

TAMPEREEN AMMATTIKORKEAKOULU
Sähkötekniikan koulutusohjelma
Talotekniikka

Tutkintotyö

Jari Kallio

TFT-NÄYTÖN JÄÄHDYTYS PELTIER – ELEMENTILLÄ

Työn ohjaaja
Työn teettäjä
Tampere 2005

Veijo Piikkilä
Mitron Oy, Forssa

TAMPEREEN AMMATTIKORKEAKOULU

Sähkötekniikan koulutusohjelma

Talotekniikka

Kallio, Jari

TFT-näytön jäähdytys Peltier-elementillä

Tutkintotyö

30 sivua, 6 liitesivua

Työn ohjaaja

Veijo Piikkilä

Työn teettäjä

Mitron Oy, Forssa

Huhtikuu 2005

Avainsanat

Peltier-elementti, LCD, TFT – näyttö

TIIVISTELMÄ

Mitron Oy valmistaa TFT-näyttöjä julkisen liikenteen matkustajien informaation tarpeisiin. Näyttöjä myydään ympäri maailmaa, joten myös käyttölämpötiloissa on suuria eroja. Erityisesti TFT-lasin maksimi käyttölämpötila on alhainen joten se vaatii suurta jäähdytystehoa. Työn tarkoituksena on tutustua Peltier-elementtiin jäähdyttimenä ja lämmittimenä sekä asentaa Peltier-elementti TFT-näyttöön ja suorittaa sille lämpötilatestausta.

Lämpötilatestiohjelma luotiin SIMPAT-ohjelmalla, mikä jälkeen ohjelma siirrettiin Mitron Oy:n omistuksessa olevaan VÖTSC-lämpötilakaappiin, jolla testaus suoritettiin. Mittaustuloksista voidaan päätellä että kyseessä olleen Peltier-elementin jäähdytysteho ei riittänyt jäähdyttämään näytön sisälämpötilaa riittävän alhaiseksi ja että TFT-näytön kompaktin rakenteen vuoksi ilma ei pääse kiertämään riittävän tehokkaasti näytön sisällä.

Tulevaisuudessa TFT-näytön jäähdytystä voitaisiin parantaa asettamalla näytön sisään erillinen puhallin, joka kierrättäisi ilmaa näytön sisällä tehokkaasti. Tämän muutoksen jälkeen myös Peltier-elementillä olisi mahdollisuus toimia entistä tehokkaammin, koska ilma liikkuisi ympäri näyttöä entistä paremmin.

TAMPERE POLYTECHNIC
Electrical Engineering
Building Services Engineering
Kallio, Jari
Engineering Thesis
Thesis Supervisor
Commissioning Company
April 2005
Keywords

Cooling TFT – display by using Peltier - module
30 pages, 6 appendices
Veijo Piikkilä
Mitron Oy, Forssa
LCD, TFT - display

ABSTRACT

Mitron Oy is producing TFT-displays for public transport to improve passenger information. Displays are sold around the world, so the operation temperatures are very different. Specially max. operation temperature of TFT-glass is rather low, so it demands high cooling power. The purpose of thesis is to familiarize Peltier-modules heating and cooling properties, install Peltier-module to TFT-display and make temperature test for it.

The temperature test program was created by using SIMPAT-program. After creating the test program it was moved to VÖTSCH temperature testing chamber which is located in production facilities of Mitron Oy. From results of the test we can conclude that the cooling capacity of Peltier-module is not enough to drop temperature under the working limits and because of the compact structure of display air cannot ventilate inside display.

In future we can improve ventilation inside of display by installing another fan to make air ventilate more effectively. After this change have Peltier-module opportunity to operate more effectively because air is moving around display much better now.

SISÄLLYS

TIIVISTELMÄ	2
ABSTRACT	3
SISÄLLYS	4
1 JOHDANTO	2
2 YLEISTÄ	3
2.1 MITRON OY.....	3
2.2 TFT – NÄYTTÖ.....	4
2.3 LCD – TEKNIikka (TFT)	7
2.4 PELTIER – TEKNIikka.....	10
3 TYÖN TARKOITUS	16
4 SUORITETUT MITTAUKSET	18
4.1 VALMISTAVAT TOIMET	18
4.2 MITTAUKSET.....	19
5 MITTAUSTULOKSET	22
5.1 MITTAUS 1.	22
5.2 MITTAUS 2.	23
5.3 MITTAUS 3.	23
5.4 MITTAUS 4.	23
5.5 MITTAUS 5.	24
6 MITTAUSTULOSTEN ANALYSOINTI	25
LÄHTEET	27
LIITTEET	1
LIITE 1. LÄMPÖTILATESTIN TULOKSET	1
LIITE 2. TFT-NÄYTÖN KYTKENTÄKAAVIO.....	1

1 JOHDANTO

Työn aiheena oli TFT-näytön jäähdytys Peltier-elementillä. Työssä tutustutaan Peltier-tekniikkaan, TFT-tekniikkaan, LCD-tekniikkaan ja suoritetaan lämpötilatestausta TFT-näytölle.

Mitron Oy:n valmistama TFT-näyttö on suunniteltu vaativiin olosuhteisiin ympäri maailmaa, mutta sen lämpötilan sietokyky ei ole paras mahdollinen. Alkuperäisessä näytössä jäähdytys on toteutettu puhaltimella, joka imee ulkoilmaa näytön sisään minkä ansiosta kuuma ilma näytön sisällä kulkeutuu ulos poistoaukon kautta. Tämä menetelmä ei kuitenkaan riitä pitämään näytön sisälämpötilaa riittävän alhaisena kuumissa olosuhteissa. Sen vuoksi näytölle joudutaan kehittämään vaihtoehtoista jäähdytysmenetelmää korvamaan puhallinjäähdytys.

TFT-näytön jäähdytystekniikaksi valittiin Peltier-tekniikka, jonka toivotaan mahdollistavan näytön toiminta myös erittäin kuumissa olosuhteissa.

2 YLEISTÄ

2.1 Mitron Oy

Mitron Oy on forssalainen yritys, joka suunnittelee, valmistaa ja markkinoi elektroniikkaa vaativiin olosuhteisiin. Mitron Oy on perustettu vuonna 1988 ja tällä hetkellä yritys työllistää n. 150 työntekijää. Kehitys- ja suunnittelutehtävissä toimii 60 työntekijää ja tuotanto-osastolla 90 työntekijää. Mitron Oy:n tuotteita on viety useihin maihin ympäri maailmaa. Liikevaihto vuonna 2004 oli noin 16,5 milj. € Mitron Oy:n tuotanto sekä suurin osa tuotekehityksestä sijaitsevat Forssassa. Tämän lisäksi tuotekehitystä on myös Tampereella, Jyväskylässä ja Helsingissä.

Mitron Oy:n liiketoiminta on jaettu neljään eri osa-alueeseen:

1. Julkisen liikenteen informaatiojärjestelmät, PIS-tuoteryhmä
2. Ajoneuvoelektronikkasovellukset
3. Asiakaskohtaiset mittaus-, tiedonkeruu- ja ohjausjärjestelmät
4. Metsäkonejärjestelmät

PIS-tuoteryhmä (Passenger Information Systems) koostuu julkisen liikenteen informaatiojärjestelmistä. Järjestelmät perustuvat LCD(LCD = Liquid Cystal Display) - ja LED(Light Emitting Diode) – näyttötekniologioihin, joita markkinoidaan ympäri maailmaa. Mitron Oy:n näyttölaitteet on kehitetty julkisen joukkoliikenteen tiedotuskäyttöön. Nykyaikaisilla informaationäytöillä voidaan esittää tekstiä, kuvia, animaatioita ja jopa videokuvaa. Näyttölaitteiden tekniset ominaisuudet tekevät näyttölaitteista erittäin hyvin vaativiin käyttöolosuhteisiin soveltuvat. Laitteiden käyttölämpötila-alue on -35... +50 °C. [1]



KUVA 1. Mitron Oy:n näyttölaitteita

2.2 TFT-näyttö



KUVA 2. 23":n, 30":n ja 42":n TFT-näyttö

Mitron Oy:n TFT LCD-näyttö (TFT LCD = Thin Film Transistor Liquid Crystal Display) on kehitetty julkisen joukkoliikenteen informaatiokäyttöön. TFT-näyttö on suunniteltu vaativiin olosuhteisiin ympäri maailmaa. Näyttö on tyylikäs ja modulaarinen, joten se on mekaanisesti luotettava sekä helppo asentaa.[2]

Näytössä on automaattinen jäähdytys- ja lämmitysjärjestelmä, joka takaa näytön toiminnan joka säällä. Näytön suuri kontrasti ja kirkkaus takaavat hyvän näkyvyyden myös kirkkaissa valaistusolosuhteissa. Silti on otettava huomioon että, näyttöä ei saa asentaa suoraan auringon valoon. Näytöllä on mahdollista esittää tekstiä, animaatioita, kuvia ja videokuvaa. Näyttöön kuuluu lisäksi teollisuus-PC, jolla voidaan toteuttaa haluttu käyttöliittymä.[2]

TFT-näytön ominaisuuksia:

- Korkea resoluution TFT-teknologia
- 16 miljoonaa väriä
- Laaja katselukulma
- Linux-käyttöjärjestelmä (Windows tai DOS haluttaessa)
- Diagnostiikkakortti virhetilanteiden havaitsemiseen ja ilmoitukseen

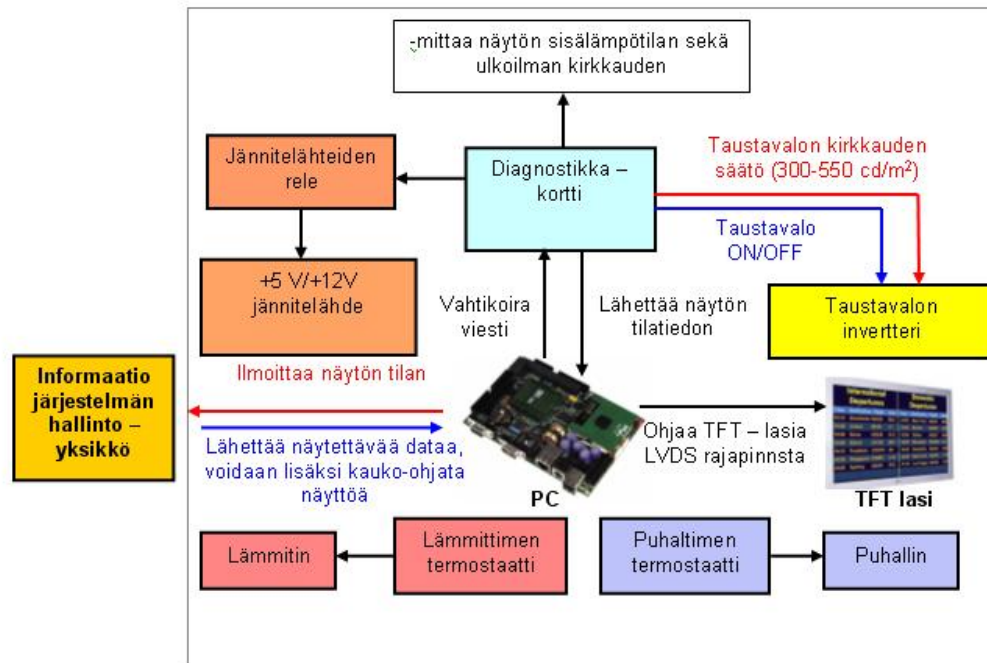
TFT-näytön käyttö jännite on 230/250 VAC, joka johdetaan sulakkeen sekä pääkytkimen läpi puhaltimille, lämmittimelle ja sisäisille jännitelähteille. [2]

Jäähdytys on toteutettu kahdella puhaltimella. Ensimmäinen puhaltimista, joka puhaltaa ilmaa näytön sisään, on sijoitettuna näytön takalevyyn. Toinen puhallin on sijoitettuna näytön sisälle TFT-lasille. Tämän tarkoitus on kierrättää ilmaa TFT-lasin kehyksen sisällä. Sisään puhaltavaa puhallinta ohjataan termostaatilla. Näytön lämmitys on toteutettu 100W:n lämpövastuksella, jota myös ohjataan termostaatilla. [2]

Näytön sisällä verkkojännite ohjataan kahdelle tasajännitelähteelle. +24V:n tasajännitelähde syöttää jännitteen TFT-lasin taustavalolle sekä diagnostiikkakortille ja +5V/+12V:n tasajännitelähteellä ohjataan näytön sisällä olevaan PC:tä sekä TFT-logiikkaa. [2]

TFT-lasin taustavaloina toimivat kylmäkatodiloisteputket (20kpl), joita ohjataan invertterillä. Invertteriä ohjataan diagnostiikkakortilla, joka säätää taustavalojen kirkkautta 30...100 %:n alueella, tämän lisäksi diagnostiikkakortti voi tarpeen mukaan kytkeä taustavalot kokonaan pois päältä.[2]

Diagnostiikkakortissa on valoanturi, joka on kiinnitettynä näytön etupintaan mitaamaan ulkoisen valaistuksen kirkkautta ja se säätää tämän mukaan TFT-lasin taustavalojen kirkkautta. Tämän toiminnon lisäksi diagnostiikkakortti valvoo näytön sisäistä kosteutta ja lämpötilaa. TFT-lasin toiminta lämpötila ja kosteuden sieto ovat hyvin rajallisia. Näin ollen esimerkiksi, jos lämpötila nousee yli sille annetun toiminta-alueen, antaa diagnostiikkakortti siitä tiedon näytön PC:lle, joka välittää tiedon lämmön noususta järjestelmän ohjauskeskukseen. Tämän lisäksi diagnostiikkakortti kytkee TFT-lasin ja PC:n pois päältä lämpötilan ylittäessä kriittiset raja-arvot. Tällä toiminnolla estetään komponenttien pysyvä vaurioituminen. Diagnostiikkakortilla on myös vahtikoiraohjelma, joka tarkkaillee PC:n toimintaa, ja jos PC ei vastaa viestiin tietyn ajan kuluessa, diagnostiikkakortti käynnistää uudelleen PC:n. [2]



KAAVIO 1. Diagrammi TFT-näytön diagnostiikasta

Näytön sisällä sijaitseva teollisuus-PC toimii rajapintana näytön ja ulkomaailman välillä. PC:n kautta näyttöön voidaan liittyä USB – portin, RS-232/485-sarkaliikenne portin tai Ethernet 10/100Mbit verkkokortin kautta. [2]

2.3 LCD – tekniikka (TFT)

Itävaltalainen kasvitieteilijä Friedrich Rheinitzer havaitsi nestekiteet jo vuonna 1888. Vuoteen 1962 mennessä nestekiteille ei keksitty käytännön sovellusta, kunnes RCA:lla työskentelevä fyysikko Williams havaitsi nestekiteen optiset ominaisuudet. Kokeissaan Williams havaitsi, että nestekidemolekyylä läpäisee valoa kun nestekidemolekyylin yli kytketään sähkökenttä. Vuonna 1972 Sharp kehitti ensimmäisen nestekidenäytöllä (LCD = Liquid Cystal Display) varustetun laskimen EL-8025. Nykyisten LCD-näyttöjen tekniikka perustuu samaan tekniikkaan kuin vuonna 1972, mutta on jo paljon kehittyneempää. Tänä päivänä nestekidenäyttöjä ei käytetä enää vain laskimissa, vaan nestekidenäyttöjä löytyy myös esimerkiksi tietokoneista ja televisoista. [3]

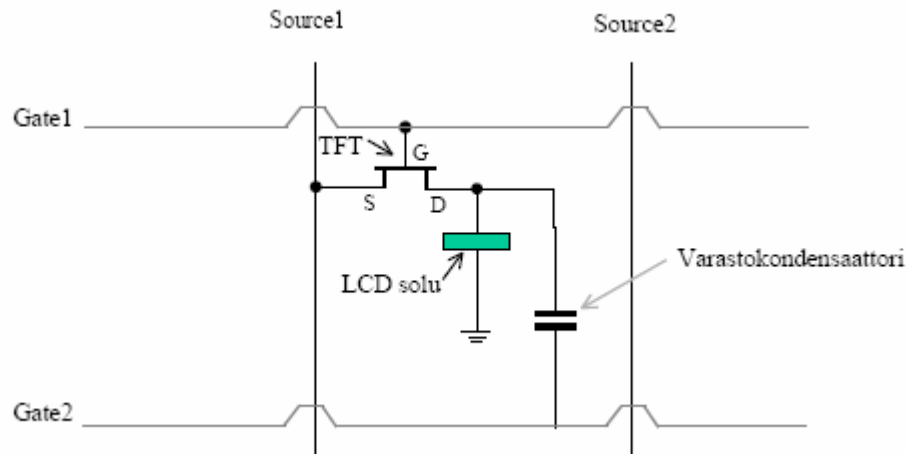
Nestekidenäyttöjen määrät ovat edelleen rajussa kasvussa, mutta nestekideteknologiassa on vielä rajoituksia, mitkä estävät nestekidenäyttöjä syrjäyttämästä kato-disädeputkinäyttöjä. Nestekidenäyttöjen ominaisuuksia ovat pieni tehonkulutus, suuri resoluutio ja laaja väriavaruus. Sen sijaan kapea katselukulma, korkea hinta ja pieni valon hyötysuhde rajoittavat toistaiseksi nestekidenäyttöjen markkinointia.

Nestekidemateriaali on olomuodoltaan nesteen ja kiinteän materiaalin välillä ja se reagoi herkästi sähkö- ja magneettikenttiin. Nestekiteen valonläpäisyominaisuus perustuu siihen, että kun nestekidettä ohjataan sähkövarauksella, sen molekyylit järjestäytyvät sähkövarauksen suuntaisesti ja läpäisevät valoa.[4]

Aktiivimatriisi TFT-näytössä jokaista pikseliä ohjaa oma kytkin, kun taas passiivimatriisinäytössä jokaista vaaka- ja pystyriiviä ohjaa oma transistori. Tämän vuoksi aktiivimatriisinäyttöjä on huomattavasti kalliimpi valmistaa.

Aktiivimatriisiosoituksella saadaan kuitenkin generoitua huomattavasti enemmän harmaasävyä passiivimatriisinäyttöön verrattuna. Tämän lisäksi pikselin tilan ylläpitoaika on pidempi, minkä ansiosta passiivimatriisinäytölle tyypillistä kuvan vilkkumista ei havaita. Aktiivimatriisiohjauksessa pikseliä ohjaava transistori kytetään johtavaksi, minkä jälkeen pikseli ladataan haluttua harmaasävyä vastaavaan jännitteeseen ja pidetään tässä tilassa, kunnes seuraava ohjausdata saapuu. Aktiivimatriisinäytöissä käytetyimmät kytkinrakenteet ovat TFT (Thin Film Transistor) eli ohutkalvotransistorit ja MIM (metal-insulator-metal) eli metallikondensaattorit.

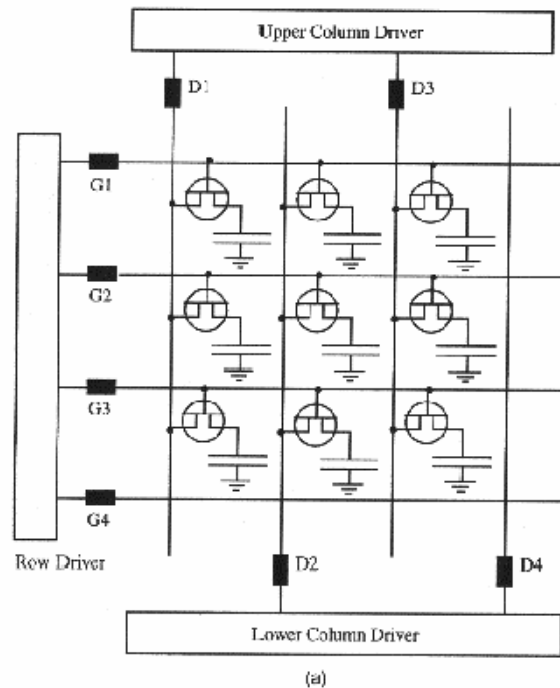
Ohutkalvotransistorit ovat aktiivimatriisien yleisin kytkinrakenne. Kuvassa 3 on esitetty TFT-näytön yhden pikselin rakenne.



KUVA 3. TFT-näytön yhden pikselin rakenne

Yksi pikseli koostuu nestekidesolusta, ohutkalvotransistorista ja varastokondensaattorista. GATE-linjaa pitkiin tuodaan jännitepulssi transistorin hilalle, jolla transistori saadaan johtavaksi. Ohjauspulssin aikana syötetään SOURCE-linjaa pitkin ohjausjännite, jolla nestekidesegmentti ladataan tiettyä harmaasävyä vastaavaan potentiaaliin. Tyypillisesti TFT-matriisissa GATE-linja on koko rivin yhteinen ja SOURCE-linja sarakkeen yhteinen. Näin ollen TFT-matriisista aktivoidaan rivi kerrallaan, ja siihen syötetään ohjausjännitteet SOURCE-linjaa pitkin. Pikselissä sijaitsevan varastointikondensaattorin tehtävänä on ylläpitää pikselin jännitettä.[5]

Varastointikondensaattori ladataan samaan aikaan nestekiteen kassa, minkä vuoksi se latautuu tämän kanssa samaan potentiaaliin. Gate-linjalla tulevan jännitepulssin loputtua siirtyy transistori johtamattomaan tilaan odottamaan uutta ohjauspulssia, minkä ajan varastointikondensaattorin on tarkoitus pitää nestekidesegmentin yli oleva jännite vakiona. Varastointikondensaattorilla voidaan pienentää merkittävästi näytön vilkkumista.[5]



KUVA 4. TFT-näytön matriisirakenne

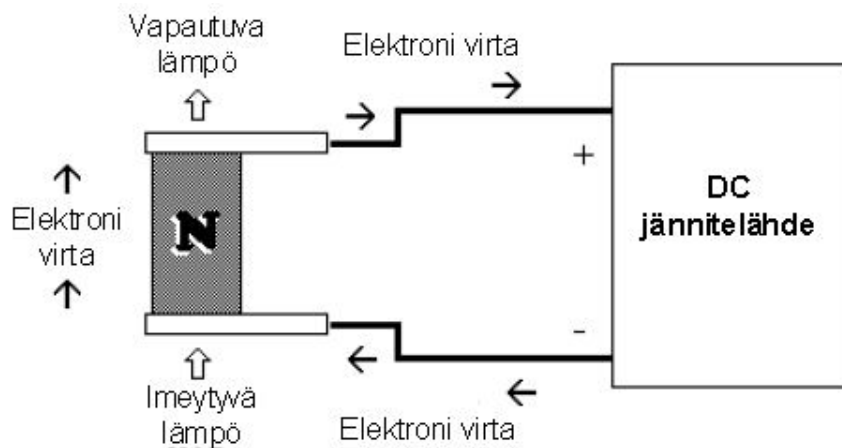
TFT:llä pystytään generoimaan 256 eri harmaasävyä, minkä lisäksi värisuodattimilla päästään helposti 24-bittiseen väriavaruuteen.

2.4 Peltier – tekniikka

Peltier-ilmiö ei ole enää uusi asia vaan se keksittiin jo 1900-luvun alkupuolella, mutta sen tuomia etuja on alettu hyödyntää yleisesti vasta 1990-luvulla. Peltier-vaikutus perustuu siihen, että virta kulkee kahden erilaisen johteen läpi ja varastoi tai luovuttaa lämpöä virran suunnan mukaan. Tavallisesti Peltier-ilmiön tuottamiseen käytetään puolijohteita, koska ne on helpointa optimoida ”pumppaamaan” lämpöä. On tärkeää huomata, että lämpö kulkee varauksen kuljettajien suuntaan piirissä, itse asiassa varauksen kuljettajat siirtävät lämpöä. [6]

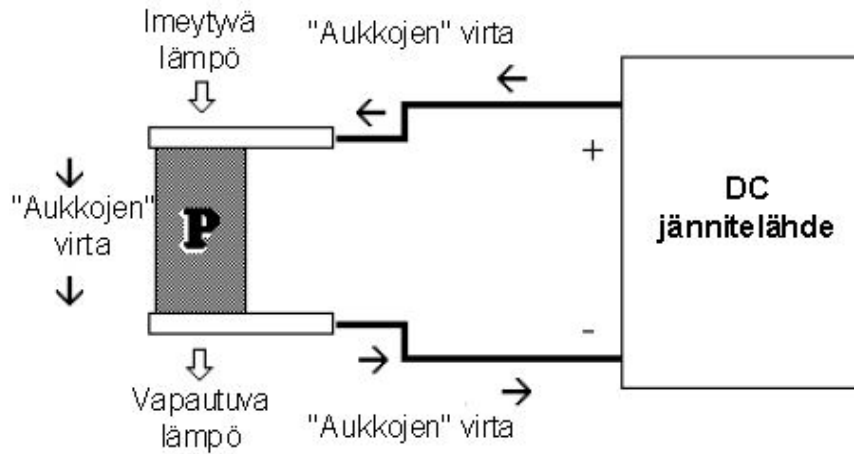
Tässä esimerkissä (kuva 4) on käytetty N-tyypin puolijohdetta Peltier-vaikutuksen luomiseen, joten varauksen kuljettajina toimivat elektronit (negatiivinen varaus).

Kun tasajännite on kytketty kuvan mukaan, jännitelähteen negatiivinen napa hylkii elektroneja ja positiivinen napa vetää niitä puoleensa, tämä saa elektronit virtaamaan myötapäivään piirissä. Kun elektronit virtaavat N-tyyppisen puolijohteen läpi alhaalta ylös, tällöin puolijohteen alapuoli imee lämpöä itseensä, minkä jälkeen elektronit kuljettavat lämmön läpi puolijohteen sen yläpäähän, missä lämpö vapautuu. [6]



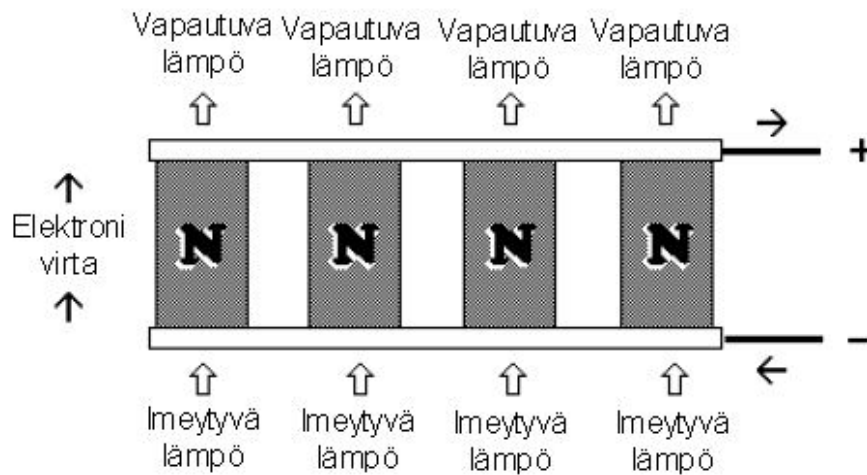
KUVA 5. Peltier-vaikutus N-tyypin puolijohhteessa

Termoelektroniikassa myös P-tyypin puolijohhteet ovat työllistettyinä. P-tyypin puolijohhteissa varauksenkuljettajat ovat positiivisia ja niitä kutsutaan ”aukoiksi”. Nämä ”aukot” lisäävät P-tyypin rakenteen sähkönjohtokykyä ja sallivat elektronien kulkea vapaasti läpi materiaalin, kun siihen on kytketty jännite. Positiivinen napa hylkii positiivisia varauksen kuljettajia ja negatiivinen napa vetää niitä puoleensa, joten ”aukkojen” virta kulkee vastakkaiseen suuntaan kuin elektronien virta. Koska ”aukko” on luontainen varauksen kuljettaja materiaalissa, joka johtaa lämmön johteen läpi, P-tyypin materiaalien käyttö aiheuttaa sen, että lämpö johtuu kohti negatiivista napaa, pois päin positiivisesta navasta. [6]



KUVA 6. Peltier-vaikutus P-tyypin puolijohteessa

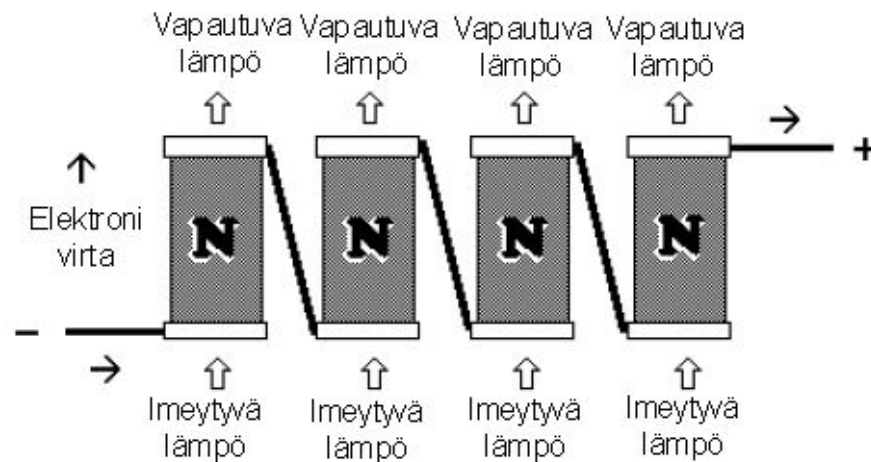
Käytännössä yhden pienen ”puolijohdeammuksen” mahdollistama lämmön pumpaus on hyvin pieni, joten yhdellä ”ammuksella” ei voi pumpata olennaista määrää lämpöä minkään laitteen jäähdyttämiseksi tai lämmittämiseksi. Jotta voidaan tuottaa vielä suurempi lämmön pumpausilmiö, on useita ”puolijohdeammuksia” käytettävä yhdessä. Ensimmäisenä tulee tietenkin mieleen kytkeä ”puolijohdeammukset” rinnakkain niin sähköisesti kuin lämpöteknisestikin, kuten kuvassa 6. [6]



KUVA 7. N -tyypin puolijohteet kytkettynä rinnakkain

Tämänkaltainen kytkentä on mahdollinen mutta ei kovin käytännöllinen, koska yhden ”puolijohdeammuksen” nimellinen jännite on vain millivoltteja, kun taas sen käyttämä virta voi olla melkoisen suuri. Esimerkiksi yhden ”puolijohdeammuksen” ottama virta tavallisessa termoelementissä on noin viisi ampeeria tai enemmän vaikka, jännite on vain 60mV. Näin ollen jos kytketään sarjaan tyypillinen 254:n ”ammuksen” järjestelmä, voidaan todeta että, laitteen ottama virta nousee yli 1000 ampeeriin 60mV:n jännitteellä. Tämänkaltainen kytkentä asettaa jännitelähteelle liian suuria vaatimuksia. [6]

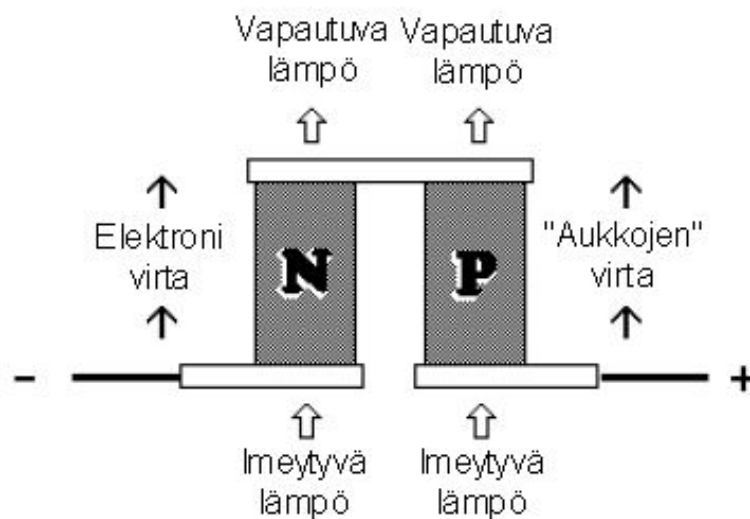
Realistisempi ratkaisu on kytkeä ”puolijohdeammukset” sarjaan niin, että ne pysyvät kuitenkin rinnakkain lämpöteknisesti (pumppaavat lämpöä samaan suuntaan) kuten kuvassa 7. [6]



KUVA 8. N-tyyppin puolijohteet kytkettynä sarjaan

Helposti tulee mieleen kytkeä ”ammukset” sarjaan sähköisesti käyttämällä johtimia ”ammuksien” välissä, kuten kuvassa 7. Tämä ratkaisu on teoreettisesti käyttökelpoinen, mutta ”ammuksien” väliset johdotukset alentavat kytkennän lämpötekniisiä ominaisuuksia, mikä taas alentaa termoelementin suorituskykyä. [6]

Kolmas ja paras vaihtoehto kytkeä N- ja P-tyypin ”puolijohdeammukset” on pareitain, kuten kuvassa 8. Näin on mahdollista kytkeä puolijohdeet sarjaan niin, että lämpö liikkuu koko ajan samaan suuntaan. Kuvassa P-tyypin alapää on kytkettynä jännitelähteen positiiviseen napaan ja N-tyypin alapää negatiiviseen napaan, minkä ansiosta syntyy merkittävä ilmiö. Positiiviset varauksen kuljettajat eli ”aukot” P-tyypin materiaalissa suuntaavat kohti negatiivista napaa kauemmaksi positiivisesta navasta, kun taas N-tyypin materiaalissa negatiiviset varauksen kuljettajat eli elektronit kulkevat pois päin negatiivisesta navasta kohti positiivista napaa. [6]

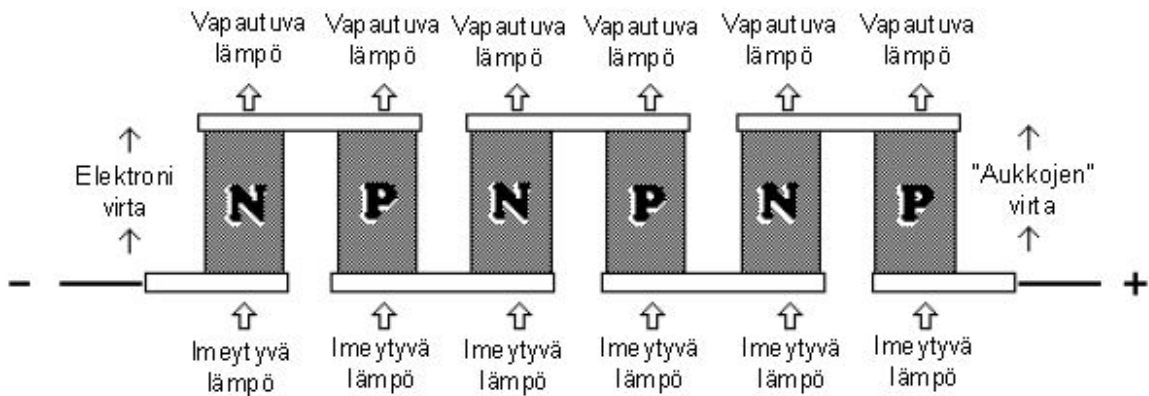


KUVA 9. N- ja P-tyypin puolijohde sarjaan kytkettynä

Kuparissa, johtimissa ja N-tyypin puolijohdeessa elektronit ovat varauksen kuljettajia. Kun nämä elektronit saavuttavat P-tyypin ”ammuksen”, ne kulkevat ”aukkojen” läpi, joita syntyy P-tyypin puolijohde rakenteessa. Näin ollen elektronit virtaavat lakkaamatta jännitelähteen negatiiviselta navalta jännitelähteen positiiviselle navalle. Koska käytämme kahta erityyppistä puolijohdemateriaalia, varauksen kuljettajat ja lämpö virtaavat samaan suuntaan läpi” ammuksien ”(alhaalta ylös kuvassa). [6]

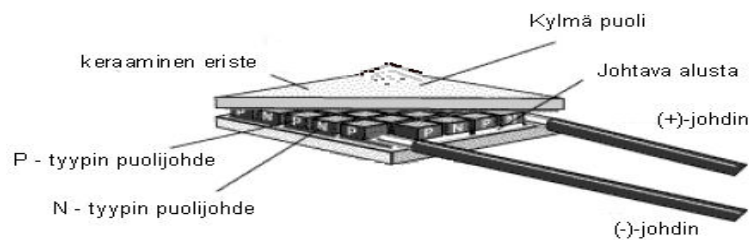
Käyttämällä näitä termoelementtiparin ominaisuuksia on mahdollista luoda usean termoelementtiparin käytännöllinen termoelementtinen moduuli.

Näin kytkettynä laite ei ainoastaan kykene pumppaamaan merkittäviä määriä lämpöä, vaan lisäksi sähköisen sarjaan kytkennän ansiosta se sopii myös yleisille DC-jännitelähteille. Yleisimmässä termoelementissä käytetään 254 ”ammuksen” yhdistelmää, ja ”ammuksista” joka toinen on N-tyyppiä ja joka toinen P-tyyppiä. Tämän tyyppistä kytkentää voidaan ohjata 12 – 16 VDC:n jännitteellä, joka kuluttaa noin neljästä viiteen ampeerin virran. Tämä ratkaisu on huomattavasti aikaisemmin mainittua 1000 ampeeria ja 60mV:a käytännöllisempi jännite- ja virta-alue. [6]



KUVA 10. Usean termoelementtiparin sarjaankytkentä

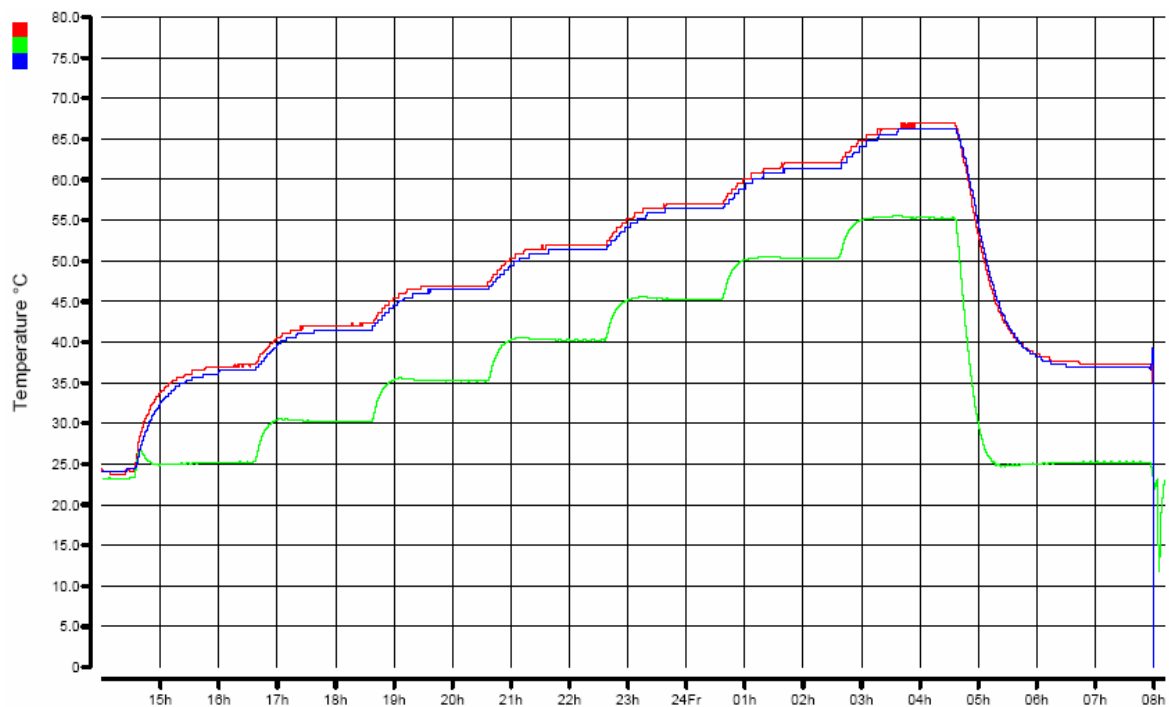
Käytännössä kun valmistetaan usean termoelementtiparin kokonaisuuksia, pitää laite saada pysymään mekaanisesti koossa. Ratkaisu tähän on asentaa johtavia alustoja ohuiden keraamisten eristeiden alle. Näin ollen keraamista ulkopintaa käytetään lämpötekniisenä rajapintana Peltier-laiteen ja ulkomaailman välillä. Tähän tarkoitukseen valitaan keraamisia materiaaleja, koska ne edustavat parasta kompromissia mekaanisen kestävyuden, ominaissähkövastuksen sekä lämmönjohtokyvyn suhteen. [6]



KUVA 11. Peltier -elementin fyysinen rakenne

3 TYÖN TARKOITUS

Mitron Oy valmistaa 30":n TFT – näyttöjä, joita asennetaan joukkoliikenteen pysäkeille ja laitureille antamaan informaatiota matkustajille. Näyttöjä toimitetaan ympäri maailmaa, joten näytön on toimittava hyvin erilaisissa olosuhteissa. Suurimmat vaatimukset asettavat asennusolosuhteiden suuret lämpötilojen vaihtelut. TFT-näytössä käytettävän LG Philipsin LC300W01-lasin käyttölämpötilan rajat ovat 0...40 °C, joten erityisesti näytön jäähdytyksen tulee olla kunnossa, että näyttö kestäisi käyttöä lämpimissä olosuhteissa. Ulkolämpötilan lisäksi TFT-lasia lämmittävät näytössä olevat jännitelähteet, kylmäkatodiloisteputket ja niiden invertteri. Nykyinen jäähdytysjärjestelmä, joka on toteutettu puhaltimilla, kykenee jäähdyttämään näyttöä kaavion 2 mukaisesti.



KAAVIO 2. Lämpötilatestien tulokset puhallinjäähdytyksellä

Kuvassa **vihreä käyrä** esittää kaapin lämpötilaa, **sinen käyrä** lämpötilaa TFT-lasin kehyksen sisällä ja **punainen käyrä** lämpötilaa diagnostiikkakortilla. Kaaviosta 2 voidaan todeta näytön sisäisenlämpötilan nousevan yli sallitun $+40\text{ °C}$:n jo kaapin lämpötilan ollessa $+30\text{ °C}$. Näyttöä on tarkoitus myydä ympäri maailmaa, joten näytön tulisi toimia myös yli $+30\text{ °C}$:n lämpötiloissa. Tämän vuoksi näytölle on tarkoitus kehittää vaihtoehtoista jäähdytysmenetelmää, jolla näyttö voidaan pitää jäähdytettynä myös korkeammissa lämpötiloissa.

Vaihtoehtoiseksi jäähdytysmenetelmäksi valittiin Peltier-jäähdytys. Työssä on tarkoitus tutkia, onko Peltier-elementtiä mahdollista käyttää TFT-näytön jäähdytykseen. Erityisesti huomioitavaa on:

- Riittääkö Peltier-elementin teho jäähdyttämään näyttöä riittävästi?
- Onko Peltier-elementti mahdollista asentaa näyttöön mekaanisesti?
- Mitä Peltier-elementin asentaminen vaikuttaa näytön tehonkulutukseen?
- Kuinka paljon kustannukset nousevat Peltier-elementin asennuksesta johdun?
- Voidaanko Peltier-elementillä hoitaa myös näytön lämmitys?

4 SUORITETUT MITTAUKSET

4.1 Valmistavat toimet

Ensimmäisenä tehtävänä oli hankkia TFT-näyttöön mahdollisimman hyvin mitoitettu Peltier-moduuli. Peltier-moduulin toimittajaksi valittiin TE ENERGY Oy Kirkkonummelta. TE ENERGY räätälöi TFT-näytön speksien mukaan Peltier-elementin, jonka tehon pitäisi riittää jäähdyttämään TFT-näyttö. Peltier-elementin valmistumisen jälkeen se lähetettiin Mitron Oy:lle testausta varten.

Ennen mittausten aloittamista oli alkuperäinen puhaltimilla(2KPL) ja lämmittimellä varustettu näyttö muokattava sellaiseksi, että siihen olisi mahdollista asentaa Peltier-elementti jäähdyttämään ja lämmittämään näyttöä.

Ensimmäisenä toimenpiteenä näytöstä poistettiin puhaltimet ja lämmitin joita ei enää tarvittu, koska Peltier-elementin tulisi hoitaa jäähdytys ja lämmitys. Seuraavaksi toinen puhaltimienaukoista tulpattiin ja toista suurennettiin niin paljon, että massiivinen Peltier-elementti saatiin asennettua näyttöön. Peltier-elementin suuren paksuuden(220mm) vuoksi koko elementin kylmää puolta ei saatu mahtumaan näytön sisäpuolelle, vaan sitä jouduttiin jättämään myös näytön ulkopuolelle 10mm. Tämä näytön ulkopuolella oleva osuus elementin kylmästä puolesta eristettiin hyvin ulkoilmasta silikonilla ja eristelevyllä. Kun elementti oli saatu asennettua näyttöön, oli seuraavana vaiheena suunnitella uusi kytkentäkaavio näytölle. Peltier-elementin asennuksen vuoksi näyttöön jouduttiin lisäämään kaksi termostaattia avautuva sekä sulkeutuva ja 200W jännitelähde Peltier – elementille.

Piirikaavion luomisen jälkeen kytkettiin haluttu kytkentä ja koottiin näyttö.



KUVA 12. Peltier-elementti asennettuna näyttöön

4.2 Mittaukset

Nyt kun näyttöön oli asennettuna Peltier-elementti, oli sillä tarkoitus suorittaa samankaltainen lämpötilatestaus kuten oli puhallin jäähdytyksellä toteutetulla mallilla suoritettu. Mitron Oy omistaa kaksi kappaletta VÖTSCH-lämpötilakaappeja, joilla lämpötilatestausta voidaan suorittaa. Lämpötilakaappeja voidaan ohjata manuaalisesti haluttuun lämpötilaan tai siihen voidaan ohjelmoida halutunlainen testiohjelma suoraan kaapin ohjauspaneelista tai käyttämällä SIMPAT-ohjelmaa, jolla voidaan luoda valmiita testiohjelmiä kaapille. SIMPAT-ohjelmaa käyttäen kaapille luotiin testiohjelma, jossa kaapin lämpötilaa alettiin nostaa 5 °C:een portain ylöspäin alkaen +25 °C:een lämpötilasta. Kussakin lämpötilassa pysyttiin neljä tuntia, jotta lämpötilalla oli aikaa tasaantua, minkä jälkeen noustiin seuraavaan lämpötilaan. Kun kaapin lämpötila oli saavuttanut +45 °C ja pysynyt siinä neljä tuntia

laskettiin kaapin lämpötila -35 °C :een. Tämän jälkeen lämpötilaa alettiin nostaa jälleen 5 °C :een portain neljäntunnin välein kunnes saavutettiin lämpötila $+20\text{ °C}$, jolloin ohjelma lopetettiin. Ohjelman valmistuttua se siirrettiin sarjaliikenneväylää pitkin lämpötilakaapille.

Jotta voitaisiin tarkkailla näytön sisällä olevia lämpötiloja, asennettiin näyttöön haluttuihin kohteisiin Gemini Data Logger Tinytalk lämpötila-anturit. Data Logger lämpötila-anturit ovat pieniä filmipurkinkokoisia laitteita jotka voidaan ohjelmoida mittaamaan lämpötilaa halutulla näytteenottovälillä. Mitattu data tallentuu anturille ja se voidaan purkaa siitä PC:lle sarjaliikenneväylän kautta. Anturille mahtuu lämpötilatietoa useiden päivien ajalta riippuen halutusta näytteenottovälisestä.



KUVA 13. TinyTalk ja TinyTag lämpötila anturi [7]

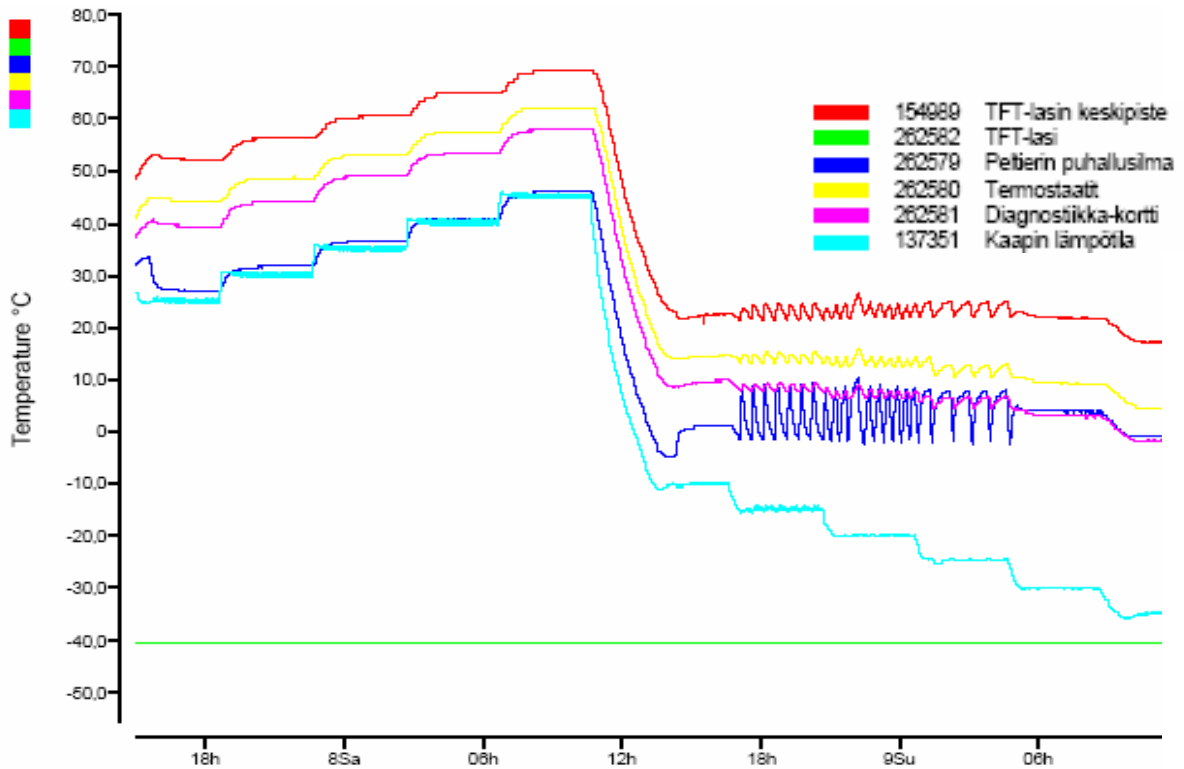
Antureihin ohjelmoitiin näytteenottoväli sekä yhteinen mittauksen alkamisaika, minkä jälkeen ne asennettiin näytön sisään. Anturit asetettiin näytön diagnostiikkakortille, termostaateille, Peltier-elementille, TFT-lasin kehyksen sisään keskelle lasia ja näytön alareunaan. Tämän lisäksi yksi Gemini Data Logger Tinytag Plus anturi sijoitettiin lämpötilakaappiin, jotta saataisiin verrattua kaapinsisälämpötilaa näytön sisällä oleviin lämpötiloihin.

Tämän testin lisäksi Peltier-elementti testattiin myös niin, että TFT-näytössä virta oli kytkettynä ainoastaan Peltier-elementin jännitelähteelle sekä niin että, Peltier-elementti oli kiinnitettynä kylmälaukun kanteen. Kyseisissä testeissä oli tarkoitus tarkastella Peltierin jäähdytyskykyä ilman että se kohtaa lämmittävää tehoa, sekä sitä kuinka paljon TFT-näytön oma kotelo johtaa jäähdytettyä ilmaa näytön ulkopuolelle.

5 MITTAUSTULOKSET

5.1 MITTAUS 1.

Näytölle suoritettiin lämpötilatestit, joissa tutkittiin Peltierin jäähdytys ja lämmitysominaisuuksia lämpötiloissa -35 °C - $+45\text{ °C}$. Mittaustuloksista (Kaavio 3, Liite 1) voidaan todeta että Peltierin lämmitys teho riittää pitämään näytön lämpimänä -35 °C lämpötilassa, mutta teho ei riitä jäähdyttämään näyttöä enempää kuin tavallisilla puhaltimilla toteutetulla jäähdytys. TFT-lasin speksissä määritetty maksimi lämpötilan $+40\text{ °C}$ ylittyy jo ulkolämpötilan ollessa yli 25 °C .



KAAVIO 3. Lämpötilatestien tulokset

5.2 MITTAUS 2.

Seuraavassa mittauksessa oli tarkoitus tutkia, kuinka suuri lämpötilaero syntyy näytön sisäpuolen lämpötilan ja ulkolämpötilan välille ilman että näyttö jäähdytetäisiin millään tavalla. Mittaus ei onnistunut, koska 25 °C:n huoneen lämpötilassa näyttö lämpeni sisältä yli 55 °C jolloin TFT-lasin taustavalot kytkeytyivät pois päältä, joten haluttua lämpötila eroa ei saatu selville.

5.3 MITTAUS 3.

Mittauksessa kolme oli tarkoitus tutkia Peltierin kuumen ja kylmän puolen eroja elementin ollessa huoneen lämmössä(25 °C) ilman kotelointia.

Lämpötila Peltierin kylmän puolen jäähdytysrimoissa: 18 °C

Puhallus ilma elementin kylmällä puolella: 19 °C

Lämpötila Peltierin lämpimän puolen jäähdytysrimoissa: 31 °C

Puhallus ilma elementin lämpimällä puolella: 29 °C

Peltier-elementin käyttämä jännite oli 24.4V ja virta kytkentä hetkellä 8,4A, josta se laski hiljalleen 7,85A:n. Näin ollen teho oli 190 – 205W.

5.4 MITTAUS 4.

Mittauksessa viisi tutkittiin kuinka paljon Peltier-elementti pystyy jäähdyttämään TFT – näyttöä, jos näytössä ei ole muuta päällä kuin Peltier -elementti sekä Peltierin - elementin käyttämä jännitelähde. Näyttö oli huoneenlämmössä 25 °C. Mittaus suoritettiin TFT-näytön molemmista reunoista (Peltier-elementiltä ja diagnostiikka kortilta).

Lämpötila Peltier-elementillä: 12 °C

Lämpötila diagnostiikka kortilla: 24 °C

5.5 MITTAUS 5.

Mittauksessa neljä tutkittiin Peltierin todellista kykyä jäähdyttää jos se ei kohtaa mitään lämmittäviä tekijöitä kuten jännitelähteet ja loisteputket, eikä jäähdytetty ilma pääse karkaamaan kotelosta. Tämän mittauksen suorittamiseksi Peltier-elementti asennettiin kylmälaukun kanteen(Kuva 14.).



KUVA 14. Peltier-elementti asennettuna kylmälaukuun.

Peltier-elementti kytkettiin päälle ja laukun lämpötilaa tarkkailtiin. Kyseisessä tapauksessa elementin jäähdytysteho riitti kylmentämään laukun sisäilman 0 °C:n, minkä jälkeen koe keskeytettiin elementin jäätymisen ja rikkoutumisen ehkäisemiseksi. Huoneen lämpö oli 25 °C.

6 MITTAUSTULOSTEN ANALYSOINTI

Ensimmäisenä mittauksena suoritettujen lämpötilatestin kaaviosta (Liite 1) voidaan todeta, että Peltier-elementin teho riittää hyvin pitämään näytön sisälämpötilan yli 0 °C vaikka näytön ulkopuolella lämpötila laskisi jopa -35 °C:een. Tästä voidaan tehdä päätelmä, että Peltier-elementti kykenee toimimaan lämmittimenä riittävän tehokkaasti ja näin ollen sillä on mahdollista korvata erillinen lämmitinvastus. Peltier-elementin jäähdytyskyvystä voidaan todeta että kyseessä ollut 200W Peltier-elementti ei kykene oleellisesti jäähdyttämään näyttöä niin että sitä olisi mahdollista käyttää kuumemmissa olosuhteissa kuin puhallinjäähdytyksellä varustettua mallia. Mittaustulosten oikeellisuudesta voidaan todeta, että olosuhteet lämpötilakaapissa eivät ole täysin vertailukykyisiä todelliseen tilanteeseen jos näyttö olisi asennettuna normaalisti esimerkiksi asemalle. Tämä johtuu siitä että lämpötilakaapissa ilma ei pääse virtaamaan ja näin ollen jäähdyttämään Peltier-elementin kuumapuolta, kun taas normaaliolosuhteissa esiintyy aina jonkin verran ilmavirtausta, joka edesauttaa ilman jäähtymistä. Näin ollen Peltier-elementin todellinen jäähdytysteho on hieman suurempi kuin mittauksesta käy ilmi, mutta kuitenkin liian tehoton jäähdyttämään näyttöä riittävästi.

Mittauksissa 2 – 5 tutkittiin syitä mistä johtuen Peltier-elementin jäähdytysteho ei ollut riittävä pitämään näytön sisälämpötilaa alle 40 °C:ssa. Mittaustuloksista voidaan todeta että Peltier-elementin jäähdyttämä ilma ei lähde tarpeeksi hyvin kiertämään ympäri näyttöä, vaan jää pyörimään ympyrää Peltier-elementin lähistölle. Tästä johtuen lämpötilat Peltier-elementin lähellä on huomattavasti alhaisemmat kuin toisella puolella näyttöä.

TFT-näytön runko on alumiinia, jonka lämmön johto kyky on hyvin suuri. Tästä johtuen osa Peltier-elementin jäähdyttämästä ilmasta lämpenee jo näytön kehyksen ulkoa läpäisemän lämmön johdosta. Eristämällä näytön sisäpuoli niin että mahdollisimman vähän lämmittävää tehoa kohdistuu näytön sisään ulkopuolelta.

Tästä johtuen suurempi osa Peltier-elementin jäähdytystehosta voidaan käyttää näytön sisällä olevien lämmön lähteiden jäähdytykseen, kuten on tarkoitettu, eikä tehoa kulu myös ulkopuolisen ilman lämmittämiseen.

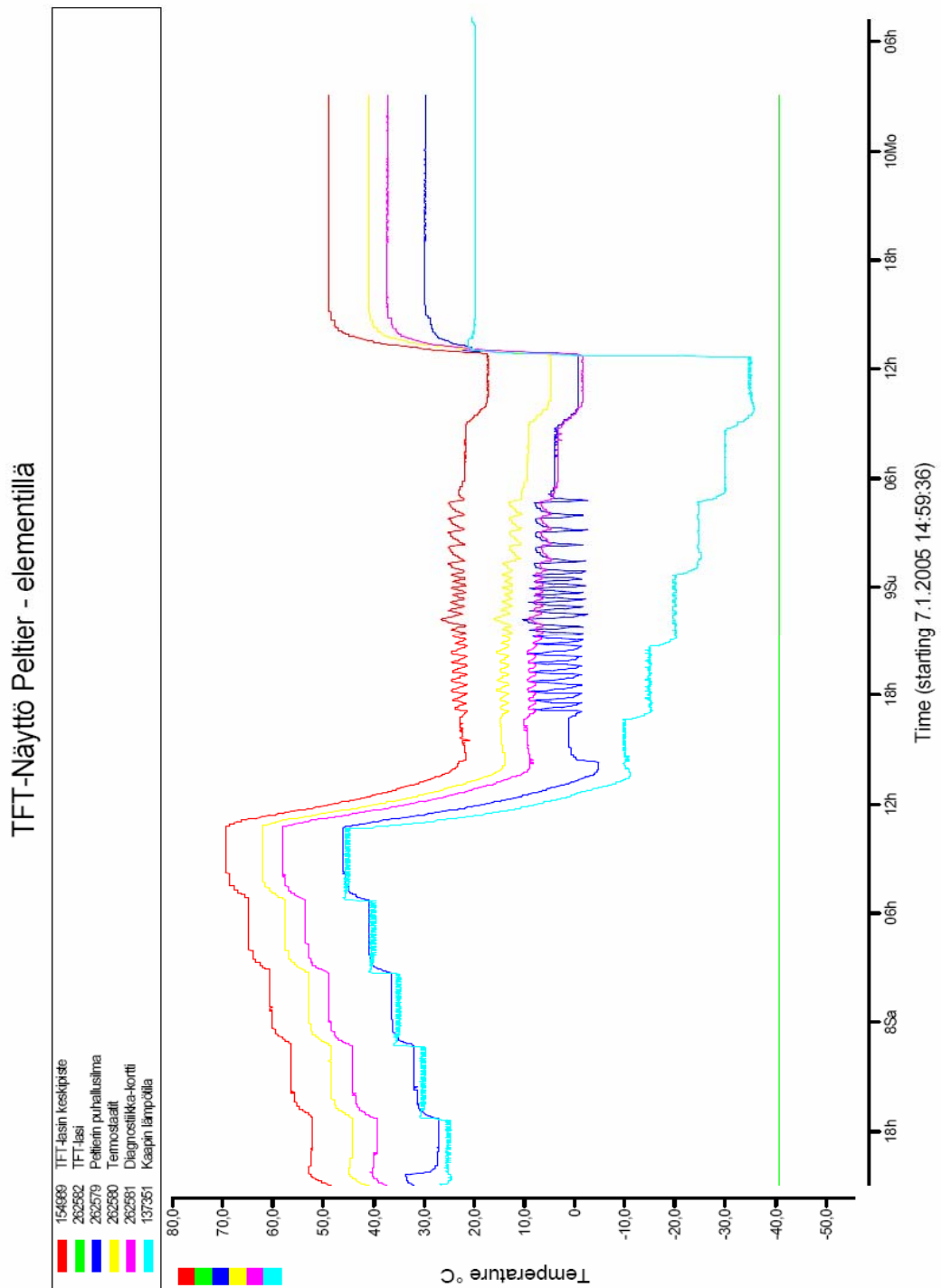
Edelleen jäähdytyksen parantamiseksi tulisi näytön sisään asentaa lisää puhaltimia tai ilmanohjaimia, jotta näytön sisällä oleva ilma kiertäisi paremmin. Muuttamalla näytön mekaniikka niin että Peltier-elementti olisi mahdollista asentaa keskelle näyttöä, saataisiin jo aikaan se että jäähdytetty ilma leviäisi tasaisemmin TFT-näytön kumpaankin päähän.

LÄHTEET

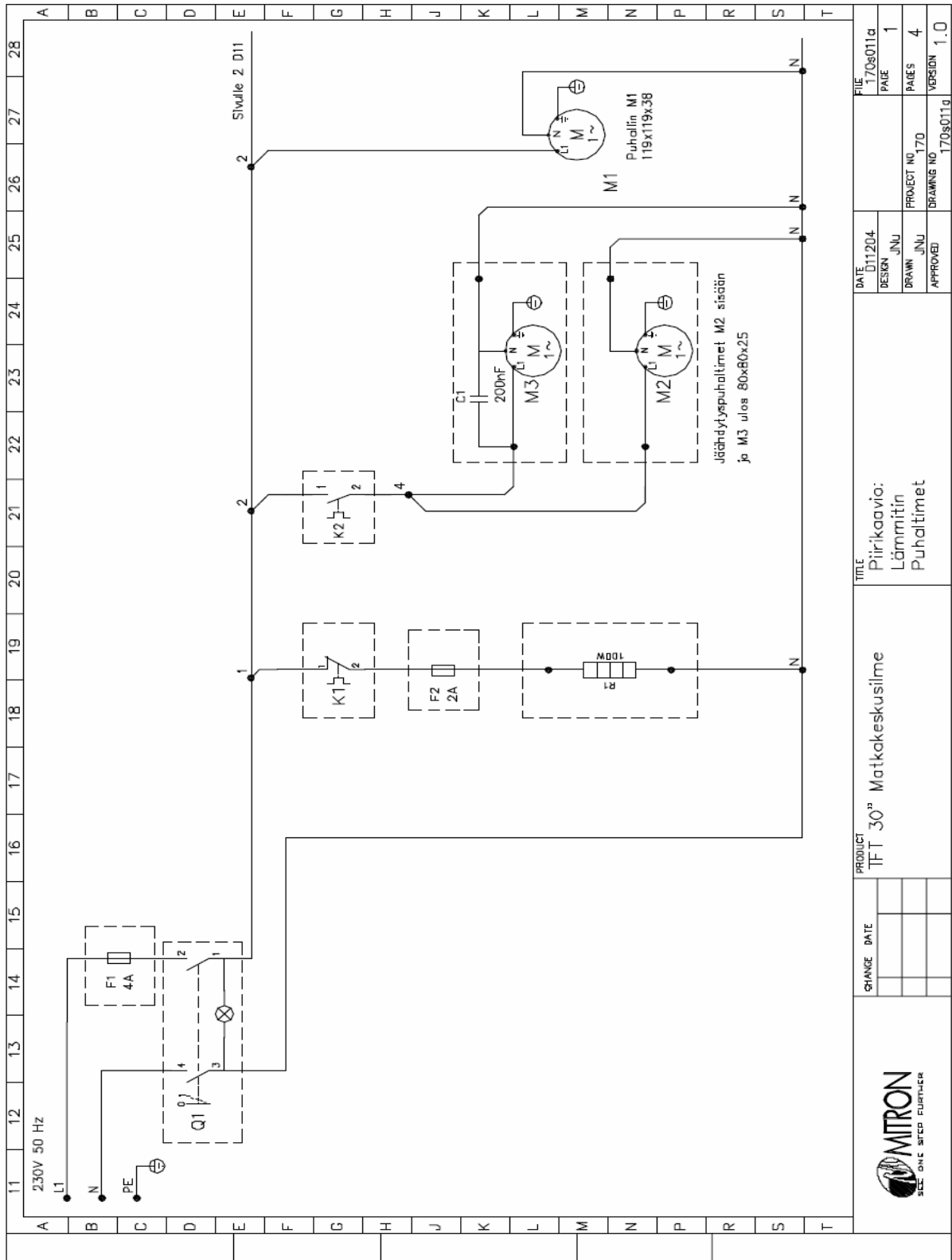
- [1] Ruottinen, Jouni, Mitron näyttölaitteet, Laitteiston kuvaus. Mitron Oy. Sisäinen dokumentti: 2003
- [2] Järventö, Jussi, 95TFTxxA Information Displays – System description, Mitron Oy. Sisäinen dokumentti: 2004
- [3] http://sharp-world.com/sc/library/lcd_e/indexe.htm 17.3.2005
- [4] http://sharp-world.com/corporate/info/his/h_company/1973_1975/ 17.3.2005
- [5] Lindsay W. MacDonald & Anthony C. Lowe, Display Systems, 1997
- [6] <http://www.tellurex.com/12most.html> 3.3.2005
- [7] <http://ww2.geminidataloggers.com/DataSheets/Tinys/TK0023.pdf> 1.4.2005


LIITTEET

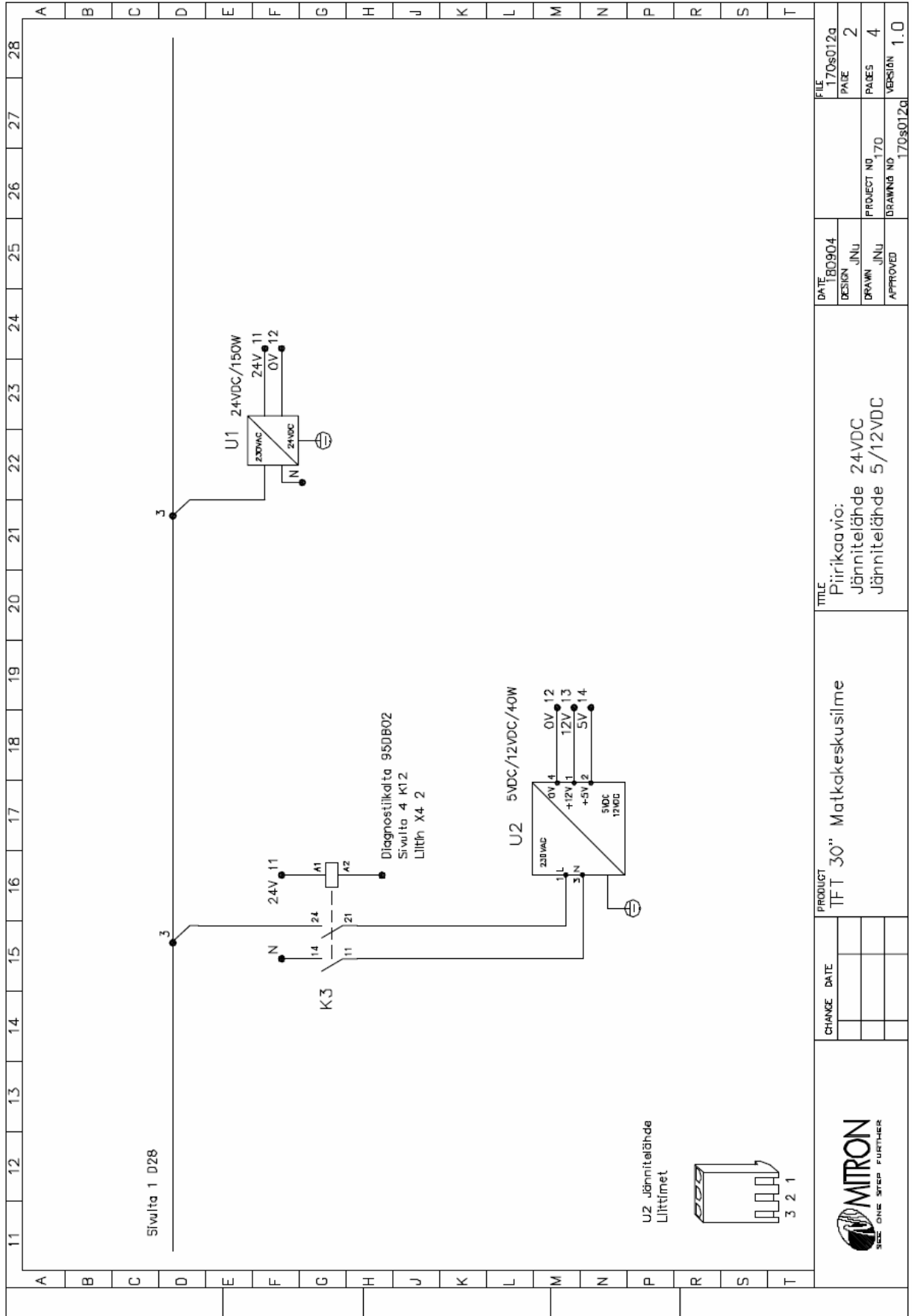
Liite 1. Lämpötilatestin tulokset

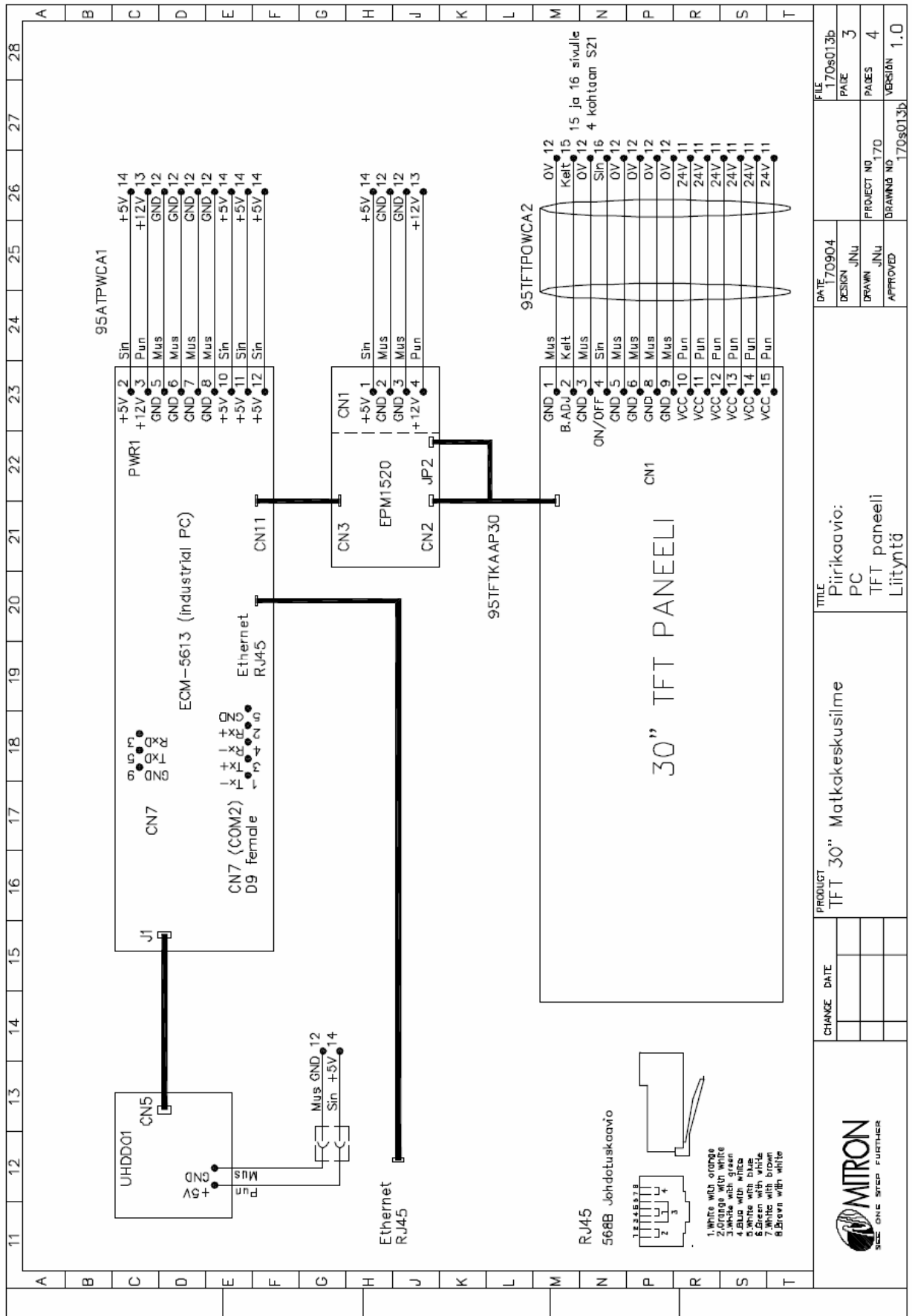


Liite 2. TFT-näytön kytkentäkaavio

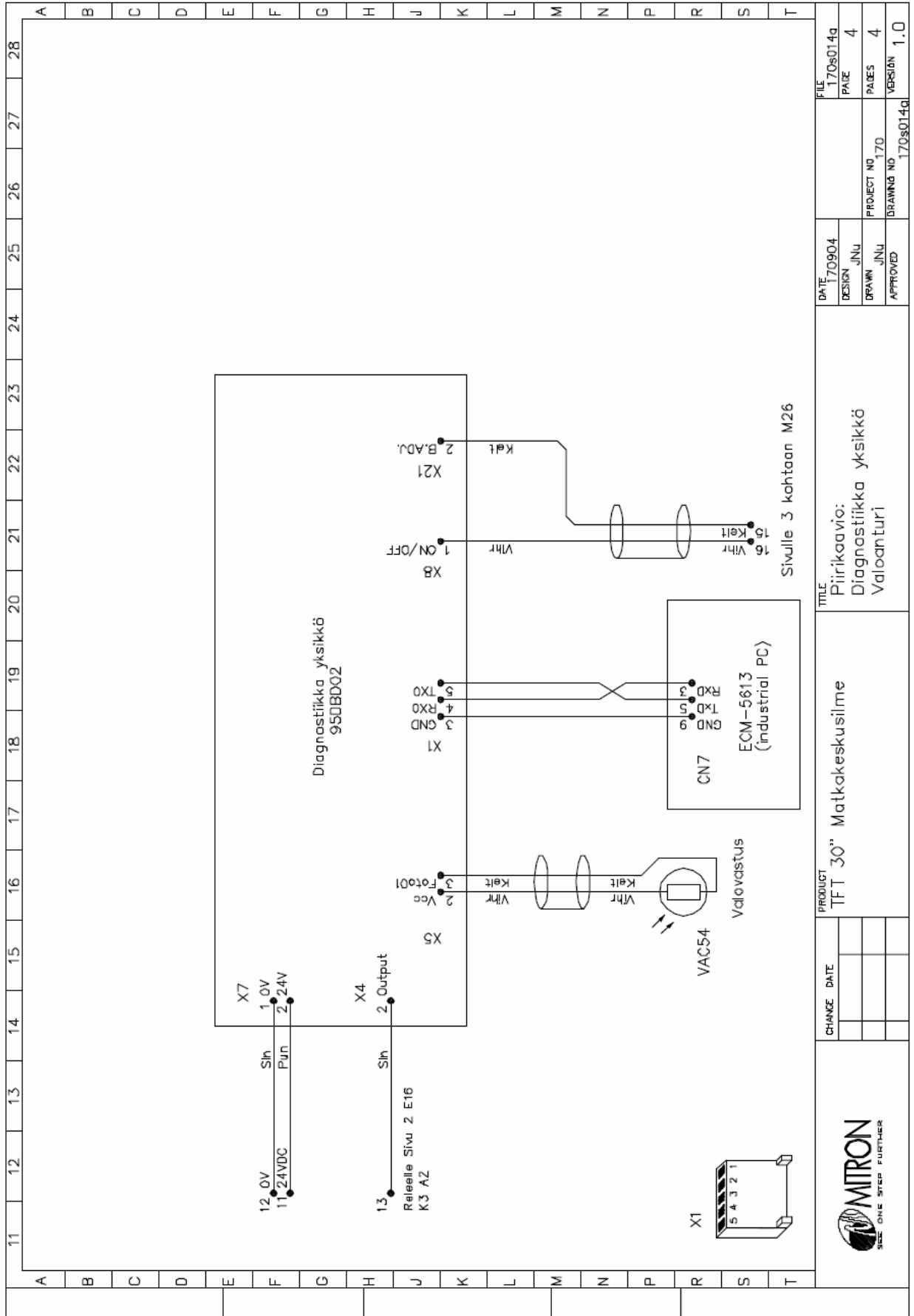


 SEE OUR WEBSITE FOR MORE		CHANGE	DATE	PRODUCT TFT_30" Matkakeskusilme	TITLE Piirikaavio: Lämmitin Puhaltimet	DATE	FILE
		DESIGN	JUNU			DESIGN	JUNU
		DRAWN	JUNU	PROJECT NO	70	DRAWING NO	170s011g
		APPROVED		VERSION	1.0		



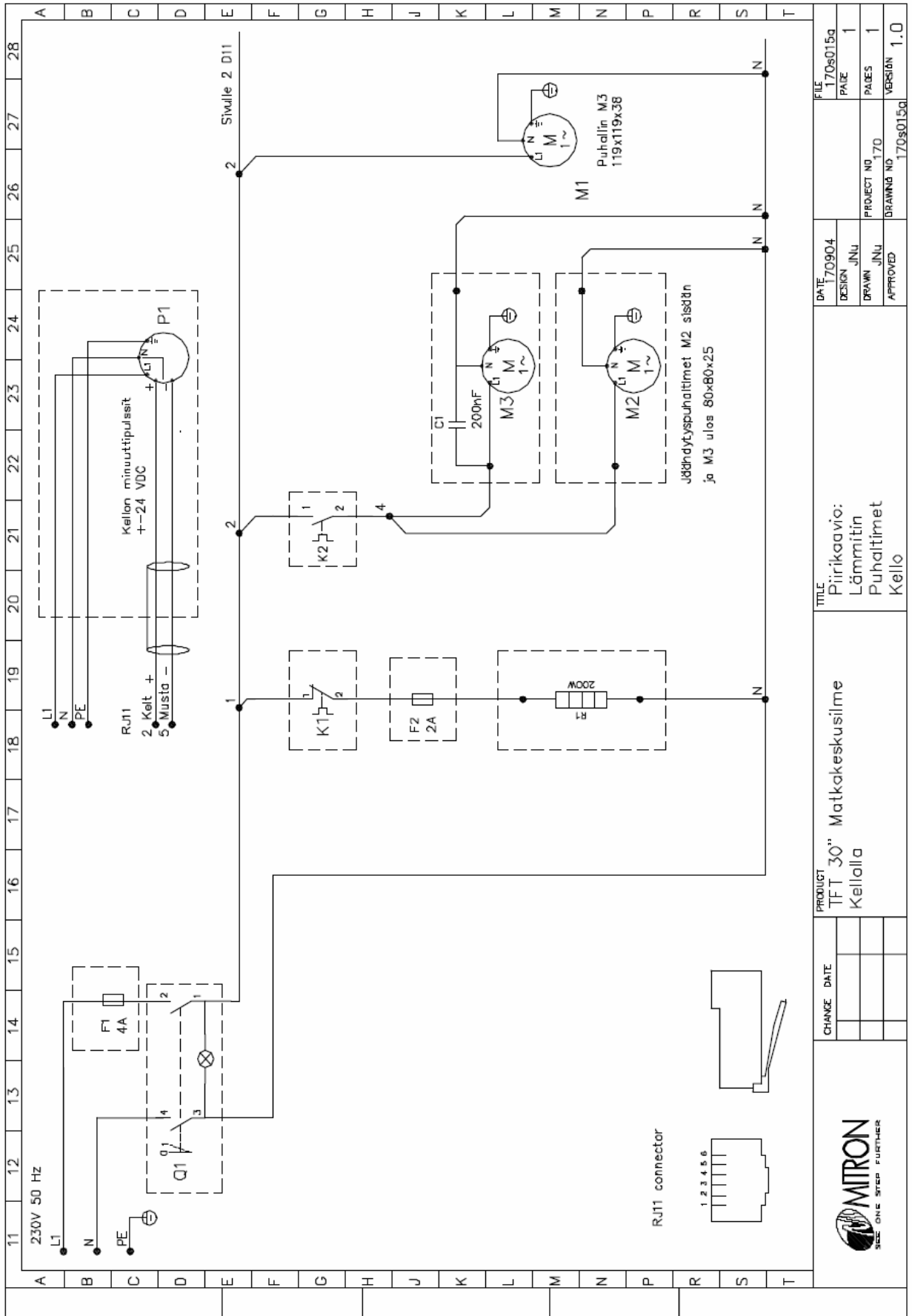


CHANGE DATE		PRODUCT TFT 30" Matkakeskusilme	TITLE Piiirikaavio: PC TFT paneeli Liityntä	DATE 170904	FILE 170s013b
				DESIGN JNL	PAGE 3
				DRAWN JNL	PAGES 4
				APPROVED	PROJECT NO 170
					DRAWING NO 170s013b
					VERSION 1.0



CHANGE DATE		PRODUCT	TFT 30" Matkakeskuslime	TITLE	Piirikaavio: Diagnostiikka yksikkö Valoanturi	FILE	170s014g
						DESIGN	JNu
						DRAWN	JNu
						PROJECT NO	170
						DRAWING NO	170s014g
						PAGES	4
						VERSION	1.0





DATE	170904	FILE	170s015q
DESIGN	JNU	PAGE	1
DRAWN	JNU	PROJECT NO	170
APPROVED		DRAWING NO	170s015q
		VERSION	1.0

TITLE
Piirikaavio:
Lämmitin
Puhaltimet
Kello

PRODUCT
TFT 30" Matkakeskusilme
Kellolla

CHANGE	DATE

