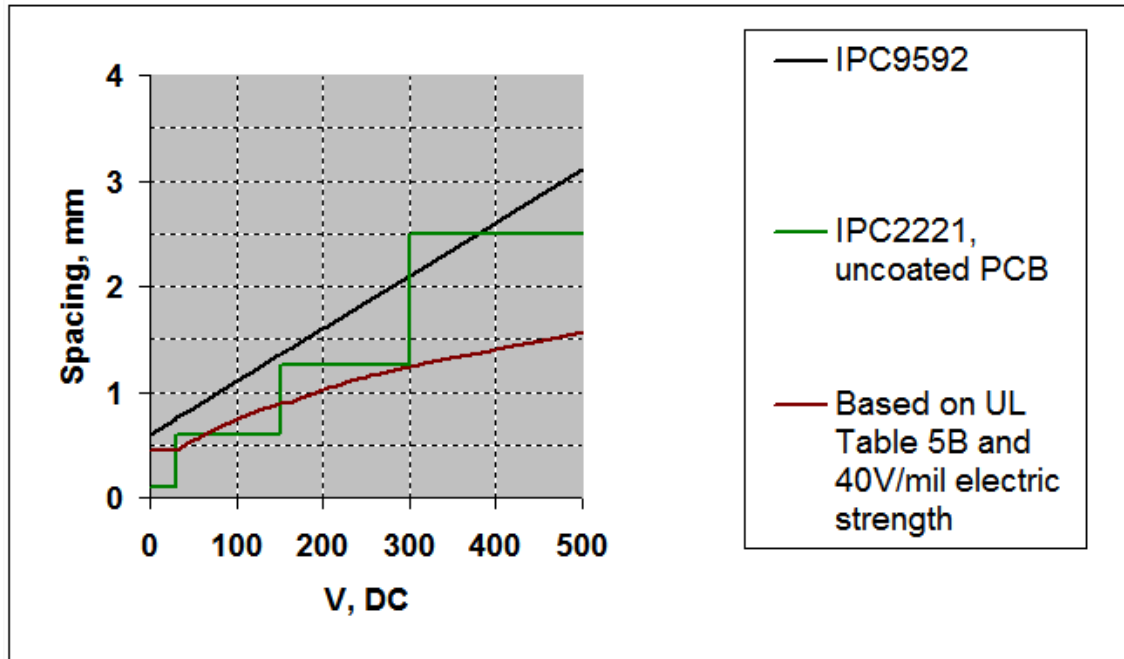


۱- چکار کنم که طراحی من حرفه ای تر به نظر برسد؟

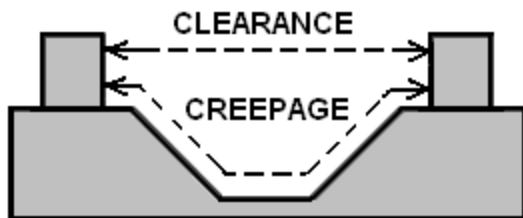
- مدار را امضا و تاریخ بزنید
- از چاپ مشکی یا قرمز استفاده کنید
- از پلیگون استفاده کنید
- جا پیچ های مناسب به مدار اضافه کنید
- از پل های زیادی در مدار استفاده نکنید
- فاصله بین قطعات بی دلیل زیاد نباشد
- تراکم قطعه در سطح مدار را ثابت نگذارید
- از چاپ راهنمای زیر و رو استفاده کنید
- سعی کنید محل های قلع کاری را به شکل حرفه ای بهینه کنید - مثلا پایه های آی سی را کمی بکشید
- قطعات بخش های مختلف مدار را از هم جدا کنید - بخش تغذیه ، سنسور و ...
- استفاده از خازن های نویز گیر در نزدیکی ورودی های تغذیه و خط تغذیه مدار
- جدا کردن منفی مدار از منفی ورودی های آنالوگ که مانع انتقال نویز مدار به زمین ورودی ها شود
- ایجاد کادر برش در لایه های مکانیک و یا کیپ اوت keep out – Mechanical
- ضخامت خطوط تغذیه را کمی بیشتر بگیرید تا افت ولتاژ روی آن کمتر شود.
- زمینه مدار را با فاصله کمی بیشتر نسبت به فاصله خطوط عادی به منفی مدار وصل کنید
- به یاد داشته باشید که آماده سازی مدار چاپی کمی زمان می گیرد و کار با شتاب و در زمان کوتاه معمولا با مشکل مواجه می شود
- مدار چاپی رو روی کاغذ پرینت بگیرید و قطعات رو روی آن بچینید و یک تصویر کم هزینه از خطاهای احتمالی برای خود ایجاد کنید.
- لبه های ۹۰ درجه تولید نویز می کنند و سعی کنید آن را با ۲ لبه ۴۵ درجه جایگزین کنید
- سازگاری الکترومغناطیسی که البته در این خصوص موارد زیادی وجود دارد که در مقالات بعدی به تفصیل خواهند آمد

۲- فاصله بین خطوط چقدر باشد؟

برای اینکار بسته به شرایط استفاده pcb مقادیر مختلفی می توان اتخاذ کرد ولی شکل زیر نمودارهای بد بینانه ی ۳ استاندارد معروف را نشان می دهد. که طبق این استاندارد ها فاصله بین خطوط مدار چاپی باید از مقدار نمودار بیشتر باشد



همچنین باید توجه داشته باشید که در ولتاژهای بالای ۵۰ ولت فرق است بین clearance و creepage کمی جدی تر می شود clearance فاصله ی بین هادی با عایق هوا تلقی می شود ولی creepage فاصله ی خزشی بین ۲ مسیر است و شما باید هر ۲ مورد را رعایت کنید . به مثال زیر دقت کنید.



Electrical clearances and creepage for various types of insulation for mains and working voltages up to 300VAC

	Functional	Basic	Reinforced
Clearance	1.5	2	4
Creepage	3.2	3.2	6.4

Functional insulation- primary to primary and secondary to secondary;
Basic insulation- primary to chassis;
Reinforced insulation- primary to secondary.

<http://www.smeps.us/>

شاید الان متوجه شده باشید که چرا در برخی مدارهای ۲۲۰ ولت بین برخی خطوط یک شیار ایجاد کرده اند.

همچنین به دلیل محدودیت های مجموعه های تولید کننده PCB توصیه می شود حداقل ۰.۴ میلی متر فاصله بین خطوط را رعایت کنید.

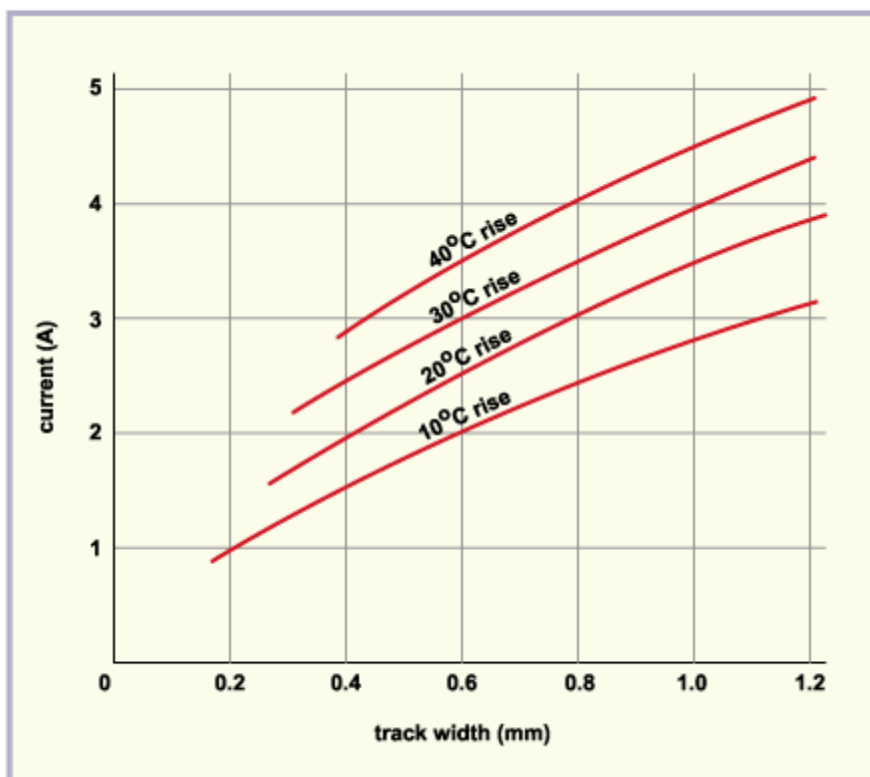
۲- ضخامت خطوط چقدر باشد؟

وارد کردن مقدار مناسب برای ضخامت خطوط با توجه به دو دیدگاه باید انتخاب شود

- مقاومت مسیر - در مواردی که مقاومت مسیر اهمیت جدی پیدا می کند این المان تعیین کننده ضخامت است ولی معمولا در محاسبات این مقدار را صفر تلقی می کنند. برای یک pcb

معمولی و برای ضخامت ۱ میلی متر برای هر سانت حدود ۳ میلی اهم است. این مقدار با طول نسبت مستقیم و با ضخامت نسبت عکس دارد.

- میزان تحمل مسیر - گاهی این سوال مطرح می شود که ما چه ضخامتی را انتخاب کنیم که فرضاً ۱۰ آمپر جریان از خود عبور دهد. جواب اصولی این است که به چه قیمتی؟ یعنی ۱۰ آمپر به قیمت سیاه شدن مدار و یا سرخ شدن خطوط و دود کردن یا ۱۰ آمپر بدون بروز هیچ علامتی؟ همان طور که در بالا دیدید این خطوط مقاومت دارند و به اندازه $R \cdot I^2$ گرم می شوند. خوب چقدر گرما مد نظر شماست و یا مدار چاپی شما چقدر گرما را تحمل می کند؟ از طرفی جریان هوا و تهویه مدار چگونه است آیا به سرعت خنک می شود یا خیر؟



نمودار فوق میزان تحمل جریان یک مسیر مسی عادی (۷۰um) را برای دماهای مختلف نشان می دهد.

البته محدودیت های تولید خصوصاً برای تولیدات با کیفیت پایین می تواند منجر به توصیه ما برای استفاده از خطوطی با ضخامت حداقل ۰.۵ میلی متر را داشته باشد.

۴- ضخامت خطوط چقدر باشد که به عنوان فیوز عمل کند؟

$$I_{fusing} = \frac{0.188 \cdot A}{\sqrt{t}}$$

فرمول فوق که برای مس در شرایط عادی ساده شده به شما برای ساختن یک فیوز روی مدار چاپی کمک می کند که در آن t زمان سوختن مس و A سطح مقطع مس است

۵- ویا (via) چیست؟

یک حفره روی مدار چاپی که در مدار های متالیزه بیش از یک لایه دیواره داخلی آن قلع اندود شده و بین لایه های مختلف مدار چاپ اتصال برقرار می کند.

۶- از واحد های میلی متری استفاده شود یا اینچی ؟

درست است که فاصله بین پایه های آی سی ها در واحد های اینچی استاندارد گزاری شده اند و کار با این واحد ها راحت تر است ولی برای اندازه سوراخ های قطعات خصوصا در ایران معمولا از واحد های میلی متری استفاده می شود. لذا پیشنهاد می شود اگر برای کاری به واحد اینچی نیاز داشتید پس از اتمام کار واحد را به میلی متری برگردانید

۷- اندازه سوراخ قطعات را چقدر بگزارم ؟

در جدول زیر لیستی که البته کمی بزرگتر از مقدار واقعی مورد نیاز است تهیه شده که پیشنهاد ما برای اندازه سوراخ هاست .

Part	Suggested Hole size
Vias	0.6mm
IC Legs, TO-92 Transistors, 1N4148 Diodes	0.9mm
Resistors/Capacitors/ and many other components	0.8mm
Diode Legs (1A, eg 1N4004), IDC connectors, TO-220 transistors	1.0mm
Diode Legs (3A, eg 1N5404), many connectors	1.25mm

۸- در بخشی از طراحی اشتباه شده و الان سفارش مدار چاپی آمادهست چکار کنم؟

- می توانید از یک مته و موتور کوچک برای ایجاد سوراخ استفاده کنید.
- قطعه را در سوراخ اضافه قرار داده و یا با سیم از روی مدار و یا از زیر آن به محل مورد نظر اتصال دهید
- می توانید محل قطعه را جابه جا نکنید بلکه مسیر ارتباطی با قطعه را با چاقویی تیز ویا کاتر موکت بری و یا استفاده از کنار مته به عنوان ساینده قطعه کنید و مسیر جدید را با سیم ایجاد کنید.
- می توانید برای مسیر جدید از قلم قلع هم استفاده کنید ولی به دلیل قیمت بالای آن برای پروژه های کوچک توصیه نمی شود.
- همچنین سعی کنید از پایه قطعاتی که طول زیادی دارند حداکثر استفاده را ببرید
- توجه داشته باشید که استفاده از قطعات در محل هایی که پد مسی ندارند و بعدا به صورت دستی اضافه شدند به لحاظ مکانیکی ضعیف هستند و ترجیحا با چسب یا نگهدارنده های مکانیکی در محل خود محکم شوند.

۹- چه سطحی از پایه ها را برای قطع بدون لاک در نظر بگیریم ؟

با توجه به میزان فشار و حرکت مکانیکی و وزن و گشتاور مرکز وزن قطعات متفاوت است مثلا یک ترانزیستور که به هیت سینک متصل شده هم وزن و هم فاصله مرکز جرمی بالایی دارد و توصیه می شود سطح بیشتری برای اتصال آن لحاظ شود همچنین در چنین مواردی توصیه می شود تراک هایی (خطوطی) در جهات مختلف برای افزایش چسبندگی مس به سطح مدار چاپی اضافه شود.

۱۰- چقدر از کناره های مدار و سوراخ ها فاصله بگیریم؟
فاصله خطوط و مسیر های مختلف از رویداد های مکانیکی مثل کناره های مدار و کناره های سوراخ های مکانیکی در برخی استانداردها حداقل ۰.۷۵ ذکر شده. IPC۲۲۲X

۱۱- برد متالیزه یعنی چه؟
متالیزه یعنی با پوشششی از فلز پوشانده شده که برای برد های یک لایه کار رایجی نیست اما گاهی برای افزایش کیفیت یا دلایلی دیگر انجام می شود ولی برای برد های دو یا چند لایه پس از متالیزه کردن سوراخ هایی که بین ۲ لایه وجود دارند به هم وصل می شوند چه پایه های قطعات و چه ویا ها به هم وصل می شوند. فرض کنید مسیر در لایه زیر می خواهد از روی یک مسیر دیگر رد بشود یا به اصطلاح بپردازد برای پریدن باید به لایه بالا آمده و پس از عبور دوباره به لایه پایین برگردد. در مدار های غیر متالیزه شما باید مسیر در لایه بالا و پایین را در نقاط پرش بین لایه ها به هم قلع کنید ولی در مدار های متالیزه مسیر در لایه بالا و پایین توسط یک سوراخ (ویا) که دیواره آن با فلز رسانا شده به هم وصل هستند و نیازی به این کار نیست.

نویسنده : سید محسن طباطبایی فر