"بسمه تعالی"

دستور کار برد آموزشی FPGA SPARTAN3-XC3S400-PQG208

مقدمه

این کتابچه برای آموزش کار با FPGA می باشد. ابتدا مقدمه ای بر تراشه های قابل برنامه ریزی گفته می شود، و سپس در مورد برد آموزشی، کار با آن و نحوه پروگرم کردن آن توضیح داده خواهد شد.

مقدمه ای بر FPGA

تا پیش از ساخت تراشه های قابل برنامه‌ریزی، پیاده‌سازی مدارهای منطقی بسیار سخت، وقتگیر، جاگیر و پرهزینه بود. ولی با ساخت تراشه‌های قابل برنامه‌ریزی، این مشکل‌ها تا حد زیادی حل شدند.
FPGA[۶] یک IC قابل برنامه‌ریزی است که هر مدار منطقی‌ای را می‌توان با آن پیاده‌سازی نمود.

با توجه به قیمت آن می‌توان مدارات منطقی را ابتدا توسط FPGA پیاده‌سازی کنیم و پس از بهبود آن، مدار را به تولید انبوه برسانیم و یا به راحتی می‌توانیم بسیاری از مدارها را با FPGA جایگزین کنیم؛ برای مثال می‌توان یک برد بزرگ کنترلی یک دستگاه خاص را با یک بورد کوچک FGPA جایگذاری کرد. معمولا هنگامی که از FPGA برای این گونه مدارها استفاده می‌شود به عملکرد بسیار سریع و تعداد گیت زیاد نیازی نیست. PALها و همچنین CPLDهای کوچک و معمولی می‌توانند انتظارات این بخش را برآورده کنند.

در مدارهای سرعت بالا نیز FPGA کاربرد بسیار زیادی دارد. مبنای بسیاری از سیستم های مخابراتی آن است که روی تمام داده ها الگوریتم یکسان و با سرعت زیادی انجام شود. اگر الگوریتم چندان پیچیده‌ای نباشد استفاده از FPGA کار را آسان‌تر و کم هزینه‌تر می‌کند، اما اگر الگوریتم پیچیده باشد و یا برای داده‌های مختلف، الگورتیم مورد استفاده یکسان نباشد بهتر است از یک میکروکنترلر یا میکروپروسسور استفاده کنیم. FPGA هایی که برای مدارهای مخابراتی استفاده می‌شوند، معمولا باید پرسرعت باشند و تعداد گیت های آن بسیار زیاد باشد، تا بتوان مدار بزرگی را روی آنها پیاده کرد.
انعطاف پذیری FPGA باعث می‌شود تا عیب مدار را به راحتی برطرف کنیم و بدون نیاز به تعویض برد کارکرد آن به روز شود. با هربار اتصال FPGA به منبع تغذیه، اطلاعات مربوط به configuration (عملیاتی که روی FPGA انجام می شود تا تبدیل به یک مدار خاص شود) از PROM متصل به آن خوانده می شود، بنابراین برای به هنگام سازیFPGA کافی است محتوایPROM را به روزرسانی کنیم.

از محاسن FPGA می‌توان به موارد زیر اشاره کرد:

۱. مداراهای دیجیتالی پیچیده به آسانی در آن‌ها پیاده‌سازی می‌شود
۲. تست مدار سریع انجام می‌گیرد.
۳. برای تولید کم، ارزان تمام می‌شود.

۴. متناسب به نیاز، تغییرات را می‌توان در طراحی آن ایجاد کرد و به طور مجددً FPGA را با ساختار جدید برنامه‌ریزی کرد.
۵. قابل برنامه‌ریزی توسط کاربراست.

معایب آن نیز به صورت زیر می‌باشد:

۱. سطح سیلیکونی FPGA به صورت بهینه استفاده نمی‌شود.
۲. تاخیر و توان مصرفی آن نسبت به ICهای دیگر بیشتر است.

۲-۲- ساختار FPGA :

اندازه PALها محدود و تا حدود ۲۰۰ گیت می‌باشد و در ضمن پایه‌های خروجی آن‌ها در مجموع کم می‌باشد اما مدار پرقدرت FPGAها که از آرایه‌ایی از بلوک‌ها یا سلول‌های منطقی تشکیل شده‌اند که توسط خطوط ارتباطی و از طریق سویچ قابل برنامه‌ریزی می‌توانند به هم متصل شوند. علاوه بر این بافرهای قابل برنامه‌ریزی برای اتصال به پایه‌های FPGA پیش‌بینی شده‌است. ظرفیت FPGA معادل با تعداد گیت‌های NAND در ورودی سنجیده می‌شود. امروزه ظرفیت معادل FPGA معمولا حدود ۲۰۰۰۰ گیت NAND به بالا می‌باشد و در فرکانس حدود MGHZ۱۰۰ کار می‌کنند بلوک یک سلول منطقی می‌تواند :

۱. از تعدادی مولتی‌پلکس تشکیل شده باشد
۲. از جدول LUT تشکیل شده باشد

برخی از FPGA علاوه بر بلوک منطقی دارای حافظه‌های ROM و RAM و بلوک محاسباتی ALU , FIFO و ... نیز می‌باشند.

برد آموزشی:

در این برد یک FPGA به عنوان هسته پردازشی نقش ایفا می کند و به وسیله ی ورودی و خروجی های خود می تواند داده های مورد پردازش را گرفته و پس از پردازش، درخروجی خود نشان دهد

این سیستم دار ای یک برد پایه FPGA به صورت مجزا است که بر روی برد دیگری با نام MAIN BOARD است و تمام سیگنال های تغذیه و ساعت وکنترلی خود را از این برد خواهد گرفت.

در داخل برد اصلی ۸ کانکتور IDC BOX 2X10 قرار گرفته است که ارتباط برد اصلی را با برد IO (ورودی خروجی) برقرار می کند.

به منظور داشتن FPGA ای که دارای تعداد مناسبی گیت و همچنین دارای سرعت بالایی باشد، از تراشه SPARTAN3-XC3S400-PQG208 ساخت شرکت XILLINX استفاده شده است

این تراشه برای برنامه ریزی از حافظه ی RAM استفاده می کند بنابراین برنامه خود را برای مدتی که تغذیه ی آن متصل است، در خود نگاه می دارد. پس در صورت قطع شدن منبع تغذیه، دوباره باید برنامه ریزی شود. برای رفع این مشکل از یک EEPROM با نام XCF04SVO20C استفاده شده که ابتدا این EEPROMرا برنامه ریزی کرده و سپس با قرار دادن FPGA در MODE مناسب،این مشکل مرتفع می شود و با قطع تغذیه دوباره FPGA داده های خود را از ROM می خواند.

همچنین می توان ابا استفاده از شبیه ساز EEPROM تراشه را پروگرام کرد.

برای پروگرام کردن سه حالت (MODE) وجود دارد که Slave Master Serial , Boundary Scan Serial است این مد های کاری به ترتیب برای زمانی استفاده می شوند که از EEPROM JTAG و EEPROM Emulator برای برنامه ریزی FPGA استفاده کنیم.

دراین بردIO (ورودی خروجی) برای مشاهده وهمچنین دریافت اطلاعات از چندین ورودی و خروجی استفاده شده است که شامل:

پورتUSB

پروتکل شبکه Ethernet 10base

پورت سریال (RS232)

پورت (VGA) خروجی مانیتور کامپیوتر

نمایشگر LCD کاراکتری ۱۶*۲

صفحه کلید ۴*۴

چهار عدد نمایشگر 7Segment (۴ بیتی)

شانزده خروجی بافر شده

دارای مدار تست روی برد اصلی

شانزده عدد نمایشگر LED

مبدل آنالوگ به دیجیتال (ADC)

مبدل دیجیتال به آنالوگ (DAC)

ورودی میکروفن

خروجی اسپیکر (voice)

سوکت حافظه MMC SD CARD

دو عدد کلید فشاری PUSH BOTTON همه منظوره

شانزده عدد دیپ سوییچ

خروجی Buzzer

می باشد.

معرفی مدارهای برد:

بخش تغذیه:

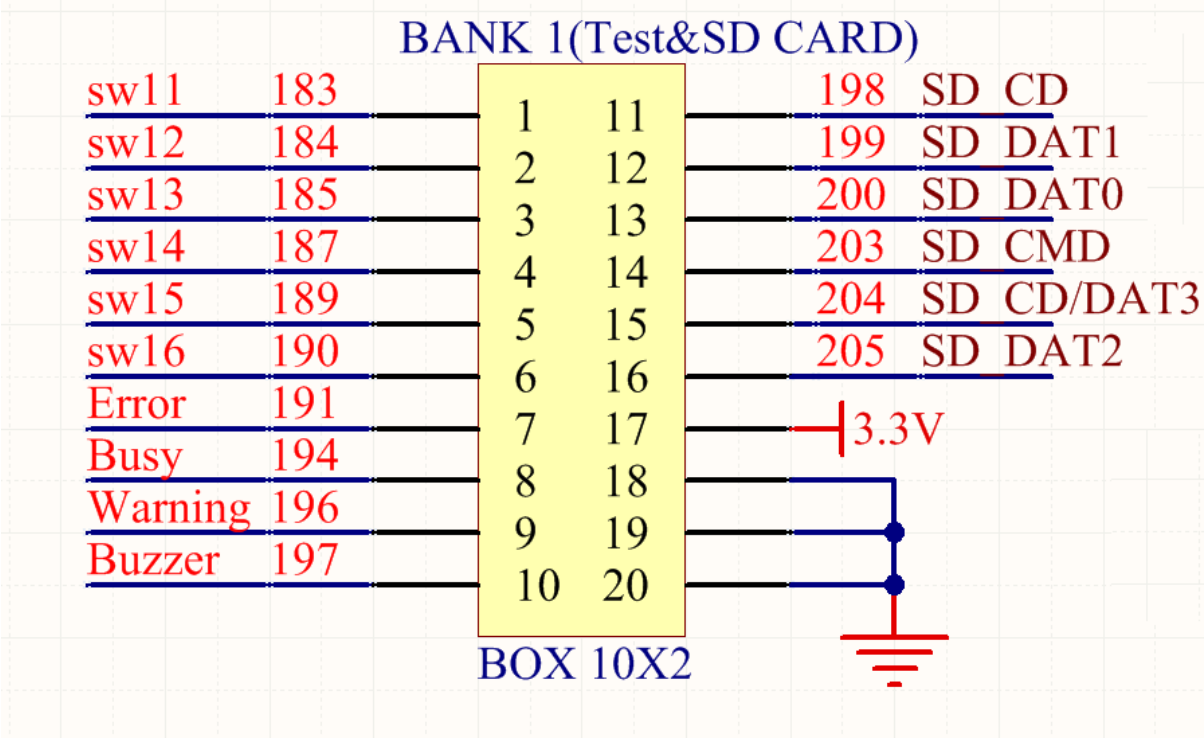
در این بخش ولتاژ های ۱/۲ ولت، ۲/۵ ولت، ۳/۳ ولت و ۵ ولت مدار تامین شده و ولتاژ ۵ ولت از مسیر کانکتور فونیکس ۲ پایه و ۳/۳ ولت از مسیر کانکتور مخابراتی دو پایه سفید یا کانکتورهای IDC برای تغذیه برد IO استفاده می شوند. توجه داشته باشید که LED های هر بخش تغذیه جداگانه باید پس از اتصال تغذیه ورودی(آداپتور ۵ ولت)روشن شوند.

بخش کانکتورهای IDC BOX 2X10 (پایه های تراشه)

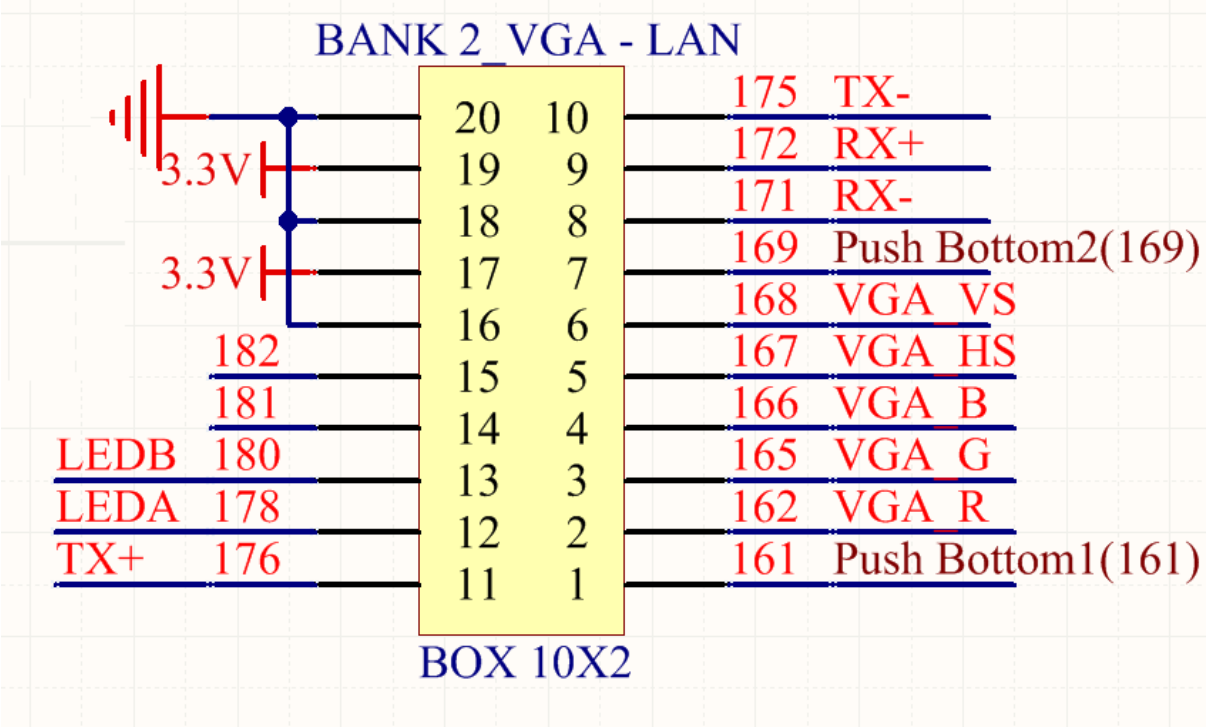
برد اصلی و برد IO ۸ کانکتور IDC BOX 2X10 دارند که از این مسیر به یکدیگر متصل می شوند که در دو شکل بعدی این کانکتورها مشخص شدند.

حال هر کدام از این کانکتور ها بخشی از ورودی خروجی را از برد اصلی به برد IO متصل می کند. در هر کانکتور شماره پایه FPGA که به این کانکتور متصل است نیز آورده شده.

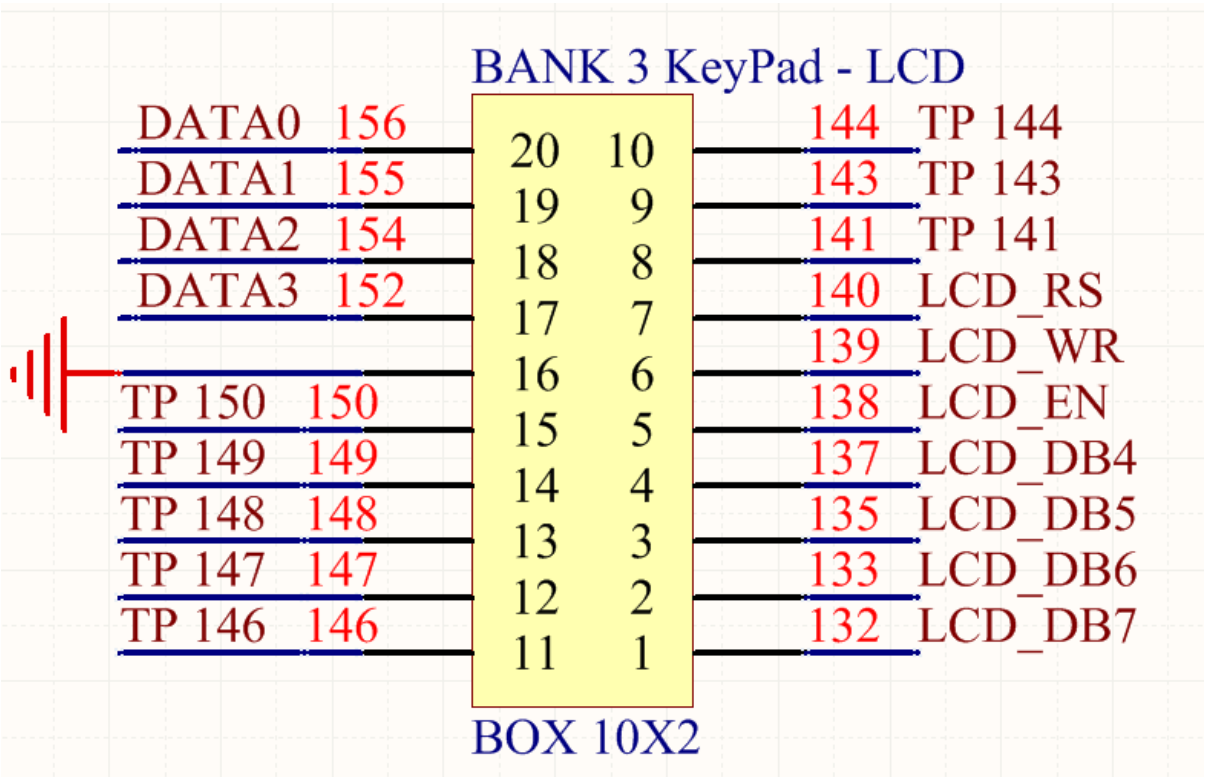
۱. شمای بانک اول که کانکتور اول است و شامل پایه های دیپ سوییچ، SD CARD و سه پین تست Error Warning Busy و پین Buzzer است:



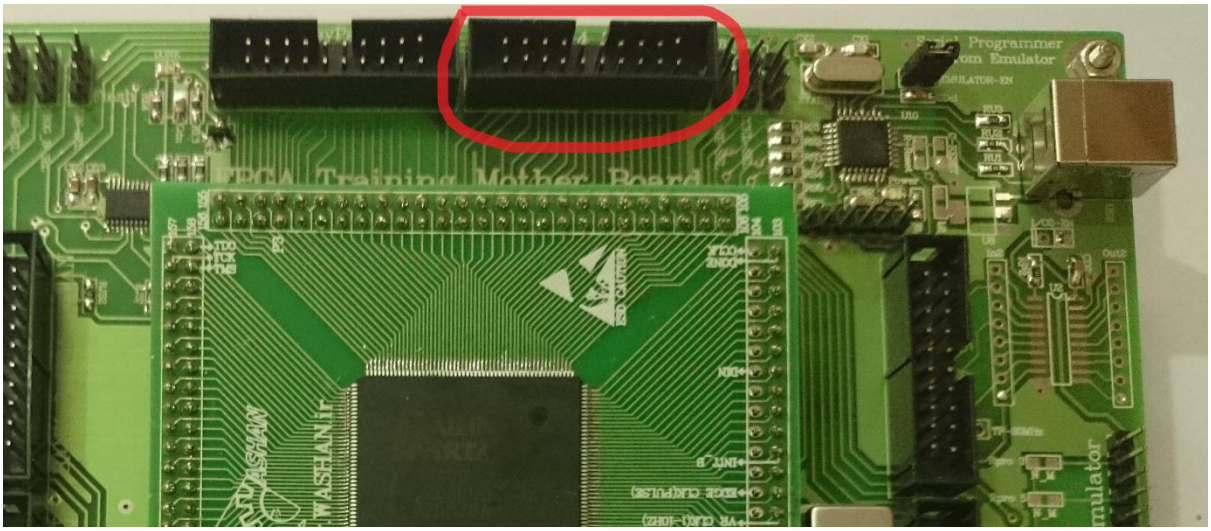
۲. شمای بانک دوم که کانکتور دوم است و شامل پایه های LAN Ethernet، VGA و دو پین پوش باتن است:

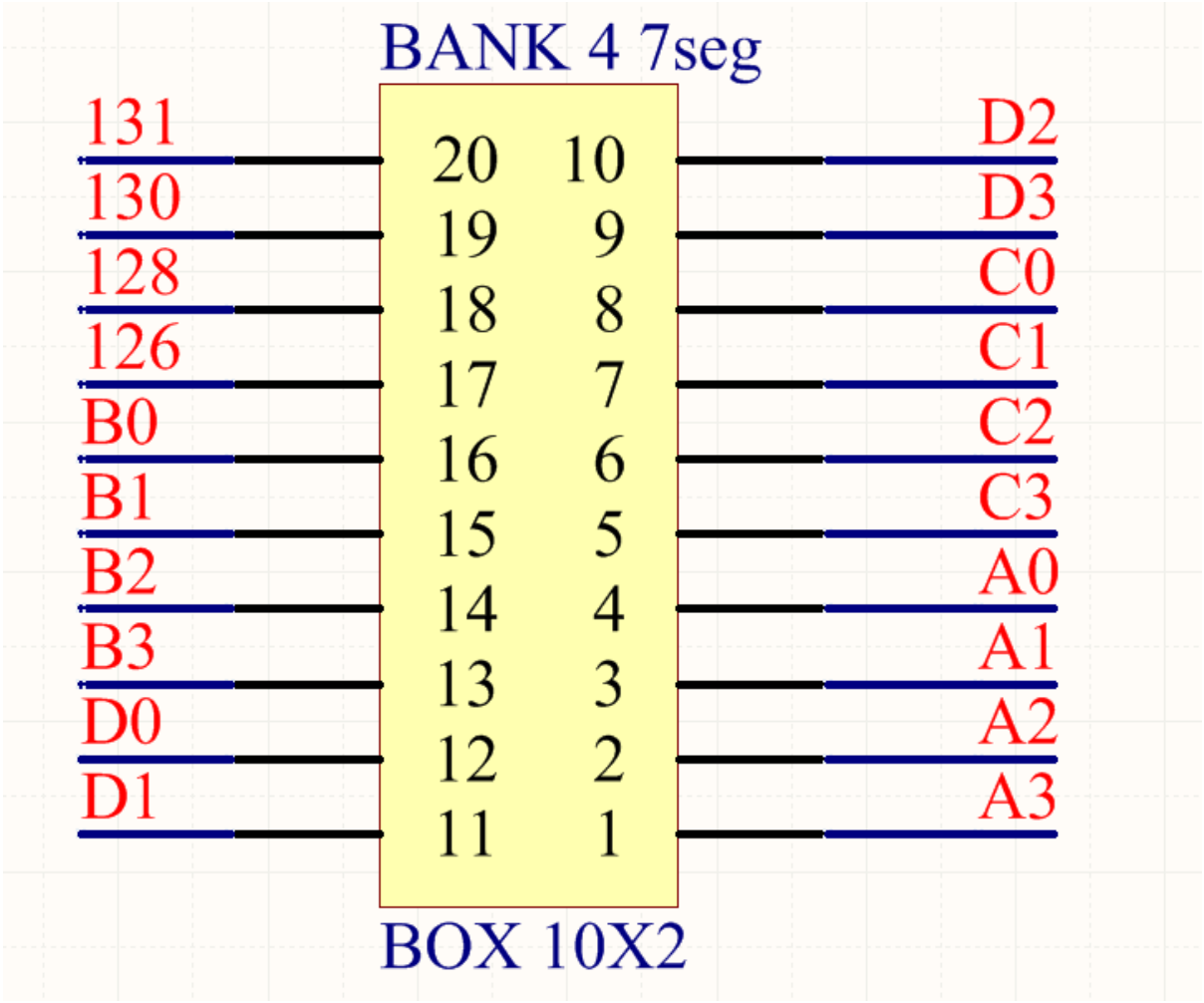


۳. شمای بانک سوم که کانکتور سوم است و شامل پایه های LCD، KEY PAD و هشت پین تست پوینت است:

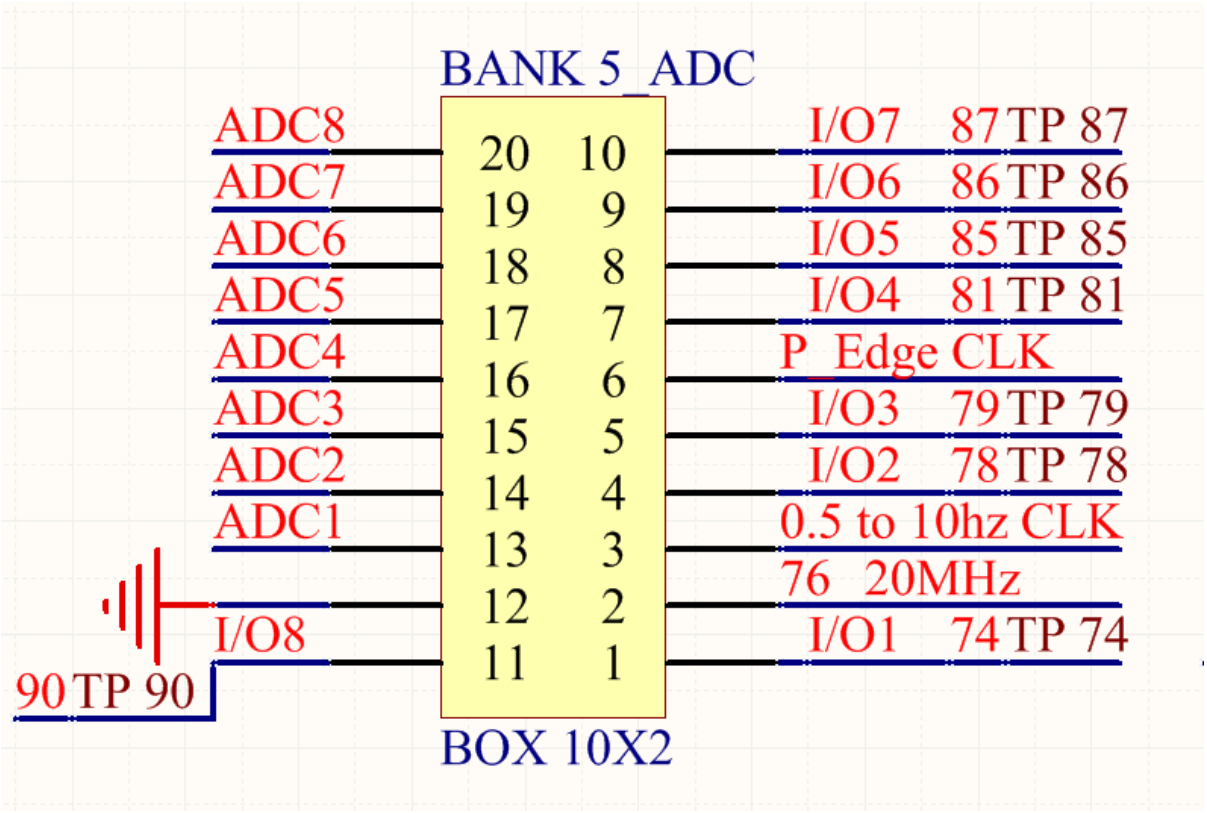


۴. شمای بانک چهارم که کانکتور چهارم است و شامل پایه های 7Segment است:

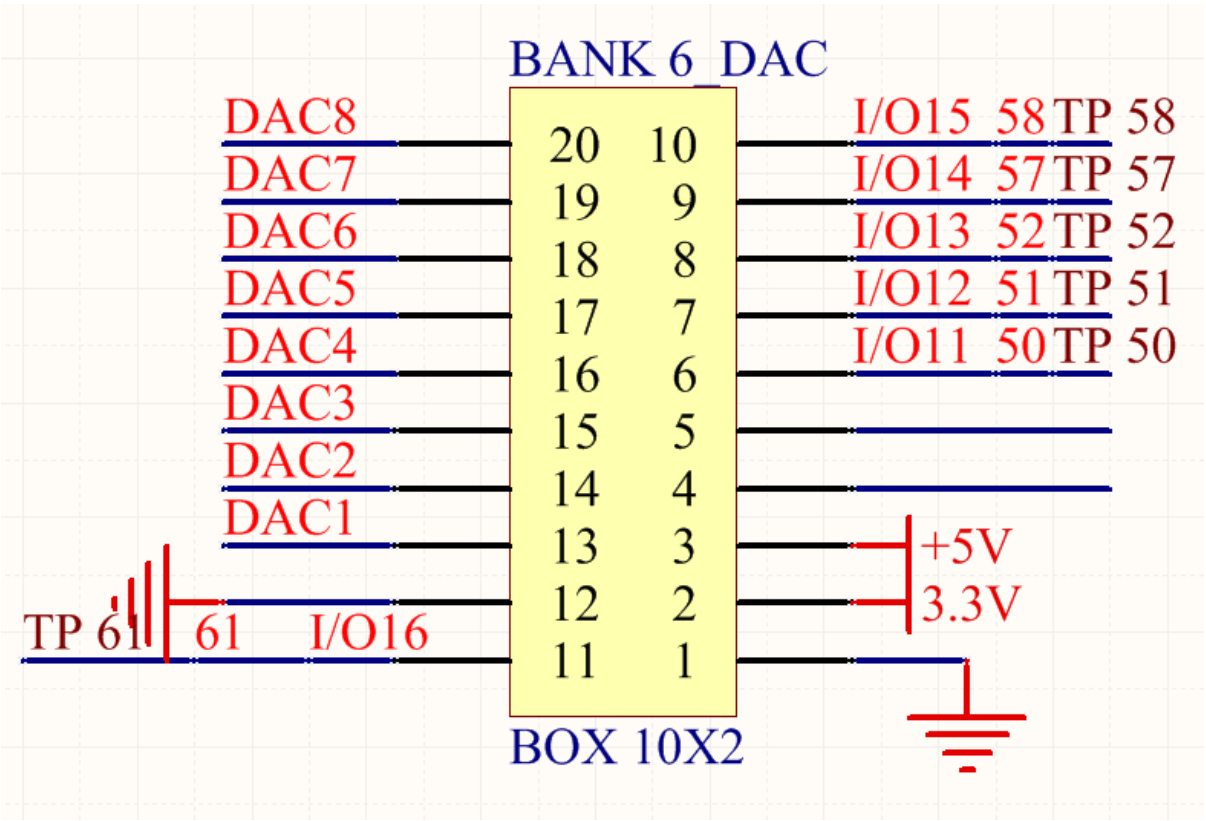




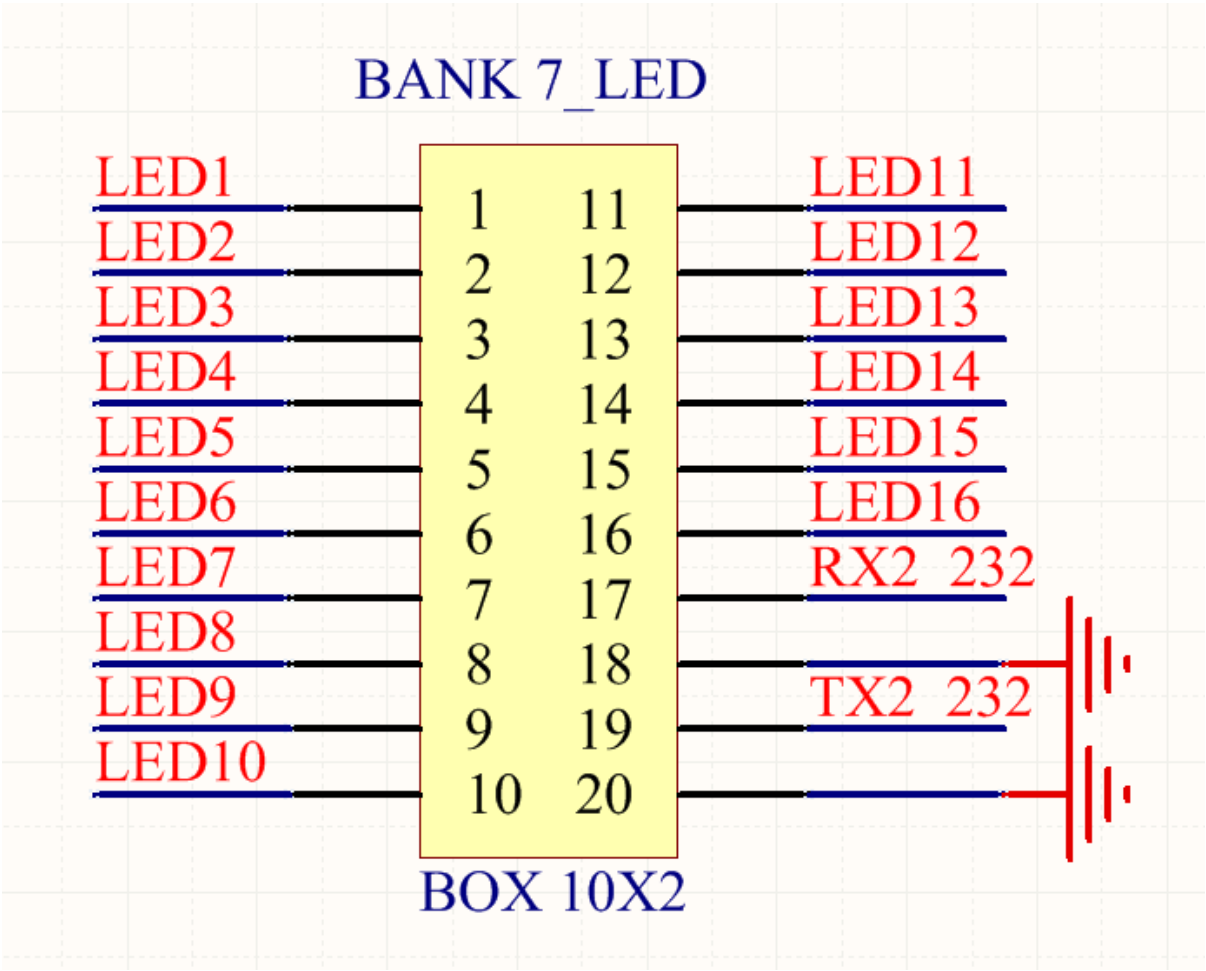
۵. شمای بانک پنجم که کانکتور پنجم است و شامل پایه های ADC, CLOCK و تست پوینت ها است:



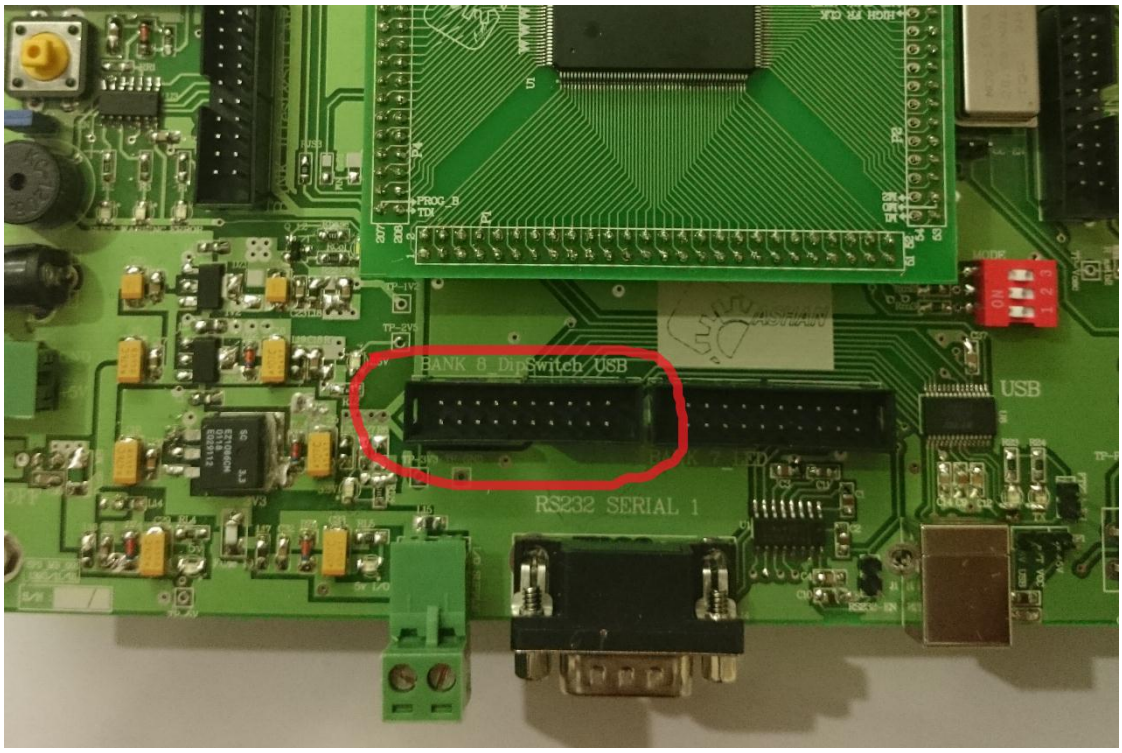
۶. شمای بانک ششم که کانکتور ششم است و شامل پایه های DAC و تست پوینت ها است:

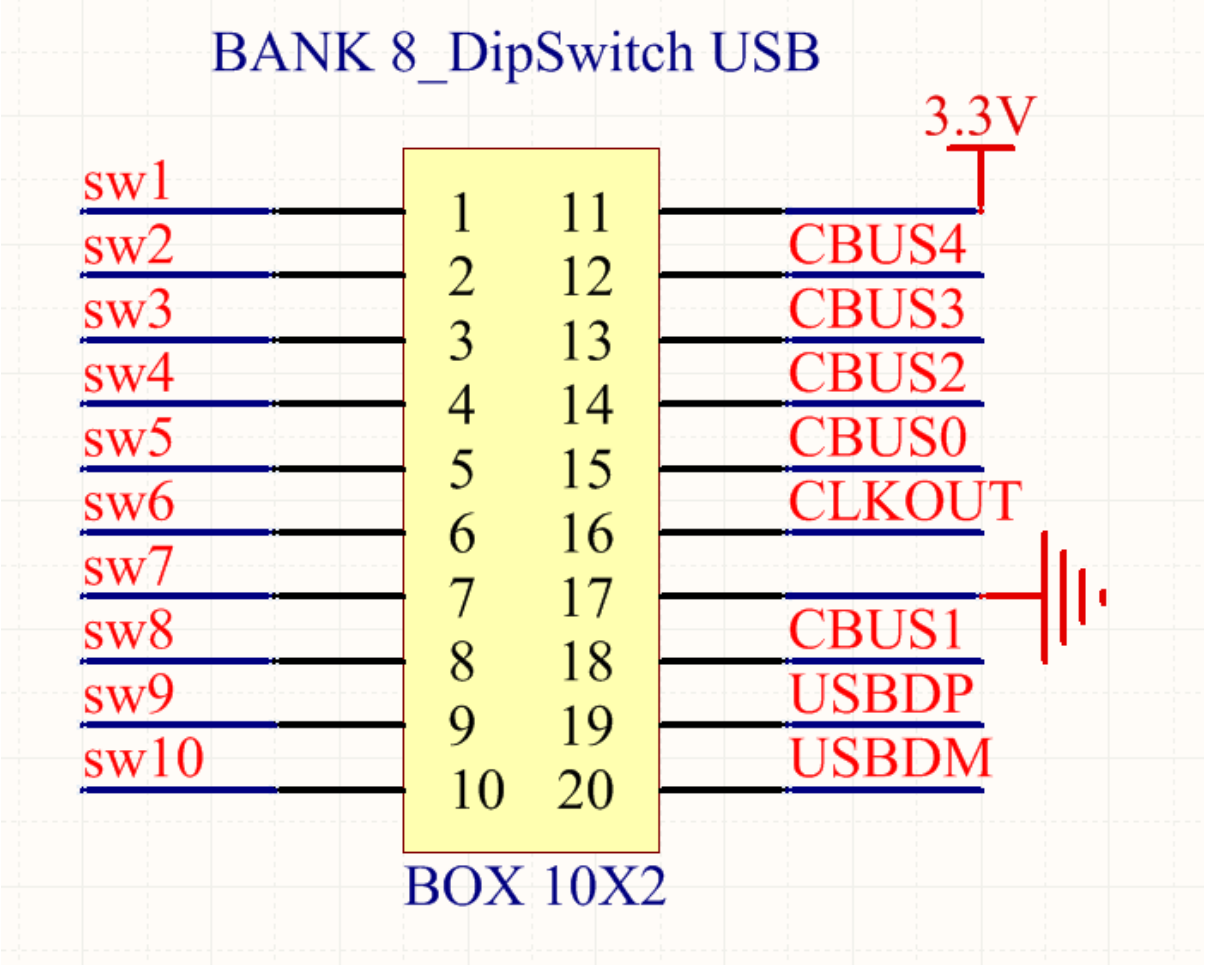


۷. شمای بانک هفتم که کانکتور هفتم است و شامل پایه های LED و سریال RS232 است:



۸. شمای بانک هشتم که کانکتور هشتم است و شامل پایه های USB FT232 و دیپ سوییچ ها است:

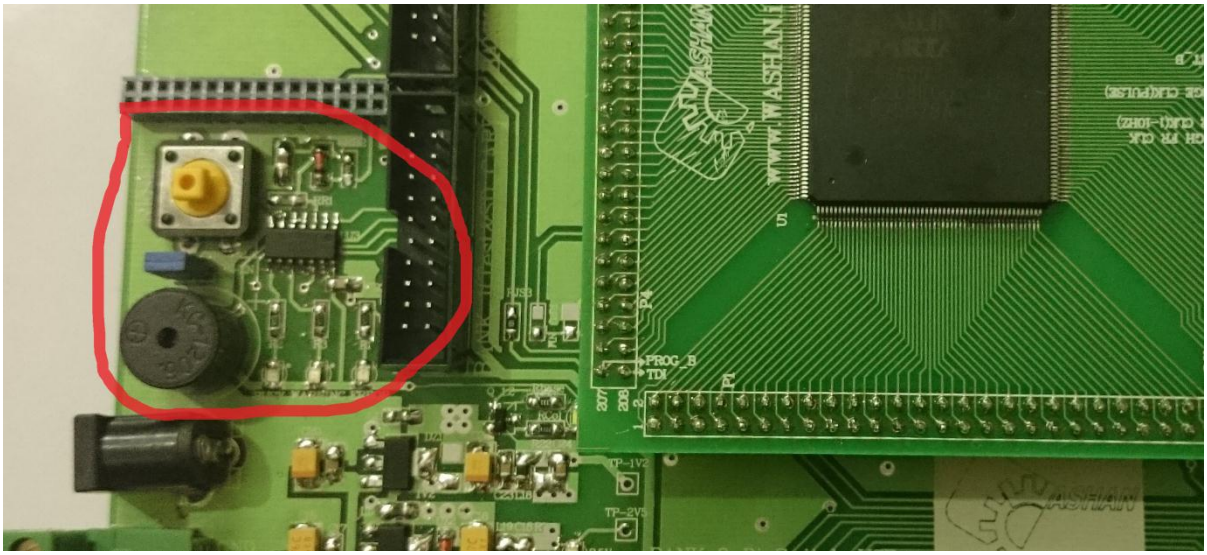


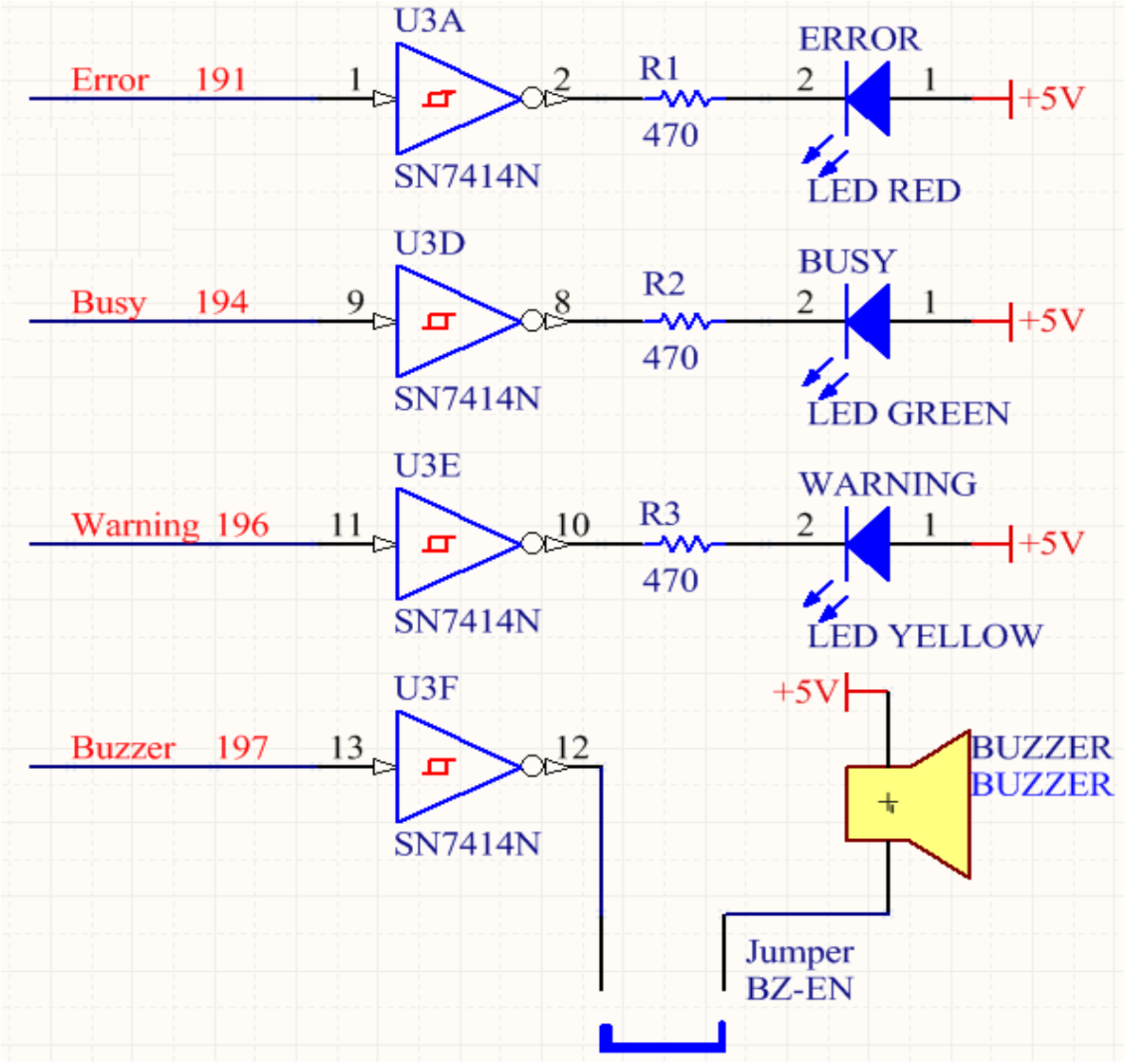


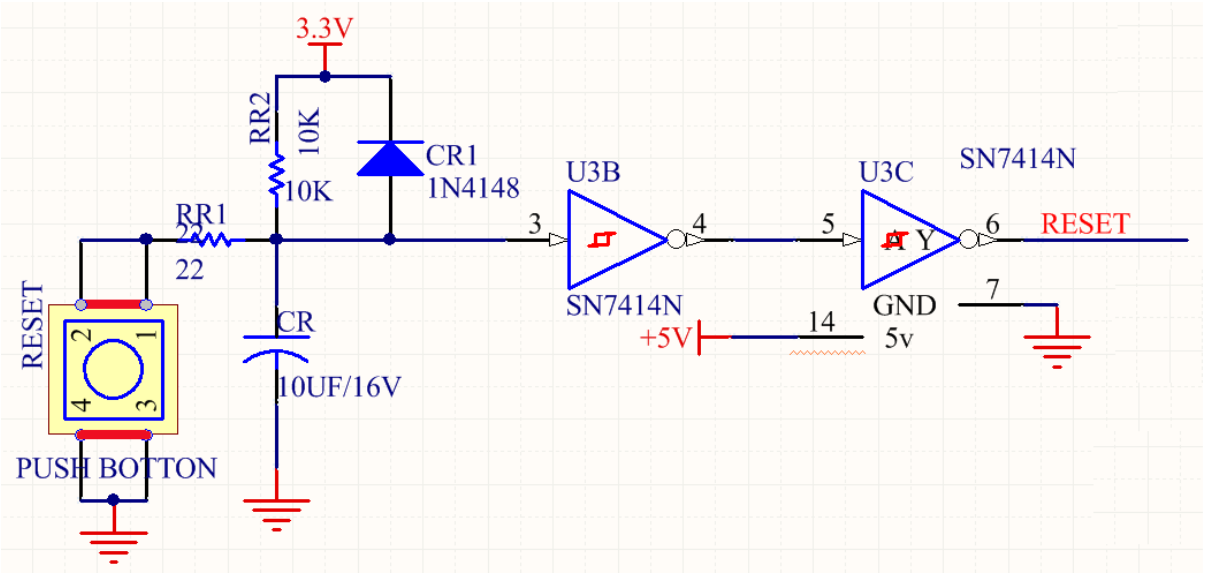
نکته: تمام کانکتورهای IDC BOX 2X10 برد اصلی به کانکتورهای IDC BOX 2X10 متناظر خود در برد IO متصل می شوند.

بخش پایه های تست تراشه (پایه های Error,Warning,Busy,Buzzer)

برای کار با خود برد اصلی پنج پایه در نظر گرفته شده که بوسیله آنها سه LED و یک بازر در برد اصلی روشن می شوند و با یک پایه تراشه ریست می شود. در کنار هر بخش شماره پایه FPGA آن آورده شده است. همچنین جهت اتصال بازر باید جامپر آن متصل شود.




U3A
Error 191
1
2
SN7414N
R1
470
ERROR
2
1
+5V
LED RED
U3D
Busy 194
9
8
SN7414N
R2
470
BUSY
2
1
+5V
LED GREEN
U3E
Warning 196
11
10
SN7414N
R3
470
WARNING
2
1
+5V
LED YELLOW
U3F
Buzzer 197
13
12
SN7414N
+5V
BUZZER
BUZZER
Jumper
BZ-EN

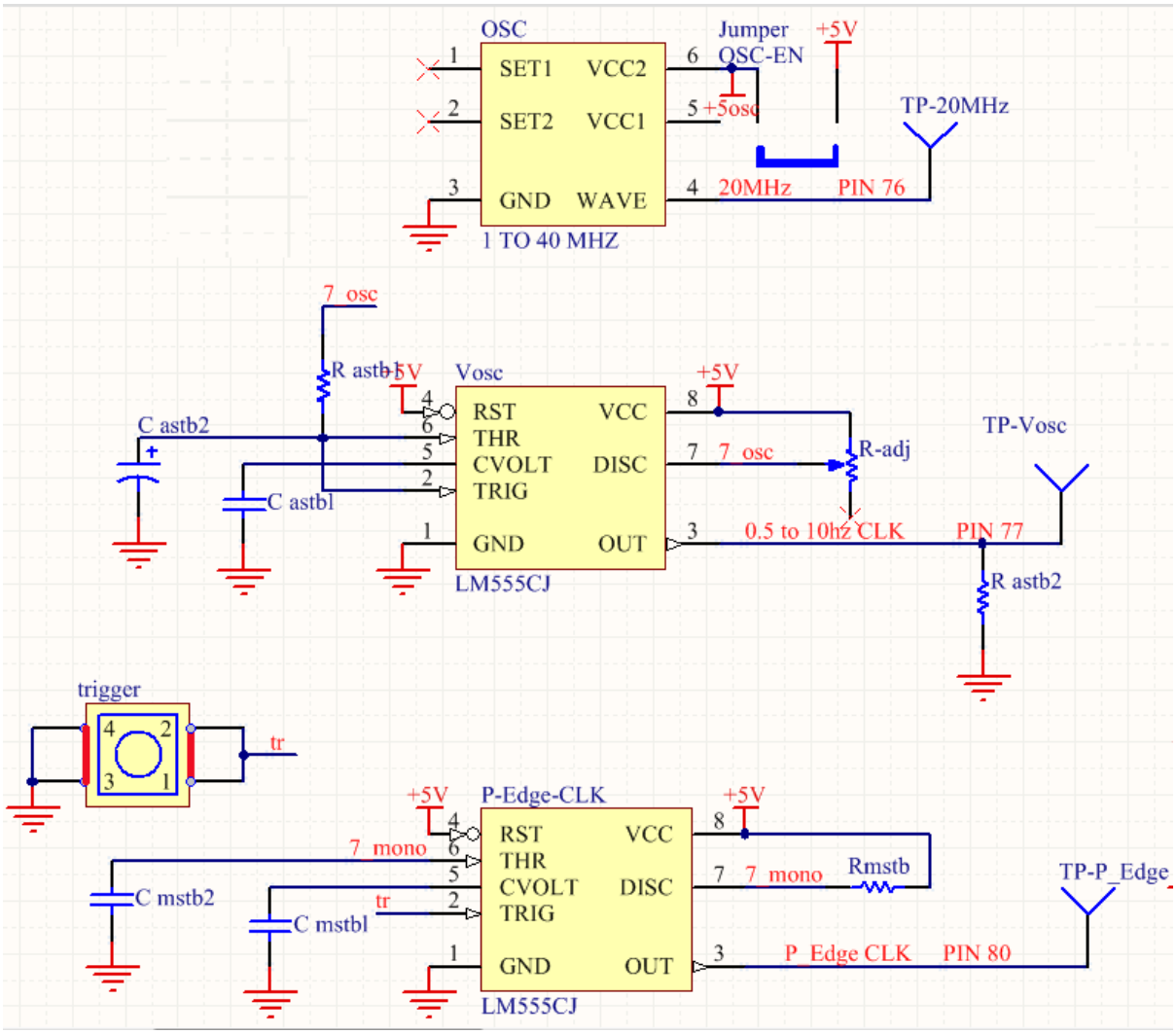


بخش کلاک:

جهت دادن کلاک به تراشه، از سه مدل مختلف کلاک استفاده شده:

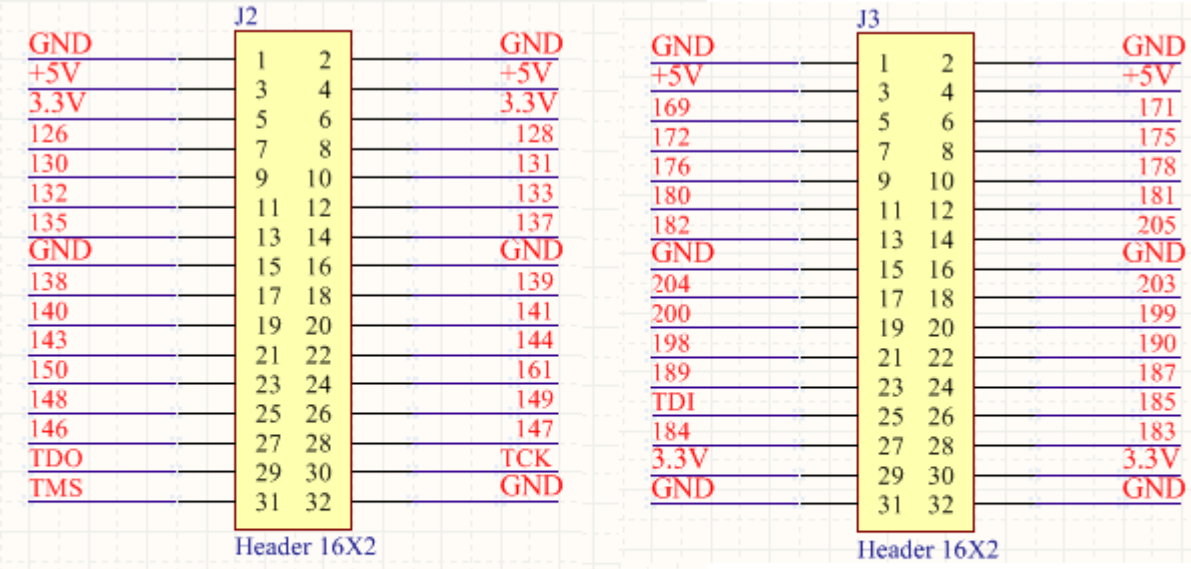
کلاک پالسی و کلاک متغیر ۱ تا ۱۰ هرتز و اسیلاتور ۴۰ مگاهرتز بر روی برد

کلاک پالسی



بخش Daughter Board (Slot Card):

برای اتصال یک برد پردازنده خارجی به برد اصلی(DSP, ARM,...) دو کانکتور ۳۲ پایه در نظر گرفته شده که تغذیه ۵ ولت و ۳/۳ ولت و همچنین پایه های JTAG تراشه به آن وارد شده است.



Daughter Board

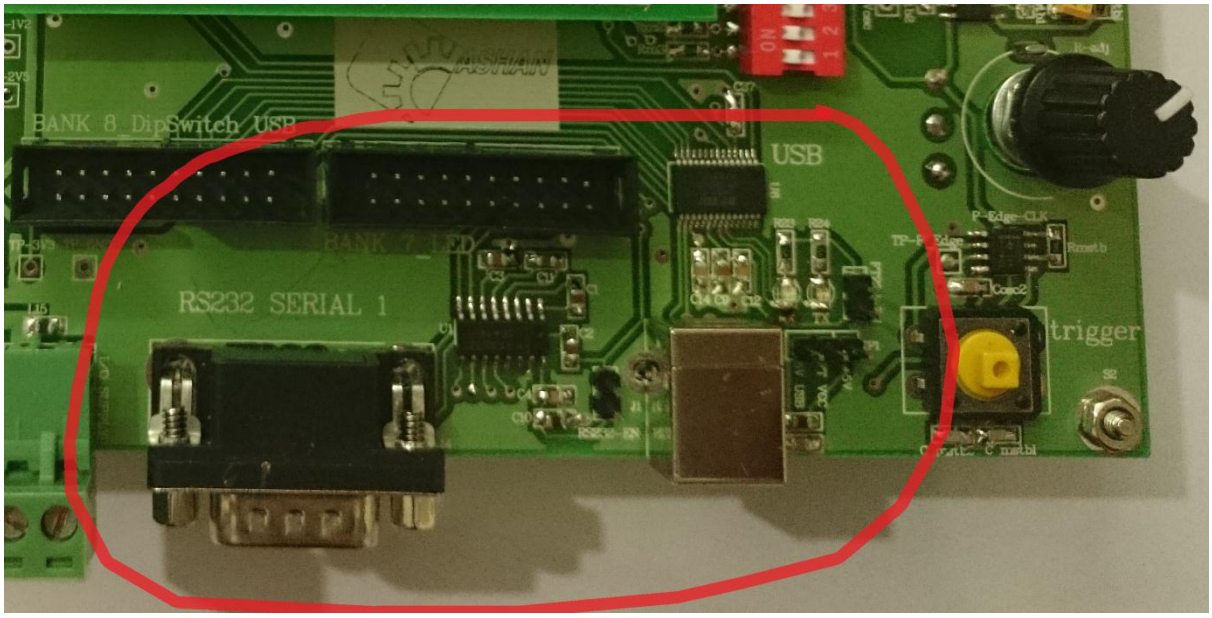
بخش IO ها(ورودی خروجی ها) :

بخش پورت USB و پورت سریال (RS232)

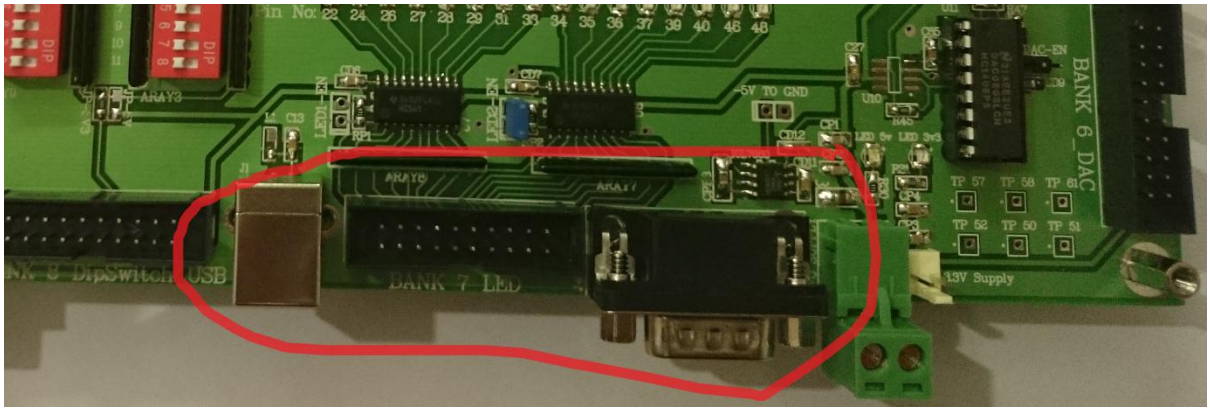
در این بخش USBو سیریال RS232 به تراشه وصل می شوند.

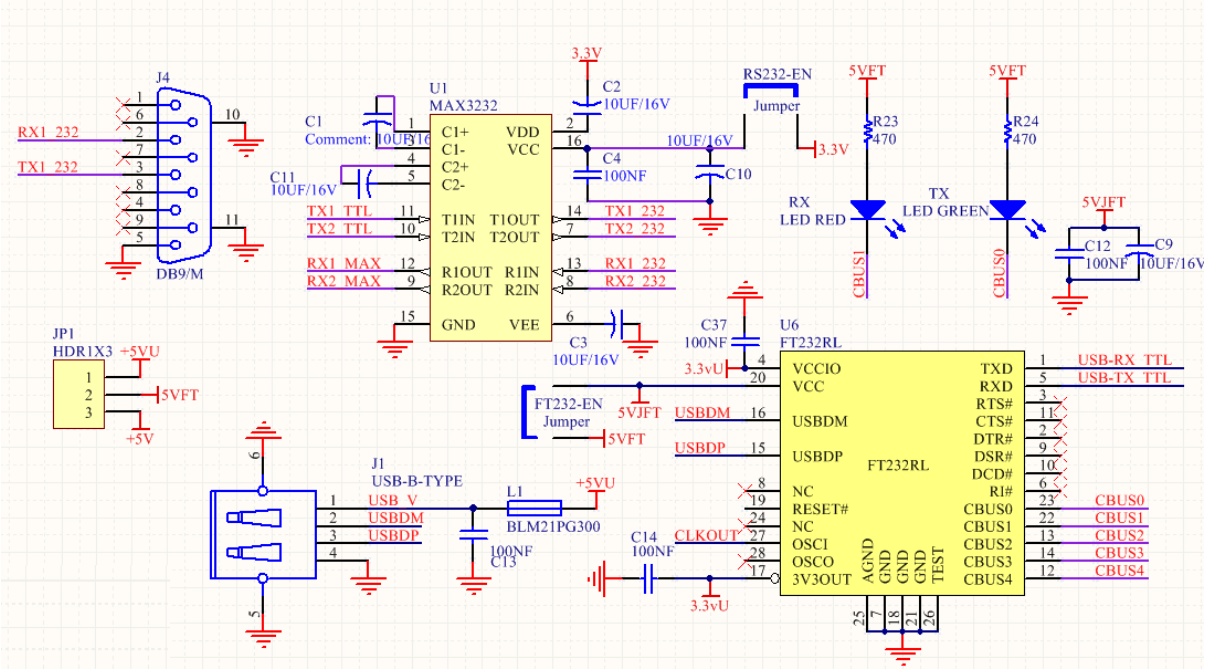
همچنین یک سریال ۲۳۲ جدا به برد IO رفته است. پس دو عدد سریال ۲۳۲ داریم. ولی همان USB به برد IO وارد شده یعنی علی رقم داشتن دو عدد سوکت USB هر دوی آنها به یک Ft232 وصل هستند. دقت داشته باشید جهت استفاده از این بخش، جامپر آن را متصل نمایید.

در برد اصلی:


BANK 8 DipSwitch USB
USB
RS232 SERIAL 1
trigger

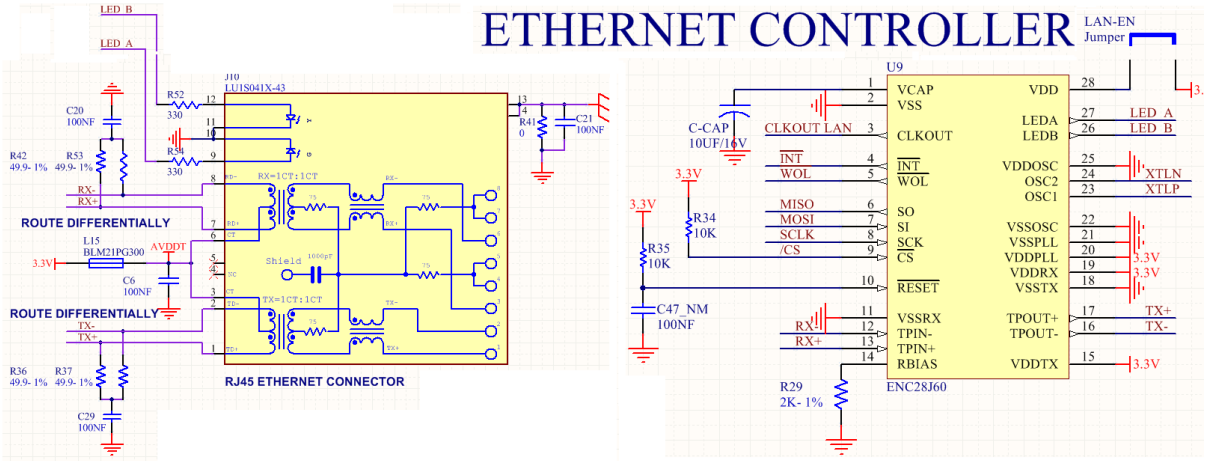
در برد IO :


BANK 6_DAC
BANK 7 LED
5V TO GND
3.3V Supply



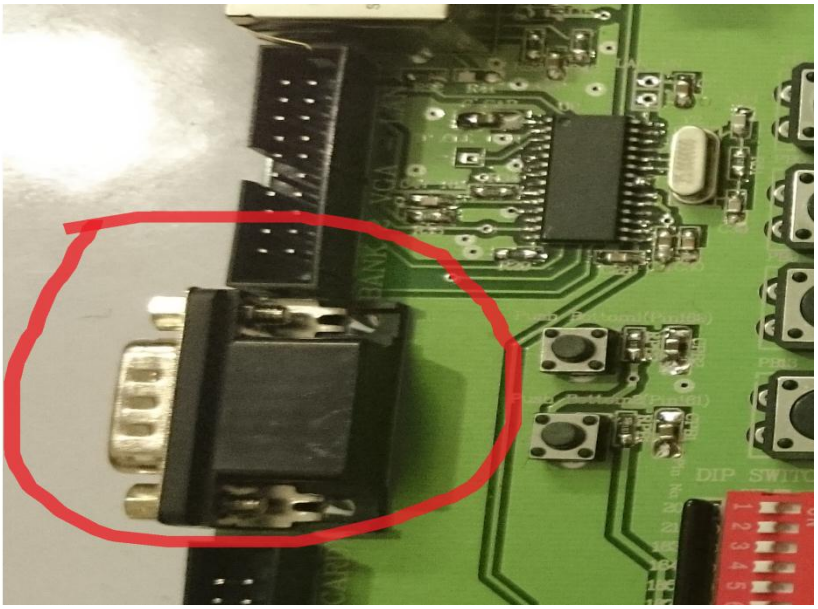
بخش پروتکل شبکه Ethernet 10base

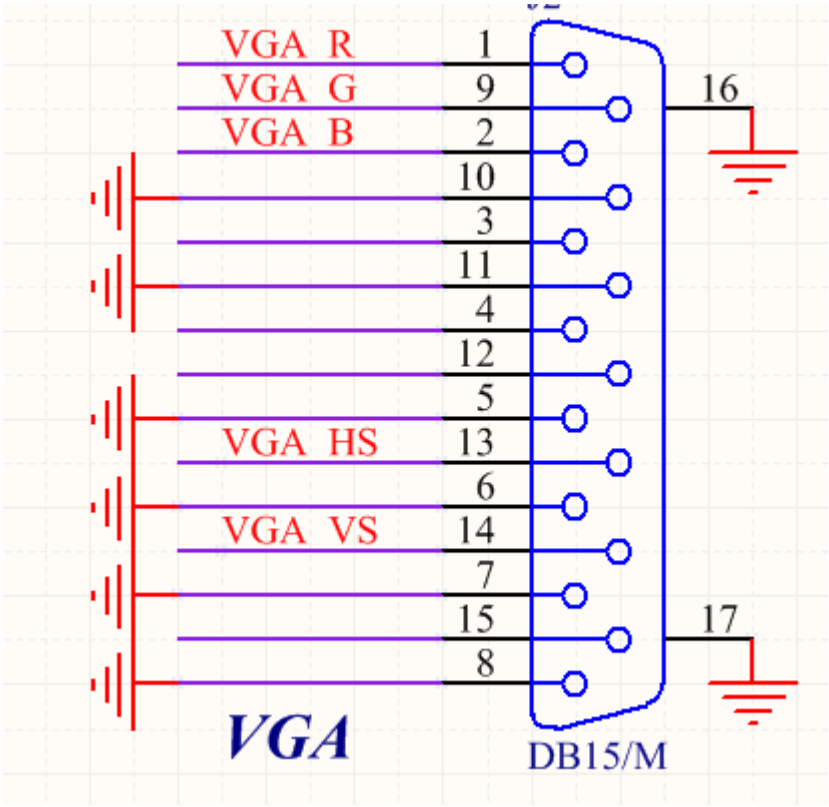
در این بخش کابل Ethernet LAN به تراشه وصل می شود. دقت داشته باشید جهت استفاده از این بخش، جامپر آن را متصل نمایید.



بخش پورت (VGA) خروجی مانیتور کامپیوتر

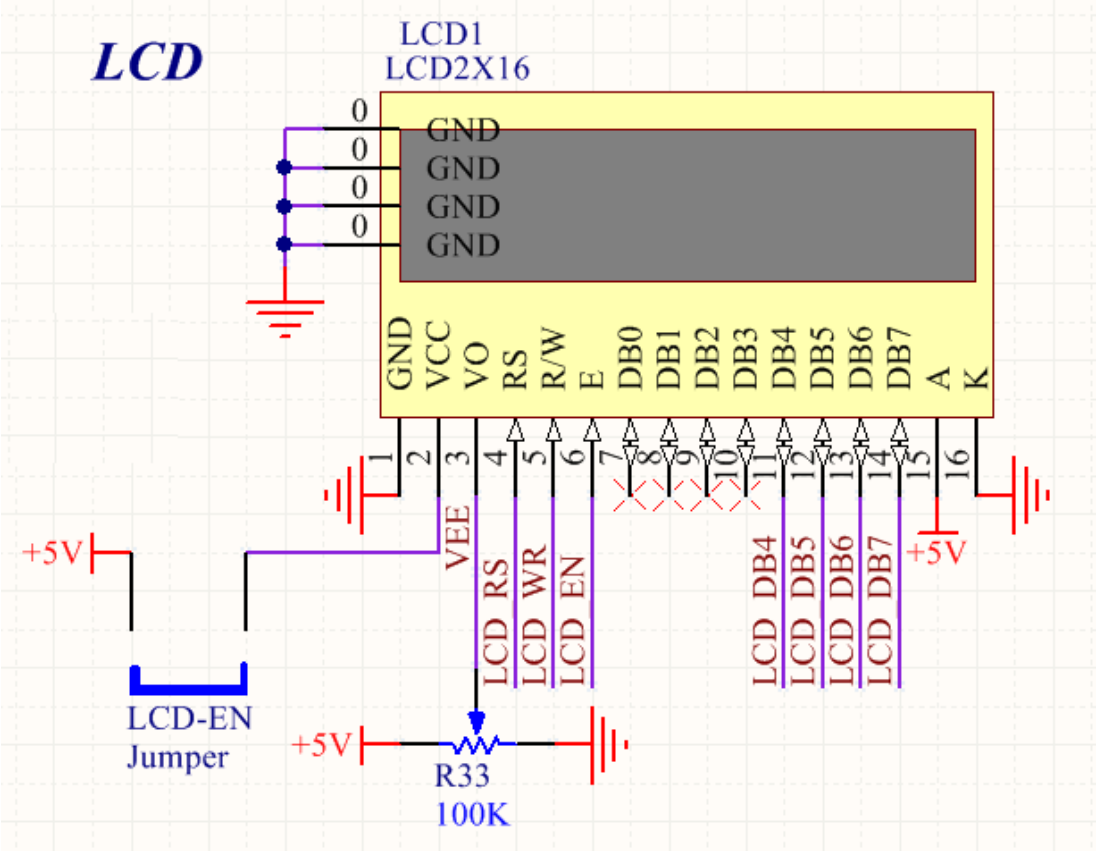
در این بخش پورت VGA و پایه های آن از تراشه به برد اصلی متصل شده است. دقت داشته باشید جهت استفاده از این بخش، جامپر آن را متصل نمایید.





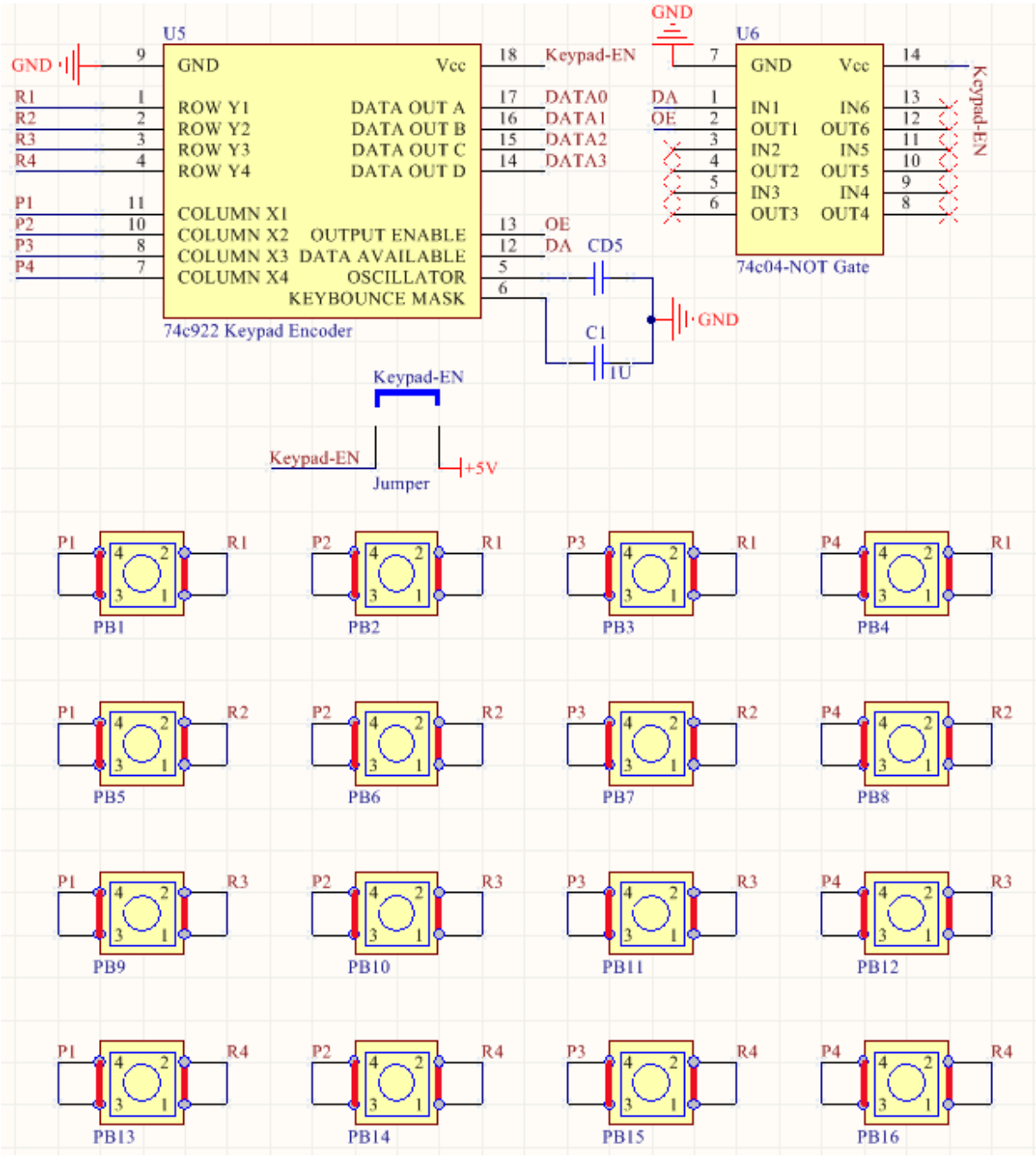
بخش نمایشگر LCD کاراکتری ۱۶*۲

در این بخش یک LCDکاراکتری ۱۶*۲ به برد اصلی متصل شده است. دقت داشته باشید جهت استفاده از این بخش، جامپر آن را متصل نمایید.



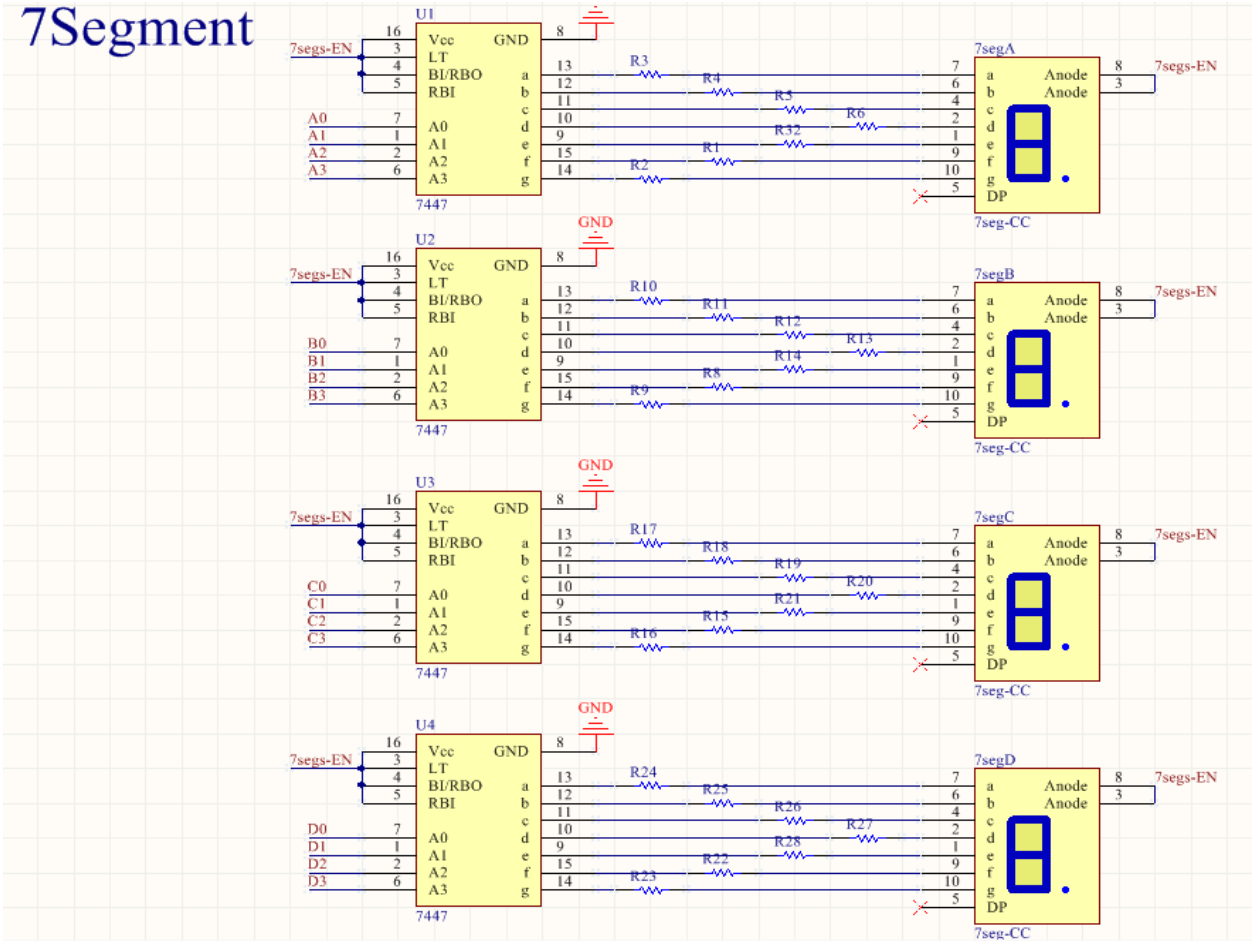
بخش صفحه کلید ۴*۴

در این بخش یک صفحه کلید ۴*۴ به برد اصلی متصل شده است. دقت داشته باشید جهت استفاده از این بخش، جامپر آن را متصل نمایید.



بخش چهار عدد نمایشگر 7Segment (۴ بیتی)

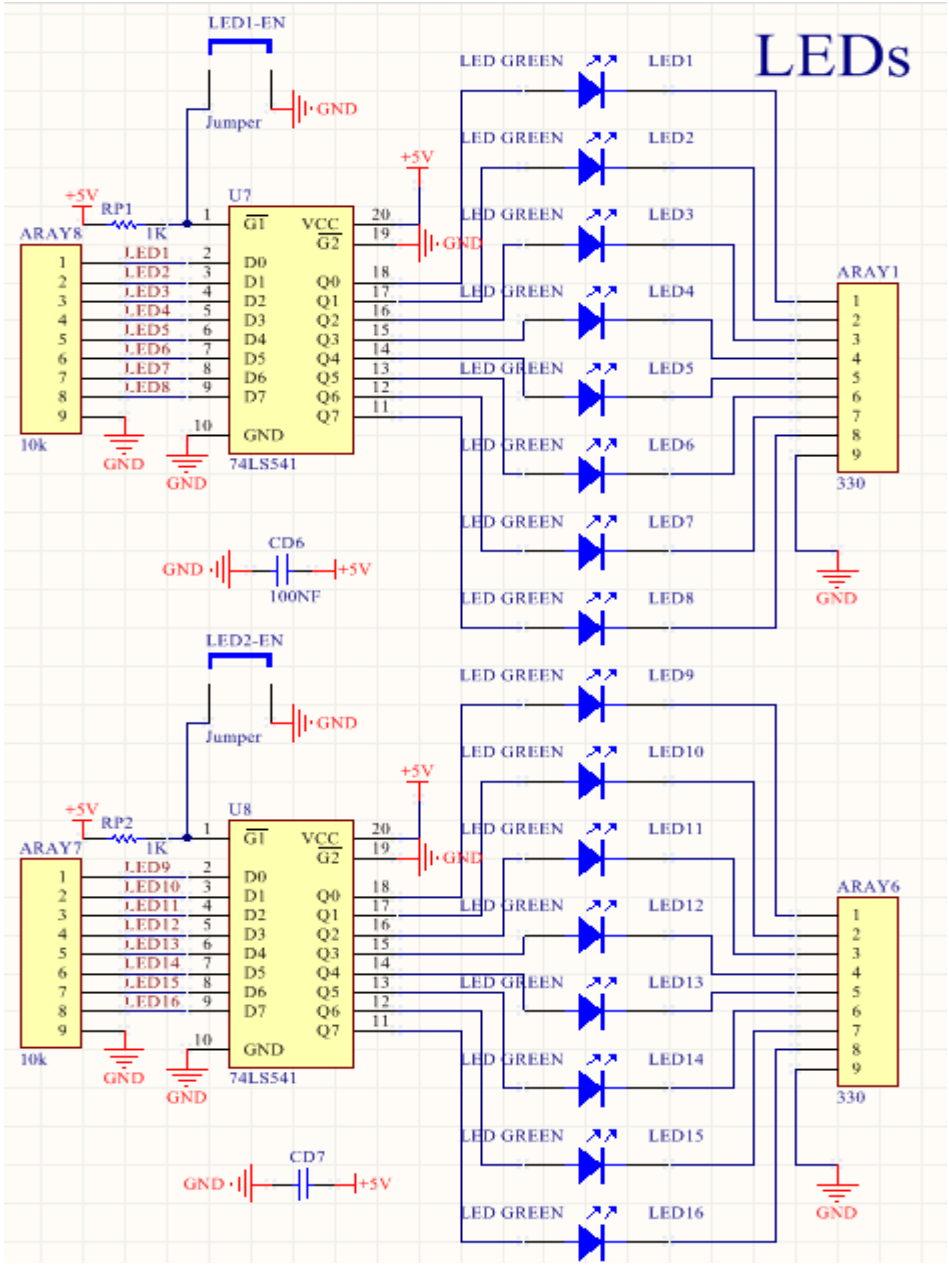
در این بخش چهار عدد نمایشگر 7Segment (۴ بیتی) ازمسیر چهار دیکدر 7447 به برد اصلی متصل شده است. دقت داشته باشید جهت استفاده از این بخش، جامپر آن را متصل نمایید.

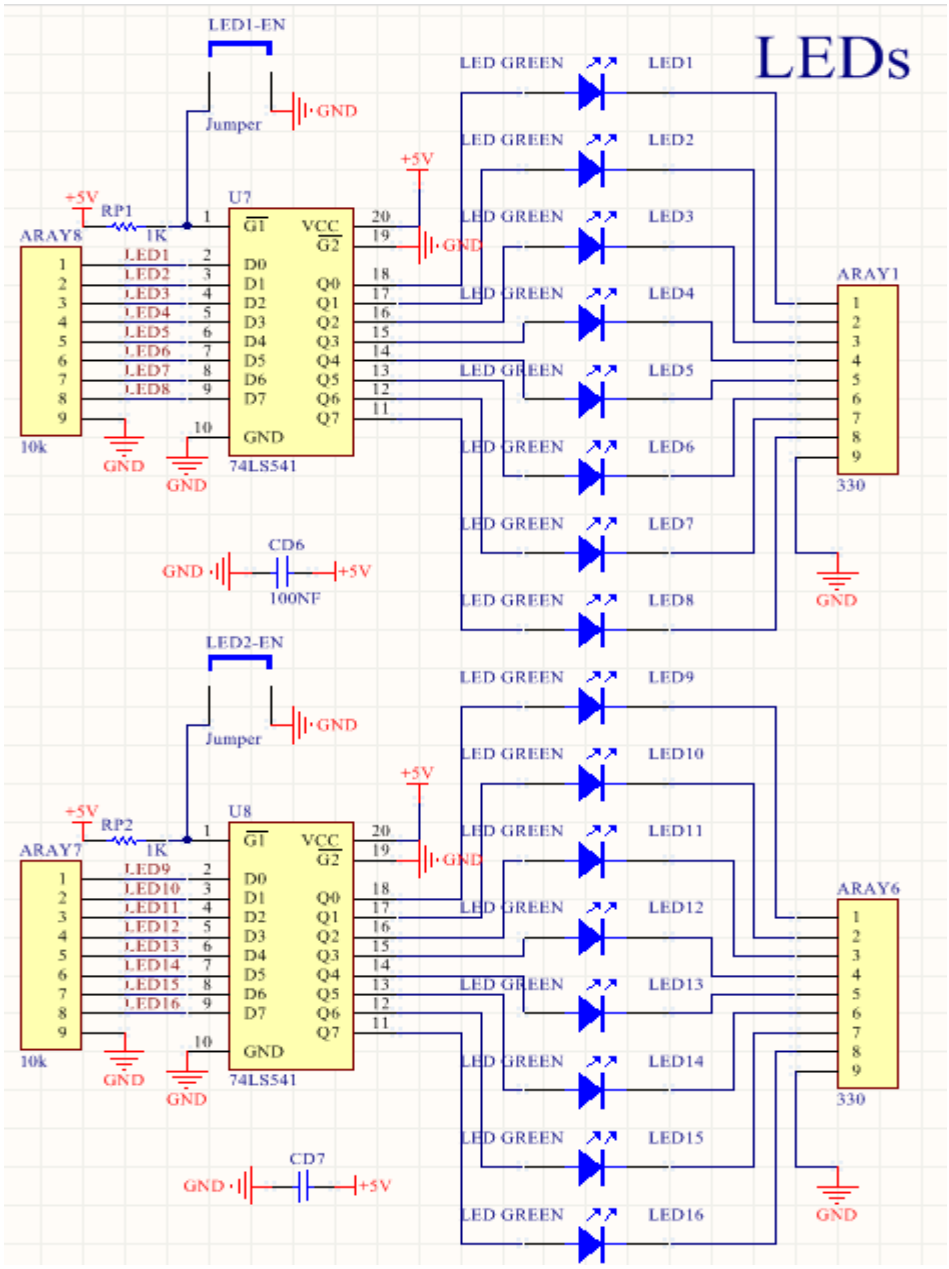


بخش شانزده عدد نمایشگر LED

در این بخش **شانزده عدد نمایشگر** LED ازمسیر دو آی سی 74541 به برد اصلی متصل شده است.

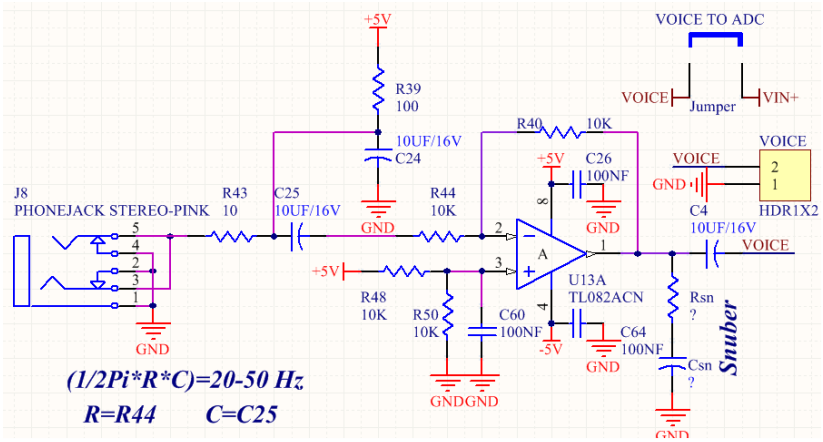
دقت داشته باشید جهت استفاده از این بخش، جامپر آن را متصل نمایید.

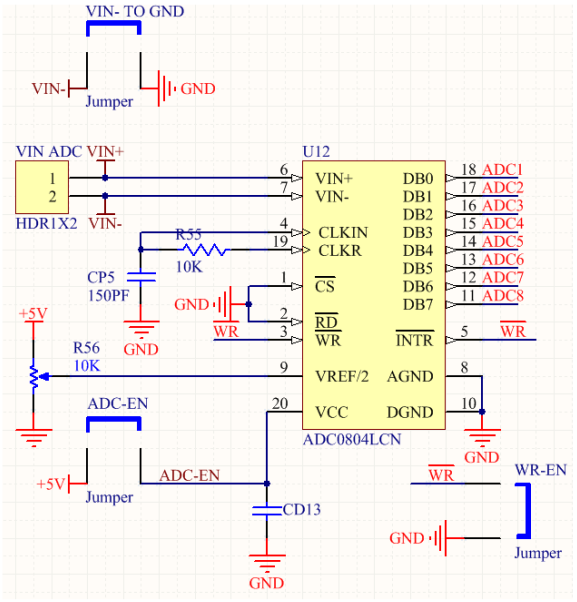




بخش مبدل آنالوگ به دیجیتال (ADC) و بخش ورودی میکروفن

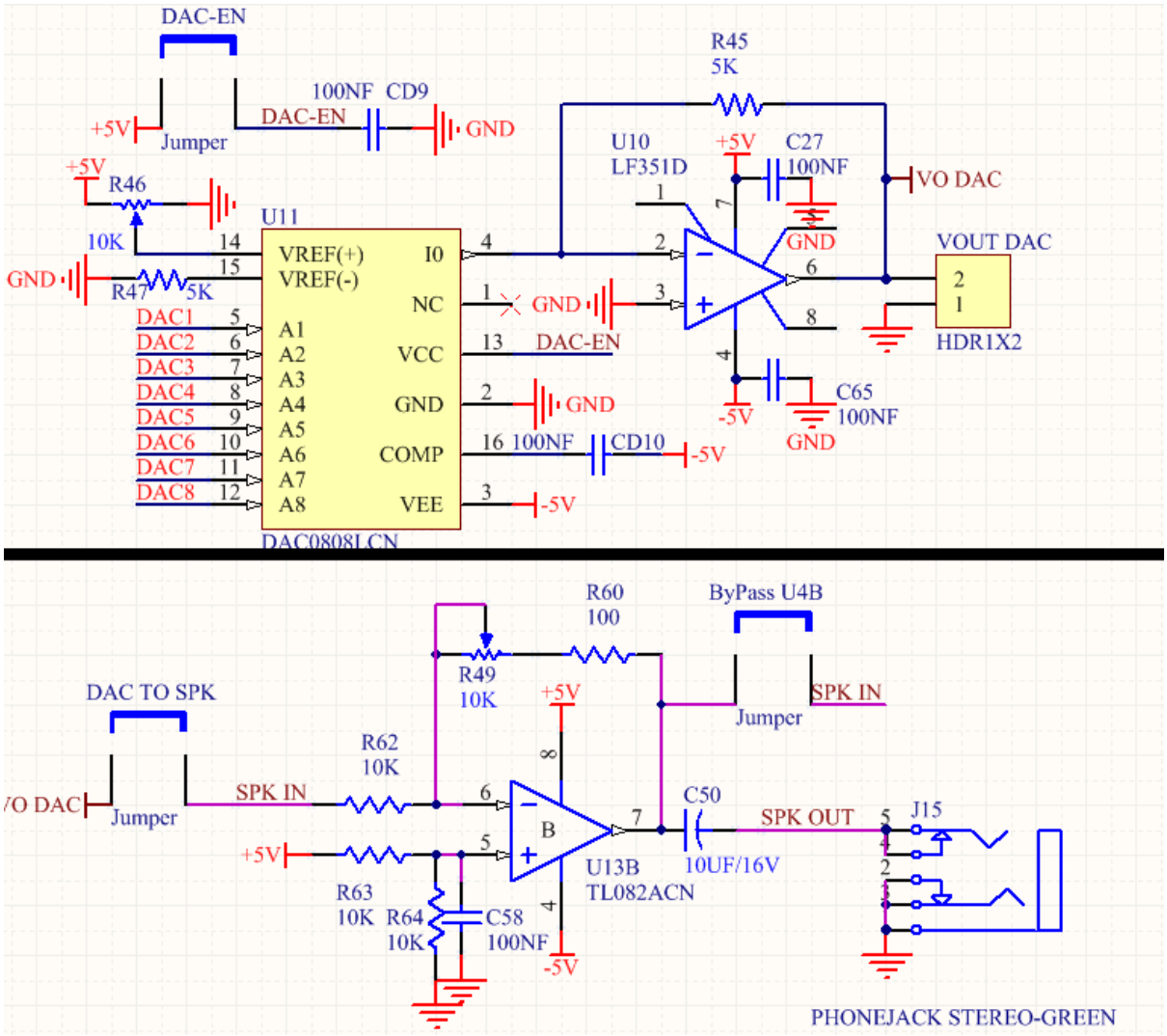
در این بخش یک مبدل آنالوگ به دیجیتال (ADC) ۸ بیتی به برد اصلی متصل شده است. همچنین با یک جامپر می توان میکروفن را به این ADC متصل کرد. دقت داشته باشید جهت استفاده از این بخش، جامپر خود ADC را متصل نمایید





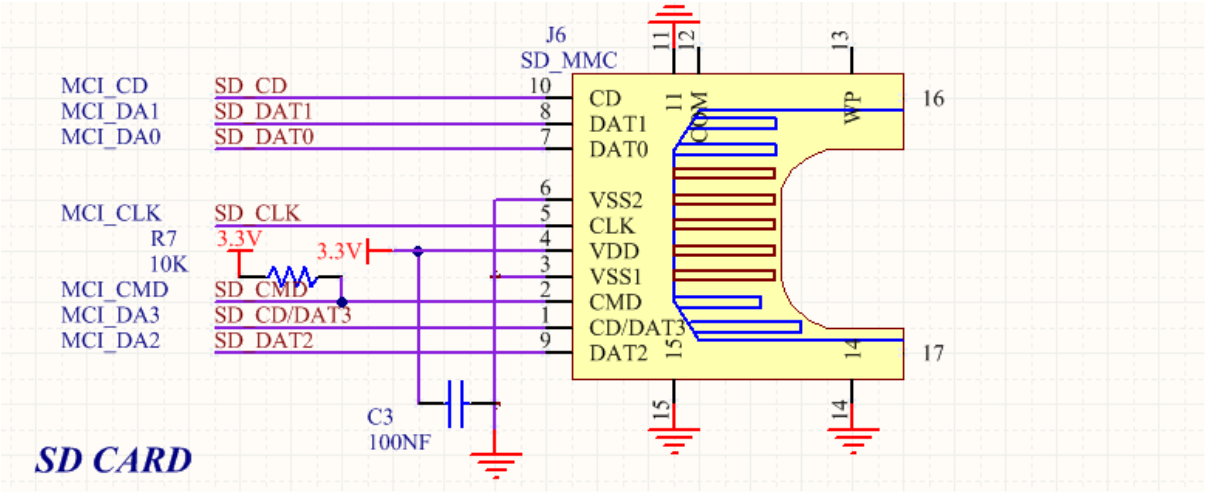
بخش مبدل دیجیتال به آنالوگ (DAC) و خروجی اسپیکر (voice)

در این بخش یک مبدل دیجیتال به آنالوگ (DAC) ۸ بیتی به برد اصلی متصل شده است. همچنین با یک جامپر می توان اسپیکر را به خروجی این DAC متصل کرد. دقت داشته باشید جهت استفاده از این بخش، جامپر خود DAC را متصل نمایید



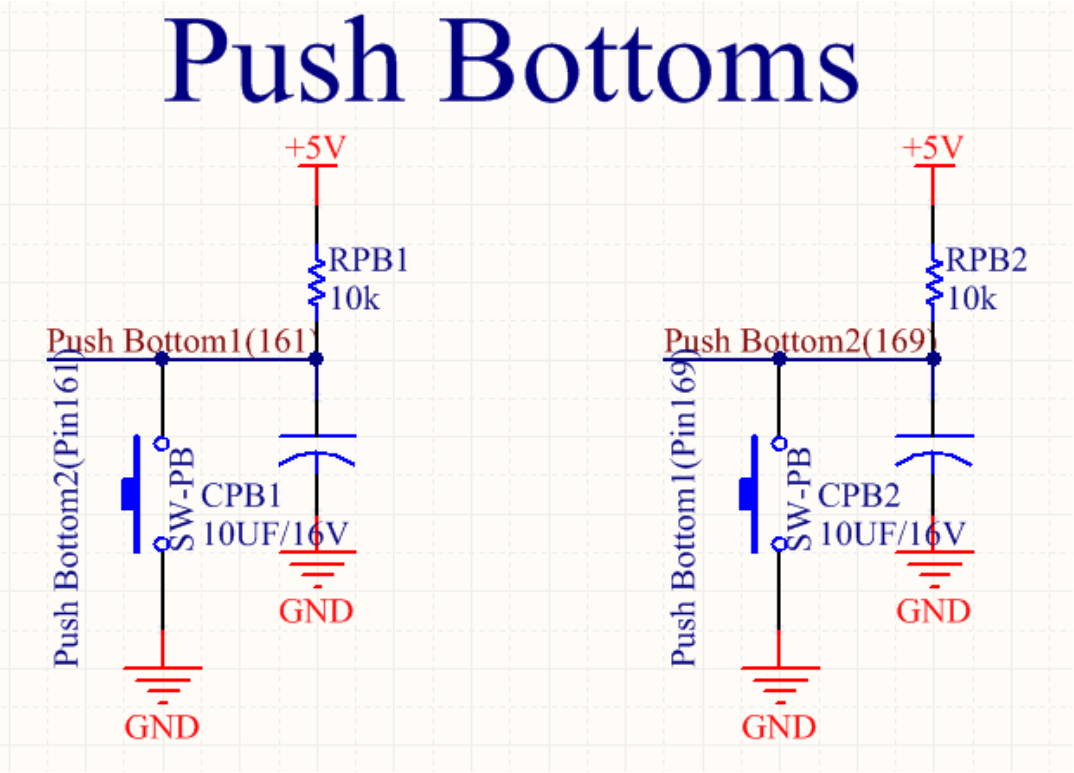
بخش سوکت حافظه MMC SD CARD

در این بخش یک **سوکت حافظه**MMC SD CARD به برد اصلی متصل شده است.



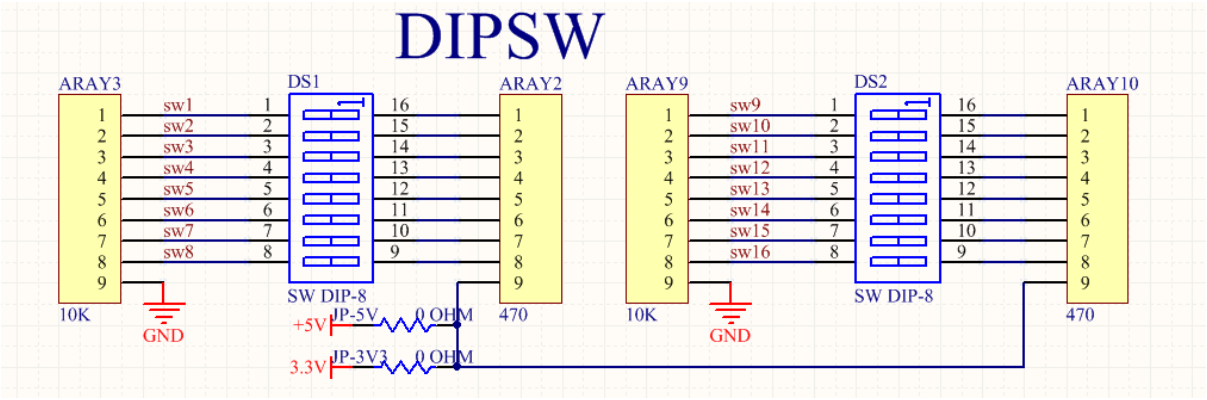
بخش دو عدد کلید فشاری PUSH BOTTON همه منظوره

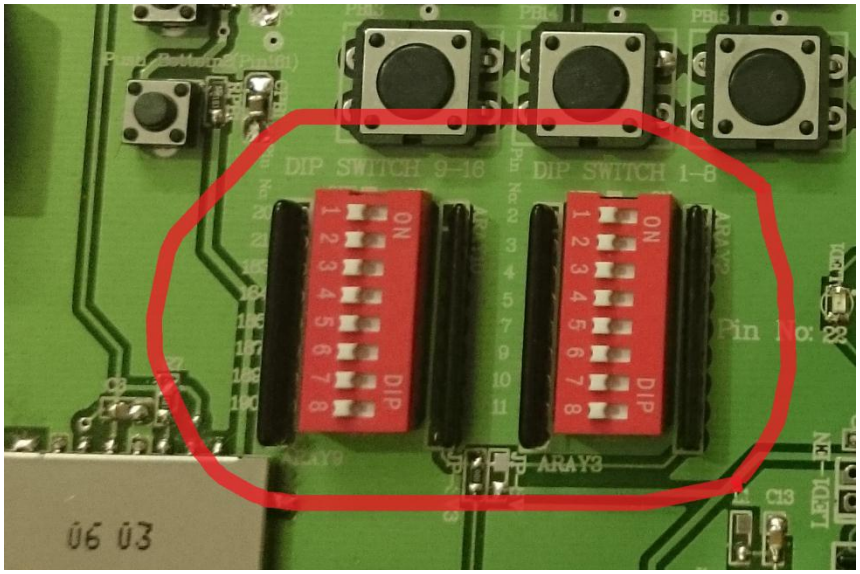
در این بخش دو عدد کلید فشاری PUSH BOTTON همه منظوره به برد اصلی متصل شده است.



بخش شانزده عدد دیپ سوییچ

در این بخش شانزده عدد دیپ سوییچ به برد اصلی متصل شده است.





بخش حالت انتخاب MODE :

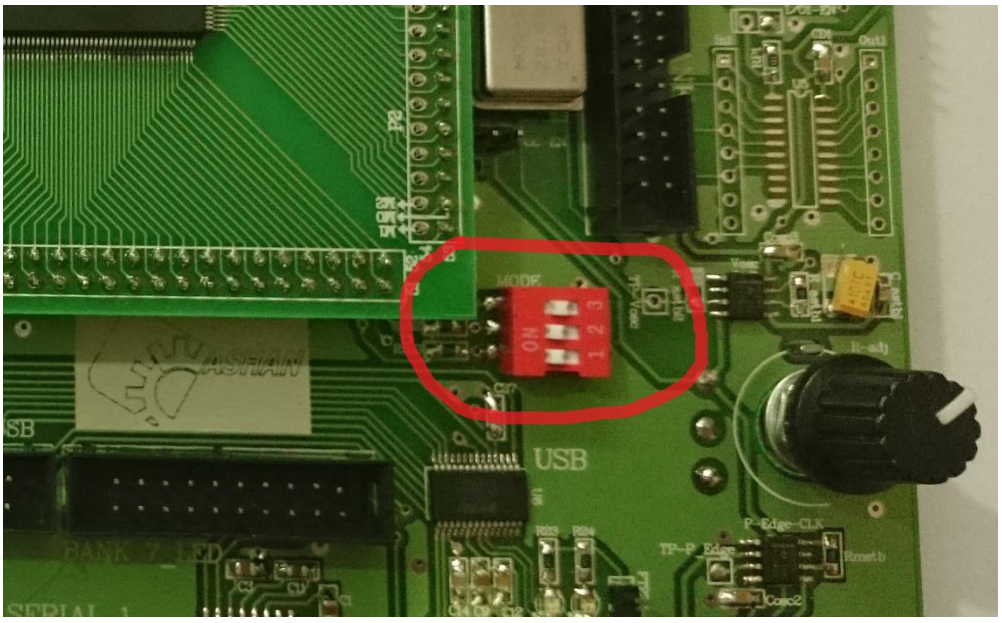
در این قسمت یکی از سه حالت Boundary Scan , Master Serial و Slave Serial را جهت پروگرم کردن تراشه باید انتخاب کرد.

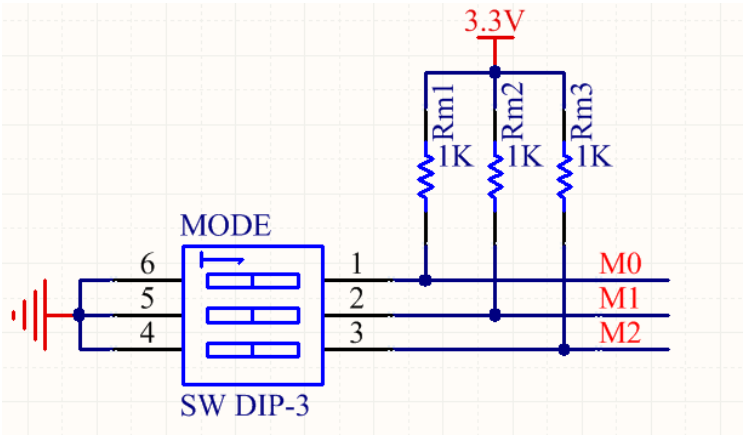
برای برنامه ریزی قبل از هر چیز باید مد برنامه ریزی را انتخاب کرد این کار توسط دیپ سوییچ ۳ تایی انجام می پذیرد، که در قسمت پایین سمت راست تراشه قرار دارد. برای استفاده از مد Boundary Scan باید هر سه دکمه در وضعیت قطع M2M1M0=000 قرار گیرد.

در مد برنامه ریزی Master Serial (M2M1M0=010) FPGA برنامه ریزی اش را از EEPROM می خواند .در این حالت در با قطع برق و یا با ریست کردن FPGA برنامه FPGA به صورت خودکار از EEPROM بازیابی می شود.

برای استفاده از شبیه سازEEPROM مدFPGA درSlave Serial (M2M1M0=111) قرار می گیرد .
کار با این روش مشابه کار باBoundary Scan خواهد بود.

دقت کنید که برای انتخاب هر حالت باید جامپرهای مخصوص به آن حالت را درست جایگذاری کنید که در هر بخش جداگانه توضیح داده شده است.



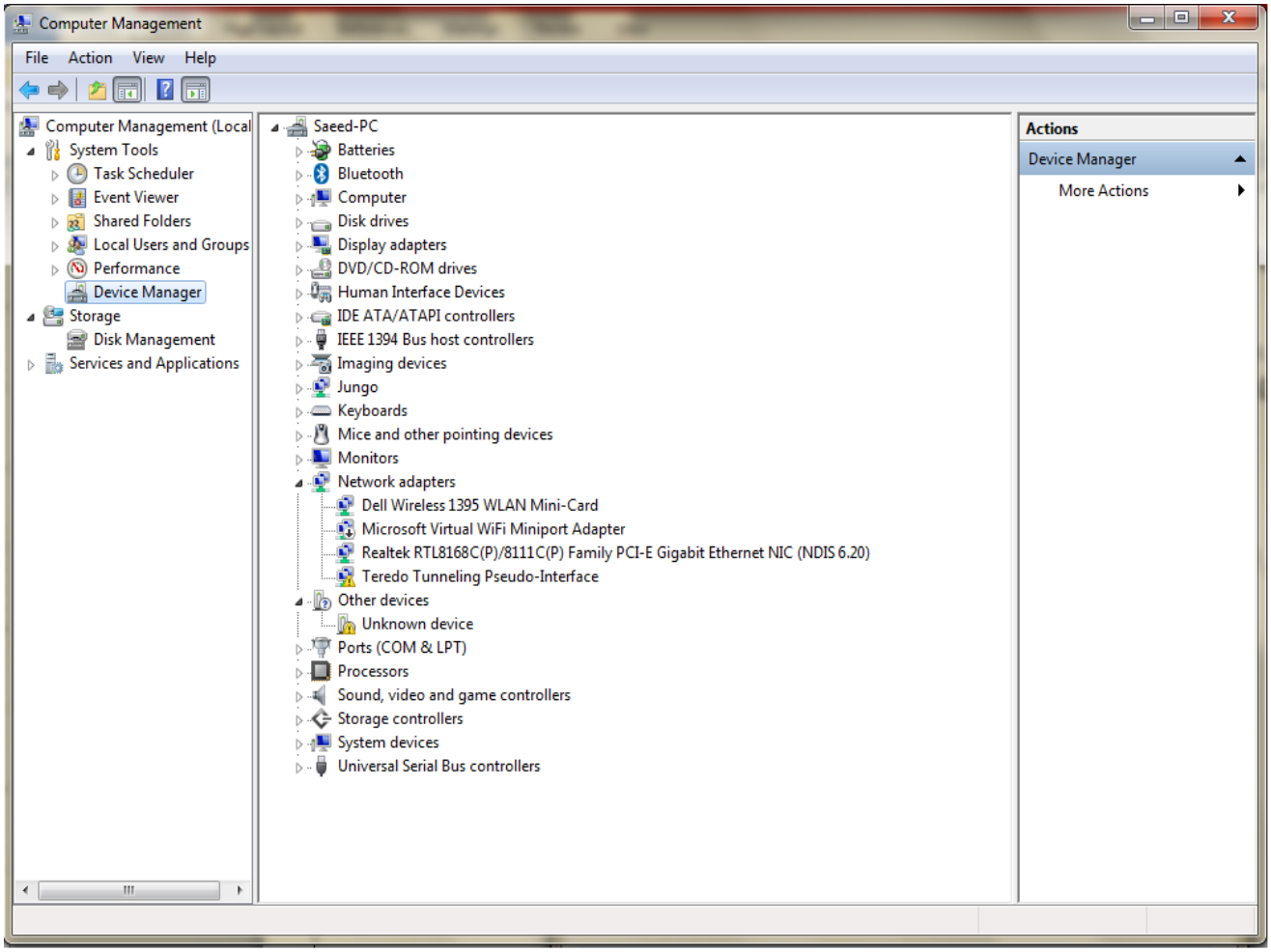


پروگرمر EEPROM EMULATOR SERIAL

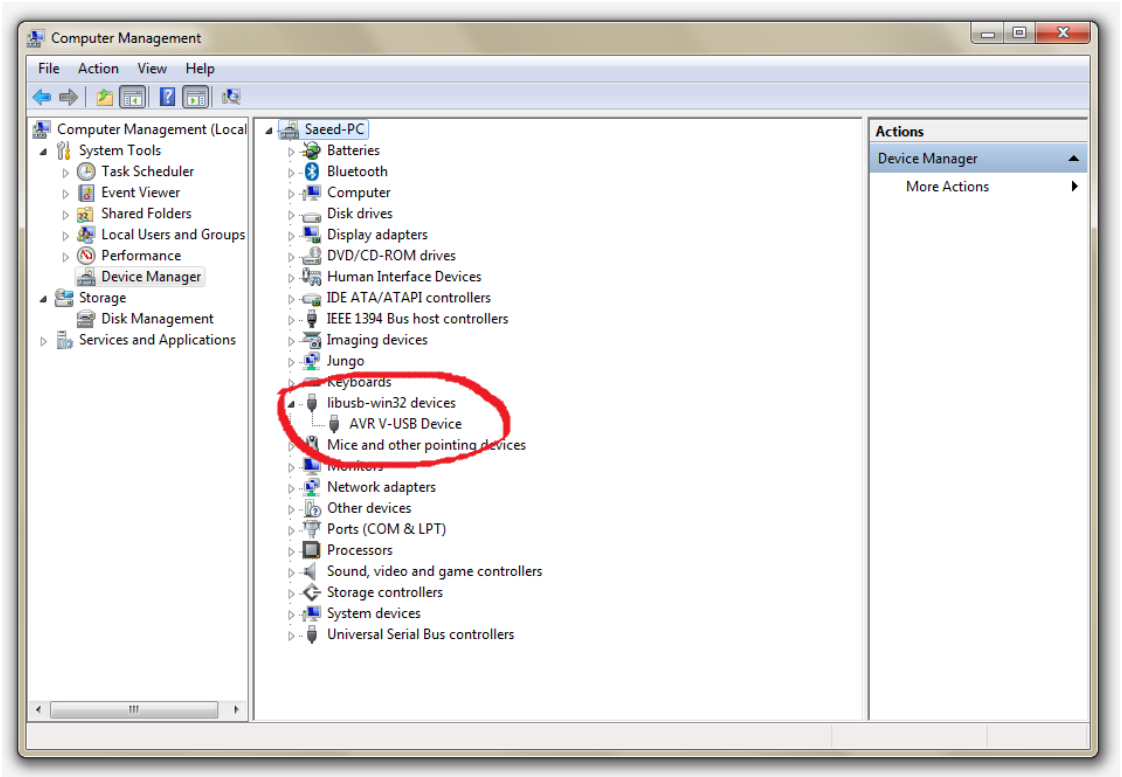
جهت پروگرام کردن برد به دو روش EEPROM EMULATOR(SERIAL) و JTAG می توان این کار را انجام داد.

برای روش EEPROM EMULATOR(SERIAL) کافی است این پروگرمر را که بر روی برد است، راه اندازی کنید. برای این کار، ابتدا کابل USB را از برد پروگرمر به پورت USB کامپیوتر وصل می‌کنیم.

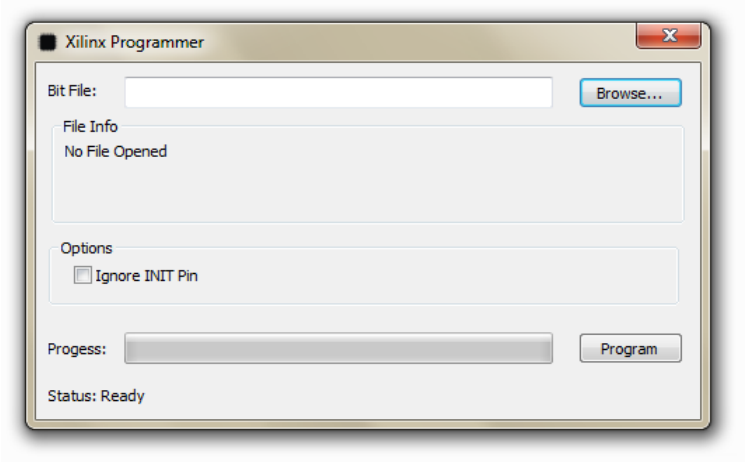
سپس به قسمت COMPUTER MANAGE جهت درایور پروگرمر رفته:



سپس بر روی قسمت UNKNOWN DEVICES کلیک کرده و با دادن مسیر درایور آن که در سی دی نرم افزار است(به عنوان مثال G:\PROGRAMMER\driver) درایور آن را که lib usb-win32 است، نصب می کنیم.

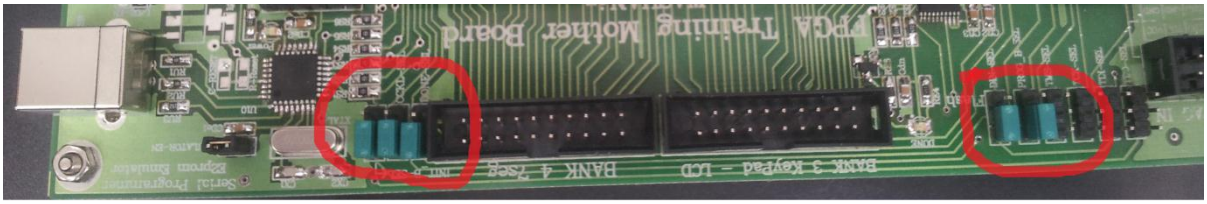


سپس با اجرای نرم افزارXILLINX Programmer صفحه ای به شکل زیر باز خواهد شد:

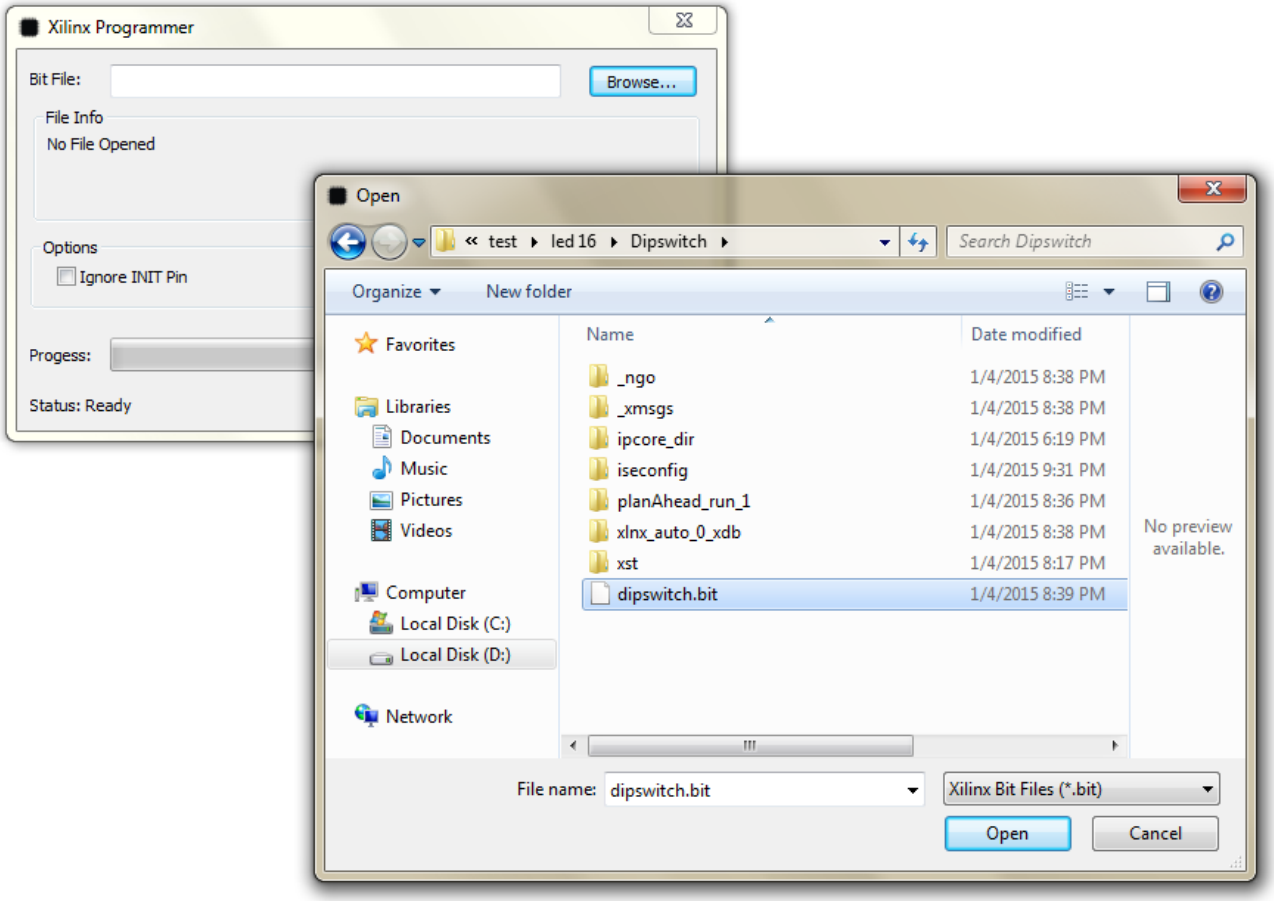


پس از اینکه نرم افزار را اجرا نمودید، و برد را روشن کردید، جامپر پروگرمر EEPROM EMULATOR(SERIAL) را مطابق شکل متصل کنید.

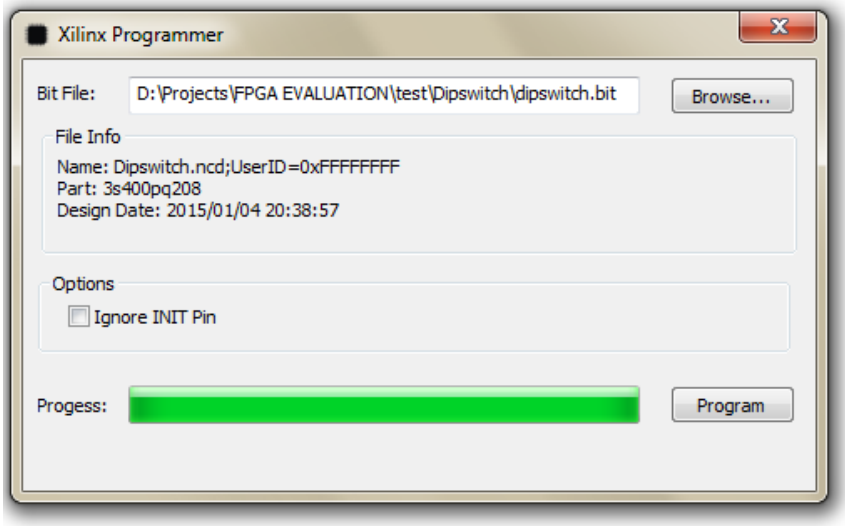
حال باید جامپر های مربوط به پین های سریال را به پروگرمر وصل کنید. برای این کار جامپرها را به حالت شکل زیر قرار دهید:



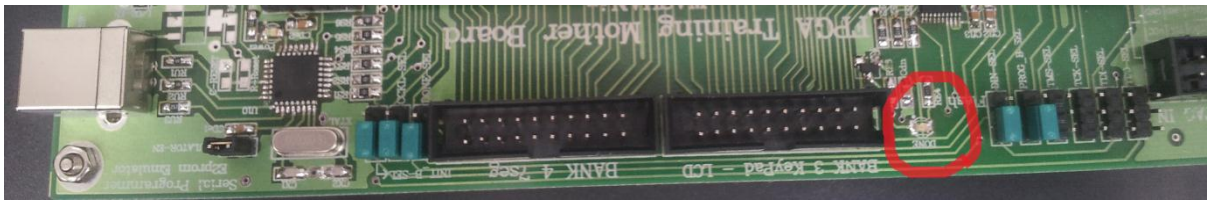
حال بعد از نوشتن کد VHDLخود ، در قسمت ...Brows نرم افزار، آدرس فلدر ذخیره کد خود را داده و از آن فایل *.bit را انتخاب می کنیم:



حال گزینه بر روی گزینه Program کلیک کنید تا برد خود را پروگرم کنید:

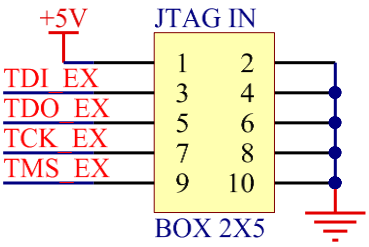


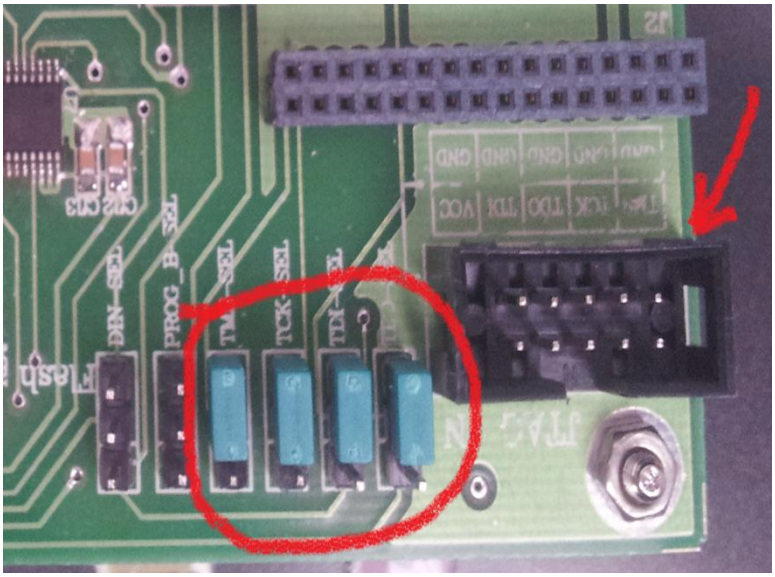
پس از پروگرم LED پین DONE پروگرمر مطابق شکل روشن می شود که نشان از پروگرم شده برد را دارد.



پروگرمر JTAG

جهت پروگرم برد از مسیر JTAG یک کانکتور IDC BOX 2X5 در نظر گرفته شده که شکل و ترتیب پایه های آن به همراه انتخاب جامپر، به صورت زیر است:





در این حالت حافظه فلش XCF04SVO20C از مسیر JTAG پروگرم شده و تراشه را پروگرم می کند.

شرایط ضمانت و خدمات پس از فروش و خروج از ضمانت :

این محصول گارانتی شش ماهه دارد و در صورت ضربه خوردن، شکستن، سوختن با حرارت و اتصال کوتاه خارجی کردن از گارانتی خارج می شود.

شرایط محیطی لازم برای نصب و راه اندازی و نگهداری:

این محصول در شرایط مختلف به غیر از دماهای بسیار بالا(۹۰ درجه به بالا) و محیط با الکترواستاتیک بالا، کار می کند.

تجهیزات و ملاحظات الکتریکالی:

این برد حاوی :

- برد اصلی
- برد IO
- کابل USB پرینتری
- کابل سریال
- آداپتور ۵ ولت
- CD حاوی نرم افزار و کدها

می باشد.

نحوه تحویل:پس از دریافت ۴۰ درصد مبلغ، به مدت چهار هفته تحویل داده می شود.