

TAMPEREEN AMMATTIKORKEAKOULU
Tietotekniikan koulutusohjelma
Tietokonetekniikan suuntautumisvaihtoehto

Vesa Kyllönen

AVOIMEN LAITTEISTON NÄYTÖNOHJAIN

Työn ohjaaja: Yliopettaja Kai Poutanen

Tekijä:	Vesa Kyllönen
Työn nimi:	Avoimen laitteiston näytönohjain
Päivämäärä:	28.04.2008
Sivumäärä	25 sivua ja 20 liitesivua
Hakusanat:	Näytönohjain, Open Source, Avoin laitteisto
Koulutusohjelma:	Tietotekniikka
Suuntautumisvaihtoehto:	Tietokonetekniikka
Työn valvoja:	Yliopettaja Kai Poutanen
<p>Avoimen laitteiston näytönohjain tarkoitetaan ensisijaiseksi näytönohjaimeksi avoimen lähdekoodin käyttöjärjestelmiin. Tämän tyyppisen näytönohjaimen suunnittelussa tuotetut rakennusohjeet ja muut dokumentaatiot on julkaistu avoimen lähdekoodin lisenssin alaisuudessa. GNU GPL on yleisin käytössä oleva lisenssi avoimen lähdekoodin julkaisemiseen. Avoimen lähdekoodin ohjelmia suojelemaan on perustettu järjestöjä, joiden toimintaan kuuluu myös ilmaisten palveluiden tarjoaminen ohjelmistokehittäjille.</p> <p>OGP-projektin tavoitteena on kehittää avoin arkkitehtuuri näytönohjaimille. Arkkitehtuurin kehittämiseen on suunniteltu kehitysalusta OGD1, joka perustuu uudelleen ohjelmoitaviin FPGA-piireihin. OGP-projektin alla perustetun Traversal Technology -yrityksen tehtävänä on markkinoida ja rakentaa OGD1-kehitysalustoja ja muita tulevia OGP-projektissa suunniteltavia näytönohjaimia. Tuotetut dokumentaatiot on julkaistu useamman lisenssin alaisuudessa, jolloin Traversal omistaa OGP-projektissa suunniteltujen tuotteiden valmistusoikeudet. Tuotteiden suojaaminen onkin tarpeellista, jos haluaa menestyä nykyaikaisilla näytönohjainmarkkinoilla.</p> <p>OGP-projektin pohjalta perustettu Project VGA on alankomaalaisen yliopisto-opiskelijan aloittama projekti, jonka tavoitteena on suunnitella ja toteuttaa VGA-standardin mukainen videokortti. OGP-projektin tähdätessä suurille kuluttajamarkkinoille, on Project VGA:n tavoite yksinkertainen sovellus avoimen laitteiston näytönohjaimesta. OGD1-kehityskorttiin perustuva videokortti on suunniteltu rakennettavaksi kotikonstein, ilman erikoistyökaluja.</p> <p>Avoimen laitteiston näytönohjain menestyessään voi muuttaa tietokoneiden suunnittelussa käytettäviä periaatteita. Laajan Open Source -yhteisön avulla kehitettävät laiteajurit lupaavat luotettavuutta ja nopeaa reagointia mahdollisiin suunnitteluvirheisiin.</p> <p>Tässä tutkintotyössä keskitytään selvittämään avoimen laitteiston näytönohjaimen suunnitteluun liittyviä asioita ja mitä komponentteja sen toteuttamiseen tarvitaan.</p>	

Author:	Vesa Kyllönen
Title:	Open hardware graphics adapter
Date:	28.04.2008
Number of pages:	25 pages and 20 appendix pages
Keywords:	Graphics adapter, Open Source, Open-source Hardware
Program:	Information Technology
Specialization:	Computer technology
Supervisor:	Senior Lecturer Kai Poutanen
<p>Open hardware graphics adapter is meant to primary graphics adapter for Open Source -operating systems. Building instructions and other documentation created by this kind of graphics adapter designing are published under Open Source license. GNU GPL is the most common license for publishing Open Source software. Open Source software is protected by different organizations and they offer free services for software developers.</p> <p>OGP-project aims for developing a open architecture for graphics adapters. To develop this architecture, the project has designed a development board which is based on reprogrammable FPGA-circuits. The board is called OGD1. Traversal technology is a company which is founded by members of OGP-project. This company possesses the right for building and marketing the products created under OGP-project. Protecting the products is necessary if the company wants to be a successful in the present graphics adapter market.</p> <p>Project VGA is a project which is based on OGP-project. Project is founded by a Dutch university student and its aim is design and build a video card based on VGA-standard. When OGP-project aims for public market, the Project VGA's goal is to design a simple solution of Open hardware graphics adapter. The video card is based on OGD1 development board and it is meant to be assembled without any special soldering tools.</p> <p>If the open hardware graphics adapter is a fruitful idea, it can change the basic principles of computer engineering. Development of hardware drivers with the help of open source community, promises a reability and fast response against design errors.</p> <p>The main focus of this thesis is to solve what things are important when designing open hardware graphics adapter and what components are needed for its implementation.</p>	

ALKUSANAT

Tämä tutkintotyö on tehty Tampereen ammattikorkeakoulun tietonetekniikan linjan opinnäytetyönä.

Haluan kiittää TAMK:in sähköosaston opettajia laadukkaasta opetuksesta.

Tampereella 2.toukokuuta 2008

Vesa Kyllönen

SISÄLLYSLUETTELO

1	JOHDANTO.....	1
2	AVOIMEN LÄHDEKOODIN LAITTEISTO.....	2
2.1	Avoim lähdekoodi.....	2
2.1.1	Free Software.....	2
2.1.2	GNU-projekti.....	3
2.1.3	Open Source.....	4
2.1.4	Lisenssit.....	4
2.2	Järjestöt.....	4
2.2.1	Free Software Foundation.....	4
2.2.2	Open Source Initiative.....	5
2.2.3	Open Hardware Foundation.....	5
3	NÄYTÖNOHJAIN.....	6
3.1	Yleistä.....	6
3.2	Näyttöstandardit ja liitännät.....	6
3.3	Komponentit.....	8
3.3.1	GPU.....	8
3.3.2	Videosignaaliipiiri.....	8
3.3.3	Videomuisti.....	8
3.4	Väylät.....	9
4	OPEN GRAPHICS PROJECT.....	10
4.1	Tavoite.....	10
4.1.1	Käytettävät ohjelmat.....	10
4.1.2	Open Graphics Architecture.....	11
4.2	Open Graphics Development board.....	11
4.2.1	Käyttölisenssit.....	11
4.2.2	Versionumerointi.....	11
4.2.3	Kehitysalusta.....	13
4.2.4	Ohjelmoitavat piirit.....	13
4.2.5	Videomuisti.....	14
4.2.6	Videosignaaliipiirit.....	14

4.2.7 Tehonkulutus ja jännitteet.....	15
4.3 Open Graphics Card.....	16
4.4 Projektin tulevaisuus.....	17
5 PROJECT VGA.....	18
5.1 Tavoite.....	18
5.2 Käytettävät ohjelmat.....	18
5.3 Videokortti.....	19
5.3.1 Komponentit.....	19
5.3.2 Tehonkulutus ja jännitteet.....	21
5.4 Projektin tulevaisuus.....	21
6 YHTEENVETO.....	21
LÄHDELUETTELO.....	23
LIITTEET.....	25

LYHENTEET

GNU GPL	<i>GNU General Public License</i> , GNU-projektin kehitelemä lisenssi
MDA	<i>Monochrome Display Adapter</i> , PC-tietokoneille kehitetty näyttöstandardi
OGP	<i>Open Graphics Project</i> , näytönohjainta kehittävä projekti
OGA	<i>Open Graphics Architecture</i> , OGP-projektissa kehitettävä arkkitehtuuri
OGD	<i>Open Graphics Development board</i> , OGP-projektissa kehitettävä kehitysalusta
OGC	<i>Open Graphics Card</i> , OGP-projektissa kehitettävä näytönohjain
RGB	<i>Red Green Blue</i> , punainen/vihreä/sininen -väriavaruus
VGA	<i>Video Graphics Array</i> , analoginen näyttöstandardi
RAM	<i>Random Access Memory</i> , haihtuva muistityyppi
RAMDAC	<i>RAM Digital-Analog Converter</i> , digitaali-analogia muunnin
DVI	<i>Digital Visual Interface</i> , digitaalisille näytöille tarkoitettu näyttöstandardi
VESA	<i>Video Electronics Standards Association</i> , näyttöstandardeja määrittelevä järjestö
LCD	<i>Liquid Crystal Display</i> , digitaalinen näyttötyyppi
GPU	<i>Graphics Processing Unit</i> , näytönohjaimen suoritin
PCI	<i>Peripheral Component Interconnect</i> , tietokoneen laajennusväylä
AGP	<i>Accelerated Graphics Port</i> , pelkästään näytönohjaimille tarkoitettu väylä
PCI-E	<i>PCI-Express</i> , sarjamuotoinen väylä
GNOME	<i>GNU Network Object Model Environment</i> , graafinen käyttöliittymä
KDE	<i>K Desktop Environment</i> , graafinen käyttöliittymä
X	<i>X Window System</i> , graafinen käyttöliittymä
FPGA	<i>Field-Programmable Gate Array</i> , ohjelmoitava logiikkapiiri
CPLD	<i>Complex programmable logic device</i> , ohjelmoitava logiikkapiiri
JTAG	<i>Joint Test Action Group</i> , ohjelmointi- ja testausliitäntä
VESA GTF	<i>VESA Generalized Timing Formula</i> , VESA-järjestön DAC-mittauslaskuri

1 JOHDANTO

Näytönohjain on tietokoneen peruskomponentti, jota käytetään kuvan muodostamiseen. Näytönohjaimen tehtävänä on muuttaa prosessorilta saamansa tieto näytön ymmärtämään muotoon, minkä ansiosta käyttäjä pystyy reaaliajassa havainnoimaan tietokoneohjelman tekemiä asioita. Näytönohjauksen perusidean pysytellessä samana on näyttöruudulla esitettävän tiedon sisältöä monipuolistettu uusien sovellusten tarpeiden mukaan. Pelit toivat mukanaan tarpeen yhä nopeammille näytönohjaimille ja samalla laajensivat PC-tietokoneiden markkinoita viihdemaailmaan.

Ajurit ovat tärkeä osa näytönohjainta ja niiden toimivuus määrää näytönohjaimen nopeuden ja luotettavuuden. Ajureiden kehittäminen onkin ollut merkittävä osa tuotteiden menestymistä kilpailun kyllästyneillä markkinoilla. Valmistajien tuki avoimen lähdekoodin käyttöjärjestelmille on ollut vähäinen juuri ajureiden takia, koska niiden lähdekoodin antaminen yleiseen käyttöön tarkoittaa tuotteen toiminnan osittaista julkistamista. Ajuri- ja yhteensopivuusongelmien ratkaisemiseksi on aloitettu projekti, jonka tavoitteena on kehittää ja valmistaa avoimen käyttöjärjestelmän tarpeisiin erikoistuva näytönohjain.

Tämän opinnäytetyön tavoitteena on selvittää avoimen laitteiston näytönohjaimen suunnittelussa käytettävät tekniikat ja periaatteet. Tavoitteena onkin nykyaikaisen näytönohjaimen toiminnan ymmärtäminen yhtenä tietokoneen komponenttina. Avoimen laitteiston näytönohjainta suunnittelevia projekteja on meneillään kaksi: Open Graphics Project ja Project VGA. OGP:n tavoite on kehittää avoin arkkitehtuuri näytönohjaimille ja valmistaa omia tuotteita tämän pohjalta. Project VGA keskittyy yksinkertaisen videokortin suunnitteluun ja toteuttamiseen OGP-projektin pohjalta.

2 AVOIMEN LÄHDEKOODIN LAITTEISTO

Open Source Hardware kuvaa laitetta, joka on suunniteltu samoja periaatteita kunnioittaen kuin Free Software - ja Open Source -ohjelmistot. Avoimen lähdekoodin laitteistolla pääasiassa tarkoitetaan tietokoneen eri osia. Termillä voidaan kuitenkin tarkoittaa muitakin fyysisiä laitteita. Riippumatta tekniikan alasta, laitteiden suunnittelu pyritään toteuttamaan saman periaatteen mukaisilla ohjelmistoilla. Suunnittelun tuloksena tuotetut dokumentaatiot voidaan julkaista erilaisilla lisensseillä, joiden tarkoituksena on mahdollistaa niiden vapaa käyttö ja jatkokehitys. Avoimen lähdekoodin laitteiston suunnittelu ja valmistus eivät ole yleistyneet siihen liittyvien riskien takia. Tuotekehitykseen voidaan käyttää suuriakin summia, mikä on johtanut tuotteissa käytettyjen tekniikoiden patentoimiseen.

2.1 Avoin lähdekoodi

2.1.1 Free Software

Free Software -termillä tarkoitetaan ohjelmistoa, jonka kehittäjä on luovuttanut julkiseen levitykseen ilman rajoitteita. Tällaisen ohjelman lähdekoodia voidaan kopioida ja käyttää vapaasti tai jopa myydä, kunhan uudelleen julkaistua koodia voidaan käyttää samoin periaattein. Free Software -käsitteen mukaisen lähdekoodin täytyy olla helposti luettavassa muodossa ja sen täytyy olla kokonaisuudessaan julkisesti saatavilla. Ehdot täyttävän lähdekoodin voi julkaista joko ilmaisohjelmalisenssillä tai yleiskäytön lisenssillä (ns. Public License).

Tietokoneaikakauden alussa ei ohjelmistomaailmassa tunnettu tekijänoikeuslakeja. Ohjelmat olivat yksinkertaisia ja käyttäjäpiirit pieniä alan harrastajaryhmiä, jotka jakoivat ideoitaan ja kehittämänsä lähdekoodia toistensa ja laitteistovalmistajien kesken. Vasta 1970-luvulla kasvavat markkinat ja yhä monimutkaisemmiksi kehittyvät ohjelmat pakottivat ohjelmistojen kehittäjät rajoittamaan muiden käyttäjien oikeuksia omiin tuotoksiinsa. Erilaiset tekniset rajoitukset ja tekijänoikeuslakien soveltaminen kehitettyyn ohjelmakoodiin aiheuttivat Free Software -ajatusmaailman romahtamisen. [1]

2.1.2 GNU-projekti

Vuonna 1983 aloitettiin GNU-projekti, jonka alkuperäistavoite oli herättää henkiin Free Software -ajatusmaailma ja luoda riittävä määrä ilmaisia ohjelmistoja, jotka toimisivat vaihtoehtona maksullisille ohjelmistoille. Markkinoiden kehittymisen myötä kävi kuitenkin selväksi, että tarvittavien ohjelmien määrä oli niin suuri, että projektilla ei ollut silloisessa muodossaan mahdollisuuksia onnistua. GNU-projektia tukemaan perustettiin Free Software Foundation -järjestö, jonka tavoite oli tukea projektia ja sen alkuperäistavoitetta. GNU-projektin perustaja, yhdysvaltalainen Richard Matthew Stallman, on toiminut viimeiset 25 vuotta projektin johtajana ja Free Software -ideologian puolestapuhujana. Projektin alle kerättiin useita jo olemassa olevia, vapaasti levitettäviä ohjelmistoja ja sen ensimmäisten vuosien aikana kehitettiin uusia sovelluksia, joita esimerkiksi ovat tekstieditori Emacs ja GNU C Library -yleiskirjastot.

Perustaessaan FSF-järjestön Stallman kertoi kehittävänsä käyttöjärjestelmän eli kernelin, jossa GNU-projektin ohjelmistoja oli tarkoitus käyttää. Kernelin kehittäminen ei kuitenkaan ole ollut helppoa, koska ensimmäisen version kehityksen pohjana käytetty Trix-käyttöjärjestelmä ei sopinut käyttötarkoitukseen. 1990-luvun alussa kehitysalustaksi valittiin Hurd-niminen kernel, joka tunnetaan projektin yhteydessä nimellä GNU Hurd. Uuden kernelin kehitys ei kuitenkaan edennyt suunnitelmien mukaisesti ja ilmaisen käyttöjärjestelmän kehitys jatkuu vielä tänäkin päivänä. GNU Hurdin kehitystä entisestään hidasti suomalaisen Linus Torvaldsin vuonna 1992 julkaisema Linux-käyttöjärjestelmä, joka valittiin GNU-ohjelmien käyttöjärjestelmäksi. Linux sai julkaisuvuotenaan paljon julkisuutta varsinkin vakautensa ansiosta. Stallman on julkisesti kertonut, että Linuxin julkaisu oli huonoa julkisuutta GNU-projektille, koska Linuxia yleisesti verrattiin Microsoftin Windows -käyttöjärjestelmään. Windows olikin valmis paketti ohjelmia, jotka oli kehitelty suoraan itse käyttöjärjestelmälle. Linuxin kernel olikin normaalikäyttäjän kannalta katsottuna turha ilman siihen lisättyjä GNU-ilmaisojelmia. Virallisesti Linuxista puhuttaessa siitä käytetään GNU/Linux-nimikettä, joka kertoo sen olevan osa GNU-projektia. [1]

2.1.3 Open Source

Open Source on Free Software -termin pohjalta kehittynyt ohjelmiston kehitysmetodi, jonka tavoite on parantaa ilmaisten ohjelmien laatua ja kannustaa ohjelmistonkehittäjiä julkaisemaan ohjelmiaan muiden saataville. Avoin lähdekoodi lupaa laatua, luotettavuutta ja ennen kaikkea alhaista hintatasoa. [3]

2.1.4 Lisenssit

Tunnetuimmat vapaan lähdekoodin suojaksi kehitetyt lisenssit ovat GNU-projektissa tuotettuja. Lisenssien on tarkoitus suojata ohjelmia samalla tavalla kuin tekijänoikeuslakien alaisten ohjelmien. Lähdekoodin lisensointi vapaaksi ohjelmistolisenssiksi mahdollistaa koodin kopioinnin, muuttamisen ja uudelleen jakamisen. Ehtona on, että eteenpäin levitetyssä ohjelmassa pitää olla merkintä lisenssistä, jossa koodi on alkuperäisesti julkaistu. GNU GPL on laajimmin avoimen lähdekoodin suojaamiseen käytetty ohjelmistolisenssi, josta on kehitelty tietyn tyyppiseen lähdekoodiin erikoistuneita versioita. Tarpeelliseksi on tullut myös käyttää kaksoislisenssejä, joista toinen on esimerkiksi GNU GPL ja toinen yrityksen oma markkinointilisenssi. Kaksoislisenssin käyttäminen säilyttää ohjelman omistusoikeuden sen tekijällä ja samalla mahdollistaa sen käytön ilmaisena sovelluksena. [2]

2.2 Järjestöt

Free Software ja Open Source -käsitteitä tukemaan on perustettu eri järjestöjä, joiden tehtävinä ovat esimerkiksi ilmaisen lähdekoodin tukeminen ja suojeleminen.

2.2.1 Free Software Foundation

GNU-projektin pohjalta perustetun järjestön alkuperäistavoitteena oli tukea GNU-projektissa tuotettuja ohjelmia ja palkata lisää ohjelmoijia kehittelemään ilmaisia ohjelmistoja GNU-nimen alle. Nykypäivänä järjestön toimenkuvana on tuoda julkisuutta Free Software -käsitteelle ja neuvoa ihmisiä ohjelmistomaailmaan liittyvissä lakiasioissa. Free Software Foundation -järjestön palkkalistoilla on kuusi ihmistä.

FSF-järjestön toimintaan kuuluu GNU-projektin lisäksi

- GNU Licences, jonka tarkoitus on kehittää uusia ja jo olemassa olevia lisenssejä
- GNU Press, jonka tarkoitus on kehittää järkevän hintaisia tietotekniikkaan keskittyviä oppaita,
- GNU Savannah, Internetpalvelu, joka tarjoaa Free Software -projekteille esimerkiksi ilmaista WWW-tilaa ja tiedostojen 'isännöintiä',
- Free Software Directory -palvelu, jonka tarkoitus on listata ohjelmia, jotka toimivat lisenssien alaisuudessa. [1][3][6][8]

2.2.2 Open Source Initiative

1998 perustettiin Open Source Initiative, jonka tavoite on FSF tavoin suojella ja tukea avoimen lähdekoodin ohjelmistoja. OSI:n perustajat eivät olleet tyytyväisiä FSF:n tapaan levittää avoimen lähdekoodin sanomaa, joten he perustivat oman järjestön. Perustajien mielestä avoimen lähdekoodin ohjelmat lupaavat parempaa laatua, luotettavuutta, muokattavuutta ja ennen kaikkea alemmaa hintatasoa. Yritysmailmassa ohjelmien valintaan vaikuttavatkin juuri nämä tekijät, ja OSI haluaakin lisätä ilmaisohjelmien kaupallista arvoa. Yritys kannustaa ohjelmistojen kehittäjiä kaupallistamaan ohjelmansa, jolloin ohjelman jatkokehitys ja tekninen tuki olisivat kannattavaa liiketoimintaa. Esimerkkinä voidaan pitää GNU/Linux-distributioita, joita pidetään luotettavina käyttöjärjestelminä palvelinratkaisuissa. Open Source Initiative toimii eri lisenssien hyväksyjänä. The Open Source Definition koostuu kymmenestä kohdasta, jotka lisenssin on täytettävä, jotta se on määrittelyn arvoinen. Hyväksytty lisenssi listataan OSI:n kotisivuille muiden hyväksytyjen lisenssien joukkoon. [4][5]

2.2.3 Open Hardware Foundation

Open Hardware Foundation on OGP-projektin tueksi perustettu järjestö, jonka tehtävänä on edistää avoimen laitteiston suunnittelua ja valmistusta. OHF-järjestön tulevaisuuden tavoitteena on edustaa avoimen laitteiston yhteisön etuja ja tarjota tukea eri projekteille. Järjestön tämän hetkinen päätavoite on kuitenkin OGP-projektin tukeminen tavoitteessaan. [9]

3 NÄYTÖNOHJAIN

3.1 Yleistä

Näytönohjaimien historia alkaa 1960-luvulta, jolloin lisäkortti kehitettiin korvaamaan tulostimet. Tulostimet olivat siihen asti toimineet tiedon ainoana esittäjänä. Mittalaitteiden antaman tiedon muokkaaminen näytöltä tarkasteltavaan muotoon oli monimutkainen prosessi, johon täytyi kehitellä erillinen komponentti. Tuloksena kehitettiin näytönohjain. Ensimmäiset näytönohjaimet olivat yksinkertaisia virtuaalitulostimia, joiden avustuksella tietokone pystyi emuloimaan paperille syntyvää tekstiä näytön avulla. Näytöllä näkyvää tietoa oli myös jatkuvasti virkistettävä, jotta tietokoneen käyttäjä pystyi lukemaan tulostetun tekstin. Pelkän tekstiilan käyttäminen ei vielä korvannut tulostimia, jotka kykenivät piirtämään paperille erilaisia kuvioita. Näytönohjaimien kehityksen seuraava askel olikin ns. 2D-grafiikka, joka mahdollisti vektorigrafiikan tuottamisen näyttöpäätteille. [10]

3.2 Näyttöstandardit ja liitännät

Näyttöstandardit määrittelevät yleisesti käytettyjä näyttötiloja erityyppisille näytöille. Näyttötilan ominaisuuksia ovat resoluutio, värimäärä ja virkistystaajuus. Resoluutio kertoo kuvan pysty- ja vaakasuunnassa olevien pikseleiden lukumäärän. Värimäärä ilmaistaan tietyn mittaisena binäärilukuna, jolloin sen tilojen enimmäismäärä on suurin sallittu värimäärä. Virkistystaajuus kertoo, kuinka monta kertaa sekunnissa näytön kuvaa virkistetään.

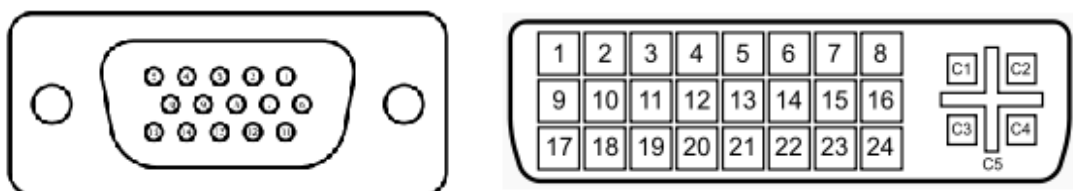
Ensimmäisen PC-tietokoneille tarkoitetun näyttöstandardin, MDA:n, julkaisi IBM vuonna 1981. MDA-standardin mukainen näytönohjain pystyi pelkän tekstiilan ylläpitämiseen ilman varsinaisia värejä. 1980-luvun aikana IBM jatkoi standardien kehittämistä ja ensimmäiset graafiset näyttöstandardit julkaistiin. Kuvan värit muodostettiin kuvaputkinäytön kolmea elektronitykkiä aktivoimalla, minkä avulla pystyttiin tuottamaan 8 eri väriä. Vuonna 1989 kehitetyn VGA-standardin mukana tuli RAMDAC-piiri, joka mahdollisti värien näyttämisen eri jännitetiloina. Kuvaputkinäytön elektronitykkien kirkkauksia säätelemällä saadaan tuotettua suuriakin värimääriä, jonka ansiosta näytettävien värien lukumäärä kasvoi useisiin

miljooniin.

Nykyaikana käytetyt analogiset näyttötilat perustuvat VGA-standardiin. VGA-standardin mukainen resoluutio on 640 pikseliä pystyasossa ja 480 vaakatasossa.

VESA on kansainvälinen järjestö, jonka perustivat vuonna 1989 silloiset näyttöohjainvalmistajat. Järjestön tehtävänä on kehittää ja ylläpitää yleisesti käytettyjä näyttöstandardeja ja niihin perustuvia sovelluksia. VESA on yleisesti hyväksytty ja sen standardeja käytetään nykyaikaisissa näyttöohjaimissa. Järjestö on jatkokehittänyt VGA-standardin tekniikkaa ja määrittänyt uusia resoluutiotiloja eri näytöille. Värimäärän ja virkistystaajuuden ilmoittaminen on tullut turhaksi standardin yhteydessä, joka on johtanut pelkän resoluutiotilan ilmoittamiseen standardina. Vuosituhannen alussa alkoivat uudet digitaaliset näyttöstandardit korvata vanhaa kuvaputkitekniikkaa. Digitaalisen LCD-tekniikan yleistymistä hidastivat esimerkiksi sen korkea hinta ja huono kuvatarkeus verrattuna silloisiin kuvaputkinäyttöihin. LCD-näyttöjen käyttäminen analogisella VGA-signaalilla mahdollistettiin näytön sisällä tehtävällä digitaalimuunnoksella.

VGA-standardin mukainen liitin on DE-15. VGA-signaali koostuu synkronointi, väri ja DDC-signaaleista. Digitaalisten näyttöjen tuleminen toi mukanaan DVI-liittimen. DVI:n käyttämään liittimeen pystyy liittämään analogisen VGA-monitorin erillisellä adapterilla. Yhdestä DVI-liittimestä voidaan syöttää kahta DVI-signaalia, mikä mahdollistaa kahden näytön yhdistämisen siihen. Kahta signaalia voidaan myös käyttää yhden näytön ohjaamiseen. Yksi DVI-signaali mahdollistaa enintään 1920x1200 resoluution ja kahden signaalin käyttäminen yhden näytön ohjaamisessa nostaa maksimitarkkuuden 2560x1600 asti. Kuvassa 1 on esitetty DE-15- ja DVI-I-liittimet. [10][11][12][13][14]



Kuva 1. DE-15- ja DVI-I-liittimet

3.3 Komponentit

Näytönohjain koostuu useista itsenäisistä komponenteista, jotka toiminnallaan mahdollistavat kuvan muodostamisen. Yleisimmät näytönohjaimelta löytyvät komponentit ovat GPU, videomuistit, videosignaaliipiiri ja erilaiset näyttöliitännät.

3.3.1 GPU

Näytönohjaimen keskusyksikkö eli GPU on näytönohjaimen oma prosessori, joka on erikoistunut graafiseen laskentaan. Useat näytönohjainvalmistajat eivät itse suunnittele tai valmista GPU-piirejä, vaan he ostavat ne toisilta valmistajilta. Piirejä ostavien valmistajien tehtäväksi jääkin vain GPU:n ympärille muodostuvan logiikan suunnittelu ja toteutus. Yksittäisten piirien myynti on osoittautunut hyväksi markkinaratkaisuksi, sillä piirin ostaja voi itse päättää, millaisen tuotteen se valmistaa. Nykyaikaiset GPU-piirit voivat sisältää muita näytönohjaimelta löytyviä komponentteja, kuten esimerkiksi videosignaaliipiirejä. [15]

3.3.2 Videosignaaliipiiri

Näytön kanssa yhteensopivan signaalin muodostamiseen käytetään ns. videosignaaliipiirejä. Analogisen VGA-signaalin tuottamisessa käytetään RAMDAC-piirejä, jotka vastaanottavat binäärimuotoista väritietoa GPU:lta ja muuntavat sen eri jännitetiloiksi. Lisäksi RAMDAC tuottaa synkronointisignaaleja, jotka määräävät pysty- ja vaakasuoran tarkkuuden eli resoluution. Digitaalisessa DVI-järjestelmässä binäärimuotoinen värikoodi koodataan ja lähetetään näytölle purettavaksi. [16][17]

3.3.3 Videomuisti

Näytönohjaimen muistia käytetään ensisijaisesti kuvapuskurina (frame buffer). Videomuistissa säilytetään itse videokuvaa ja sen yhden kuvan yksittäisen pikselin tarvitsema muistitila määräytyy käytetyn värimäärän mukaan. Käyttäjän havaitsema liike kuvaruudulla tarkoittaa sitä, että näytönohjaimen muistin sisällössä on tapahtunut muutos. Muistin määrä ja sen nopeus vaikuttavat näytön maksimiresoluutioon. 2D-grafiikan tarvitsema muistimäärä voidaan laskea suoraan kuvatarkkuudesta ja värimäärästä. Taulukossa 1 on laskettu yleisimpien resoluutioiden tarvitsema muistimäärä, kun käytössä on 8 ja 32 bittiset väripaletit.

Taulukosta 1 voidaan nähdä, että jos käytössä on 1600x1200 -resoluutio, on tarvittava muistimäärä alle 8 megatavua. Näytönohjaimen muistimäärää valittaessa on kuitenkin syytä ottaa huomioon erilaiset näytöt, joiden tarkkuus voi olla yli taulukon 1 arvojen. [18][19]

Taulukko 1. 2D-grafiikan vaatima muistitila yleisimmillä resoluutioilla

Resoluutio (pikseliä)		Muistimäärä (Megatavua)	
Pysty	Vaaka	8-bitin värimäärällä	32-bitin värimäärällä
640	480	0,29	1,17
800	600	0,46	1,83
1024	768	0,75	3,00
1280	960	1,17	4,69
1600	1200	1,83	7,32

3.4 Väylät

Näytönohjaimen liittäminen tietokoneeseen on mahdollista erilaisten väylien kautta. Itse näytönohjain liitetään tietokoneen emolevyllä olevaan korttipaikkaan.

1990-luvun alussa julkaistiin PCI-väylä, jonka mukainen korttiliitin löytyy vielä nykyaikaisesta PC-tietokoneestakin. PCI-väylän tiedonsiirto toimii rinnakkaismuotoisesti ja liittimestä on olemassa 32 ja 64 bittiset versiot. 32 bittinen on ns. normaali PCI-väylä, jota käytetään laajennuskorttien liittämiseen emolevyille ja 64 bittinen PCI-X on enimmäkseen palvelinkäyttöön tarkoitettu korttipaikka.

3D-grafiikan tuleminen loi tarpeen nopeammalle väyläratkaisulle ja vuonna 1997 PCI-väylää korvaamaan kehitettiin AGP. AGP on pelkästään näytönohjaimille tarkoitettu väyläratkaisu, ja sen etuna on sen suora yhteys prosessorin ja muistin kanssa. Näytönohjaimien kehittymisen myötä myös AGP-väylän tarjoama nopeus alkoi muodostua suorituskyykyä rajoittavaksi tekijäksi. PCI-väylän pohjalta kehitetty PCI-Express on viimeisin väyläratkaisu. PCI-E-väylä toi mukanaan sarjamuotoisen tiedonsiirron, jonka ansiosta liitin on myös skaalautuva eri käyttötarkoituksiin sopivaksi. PCI-E-väylän sarjapareja yhdistelemällä on toteutettu eri kokoisia liitintarkoituksia. Näytönohjaimien alati kasvavan nopeuden takia valittiin suurin toteutettu PCI-E-korttipaikka, joka koostuu 16 sarjaparista. [20][21]

4 OPEN GRAPHICS PROJECT

4.1 Tavoite

OGP-projektin tavoitteena on kehittää arkkitehtuuri avoimen laitteiston näytönohjaimille. Arkkitehtuurin pohjalta valmistetut tuotteet on ensisijaisesti tarkoitettu käytettäväksi avoimen lähdekoodin käyttöjärjestelmissä. Nykyisiä näytönohjainpiirejä valmistavat yritykset antavat parhaimmillaankin vain osittaisen ajurituen ilmaisille käyttöjärjestelmille, koska ajureiden lähdekoodin julkaiseminen voi paljastaa liikesalaisuuksia kilpailijoille. Ajureiden puute onkin hankaloittanut ilmaisten ohjelmien, esimerkiksi Linux-käyttöjärjestelmän, yleistymistä kuluttajamarkkinoilla. OGP-projektin perustajat haluavatkin osoittaa näytönohjainvalmistajille, että tulevaisuuden tietokonelaitteiston kehityssuunta on avoimen lähdekoodin ratkaisuisia. OGP-projektin ensimmäinen tavoite on kehittää kehitysalusta, jonka avulla Open Source -yhteisön jäsenet voivat kehittää ajureita ja näytönohjaimen arkkitehtuuria. Kehitysalustasta käytetään nimeä OGD1. Projektin jäsenet ovat perustaneet Traversal Technology -nimisen yrityksen, jonka tehtävänä on valmistaa ja myydä OGP-projektissa kehitettyjä tuotteita. [22][23]

4.1.1 Käytettävät ohjelmat

OGP-projektissa käytetään pääasiassa Open Source -ohjelmistoja.

Projektin versionhallintaan käytetään 'Subversion' -järjestelmää, johon kirjataan projektissa käytettyjen dokumentaatioiden versiot.

Verilog-laitteistonkuvauskielen editoreina käytetään pääasiassa kolmea eri ohjelmaa: X-käyttöliittymälle 'nedit', GNOME alustalle 'gedit' ja 'Kate' -editoria KDE:lle.

Piirilevyn suunnittelussa käytetään kahta eri ohjelmaa: 'gEDA' ja 'KiCad'.

Verilog-kuvauskielen simuloinnissa ja syntetisoinnissa käytetään seuraavia ohjelmia: 'GTKwave', 'gpl-cver', 'Icarus verilog', 'ispLEVER' ja 'Xilinx 6.3i', joista kaksi viimeistä ovat FPGA-valmistajien omia ilmaiseen käyttöön tarkoitettuja testiohjelmia. [24]

4.1.2 Open Graphics Architecture

OGA on Verilog-laitteistonkuvauskielellä luotu piirilogiikka OGP-projektissa suunnitelluille näytönohjaimille. OGA1 on ensimmäinen versio suunnitellusta arkkitehtuurista. OGA1:n suunnittelu tehdään OGD1-kehitysalustan avulla ja sen on tarkoitus tulla ASIC-piirin pohjaksi. Valmistettua ASIC-piiriä on tarkoitus käyttää varsinaisen näytönohjaimen GPU:na. [25]

4.2 Open Graphics Development board

OGD on kehitysalusta, jonka avulla pystytään emuloimaan näytönohjaimen toimintoja. OGD on tarkoitettu OGA-arkkitehtuurin suunnitteluun ja testaukseen. OGP-projektin ensimmäinen kehitysalusta, OGD1, on juuri läpäissyt prototyyppitestauksen ja on valmiina kaupalliseen tuotantoon. OGD1-kortin toiminta perustuu ohjelmoitaviin FPGA-piireihin, jolloin se voidaan uudelleenohjelmoida lähes rajattomasti. Kehitysalusta on suunnattu lähinnä ohjelmistokehittäjille, jotka haluavat osallistua näytönohjaimen kehittelyyn. Normaaliksi kuluttajanäytönohjaimeksi kortista ei kuitenkaan ole; kortti toimitetaan 'tyhjänä', eli ilman varsinaista logiikkasuunnittelua. Kehitysalustan hinnaksi on kaavailtu 1500 dollaria, joka sisältää komponentit, valmistuksen, testauksen ja postikulut. Pelkkien osien osuus tästä on noin 600 dollaria. [26][27]

4.2.1 Käyttölisenssit

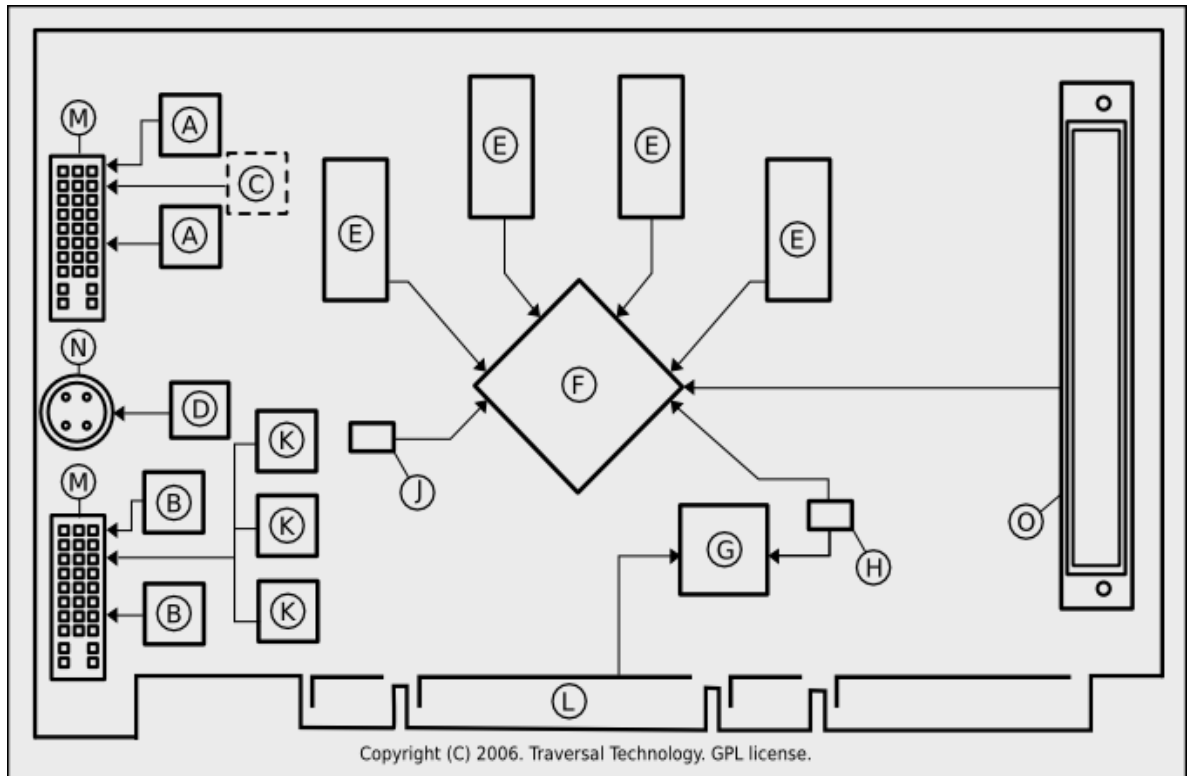
Kehitysalustan piirustukset julkaistaan GNU GPL -lisenssin alla. OGA-arkkitehtuuri tulee olemaan tärkeä osa Traversalin valmistavia tuotteita ja tämän takia siinä tehdyt ratkaisut suojataan GNU GPL -lisenssin lisäksi Traversalin omilla lisensseillä. Traversal haluaakin pitää OGP-projektin tuotoksien myyntioikeudet itsellään. [28]

4.2.2 Versionumerointi

OGD1-kehitysalustan versionumerointi nähdään taulukosta 2, jossa esimerkkinä on ensimmäiseksi valmistettava versio OGD1P-256DDAV. Kortin lohkoakaavio nähdään kuvasta 2 ja lohkojen tiedot taulukosta 3. [25][29]

Taulukko 2. OGD1-kehitysalustan versionumerointi

{ Tyyppi } – { Videomuisti } { Video ulostulot } { Erikoismerkinät }		
Alue	Esimerkki arvo	Esimerkin kuvaus
Root number	OGD1P	OGD1-kortti PCI-X-väylällä
Videomuisti	256	256 Mt
Videoulostulot		
Ensimmäinen liitäntä	D	DVI-I
Toinen liitäntä	D	DVI-I
Kolmas liitäntä	A	VGA-yhteensopiva
Neljäs liitäntä	V	S-video-liitin
Erikoismerkinät		
Firmware RTL	A1	OGA1-firmware



Kuva 2. OGD1-kehitysalustan lohkoakaavio

Taulukko 3. Selvitys OGD1-kehitysalustan lohkokaaavion komponenteille

Lohko numero	Komponentti	Valmistaja	Mallinumero	Kotelointi / liitäntöjä
A	2x DVI-piiri	Silicon	Sil1178CSU	48-pin TSSOP
B	2x DVI-piiri	Silicon	Sil1178CSU	48-pin TSSOP
C	330 MHz DAC-piiri	Philips	TDA8777HL/24/C1S	48-pin LQFP48
D	DAC/TV-piiri	Conexant	CX25874	64-pin QFP
E	8x DDR-muistipiiri	Samsung	K4H561638H	66-pin TSOP II
F	FPGA GPU	Xilinx	XC3s4000 900P-FBFGA	900-pin FBFGA
G	FPGA PCI	Lattice	LFXP10e-5fn256c	256-pin FBGA
H	BIOS PROM 1 Mbit	SST	SS25VF010	8-pin SOIC-8
J	Alustus PROM 16 Mbit	SST	SST25VF016B	8-pin SOIC-8
K	3x DAC-piiri	Maxim	MAX5886	68-pin QFN-EP
L	PCI-X-kanta	-	-	184-pin
M	2x DVI-II-liitäntä	Molex	Molex 74320 - 9010	24+5 naaras DVI-II
N	S-video-liitäntä	Tyco electronics	AMP 750069-1	4-pin naaras DIN
O	IDC-laajennusliitin	Hirose Electric	FX11LA - 92P - SV	92-pin

4.2.3 Kehitysalusta

OGD1-kehitysalusta koostuu useasta itsenäisestä komponentista, joiden yhteistoiminta tuottaa näytönohjaimen perustoimintoja. Itse kehitysalustan piirilevy on 10-kerroksinen ja se on suunniteltu käytettäväksi 64 bittisessä PCI-X-liittimessä, mutta sen käyttö on myös mahdollista 32 bittisessä PCI-liittimessä. Xilinxin FPGA-piiristä jäljelle jääneet I/O-liitännät yhdistettiin yhdeksi IDC-liittimeksi, joka toimii kehitysalustan laajennusliittimenä. Liitin käsittää 66 ohjelmoitavaa I/O-signaalia, joiden käyttökohteen voi ohjelmoija itse päättää.

[26][29]

4.2.4 Ohjelmoitavat piirit

Kehitysalustan toiminta perustuu ohjelmoitavaan FPGA-piiriin, jonka logiikka voidaan ohjelmoida laitteistonkuvauskielillä tuottamaan haluttuja toimintoja. OGP-projektin OGA-arkkitehtuurin suunnitteluun on valittu yleisesti käytössä oleva Verilog-laitteistonkuvauskieli. FPGA-piirejä käytetään esimerkiksi tuotekehittelyyn, jossa sen uudelleenohjelmoitavuus antaa mahdollisuuden testata suunniteltua logiikkaa. OGD1-kehitysalustalle on valittu kaksi FPGA-piiriä, joista isompi Xilinx XC3S4000 on pääasiallisesti GPU-logiikan testaukseen tarkoitettu piiri ja pienempi Lattice LFXP10 toimii PCI-väylän ohjauspiirinä.

Xilinx XC3S4000 on osa Spartan 3-tuoteperhettä, jonka suurin malli on XC3S5000. XC3S4000 on tuoteperheen toiseksi suurin ja siihen voidaan ohjelmoida 4 miljoonaa porttia. XC3S4000 toimii OGD1-kehitysalustan varsinaisena GPU:na, jolloin sen tehtävänä on käsitellä tietokoneen prosessorilta saatua tietoa. Käsiteltyään tiedon Xilinx lähettää sen videosignaali-piireille, jotka muuttavat sen näytön tarvitsemaan muotoon.

Toinen FPGA-piireistä on Lattice LFXP10, jonka tehtävänä on toimia PCI-väylän ja GPU:n välisenä siltana. LFXP10 sisältää FLASH-muistia, joka mahdollistaa OGD1-kortin tunnistautumisen näytönohjaimeksi tietokoneen käynnistyessä. Molemmat FPGA-piirit ovat JTAG-yhteensopivia, joten piirien ohjelmointi ja testaus voidaan toteuttaa suoraan toisen piirin läpi. OGD1-kortilta löytyy kaksi PROM-muistipiiriä, joiden avulla kortti ohjelmoidaan käynnistyksen yhteydessä. Suurempi 16 megabitin muisti sisältää HDL-alustustiedoston GPU:lle ja pienempi, 1 megabitin muistilla varustettu piiri, toimii näytönohjainta ohjaavana BIOSina. Molemmat PROM-piirit on yhdistetty LFXP10-piiriin, jonka mahdollistaa niiden uudelleenohjelmoinnin PCI-väylän ja JTAG-liittimen kautta. [29][30]

4.2.5 Videomuisti

Muistia kortilla on yhteensä 256 megatavua, joka muodostetaan yhdistämällä kahdeksan kappaletta 256 megabitin muistipiirejä. Jokainen muistipiiri on jaettu 16:een 16 megabitin suuruiseen lohkokoon. Kehitysalustan muistiväylän leveydeksi saadaan tällöin 128 bittiä. Piirien valmistaja Samsung lupaa piireillensä enintään 200 Mhz:n nopeuden. [32]

4.2.6 Videosignaali-piirit

DVI-piirejä OGD1-kehitysalustalla yhteensä neljä kappaletta. Ratkaisu mahdollistaa maksimissaan neljän näytön samanaikaisen käytön. DVI-standardin mukainen kahden signaalin käyttö yhdellä näytöllä on myös mahdollista. Itse DVI-liittimet ovat DVI-I-tyyppiä, jolloin niihin on mahdollista kytkeä myös VGA-yhteensopiva näyttö erillisen VGA-adapterin avulla. VGA-signaali tuotetaan Philipsin 10 bittisellä DAC-muunninpiirillä, joka pystyy tuottamaan jokaisen värin 1024 eri tasoa. Kuitenkin

OGD1-kortin VGA-ulostulo toimii oletuksena 3 kertaa 8 bittisenä. VESA-järjestön julkaiseman GTF-taulukon mukaan 330 MHz DAC-piirillä pystyy tuottamaan 1920x1200 -tarkkuuksisen kuvan 85 Hz virkistystaajuudella. [17]

TV-ulostuloa ohjaamaan valittiin Conexantin CX25874, jolla tuotetaan komposiittivideosignaali S-video-liittimelle. Kehitysalustan suunnitteluvaiheessa luovuttiin toiseen DVI-liittimeen yhdistetyistä 12 bittisestä DAC-muuntimista, jotka oli suunnattu erikoisnäyttöpäätteiden kuvanmuodostamiseen. [30][33][42]

4.2.7 Tehonkulutus ja jännitteet

Traversal on ilmoittanut kortin sähkökulutuksen olevan 18 - 23 W kuormituksen mukaan. PCI-liitin jo yksinään kykenee syöttämään 25 W, jolloin ei tarvita ulkoista virransyöttöä. Kehitysalustan PCI-liitin on universaali, eli sen voi asentaa kaikkiin 32 ja 64 bittisiin PCI- ja PCI-X-korttipaikkoihin. Tämä mahdollistaa kortin käyttämisen kaikissa nykyaikaisissa PC-emolevyissä. Kehitysalusta käyttää PCI-väylän syöttämiä 5:n ja 3,3 V:n jännitteitä, joista 5 V johdetaan kehitysalustalla sijaitseville jännitemuuntimille, jotka tuottavat komponenttien tarvitsemat 3,3; 2,5 ja 1,2 V jännitteet. 3,3 V jännitteen tuottaminen erikseen mahdollistaa kehitysalustan käyttämisen ilman tietokonetta. Tietokoneen ulkopuolella käyttäminen mahdollistetaan erillisellä 5 V jänniteliittimellä. Taulukosta 4 nähdään eri komponenttien tarvitsemat jännitteet.

Taulukko 4 OGD1-kehitysalustan komponenttien tarvitsemat jännitteet

Valmistaja	Komponentti	5 V	3,3 V	2,5 V	1,2 V	1,25 V
Silicon	DVI-piiri		X			
Molex	DVI-liitin	X				
Philips	DAC 330 MHz		X			
Conexant	DAC/TV		X			
Samsung	DDR SDRAM			X		X
Xilinx	FPGA GPU		X	X	X	X
Lattice	FPGA PCI		X	X	X	X
SST	BIOS PROM 1Mbit			X		
SST	Alustus PROM 16Mbit			X		
Maxim	DAC 500 MHz		X			
Texas Inst.	4 OR-portti	X				
Hirose Electric	IDC-laajennusliitin	X	X			
Maxim	Jännitemuunnin	X				

Molemmat FPGA-piirit koostuvat kahdeksasta lohkoista. Jokaiselle lohkolle syötetään sisäisen logiikan tarvitsema 1,2 V. Lisäksi piirit tarvitsevat 2,5 V lisäjännitteen toimiakseen. Lohkojen käyttöjännite määrää I/O-pinnien signaalien jännitetasot. PCI-väylän signaalit ovat 3,3 V, jolloin XP10-piirin siihen kytketyt lohkot on asetettu toimimaan samalla 3,3 V:n jännitteellä. XP10 lähettää PCI-signaalit eteenpäin XC3S4000-piirille, joiden väliseen liikenteeseen on omistettu oma lohko molemmista piireistä. Näiden lohkojen käyttöjännite on 3,3 V. Yksi XP10-piirin lohkoista on asetettu toimimaan 2,5 V:n käyttöjännitteellä ja tämän lohkon kautta suoritetaan XC3S4000-piirin ohjelmointi.

Suurin osa XC3S4000-piirin lohkoista on yhdistetty DDR-muisteihin ja DDR-standardin mukainen 2,5 V:n jännite on myös asetettu XC3S4000-piirin lohkojen käyttöjännitteeksi. DDR-standardi määrää myös 1,25 V:n referenssijännitteen signaalitasojen tunnistukseen ja tämä jännite saadaan tuotettua 2,5 V:n jännitteestä normaalilla jännitejaolla. [41]

Kehitysalustan muut piirit toimivat 3,3 V:n jännitteellä, paitsi OR-portti, joka nostaa synkronointisignaalien arvon 5 V:iin. DVI-liittimen 5 V:n jännite on tarkoitettu monitoreiden herätyssignaaliksi, jotta ne tunnistaisivat kaapelin yhdistetyksi näyttöohjaimen. IDC-laajennusliittimeen on tuotu 5 ja 3,3 V jännitteet lisäkorttia varten.

Xilinx XC3S4000 FPGA-piirin kanssa on mahdollista käyttää jäähdytysiltä, jonka tuulettimen käyttöjännite annetaan suoraan PCI-väylän 12 V liittimestä. Tuulettimen pyörimisnopeutta voidaan mitata XC3S4000-piiriltä sille omistetulta nastalta. [30]
[39][40]

4.3 Open Graphics Card

OGP-projektin ensimmäisen vaiheen eli OGD1-kehitysalustan toteutuksen jälkeen on vuorossa varsinaisen näyttöohjaimen OGC1:n suunnitteleminen. Tarkkoja vaatimuksia näyttöohjaimelle ei vielä ole, mutta on tiettyjä ominaisuuksia joita sen halutaan tukevan.

OGC1-näytönohjain tulee olemaan fyysisesti puolet pienempi kuin edeltäjänsä. OGC1-näytönohjaimesta tehdään PCI-, AGP- ja PCI-E-versiot asiakkaiden tarpeiden mukaan. Valmiin OGA-arkkitehtuurin pohjalta valmistetaan ASIC-piirejä, jotka toimivat varsinaisena GPU:na OGC1-näytönohjaimella. ASIC-version on tarkoitus olla normaalikuluttajalle suunnattu halpa piiriratkaisu. Lisäksi se on saatavilla OGD1-kehitysalustan tavoin FPGA-versiona. OGC1-kortin videomuistin määrää tullaan vähentämään 128 megatavuun. Aluksi sen ajuritarjonta rajoittuu GNU/Linux- ja Microsoft Windows -käyttöjärjestelmille, mutta myöhemmin tarjonta lisääntynee myös muille käyttöjärjestelmille. [34]

4.4 Projektin tulevaisuus

OGP-projektin alkamisesta lähtien on pelkona ollut muutos suurempien näytönohjainvalmistajien markkinointistrategioissa. Viime vuosien aikana valmistajat ovat ilmoittaneet julkaisevansa osan näytönohjainajureiden lähdekoodista. Tämä on herättänyt epäilyksiä OGP-projektin kannattavuudesta. OGP-projektin perustajat eivät kuitenkaan ole huolissaan tulevaisuuden näkymistä, sillä pelkästään jo Yhdysvalloista löytyy yli kymmentuhatta patenttia, jotka liittyvät tavalla tai toisella 3D-grafiikkaan ja sitä kautta näytönohjaimiin. Markkinoilla olevat näytönohjainpiirit ovat monimutkaisia ja paljon ominaisuuksia sisältäviä. Tällaisen piirin arkkitehtuurin julkaisemisessa ilmennyt ristiriita jonkin patentin kanssa voi aiheuttaa suuret kustannukset piirin kehittäjälle.

OGP-projektin ensimmäisen tuotteen OGD1:n ensimmäisten tuotantoerien valmistuksen pitäisi alkaa vuoden 2008 aikana. Tällä hetkellä on meneillään ennakkotilaus, joka pitkälti ratkaisee projektin tulevaisuuden. Ennakkotilauksessa kerätään listaa mahdollisista ostajista ja tavoite on saada myytyä ainakin 100 OGD1-kehitysalustaa. Ennakkotilaukseen osallistujille luvataan 100 dollarin alennus tuotteen 1500 dollarin kokonaishinnasta. Alennuksia saavat myös projektiin osallistuneet henkilöt.

OGP-projektin onnistuminen riippuu OGD1-kehitysalustan saamasta kannatuksesta, ja jos kaikki menee suunnitellusti, voidaan varsinaisen näytönohjaimen valmistus aloittaa. OGC1-näytönohjaimen ASIC-version valmistaminen vaatii muutaman

miljoonan dollarin panostusta, jotta piirejä voidaan tuottaa tarpeeksi kuluttajamarkkinoille. OGP-projekti toivookin paljon julkisuutta, jotta se saisi paljon rahoittajia näytönohjaimen valmistamiseen. OGP-projektin tavoite on tehdä Traversalista vartenotettava näytönohjainvalmistaja yleisille kuluttajamarkkinoille. [26]

5 PROJECT VGA

Project VGA on alankomaalaisen opiskelijan aloittama projekti, jonka tarkoituksena on rakentaa yksinkertainen 2D-videokortti. [35]

5.1 Tavoite

Tavoitteena on suunnitella ja rakentaa pienibudjettinen, avoimeen lähdekoodiin perustuva, VGA-yhteensopiva videokortti. Tarkoituksena onkin, että kuka tahansa voi rakentaa kyseisen kortin ja ymmärtää sen toimintaa. Koko projektin sisältö on julkaistu GNU GPLv3 -lisensioituna, joten videokortin koko komponenttilistaus, piirilevysuunnitelma ja HDL-ohjelmakoodi ovat saatavilla projektin kotisivuilta. Yliopiston harjoitustyönä alkunsa saanut projekti perustuu OGP-projektiin, joka Project VGA:n perustajan mielestä ei edennyt tarpeeksi nopeasti. Perustaja ei myöskään ollut tyytyväinen OGP-projektin tapaan kommunikoida Open Source -yhteisön kanssa, jossa suurin osa koko kehityksestä tapahtui projektin perustajajäsenien päätösten pohjalta. Projekti aloitettiin vuoden 2007 alussa, ja nopealla aikataululla valmistui videokortti, joka kantaa itse projektin nimeä. [35]

5.2 Käytettävät ohjelmat

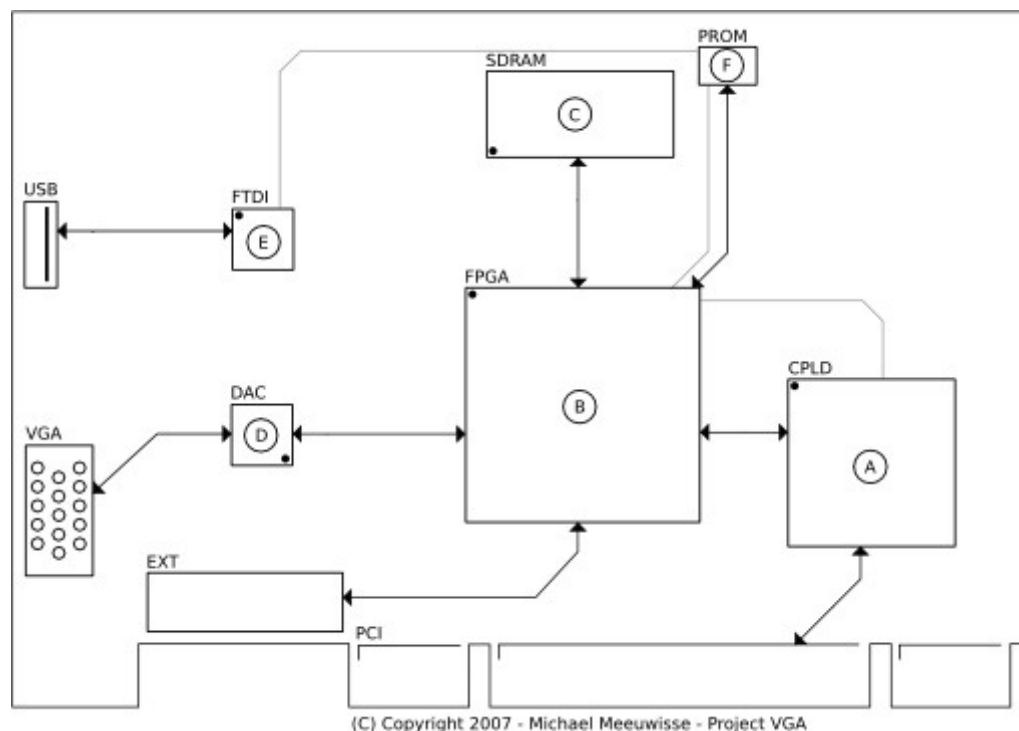
Videokortin piirilevyn suunnittelussa käytetään Cadsoft Eagle -ohjelman ilmaisversiota. Ilmaisversiolla voi suunnitella enintään 100x80 mm kokoisen 2-kerroslevyn. Videokortin toiminnallinen logiikka suunnitellaan Verilog-laitteistonkuvauskielellä, jolloin se on yhteensopiva OGP-projektin kanssa. Videokortilla olevien FPGA-piirien testauksessa käytetään Xilinx iMPACT-työkalua. [35][36]

5.3 Videokortti

Project VGA -kortin piirilevy on kaksipuolinen ja se on suunniteltu 32 bittiseen PCI-väylään asennettavaksi. Kortille on valittu sellaisia komponentteja, joita pystyy normaalisti juottamaan ilman erikoistyökaluja.

5.3.1 Komponentit

Videokortin suunnittelun esikuvana on käytetty OGP-projektin OGD1-kehitysalustaa. Ohjelmoitavia FPGA-piirejä on käytössä kaksi, joista toinen hoitaa PCI-väylän ohjauksen ja toinen toimii keskusyksikkönä. Käynnistyksen aikana tapahtuva FPGA-piirin alustus tapahtuu 4 megabitin PROM-piiriltä. Ohjelmiston päivitys toteutetaan erillisen Mini-USB-portin kautta ja videokortti käyttää muistinaan yhtä muistipiiriä. Näyttöulostuloja on yksi ja se on DE-15-liitin, jonka ulostuloa ohjataan yhdellä DAC-piirillä. Piirien sijoittelut videokortilla on esitelty kuvassa 3 ja lohkojen tiedot taulukosta 5.



Kuva 3. Project VGA -videokortin lohkoakaavio

Taulukko 5. Selvitys Project VGA -videokortin lohkokaaavion komponenteille

numero	Komponentti	Valmistaja	Mallinumero	liitäntöjä
A	CPLD	Xilinx	XC95144XL TQ144	144-pin TQFP
B	FPGA	Xilinx	XC3S400 PQ208	208-pin PQFP
C	SDRAM	Micron	MT48LC4M32B2	86-pin TSOP
D	DAC	Fairchild	FMS3818	48-pin LQFP
E	USB / JTAG	FTDI	FT2232D/L	48-pin LQFP
F	PROM	Xilinx	XCF04S	20-pin TSSOP

PCI-väylän ohjaukseen käytetään CPLD-piiriä, joka on FPGA-piirin tavoin ohjelmoitava logiikkapiiri. CPLD-piiri sisältää sisäistä FLASH-muistia, jonka ansiosta sitä ei tarvitse ohjelmoida tietokoneen käynnistyessä. Varsinaisen GPU:n toimintaa simuloiva XC3S400 FPGA-piiri on samaa Spartan 3-tuoteperhettä OGD1-kehitysalustalla käytetyn XC3S4000-piirin kanssa. XC3S400 on kymmenen kertaa pienempi FPGA-piiri kuin OGD1-kehitysalustassa käytetty XC3S4000, eli siinä on 400 000 ohjelmoitavaa porttia.

XC3S400 ohjelmoidaan PROM-piiriltä käynnistyksen alussa tai erillisen Mini-USB-portin kautta. FTDI-piirin lisääminen kortille mahdollistaa JTAG-ohjelmoinnin ilman erillistä laitetta tai erikoiskaapelia.

Valitussa PROM-piirissä on tilaa 4 megabitin kokoiselle ohjelmalle, joka on tarkoituksellisesti ylimitoitettu XC3S400-piirille. PROM-piiriin jää tilaa hieman yli 2 megabittiä, jolla hyödynnetään CPLD-piirin FLASH-muistin laajentamiseen.

Videokortin käyttömuistina toimii yksi 128 megabitin SDRAM-piiri. Muistin valintaan vaikuttivat hinta ja sen tarvitsema pinnimäärä FPGA-piiriltä. Micronin valmistama muistipiiri koostuu neljästä 32 megabitin lohkoista, jolloin käyttöön saadaan 32 bitin muistiväylä.

VGA-yhteensopivan signaalin muodostamisesta vastaa Fairchild FMS3818 DAC-piiri, jonka avulla tuotetaan 24 bittinen väriskaala. FMS3818 pystyy enintään 180 MHz taajuiseen D/A -muunnokseen, mikä mahdollistaa kortin käytön yleisimmissä kuvaputkinäytöissä normaalilla käyttöresoluutiolla. VESA GTF -taulukon mukaan 180 MHz DAC-piirillä voidaan tuottaa 1600x1200 -resoluutio 60 Hz

virikistystaajuudella. [37][38][17]

5.3.2 Tehonkulutus ja jännitteet

Videokortin tehonkulutusta ei ole vielä määritetty, mutta tehonsyöttö on rajattu 15 W:iin PCI-liittimestä. FPGA-piiri tarvitsee 1,2 V:n jännitteen sisäisiin operaatioihinsa ja 2,5 V:n jännitteen lisävirransyöttöön. FPGA- ja CPLD-piirien lohkot toimivat suoraan 3,3 V:n käyttöjännitteellä. FPGA-piiriin kytketty SDRAM-muistipiiri toimii suoraan 3,3 V:n jännitteellä, joten erillistä jännitemuunnosta sille ei tarvitse tehdä. PCI-väylän syöttämää 5 V:n jännitettä käytetään VGA-liittimen herätyssignaalina ja FTDI-piirin käyttöjännitteenä.

5.4 Projektin tulevaisuus

Project VGA on edennyt ryhmätilausvaiheeseen, jolloin halukkaat voivat tilata videokortin itselleen valmiiksi koottuna tai vaihtoehtoisesti pelkät itserakentamiseen tarvittavat komponentit. Komponenttien hintaan vaikuttaa tilauksen suuruus, jolloin syntyneet postituskulut voidaan jakaa usean tilaajan kesken. Project VGA -projektin seuraava tavoite on suunnitella näytönohjainlogiikka ja ajurit videokortille ja tuottaa VGA-standardin mukaiset toiminnot.

6 YHTEENVETO

Näytönohjainmarkkinoita hallitsevat suuret yritykset, jotka kuluttavat miljoonia euroja pelkkään jo tuotekehitykseen ja markkinointiin. Kilpailun ollessa kova jäävät pienemmät kohdeyleisöt ottamatta huomioon, mikä tuo uusille yrittäjille tilaa kehittää erikoiskäyttöön tarkoitettuja tuotteita. OGP-projektin alla perustetun Traversal Technology -yrityksen tavoite tulla yhdeksi suurista näytönohjainvalmistajista on ehkä liioiteltua, mutta tarve Open Source -suunnittelulle on suuri. Avoimen lähdekoodin laitteiston etuna on juuri sen monipuolisuus ja muokattavuus, jolloin valmiin tuotteen erikoistaminen tiettyyn osa-alueeseen on helppoa. Traversal yrittääkin löytää mahdollisia asiakkaita kehittäjien keskuudesta. OGD1-kehitysalusta soveltuukin täydellisesti erikoiskäyttöön, koska siinä käytettävä OGA-arkkitehtuuri on julkisesti saatavilla ja käyttäjän itse muokattavissa. Muiden valmistajien käyttämät kehitysalustat on tarkoitettu heidän omien tuotteidensa kehitykseen, jolloin asiakkaat joutuvat tyytymään ASIC-tyylisiin ratkaisuihin.

Ajureiden avulla kyllä pystytään korjaamaan mahdollisia virheitä, mutta niidenkin kehitys on valmistajan vastuulla. Open Source -yhteisön avulla voidaan ajureista löytyvät viat korjata nopeasti ja yhteistyössä asiakkaan kanssa.

OGD1-kehitysalustan perustuminen FPGA-piireihin tuo sille erikoisia käyttötarkoituksia. GPU:n toimintaa emuloiva Xilinxin XC3S4000 on tarpeeksi suuri sisältämään monimutkaisiakin logiikkaratkaisuja. IDC-liitäntä mahdollistaa erillisen kortin liittämisen kehitysalustalle ja se tuo näin lisäominaisuuksia ilman piirilevyn uudelleen suunnittelua.

Project VGA tarjoaa esimakua OGP-projektissa suunniteltavasta kehitysalustasta. OGD1-kehitysalussa on paljon ominaisuuksia, joita normaali alan harrastaja ei edes tarvitse tai pysty käyttämään. Videokortin ohjelmoiminen mini-USB-portin kautta on helppoa ja USB-portti löytyykin lähes jokaisesta koneesta. Kuluttajaemolevyt eivät aina tue PCI-väylän kautta ohjelmointia ja JTAG-kaapelia ei välttämättä ole helposti saatavilla, jolloin USB-liittimen edut korostuvat.

Projektien etenemistä voi seurata niiden kotisivuilta:

Open Graphics Project: <http://www.opengraphics.org>

Project VGA: <http://wacco.mveas.com/>

LÄHDELUETTELO

2. Avoimen lähdekoodin laitteisto

- [1] <http://www.gnu.org/>
- [2] <http://www.gnu.org/licenses/licenses.html>
- [3] <http://www.gnu.org/doc/gnupresspub.html>
- [4] <http://www.opensource.org/>
- [5] <http://www.opensource.org/docs/osd>
- [6] <http://www.fsf.org/about>
- [7] <http://savannah.gnu.org/>
- [8] <http://directory.fsf.org/>
- [9] <http://www.openhardwarefoundation.org/>

3. Näytönohjain

- [10] https://www.pctechelp.com/Video_Card.html
- [11] http://www.tpub.com/content/fc/14102/css/14102_29.htm
- [12] <http://www.pcguides.com/ref/video/stdSVGA-c.html>
- [13] http://www.datapro.net/techinfo/dvi_info.html
- [14] http://pinouts.ru/Video/VGA15_pinout.shtml
- [15] http://computershopper.com/feature/200704_the_right_gpu_for_you
- [16] <http://www.eagledata.fi/RAMDAC.htm>
- [17] www.cs.unc.edu/Research/stc/FAQs/Video/GTF_V1R1.xls
- [18] http://www.pcguides.com/ref/video/modes_Refresh.htm
- [19] <http://www.pcguides.com/ref/video/tech.htm>
- [20] www.systemax.co.uk/contentModules/htm/motherboards/agp-pci-meaning.htm
- [21] <http://www.systemax.co.uk/contentModules/htm/motherboards/pciexpress.htm>

4. Open Graphics Project

- [22] <http://wiki.opengraphics.org/tiki-index.php>
- [23] <http://wiki.opengraphics.org/tiki-index.php?page=AboutOpenGraphics>
- [24] http://wiki.opengraphics.org/tiki-index.php?page=Development_Tools
- [25] <http://wiki.opengraphics.org/tiki-index.php?page=OpenGraphics+videocard+naming>

- [26] <http://wiki.opengraphics.org/tiki-index.php?page=OGD1>
- [27] <http://spreadsheets.google.com/pub?key=ps980ejSif-3DeoBkURvDZQ>
- [28] [http://wiki.opengraphics.org/tiki-index.php
page=FrequentlyAskedQuestions&highlight=gpl](http://wiki.opengraphics.org/tiki-index.php?page=FrequentlyAskedQuestions&highlight=gpl)
- [29] <http://wiki.opengraphics.org/tiki-index.php?page=OGD1+components+guide>
- [30] <http://www.traversaltech.com/doc/DC-001-0001.pdf>
- [31] http://www.traversaltech.com/doc/OGD1_RevG.pdf
- [32] http://attila.kinali.ch/ogp/datasheets/DRAM/ds_k4h56xx38h_tsop2_rev12.pdf
- [33] http://attila.kinali.ch/ogp/datasheets/DAC/TDA8777_4.pdf
- [34] [http://wiki.opengraphics.org/tiki-index.php?page=OGC+FeatureList.](http://wiki.opengraphics.org/tiki-index.php?page=OGC+FeatureList)
- [39] <http://attila.kinali.ch/ogp/datasheets/FPGA/XC3S-ds099.pdf>
- [40] <http://attila.kinali.ch/ogp/datasheets/FPGA/LFXP-HB1001.pdf>
- [41] http://attila.kinali.ch/ogp/datasheets/DRAM/ds_k4h56xx38h_tsop2_rev12.pdf
- [42] http://arm.cirrus.com/files/schematics/edb9307/3_DATASHEETS/cx25870.pdf

5. Project VGA

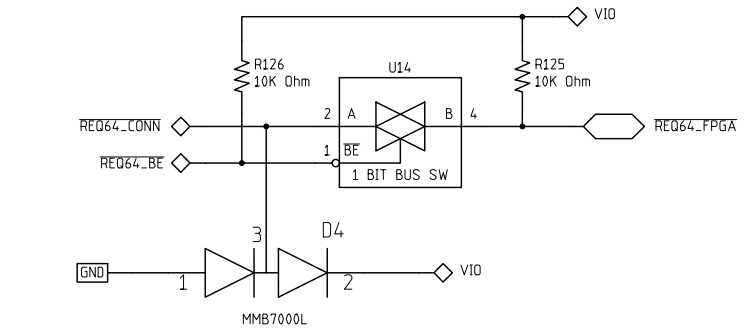
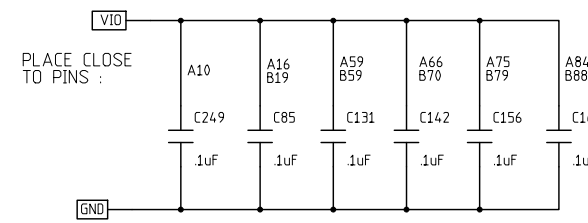
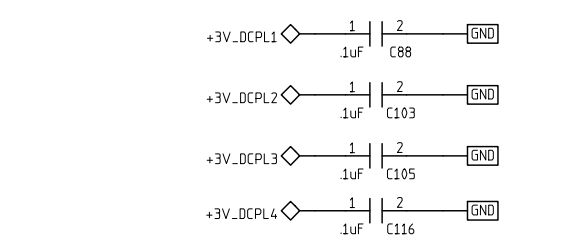
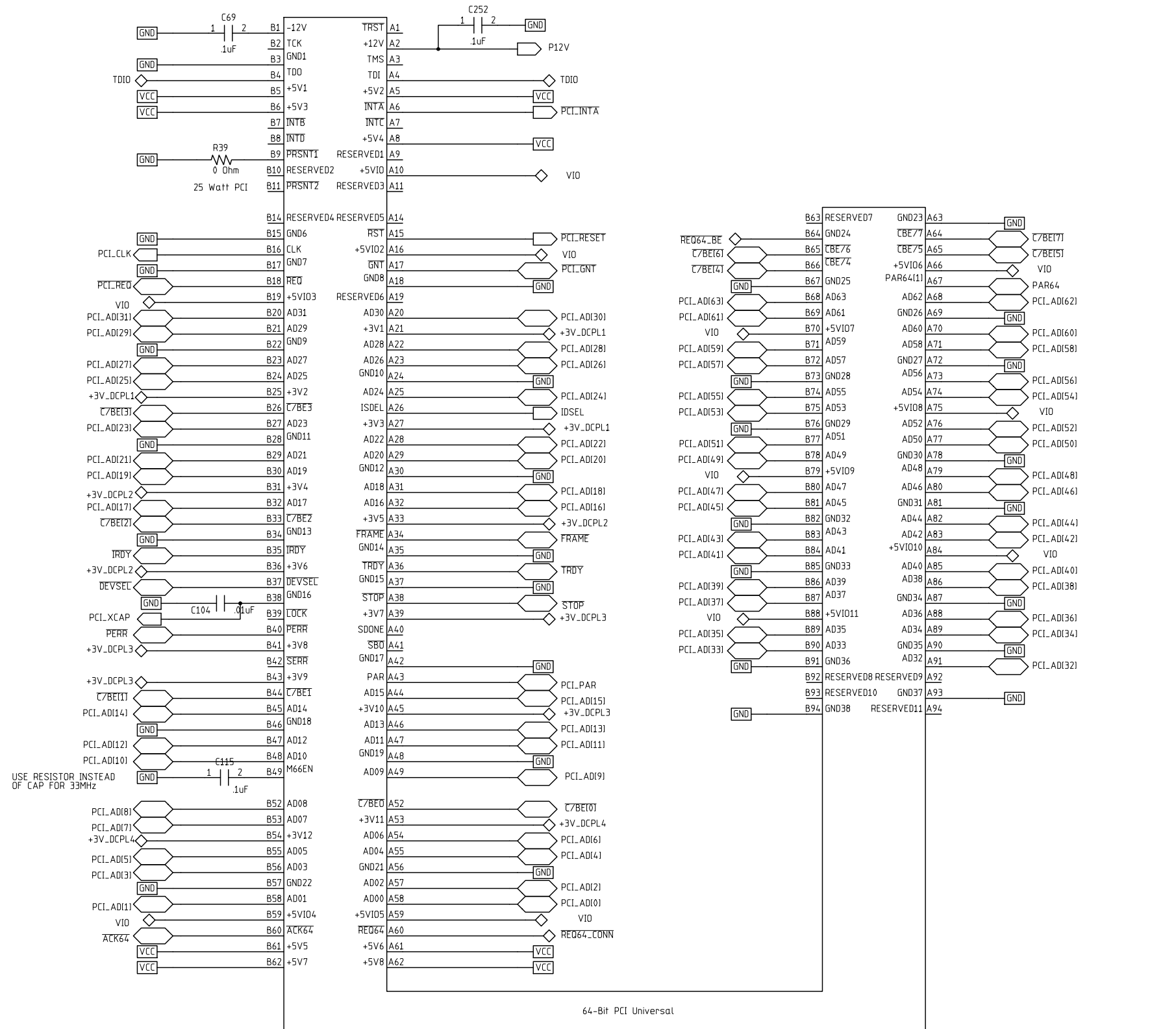
- [35] <http://wacco.mveas.com/>
- [36] <http://wacco.mveas.com/index.php?entry=28>
- [37] <http://wacco.mveas.com/index.php?entry=22>
- [38] <http://wacco.mveas.com/index.php?entry=19>

LIITTEET

Liite 1. OGD1-kehitysalustan piirustukset [lähde 30]	19 sivua
Liite 2. Project VGA -videokortin piirilevyn piirustukset	1 sivu

Liite 1. OGD1-kehitysalustan piirustukset 19 sivua

PCI CONNECTOR



64-Bit PCI Universal

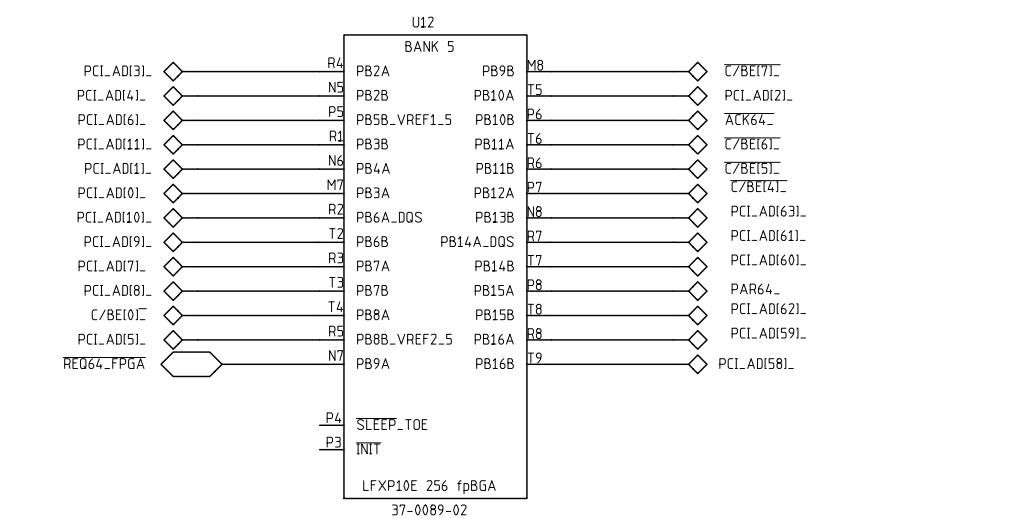
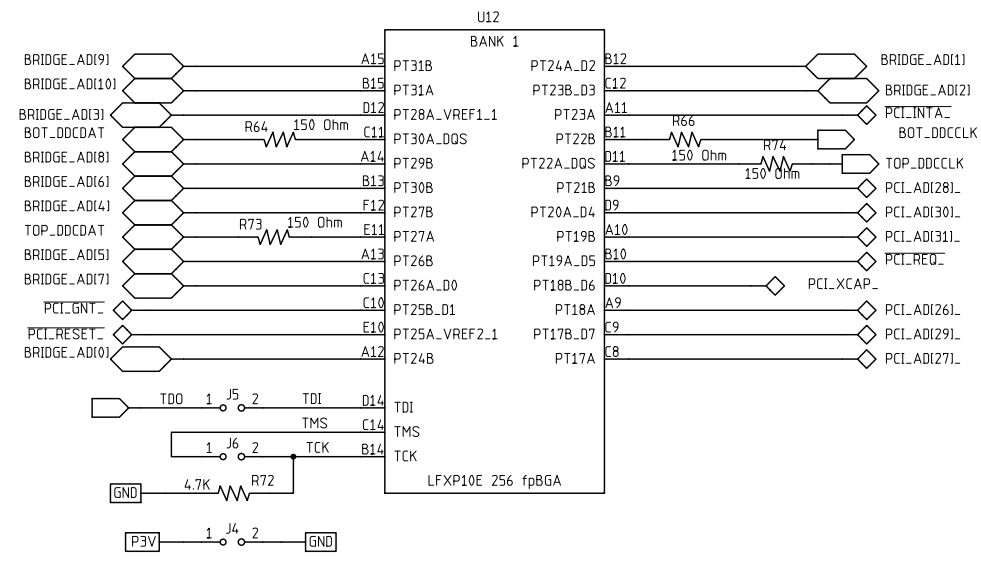
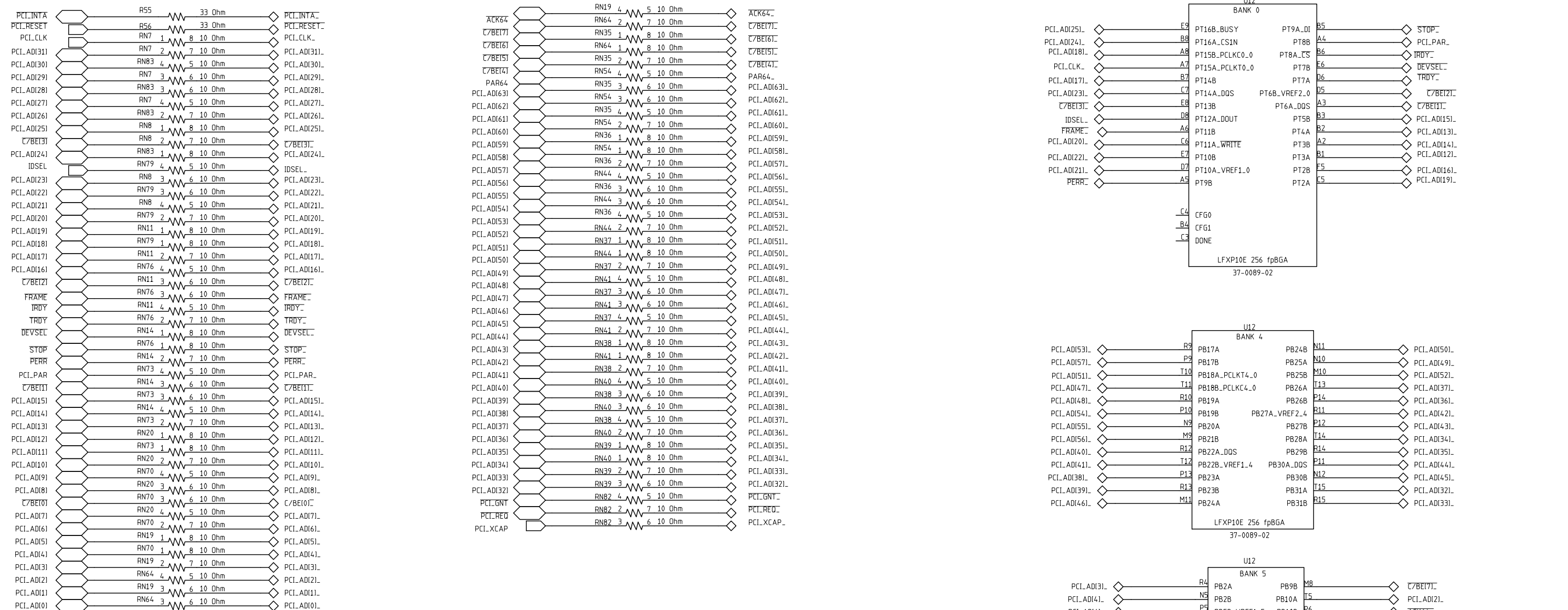
P1

COPYRIGHT 2007 TRAVERSAL TECHNOLOGY LICENSED UNDER GPL		TRAVERSAL TECHNOLOGY	
APPROVALS		DATE	
DWN:	HP	10/15/07	
ENG:		SIZE	CODE IDENT.
QA:		DWG. NO. DC-001-0001	
SCALE ~		SHEET 1 OF 19	

XP10 PCI BRIDGE

REVISIONS

REV	DESCRIPTION	DATE	APPROVED

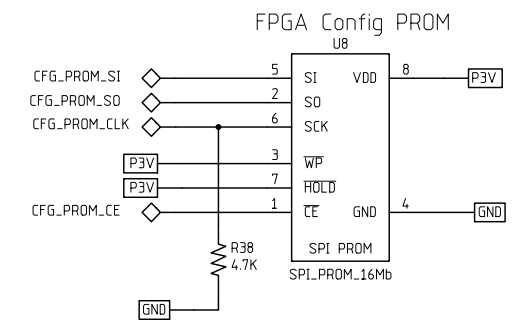
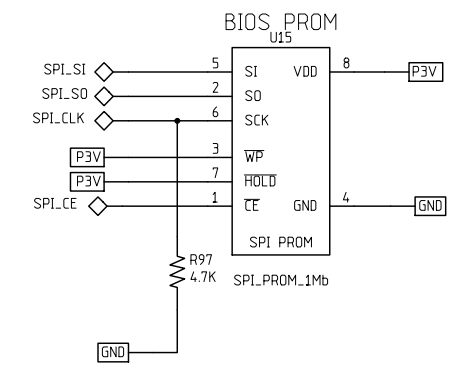
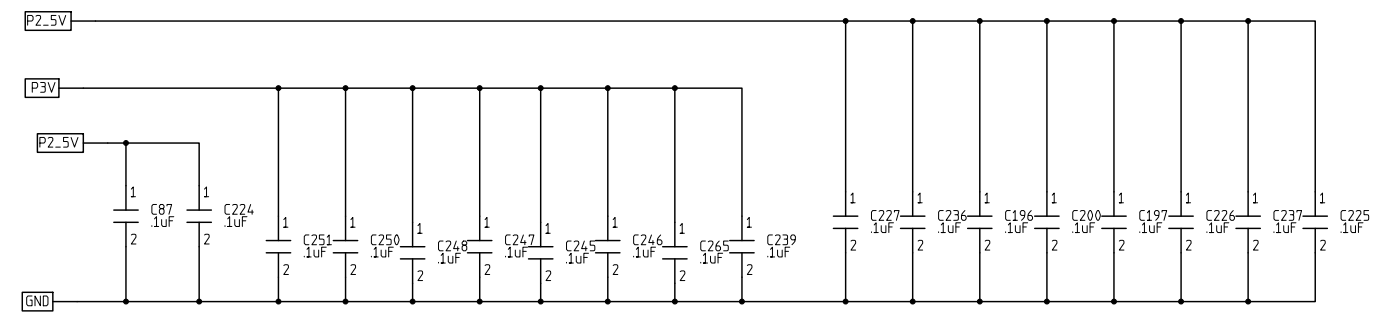
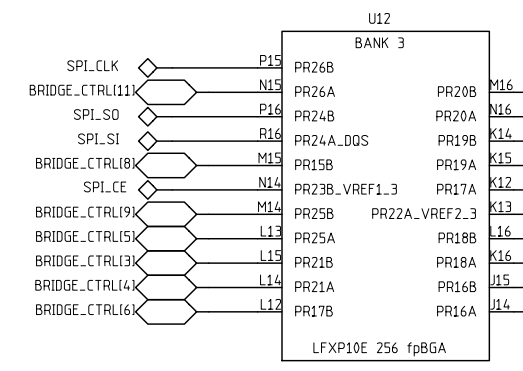
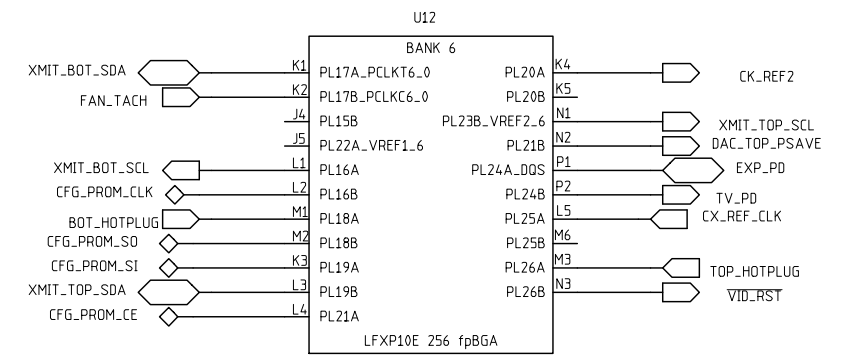
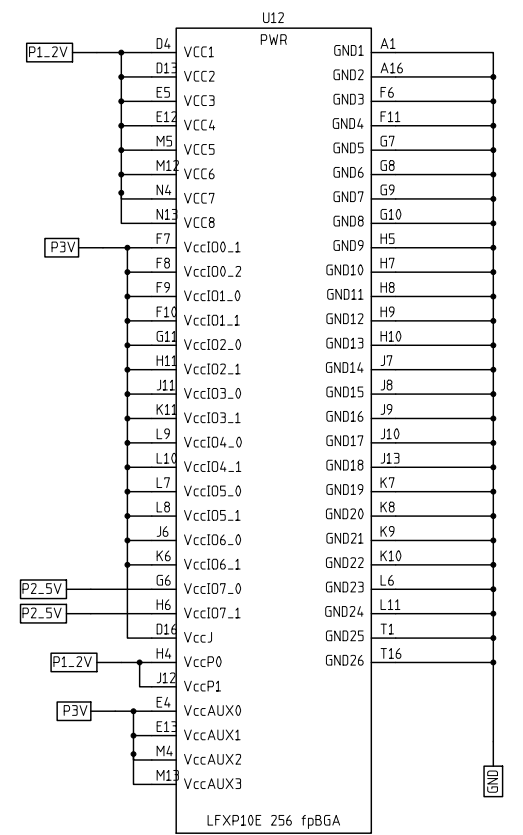
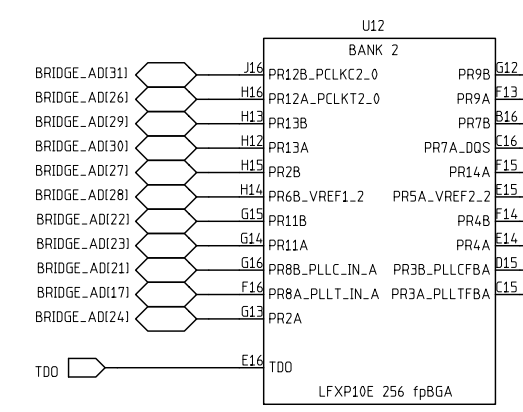
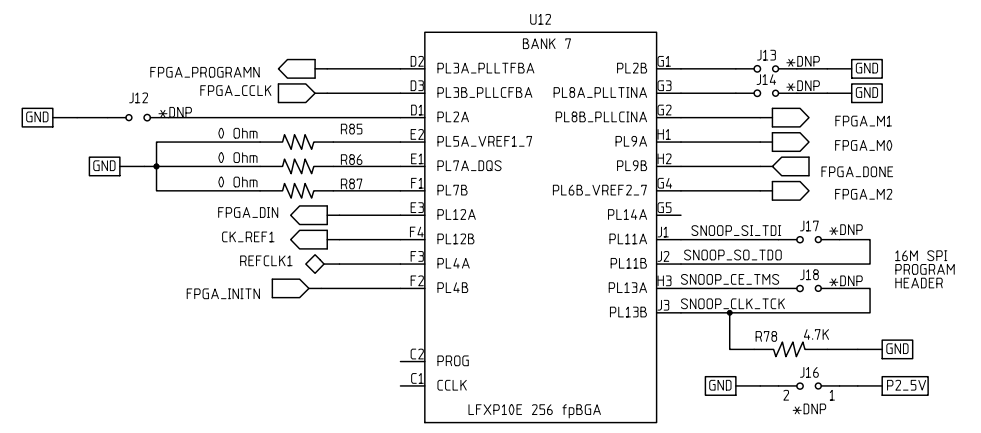
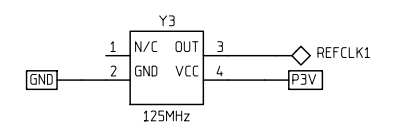
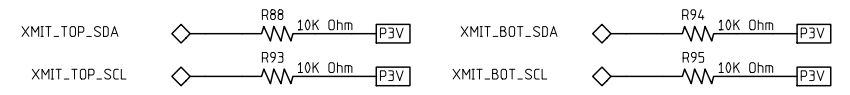


SIZE	CODE IDENT.	DWG. NO.	REV
B		DC-001-0001	A
SCALE		SHEET	2 OF 19

XP10 PCI BRIDGE

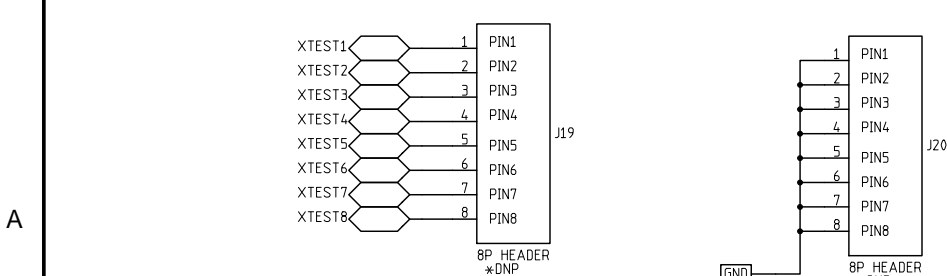
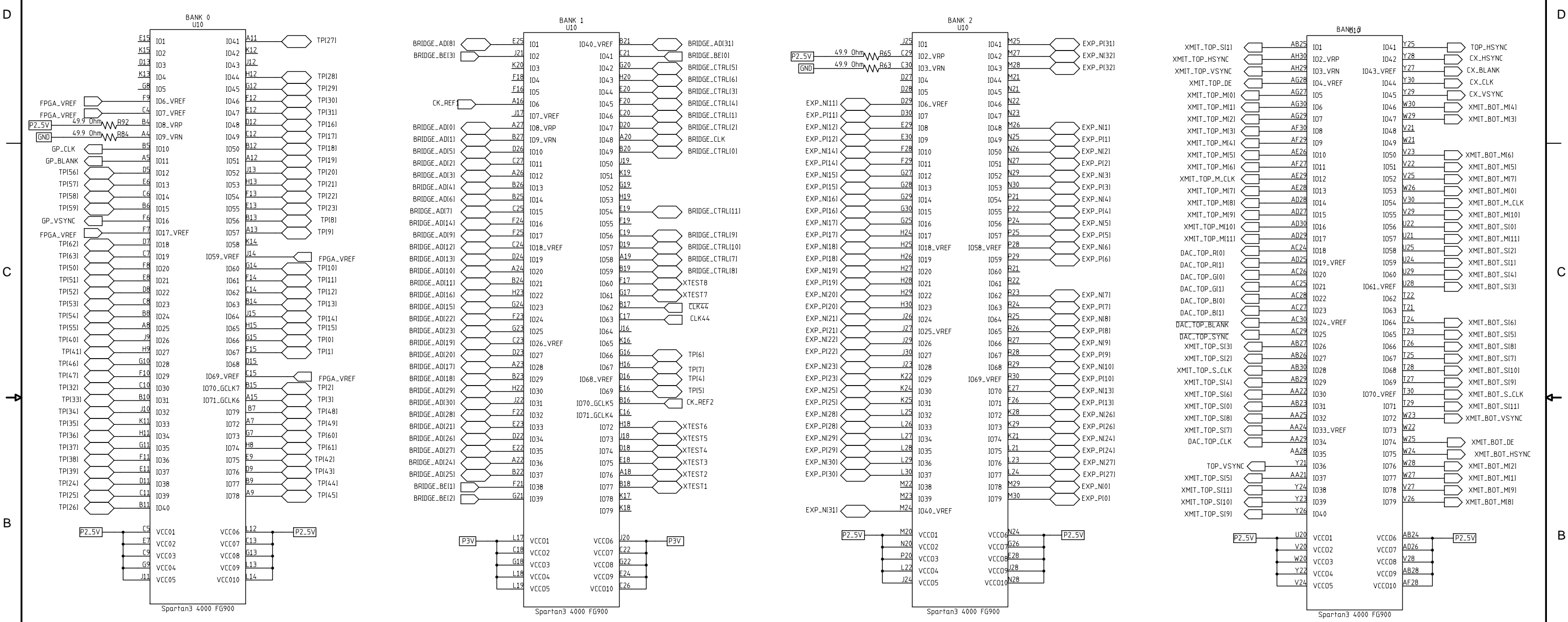
REVISIONS

REV	DESCRIPTION	DATE	APPROVED



SIZE	CODE IDENT.	DWG. NO.	REV
B		DC-001-0001	A
SCALE	~	SHEET	3 OF 19

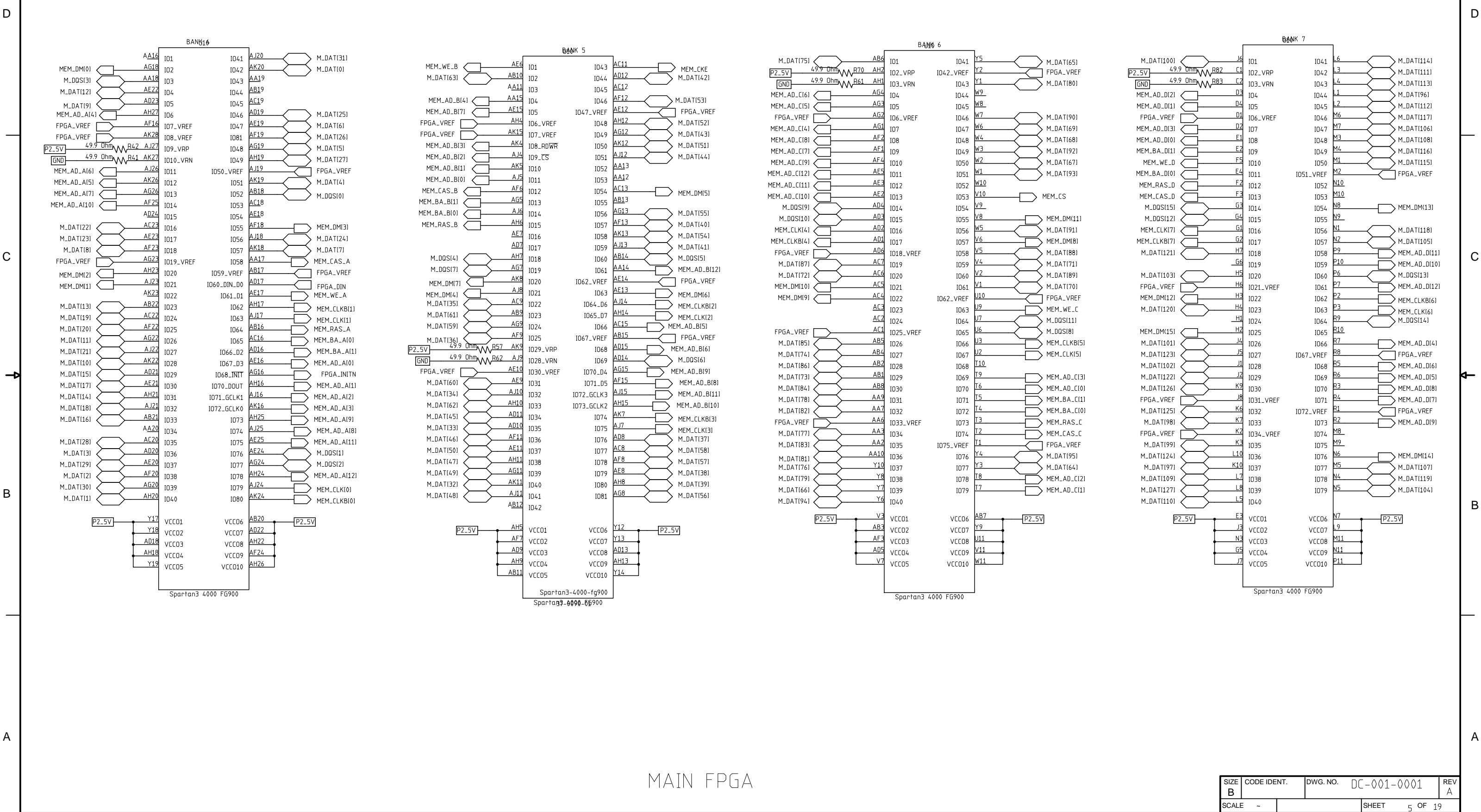
REVISIONS			
REV	DESCRIPTION	DATE	APPROVED



MAIN FPGA

SIZE B	CODE IDENT.	DWG. NO. DC-001-0001	REV A
SCALE -	SHEET 4 OF 19		

REVISIONS			
REV	DESCRIPTION	DATE	APPROVED

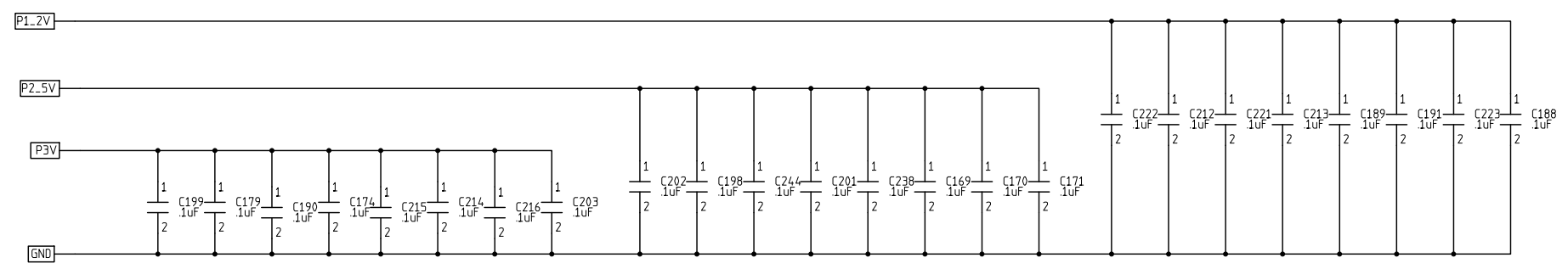
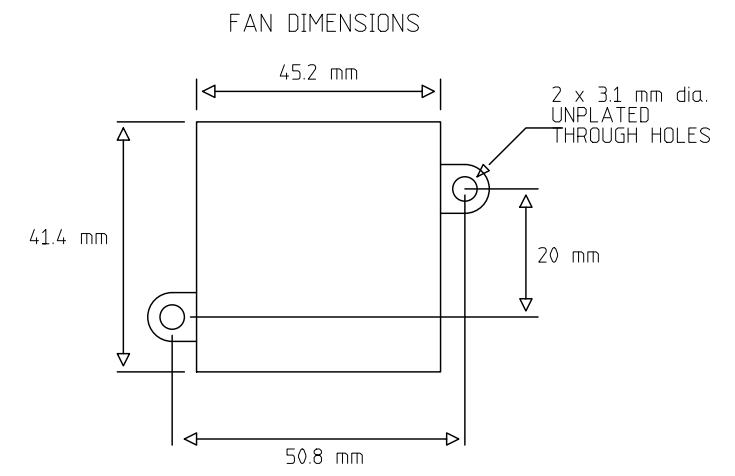
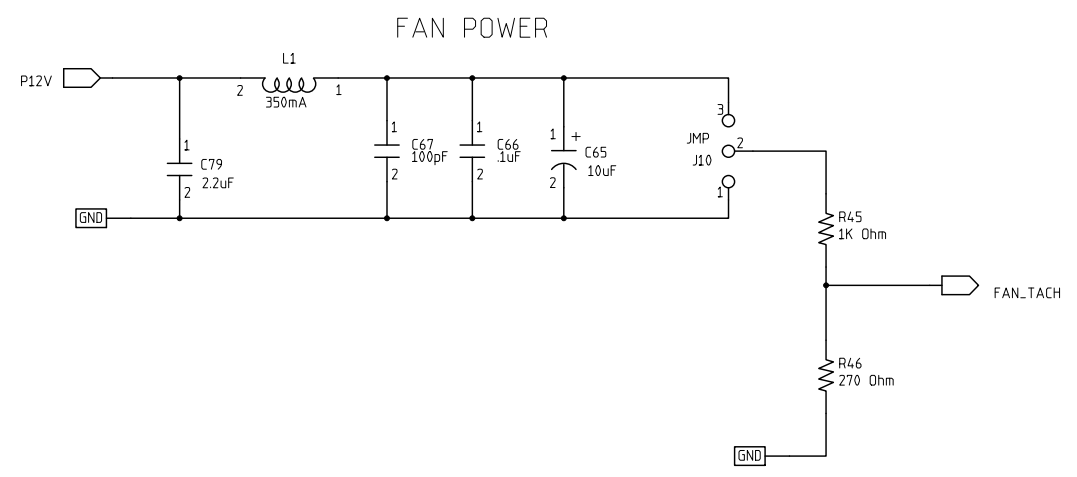
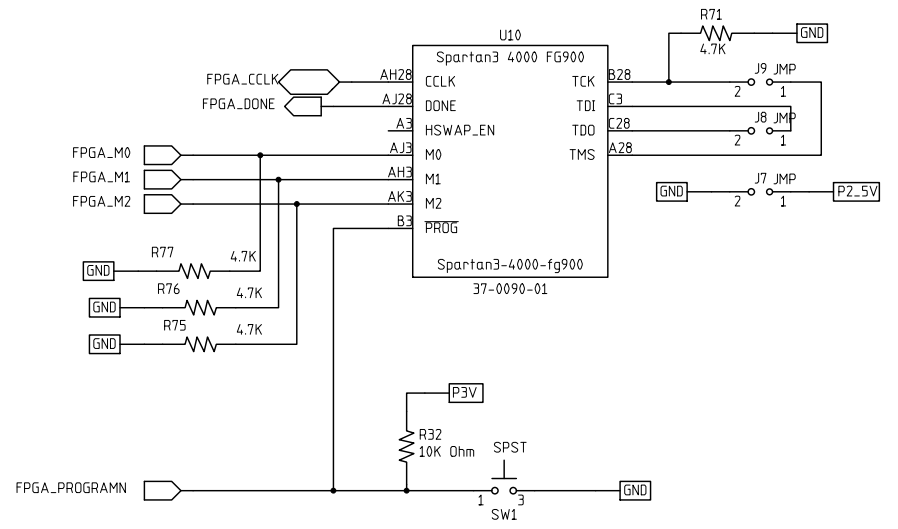
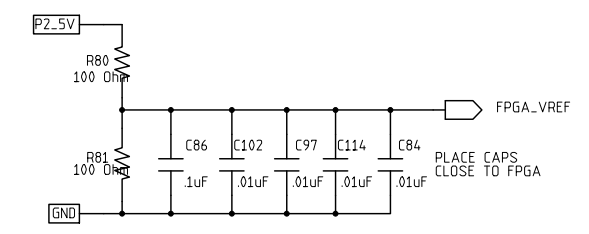
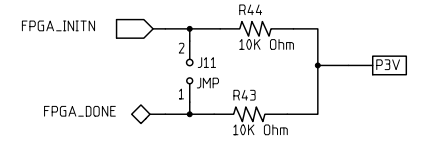
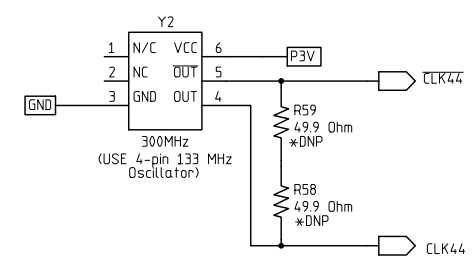


MAIN FPGA

SIZE	CODE IDENT.	DWG. NO.	DC-001-0001	REV	A
B					
SCALE	-	SHEET	5 OF 19		

MAIN FPGA POWER + SUPPORT DEVICES

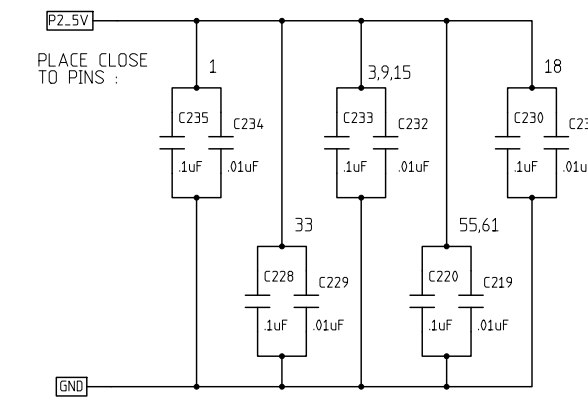
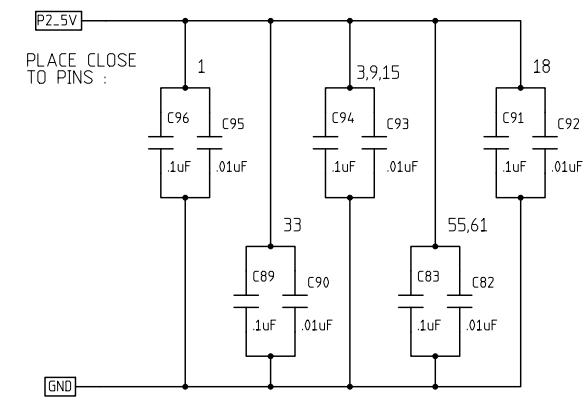
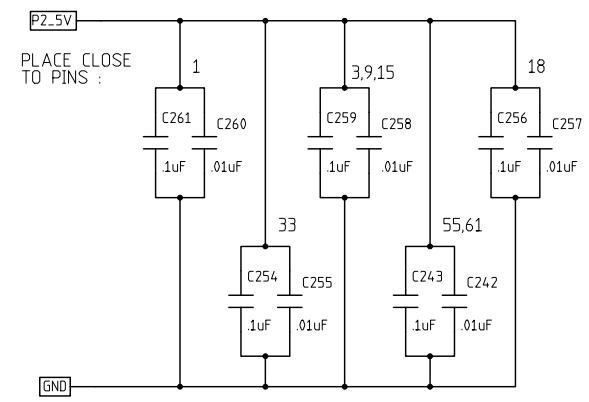
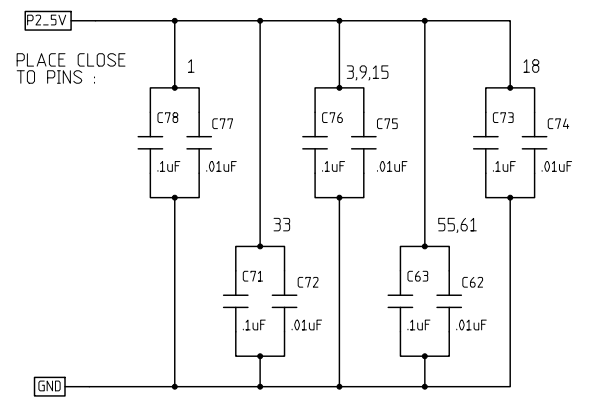
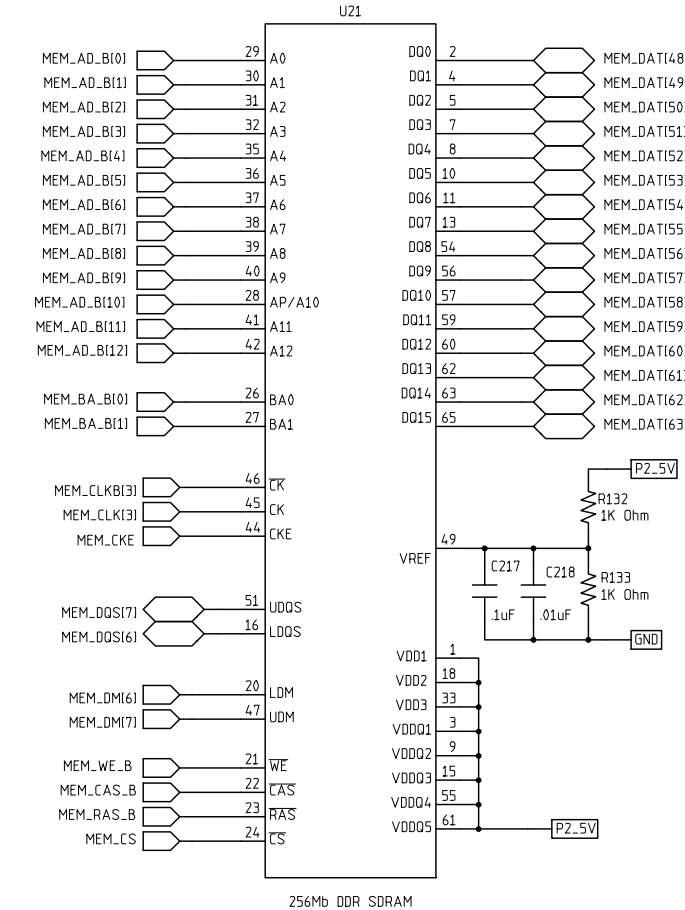
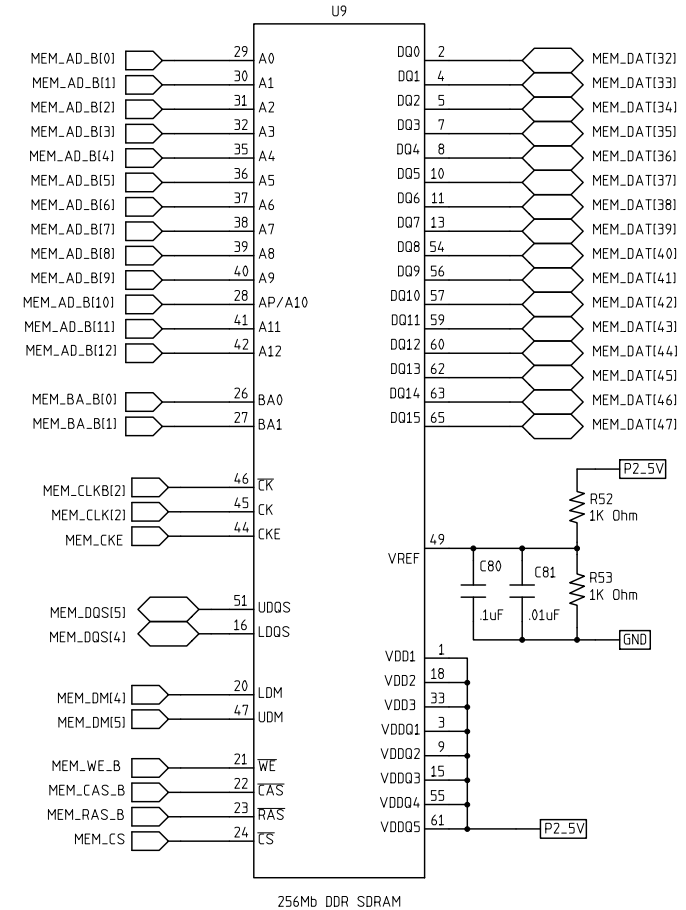
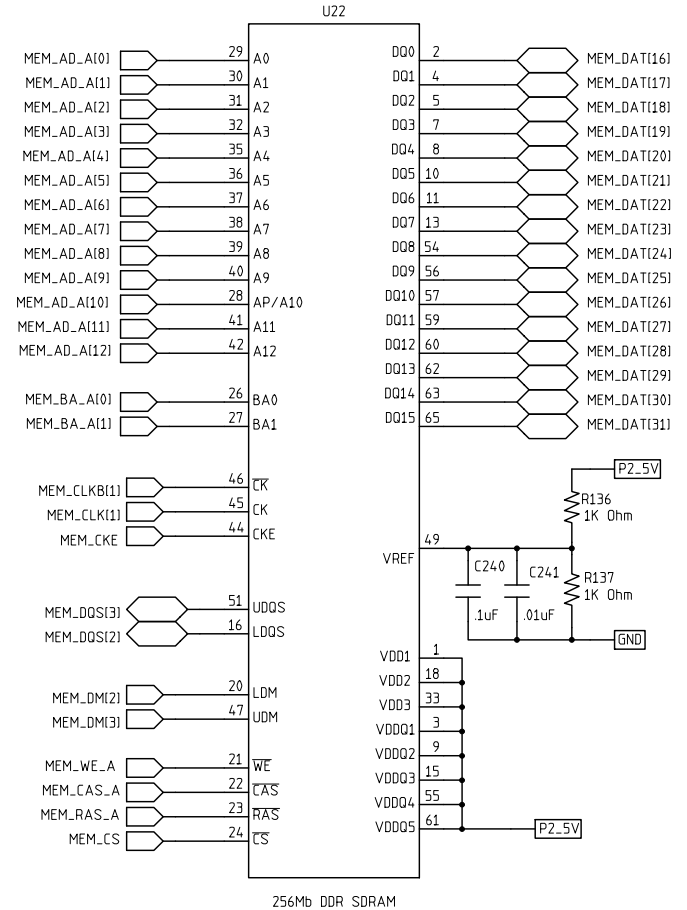
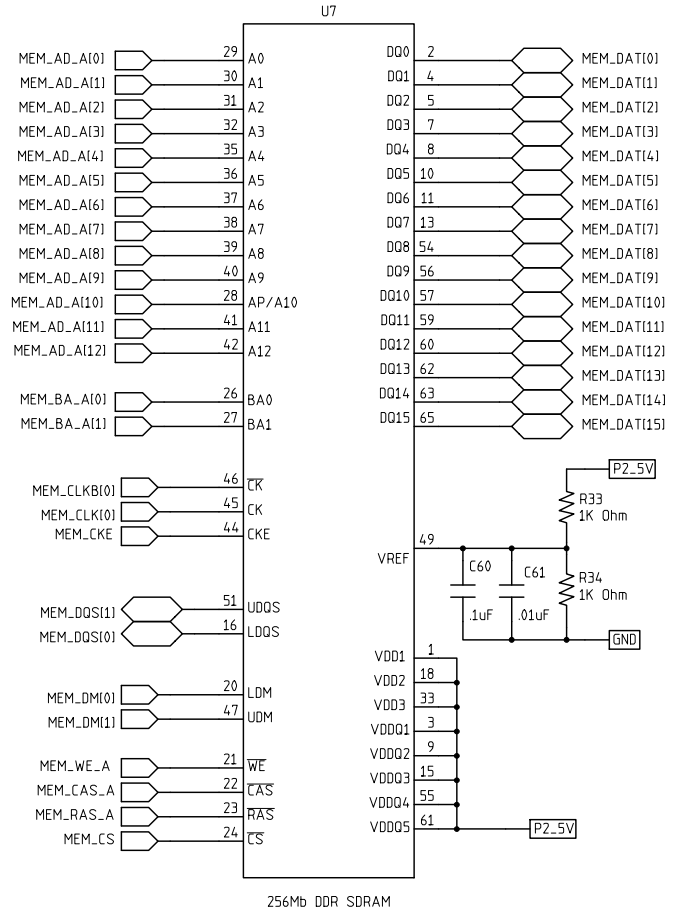
REVISIONS			
REV	DESCRIPTION	DATE	APPROVED



SIZE B	CODE IDENT.	DWG. NO. DC-001-0001	REV A
SCALE ~	SHEET 6 OF 19		

DDR SDRAM (BITS 0-63)

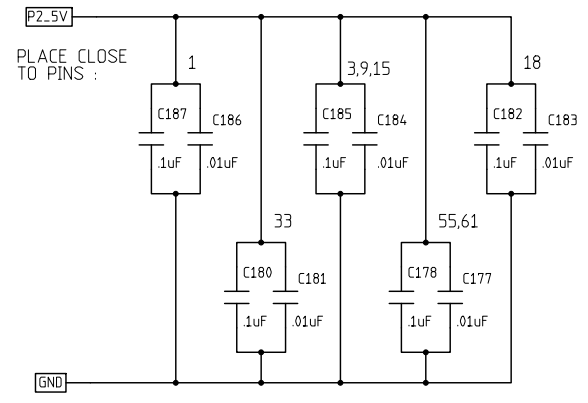
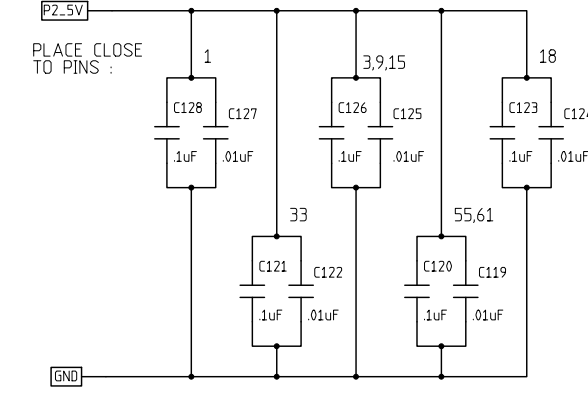
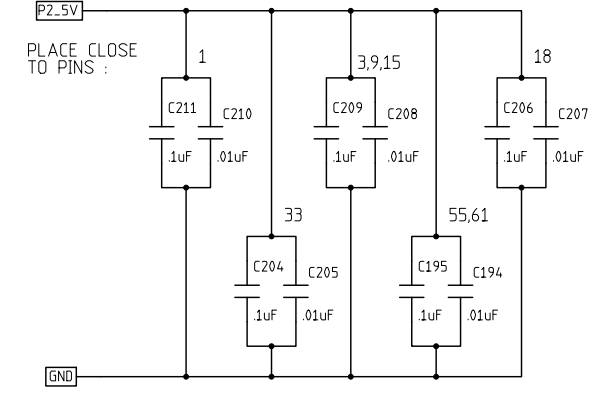
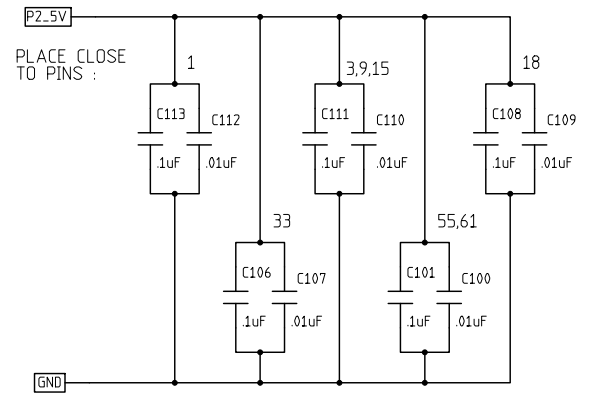
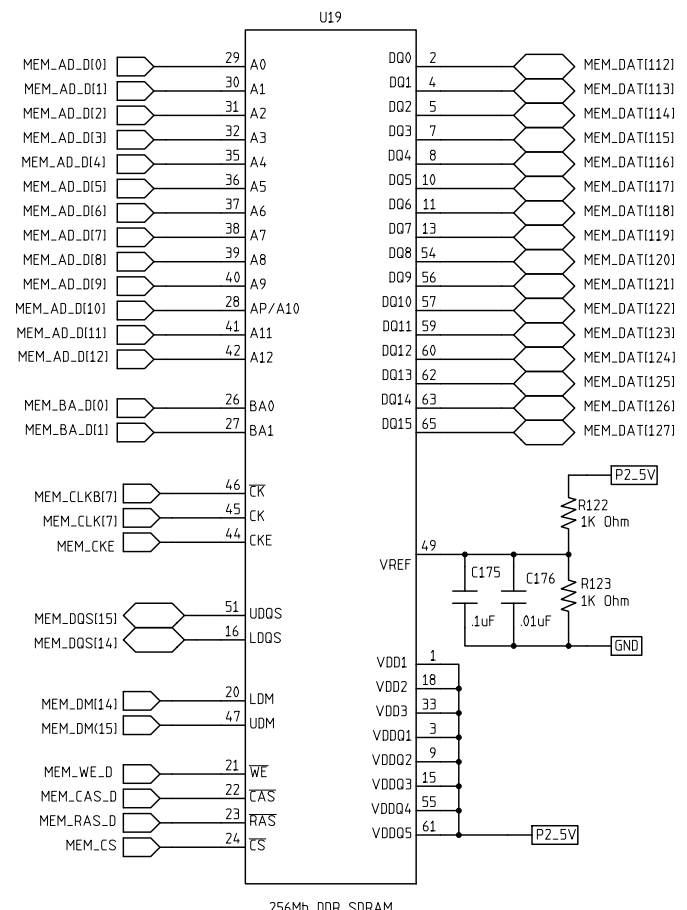
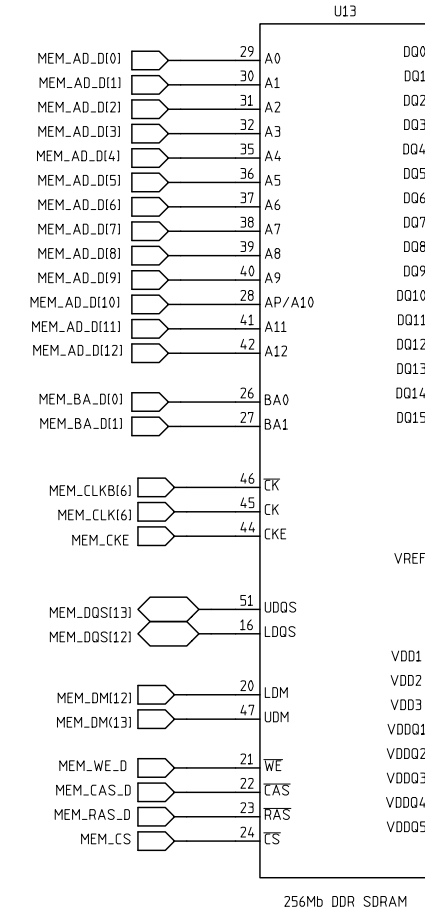
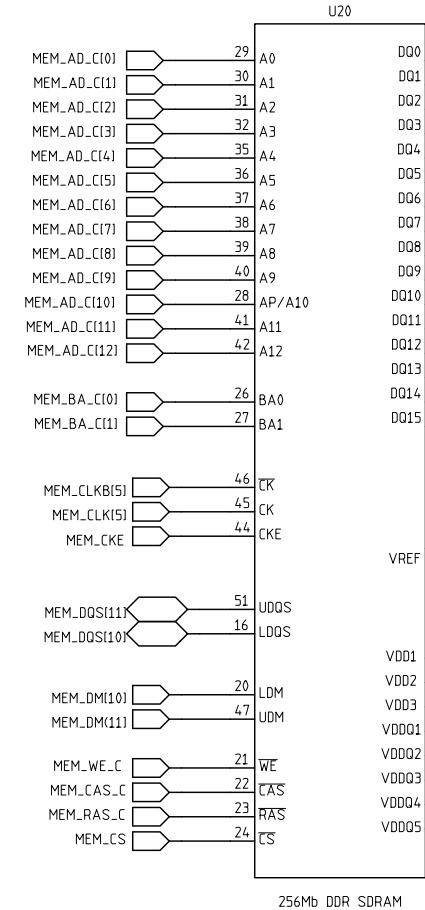
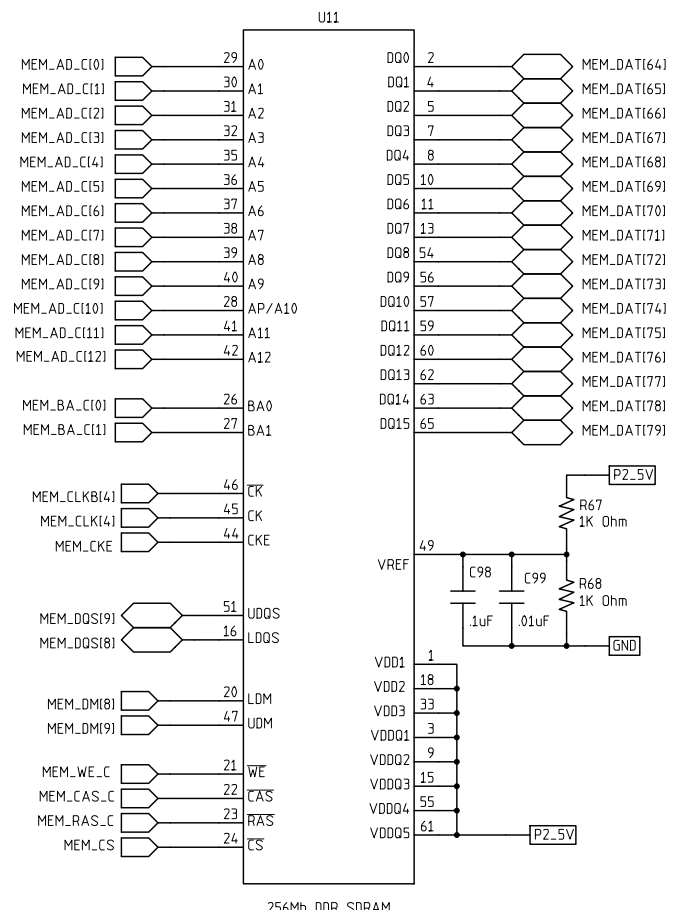
REVISIONS			
REV	DESCRIPTION	DATE	APPROVED



SIZE B	CODE IDENT.	DWG. NO. DC-001-0001	REV A
SCALE	SHEET 7 OF 19		

DDR SDRAM (BITS 64-127)

REVISIONS			
REV	DESCRIPTION	DATE	APPROVED

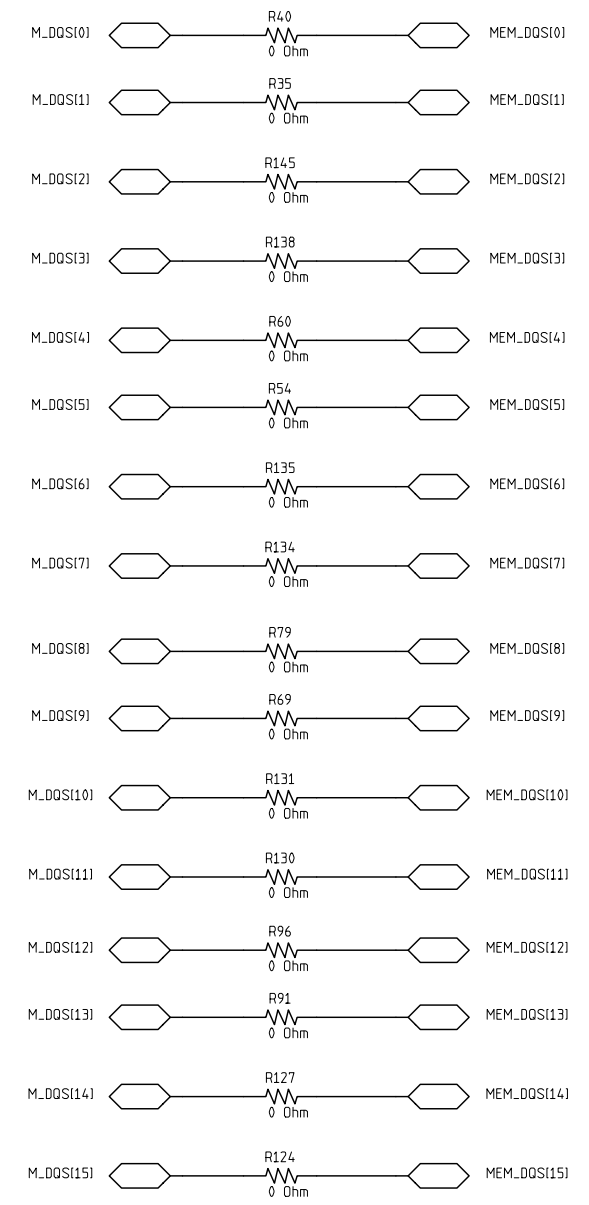
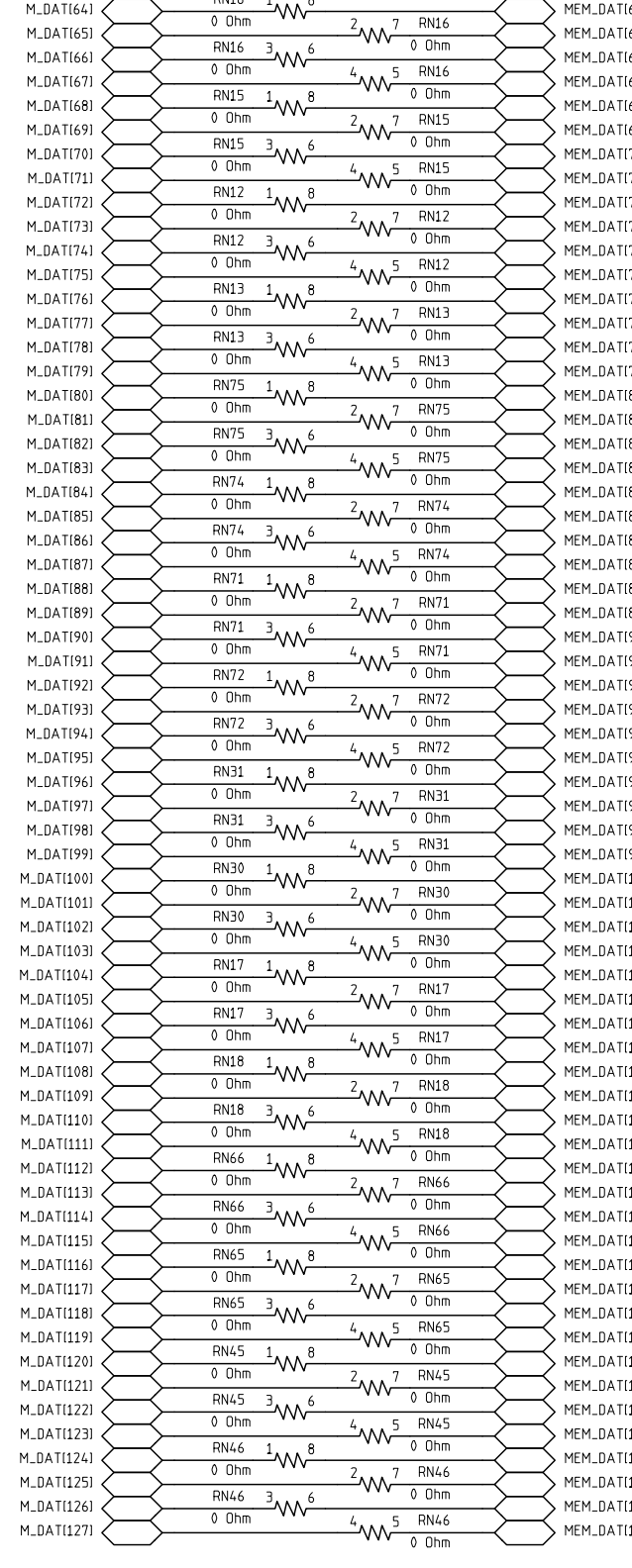
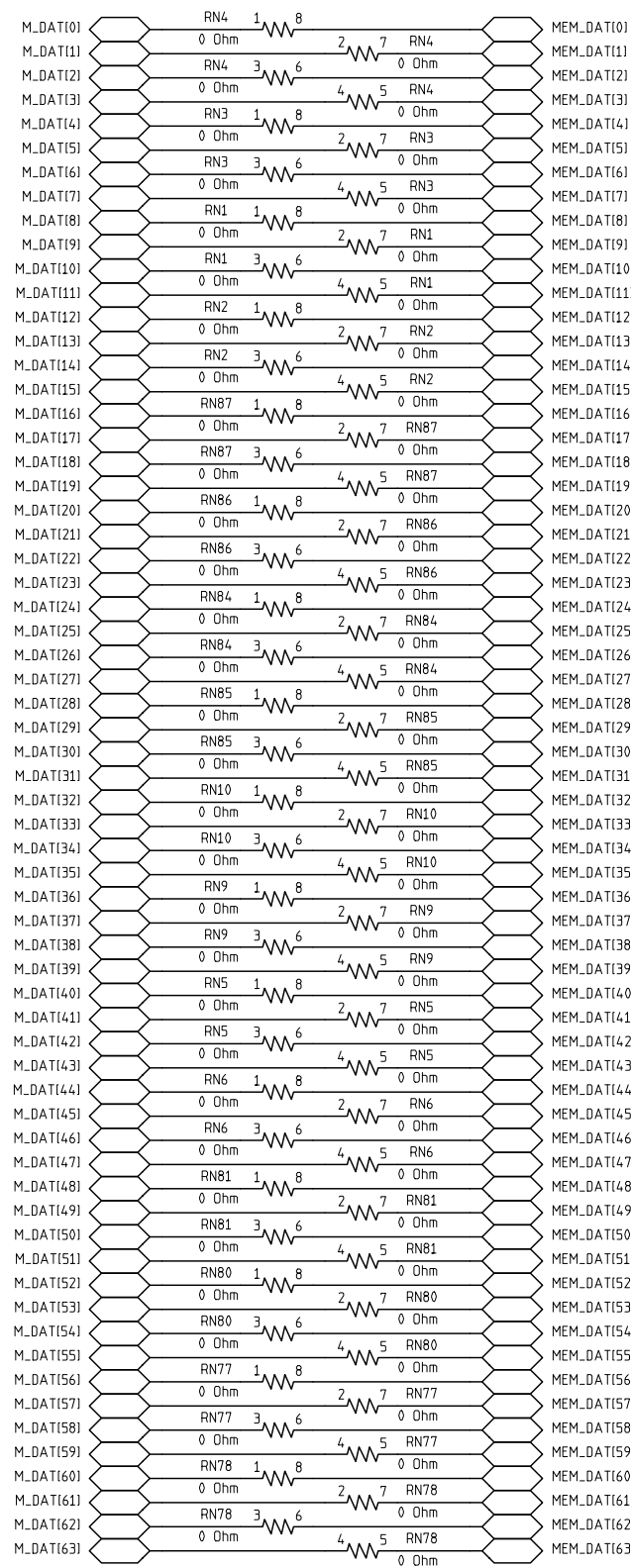


SIZE	CODE IDENT.	DWG. NO.	DC-001-0001	REV	A
B					
SCALE	~	SHEET	8 OF 19		

DDR DATA/DQS TERMINATION

REVISIONS

REV	DESCRIPTION	DATE	APPROVED

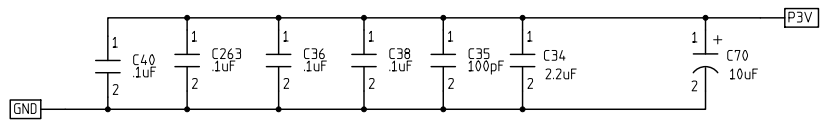
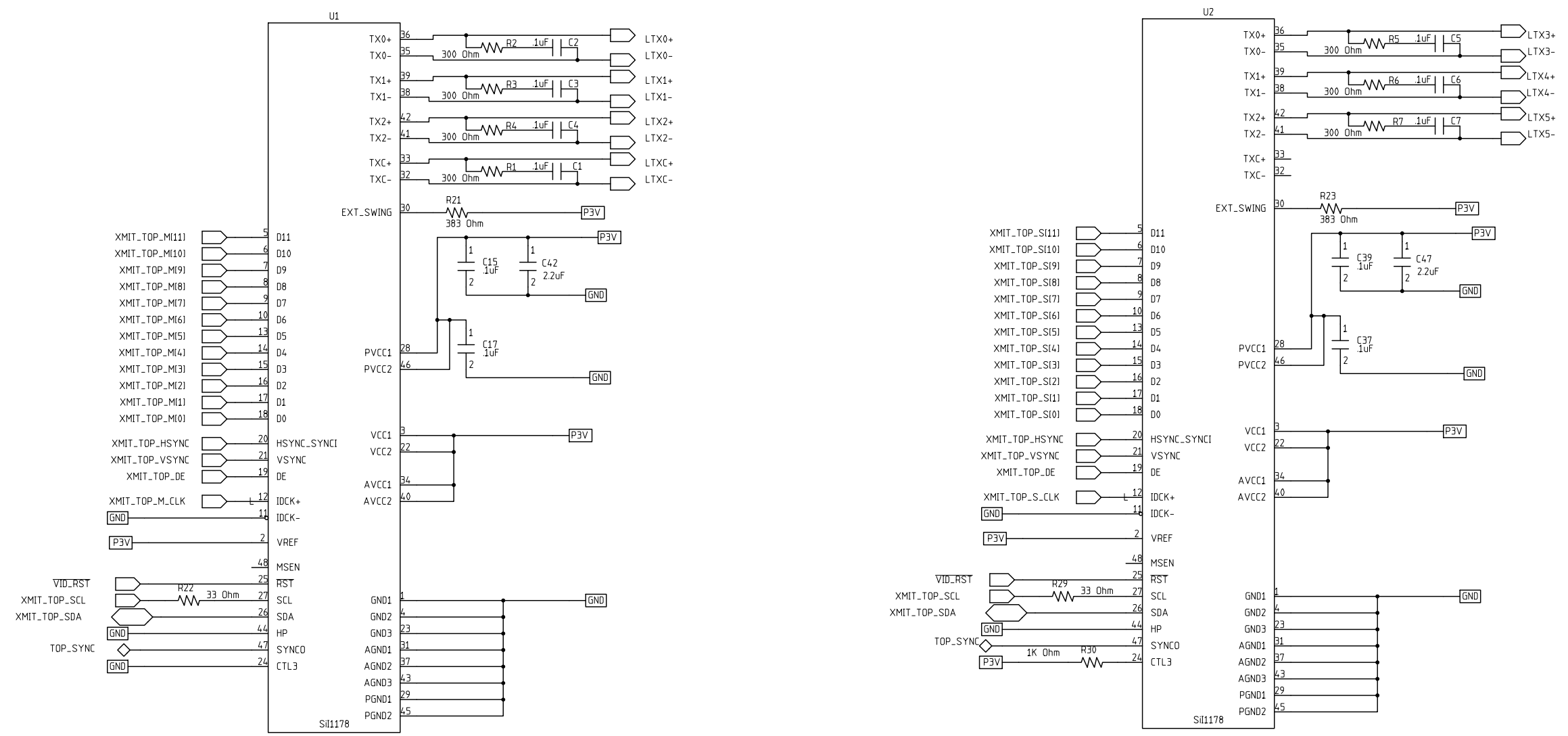


Place Resistors Close To Memory ICs

SIZE B	CODE IDENT.	DWG. NO. DC-001-0001	REV A
SCALE	-	SHEET	9 OF 19

HEAD 1 DVI DUAL LINK

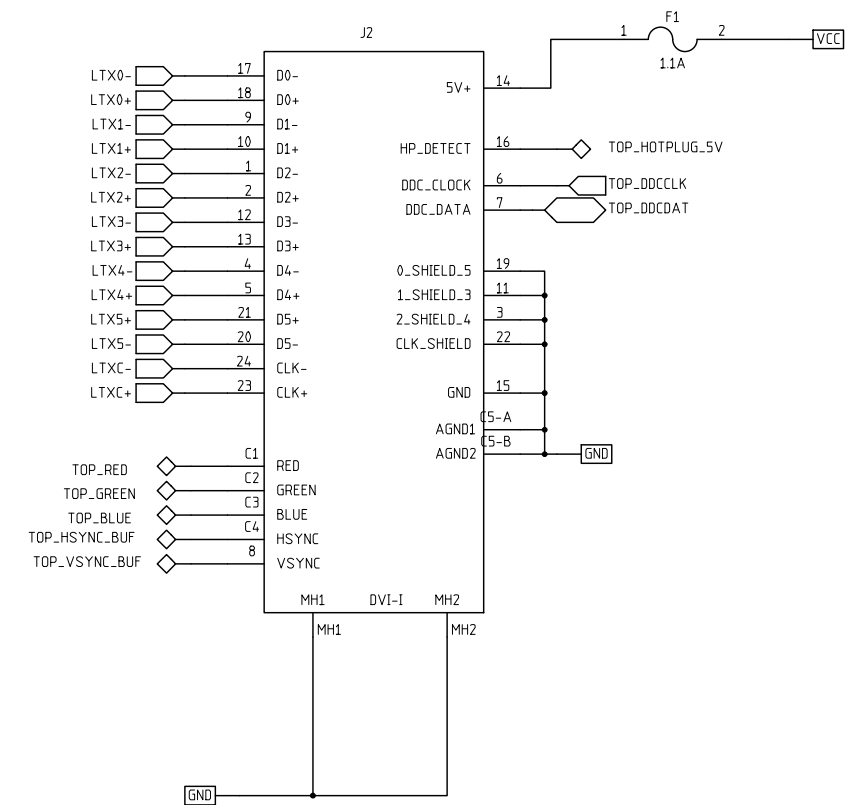
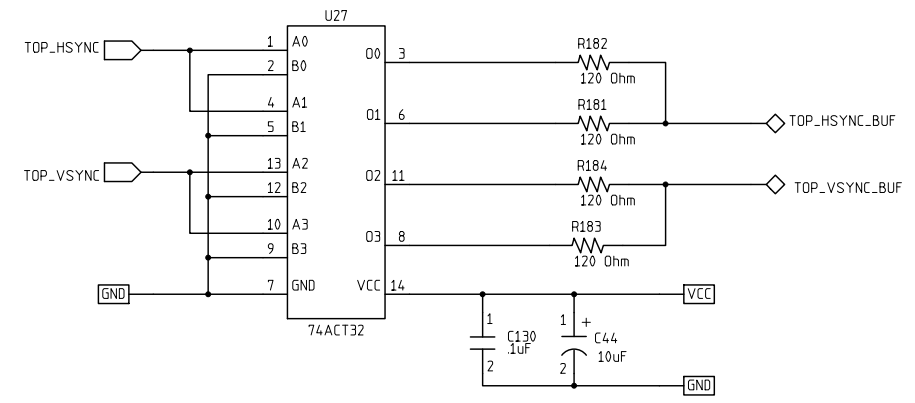
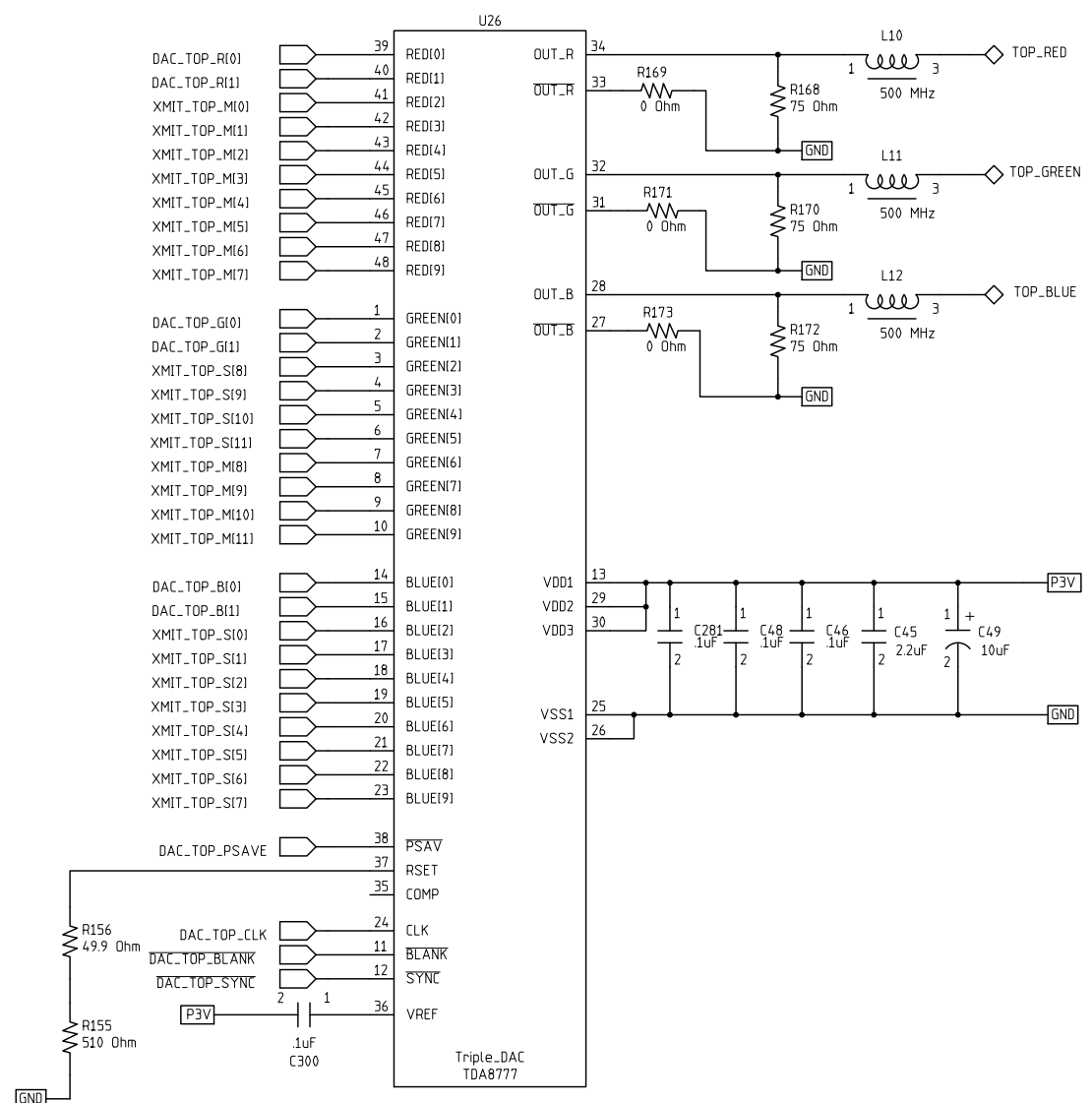
REVISIONS			
REV	DESCRIPTION	DATE	APPROVED



SIZE B	CODE IDENT.	DWG. NO. DC-001-0001	REV A
SCALE -		SHEET 10 OF 19	

HEAD 1 VGA OUTPUT

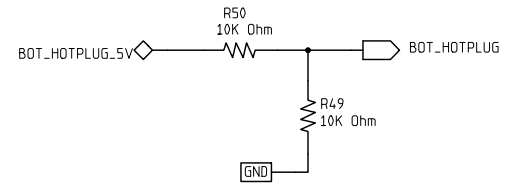
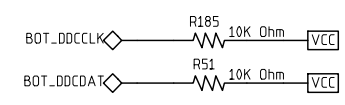
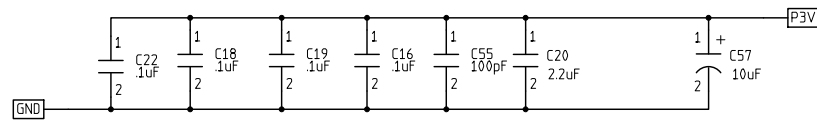
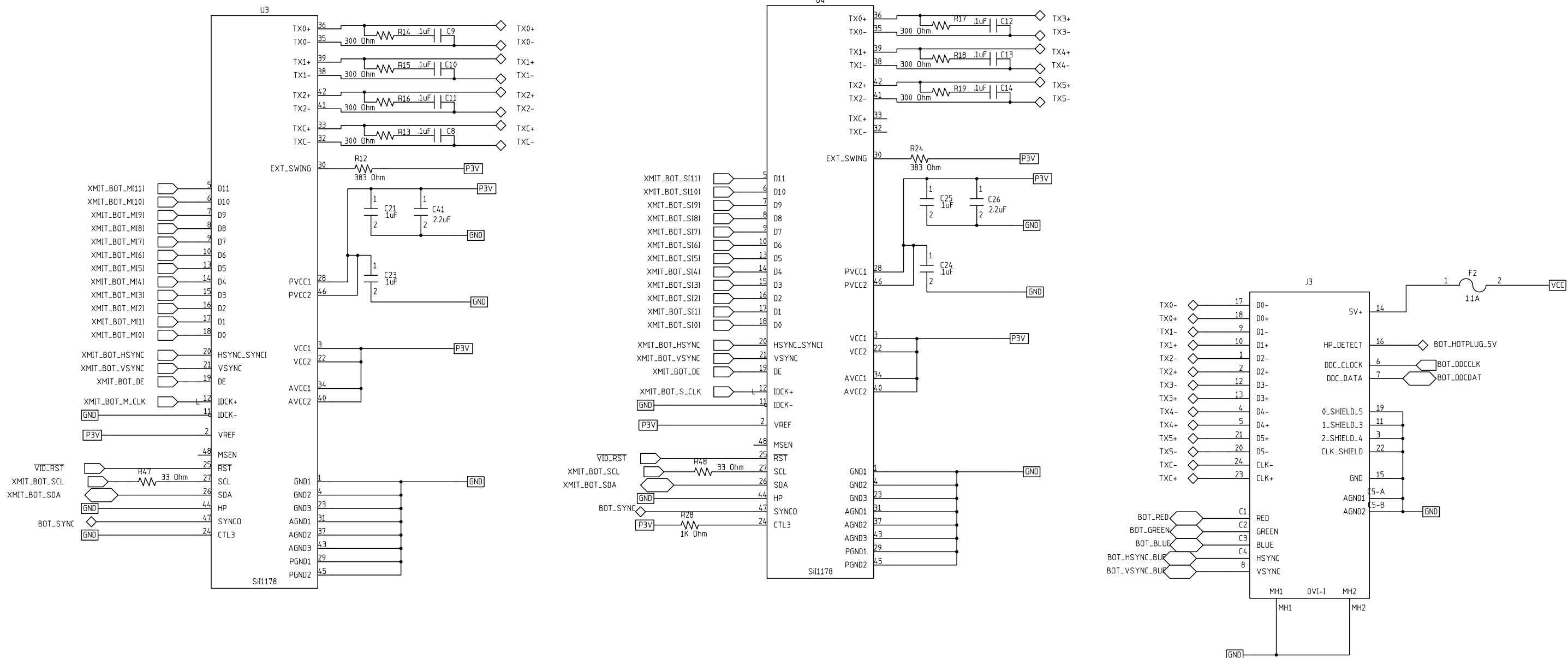
REVISIONS			
REV	DESCRIPTION	DATE	APPROVED



SIZE	CODE IDENT.	DWG. NO.	DC-001-0001	REV	A
B					
SCALE	~		SHEET 11 OF 19		

HEAD 2 DVI DUAL LINK

REVISIONS			
REV	DESCRIPTION	DATE	APPROVED



SIZE B	CODE IDENT.	DWG. NO. DC-001-0001	REV A
SCALE ~	SHEET 12 OF 19		

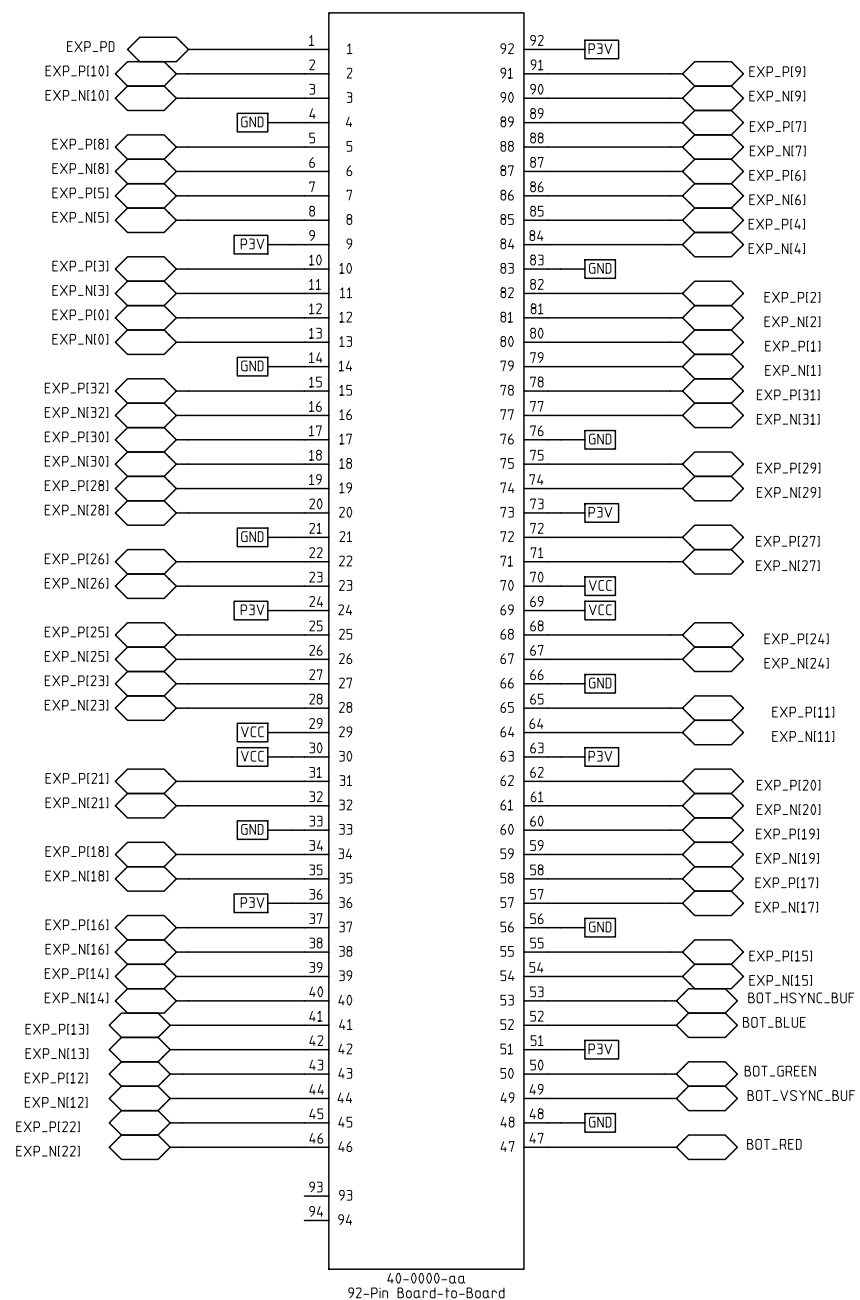
4

3

2

1

REVISIONS			
REV	DESCRIPTION	DATE	APPROVED



DAUGHTER BOARD CONNECTOR

SIZE B	CODE IDENT.	DWG. NO. DC-001-0001	REV A
SCALE ~	SHEET 13 OF 19		

D

D

C

C

B

B

A

A

4

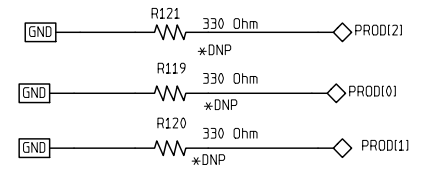
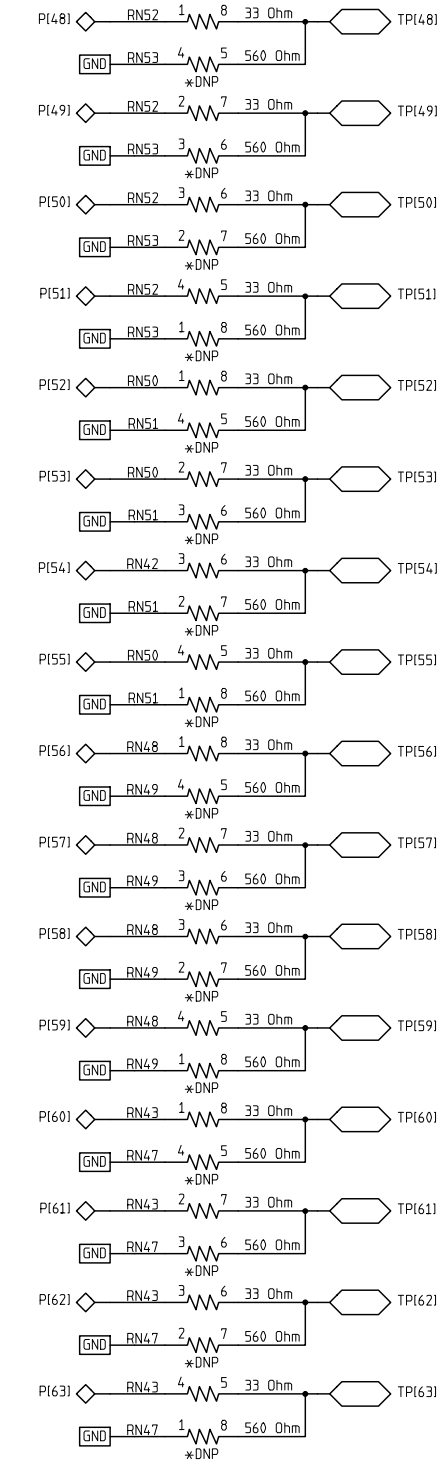
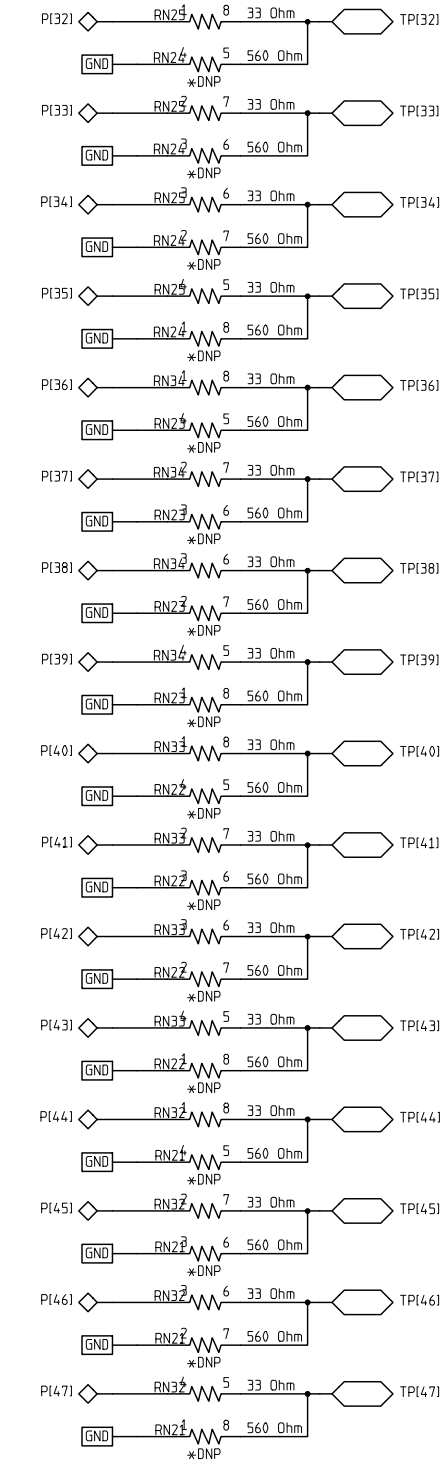
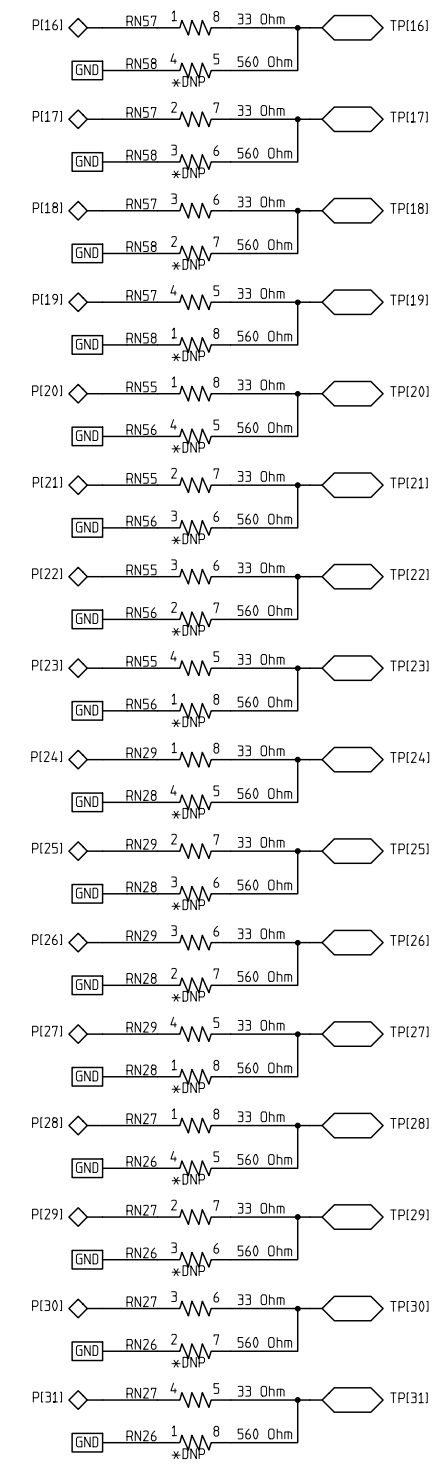
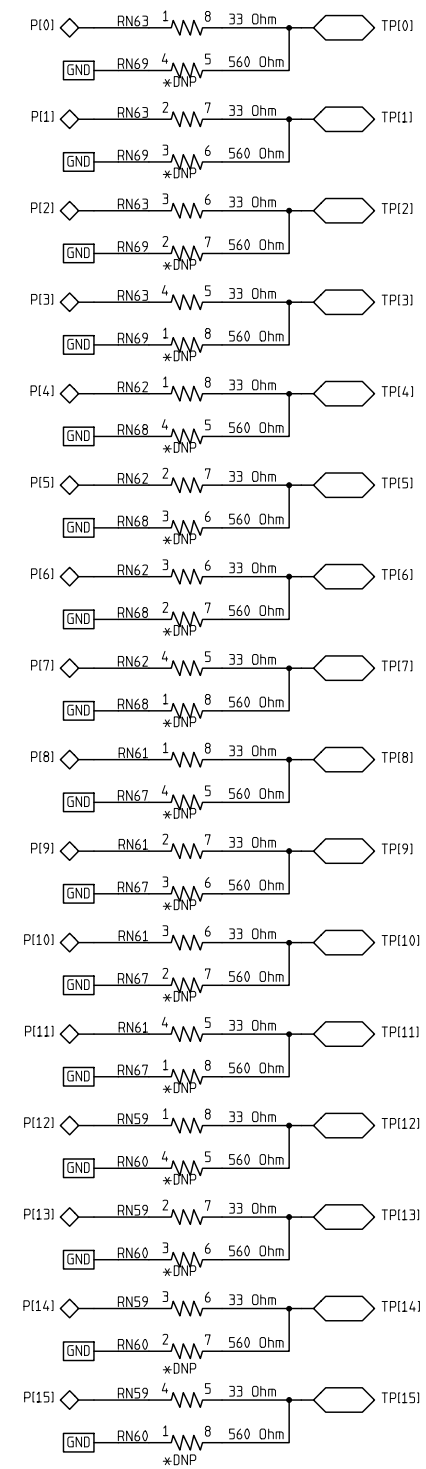
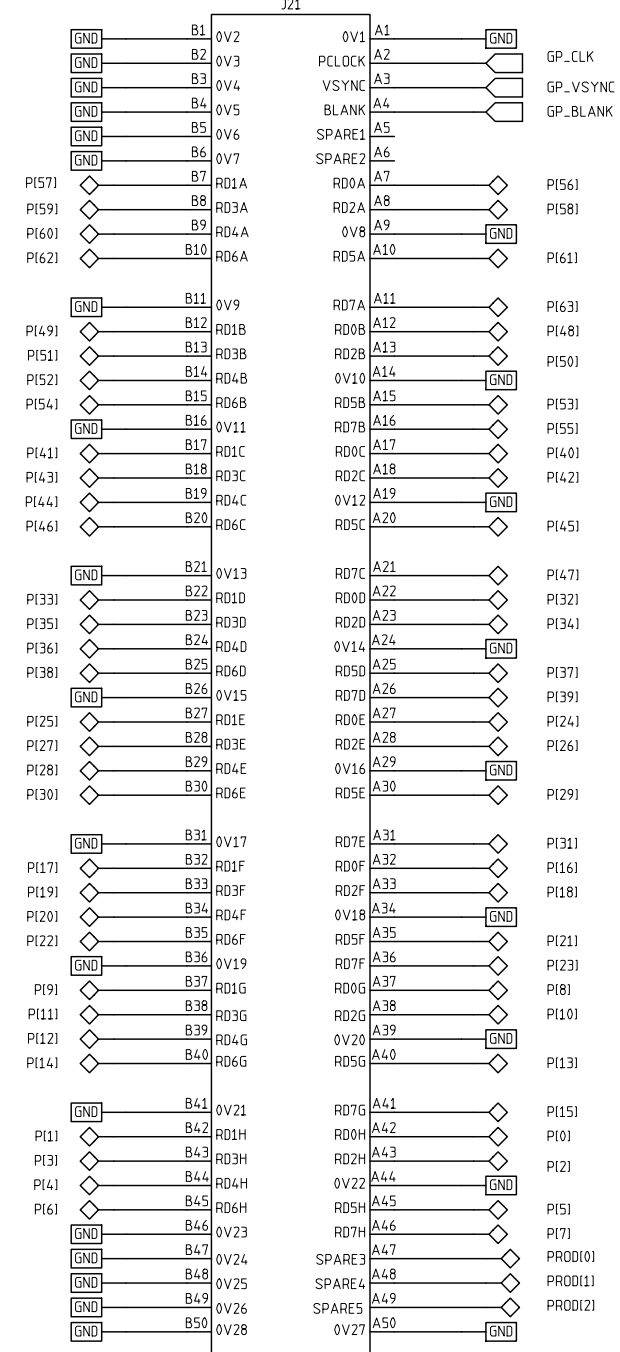
3

2

1

REVISIONS			
REV	DESCRIPTION	DATE	APPROVED

Place Resistors Close To FPGA



GENERAL PURPOSE I/O

SIZE B	CODE IDENT.	DWG. NO. DC-001-0001	REV A
SCALE	~	SHEET 14 OF 19	

D

D

C

C

B

B

A

A

4

3

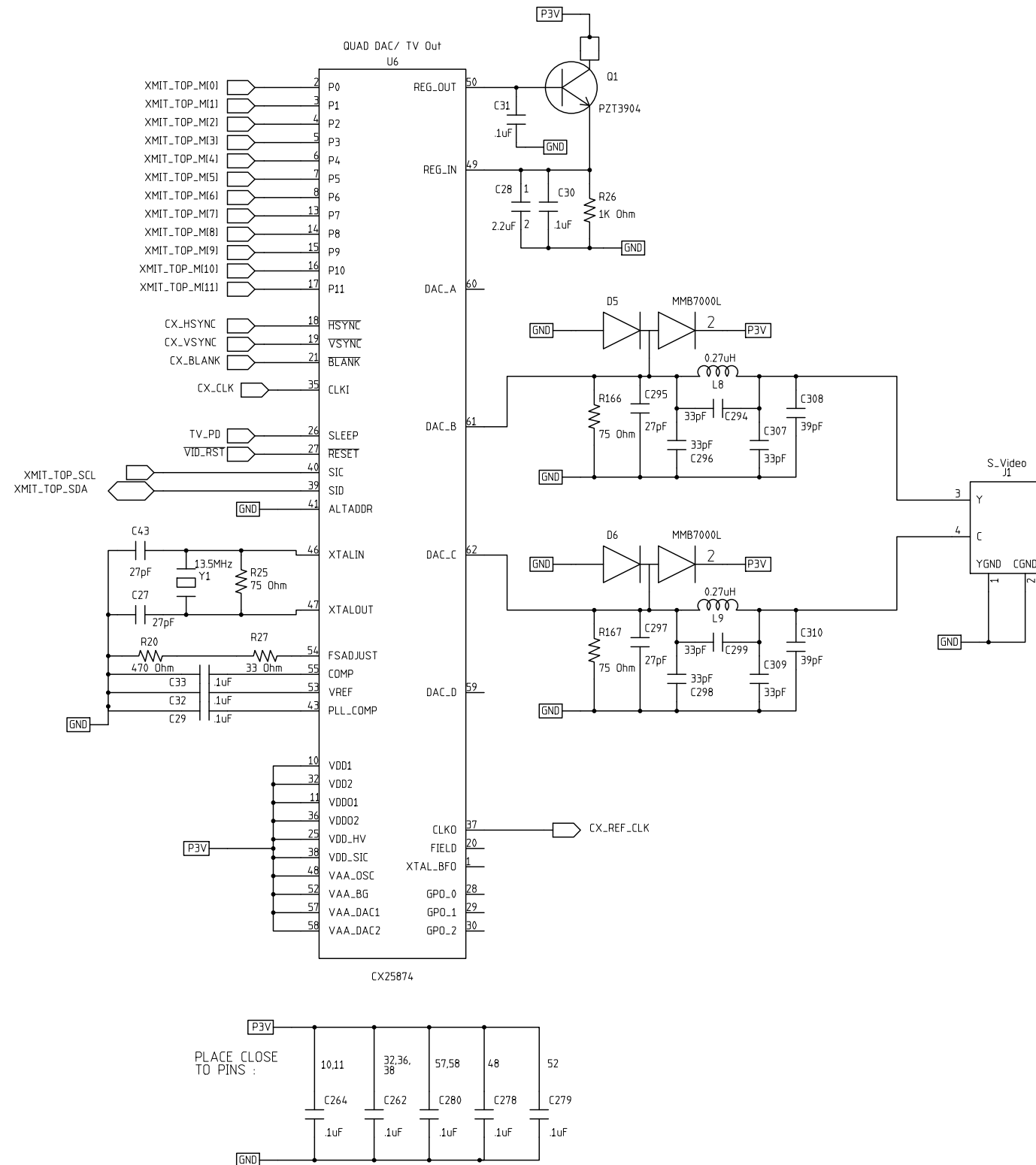
2

1

TV OUT

REVISIONS

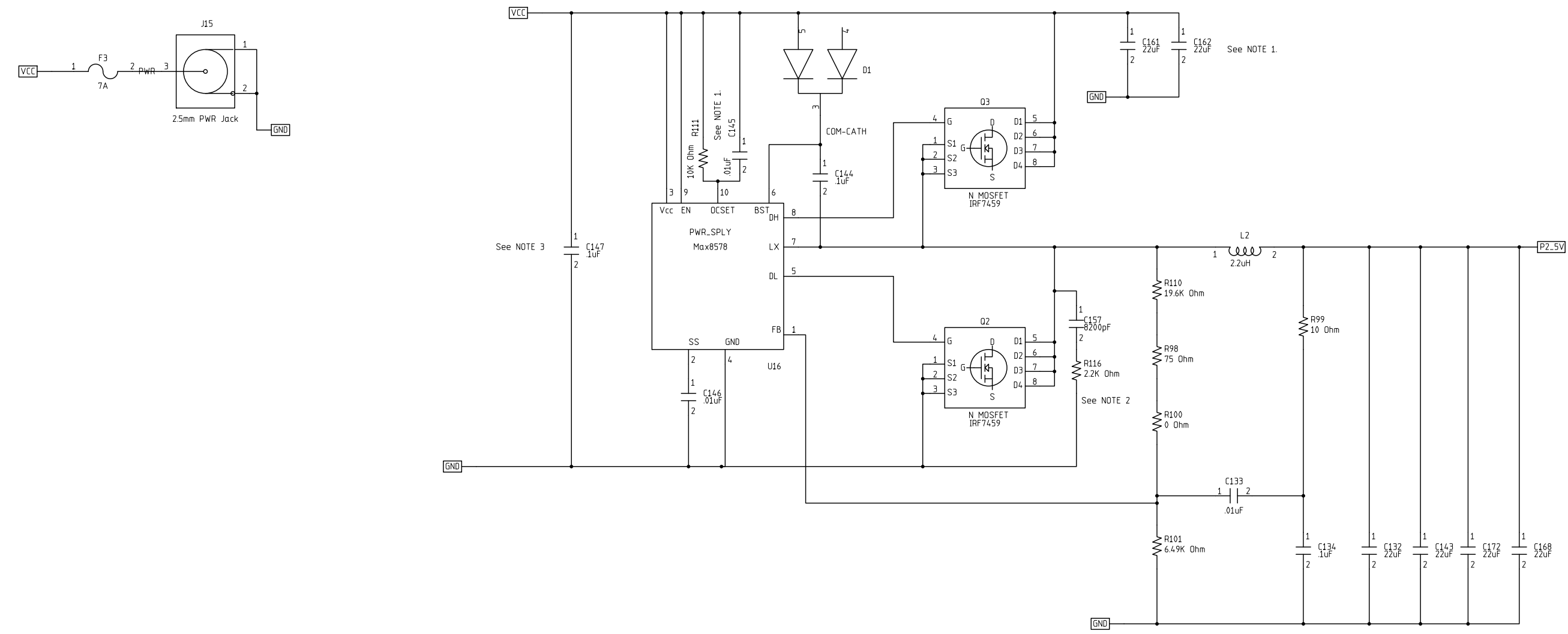
REV	DESCRIPTION	DATE	APPROVED



SIZE B	CODE IDENT.	DWG. NO. DC-001-0001	REV A
SCALE ~	SHEET 15 OF 19		

2.5V POWER SUPPLY

REVISIONS			
REV	DESCRIPTION	DATE	APPROVED



D
C
B
A

D
C
B
A

4

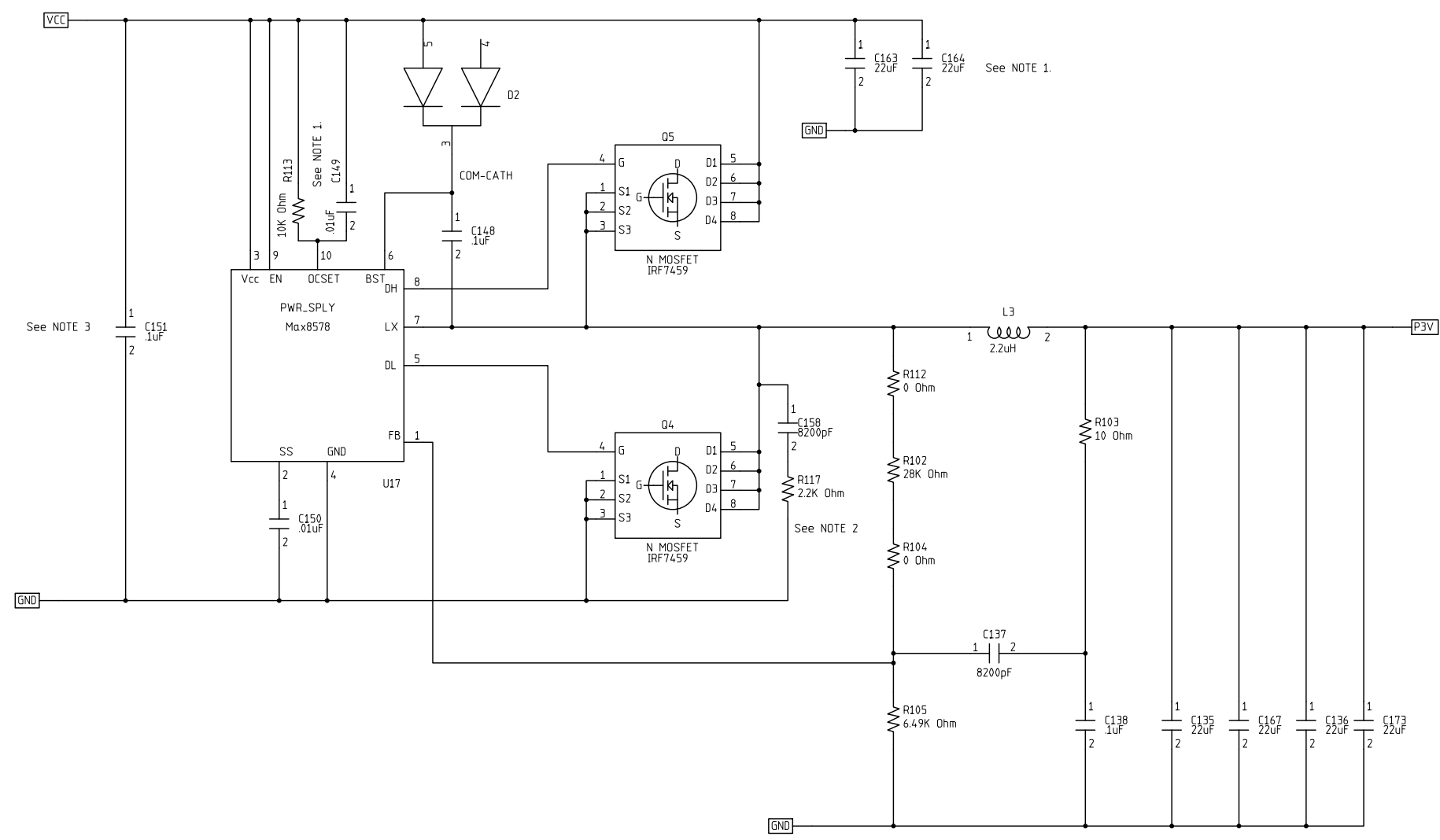
3

2

1

REVISIONS			
REV	DESCRIPTION	DATE	APPROVED

3.3V POWER SUPPLY



- Note 1: Resistor & Caps must connect directly to top side transistor
- Note 2: Resistor & Cap must connect directly to bottom side transistor
- Note 3: Cap must connect directly to pins 3 and 4 of the MAX 8578 Power Supply
- Note 4: Cap must connect to Coil

SIZE B	CODE IDENT.	DWG. NO. DC-001-0001	REV A
SCALE ~	SHEET 17 OF 19		

4

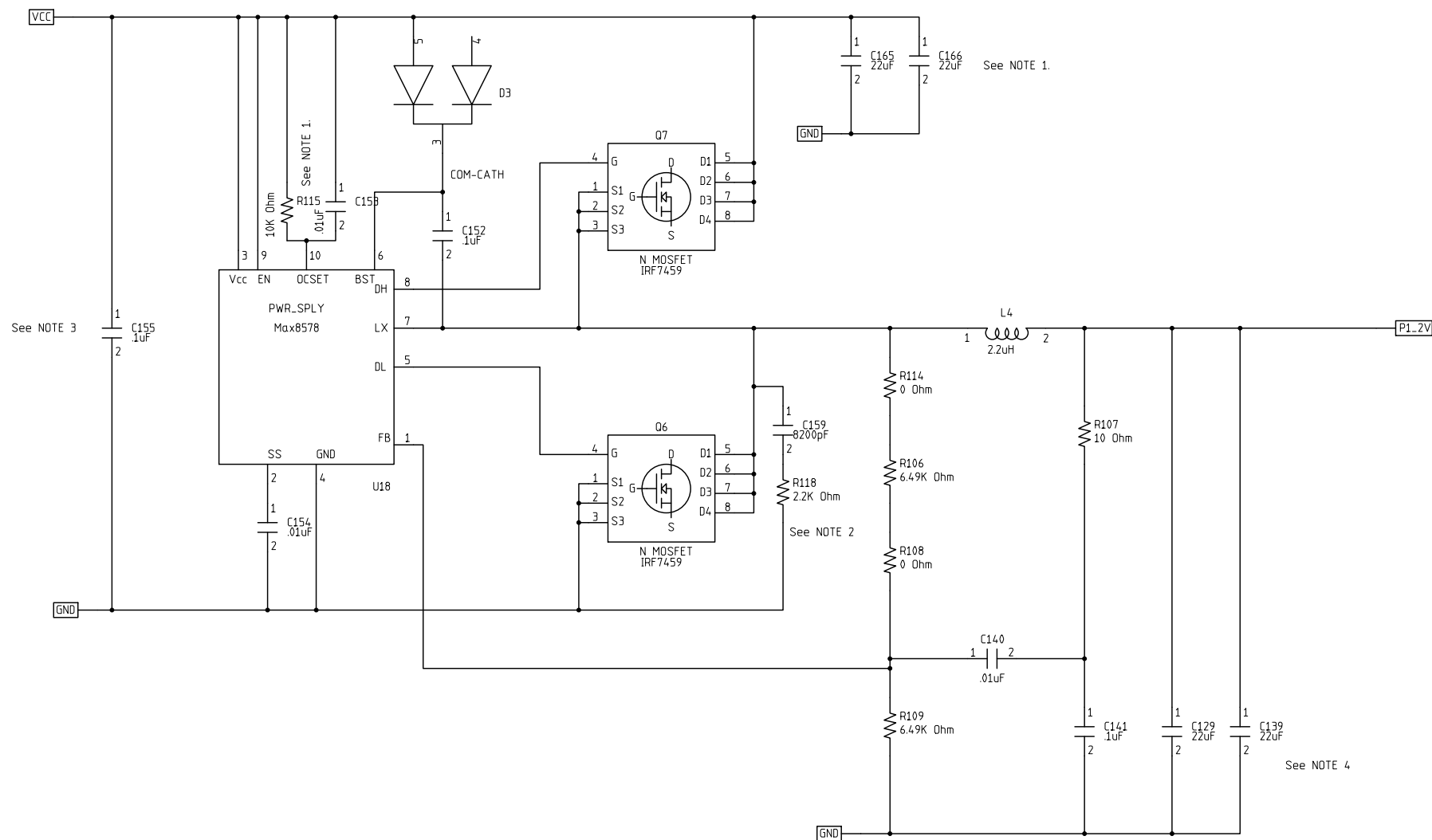
3

2

1

1.2V POWER SUPPLY

REVISIONS			
REV	DESCRIPTION	DATE	APPROVED



- Note 1: Resistor & Caps must connect directly to top side transistor
- Note 2: Resistor & Cap must connect directly to bottom side transistor
- Note 3: Cap must connect directly to pins 3 and 4 of the MAX 8578 Power Supply
- Note 4: Cap must connect to Coil

SIZE B	CODE IDENT.	DWG. NO. DC-001-0001	REV A
SCALE ~	SHEET 18 OF 19		

4

3

2

1

REVISIONS			
REV	DESCRIPTION	DATE	APPROVED

Rev	Description	Date
A	INITIAL REVISION Changes from DC-001-0000 1) DVI Transmitters changed to SI1178. 2) Added 92 Pin Hirose Expansion Connector 3) Provision for High Speed LVDS Oscillator. 4) Power supply modifications. 5) Lattice PCI clock pin swap.	9/20/2007

SIZE	CODE IDENT.	DWG. NO.	REV
B		DC-001-0001	A
SCALE	~	SHEET	19 OF 19

4

3

2

1

D

C

B

A

D

C

B

A

