

بنام خدا

درس آزمایشگاه کارگاه مونتاژ

بخش سوم

Design Explorer 99 SE

Includes Service Pack 5



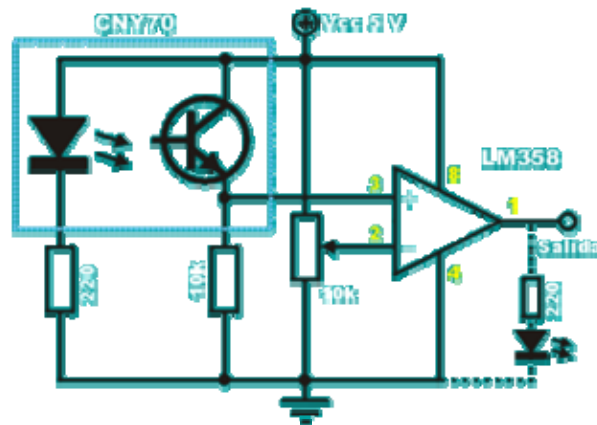
تابستان ۸۶

درس ۱

برای طراحی PCB از روی نقشه یک مدار توسط این نرم افزار باید چند مرحله رو به ترتیب انجام داد که هر مرحله وابسته به نتیجه مرحله قبل می باشد.

مثال:

بیاید در نظر بگیریم که نقشه مدار سنسورهای مسیریابی به صورت زیر در کامپیوتر یا روی یک تکه کاغذ داریم و می خواهیم فیبر مدار چاپی (که از این به بعد PCB گفته می شود) آن رو طراحی کنیم.

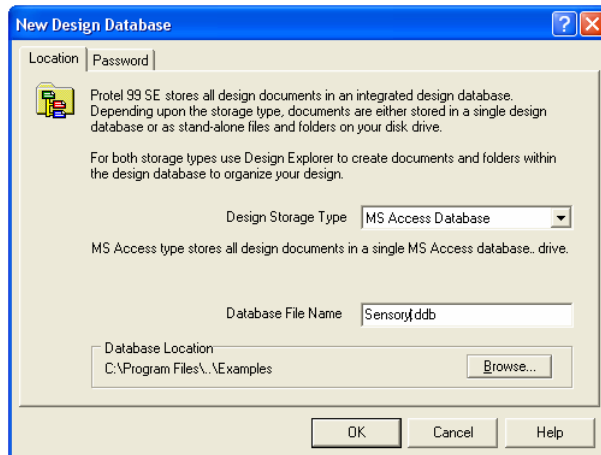


مدار سنسوری

برنامه پروتل رو اجرا کنید، پس از بارگذاری برنامه وارد محیط اصلی این نرم افزار می شوید.

از منوی File گزینه New رو انتخاب کنید تا پنجره "New Design Database" که مربوط به

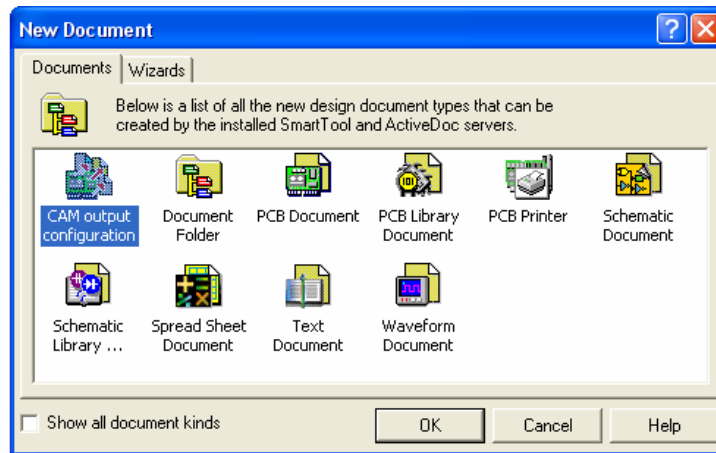
تنظیمات فایل اصلی پروژه جدید شماست، همانند شکل زیر باز بشه ...



باید بدونید که تمام فایل‌های جانبی یک پروژه در نرم افزار پروتل (که تعداد آنها معمولا زیاد هم هست) در یک فایل به صورت بانک اطلاعاتی و بطور پیشفرض Access ذخیره می شود. این پنجره هم مربوط به همین تنظیمات به همراه نام فایل و مسیر ذخیره آن هست که در صورت عدم اطلاع کافی می توانید حالت پیشفرض آنها رو تغییر ندهید

بعد از کلیک کردن دکمه OK پروژه جدید شما ساخته میشود و میزکار آن بصورت پنجره ای جدید شامل سه آیکون Documents, Recycle Bin, Design Team باز خواهد شد. آیکون Recycle Bin سطل آشغال پروژه و آیکون Design Team حاوی اطلاعات و وظایف اعضای گروه در صورت انجام پروژه گروهی هست که در اینجا برای ما اهمیت چندانی ندارند.

با کلیک بر روی زبانه Documents وارد این پوشه شوید. حالا در یک نقطه سفید راست کلیک کرده و گزینه New را انتخاب کنید تا پنجره New Document همانند شکل فوق ظاهر شود.



از پنجره فوق گزینه Schematic Document را انتخاب کنید و OK را فشار دهید. با این کار یک سند جدید از نوع شماتیک به پوشه داکيومنت اضافه می شود. نام سند را برای نمونه به "sensor.sch" تغییر بدید.

نکته: اولین مرحله برای طراحی PCB یک مدار، طراحی شماتیک آن توسط این نرم افزار می باشد. با دوبار کلیک روی سند شماتیک ایجاد شده، وارد محیط کار طراحی شماتیک مدار می شوید. این محیط طراحی درون سربرگ (زبانه یا Tab) جدیدی روی همان پنجره میزکار همانند شکل ظاهر خواهد شد. اما نکته مهم پدیدار شدن نوارابزار جدید در سمت چپ این محیط می باشد! این پنجره نوارابزار (Design Manager) شامل دو قسمت می باشد: ۱- لیست قطعات الکترونیکی - به صورت شماتیک- و تصویر شماتیکی آنها (قسمت ۲) در پایین و ۲- قسمتی برای اضافه کردن کتابخانه های حاوی اطلاعات این قطعات (قسمت ۱).

در ادامه خواهیم دید که شماتیک هر کدام از این قطعات (مثل خازن، مقاومت و...) همراه اطلاعاتی همچون شکل پایه ها، تعداد پایه ها و... می باشد، هر گروه از این قطعات که ارتباطی بهم دارند درون کتابخانه های مجزا نگهداری می شوند .

در حالت پیشفرض کتابخانه "Miscellaneous Devises.lib" که حاوی قطعات ابتدایی الکترونیکی (مثل خازن، ترانزیستور، آپ امپ و...) می باشد، در لیست کتابخانه ها انتخاب شده و لیست قطعات موجود در آن در قسمت پایین آن دیده می شود .

برای قرار دادن هر کدام از این قطعات روی صفحه طراحی باید اول آنها را از لیست انتخاب کنید و سپس دکمه **Place** را فشار دهید، آنگاه مکانما بشکل قطعه مورد نظر درمی آید که با کلیک روی هر قسمت محیط طراحی قطعه در آنجا قرار می گیرد.

درس ۲)

در درس قبل یک پروژه جدید باز کردیم و بعد از وارد شدن به مرحله طراحی شماتیک مدار، رسیدیم به جایی که باید قطعات مورد نیازمون رو روی صفحه طراحی قرار دهیم. خوب طبق نقشه مدار سنسورها که آن رو در درس قبلی برای دومین بار نشون دادم، برای طراحی شماتیکش این مدار ما به یک پتانسیومتر، دو عدد مقاومت، یک پک سنسور و یک آیسی آپ امپ LM358 استفاده خواهیم کرد:

نکته ۱: در محیط طراحی با فشار دادن کلید Page Up & Page Down می توانید زوم-این یا زوم-اوت کنید. البته این کار را از طریق منوها هم میتونید انجام بدید که به دلیل استفاده زیاد و سرعت بالا همین روش پیشنهاد میشه.

نکته ۲: قبل از قرار دادن قطعه روی صفحه می تونید با فشار دادن کلید Space-bar شماتیک قطعه رو هربار ۹۰ درجه بچرخونید. برای انجام همین کار بعد از قرار دادن قطعه روی صفحه باید روی قطعه کلیک کنید و همزمان با نگه داشتن کلید چپ ماوس Space-Bar رو فشار بدید.

از لیست قطعات -پنجره سمت چپ پایین "CON3" -را که مربوط به کانکتور ۳ پایه می باشد انتخاب کنید و بعد از فشردن دگمه Place یک عدد از آن روی صفحه طراحی قرار دهید. از لیست قطعات "RES1" مربوط که به مقاومت است انتخاب کنید و دوتا از این قطعه نیز روی صفحه قرار دهید.

یک عدد پتانسیومتر که معادل آن در لیست "POT1" می باشد نیز، روی صفحه قرار دهید. طبق روش گفته شده می توانید قطعه را به شکل دلخواه بچرخانید.

حالا یک عدد پک فرستنده و گیرنده سنسور که نام معادل آن در لیست OPTOISO1 می باشد روی صفحه قرار دهید.

در آخر نوبت به آپ امپ میرسد که نام معادل آن در لیست همان "OPAMP" می باشد.

در این مدار ورودی های ما تنها دوسر منفی و مثبت یک منبع ۵ ولتی هستند و خروجی ما هم تنها یکی می باشد که خروجی تولید شده توسط آپ می باشد. بنابراین ما از ۲ پایه کانکتور برای ورودی ها و یکی برای خروجی مان استفاده می کنیم.

یک جعبه ابزار دیگر در سمت راست محیط وجود دارد که حاوی دگمه هایی برای رسم اتصالات، اشکال و سایر ترسیمات غیر الکترونیکی می باشد .

از این جعبه ابزار دگمه "Power Port" را انتخاب کنید (در شکل با ۲ مشخص شده) و

قبل از قرار دادن آن روی صفحه دگمه TAB را فشار دهید. با این کار پنجره جدیدی که حاوی اطلاعات قطعه می باشد همانند شکل باز می شود. یکبار Net را برابر VCC و

Style را برابر Bar قرار دهید و بعد از تایید دو عدد از این قطعه روی صفحه قرار دهید

و بار دیگر TAB را فشار دهید و مقدار Net و

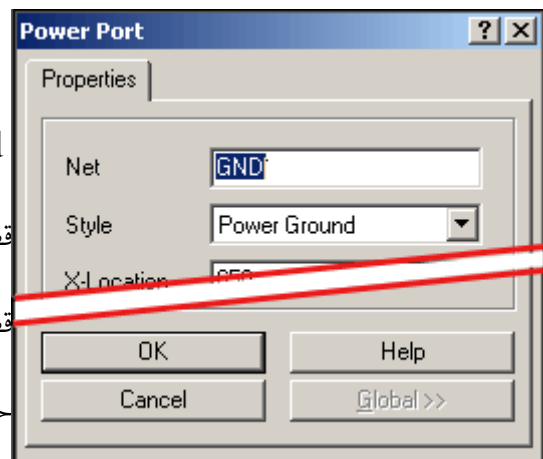
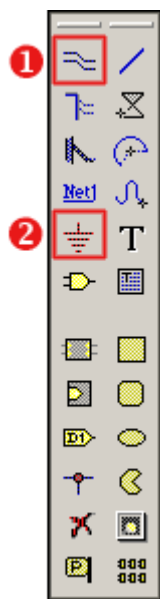
Style را به ترتیب به GND و Power

Ground تغییر دهید و بعد از تایید دو عدد از این

قطعه نیز در صفحه قرار دهید. نحوه قرار گیری این

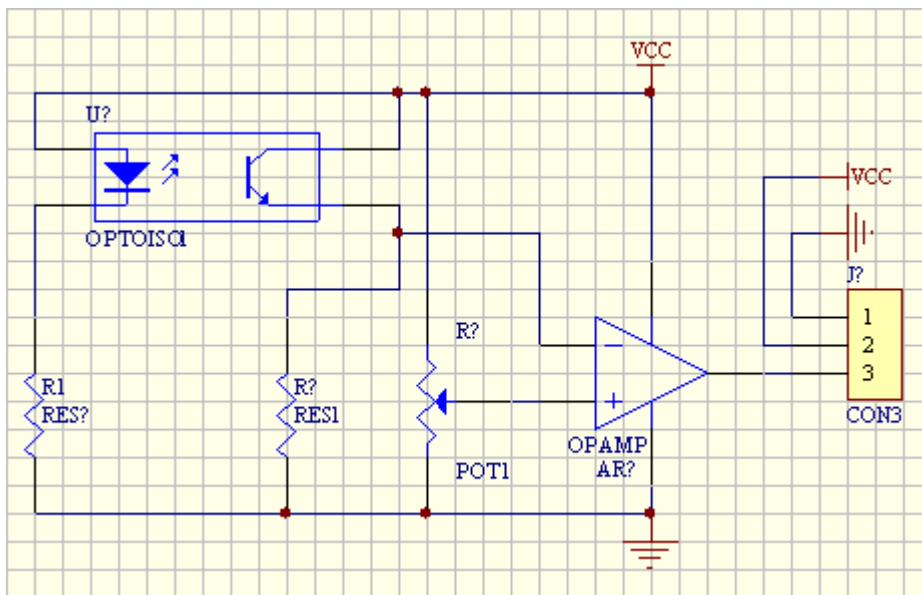
قطعات را همانند شکل تغییر دهید.


حالا با استفاده از چرخاندن و جا بجا کردن قطعات شکل قرار



گیری آنها را به صورتی منظم تر در آورید تا قطعاتی که باید به هم اتصال داده شوند نزدیک هم قرار گیرند. در اینجا می توانید از تصویر نمونه کمک بگیرید ولی در مدارهای دلخواه خودتان اینکار بسته به سلیقه شما و بر عهده خودتان است.

دگمه "Wire" که برای رسم اتصالات می باشد (در شکل با ۱ مشخص شده) انتخاب نمایید و سرهای قطعات را همانطور که در نقشه مدارتان دارید، به هم متصل کنید در اینجا می توانید از تصویر کمک بگیرید ولی در سایر مدارات این کار نیز بر اساس طرح مدار خودتان و با دخالت سلیقه خود شما باید انجام شود. سعی کنید این مرحله را با سلیقه خاصی انجام دهید تا مدار شما گنگ و سردرگم کننده نشود.



همانطور که می بینید ممکن است برخی از خطوط بدون داشتن هر اتصالی از روی هم عبور کنند. در هنگام عبور دو خط از روی هم به طور پیشفرض ایندو با نمایش علامت  به یکدیگر متصل میشوند که با انتخاب دایره قرمز و فشار دادن کلید DEL این اتصال از بین می رود.

نکته بسیار مهم در طراحی این مدار، نامگذاری Power Port ها یا همان قطعاتی که در مرحله ۸ روی محیط قرار دادید، هستش. شما باید تمام علائم "زمین" رو با یک نام یکسان (در اینجا GND) و

تمام "پاور ها" رو با نام یکسان دیگر (در اینجا VCC) نامگذاری کنید. با انجام اینکار هنگام رسم مدار چاپی، تمام اتصالات همنام به هم متصل خواهند شد. مثلا در این مثال، بعدا خواهیم دید که پایه های آپ امپ، پتانسیومتر و... که به سر مثبت و منفی وصل هستند، بدون وجود هیچ خط اتصالی میان آنها و پایه های ۱ و ۲ کانکتور، در مرحله بعدی به این پایه های کانکتور وصل خواهند شد. تا، زمانی که ما سر مثبت و منفی منبع را به این دو پایه وصل می کنیم تمام این قطعات مصرف کننده، تغذیه شوند.

تمرین: در این مرحله شما می توانید هر مثال عملی را پیاده سازی کنید. در درس های بعدی می توانید به راحتی پشت فیبر آنها را تهیه کنید.

نام اکثر قطعات موجود در لیست آشنا هستند و آنهایی رو هم از رو اسمشون نمی شود فهمید با استفاده از تصویرشون حتما متوجه خواهید شد مربوط به کدام قطعات هستند. البته برخی از قطعات مثل میکروکنترلرها یا حتی برخی آیسی های ساده در لیست فعلی وجود ندارند که بعدا گفته می شود که چطور باید کتابخانه آنها رو اضافه کرد تا از آنها استفاده کنید.

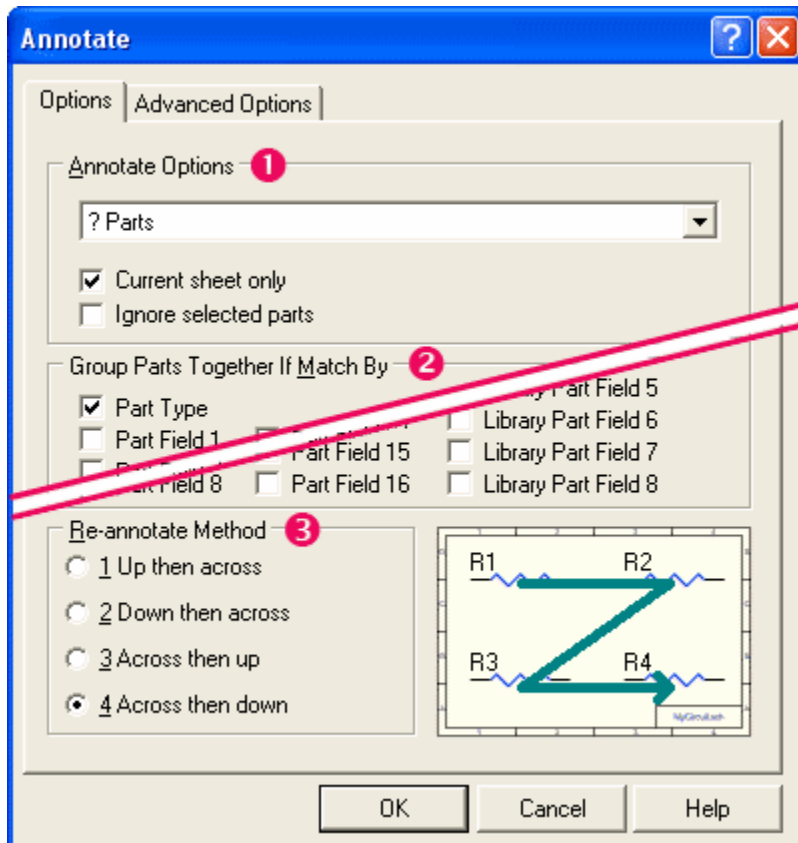
درس ۳

طی دو درس قبل یک پروژه جدید باز کردیم و بعد از وارد شدن به مرحله طراحی شماتیک مدار، قطعات مورد نیاز پروژمون رو روی محیط طراحی قرار دادیم و اتصالات بین آنها رو با استفاده از ابزار Wire برقرار کردیم و اما... هر کدوم از قطعاتی که روی محیط کار قرار می دیم از ساده ترن تا پیچیده ترینشون دارای یک نام منحصر به فرد باید باشند که البته به صورت قراردادی ترجیح داده میشه این نام کوتاه و مرتبط با نام اصلی قطعه باشه. مثلا برای مقاومت ها $R1, R2, \dots$ و برای خازن ها $C1, C2, \dots$ انتخاب میشه. همونطور که ملاحظه می کنید با قرار دادن هر قطعه روی محیط طراحی یک نام برای آن به صورت پیشفرض انتخاب میشه که البته این نام به صورت $R?$ یا $C?$ و ... می تونید ببینید که مثلا اگر ۱۰ تا مقاومت روی محیط قرار بدیم هر ۱۰ تا با نام $R?$ هستند که این مخالف منحصر به فرد بودن نام قطعات هستند. بنابراین باید بعد از اتمام طراحی و تکمیل سیم کشی این علامت سوالها طوری تغییر بدیم که هر قطعه نام منحصر به فردی داشته باشه. به طور معمول بجای علامت سوال از اعداد استفاده می کنند یعنی نام ۱۰ مقاومت با به صورت $R1, R2, R3, \dots$ تغییر خواهد کرد. این تغییر نام رو می تونید هم به صورت دستی و هم به صورت اتوماتیک انجام بدید.

روش دستی: روی تصویر قطعه مورد نظر دوبار کلیک کنید پنجره ای ظاهر می شود که حاوی برخی از خصوصیات قطعه مورد نظر می باشد. نامی که ما در مورد آن صحبت کردیم را در کادر Designator مشاهده می کنید. با تغییر متن موجود در این کادر نام قطعه نیز تغییر خواهد کرد.

روش اتوماتیک: اما برای روش اتوماتیک که بسیار سریعتر و دقیقتر می باشد از منوی Tools گزینه

Annotate... را انتخاب کنید تا پنجره Annotate به باز شود.



کمبویاکسی که در شکل به شماره ۱ مشخص شده است دارای چهار گزینه است که فقط ۲ گزینه اول توضیح داده خواهد شد. **All Parts** که اگر انتخاب شود باعث نامگذاری دوباره تمام قطعات می شود. ممکن است بعضی از قطعات قبلا به همین روش یا به روش دستی نام گذاری شده باشند که با انتخاب این گزینه از نام قبلی آنها صرف نظر شده و دوباره نام گذاری می شوند. گزینه **? Parts** که عکس گزینه قبلی عمل می کند و فقط قطعاتی را که نام آنها شامل ؟ می باشد نام گذاری اتوماتیک می کند.

تیک های موجود در کادر "Group Parts Together if matched by" برای گروه گروه کردن قطعات بر حسب خصوصیات یکسان آنها بکار برده می شود. مثلا تیک زدن Part Type باعث می شود که تمام قطعاتی که Part Type آنها (RES1 یعنی مقاومت) است در یک گروه قرار گیرند. به این معنی که نام همه قطعات یک گروه دارای یک حرف ثابت (مثل R برای مقاومت C برای خازن، ...) و یک عدد که برای هر قطعه منحصر است، می باشد. مثلا ۱۰ مقاومت بصورت R1 تا R10 نام گذاری می شوند.

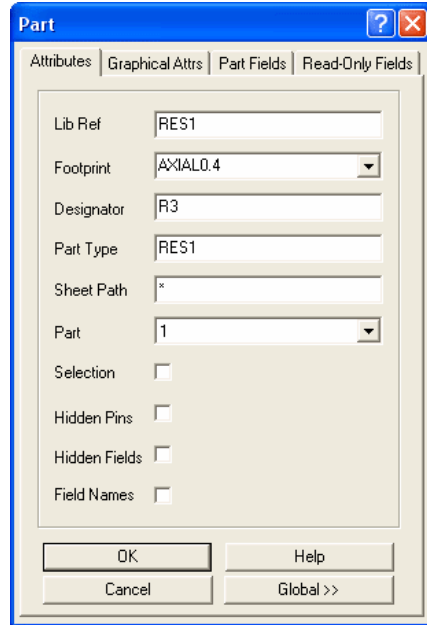
و گزینه های کادر آخر (۳) که مشخص کننده نحوه حرکت میان قطعات برای نامگذاری آنها می باشد. تصویر و نام هر گزینه در این قسمت کاملا مبین کارکرد آن می باشد. توصیه می شود که حالت پیشفرض تنظیمات این پنجره را تغییر ندهید و با فشردن دکمه OK فقط شاهد نتیجه باشید. البته بعد از فشردن این کلید زبانه جدیدی باز می شود که حاوی گزارشی در مورد تغییر نام قطعات می باشد. با راست کلیک روی عنوان این زبانه و انتخاب گزینه Close آن را ببندید تا به پنجره طراحی باز گردید و نتیجه را ببینید.

درس ۴

از مبحث پروتل تا اینجا کار فقط یادگرفتیم که چطور شماتیک مدارمون رو طراحی کنیم. اما برای طراحی فیبر مدار چاپی پروژه ای با شماتیک مورد نظر (هر شماتیکی که طراحی کردید) باید یک سری مراحل دیگه رو هم طی کنید که در این قسمت و قسمتهای بعدی به تشریح این مراحل می پردازم...

تعریف FootPrint: هر قطعه ای که روی محیط طراحی طون قرارش میدید دارای خاصیتی بنام FootPrint هستش. این فوت پرینت یا معادل فارسیش "شکل پایه"، همونطور که از اسمش پیداست بیانگر شکل و فرم پایه ها و بسته سخت افزاری آن قطعه بر روی فیبر مدار چاپی می باشد. به عنوان مثال شکل بسته و یا فاصله سوراخهای پایه های یک مقاومت با یک خازن بر روی فیبر چاپی متفاوت هستش. برای مشخص کردن این خاصیت باید از FootPrint کمک بگیریم. برای مثال فوت پرینت (یا طرح پایه) یک مقاومت رو باید برابر AXIAL0.4 قرار داد، که در پایین مراحل انجام این کار به همراه توضیح بیشتری در مورد فوت پرینت ها مشاهده می کنید.

ابتدا روی شمایل قطعه مورد نظرتون دابل کلیک کنید تا پنجره زیر باز بشه



همونطور که میبینید بعد از دابل کلیک بر روی قطعه پنجره فوق ظاهر میشه که باید در کادر FootPrint، طرح پایه مورد نظرتون رو وارد کنید. مثال ما یک مقاومت هستش که فوت پرینت مربوط به مقاومت AXIAL0.4 هستش که من در کادر مربوطه وارد کردم. اما این FootPrint اینقدرها هم پیچیده نیست و برای قطعات مختلف دارای قانون خاصی به فرم زیر هستش:

AXIAL: برای قطعات ۲ پایه که به صورت تخت یا خابیده روی برد قرار می گیرند بکار می رود. مثلا AXIAL0.4 برای یک قطعه مثل مقاومت با فاصله "۰,۴" بین سوراخ پایه های آن بکار می رود.

RAD: برای قطعات ۲ پایه که بصورت ایستاده روی برد قرار می گیرند بکار می رود. مثلا RAD0.2 برای یک قطعه مثل خازن عدسی یا مقاومت با فاصله "۰,۲" بین سوراخ پایه های آن بکار می رود.

POLAR: برای قطعات ۲ پایه که جهت قرار گیری پایه های آن اهمیت دارد بکار می رود. مثلا POLAR0.2 برای یک قطعه مثل خازن که قطبیت پایه های آن اهمیت دارد بکار می رود.

SIP: برای ایجاد سوراخهای پین های یک خطی بکار می رود. مثلا SIP8 برای یک ردیف هشت تایی پین ها می توان استفاده کرد.

DIP: برای قطعات با دو ردیف پایه مثل آیسی ها بکار می رود. برای مثال DIP8 برای یک آیسی ۸ پایه می تواند استفاده شود.

XTAL1: فوت پرینت مخصوص کریستال ها می باشد.

این ها فقط چند نمونه پر کاربرد از فوت پرینتها هستند. سایر فوت پرینتها رو هم می تونید از اینترنت و یا از داخل پروژه های نمونه نرم افزار پروتل و یا اینترنت خارج کنید.

Lib Ref: این فیلد مشخه قطعه در کتابخانه های پروتل می باشد. برای مثال اگر روی یک مقاومت دوبار کلیک کنید و پنجره بالا باز شود، مقدار این فیلد برای مقاومت برابر RES1 می باشد و اگر آن را مثلا به FUSE1 تغییر دهید می بینید که قطعه کلا از مقاومت به فیوز تبدیل می شود.

Part Type: متن دلخواهی است که در کنار شمایل قطعه نمایش داده می شود.

Part: برخی از قطعات دارای دو قسمت مجزا هستند که ممکن است ما تمایل به نمایش قسمت های مختلف آن را داشته باشیم که از این قسمت می توانیم اینکار را انجام دهیم. برای مثال آپ امپ های LM357 بصورت DUAL OPAMP هستند یعنی ۲ آپ امپ در یک بسته که برای انتخاب هر آپ امپ باید از این فیلد استفاده کنید.

در آخر فقط اشاره کوچکی به فوت پرینت قطعات پروژه اشاره شده داریم.

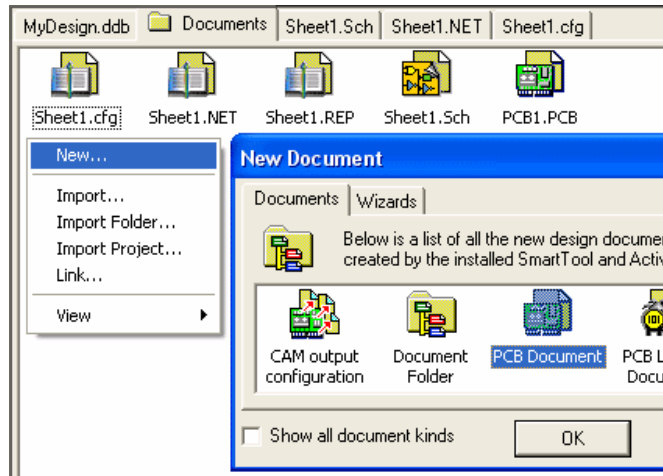
فوت پرینت مربوط به تمام مقاومت ها رو برابر AXIAL0.4 ، فوت پرینت آیسی آپ امپ را برابر DIP8 از LM357 که ۸ پایه دارد استفاده می کنیم، فوت پرینت کانکتور ۳ پین رو برابر SIP3 ، فوت پرینت پک فرستنده و گیرنده رو برابر DIP4 و فوت پرینت پتانسیومتر رو هم برابر VR-5 قرار بدهید.

درس ۵

در درس قبلی درباره فوت پریتهها توضیح داده شد و فوت پرینت تمام قطعات پروژه توضیح داده شد. اما برای تهیه PCB از شماتیک بدست آمده هنوز باید چند مرحله دیگر رو بصورت زیر طی کنید.

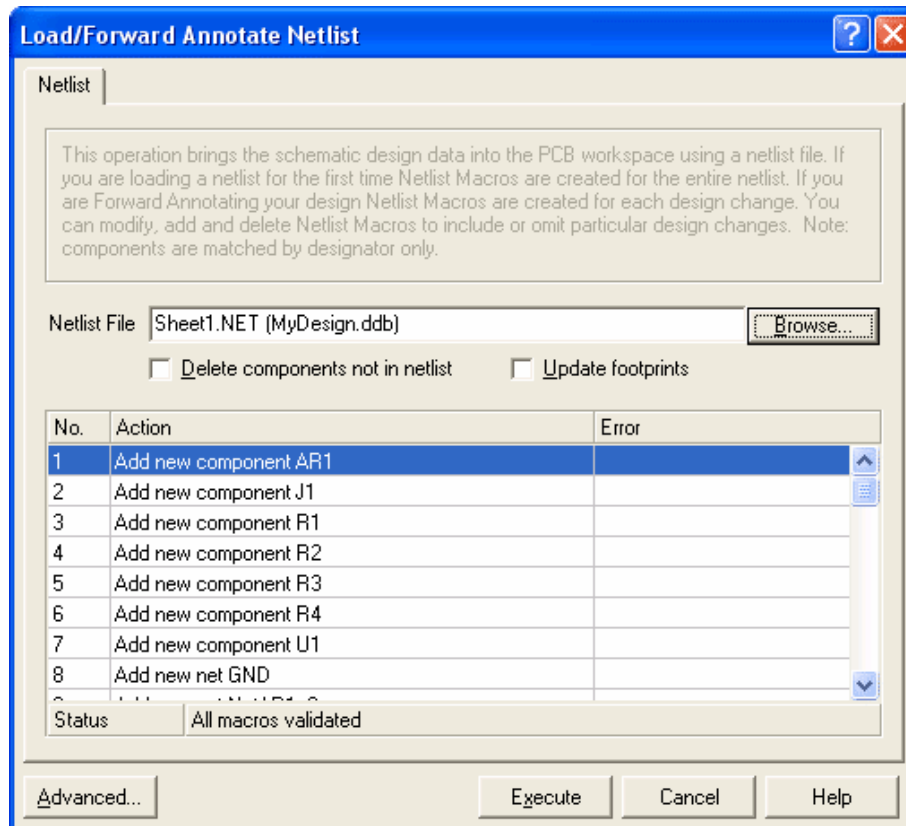
۱) از منوی Design گزینه Create Netlist رو انتخاب کنید تا پنجره جدیدی با عنوان "Netlist Creation" ظاهر بشه. مقدار پیش فرض تمام فیلدهای این پنجره رو به صورت پیشفرض باقی بگذارید و روی دکمه OK کلیک کنید. با انجام این مرحله زبانه جدیدی با عنوان YourSheetName.NET ایجاد خواهد شد که حاوی اطلاعاتی در مورد نحوه اتصال پایه های قطعات پروژه به یکدیگر می باشد (مثلاً پایه شماره دوی فلان مقاومت به پایه شماره ۱ گیرنده متصل است و...). با ایجاد این فایل کاملاً آماده وارد شدن به مرحله بعدی که محیط طراحی PCB یا همون فیبر مدارچاپی هستش، شدید.

۲) از لیست زبانه ها، زبانه Documents را انتخاب کنید تا بتوانید محتویات آن را مشاهده کنید. می بینید که فایل شماتیک، فایلی که در مرحله قبل تولید کردیم و سایر ملحقات پروژه در این پوشه قرار دارد. حالا می خواهیم به همان روشی که در جلسات اول یک سند شماتیک به این پوشه اضافه کردیم، یک سند PCB هم اضافه کنیم. پس همانند شکل روی یک قسمت خالی از آیکن در این پوشه راست کلیک کنید و از منوی ظاهر شده گزینه New را انتخاب کنید. پنجره New Document همانند شکل باز خواهد شد. از میان گزینه های آن آیکن PCB Documents را همانند شکل انتخاب کنید و بر روی دکمه OK کلیک کنید. یک نمونه از این سند به پوشه Documents اضافه خواهد شد. شما می توانید نام آن را به دلخواه تغییر دهید (فقط نام و نه پسوند).



حالا روی آیکون این سند دوبار کلیک کنید تا وارد محیط جدیدی طراحی فیبر مدار چاپی که محیطی سیاه رنگ است، شوید. حالا بایستی نتیجه کارهایی را که در مراحل قبلی بدست آوردیم وارد این محیط کنیم.

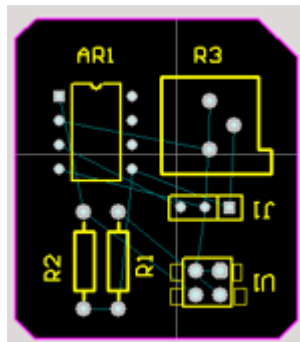
۳) از منوی Design گزینه Load Nets را انتخاب کنید تا پنجره "Load/Forward Annotate Netlist" همانند شکل ظاهر شود (البته این پنجره در مرحله بعدی به این صورت پر خواهد شد). روی دکمه Browse از این پنجره کلیک کنید پنجره جدیدی باز خواهد شد که تمام محتویات پروژه شما را به صورت درختی نمایش می دهد. از زیر مجموعه پوشه Documents فایلی را که در مرحله ۱ همین درس ایجاد کردید (مثلا نام فایل من بدون تغییر Sheet1.NET هستش) انتخاب کنید و دکمه OK را کلیک کنید تا پنجره "Load/Forward Annotate Netlist" رو بصورت زیر مشاهده کنید.



در صورتی که تمام مراحل قبلی این درس و درس های قبلی را به درستی اجرا کرده باشید قادر Error هر کدام از گزینه های لیست بالا خالی خواهد بود. اما اکثر خطا ها در صورت وجود، مربوط به مرحله نام گذاری قطعات و یا تعیین فوت پرینت آنهاست، بعلاوه توضیح مختصری هم در کادر Error فیلد مربوطه در صورت بروز خطا نمایش داده خواهد شد که شما را در حل مشکل راهنمایی خواهد کرد. بعد از رفع تمام مشکلات (در صورت وجود) زمانی که بدون هیچ مشکلی به مرحله فوق رسیدید، تنها کافیست روی دکمه Execute پنجره نمایش داده شده در تصویر، کلیک کنید.

درس ۶

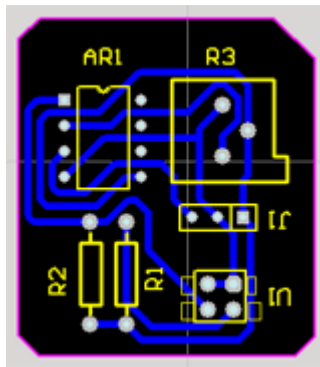
جلسه پیش وارد پنجره Load NetList شدیم و با انجام مراحل ذکر شده قطعات را روی محیط طراحی PCB قرار دادیم. بعد از انجام اینکار بایستی قطعات شما روی محیط طراحی قرار بگیرند، اما اگر نتوانستید آنها رو ببینید بایستی از منوی View گزینه Fit Board رو انتخاب کنید. می بینید که قطعات شما به صورت نامرتبی روی محیط قرار گرفته اند و خطوط سبز رنگ هم بیانگر اتصال بین پایه های قطعات است (البته نه به این صورت). حالا بایستی این قطعات رو به دلخواه و سلیقه خودتون کنار همدیگه طوری بچینید که اولاً جای زیادی اشغال نکنند و دوماً اینکه خطوط سبز رنگی که نمایانگر اتصالات هستند بیش از حد با یکدیگر تداخل نداشته باشند زیرا موجب اختلال در مراحل بعدی که مسیریابی خودکار هستش، میشه. برای انجام اینکار می تونید از خطوط سبز و قرمزی که هنگام جابجا کردن قطعات ظاهر میشن کمک بگیرید. خط سبز پیشنهاد پروتل به عنوان مکانی مناسب و خط قرمز نمایانگر مکانی نا مناسب هستش. البته در این مرحله نظر و سلیقه شما اهمیت بیشتری داره و گزینه های ذکر شده فقط پیشنهاد هستند.

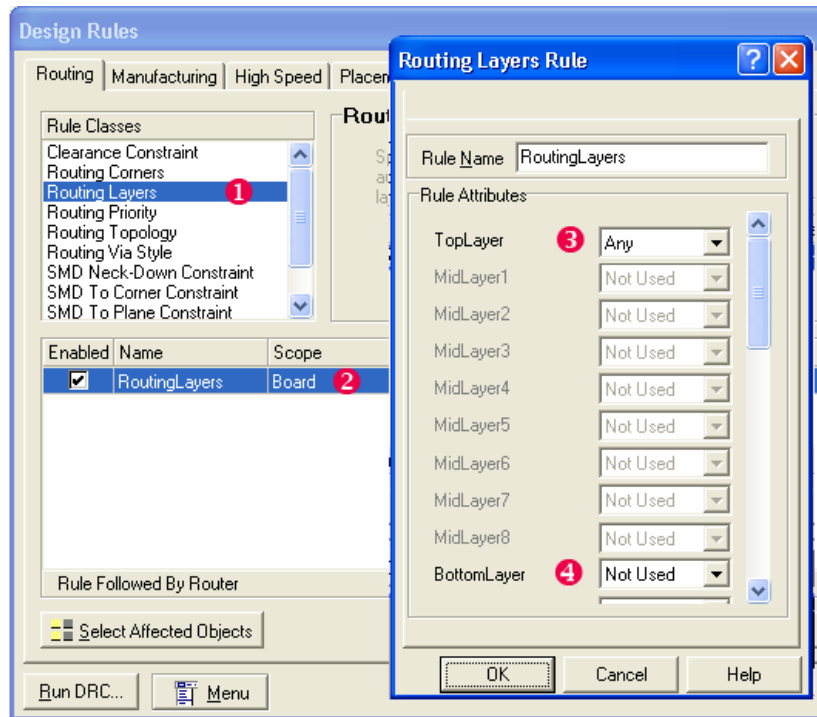


حالا بایستی یک قاب بدور قطعاتتون بکشید که در واقع نمادی از بورد اصلی شماست که مرز های آن را مشخص می کند. برای اینکار از زبانه های پایین صفحه زبانه "KeepOutLayer" را انتخاب کنید. حالا با استفاده از ابزار Line که در جعبه ابزارهای سمت چپ صفحه قرار دارد مرزی به دور قطعات

خود رسم کنید. (این ابزار دقیقا شبیه ابزار Wire در محیط طراحی شماتیک است). نمونه این کار را می توانید در تصویر زیر مشاهده کنید.

برای استفاده از ابزار مسیریابی خودکار پروتل که اتصالات بین پایه های قطعات رو به صورت خودکار طراحی می کند، بایستی یک سری تغییراتی در تنظیمات این قسمت ایجاد کنیم. برای این کار از منوی Design>Rules را انتخاب کنید. پنجره ای که ظاهر می شود حاوی تنظیمات مسیریابی و اتصالات بین پایه ها از قبیل ضخامت اتصالات، قطر سوراخها و ... می باشد. در حالات پیشفرض مسیریابی برای بوردهای دوطرفه انجام می شود و ما در این قسمت می خواهیم کاری کنیم که طراحی برای برد های یک طرفه صورت گیرد. سپس از لیست موجود در پنجره باز شده گزینه Routing Layers را انتخاب کنید (۱). (حالا از لیست پایین صفحه روی تنها گزینه موجود دوبار کلیک کنید (۲)). پنجره ای ظاهر می شود که بایستی در کادر Rule Attribute مقدار لیت های کشویی Toplayer و Bottom Layer را همانند شکل به ترتیب به مقادیر Any و Not Used تغییر دهید (۳ و ۴). حالا Ok را فشار دهید و پنجره تنظیمات را ببندید تا دوباره به محیط طراحی بازگردید. البته تصاویر و راهنمایی های گزینه های موجود در پنجره تنظیمات کاملا گویای اعمال آنها هستند و شما می توانید بعدها اعمال آنها را بررسی کنید.





حالا تنها مساله ای که باقی می‌ماند انجام مرحله مسیریابی خودکار هستش. در این مرحله خود برنامه پروتل اتصالات بین پایه‌های قطعات رو به صورت خودکار به طریقی که مشاهده خواهید کرد رسم می‌کنه! برای انجام اینکار از منوی **Auto Route** گزینه **All** رو انتخاب کنید و از پنجره ظاهر شده دکمه **Rute All** رو فشار بدید. (اگر سوالی از شما پرسیده شد **yes** را انتخاب کنید). حالا مدت زمانی طول می‌کشد تا این مسیریابی صورت گیرد. در صورت عدم وجود خطا این عمل با موفقیت انجام خواهد شد و گزارشی از نحوه کار نمایش داده خواهد شد. باید توجه داشته باشیم که بد چیدن، نزدیک هم چیدن، تنگ رسم کردن مرز بورد و برخی از موارد دیگر می‌تواند در پروژه‌های پیچیده تر، این مرحله را دچار نقص کند که با روی هم افتادن برخی از خطوط اتصال مواجه خواهید شد. نمونه کار من رو می‌تونید در تصویر مقابل مشاهده کنید.

خوب دیگه! فکر کنم دیگه باید این سری از مقالات رو همینجا تمومش کنم... البته این مبحث خیلی گسترده هستش و هنوز هم مراحل زیادی برای گسترش کارمون وجود داره که بایستی از آنها صرف نظر می کردم. بالاخره من سعی کردم تا حدی که ممکنه برای انجام یه پروژه رباتیکی و الکترونیکی به طراحی PCB احتیاج داشته باشید، شما رو با این نرم افزار آشنا کنم. امیدوارم مورد پسندتون واقع شده باشه.