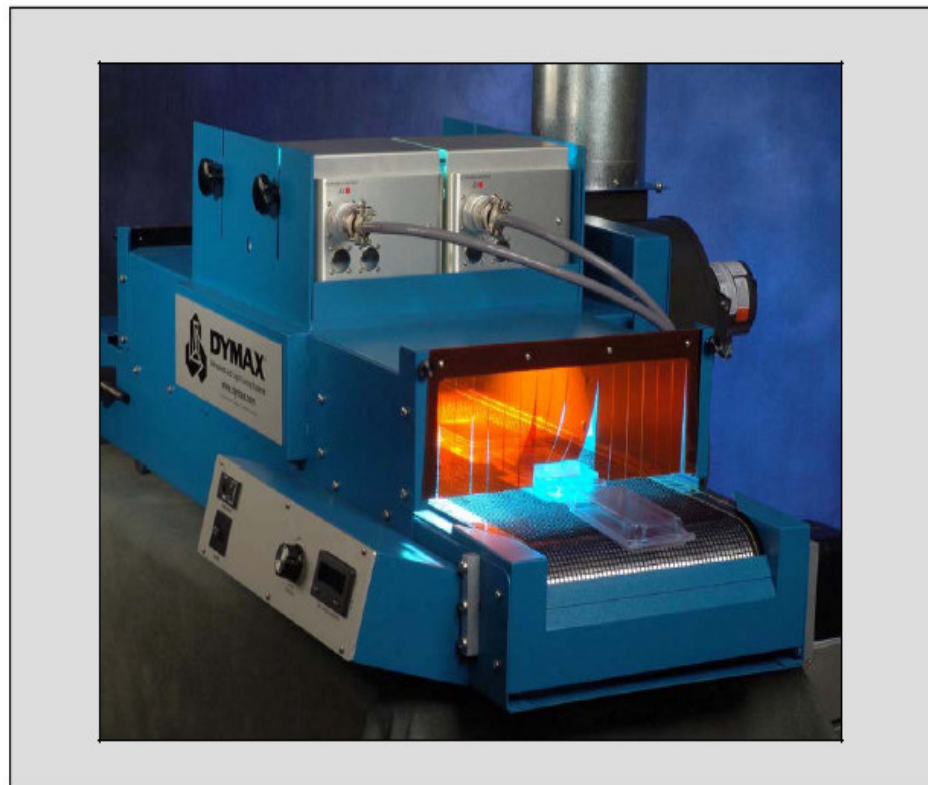


Kuva 11. Tuotantotila.



NEW 12" Wide UV Curing Conveyor with Multiple Lamp and Part Clearance Options

The DYMAX UVCS series conveyors are designed for UV curing DYMAX resins as well as UV curable inks and coatings. These 12" wide conveyors can be outfitted with up to four DYMAX 5000-EC lamps or up to two, six-inch microwave lamps. They offer complete shielding from UV light and consistent cure times. The lamp options allow matching intensity requirements to keep operating costs to a minimum. Standard height clearance is 4 inches; optional risers increase clearance to either 6 or 10 inches.



FEATURES

➤ Complete UV shielding	➤ Built-in exhaust fan and stack
➤ Controlled and consistent cure times	➤ Integral vacuum hold-down and cooling system
➤ Accepts parts up to 12" x 36"	➤ Accurate digital belt control and readout
➤ 4", 6", or 10" vertical clearance available	➤ Adjustable lamp-to-belt distance
➤ 12" belt width (guides available to channel parts into center 6")	➤ Benchttop conveyor (with optional transportation carrying cart)

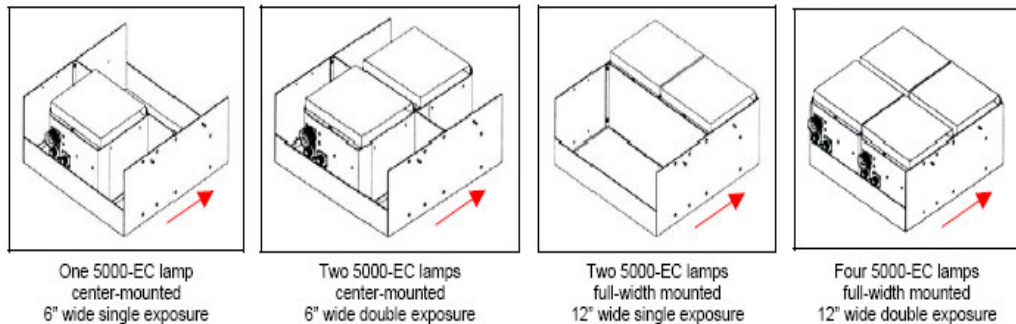
CHOOSING THE RIGHT LAMP(S)

UVCS SERIES CONVEYORS CAN BE OUTFITTED WITH EITHER 5000-EC LAMPS OR FUSION F300 LAMPS.

5000-EC Lamps

These lamps provide moderate intensity (~200 mW/cm²) over a 6" x 6" (approximate) curing area. Their 400-Watt auto-switching power supplies accept 90 to 264 Volts AC and 47 to 63 Hz. With normal use, 5000-EC bulbs will retain 80-90% of their original intensity after 1,000 hours. 5000-EC lamps are recommended for small to medium throughput bonding applications. For faster or more tack-free cures, Fusion F300 lamps are recommended.

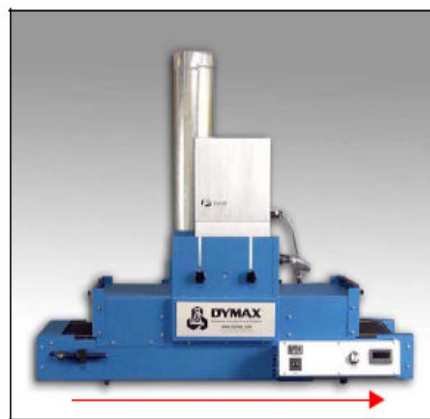
UVCS series conveyors can be outfitted with one, two or four 5000-EC lamps as shown in the diagrams below.



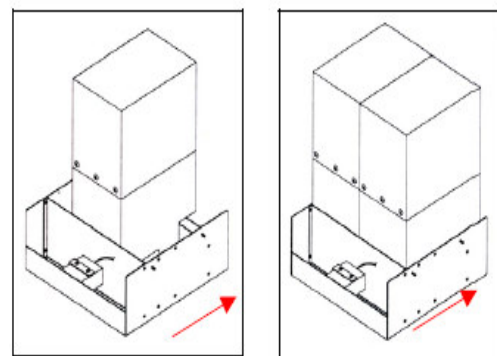
Fusion F300 Lamps

These lamps provide the highest intensity (~2,500 mW/cm²) over a 1" x 6" curing area. Fusion F300 lamps require 220/230 Volts AC. With normal use, Fusion F300 lamps retain 80% of their intensity up to 5000 hours. Fusion F300 lamps are recommended for most coating, potting, and gasketing applications and all high throughput applications.

UVCS series conveyors can be outfitted with one or two Fusion F300 lamps as shown in the diagrams below.



UVCS conveyor with one center-mounted Fusion F300 lamp



One center-mounted Fusion F300
6" wide single exposure

Two full-width mounted
Fusion F300s
12" wide single exposure

5000-EC AND F300 LAMP SPECIFICATIONS AND FEATURES

	5000-EC LAMPS								FUSION F300 LAMPS			
	UVCS-D5-1-120	UVCS-D5-1-230	UVCS-D5-2A-120	UVCS-D5-2A-230	UVCS-D5-2B-120	UVCS-D5-2B-230	UVCS-D5-4-120	UVCS-D5-4-230	UVCS-F-1-230	UVCS-F-2-230	UVCS-F-1-230 HS	UVCS-F-2-230 HS
Part Number	39060	39065	39070	39075	39080	39085	39100	39105	39150	39160	39275	39276
Belt Width	12"								12"			
Lamps 5000-EC Fusion F300	1*	2*		2		4		1*	2	1*	2	
Lamp Orientation CM = center mounted FW = full width	CM				FW				CM	FW	CM	FW
Width of Illuminated Area	6"				12"				6"	12"	6"	12"
Maximum UVA Intensity (320-390 nm)	200 mW/cm ²								2,500 mW/cm ²			
Maximum UVA Energy (320-390 nm) @ 5 fpm (J/cm ²)	1.25	2.50		1.25		2.50		2				
Shipping Weight with Crates (lbs.)	390		410				450		475	580	475	580
Belt Speeds (feet per minute)	1-27 fpm								1-27 fpm		25-115 fpm	
Voltage (VAC)	120V	220/230V	120V	220/230V	120V	220/230V	120V	220/230V	220/230V			
Amperage	9.6	4.8	17.6	8.8	17.6	8.8	33.6	16.8	16	32.6	16	32.6
Replacement Bulbs												
Metal Halide (Standard) #38560	X	X	X	X	X	X	X	X				
Mercury #36970**	X	X	X	X	X	X	X	X				
"D" Bulb (Standard) #36399									X	X	X	X
"H" Bulb #36441**									X	X	X	X

*These conveyors have center-mounted lamps and are supplied with removable guides to channel parts into middle 6" of conveyor.

**These bulbs are primarily designed for curing UV inks and cationic epoxies.

OVERALL DIMENSIONS FOR ALL UVCS CONVEYORS

- 51" (129.54 cm) long
- 39.5" (100.33 cm) high
- 35" (88.9 cm) wide (from control panel to rear of blower)

UVCS conveyors are available without lamps for those customers that have previously purchased 5000-EC or Fusion F300 lamps. Also, additional lamps may be incorporated into UVCS conveyors after initial purchase (from one or two 5000-ECs up to four 5000-ECs).

ACCESSORIES AND REPLACEMENT PARTS



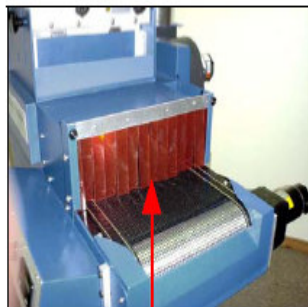
Transportation Cart

ACCESSORIES

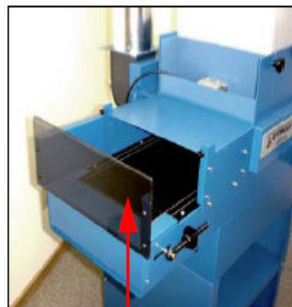
Risers Kit 2"	Pair	39218
Risers Kit 6"	Pair	39280
Transportation Cart	1	39215
Guides for 6" Curing	1	39277

REPLACEMENT PARTS

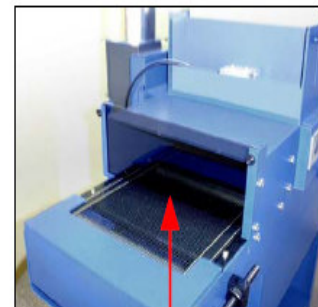
Acrylic Tunnel Shield	1	39205
Tunnel Light Curtain	1	39207
Replacement Belt	1	39134
Extension Shield	1	39199
5000-EC (for conveyors only)	1	39241



Tunnel Light Curtain



Extension Shield



Acrylic Tunnel Shield

**For More Information on DYMAX UV Curing Systems and Adhesives
Call DYMAX at (860) 482-1010 or Fax (860) 496-0608**

© 2005 DYMAX Corporation
Please note that most dispensing and curing system applications are unique. DYMAX does not warrant the fitness of the product for the intended application. Any warranty applicable to the product, its application and use is strictly limited to that contained in DYMAX's standard Conditions of Sale. DYMAX recommends that any intended application be evaluated and tested by the user to insure that desired performance criteria are satisfied. DYMAX is willing to assist users in their performance testing and evaluation by offering equipment trial rental and leasing programs to assist in such testing and evaluation. Data sheets are available for valve controllers or pressure pots upon request. LIT051A Rev. 05/24/05

DYMAX Corporation - 51 Greenwood Road - Torrington, CT 06790 - Phone: 860-482-1010 - Fax: 860-498-0608
E-mail: info@dymax.com - www.dymax.com

DYMAX Europe GmbH - Trakehner Strasse 3 - D-60487 Frankfurt am Main - Germany - Phone: 0049-69-7165-3588
Fax: 0049-69-7165-3830 - E-mail: dymaxinfo@dymax.de - www.dymax.de

DYMAX®, Light-Weld®, Light-Welder®, Multi-Cure®, Ultra Light-Weld®, MEDICURE® and MD® are trademarks of DYMAX Corporation



SPECIFICATIONS: IR/CONVECTION CURE MODULE

FLEXIBLE IR/CONVECTION MODULE FOR CONFORMAL COATING

Asymtek's inline forced-convection cure module features a flexible design ideal for mid- to high-volume production. Available in a choice of four heating lengths, the CE-compliant module's infrared panels and exclusive heat dispersion plates ensure optimal heat transfer by convection. This high-performance heating module provides precise, repeatable, closed-loop control of conveyor speed and internal thermal environment. Process control of all system parameters and events is achieved through Windows®-based software, with an easy-to-use graphical interface.



A SMEMA-compatible chain conveyor allows the processing of double-sided boards, and is easily integrated into your existing Century® conformal coating line. The conveyor is configured for left-to-right flow with manual width adjustment.

Preventive maintenance and repair operations are facilitated by easy access to the module's interior subassemblies. Heating elements and convection units can be dismantled and replaced in less than five minutes. To maintain a safe operating environment, the module's ventilation system allows efficient evacuation of volatile materials with customer-supplied external exhaust venting.

FEATURES:

- Heating zones can be configured to meet specific application requirements
- Windows-based software provides reliable thermal regulation and control
- The conveyor is dimensionally SMEMA-compatible for smooth integration into existing production line
- Easy access to interior subassemblies aids preventive maintenance and cleaning
- Solvent ventilation system allows safe, efficient evacuation of volatile materials
- CE-certified to ensure conformity to the safety and quality standards of the European Community

Nardson
Electronics Systems

Asymtek
A NORDSON COMPANY

IR/CONVECTION CURE MODULE SPECIFICATIONS:

HEATING MODULE:

Number of Heating Zones: 6 bottom; 6 top
 Maximum Process Temperature: 200 °C
 Process Profile Repeatability: ±8 °C
 Heat-up Time Including Stabilization: 30 min

CONVEYOR:

Board Width: 485 mm (19 in.) maximum
 50 mm (2 in.) minimum
 Above-board Clearance: 100 mm (3.9 in.)
 Underboard Clearance: 100 mm (3.9 in.)
 Speed: 825 mm/min (32.5 in./min) maximum
 165 mm/min (6.5 in./min) minimum
 Pin/Chain Conveyor: 5 mm (0.2 in.)
 Conveyor Height: 900 to 980 mm (35.4 to 38.6 in.)

DIMENSIONS:

Width: 1,250 mm (49.2 in.)
 Height: 1,380 mm (54.6 in.) (excluding monitor and light beacon)
 Length: See chart below

FACILITIES REQUIREMENTS:

Voltage: 400/480 VAC, 3-phase, 5-wire
 Exhaust (customer-supplied): 0.33 m³/s @ 40 mm water column (706 SCFM @ 1.6 in. water column)

OTHER STANDARD FEATURES:

Light beacon
 Portable computer control system

MODEL	HEATING LENGTH	OVERALL LENGTH	SYSTEM WEIGHT	POWER INPUT
TC-2400	2,400 mm (94.5 in.)	3,200 mm (126.0 in.)	750 kg (1,500 lbs.)	40 kw
TC-3000	3,000 mm (118.0 in.)	3,800 mm (149.6 in.)	900 kg (1,986 lbs.)	45 kw
TC-3600	3,600 mm (141.7 in.)	4,400 mm (173.0 in.)	1,000 kg (2,200 lbs.)	52 kw
TC-4800	4,800 mm (189.0 in.)	5,600 mm (220.5 in.)	1,500 kg (3,300 lbs.)	68 kw

Please contact these locations for the name of your local representative:

HEADQUARTERS

2762 Loker Avenue West
 Carlsbad, CA 92008-6603 USA
 U.S. (toll free): 1-800-ASYMTEK
 Tel: (760) 431-1919
 Fax: (760) 431-2678
 Email: info@asymtek.com

INTERNATIONAL SALES

Europe: +31 (0) 43-352-4466
 Japan: +81 (0) 3-5762-2801
 Korea: +82-31-766-8321
 S.E. Asia: +65 (0) 7782511
 Taiwan: +886-2-82001268

www.asymtek.com

Asymtek
 A NORDSON COMPANY

Century® and Asymtek® are trademarks of Asymtek.
 Nordson® is a trademark of Nordson Corporation.
 Windows® is a registered trademark of Microsoft, Inc.

Asymtek reserves the right to make design changes to products to improve their function. These changes may occur between printings.
 Contact Asymtek for your specific application requirements.

©2000 Asymtek Printed 12/00 ASL-00-2114 Rev A
 Asymtek is ISO 9001 Certified

