

Opinnäytetyö AMK
Elektronikankoulutus ohjelma
Elektronikkasuunnittelu
2012

Eetu Kummala

2D-VIIVAKOODIEN KÄYTTÖÖNOTON SUUNNITTELU



TURUN AMMATTIKORKEAKOULU
TURKU UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

OPINNÄYTETYÖ (AMK) | TIIVISTELMÄ

Turun ammattikorkeakoulu

Elektroniikankoulutus ohjelma | Elektroniikkasuunnittelu

Kesäkuu 2012 | Sivumäärä: 28

Ohjaajat: TKL Juha Nikkanen, NPI Mauri Aalto

Eetu Kummala

2D-VIIVAKOODIEN KÄYTTÖÖNOTON SUUNNITTELU

Tämän opinnäytetyön tarkoituksena oli selvittää tarvittavat muutokset ja mahdolliset ongelmat eränumerotarroista siirtymisessä moduulitarranumeroihin. Työssä selvitettiin myös mahdollisia vaihtoehtoja 1D-viivakoodin korvaamiselle 2D-viivakodeilla. Tarramerkinälle tutkittiin myös eri vaihtoehtoja nopeuttamaan ja helpottamaan piirilevyjen merkintää.

Teoriaosuudessa selvitettiin kahta eri 2D-viivakoodiformaattia Datamatrixia ja QR-koodia, tämän tavoitteena oli pienentää käytössä olevaa tarrapohjaa, jolloin tarrat saataisiin mahtumaan pienimmille piirilevyille. Kartoitettiin myös laser ja RFID-merkinnän mahdollisuutta korvata tarramerkinä piirilevyissä.

Käytännön osuudessa tutkittiin kahta viivakoodilukijaa ja niiden eroja. Selvitetiin myös erilaisten 2D-viivakoodiformaattien toimivuutta uusilla lukijoilla, sekä niiden hyviä ja huonoja puolia.

Työ saatiin vaiheeseen, jossa Telestelle saatiin valittua uusi 2D-viivakoodilukija ja moduulinumerotarroiin siirtyminen voidaan aloittaa, kun siihen vaadittavat esivalmistelut on suoritettu. 2D-viivakoodiformaatiksi valittiin Datamatrix ja siihen on valmiiksi suunniteltu tarrapohja. Tämän valinnan pohjalta lisättiin Kanban-korttiin 2D-viivakoodit helpottamaan lukemista uusilla 2D-viivakoodilukijoilla.

ASIASANAT:

Datamatrix-symboli, viivakoodit, tuotanto

Eetu Kummala

PLANS TO TAKE 2D BARCODES IN USE AT TELESTE

The purpose of this thesis was to find out necessary changes and possible problems that come with changing batch number stickers to module number stickers. The research was also made to search possibilities to change old 1D barcodes to 2D barcodes. PCB sticker marking technique was under research for a new kind of marking system to speed up and ease the marking process.

In the theory part research was made for two different 2D barcode formats Data Matrix and QR code. This was done because some PCB's are so small that the sticker that is in use will not fit all PCB's. 2D barcodes take much less space than the basic 1D barcodes. A Possibility for a new marking technique was explored in the areas of laser and RFID marking.

The practical part of the thesis contained research of the two 2D barcodes and their differences. Testing of these barcode formats was done by the new barcode readers that Teleste has planned to use in the future.

The research reached the state that where the new 2D barcode format was chosen to be Data Matrix and 2D barcode reader was chosen. The change of batch number sticker to module number sticker can start after all the preparation for this has been done. For the new Data Matrix barcode a new layout was made for the sticker to match the smaller barcode. In Teleste they use Kanban cards in production and they contain very long 1D barcodes. For the Kanban card 2D barcodes were added beside the old 1D barcodes to ease up the reading with new barcode readers.

KEYWORDS:

Data Matrix symbols, barcodes, production

ALKULAUSE

Haluan kiittää Telesteä ja tehtaanjohtajaa Jouni Lehtistä mahdollisuudesta tehdä opinnäytetyö Telestelle. Suuri kiitos kuuluu opinnäytetyöhjaalle NPI Mauri Aallolle, jonka ansiosta työ eteni ja valmistui ajallaan. MET osaston väelle myös suuri kiitos ja erityisesti Petri Valkamalle ja Jori Rintalalle.

24.10.2012

Eetu Kummala

SISÄLTÖ

KÄYTETYT LYHENTEET

1 JOHDANTO	1
2 2D-VIIIVAKOODIT	2
2.1 QR-koodi	2
2.2 Datamatrix	3
2.3 Virheenkorjaus	4
3 MERKINTÄTAVAT	6
3.1 Tarra	6
3.1.1 Lämpösiirtotulostus	6
3.1.2 Lämpötulostus	7
3.2 Laser	7
3.2.1 YAG-laser	8
3.2.2 CO ₂ -Laser	8
3.3 RFID	9
3.3.1 RFID-tarra	10
3.3.2 Komponentti	10
4 KÄYTTÖHOTEIDEN ESITTELY	12
4.1 Moduuli- ja eränumerotarra	12
4.2 Kanban-kortti ja käyttökohde	12
5 2D-VIIIVAKOODIN LUKIJAT	14
5.1 Tarpeet	14
5.2 Testattavat lukijat	14
5.3 Testaus	14
5.4 Tulokset ja päätelmät	15
6 2D-VIIIVAKOODIN GENEROINTI	17
6.1.1 Tarratulostuksensuunnittelu	18
6.1.2 Tarratulostus ohjelman toteutus	19
6.1.3 Kanban-kortin tulostusohjelman suunnittelu	19
6.1.4 Kanban-kortti tulostus ohjelman toteutus	19
7 LAYOUTIEN SUUNNITTELU	21

7.1 Tarrapohja	21
7.2 Kanban-kortti	22
8 OMAT PÄÄTELMÄT	24
9 YHTEENVETO	26
LÄHTEET	28

LIITTEET

Liite 1. 2D-Viivakoodi generaattorin labview koodi
Liite 2. 2D-Viivakoodi generaattorin executable ohjelman labview koodi
Liite 3. Erä- ja moduulitarranumeron tulostuksen ”vuokaavio”
Liite 4. 2D-Viivakoodilukijoiden testaus tulokset

KUVAT

Kuva 1. QR-koodi versio 9	2
Kuva 2. QR-koodin Asettelu	3
Kuva 3. Datamatrix	3
Kuva 4. DataMatrixin Layout ECC200	4
Kuva 5. Kaksi ensimmäistä kuvaa on CO ₂ - ja viimeiset YAG-laserilla merkittyjä [4]	8
Kuva 8. Erä- ja moduulinumerotarra	12
Kuva 9. Kanban-kortti	13
Kuva 6. Testauksessa käytetyt moduulitarrat	15
Kuva 7. Kanban-kortin testauksessa käytetyt kontrastit 100, 40, 20	15
Kuva 10. Esimerkki moduulista, johon uusi tarrapohja ei mahdu	19
Kuva 11. 2D-viivakoodi generaattorin etupaneeli	20
Kuva 12. Suunniteltuja moduulitarranumeron layouteja	22
Kuva 13. Siirtymävaiheen kanban-kortti	23

KUVIOT

Kuvio 1. Moduulitarran lukukokeet, käyrät tulostus lämpötilan mukaan	16
Kuvio 2. Kanban-kortin lukukokeet, käyrät tulostus kontrastin mukaan	16

TAULUKOT

Taulukko 1. Datamatrix-symbolin tarkat tiedot.	5
Taulukko 2. RFID-tunnisteiden tietoja	10

KÄYTETYT LYHENTEET

QR-Code	Kaksiulotteinen viivakoodi, jota käytetään tuotteiden ja materiaalien merkitsemiseen(Quick Response code).
Datamatrix	Kaksiulotteinen viivakoodi, jota käytetään tuotteiden ja materiaalien merkitsemiseen(Datamatrix symboli).
ECC(XXX)	Yleisnimitys virheenkorjaus koodeille ja sitä käytetään myös Datamatrix-symbolin nimenä(Error Correction Code).
RS-virheenkorjaus	Käytetään monissa eri sovelluksissa virheellisen datan korjaukseen ja paikannukseen(Reed-Solomon virheenkorjausta).
RFID	Radiotaajuuksilla toimiva etäluettava/kirjoitettava tunnistus, joka voi esimerkiksi olla tarrassa(Radio Frequency Identification).
Laser	Tarkoittaa vapaasti suomennettuna valon vahvistusta stimuloitulla säteilyn emissiolla(Light Amplification by Stimulated Emission of Radiation).

1 JOHDANTO

Tämän opinnäytetyön tarkoituksena oli yhdenmukaistaa piirilevyjen merkintä tapa ja selvittää mahdolliset ongelmat ja muutokset, joita tarvitsee tehdä eränumerotarrasta siirtymisessä moduulinumerotarraan. Telestellä on tällä hetkellä kaksi tapaa merkitä piirilevyt erä- ja moduulinumerotarra. Tulevaisuutta ajatellen tutkittiin myös erilaisia merkintätapoja ja 2D-viivakoodeja, sekä uusia lukijoita.

2D-viivakoodiformaateista on tehty opinnäytetöitä kaupanalalle ja niissä on tutkittu asiakkaiden näkökulmasta viivakoodeja.

Moduulitarraan siirtymisessä selvitettiin, millaisia riippuvuuksia Telestellä on erätarranumeroon ja minkälaisia muutoksia tarvitaan mittauspaikoille ja ohjelmistoille.

Merkintätavoista oli tarkoitus selvittää perusasiat ja miettiä niiden soveltuvuutta Telestelle. Tutkitut merkintämenetelmät olivat laser- ja RFID-merkintä. Näitä tutkittiin teoreettisella tasolla.

2D-viivakoodeja ja lukijoita tutkittiin samaan aikaan. Tämän tarkoituksena oli selvittää paras 2D-viivakoodiformaatti ja lukija Teosten käyttöön.

2 2D-VIIVAKOODIT

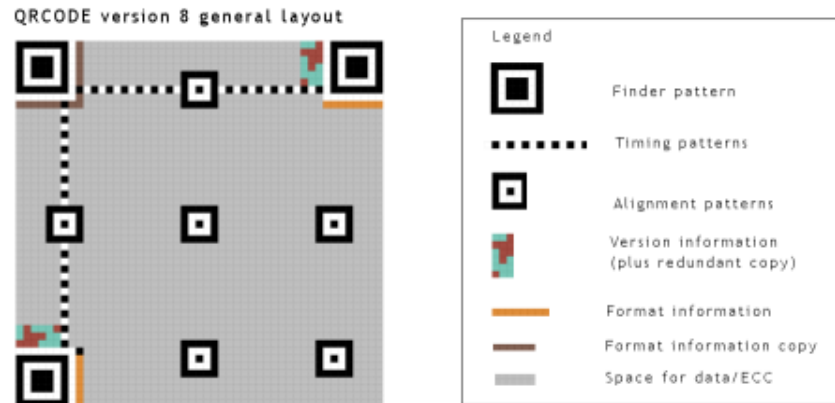
2.1 QR-koodi

QR-koodi on yksi suosituimmista kaksiulotteisista viivakoodeista, jonka suurimpana etuna on suuren tietomäärän mahtuminen pienelle alueelle. Koodin on alun perin suunnitellut ja kehittänyt japanilainen yhtiö Denso Wave, jonka päätoimi alueena on tuotannon edistäminen automaattisella datankeräyksellä ja robottitekniikalla. Ensimmäisenä QR-koodin otti käyttöön Toyota vuonna 1994, auttamaan autojen jäljitystä tuotannon eri vaiheissa. Koodi on patentoitu, mutta sen omistaja Denso Wave jakaa vapaasti QR-koodin spesifikaatiot, joka selittää osaksi sen suosiota. [1]



Kuva 1. QR-koodi versio 9

Koodista on selkeästi tunnistettavissa olevia neliöitä (finder pattern), joiden avulla lukija tunnistaa QR-koodin paikan. Koon määrittämiseksi varten on koodiin upotettu mustista ja valkoisista elementeistä koostuva viiva (timing pattern), kuvasta 2 näkee helposti koon määrittäviin sijainnin. Data ja virheenkorjaus on koodattu kahdeksan bitin(neliön) kokoisiksi alueiksi, jotka alkavat koodin vasemmasta alakulmasta. Kuvassa 2 näkyy QR-koodi versio 8, siinä on selitetty pääpiirteittäin sen rakenne.[1]



Kuva 2. QR-koodin asettelu [2]

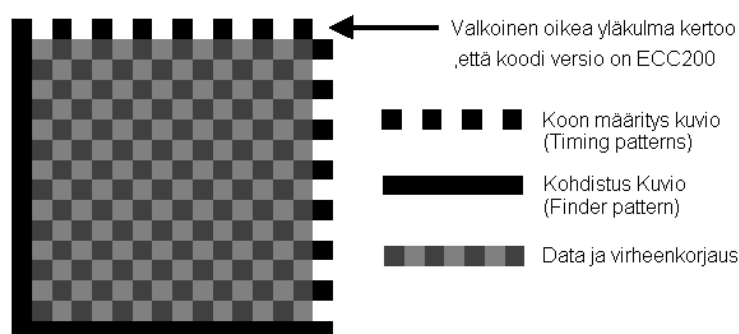
2.2 Datamatrix

Datamatrix on yksi yleisimmistä kaksiulotteisista koodeista, suurin osa sen käyttäjistä löytyy Pohjois-Amerikasta ja Euroopasta. Näissä se on standardoitu monien eri alojen käyttöön, kuten esimerkiksi ilmailualalle, väärennösten vähentämiseen ja osien seurantaan. Datamatrix on patentoitu ja sen käytöstä on yritetty tehdä maksullista, mutta muutaman vuoden takaisella oikeuden päätöksellä Datamatrix on vapaassa käytössä. Datamatrixista on vuosien varrella ollut monta eri versiota ECC0...ECC200. Standardi ISO/IEC16022 suosittelee käyttämään ECC200 yleisesti käytössä olevissa sovelluksissa ja ECC00 – ECC140 suljetuissa sovelluksissa. [3]



Kuva 3. Datamatrix

DataMatrix-viivakoodit koostuvat neliön muotoisista elementeistä, jotka vastaavat binäärilukuja 1 ja 0. Näistä muodostetaan kahdeksan elementin kokoisia koodisanoja, joihin dekodataan symbolin data ja virheenkorjaus. Kuvassa 4 näkyy niiden sijoittuminen symbolissa. Symbolin tasaista ulkoreunaa paikannuskuvio (finding pattern) käytetään symbolin paikannukseen ja orientaation määrittämiseen, kun taas ajastuskuvio (timing pattern) vastakkaisilla reunoilla koostuu vuorottelevista mustista ja valkoisista elementeistä, joista lukija määrittää symbolinkoon. Kuvassa 4 on 16 x 16 symboli, jossa data ja virheenkorjaus ovat yhdellä data-alueella, kun taas kuvassa 3 48 x 48 symbolissa on neljä data-aluetta. Luvussa 2.3 olevasta taulukosta 1 nähdään tarkat tiedot eri symboleista sekä niihin mahtuvista datamääristä ja virheenkorjauksesta. [3]



Kuva 4. DataMatrixin Layout ECC200

2.3 Virheenkorjaus

2D-viivakoodit käyttävät kaikki jonkin tasoista virheenkorjausta. Yleisesti käytössä on Reed-Solomon virheenkorjaus, joka löytyy muun muassa Aztec-, DataMatrix-, PDF417- ja QR-koodeista.

Virheenkorjaus koodataan samalla tavalla kuin data viivakoodiin eli se sisältää kahdeksan neliönmuotoista elementtejä eli koodisanoja. Virheenkorjaukseen on määritetty kaksi eri virhemahdollisuutta: error ja erasure. Error-tilanteessa jokin elementti on koodattu väärin tai se on vioittunut, tämän tyyppin virheen paikkaa

ei tiedetä. Erasure-tilanteessa kertoo siitä, että jonkin tietyn koodisanan elementti on lukukelvoton. Virhetyypeistä vahingollisin on ensin mainittu error eli virheellinen koodisana, tällaisen virheen korjaamiseen tarvitaan noin kaksinkertainen määrä virheenkorjauskoodisanoja verrattain erasure-virheeseen. Virheenkorjaukseen tarvittava määrä error-tilanteessa on kaksinkertainen, koska ensin virhe paikkallisetetaan ja sen jälkeen korjataan. Erasure virhe tarvitsee virheenkorjausta vain koodisanan korjauksen, koska virheen paikka on tiedossa. Taulukon 1 viimeisestä sarakkeesta näkyy suurin mahdollinen virheen korjaus kummallekin virhetyypille Datamatrix-symbolissa. [4]

Edellä mainituissa Datamatrix-symbolissa ja QR-koodissa virheenkorjauksen määrä on erisuuruinen. Datamatrix-symbolin virheen korjaus on kiinteä, joka koolle se vaihtelee suurimman koodin 28,5 % pienimmän koodin 62,5 %. QR-koodissa virheenkorjauksen voi käyttäjä itse määrittää koodin koosta riippumatta neljälle eri tasolle L, M, Q ja H, joissa virheidenkorjaus prosentti on suurin piirtein 7 %, 15 %, 25 %, 30 %. [1,3]

Taulukko 1. Datamatrix-symbolin tarkat tiedot. [3]

Symbol Size	Data Region		Mapping Matrix size	Total Code words		Interleaved Blocks	Data Capacity			Error correction Overhead %	Max Correctable Codeword Error/Erasure
	Size	Number		Data	Error		Num. Cap	Alphanum. Cap	Byte Cap		
10x10	8x8	1	8x8	3	5	1	6	3	1	62.5	2/+
12x12	10x10	1	10x10	5	7	1	10	6	3	58.3	3/+
14x14	12x12	1	12x12	8	10	1	16	10	6	55.6	5/7
16x16	14x14	1	14x14	12	12	1	24	16	10	50	6/9
18x18	16x16	1	16x16	18	14	1	36	25	16	43.8	7/11
20x20	18x18	1	18x18	22	18	1	44	31	20	45	9/15
22x22	20x20	1	20x20	30	20	1	60	43	28	40	10/17
24x24	22x22	1	22x22	36	24	1	72	52	34	40	12/21
26x26	24x24	1	24x24	44	28	1	88	64	42	38.9	14/25
32x32	14x14	4	28x28	62	36	1	124	91	60	36.7	18/33
36x36	16x16	4	32x32	86	42	1	172	127	84	32.8	21/39
40x40	18x18	4	36x36	114	48	1	228	169	112	29.6	24/45
44x44	20x20	4	40x40	144	56	1	288	214	142	28	28/53
48x48	22x22	4	44x44	174	68	1	348	259	172	28.1	34/65
52x52	24x24	4	48x48	204	84	2	408	304	202	29.2	42/78
64x64	14x14	16	56x56	280	112	2	560	418	278	28.6	56/106
72x72	16x16	16	64x64	368	144	4	736	550	366	28.1	72/132
80x80	18x18	16	72x72	456	192	4	912	682	454	29.6	96/180
88x88	20x20	16	80x80	576	224	4	1152	862	574	28	112/212
96x96	22x22	16	88x88	696	272	4	1392	1042	694	28.1	136/260
104x104	24x24	16	96x96	816	336	6	1632	1222	814	29.2	168/318
120x120	18x18	36	108x108	1050	408	6	2100	1573	1048	28	204/390
132x132	20x20	36	120x120	1304	496	8	2608	1954	1302	27.6	248/472
144x144	22x22	36	132x132	1558	620	8*	3116	2335	1556	28.5	310/590
Rectangular Symbols											
8x18	6x16	1	6x16	5	7	1	10	6	3	58.3	3/+
8x32	6x14	2	6x28	10	11	1	20	13	8	52.4	5/+
12x26	10x24	1	10x24	16	14	1	32	22	14	46.7	7/11
12x36	10x16	2	10x32	22	18	1	44	31	20	45.0	9/15
16x36	14x16	2	14x32	32	24	1	64	46	30	42.9	12/21
16x48	14x22	2	14x44	49	28	1	98	72	47	36.4	14/25
Note 1: Symbols size does not include quiet zone.											
*Note: In the largest symbol (144x144), the eight Reed-Solomon blocks shall be 218 codewords long encoding 156 data codeword. The last two blocks shall encode 217 codewords (155 data codewords). All the blocks have 62 error correction codewords											
+Note: Does not apply											

3 MERKINTÄTAVAT

3.1 Tarra

Tarramerkintää käytetään monessa paikkaa erilaisten tuotteiden ja tavaroiden merkintään. Tarra on erittäin halpa ja helppo merkintä tapa, kallein osa tässä merkintätavassa on tulostin ja mahdollisesti tarvittavat lukulaitteet.

Telesten tapauksessa tarralla merkitään kaikki tuotteet piirilevystä lähtien aina valmiin lopputuotteen pakettiin. Tuotannon alkupäässä kun piirilevy tulee ulos ladontakoneesta, sille tulostetaan tuotteesta riippuen erä- tai moduulinumerotarra. Seuraavat tarrat tuotteeseen tulee kokoonpanosta ja niistä käy ilmi esimerkiksi tuotteen sarjanumero, tilaaja, varoitusmerkit ja yleiset tuotetiedot.

3.1.1 Lämpösiirtotulostus

Lämpösiirtotulostus tekniikka on kehitetty 1940-luvulla. Tällä tekniikalla voidaan tulostaa monelle eri materiaalille, tulostus tapahtuu siten, että erillistä värinauhaa lämmitetään tulostusmateriaalin päällä ja siitä sula väriaine liimaantuu haluttuun tulostuspintaan. Tulostustarkkuus lämpösiirtotulostuksessa saadaan erittäin korkeaksi, joten se soveltuu hyvin elektroniikkateollisuuteen, jossa tarvitaan pieniä tarroja ja tietoa täytyy saada mahtumaan verraten paljon tarran pieneen kokoon nähden. Tulostusnopeus näillä laitteilla on saavutettu erittäin korkeaksi, tähän on päästy nopeilla prosessoreilla ja suurella muistikapasiteetilla. Nopeutta lisää myös se, että lähes jokainen laitevalmistaja käyttää tulostuksen määrittämiseen tietynlaisia tietoja, jotka tallennetaan tulostimen muistiin ja sitä kautta prosessori voi käyttää tietoja itsenäisesti tulostuksen suorittamiseen ennen kuin tulostus prosessi on alkanut. Lämpösiirtotulostuksessa on paljon mahdollisuuksia valita tulostus materiaali, jonka ansiosta se soveltuu moniin eri paikkoihin, esimerkiksi

suoralämpötulostus tekee tulostuksesta erittäin hyvän vaihtoehdon vaativiin olosuhteisiin. [5]

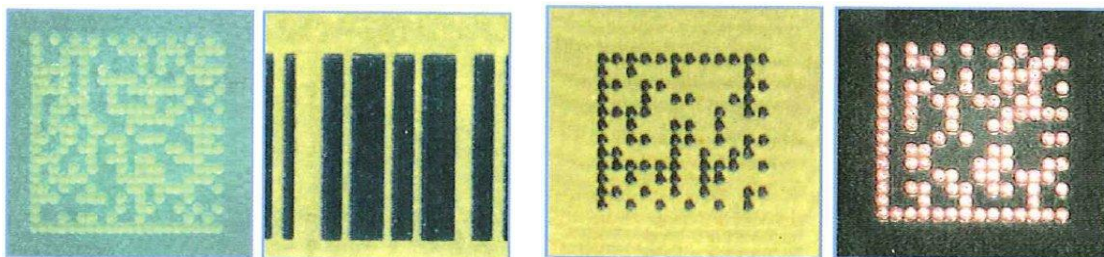
3.1.2 Lämpötulostus

Lämpötulostimien toiminta perustuu lämpöön reagoivaan paperiin, jonka päällä tulostimen tulostuspää lämmittää paperia ja paperissa olevat kemikaalit reagoivat lämpöön ja muuttavat paperin väriä. Erilaisten tulostuspään lämpötilojen vaihtelulla voidaan paperiin tulostaa erilaisia värejä. Lämpötulostimien käyttö on vähentynyt nykyisin paljon muiden tekniikoiden tieltä, mutta niiden käyttö tietyissä sovelluksissa on vakiintunut. Lämpötulostimien etuna on niiden keveys, pieni koko ja virrankulutus. Tämän ansiosta ne soveltuvat hyvin vaikeapääsyisiin paikkoihin ja sovelluksiin, joissa tarvitaan jatkuvaa datan tallennusta paperille, esimerkiksi merenpohjan seismologisissa tutkimuksissa. Lämpötulostuksen huonoin puoli on sen kestävyys, tuloste alkaa haalistua ajan myötä ja käytetyistä materiaaleista riippuen se voi muuttua lukukelvottomaksi lyhyessä ajassa. [5]

3.2 Laser

Laservalon kehitys alkoi noin 60 vuotta sitten ja siitä kymmenen vuoden päästä laser oli kehittynyt siihen vaiheeseen, että laserin teho riitti erilaisten materiaalien merkitsemiseen. Tämän päivän lasermerkinnässä käytettävät laserit toimivat samalla tekniikalla. [6]

Merkitsemisessä yleisesti käytössä olevat laserit ovat YAG- ja CO₂-laser. Näillä lasertyypeillä on omat käyttökohteensa, niiden kyky kaivertaa eri materiaaleihin vaihtelee paljon. Piirilevyille merkintää poltettaessa käytetään kumpaakin lasertyyppiä. Kuvassa 5 näkyy esimerkkejä kummankin laserin merkintäjäljestä. [6]



Kuva 5. Kaksi ensimmäistä kuvaa on CO₂- ja viimeiset YAG-laserilla merkityjä [7]

3.2.1 YAG-laser

YAG-laser on lyhenne sanoista yttrium aluminium garnet. Nd-YAG-laser on yleisin tämän tyyppinen laser. Nd-YAG-lasereita kutsutaan kiinteäntilan (solid state) lasereiksi, koska viritystilän saavuttaa kiinteä aine, tässä tapauksessa YAG kide, josta yttrium on korvattu ionisoidulla neodmiumilla kiderakenteessa. Laserin rakenne koostuu elliptisestä peiliputkesta, jonka sisällä on Nd-YAG-sauva, jonka päissä on peilit, joista toinen on puoliheijastava. Putken toisella puolella on valonlähde, jota käytetään laservalon tuottamiseen ja tämän valon tyyppi vaihtelee sovellus kohtaisesti. Lampulla viritetään sauva, johon imeytyvä valo vapautuessaan tuottaa laservalon puoliheijastavan peilin läpi. [8]

YAG- laserin tuottama aallonpituus on 1,06 mikrometriä, joka on infrapuna-alueella spektrillä. Lyhyen aallonpituuden ansiosta laserilla on hyvät ominaisuudet erilaisten metallien kaiverruksessa.

3.2.2 CO₂-laser

Hiilidioksidi-laserin toiminta perustuu typpiatomien virittymiseen ja siitä foniin vapautuvaan energiaan. Laser koostuu kaasua sisältävästä resonaattoriputkesta (lasiputkesta), jonka toisessa päässä on peili ja toisessa päässä puoliheijastava peili. Kaasu käyttäytyy putken sisällä siten, että typpi viritetään sähkövirran avulla, tämän jälkeen virittynyt typpi atomi virittää CO₂ atomit aiheuttaen tilan putken sisään, jossa virittyneitä atomeita on enemmän kuin alemmalla tasolla olevia. Tämän jälkeen typpi atomiin törmää kylmä helium atomi, jonka seurauksena typpi viritys taso laskee normaaliin ja energia

siirtyy fotoniiin. Lopuksi virittynyt fotoni läpäisee laserin toisessa päässä olevan puoliheijastavan peilin. [6]

Laserin tuottama valo on infrapuna-alueella ja sen aallonpituus on noin 9,4 - 10,6 μm . Tämän tyyppin laser on tehokkain jatkuvan laserin tyyppi, jonka teho vaihtelee milliwateista satoihin watteihin, myös pienillä muutoksilla valoa voidaan pulssittaa, tällä tavalla valon huipputehoksi saavutetaan gigawatteja. Lasermerkinnässä käytettävät CO_2 laserit ovat teholtaan 20 W – 60 W. CO_2 laserilla voi merkitä orgaanisia materiaaleja ja joitakin metalleja edellyttäen, että niissä on jonkinlainen päällyste, koska laser itsessään ei pysty kaivertamaan metalliin sen pitkän aallonpituuden takia.

3.3 RFID

RFID on lyhenne sanoista Radio Frequency Identification, joka on yleisnimitys kaikille tunnistus sovelluksille, joissa on radiotaajuuksilla toimiva etäluku ja/tai -kirjoitus mahdollisuus. RFID-sovellukset koostuvat lähetykseen/vastaanottoon tarkoitettuun antennista, jolla lähetetään/vastaanotetaan data ja piiristä, johon tallennetaan data. Ensimmäinen käytössä ollut sovellus oli englantilaisilla toisessa maailmansodassa. Englantilaiset koneet oli varustettu RFID-tageilla, jotka sitten tutka pystyi tunnistamaan omiksi lentokoneiksi, mutta ei pystynyt yksilöimään niitä. Nykypäivän sovelluksissa yksilöinti ja tunnistettavuus ovat tärkeä osa RFID-tekniikkaa. [9]

Tunnisteet voidaan jakaa kolmeen pääryhmään passiiviset-, aktiiviset- ja paristoavusteiset passiivi-tunnisteet. Passiiviset-tunnisteet ovat halvin ja pieni kokoisin vaihtoehto. Toimintasäde näillä on kohtalaisen lyhyt, koska tunniste saa energiansa toimintaan lukijan lähettämästä kentästä. Passiivinen paristo käyttöinen tunniste aktivoituu lukijan läheisyydessä ja pariston avulla lukuetaisyys passiiviseen nähden kasvaa. Aktiivisten tunnisteiden lukuetaisyys on erittäin pitkä ja niillä pystytään, vaikka lähettämään tietoa lukulaitteelle automaattisesti tietoa tietyin väliajoin. Taajuusalue tunnisteilla vaihtelee sadoista kilohertseistä gigahertseihin, taulukosta 2 näkyy eri sovellusten taajuusalueet ja hinta arviot passiivitunnisteille. [9]

Taulukko 2. RFID-tunnisteiden tietoja

Taajuus	Toiminta etäisyys	Datan siirto nopeus	Hinta, passiivinen (100Kpl)
LF 120–150 KHz	5-10cm	matala	alle 0.5€
HF 13.56 MHz	0.1-1m	matala	alle 0.8€
UHF 433 MHz	100m	keskitaso	~2€
868-870 MHz Europe 902-928 MHz North America UHF	1-2m	keskitaso - korkea	0,12 €
2.45–5.8 GHz (Wlan, 802.11) UHF	10m	korkea	10 €

3.3.1 RFID-tarra

Tarra muodossa olevalla RFID-merkinnällä on monia etuja verraten tavalliseen RFID-merkkiin, koska etäluettavuuden lisäksi siihen voidaan yhdistää selkokieline teksti ja viivakoodi. RFID-tarra koot vaihtelevat suuresti käyttö tarkoituksen mukaan, suurimman osan tilasta vie antenni. Käyttökohteet täytyy ottaa tarkkaan huomioon, koska materiaalit vaikuttavat suuresti tagin toimintaan. Metallipinta on haastava materiaali RF:lle, ja sille pitää valita tarra, joka on paksumpi kuin normaali tarra, jota saadaan se erotettua metallipinnasta ja näin ollen keskustelu lukijan kanssa onnistumaan. Tarrat ovat myös yleisimmin käytetty RFID-merkintätapa. Hintataso vaihtelee suuresti tarran koon ja käyttökohteen mukaan.[10]

3.3.2 Komponentti

Komponentti-tunnisteet ladotaan suoraan piirilevyille, yleensä tuotannon alkuvaiheessa. Komponentti toimii samalla periaatteella kuin tarra tagi. Komponentti tarvitsee yleensä ulkopuolisen antennin ja syystä jokaiseen

piirilevyyn täytyy antenni erikseen suunnitella. Nykyään löytyy kuitenkin komponentteja, joissa ulkoista antennia ei tarvita. [10]

4 KÄYTTÖKOHTEIDEN ESITTELY

4.1 Moduuli- ja eränumerotarra

Telestellä merkitään piirilevyt kahdella erilaisella tarralla erä- ja moduulinumerotarra. Eränumero on ollut ensimmäisenä käytössä, sitä käytetään tällä hetkellä suurimassa osassa tuotteita. Moduulitarra on käytössä sellaisissa levyissä, joissa yksilöinti ja jäljitettävyys ovat tärkeää. Tarrat ovat ulkoisesti samannäköisiä, kuten kuvassa 10 näkyy. (Selite kuvasta 10 C6701-01 on moduulinnimi, A10 on revisio ja viimeinen numerosarja on erä- tai moduulinumero. Viivakoodissa on erä- tai moduulinumero). Tarrapohja on kooltaan 23mm x 7 mm ja se täyttää moduulinumerotarran tapauksessa lähes koko tarran. [11]



Kuva 6. Erä- ja moduulinumerotarra [11]

4.2 Kanban-kortti ja käyttökohde

Kanban-korttia käytetään tuotannon hieno-ohjaukseen. Tiiminvetäjät saavat tiedot tuotantoon tulevista tuotteista tietokannasta, josta valitaan valmistettava tuote. Tiiminvetäjä valitsee tuotteen, jota valmistetaan ja sille tulostetaan kanban-kortti. Kortti sisältää muun muassa tiedot valmistettavasta tuotteesta, konfiguraatiosta, versiosta, määrästä ja valmistuspaikasta. Ensimmäisenä kortti menee keräilijöille, jotka keräävät varastosta tuotteeseen tarvittavat materiaalit. Tuotteesta riippuen seuraava työvaihe on esivalmistus, tätä ei kuitenkaan tehdä

jokaisen tuotteen kohdalla. Viimeisessä vaiheessa kanban-korttia käytetään, kun tuote siirtyy soluun. Solussa kortista luetaan tiedot, joka käynnistää ohjeet tuotteen valmistukseen. Tämän jälkeen korttia ei tarvita, koska jokainen valmistuote saa oman sarjanumeronsa. [11]

Nimike: CMA011	Solun nro	Asiakas: LIP
konfiguraatio:		Referenssi: Cust.Ref
Versio: E16	Maara: 5	Tilausnumero: 0
		Toimituspäivä: 27.10.2010
Soluryhma: LDC		Kortin numero: 5 / 0 / 25
Esivalmistelu: Ei		ValmistusAika: 0,42 (h)
KanbanID: TC926220111212134030		
		Note: Yhden kortin tulostus 12.12.2011 13:40:30 KERÄILY 2 Testausta / Valkpe
Base:	Done	
Lopputuote (Nimike):	PR999993	Kanban -ohjauskortti

Kuva 7. Kanban-kortti

5 2D-VIIVAKOODIN LUKIJAT

5.1 Tarpeet

Viivakoodinlukijoita löytyy nykyään monesta eri paikasta, ehkä tunnetuin käyttöpaikka löytyy kaupan kassalta. Mutta nykypäivänä monelta löytyy viivakoodinlukija, suurimmassa osassa nykypuhelimista löytyy ominaisuus lukea viivakoodeja kännykän omalla kameralla.

Lukijoita valittaessa kriteereinä oli niiden kyky lukea 2D-viivakoodiformaatteja, sekä varma toimivuus tuotanto-olosuhteissa.

5.2 Testattavat lukijat

Testaukseen otettiin kaksi Honeywellin lukijaa: 4600g ja Xenon 1900. Lukijoiden perusominaisuudet ovat lähes samanlaiset, mutta Xenonissa on uudempi kuvankäsittelytekniikka, joka tuo laitteeseen uusia ominaisuuksia verraten vanhempaan malliin 4600g. Laitteet ovat suurin piirtein samanhintaisia.

5.3 Testaus

Lukijoiden vertailu aloitettiin lukukokeilla. Testaukseen valittiin viivakoodikoko, joka todennäköisesti otetaan käyttöön Telestellä tulevaisuudessa. Kun koko oli määritelty 5 mm x 5 mm, suunniteltiin Telestellä käytössä olevalla Codesoft-ohjelmalla tarroja, joihin tuli kahta eri viivakoodiformaattia, jotka alussa esiteltiin. Kanban-korttiin tuleva viivakoodi tarvitsi myös testausta, koska se on sijoitettu muovitaskuun ja tämän vuoksi vaikeuttaa lukemista heijastavan pinnan takia.

Lukijoiden testauksessa käytettiin muuttujina etäisyyttä, tulostuslämpötilaa tai kontrastia ja lukukulmaa. Uudemmallalla lukijalla testattiin myös asetusten muuttamista ja muuttaminen vaikuttaa sen kykyyn lukea heijastavilta pinnoilta.



Kuva 8. Testauksessa käytetyt moduulitarrat

Moduulinumerotarran testauksessa käytetyt tulostuslämpötilat, lukuetaisyydet ja kulmat ovat seuraavat:

- etäisyydet 2,5 cm, 5 cm, 10 cm ja 15 cm
- kulmat 45° ja 90°
- tulostuslämpötilat 44 °C, 38 °C, 34 °C ja 30 °C.



Kuva 9. Kanban-kortin testauksessa käytetyt kontrastit 100, 40, 20

Kanban-kortin testauksessa käytetyt etäisyydet, lukukulmat ja kontrastit ovat seuraavat:

- etäisyydet 5 cm, 10 cm ja 20 cm
- kulmat 45° ja 90°
- viivakoodin kontrastit 20, 40 ja 100.

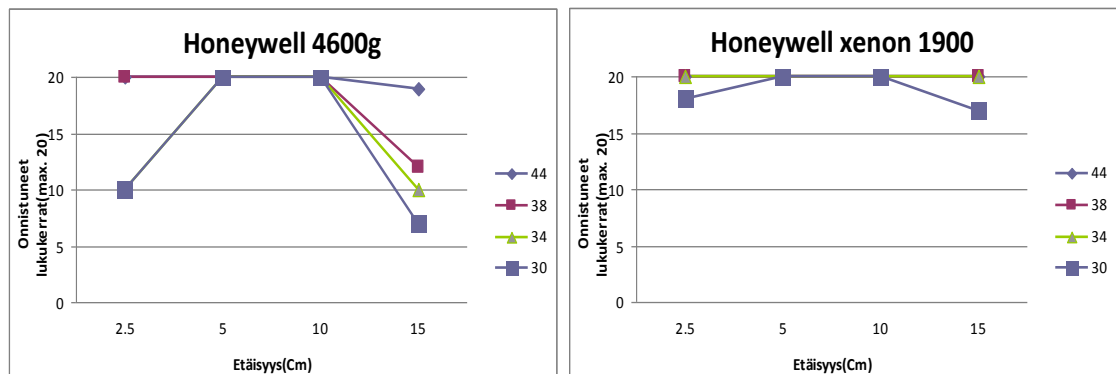
5.4 Tulokset ja päätelmät

Kummatkin lukijat olivat lähes samantasoiset, kun luettiin tarrapohjia. Mutta eroja kuitenkin ilmeni huonolaatuisimpien tarrojen kohdalla, joita vanhempi malli eli 4600g lukija ei pystynyt kunnolla lukemaan. Yhteenvetotuloksista on esitetty kuvioissa 1 ja 2. Kanban-kortin testauksessa 4600g pärjäsikin hieman paremmin

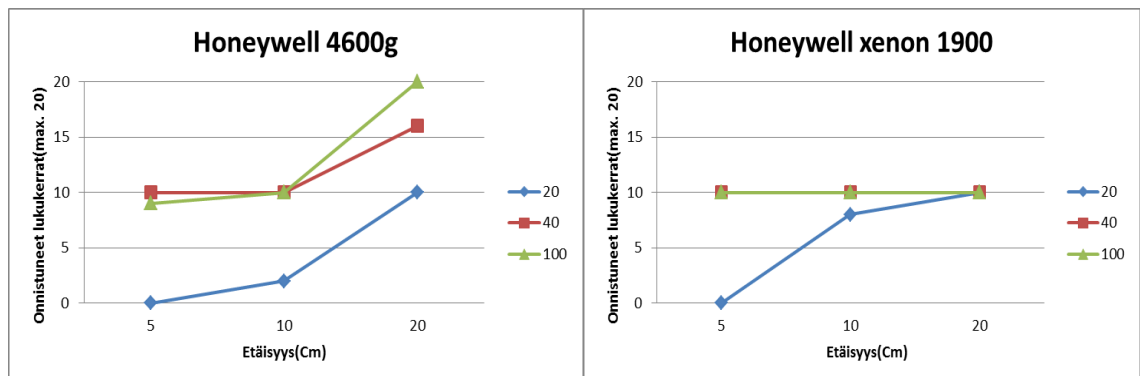
vaikka Xenonissa muutettiin asetukset, niin että niillä pitäisi saavuttaa nopeampi luku heijastavilta pinnoilta. Asetuksien muuton jälkeen kokeiltiin myös tarran lukuominaisuuksia, millä oli suuri vaikutus lukunopeuteen. Etäisyyden kasvaessa yli 10 cm:iin lukija ei pystynyt koodia enää lukemaan. Tarkat tulokset löytyvät liitteestä 4.

Lukukokeissa olleet olosuhteet olivat suurin piirtein samanlaiset kuin soluissa valaistuksen ja lukuetaisyyden osalta. Mittaukset tehtiin kiinteässä telineessä, joka vaikuttaa todella paljon viivakoodin lukuun. Todellisessa luku tilanteessa, kun ihminen käyttää lukijaa käsi liikkuu kokoajan. Tämä tilanne parantaa mahdollisuuksia onnistuneeseen lukuun vaihtuvien lukukulmien ja etäisyyksien ansiosta. Lukijat pystyvät kompensoimaan liikettä erittäin hyvin.

Uudeksi lukijaksi Telestelle valittiin Xenon 1900 lukukokeiden ja ominaisuuksien perusteella, jotka tuovat laitteelle lisä arvoa pitkällä aika välillä.



Kuvio 1. Moduulitarran lukukokeet, käyrät tulostus lämpötilan mukaan



Kuvio 2. Kanban-kortin lukukokeet, käyrät tulostus kontrastin mukaan

6 2D-VIIVAKOODIN GENEROINTI

Telesten käyttöön tarvittiin viivakoodigeneraattori, joka pystyttäisiin liittämään olemassa oleviin ohjelmiin. Tarrojen tulostuksessa käytössä oleva CodeSoft pystyy tulostamaan itsenäisesti 2D-viivakoodeja.

Tuotannossa oleva tulostinta ohjataan LabView-ohjelmalla, joka lähettää siihen syötetyt tiedot tekstitiedostoon ja näistä määrittämisistä tulostin tulostaa tarrat. Tarrojen tulostusohjelmasta valitaan tulostettava tarratyyppe, eränumero- tai moduulinumerotarra. Tämän jälkeen ohjelmaan syötetään tiedot ladotusta tuotteesta ja valmistusmäärästä. Eränumerotarrojen tulostusmäärät eivät ole tarkkoja, koska tarrat eivät ole yksilöllisiä, kun taas moduulitarrat ovat eli niitä tulostetaan yhtä paljon kuin on valmistettuja moduuleita. Kaikkiin moduuleihin ei kuitenkaan tulosteta, koska moduulit ovat joko liian pieniä tai tarroja ei tarvita.

Seuraavaksi ollaan kuitenkin siirtymässä tapaan, jossa kaikkiin tuotteisiin tulee moduulinumerotarra ja sen myötä ohjelmaa täytyy muokata sen mukaiseksi.

Kanban-korttia käytetään tuotannossa ohjaamaan valmiiden tuotteiden valmistus määrää ja siinä tarvittavia tarvikkeita. Tämän hetkessä kortissa on kanbanID tulostettu tavallisella 1D-viivakoodilla, jonka suurimpana ongelmana on sen koko. Uusien lukijoiden lukualue on kapeampi verraten vanhoihin lineaarilukijoihin, tämän seurauksena kanban-korttiin tarvitaan 1D-viivakoodien rinnalle 2D-viivakoodi helpottamaan lukemista uusilla lukijoilla.

Kanban-kortin 1D-viivakoodi generoidaan ttf:sta (true type font), joka ei 2D-viivakoodin kohdalla ole mahdollista. 2D-viivakoodin generointiin on tarjolla monia eri vaihtoehtoja esimerkiksi Googlen palvelu, jossa osoitekenttään syötetään tiedot halutusta viivakoodista ja tämän perusteella palvelin generoi kuvan viivakoodista.

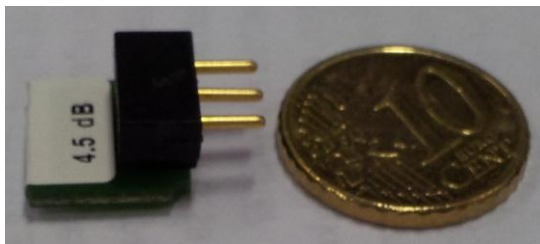
6.1 Tarratulostuksensuunnittelu

Tarrojen tulostukseen tarvittiin muutoksia layoutin tekstitiedostolle ja ladontakoneella käytössä olevalle labview koodille. Tekstitiedoston muokkaus tarvitsi uudet paikkatiedot viivakoodille ja moduulin tiedoille, tämä tehtiin codesoft ohjelmalla.

LabView-ohjelmaan tehtiin suurempia muutoksia, selkein muutos oli eränumerotarran tulostusvaihtoehdon poisto. Inhimillisten virheiden poistamiseksi suunniteltiin, että tulostustiedot haetaan suoraan tietokannasta, jolloin käyttäjälle jäisi valittavaksi enää tulostettavien tarrojen määrä ja alasvetovalikosta ladottu tuote. Moduulitarrat ovat yksilöllisiä, joten jos niitä katoaa tai ne rypistyvät on niiden tilalle tulostettava uusi tarra. Ongelmia tuottaa se, jos ei kadonneen tarran numeroa tiedetä tai välissä on tulostettu eri tuotteen tarroja, ei samaan sarjaan enää saa lisättyä vahingoittuneita tai kadonneita tarroja. Tarrojen tulostuksessa käytettävän ohjelma, ilmaisee suoraan tulostuksen jälkeen, onko prosessissa tapahtunut virheitä.

Jokaiselle valmistetulle tuotteelle tulostetaan tarra. Tämä tehdään sen takia, että tulostusohjelma vie tietokantaan tiedot tuotteesta ja valmistus määrästä. Joihinkin tuotteisiin ei tarroja liimata, mutta näihinkin on tulostettava muutama kappale tietokantaan meneviä tietoja varten, näissä tapauksissa tietokantaan menee virheellinen tieto valmistus määrästä, koska tieto otetaan suoraan tulostettujen tarrojen määrästä. Tämä tieto joudutaan jälkikäteen käymään korjaamassa tietokantaan. Liitteessä 3 on tarkka kuvaus moduuli- ja eränumerotarran tulostusprosessista.

Tulevaisuudessa tulisi jokaiseen tuotteeseen liimattavaksi tarra koosta riippumatta. Tämä ei kuitenkaan jokaisen tuotteen kohdalla tule onnistumaan tilanpuutteen vuoksi, esimerkiksi kuvan 8 tuotteeseen ei auta tarra koon pienentäminen.



Kuva 10. Esimerkki moduulista, johon uusi tarrapohja ei mahdu

6.2 Tarratulostus ohjelman toteutus

Ohjelmaan tehtiin toistaiseksi muutos vain eränumerotarran vaihtaminen moduulinumerotarraksi. Tulevaisuudessa kun lukijoita hankitaan jokaiselle työpisteelle, voidaan moduulinumerotarran 1D-viivakoodi muuttaa 2D-viivakoodiksi ja samalla muuttaa tarrakoko pienemmäksi.

6.3 Kanban-kortin tulostusohjelman suunnittelu

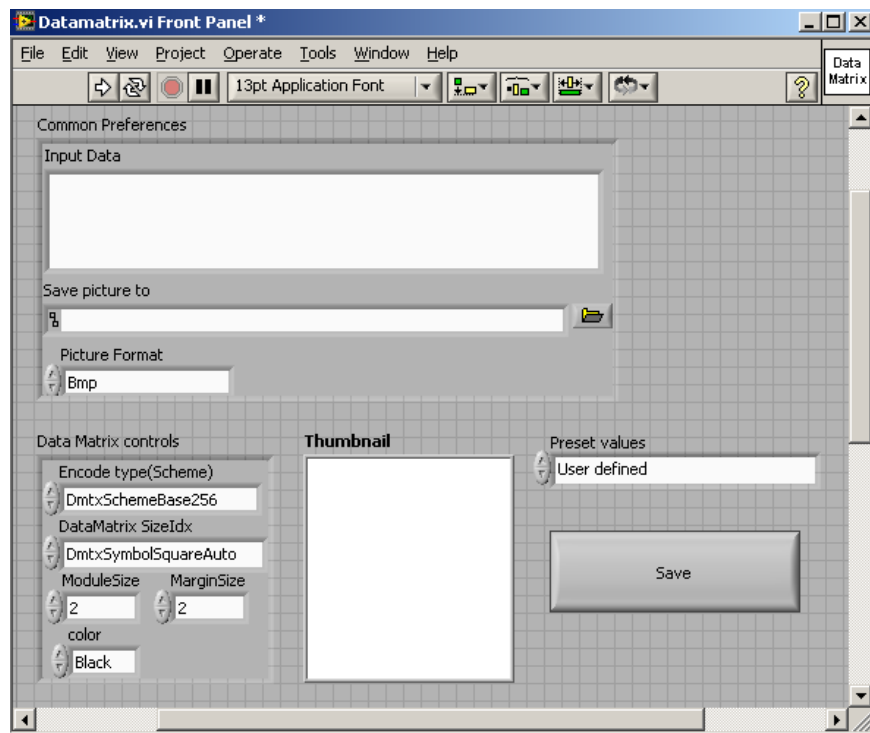
Kanban-korttiin tulevan 2D-viivakoodin generointi tavan valintaan vaikuttivat seuraavat asiat, offline tulostus ja yhdistettävyyys kanban-kortin tulostukseen käytettävään labview ohjelmaan. Offline-tulostus sen takia, ettei kaikilla tuotannon koneilla ole internetyhteyttä. Helpoiten viivakoodin generointi olisi käynyt fontilla, kuten 1D-viivakoodit tulostetaan.

Tämän perusteella jäi vaihtoehdoksi dot net-kirjasto [12], johon syötetään LabView'n kautta tarvittavat tiedot viivakoodista, jonka jälkeen kirjasto käsittelee tiedot ja sen perusteella se tuottaa kuvatiedoston viivakoodista. Koodi haluttiin myös sellaiseksi, että sitä voidaan käyttää osana TestStandin sekvenssiä.

6.4 Kanban-kortti tulostus ohjelman toteutus

Erilaisia kirjastoja löytyi paljon, suurin osa niistä oli maksullisia. Lopulta löytyi vapaan lähdekoodin kirjasto, joka tarjosi samat ominaisuudet kuin maksulliset. Tämä soveltui hyvin vaadittuihin tarpeisiin ja sisälsi vielä muutamia lisäominaisuuksia.

Ohjelmasta tehtiin aluksi perusversio, jota pystyttäisiin sitten jälkikäteen laajentamaan eri käyttötarkoituksiin. Perusversio rakennettiin siten, että käyttäjä sai syöttää aluksi perustiedot koodista kuten viivakoodin sisältämän datan, tallennuspaikan ja kuva formaatin. Aluksi symbolien muotoilulle tehtiin neljä esiasetusta, jolloin käyttäjä voi helposti valita oikean vaihtoehdon symbolien ulkoisten mittojen tai datan määrän mukaan. Tarvittaessa käyttäjällä on myös mahdollisuus määrittää koko viivakoodin rakenteeseen ja sisällön enkoodaukseen vaikuttavat parametrit.



Kuva 11. 2D-viivakoodi generaattorin etupaneeli(LabView koodi liitteessä 1)

7 LAYOUTIEN SUUNNITTELU

7.1 Tarrapohja

Eränumerotarrasta poistumiseen ei tarvitse tarrapohjiin tehdä muutoksia, koska moduulitarra on tällä hetkellä jo käytössä osassa tuotteita ja sille on määritelty tietty pohja 1D-viivakoodilla.

Kun seuraavassa vaiheessa moduulitarranumeroissa siirrytään 2D-viivakoodiformaattiin, layoutiin ja tarrapohjan kokoon tarvitsee tehdä muutoksia. Ensimmäisenä valittiin Telestelle 2D-viivakoodiformaatiksi Datamatrix lukukokeiden perusteella (liite 3) ja koska sitä käytetään yleisesti teollisuudessa ja sille löytyy standardi elektroniikkateollisuudelle. Teleste on myös aikaisemmin käyttänyt Datamatrix viivakoodia tuotteen sarjanumeron merkintään yhdessä tuotteessa.

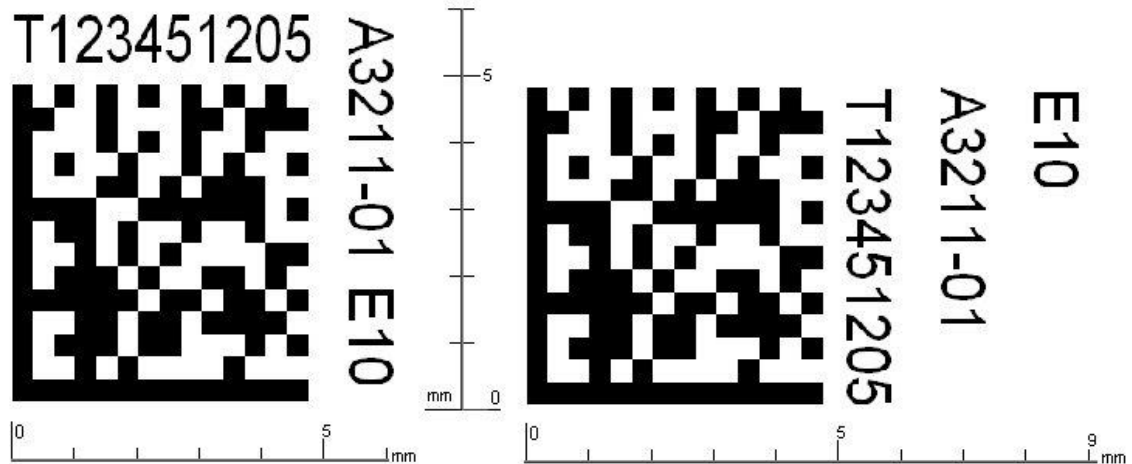
2D-viivakoodiin saadaan tieto mahtumaan huomattavasti pienemmälle alueelle kuin 1D-viivakoodissa, tästä lähdettiin suoraan suunnittelemaan ja testaamaan toimivinta asettelua ja kokoa viivakoodille.

Datamatrixin fyysinen koko valittiin 5 mm x 5 mm ja Datamatrix formaatin koko oli 14 x 14. Tämän kokoiseen viivakoodiin mahtuu kymmenen alphanumeerista merkkiä tai 16 numeerista merkkiä. Moduulinumero on kymmenen merkkiä pitkä ja se sisältää yhdeksän numeroa ja yhden kirjaimen.

Viivakoodien koko pieneni layoutista riippuen noin 1/3 tai 1/2 alkuperäisestä 23 mm x 7 mm tarrasta. Jokainen tarra vaatii tyhjää tilaa noin millin verran tekstin ja viivakoodin ympärille, jotta esimerkiksi virheellisestä kohdistuksesta aiheutuvat ongelmat eivät vaikuta heti tulostuksen onnistumiseen. Mahdollisten tarrojen lopulliseksi kooksi tuli 8 mm x 8 mm ja 7 mm x 11 mm.

Uudeksi moduulinumerotarrapohjaksi valittiin 8 mm x 8 mm. Tämä vaihe toteutetaan siinä kohtaa, kun moduulinumerotarra saadaan onnistuneesti

otettua käyttöön ja sen myötä esiin tulevat ongelmat ratkaistua. Aikataulussa on otettava myös huomioon se, että vähintään kaikissa tuotannon solujen aloituspaikoilla on oltava 2D-viivakoodinlukijat.



Kuva 12. Suunniteltuja moduulitarranumeron layouteja

7.2 Kanban-kortti

Kanban-kortti sisältää kaksi 1D-viivakoodia, joista ensimmäinen ilmoittaa valmistusmäärän ja toinen KanbanID:n. Kaikki uudet viivakoodinlukijat, jotka Telestelle tilataan, tulee olemaan 2D-lukijoita. Tästä syystä kanban-korttien pitkien 1D-viivakoodien rinnalle on suunniteltava Datamatrix-symboli, jotta lukeminen uusilla viivakoodilukijoilla olisi helpompaa.

Valmistusmäärän viivakoodista tehtiin 10 mm x 10 mm ja Datamatrixin formaatiksi pienin mahdollinen 10 x 10, koska valmistusmäärät eivät koskaan tule ylittämään kuutta numeroa. KanbanID sisältää 2 kirjainta ja 18 numeroa. Kanban-ID viivakoodin fyysiseksi kooksi tuli 20 mm x 20 mm ja Datamatrix formaatiksi 22 x 22 (Kuva 13.)

Kanban-kortin muutokset voidaan ottaa heti käyttöön helpottamaan KanbanID:n lukua uusilla 2D-viivakoodilukijoilla. Kanban-kortin tulostus ohjelmaan tarvitsi lisätä kaksi viivakoodikenttää, johon LabView-ohjelma generoi 2D-viivakoodit.

Kanban-kortin uusi layout on väliaikainen, koska siinä vaiheessa, kun 2D-viivakoodinlukijoita on kaikilla aloituspaikoilla, voidaan vanhat 1D-viivakoodit poistaa kokonaan kortista.

Nimike: CMA011	Solun nro	Asiakas: LIP
konfiguraatio:		Referenssi: Cust.Ref
Versio: E16	Maara: 5	Tilausnumero: 0
		Toimituspäivä: 27.10.2010
Soluryhma: LDC		Kortin numero: 5 / 0 / 25
Esivalmistelu: EI		ValmistusAika: 0,42 (h)
		Note! Yhden kortin tulostus 12.12.2011 13:40:30 KERÄILY 2 Testausta / Valkpe
KanbanID: TC926220111212134030		
Base:	Done	
Lopputuote (Nimike):	PR999993	Kanban -ohjauskortti

Kuva 13. Siirtymävaiheen kanban-kortti

8 OMAT PÄÄTELMÄT

Jos järjestelmää lähdetään tämän hetkisten ratkaisuiden lisäksi parantamaan, olisi seuraava vaihe nopeuttaa ja varmentaa piirilevyjen merkintää. Myös tuotannon jälkeen tulevaa varastointia ja asiakkaan näkökulmia voisi selvittää enemmän.

Merkintäprosessia voitaisiin nopeuttaa merkittävästi vaihtamalla piirilevyjen merkintätapa lasermerkintään, joka yhdistettäisiin ladontakoneeseen. Tällä tavalla saataisiin merkittyä jokainen piirilevy ja inhimillisten virheiden määrä vähenisi, kuten kadonneiden tai rypistyneiden tarrojen uudelleen tulostuksen aiheuttamat lisätyöt. Lasermerkintälaitteistosta riippuen merkintöjä voidaan tehdä melkein mihin materiaaliin vain, esimerkiksi metalliin ja komponentteihin, näissä laitteistoissa on yleensä kummatkin esiteltyt lasertyypit. Tällä tavoin voidaan tuoda mahdollisesti lisäarvoa tuotteille.

Lasermerkintälaitteiston tuominen osaksi ladontakonetta toisi paljon työtä ja kustannuksia, koska jokaisen piirilevyn merkintäpaikat pitäisi määritellä ja merkintäpaikat testata, jotta saadaan selville laserin toimivuus erilaisissa materiaaleissa. Omasta mielestäni lasermerkintä on erittäin varteen otettava merkintätapa ja sen selvitystyötä pitäisi tämän jälkeen vielä jatkaa.

Tutkittua RFID-merkintä tapaa voisi miettiä lähitulevaisuudessa lopputuotteiden ja tuotepakkauksien merkinnässä. Telestellä pakkauksien RFID-merkintä voisi tarkoittaa sitä, että kun pakkaukset olisi merkitty RFID-tageilla, voitaisiin varastosta lähtevien tilausten tunnukset lukea kaikki kerralla ilman, että jokaista pakkaustarraa tarvitsisi erikseen lukea. Tämän jälkeen kun tuotteet toimitetaan asiakkaalle, lukija voisi vielä varmistaa lähteneet tuotteet ja viedä tästä tieto eteenpäin tietokantaan.

Tiedusteluja voisi tehdä myös asiakkaille heidän mahdollisuuksista ja hyödyistä, RFID-tekniikan kohdalla. Mahdollisesti asiakkaalla on RFID-lukija, jolla voitaisiin

lukea saapunut lähetys ja saataisiin suoraan tieto ilman paketin avausta sen sisältämistä laitteista ja niiden konfiguraatioista. RFID-tekniikalla on monia hyötyjä verrattain tarramerkintätapaan. Vaikka kaikilla asiakkailla ei olisi mahdollisuutta tai tarvetta hankkia lukijoita, voidaan tarramuodossa oleville RFID-tageille merkitä samat viivakoodit ja tiedot tuotteesta, kuin tavallisella tarramerkinnällä.

Tässä tutkimuksessa ei ole asiakkaiden tarpeita selvitetty, tällä alueella kuitenkin riittää paljon selvitettävää. Näiden ajatusten pohjalta asiaa kuitenkin kanttaisi lähteä selvittämään.

9 YHTEENVETO

Tässä työssä selvitettiin piirilevyjen merkintätavan yhtenäistämistä, tämä tarkoitti vanhan eränumerotarran poistamista piirilevymerkintätapana ja moduulinumerotarran käyttöönottoa kaikissa piirilevyissä. Tästä selvitettiin muutokseen tarvittavat toimenpiteet ja mahdolliset ongelmat. Tämän lisäksi haettiin uutta 2D-viivakoodiformaattia korvaamaan 1-viivakoodit. 2D-viivakoodien tuominen moduulinumerotarroihin tarkoitti uusien viivakoodilukijoiden hankintaa. Myös korvaavaa merkintä tapaa haettiin tarramerkinälle.

2D-viivakoodeja tutkittiin, koska nykyiset 1-viivakoodeilla olevat erä- ja moduulinumerotarrat eivät mahdu kaikkiin piirilevyihin. 2D-viivakoodiin mahtuu pienelle alueelle erittäin paljon tietoa, joten tarrakoko pienenee huomattavasti viivakoodiformaatin vaihdossa. Moduulinumerotarraan siirtyminen tehdään sen takia, että toiminta tapoja halutaan yhtenäistää. Merkintätapoja tutkimisella haettiin parempaa vaihtoehtoa tarramerkinälle, joka on nykyisin tarjolla oleviin menetelmiin nähden hidas.

2D-viivakoodeja tutkittiin lukukokeiden perusteella, jotka suoritettiin uusilla lukijoilla, joita tulevaisuudessa hankitaan Telestelle. Testaustulosten pohjalta Telestelle valittiin 2D-viivakoodiformaatiksi Datamatrix ja viivakoodinlukijaksi Honeywell Xenon 1900. Moduulinumerotarraan siirtymiseen liittyvät ongelmat saatiin kartoitettua ja siirtyminen moduulinumerotarraan voitiin aloittaa. 2D-viivakoodia ei tässä vaiheessa vielä vaihdettu moduulinumerotarraan, koska lukijoita ei ole vielä tarpeeksi soluissa ja uusi tarrapohja tarvitsee testausta tarrakoon pientymisen takia. Kanban-korttiin lisättiin 2D-viivakoodit 1D-viivakoodien rinnalle helpottamaan lukua uusilla lukijoilla.

Tulevaisuudessa laser ja RFID-merkintä tutkimusta voidaan jatkaa eteenpäin ja kartoittaa asiakkaiden tarpeita, sekä Teosten hyötyjä uudesta merkintätavasta.

Moduulinumerotarraa ei tulla kiinnittämään kaikkiin tuotteisiin, koska kaikkia tuotteita ei tarvitse pystyä jäljittämään tuotannon jälkeen.

LÄHTEET

[1] ISO/IEC 18004:2006, QR-koodi standardi, International Organization for Standardization, 2011

[2] RedTitan Technology Ltd, QR CODE layout [www-dokumentti] Saatavilla <http://www.pclviewer.com/rs2/qrtopology.htm>. (5.3.2012)

[3] ISO/IEC 16022:2006, DataMatrix standard, International Organization for Standardization, 2009

[4] Nuutinen, M, Aalto-yliopisto Mediatekniikan laitos, Näkymättömällä musteella tulostetun koodin lukutapahtumassa vaikuttavat tekijät, [www-dokumentti] Saatavilla media.tkk.fi/visualmedia/publications/msc-theses/DI_M_Nuutinen_2004.pdf. (7.3.2012)

[5] Zebra, Thermal printing, [www-dokumentti] Saatavilla <http://www.zebra.com/us/en/solutions/getting-started/barcode-printing/barcode-printing-faqs.html#thermal>. (13.3.2012)

[6] Rajagopalan, Chen, Xiaoqi F., Aik M.D., River Edge, NJ, USA: Advanced Automation Techniques in Adaptive Material Processing, World Scientific, 2002, s 243-245

[7] EP-Teq, Marking examples, [www-dokumentti] Saatavilla http://www.osai-as.it/site/images/stories/prodotti/neomark/neomark_performance/neomark-eng.jpg. (6.3.2012)

[8] Mash, C, Arkansas Physics, ND:YAG Laser, [www-dokumentti] Saatavilla physics.uark.edu/lasers/NdYAG_ClintMash. (6.3.2012)

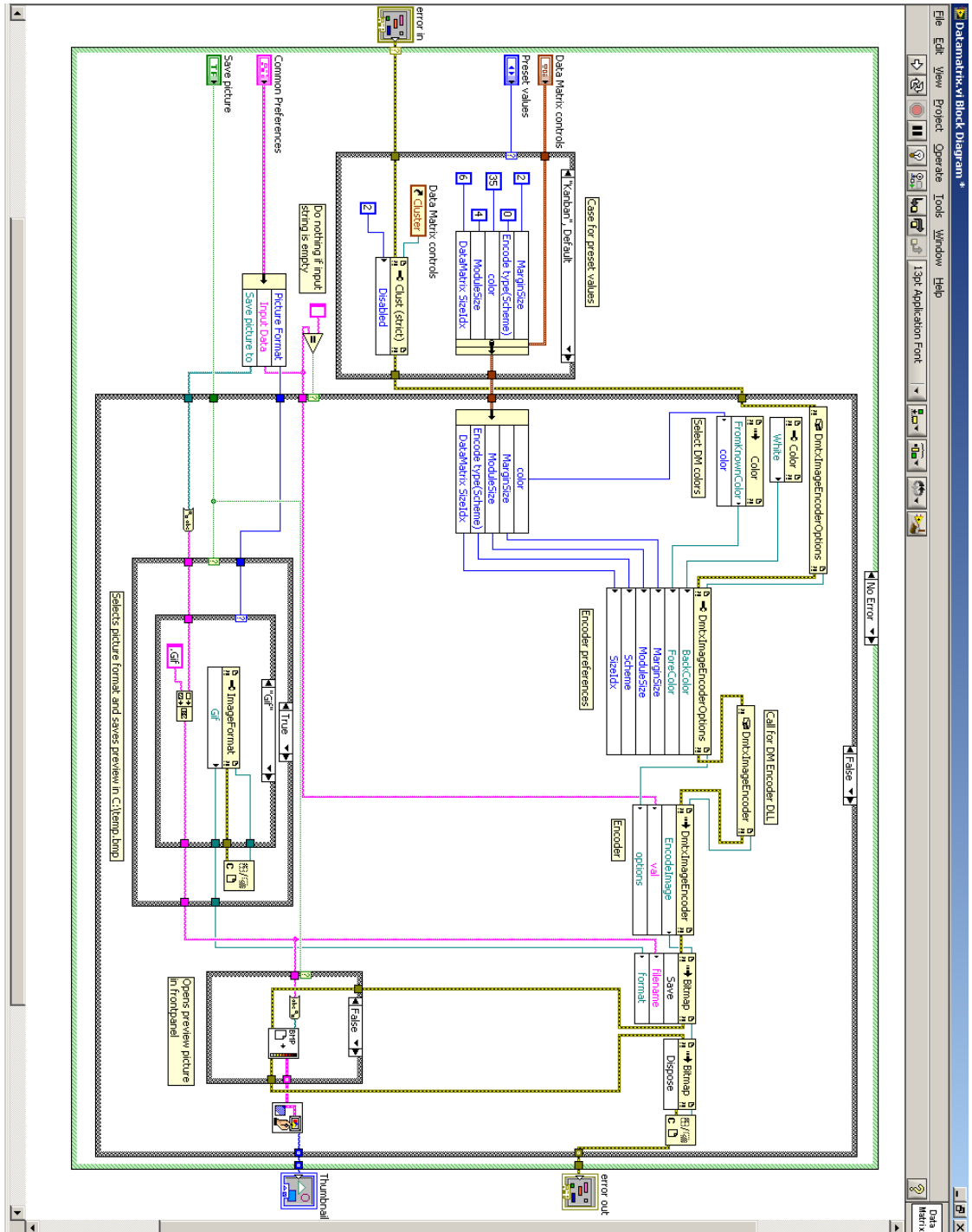
[9] Lehpamer, H., RFID Design Principles, Norwood, MA, USA: Artech House, 2007, s. 133-134

[10] Rida, Amin Tentzeris, Manos Yang, Li, RFID-Enabled Sensor Design and Applications, Norwood, MA, USA: Artech House, 2010, s 27-33

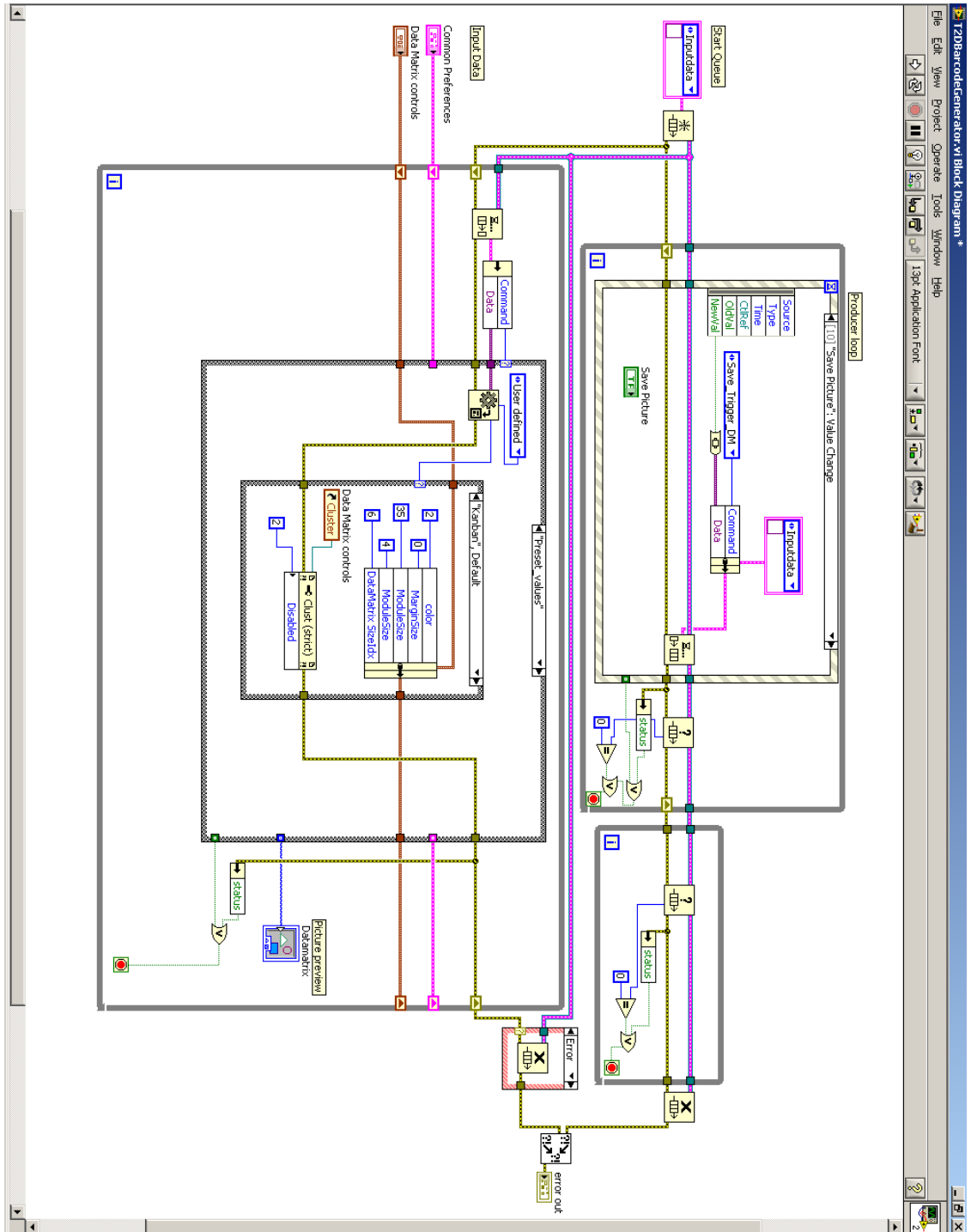
[11] Teleste Oyj INTRANET

[12] Faschinger, M, SourceForge, DataMatrix.net, [www-dokumentti] Saatavilla <http://datamatrixnet.sourceforge.net/>. (15.2.2012)

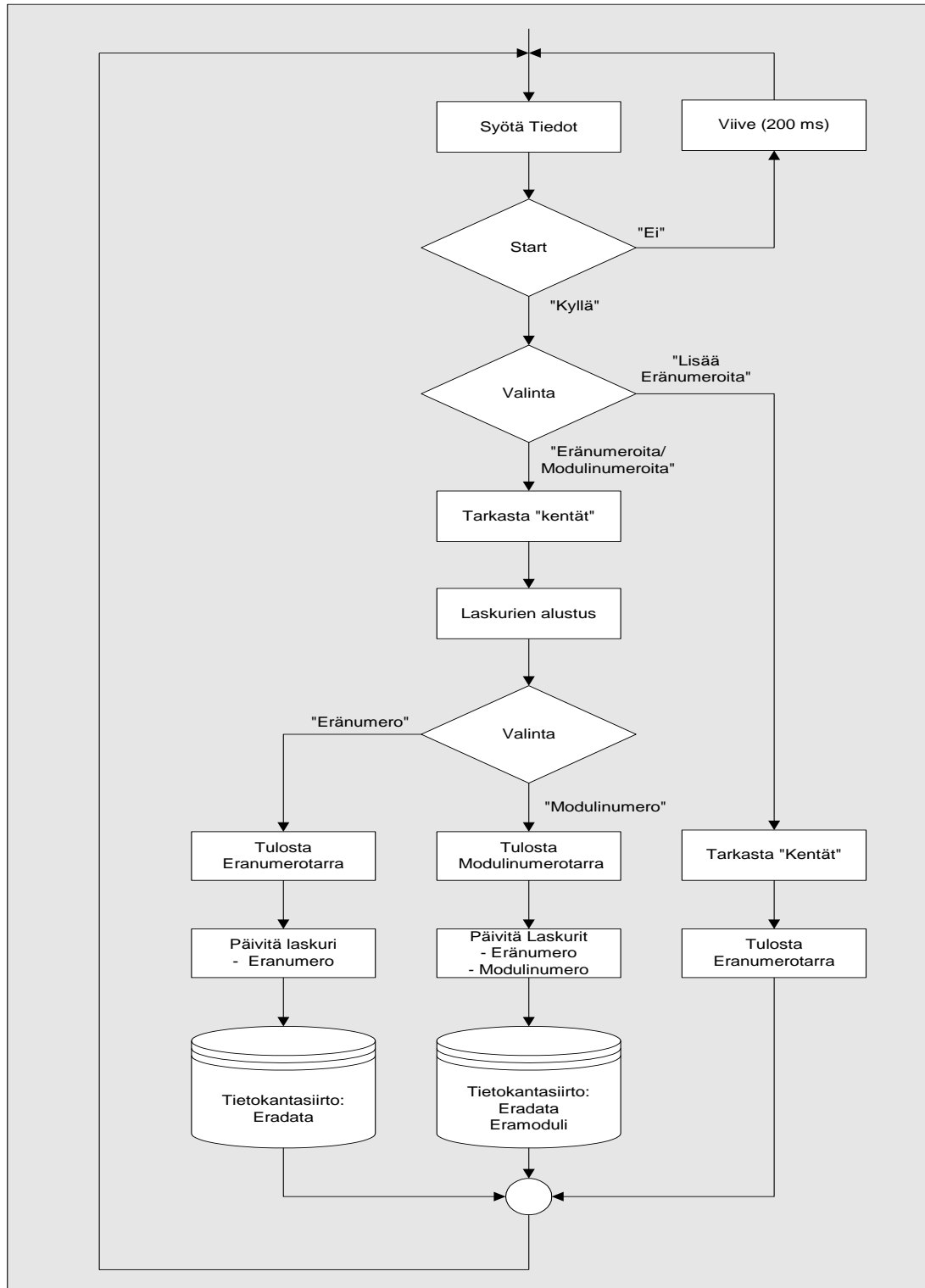
2D-Viivakoodi generaattorin labview koodi



2D-viivakoodi generaattorin executable ohjelman LabView koodi



Erä- ja moduulinumerotarran tulostuksen ”vuokaavio”



2D-viivakoodilukijoiden testaus tulokset

Jokaisessa kohdassa tehdään 10 luku koetta, joissa tarkasteltavat asiat ovat:

Luku (onnistunut/epäonnistunut)

Pidentynyt luku aika = *

Väärä tulos = **

Honeywell 4600g

Moduulitarra:

Olosuhteet:

Kulma 90°, Laitteissa perusasetukset

Etäisyys(cm)/tulostus lämpötila	2.5	5	10	15
4	10/10	10/10	10/10	9/10*
-2	10/10*	10/10	10/10	5/10*
-6	10/10	10/10	10/10	2/10*
-10	10/10*	10/10	10/10	0/10

Olosuhteet:

45°, Laitteissa perusasetukset

Etäisyys(cm)/tulostus lämpötila	2.5	5	10	15
4	10/10	10/10	10/10	10/10*
-2	10/10*	10/10	10/10	7/10*
-6	0/10	10/10	10/10	8/10*
-10	0/10	10/10	10/10	7/10*

KanbalD:

Olosuhteet:

90°, Laitteissa perusasetukset

Etäisyys(cm)/tulostus lämpötila	5	10	20
20	0	0	0/10
40	0	0	6/10*
100	0	0	10/10*

Olosuhteet:

45°, Laitteissa perusasetukset

Etäisyys(cm)/tulostus lämpötila	5	10	20
20	0	2/10*	10/10
40	10/10*	10/10	10/10
100	9/10*	10/10	10/10

Honeywell Xenon 1900

Moduulitarra:

Olosuhteet: 90°, Laitteissa perusasetukset

Etäisyys(cm)/tulostus lämpötila	2.5	5	10	15
4	10/10	10/10	10/10	10/10
-2	10/10	10/10	10/10	10/10
-6	10/10	10/10	10/10	10/10*
-10	10/10	10/10*	10/10	8/10*

Olosuhteet: 45°, Laitteissa perusasetukset

Etäisyys(cm)/tulostus lämpötila	2.5	5	10	15
4	10/10	10/10	10/10	10/10
-2	10/10	10/10	10/10	10/10
-6	10/10	10/10	10/10	10/10
-10	8/10*	10/10	10/10	9/10*

KanbanID:

Olosuhteet: 90°, Laitteissa perusasetukset

Etäisyys(cm)/tulostus lämpötila	5	10	20
20	0	0	0
40	0	0	0
100	0	0	0

Olosuhteet: 45°, Laitteissa perusasetukset

Etäisyys(cm)/tulostus lämpötila	5	10	20
20	0/10	8/10*	10/10*
40	10/10*	10/10*	10/10*
100	10/10	10/10	10/10*

Olosuhteet: 90°, Asetettu mobile read tilaan

Etäisyys(cm)/tulostus lämpötila	5	10	20
20	0	0	0
40	0	0	0
100	0	10/10*	0

Olosuhteet: 45°, Laitteissa perusasetukset

Etäisyys(cm)/tulostus lämpötila	5	10	20
20	2/10	9/10	0
40	10/10	10/10	0
100	10/10	10/10	4/10*