OAMK
OULUN AMMATTIKORKEAKOULU

Juuso Niemi

FPC-MODUULIN TESTAUSASEMAN LIITINTESTAUS

FPC-MODUULIN TESTAUSASEMAN LIITINTESTAUS

Juuso Niemi
Opinnäytetyö
Syksy 2020
Sähkö- ja automaatiotekniikan
tutkinto-ohjelma
Oulun ammattikorkeakoulu

TIIVISTELMÄ

Oulun ammattikorkeakoulu
Sähkö- ja automaatiotekniikan tutkinto-ohjelma, sähkötekniikka

---

Tekijä: Juuso Niemi
Opinnäytetyön nimi suomeksi: FPC-moduulin testausaseman liitintestaus
Opinnäytetyön nimi englanniksi: Test of FPC Module Test Cell Connector
Työn ohjaaja: Jaakko Kaski
Työn valmistumislukukausi ja -vuosi: Syksy 2020
Sivumäärä: 26 + 2 liitettä

Työn aiheena oli kannettavan elektroniikan liittimelle kytkeytymisen testaus. Liittimen pinniväli oli 0,35 mm. Tavoitteena oli saada toimeksiantajan laitteisto kytkeytymään liittimelle ja saada tehtyä kytkennälle automatisoituja syklitestejä, joissa mitattaisiin kytkennän onnistumista. Tästä saataisiin tietoa moduulipuolen projektien haasteista ja kyvykkyydestä niiden ratkaisuun. Työn toimeksiantajana oli JOT Automation Oy. Työ tehtiin toimeksiantajan tiloissa Oulussa.

Laitteistolla ei testattu oikeita tuotteita. Sen sijaan siinä käytettiin itsetehtyä testikappaletta, jolla oli mahdollista testata laitteen liittimelle kytkeytyminen. Liitin oli samanlainen oikeassa tuotteessa ja testikappaleessa. Testikappaleella tehdyt testit kertovat toimeksiantajalle laitteen toimivuudesta oikealla tuotteella. Oikealle tuotteelle tehtäisiin eri testejä, joissa oletetaan, että kytkentä toimii. Oikea tuote vaihtuisi joka kerta massatuotannossa. Tässä opinnäytetyössä testattiin vain kytkeytymistä, ei varsinaista tuotetta.

Haasteena oli saada liittimelle soveltuvien testineulojen kontakti toimimaan. Kontaktin saamiseksi testineulojen pidikettä piti työstää käsin mikroskoopin ja käsityökalujen avulla. Testineuloille ajettiin tuhansia testisyklejä, kunnes vastusarvot alkoivat kasvaa liian suureksi. Tämä johtui siitä, että testineulojen pintaan kerääntyi partikkeleita, jotka olivat irronneet neuloja ohjaavista pinnoista. Testineulojen puhdistamisen jälkeen kontakti saatiin palautettua ja testisyklejä pystyi taas ajamaan. Testineulojen pidäkekappale ei ollut optimaalinen, sillä se väännätti neuloja, mikä aiheutti niiden hankaamisen. Paremmalla neulojen pidikkeellä syklinkesto olisi todennäköisesti ollut parempi. Toimeksiantajalle saatiin tieto laitteen liittimelle kytkeytyvien testineulojen syklikestosta ja ehdotuksia, miten syklikestoa voi parantaa. Tietoa saatiin myös testineulojen huoltotoimenpiteistä ja kontaktin palauttamisesta.

Asiasanat: Kytkentä, automaatio, toistomittaus

SISÄLLYS

1 JOHDANTO 3

2 FPC MODUULIN TESTAUSPROJEKTI 4

2.1 Projektin taustat 4

2.2 Työtehtävät 5

3 MITTAUSJÄRJESTELYT 6

3.1 Laitteiston rakenne 6

3.2 National Instruments PXIe-järjestelmä 6

3.3 PLC 7

3.4 Testikappale 7

3.5 Testineulojen mittaus signaaligeneraattorilla ja vastusmittauksella 7

3.6 Testineulojen mittaus vastusmittauksella 9

3.7 Adapteripiirilevyn kotelo 12

4 KONTAKTITESTAUS 14

5 DATAN ESITYS JA TULKINTA 15

6 YHTEENVETO 25

LÄHTEET 26

LIITTEET

Liite 1 Kita testineulojen datalehti

Liite 2 Hirose BM28 -liittimen datalehti

1 JOHDANTO

Opinnäytetyön toimeksiantajana oli JOT Automation Oy. JOT Automation valmistaa testaus ja kokoonpanolaitteistoja elektroniikkateollisuuden käyttöön. Yrityksen asiakkaan tuote voi olla esimerkiksi matkapuhelin, kannettava tietokone tai erillinen komponentti. (1.) JOT Automationilla on henkilökuntaa useassa maassa ja sen pääkonttori sijaitsee Oulussa. Yritys työllisti 279 henkilöä vuonna 2019. (2.)

Tavoitteena oli saada toimeksiantajan laitteisto kytkeytymään liittimelle ja saada tehtyä kytkennälle automatisoituja syklitestejä, joissa mitattaisiin kytkennän onnistumista. Tästä saataisiin tietoa moduulipuolen projektien haasteista ja kyvykkyydestä niiden ratkaisuun. Kyseistä liitintä käytetään esimerkiksi matkapuhelimissa, puettavissa laitteissa ja tablet-laitteissa (LIITE 2). Toimeksiantaja halusi kartuttaa kokemusta näin tiheän pinnivälin liittimen käytöstä testauksessa. Opinnäytetyössä tulevia löydöksiä voitaisiin hyödyntää näitä käyttävien projektien saamiseksi.

2 FPC MODUULIN TESTAUSPROJEKTI

2.1 Projektin taustat

Toimeksiantajalla oli keskeytetty projekti, jossa oli tarkoituksena rakentaa testiympäristö elektroniikkamoduulille. Testausympäristö oli haasteellinen, sillä siinä piti muiden vaatimuksien lisäksi kytkeytyä testattavan moduulin 44-napaiselle 0,35 mm pinnivälin liittimelle. Tämän haasteen takia haluttiin tehdä tutkimusta pelkästään liittimelle kytkeytymisestä testikappaleen ja toistotestien avulla. Moduulille piti samalla myös tehdä nopea lämpötilasäätö.

Moduulin testilaite ei voi käyttää liittimen varsinaista vastinkappaletta, sillä ne on suunniteltu vain hyvin vähäisille liitosmäärille. Tällöin vaihtoehdoksi jäivät testineulat. Neuloja varten tarvittiin sähköä johtamaton pidike, jossa on samankeskisesti kahdenkokoisia reikiä. Koko testiympäristön tarpeiden takia toimeksiantajan aiemman projektin aikana valmistetusta neulapidikkeestä oli jouduttu tekemään yksiosainen. Tällöin haasteena on erikokoisien pitkien reikien poraaminen muoviin samankeskisesti. Reikien halkaisijat olivat 0,15 mm ja 0,28 mm.

Päämääränä oli, että liittimelle kytkeytymisestä tehtäisiin tutkimusta. Varsinaista tuotetta ei tällä laitteella ollut tarkoitus testata. Opinnäytetyöhön kuului kytkeytymisen mittauksen ja testikappaleen suunnittelu. Testikappaleen tuloksista saisi tällöin tietoa, kuinka hyvin laitteisto pystyisi testaamaan myös oikeata tuotetta, koska oikeassa tuotteessa on samanlainen liitin. Testikappaletta paikoitettiin paikoitussylintereillä ja testineulat otettiin irti liittimestä aina ennen yhtä mittasykliä. Tarkoitus oli tehdä vastaava tilanne kuin se, että testikappaletta vastaava oikea tuote olisi otettu pois ja uusi laitettu tilalle

Massatuotannossa oikealla tuotteelle tehtäisiin eri testit, joissa oletetaan liittimelle kytkeytymisen olevan kunnossa. Tässä työssä käytettiin muutamaa eri testikappaletta, joilla tehtiin tuhansia syklitestejä, joissa näkyisi pelkästään, kuinka hyvin liittimelle saataisiin kontakti.

Projekti oli ollut käynnissä niin pitkään, että siihen oli tilattu valmiiksi lähes kaikki mekaaniset osat. Kyseisiä osia ei ollut kuitenkaan kasattu ja niiden toimintaa testattu. Liittimelle kytkeytymisen testausta varten piti suunnitella piirilevyt ja tehdä testikappale, sillä valmis

laitteisto oli suunniteltu oikealle tuotteelle, eikä kytkeytymistestille. Toimeksiantajan kanssa sovittiin, että minä ja kollega tekisimme keskeytetyn projektin moduulitestauksen osiolle liityntätestejä ja lämpötilasäädön.

2.2 Työtehtävät

Pääpiirteittäin jaoimme työt siten, että minä keskittyisin liittimen sähköiseen testaukseen ja siihen tarvittavan laitteiston suunnitteluun. Siihen kuului myös neulojen asennus pitimeen ja siihen liittyvän mekaniikan työstö toimivaksi. Testauskytkentää varten piti suunnitella kolme eri piirilevyä, jotka tehtiin KiCad-ohjelmalla. Yhdelle piirilevylle piti suunnitella kotelo. Tämä tehtiin SolidWorks-ohjelmalla. Toimeksiantajan aiemman projektin tarpeena oli myös nopea lämpötilasäätö testattavalle kappaleelle. Tätä varten etsittiin sopiva peltiersäädin ja pienen halkaisijan Pt100-lämpötila-anturi. Lämmön tasoittumisnopeus simuloitiin tunnetuilla lämmönjohtuvuuden arvoilla AcuSolve-ohjelmalla.

3 MITTAUSJÄRJESTELYT

3.1 Laitteiston rakenne

Toimeksiantajalla oli valmiina liitintestaukseen tarvittavat toimilaitteet ja mekaaniset osat. Toimilaitteiden liikkeiden avulla testattava kappale paikoitettiin kohdilleen ja liittimelle kytkeydyttiin testineuloilla. Liitintestaukseen tarvittavat osat kiinnitettiin alumiiniprofiilirunkoon. Paikoitukseen ja muihin liikkeisiin tarvittaviin paineilmasylintereihin kytkettiin Feston paineilmaventtiilit. Paineilmaventtiileitä ohjattiin Beckhoffin PLC:llä. PLC:llä myös tallennettiin vastusarvot sekä siihen kytketyllä kameralla saadut paikka-arvot. Laitteiston pystyi jättämään ajamaan testisykliä esimerkiksi yön ajaksi, jolloin mittadata tallentui lokitiedostoon.

3.2 National Instruments PXIe-järjestelmä

NI PXIe-1075 on National Instrumentsin valmistama modulaarinen mittalaitejärjestelmä. Mittalaitteessa oli asennettuna Windows 7 ja sillä pystyi käyttämään National Instrumentsin LabVIEW- ja Vision Builder -ohjelmia. Tähän mittalaitteeseen asennettiin PXIe-5110-oskilloskooppikortti pinnien läpimenevän signaalin nauhoitusta varten. Mittalaitteeseen kytkettiin myös konenäkökamera.

NI PXIe-5110 on National Instrumentsin valmistama PXIe-väyläkortti, joka käy esimerkiksi PXIe-1075-järjestelmään. PXIe-5110 on oskilloskooppi, jonka arvoja mittalaitejärjestelmä pystyy tallentamaan tiedostoon. Oskilloskoopin kaistanleveys on 100 MHz ja näytteistystaajuus 1 GS/s.

LabVIEW-ohjelmalla pystyi käsittelemään signaaleja automatisoidusti, mikä on tarpeellista syklitestejä tehdessä. Ohjelmalla tehtiin testikappaleen pinnien läpi menevästä signaalista Fourier-muunnos. Tätä muunnosta käytettiin vain kehitysvaiheessa. Myöhemmin mittauksessa siirryttiin käyttämään pelkästään vastusmittausta.

Konenäön toteutuksessa käytettiin samaa PXI-järjestelmää kuin oskilloskooppimittauksessa. NI Vision Builder 2018 oli asennettu NI PXIe-1075-järjestelmään, johon oli kytketty Baslerin ace -sarjan kamera. Kamera osoitti testimoduulia ja sen ympärillä olevaa vaa-

leaa kehystä. Vision Builderilla tehtiin ohjelma, joka tunnisti testimoduulin pyöreän piirteen ja paikoitti sen valkoiseen kehykseen nähden. Tämä pikseleinä saatava paikka-arvo kalibroitiin millimetreiksi käyttämällä testimoduulin tunnettuja mittoja koneistetusta osasta. Paikka-arvot lähettiin PLC:lle tallennusta varten.

3.3 PLC

Beckhoffin PLC:lle oli tehty ohjelma, joka kommunikoi PXIe-1075:n kanssa ja tallensi moduulin paikkatiedot yhdessä vastusarvojen kanssa. Vastusarvot mitattiin PLC:lle kytketyllä EL3692-vastusmittauskortilla. PLC:n digitaalituloihin ja lähtöihin kytkettiin paineilmasylinterit ja laitteen käyttöön tarvittavat käynnistys- ja lopetuskytkimet. PLC:lle tehtiin testisekvenssi TwinCAT:lla Structured Text -ohjelmointikielellä. PLC:n sekvenssi ohjasi paineilmasylintereiden ja konenäön toimintaa.

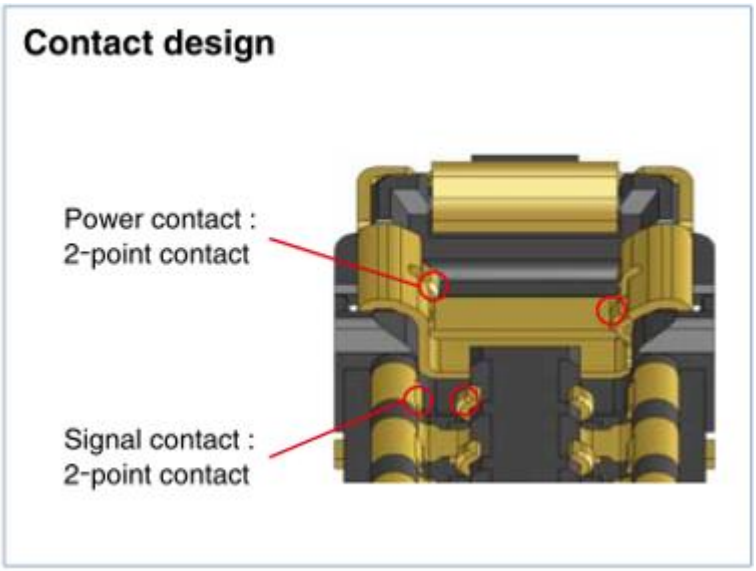
3.4 Testikappale

Alkuperäisen projektin testattavaa moduulia ei ole saatavilla, joten moduulia vastaava kappale piti valmistaa itse. Moduulia kuvaamaan tilattiin koneistettu alumiininen kappale, joka vastasi oikean moduulin ulkomittoja. Tällöin paineilmasylintereillä tapahtuva paikoitus toimisi.

Alkuperäisessä moduulissa on joustava piirilevy, jonka päässä on liitin. Tämä vastaava tilanne haluttiin toistaa opinnäytetyön liitintestauksessa, jotta mekaaninen laitteisto ja paikoitus toimisi oikein. Joustava piirilevy suunniteltiin KiCadilla. Kyseinen piirilevy piti liimata alumiiniseen kappaleeseen. Tätä varten tilattiin koneistamalla valmistettu liimausjigi. Jigi valmisteltiin aineella, johon liima ei tarttuisi, ja piirilevy liimattiin syanoakrylaattiliimalla alumiinikappaleeseen.

3.5 Testineulojen mittaus signaaligeneraattorilla ja vastusmittauksella

Hirose BM28 -liittimessä oli molemmissa päissä yhdistetyt virtapinnit. Signaalipinnit ovat kaikki erillisiä. Aluksi virtapinnejä hyödynnettiin niin, että yhdelle virtapinnille kytkeytyisi kaksi neulaa. Kuvassa 1 näkyy miten virtapinnin molemmat puolet ovat yhdistyneenä.

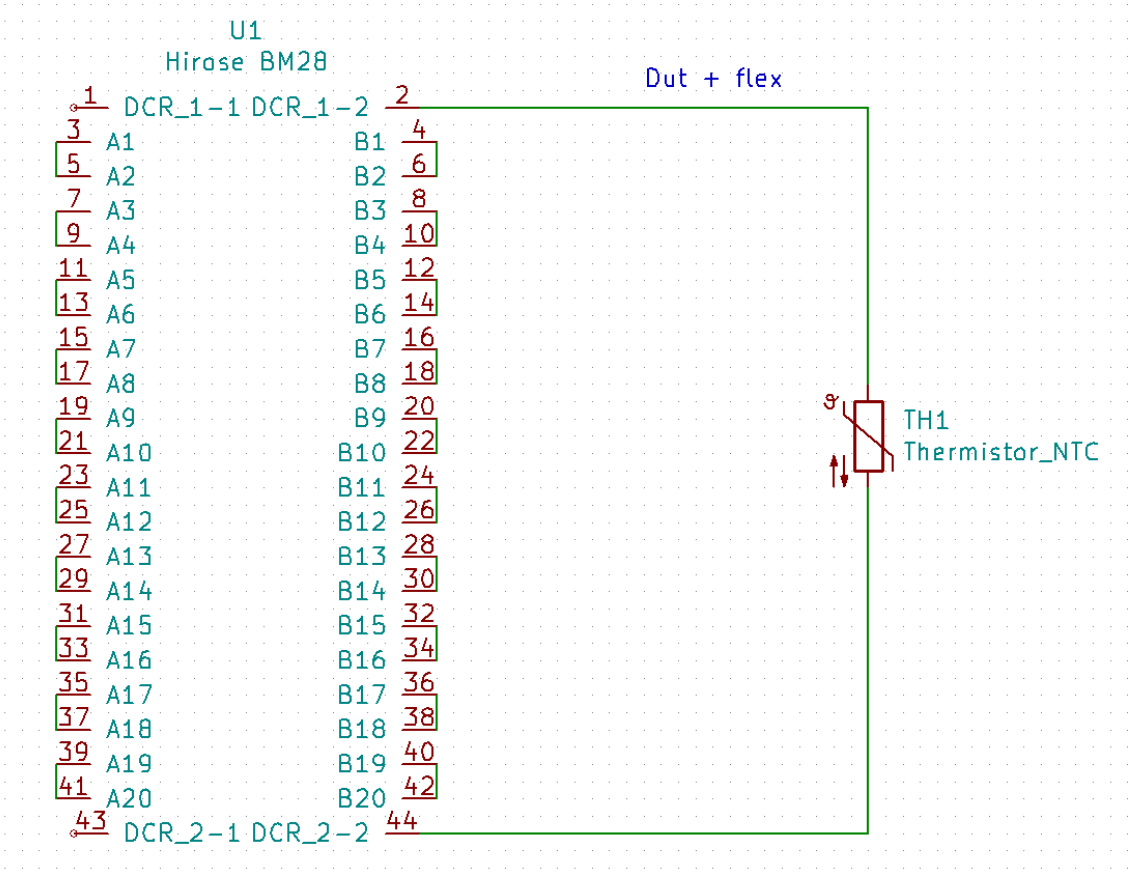


KUVA 1. Virtapinnit ovat yhdistyneet toisiinsa sähköisesti.

Virtapinniin kytketyt kaksi testineulaa oli kytketty EL3692-terminaaliin neljän navan mittausmenetelmällä, joka kompensoi mittajohtojen vaikutuksen. Signaalipinnit oli riveittäin kytketty sarjaan niin, että signaali hyppi samalla rivillä aina seuraavalle neulalle kerryttäen jokaisen neulan kontaktiresistanssin kytkentään. Signaalipinnien läpi lähetettiin signaaligeneraattorilla signaalia, joka meni NI PXIe-5110-oskilloskoopille. Signaalin tarkastelun jälkeen todettiin, että signaaligeneraattorin signaali ei ollut hyvä määrittelemään kontaktin onnistumista, sillä signaali kytkeytyi ulostulosta sisääntuloon ilman neulojen kontaktia. Oskilloskoopin sisääntuloimpedanssi laskettiin 50 ohmiin, mutta siltikään signaalissa ei ollut tarpeeksi suurta muutosta neulojen kytkeytyessä. Sen sijaan virtapinneissä oleva vastusmittaus toimi hyvin. Tämän takia mittausjärjestelyssä siirryttiin käyttämään pelkästään vastusmittausta.

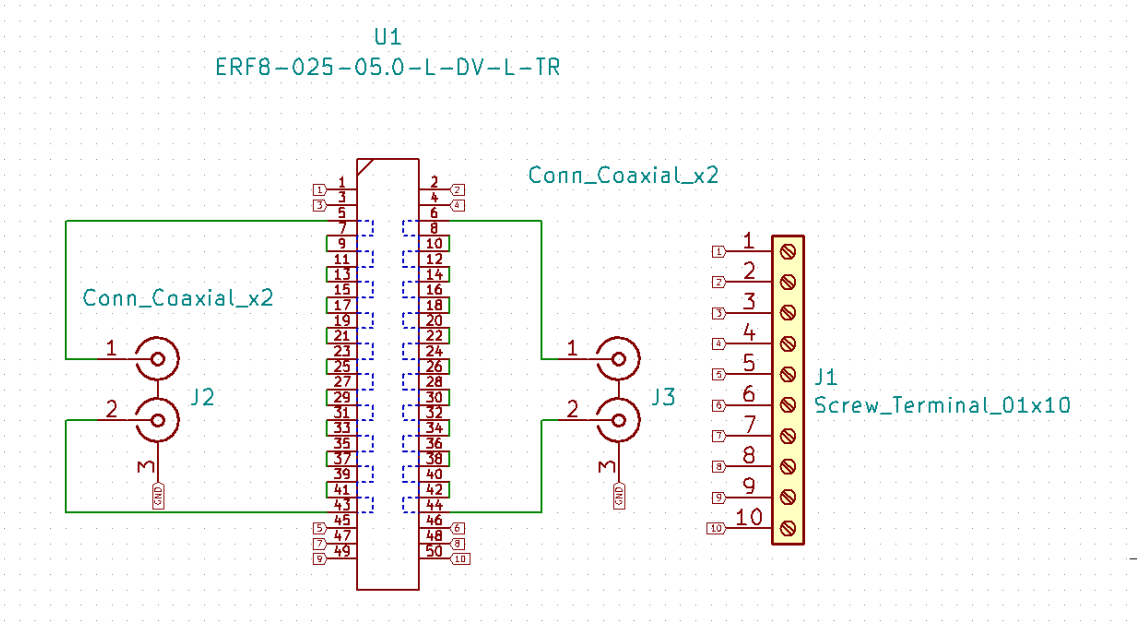
3.6 Testineulojen mittaus vastusmittauksella

Vastusmittauksessa käytettiin pelkästään liittimen signaalipinnejä. Signaalipinnejä on liittimessä 40 kappaletta, jotka on asetettu kahteen riviin. Testikappaleen joustava piirilevy suunniteltiin niin, että signaali jatkuu seuraavalle pinnille samalla rivillä. Kuvassa 2 näkyy Hirose BM28 -liittimen piirilevyllä olevat siltaukset.



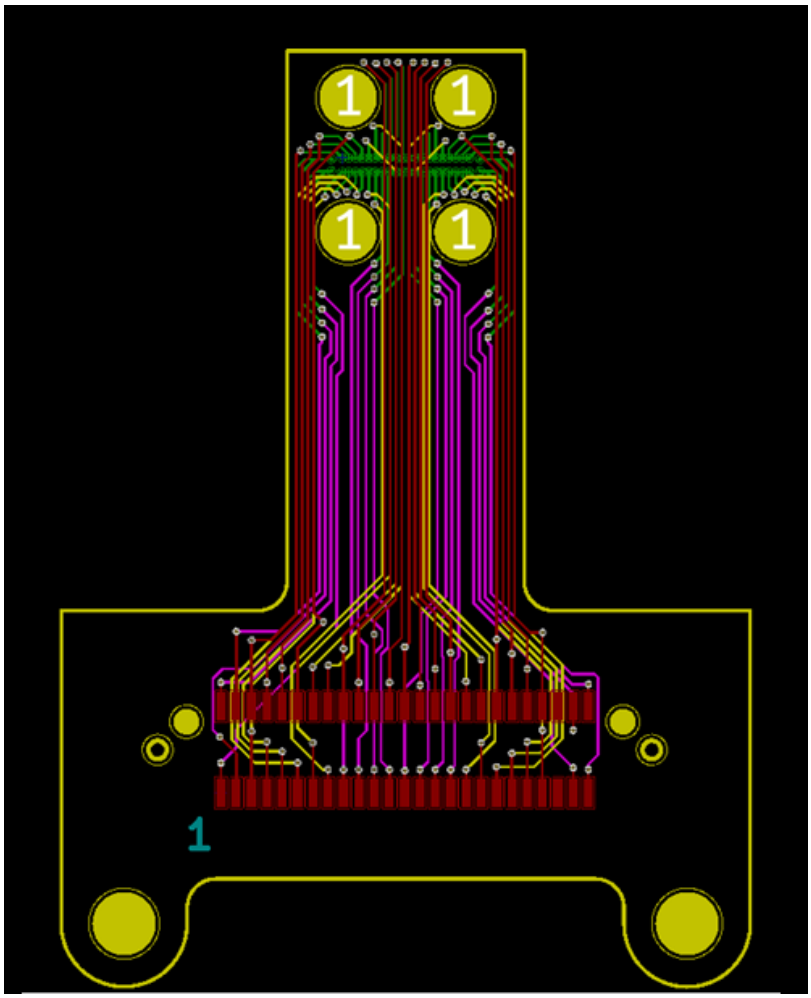
KUVA 2. Liittimessä näkyy vihreillä viivoilla pinnien yhdistykset, pois lukien NTC-vastuksen kytkentä.

Siltauksia vastaavat kytkennät olivat adapteripiirilevyllä (kuva 3).



KUVA 3. Adapteripiirilevyn siltaukset.

Molempien piirilevyjen siltaukset mahdollistivat sen, että yhdellä vastusmittauksella sai mitattua 20 testineulan kontaktiresistanssin. Tällöin saatiin kaksi vastusarvoa, joita pystyy vertailemaan keskenään. Näiden kahden piirilevyn lisäksi tarvittiin yksi piirilevy, johon neulapidikkeen neulojen toinen puoli kiinnittyisi. Tässä piirilevyssä ei ollut mitään erityisiä siltauksia tai kytkentöjä, vaan sen tarkoitus oli jakaa neulojen kontaktit suuremmalle liittimelle. Piirilevylle oli rajallinen määrä tilaa, joten siitä piti tehdä monikerrospiirilevy. Kuvassa 4 on piirilevyn Gerber-tiedostosta otettu kuvakaappaus.



KUVA 4. Neulojen liittimelle kytkevä piirilevy.

Koska mittauksessa ei enää kytkeydytty neljän navan mittausmenetelmällä yhteen virtapinniin, mittauskaapelin vastus piti saada pois mittatuloksesta. Yksi tilatuista piirilevyistä kytkettiin semmoiseksi, että se oikosulki molempien rivien mittaukset. Tämän piirilevyn pystyi kytkemään kuvassa 5 näkyvällä kaapelilla oikeiden neulojen piirilevyn tilalle. Kytkennän vastusarvo otettiin ylös ja vastusarvon vähennys ohjelmoitiin PLC:lle. Tällöin mittatuloksissa oli aina vähennetty kaapelin vaikutus kyseiselle pinnirivistölle.

KUVA 5. Adapteripiirilevyn ja neulojen liittimelle kytkevän piirilevyn yhdyskaapeli.

3.7 Adapteripiirilevyn kotelo

Yhdyskaapelin liittimeltä BNC- ja riviliittimelle signaalin jakava piirilevy tarvitsi kotelon, jotta siinä olevia liittimiä pystyy käyttämään helposti. Piirilevylle suunniteltiin kaksiosainen kotelo, johon piirilevyn sai kiinni korokeruuveihin. Kotelossa oli DIN-kiskoon sopiva kiinnike, jolloin sen sai kiinni PLC:n kanssa samaan kiskoon. Suunnittelussa käytettiin SolidWorks-ohjelmaa. Kotelosta pyrittiin tekemään mahdollisimman yksinkertainen, joten päädyttiin kahteen L:n muotoiseen kantattuun peltiosaan. Peltiosat kiinnitettiin ruuveilla yhteen. Kotelo tilattiin toimeksiantajalle ja adapteripiirilevyn sai kiinnitettyä siihen onnistuneesti. Kotelo kasattuna ja adapteripiirilevyn BNC- ja riviliittimet näkyvät kuvassa 6.

KUVA 6. Adapteripiirilevyn kotelo. Tähän voidaan kytkeä yhdyskaapelin toinen pää.

4 KONTAKTITESTAUS

Kontaktitestaus oli iteroiva prosessi, jossa suurin osa ajasta meni neulapidikkeen ja muun mekaniikan toiminnan paranteluun. Kontaktitestaus alkoi siitä, että testineulat asennettiin toimeksiantajan valmiiseen neulapidikkeeseen. Neulapidike oli testaamaton tähän mennessä ja huomattiin, että neulat olivat tiukat asentaa paikalleen. Tämä johtui siitä, että neulapidikkeen valmistusvaiheessa oli pieniin reikiin jäänyt hieman muoviroskia porauksesta. Tämä aiheutti sen, että neulat puristuivat tiukasti reiän seinämiä vasten. Tästä seurasi, että neulojen tiukkuus rei'issä kertaantui, koska reiät oli porattu niin lähelle toisiaan. Reikien välisen seinämän paksuus oli vain 0,05 mm. Tämän puristuksen takia neulojen jousitetut kärjet eivät enää palautuneet oman jousensa voimalla.

Roskien poiston jälkeen seuraavaksi ongelmaksi tuli neulan jousitetun kärjen ja neulan runko-osan tarvitsema reikien keskisyys. Neulan jousitettu kärki jäi hankaamaan reiän reunaa. Tämän takia kärjet jumittelivat ja kunnollista kontaktia liittimelle ei syntynyt. Neulojen kärkien tarvitsemia reikiä suurennettiin hankaamisen estämiseksi. Reikiä yritettiin suurentää mahdollisimman vähän, jotta neulojen kärjet osuisivat oikealle kohdalle liittimellä eivätkä menisi oikosulkuun. Näiden muutosten jälkeen käytössä oli neulapidike, jossa kaikki neulojen kärjet palautuivat jousiensa voimasta.

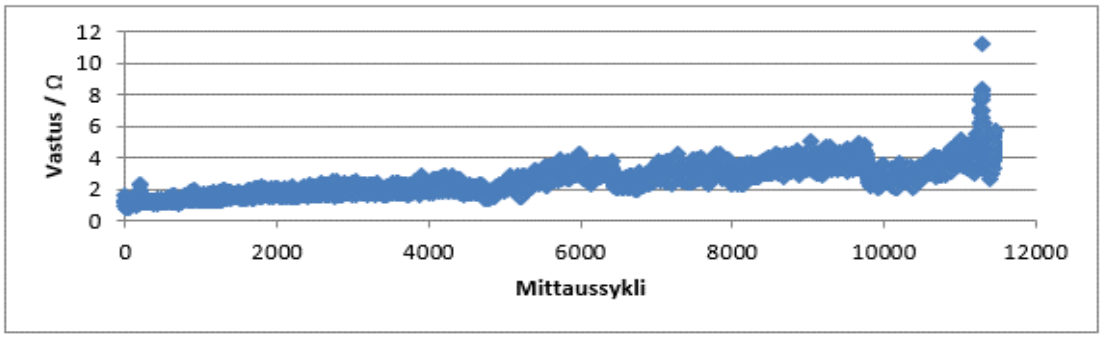
Tämä neulapidike sai kontaktin, kun neuloja painava paineilmasylinterin paine kasvatettiin 5 bar:iin. Paineilmasylinteri oli SMC:n valmistama CUJB6-4SM malli. Tässä sylinterissä männän halkaisija on 6 mm. Tällöin voimaksi tulee noin 14 N. Pienemmällä paineella neulat eivät saaneet kontaktia. Neulan valmistaja ilmoittaa neulojen jousien aiheuttavan 0,25 N voiman. (LIITE 1). 40 neulan tapauksessa tästä aiheutuu noin 10 N voima. Sylinterin voiman kuuluisi ylittää tämä 10 N, sillä se on teoreettinen voima, joka tulee, kun kaikkien neulojen jouset ovat painuneena. Oikeassa tilanteessa kaikki voima ei mene pelkästään neuloille, vaan osat hankaavat toisiinsa ja aiheuttavat kitkaa.

5 DATAN ESITYS JA TULKINTA

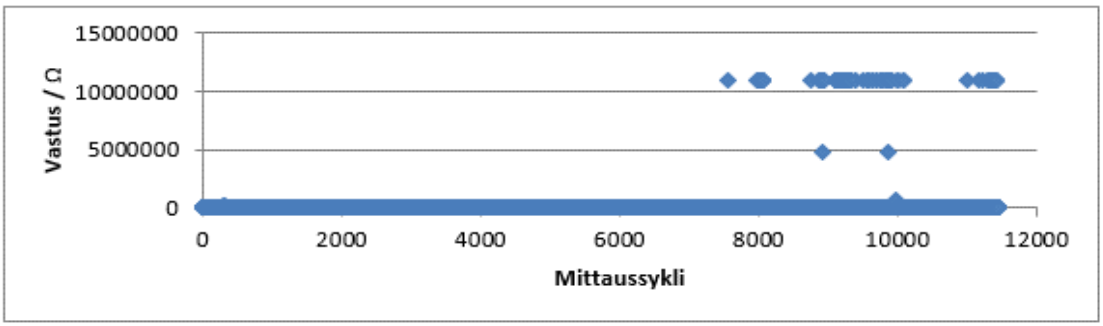
Mittasyklien tuloksia kerättäessä neulapaketti ja siinä kiinni oleva piirilevy otettiin irti ja puhdistettiin isopropyylialkoholilla. Neulapaketin ja sen piirilevyn asentamisen jälkeen laite tyypillisesti vaati joitain kymmeniä testisyklejä ennekuin kaikki osat asettuivat kohdalleen ja saatiin hyviä vastusarvoja. Seuraavista kuvaajista on poistettu alusta noin 100 arvoa tämän alun asettumisen vuoksi.

Syklimäärä, jonka laitteisto toimi, vaihteli jonkin verran eri mittausten välillä. Neulapaketin sai kuitenkin aina toimimaan uudestaan puhdistuksen jälkeen. Tästä voisi päätellä, että tuhansien syklien aikana kerääntyvä lika estää neulojen toimintaa ja sarjaan kytkennässä se saa aikaan suuren vastuksen. Testattavia liitinkappaleita oli useita testien aikana ja niiden vaihdolla ei ollut merkittävää vaikutusta syklikestoon.

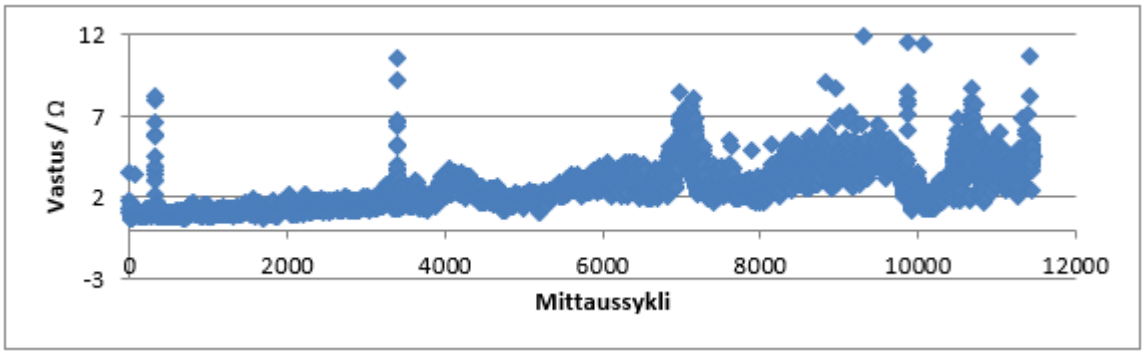
Neulat oli kytketty sarjaan kytketty tavalla, jossa vastusarvoon tulee mukaan jokaisen neulan kontaktiresistanssi Hirose BM28 -liittimelle ja neulan sisäinen resistanssi. Tällöin yhdenkin neulan huono toiminta aiheuttaa suuren vastuksen mittaukselle. Testineulat olivat kytkettyinä liittimen kahteen erilliseen riviin. Tällöin näiden kahden rivin tuloksia voidaan vertailla keskenään. Testineulan datalehdellä luvataan alle 0,1 Ω:n vastus yhdelle neulalle. (LIITE 1) 20 sarjaan kytketyn testineulan tapauksessa hyvänä tuloksena voidaan tällöin pitää 2 Ω:n alueella olevaa vastusta yhdelle neulariville. Testikappaleen paikka on saatu paikoitusohjelmasta, joka on kalibroitu antamaan tulokset millimetreinä. Kuvissa 7–11 ovat 11000 syklin kuvaajat liittimen molemmilta riveiltä ja pysty- ja vaakasuunnassa mitattu moduulin paikka millimetreinä.



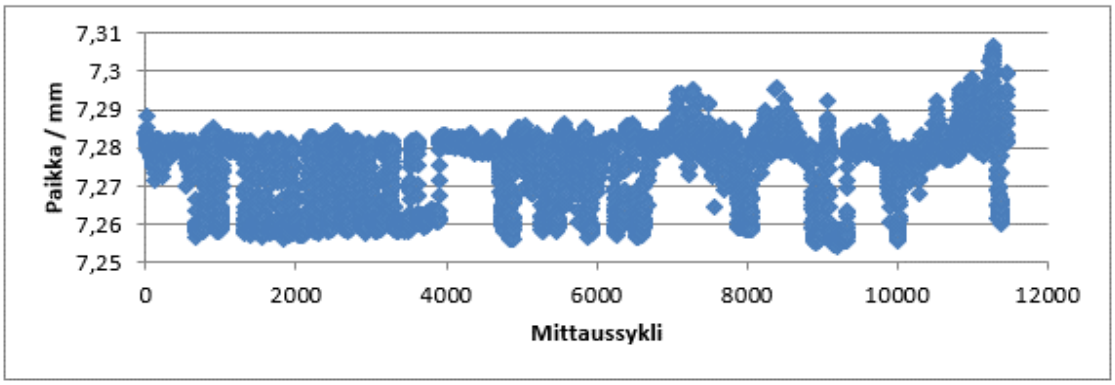
KUVA 7. 20:n testineulan yhteen laskettu kontaktiresistanssi riviltä 1.



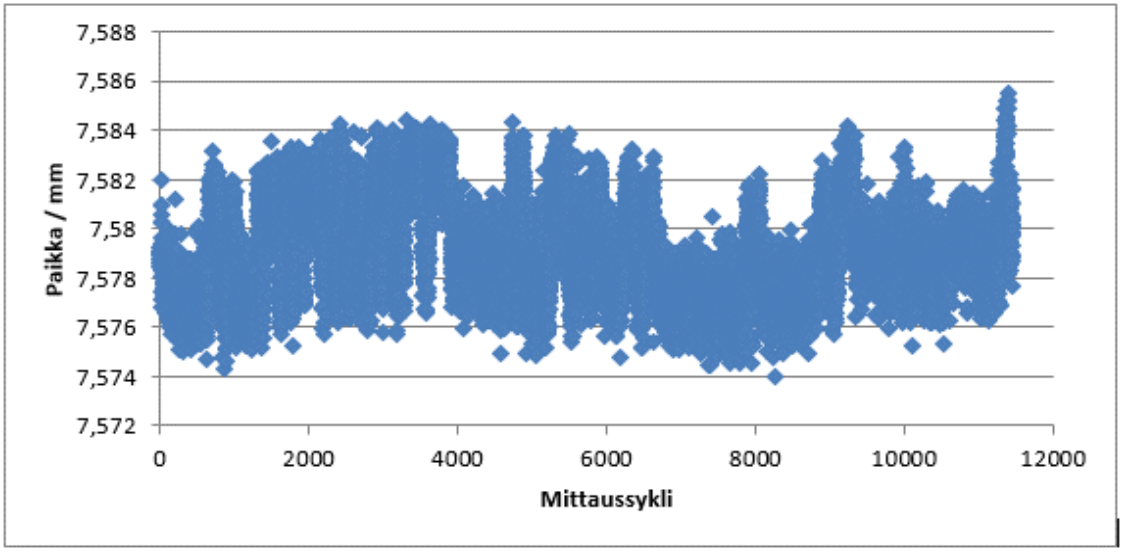
KUVA 8. 20:n testineulan yhteen laskettu kontaktiresistanssi riviltä 2.



KUVA 9. Sama kuvaaja kuin edellisessä kuvassa, mutta kuvaajan maksimiarvo on 12 ohmia.

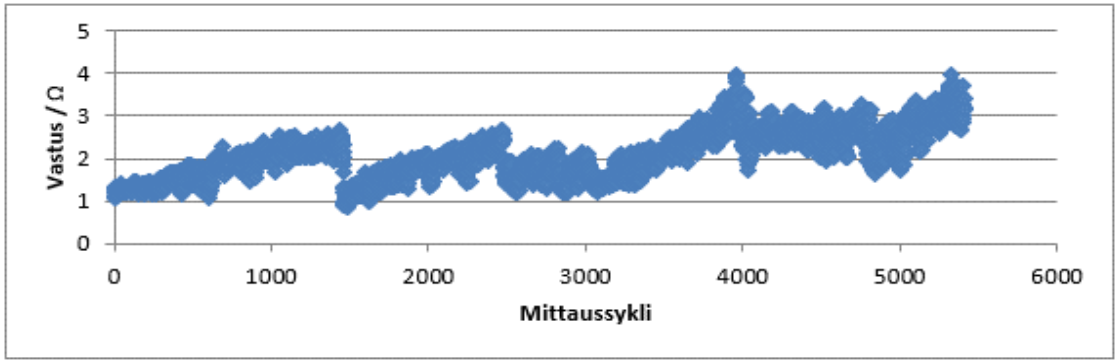


KUVA 10. Moduulin paikka resistanssimittauksen aikana sivuttaissuunnassa millimetreinä.

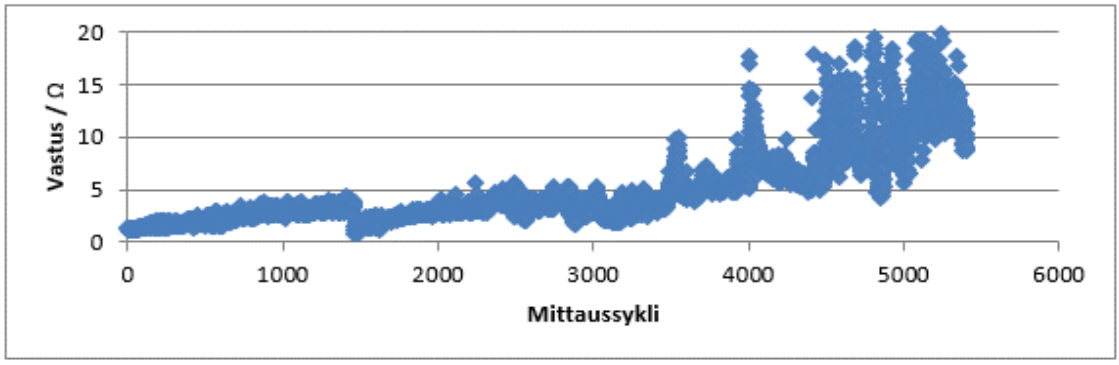


KUVA 11. Moduulin paikka resistanssimittauksen aikana pystysuunnassa millimetreinä.

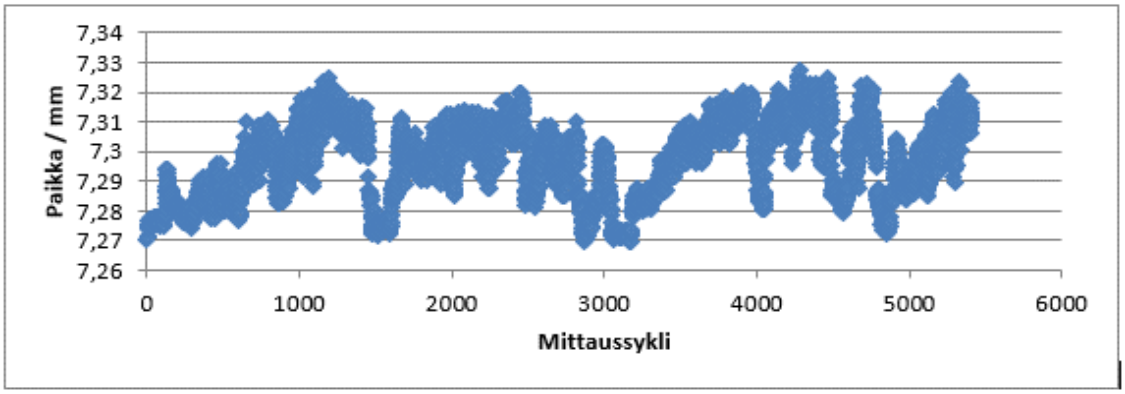
11000 syklin jälkeen laitteesta on puhdistettu neulapidike isopropyylialkoholilla ja otettu 5400 syklin testi. Testin resistanssit molemmilta riveiltä ja kappaleen paikka on kuvissa 12–15. Näissä kuvissa nähdään syklin 1400 paikkeilla tapahtuvia muutoksia rivi 1 ja rivi 2 vastusarvoissa, sekä paikassa sivuttaissuunnassa. Nämä vastusarvojen muutokset johtuvat silloin todennäköisesti itse moduulin ja siinä kiinni olevan liittimen paikan vaihteluista.



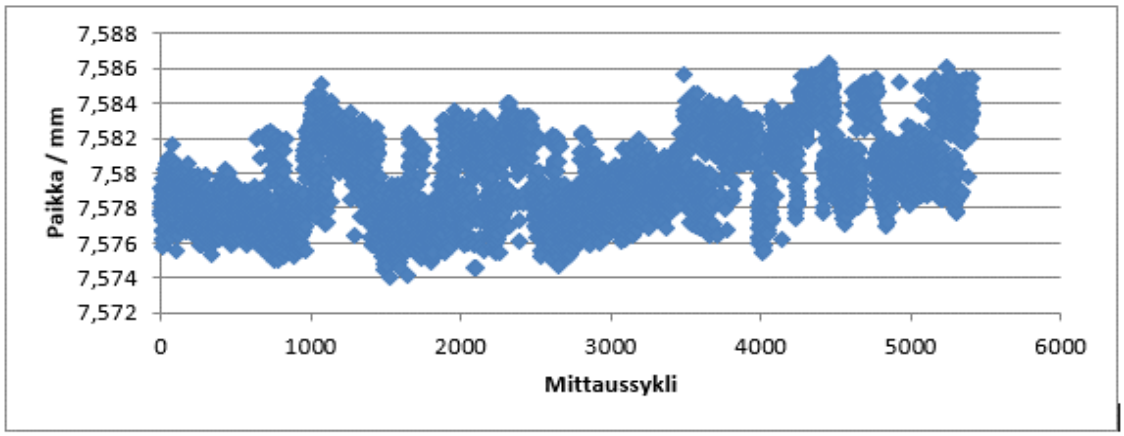
KUVA 12. 20:n testineulan yhteen laskettu kontaktiresistanssi riviltä 1.



KUVA 13. 20:n testineulan yhteen laskettu kontaktiresistanssi riviltä 2.

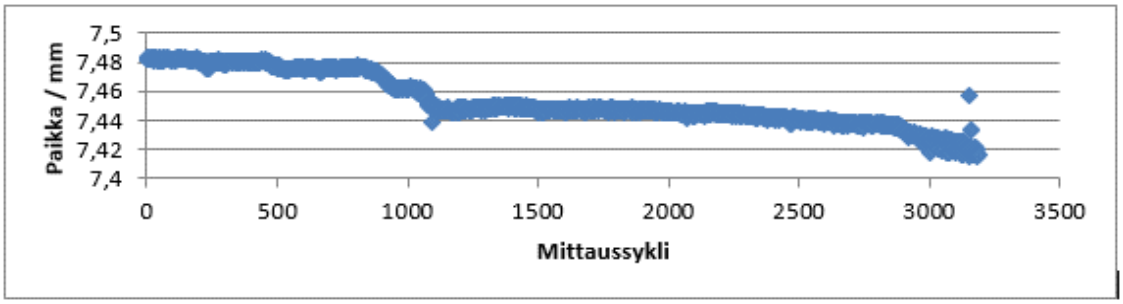


KUVA 14. Moduulin paikka resistanssimittauksen aikana sivuttaissuunnassa millimetreinä.



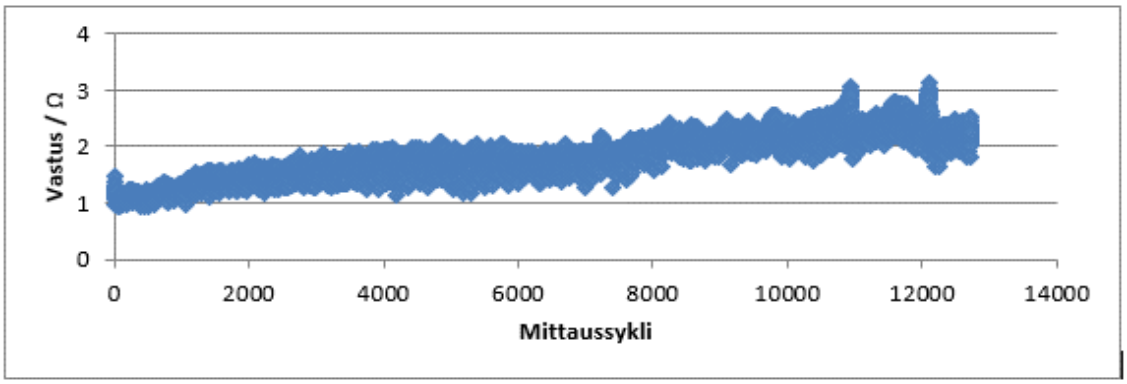
KUVA 15. Moduulin paikka resistanssimittauksen aikana pystysuunnassa millimetreinä.

Kuvasta 16 näkyy, kuinka 500 syklistä eteenpäin paikassa tapahtuu muutoksia, sillä paineilmasylinteri ei liikuta kappaletta sen vasteeseen asti.

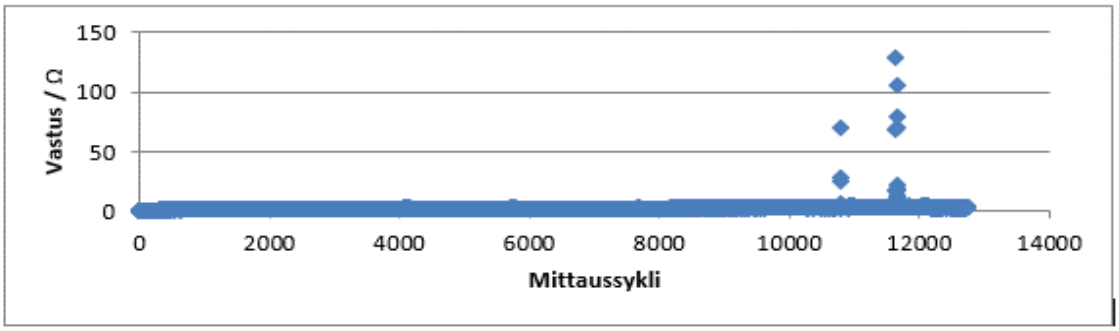


KUVA 16. Moduulin paikka resistanssimittauksen aikana sivuttaissuunnassa millimetreinä.

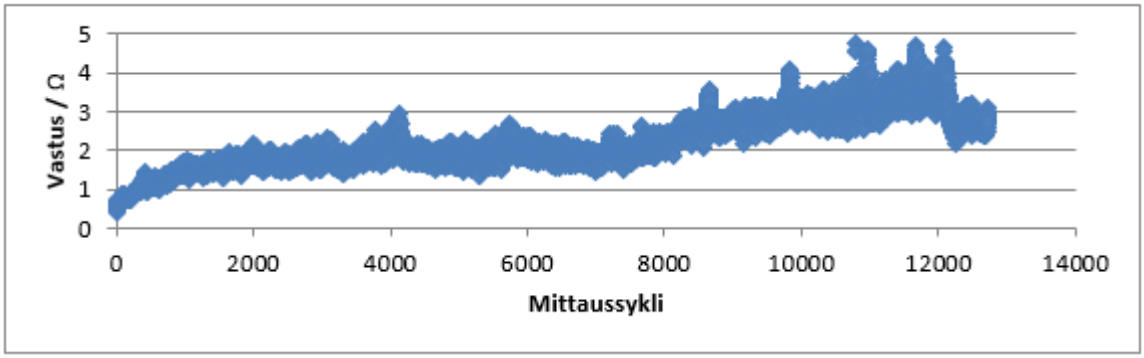
Kuvissa 17–21 on uusi toistotesti neulojen puhdistamisen jälkeen.



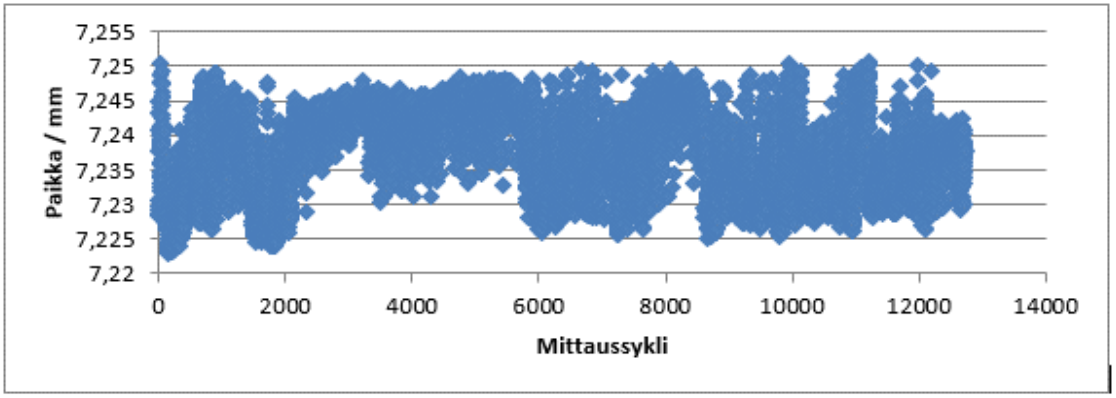
KUVA 17. 20:n testineulan yhteen laskettu kontaktiresistanssi riviltä 1.



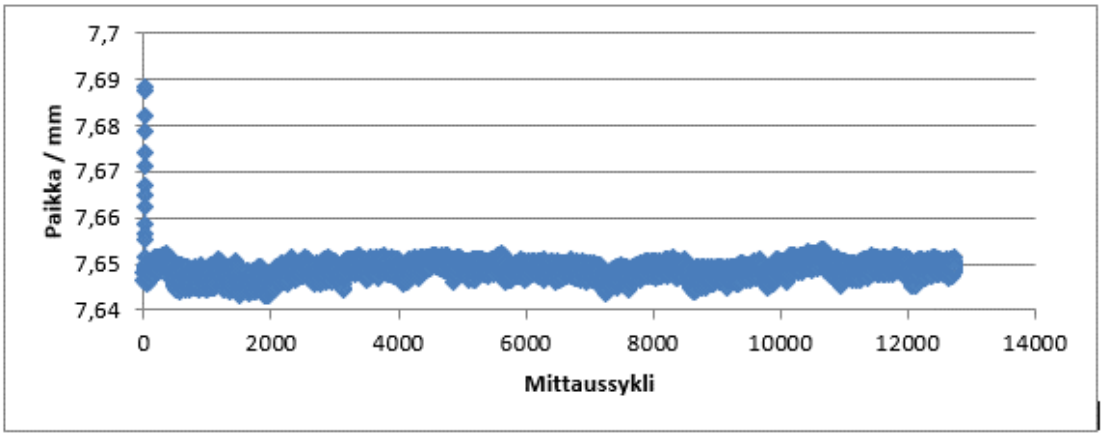
KUVA 18. 20:n testineulan yhteen laskettu kontaktiresistanssi riviltä 2.



KUVA 19. Sama kuvaaja kuin edellisessä kuvassa, mutta kuvaajan maksimiarvo on 5 ohmia.



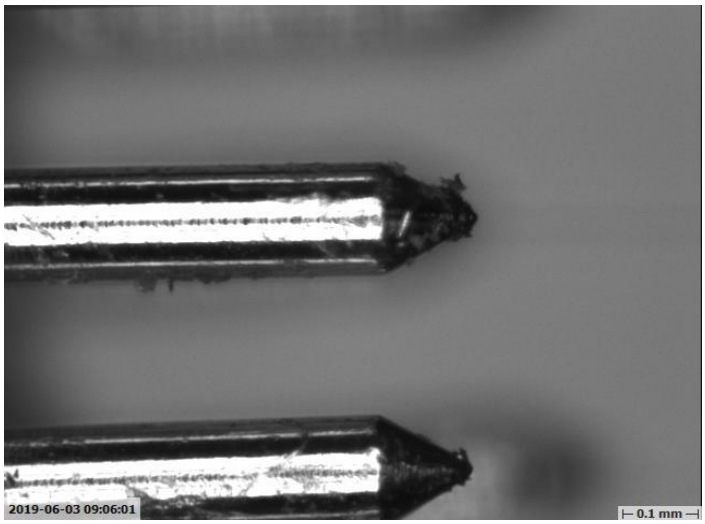
KUVA 20. Moduulin paikka resistanssimittauksen aikana sivuttaissuunnassa millimetreinä.



KUVA 21. Moduulin paikka resistanssimittauksen aikana pystysuunnassa millimetreinä.

Näistä kolmesta eri mittaustapahtumasta nähdään, että rivi 2 on aina toiminut huonommin kuin rivi 1. Tämä johtuu todennäköisesti neulapitimen huonommista reikien keskeisyyksistä rivillä 2. Näiden neulojen jousivoima on silloin heikompi ja niiden kärjet eivät saa niin helposti syrjäytettyä likaa liittimen pinnalla.

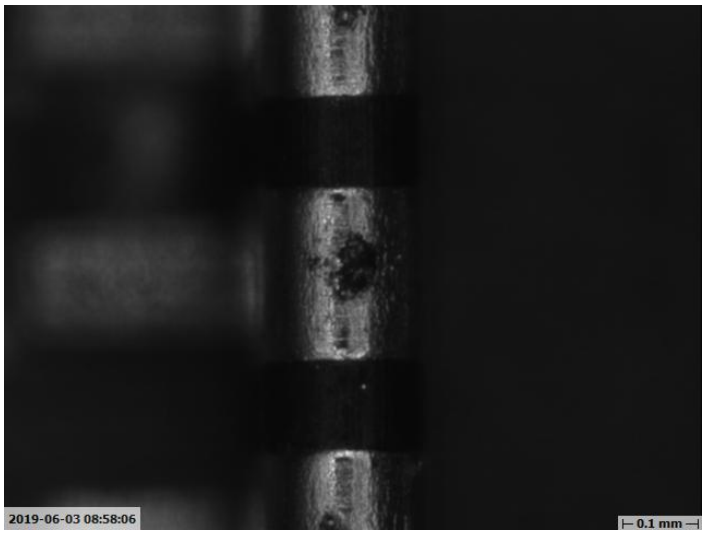
Puhdistamattomista neuloista ja testikappaleen liittimestä otettiin kuvat 20000 mittasyklin jälkeen MicroVu Excel optisella mittalaitteella. Kuvista 22 ja 23 näkee, kuinka partikkelit olivat kerääntyneet neulojen kärkiin testien aikana.



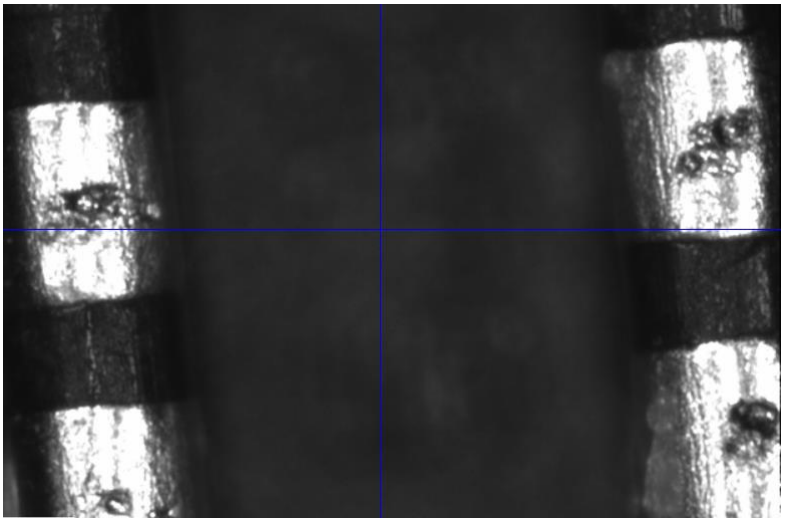
KUVA 22. Testineulat 20000 testisyklin jälkeen.

KUVA 23. Testineulat 20000 testisyklin jälkeen.

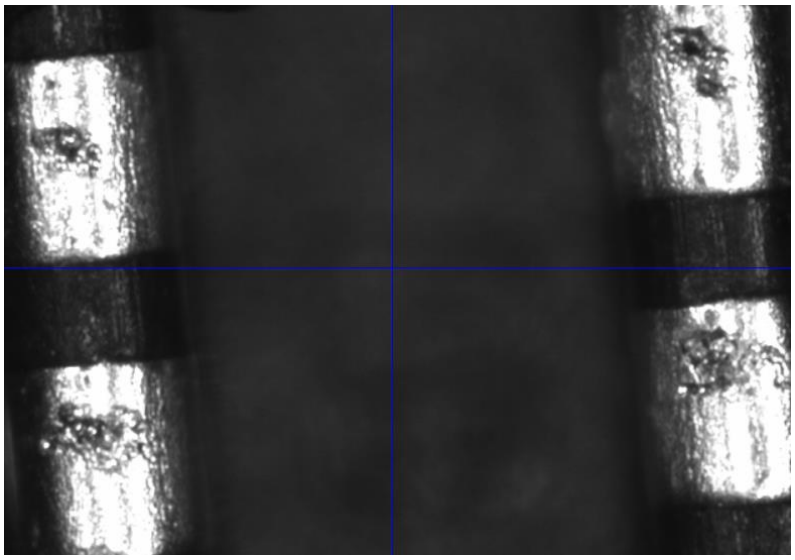
Kuvista 24–26 näkee, että testineulat ovat osuneet liittimen kosketuspinnalle. Vaikka liittimen kosketuspinnat ovat painuneet kuopalle, kosketuspinnan metalli säilyi ehjänä. Testineulojen puhdistamisen jälkeen liittimestä sai kontaktin. Testikappaleita liittimineen oli käytössä useita ja kaikkien niiden liittimistä sai kontaktia liitintesterissä.



KUVA 24. Hirose BM28 -liitin 20000:n testisyklin jälkeen, kuvassa signaalipinnit.



KUVA 25. Hirose BM28 -liitin syklitestauksen jälkeen, kuvassa signaalipinnit.



KUVA 26. Hirose BM28 -liitin syklitestauksen jälkeen, kuvassa signaalipinnit.

6 YHTEENVETO

Opinnäytetyön tavoitteena oli saada toimeksiantajan laitteisto kytkeytymään liittimelle ja saada tehtyä kytkennälle automatisoituja syklitestejä, joissa mitattaisiin kytkennän onnistumista. Tästä saataisiin tietoa moduulipuolen projektien haasteista ja kyvykkyydestä niiden ratkaisuun. Pitkien ja kapeiden reikien koneistus muoviin osoittautui haasteelliseksi ja vaatisi asiaan erikoistuneen toimijan, jotta osat olisivat heti käytettävissä. Osat sai kuitenkin toimimaan yhtäjaksoisesti tuhansien syklien ajan huolellisesti korjaamalla ne mikroskoopin ja käsityökalujen avulla. Neulojen kontakti heikkeni syklimäärän kasvaessa, koska neulojen kärkiin kertyi epäpuhtauksia. Nämä epäpuhtaudet poistamalla hyvän kontaktin ja syklikeston sai palautettua. Epäpuhtaudet muodostuivat, kun neulat hankasivat neuloja ohjaavaan pintaan. Todennäköisesti jos neulapidikkeen reiät olisivat olleet samakeskisiä, laitteiston syklinkesto olisi parempi.

Koska toimeksiantajan aiemman projektin aikana tehty laite oli suunniteltu testaamaan koko moduulia eikä pelkästään liitintä, neulapidikkeen kanssa oli pitänyt tehdä kompromisseja. Näiden takia neulat olivat pitkiä ja menivät paksun muovikappaleen läpi. Neulapidikkeen valmistusta olisi helpottanut, jos neulapidike olisi tehty monesta kerroksesta tai jos se olisi ohuempi. Korkean taajuuden testisignaalilla tehtävä kontaktitestaus vaatisi jatkokehittelyä, sillä neulojen läpi menevä signaali ei eronnut merkittävästi ilman kontaktia olevan kanavan signaalista. Tasavirtaresistanssimittauksella saatiin kuitenkin selviä eroja testisyklimäärän kasvaessa. Kontaktitestissä on luontevaa käyttää DC-signaalia, koska muutoin mittajärjestelmän kapasitanssi ja induktanssi aiheuttavat oman reaktiivisen osansa kokonaisimpedanssiin.

Opinnäytetyön löydöksillä pystyttiin toteamaan, että toimeksiantajalla on kykyä tehdä testauslaitteita, joilla voidaan kytkeytyä tämän kokoluokan liittimille. Liittimelle kytkeytymisestä saatiin myös vastusarvoja ja testisyklien kesto. Työssä myös löydettiin haasteellisia kohteita, jotka tulevat vastaan sellaisen laitteiston suunnittelussa.

LÄHTEET

1. JOT Automation Oy. Asiakaskunta. https://www.jotautomation.com/customer-industries.html. Viitattu 25.11.2020
2. Suomen Asiakastieto Oy. JOT Automation Oy. Yritystiedot. https://www.is.fi/yritys/jot-automation-oy/oulu/1526304-9/. Viitattu 25.11.2020

Ultra Fine Pitch

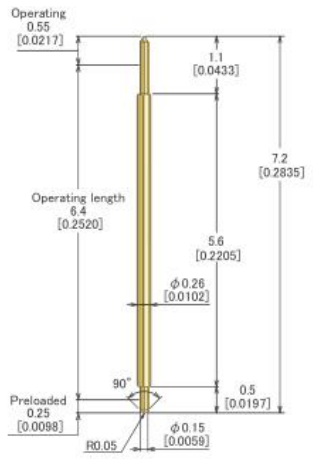
Pitch **0.35mm**

Length **7.2mm**

BGA LGA SOP QFP QFN etc.

Pin Outline

Unit:mm [inch]



Specifications

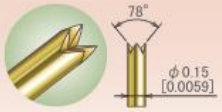
(Approximate Average Values)

Mechanical Specifications	
Spring Force at Operating Travel	25gf (0.88oz.)
Operating Travel	0.8mm (0.0315inch)
Operating Temperature	-45 to 140℃
Life Span at Operating Travel	300K Cycles
Electrical Specifications	
Current Rating (Continuous)	1.5A
Self Inductance	2.07nH
Bandwidth @ -1dB	12.4GHz
DC Resistance	≦0.1ohm
Material and Finishes	
Bottom Plunger	BeCu / Au Plated
Barrel	Alloy / Au Plated
Spring	Stainless Steel / Au Plated

*Top Plunger : Please refer to the table on the right.

Top Plunger & Item Number

KHW 035-001C2



Material : BeCu
Plating : Au Alloy

KHW 035-002C2

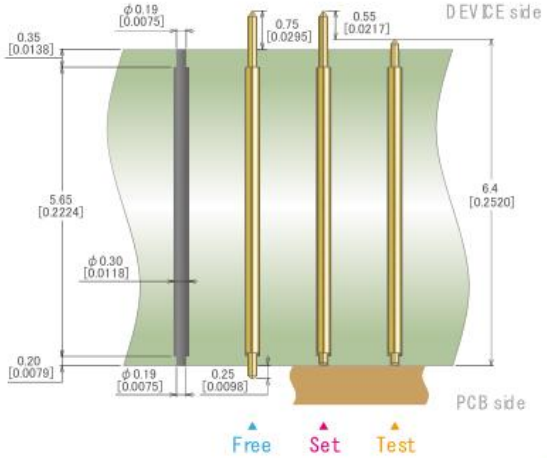
Material : BeCu
Plating : Au Alloy

KHW 035-003R1

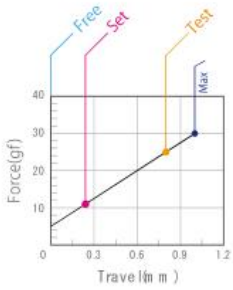
Material : BeCu
Plating : Au

Socket Outline

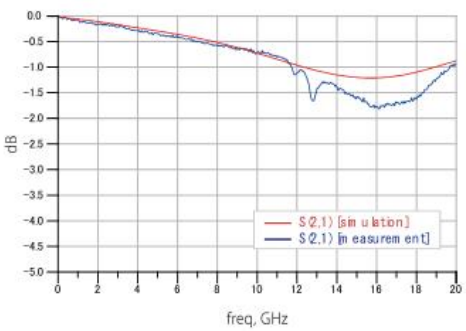
Unit:mm [inch]



Force Chart



Insertion Loss Data

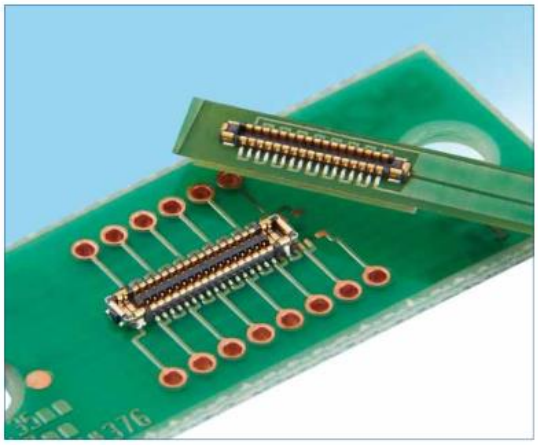


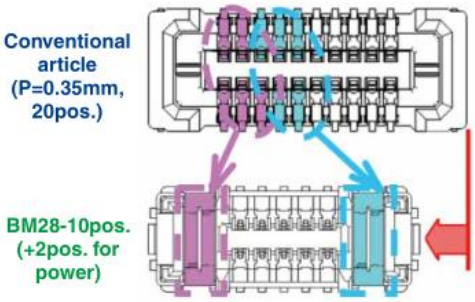
Life Test Data

*All specifications are subject to change without notice.

0.35mm pitch, 0.6mm height, Board to Board or Board to FPC Connectors with Rated Current Up to 5A

BM28 Series





Power lines are concentrated into 2 power contacts instead of conventional multiple signal contacts.

■Features

1. Rated current 5A
2 Power contacts up to 5A with 0.2A contacts for signal, space-saving connector.

2. Highly reliable contact design
2-point contact design for both power & signal ensures a highly reliable contact

3. Good mating operation
Guide ribs ensure 0.3mm self-alignment. Clear tactile click prevents partial mating, increases mating operability.

4. Supports USB3.1 Gen.2 (10Gbps) transmission
Signal connector supports USB3.1 Gen.2 transmission signals.

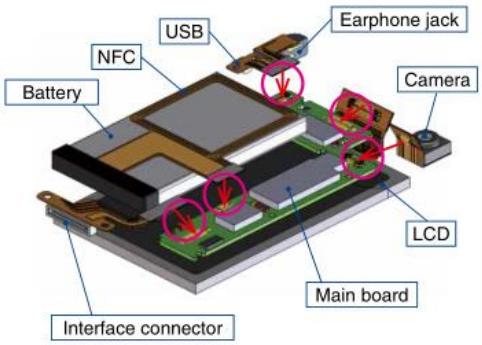
■Usage

Devices designed to be thinner and smaller, such as mobile phone, wearable device, tablet PC.

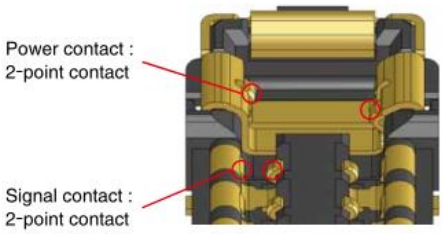
■Environmental

・Halogen-free*
As defined by IEC 61249-2-21
Br : 900ppm max, Cl : 900ppm max
Br+Cl :1500ppm max

Usage specification



Contact design



Dec.1.2018 Copyright 2018 HIROSE ELECTRIC CO., LTD. All Rights Reserved.