روش و دستور العمل های مناسب در طراحی PCB برای کاهش نویز EMI

تاریخ انتشار۲۰ اردیبهشت, ۱۴۰۲ توسط سید حسین سلطانی

سلام خدمت همه شما مایکروالکامی ها. در مطلب قبلی از نکات طراحی PCB به آبکاری یا متالیزه کردن لبه PCB پرداخته شد. در این مطلب به راه کار و روش هایی در طراحی PCB جهت کاهش EMI) نویز الکترومغناطیس) پرداخته خواهد شد. پس با من تا انتهای مطلب همراه باشید. همچنین شما میتونید سایر مطالب من رو از این لینک مطالعه و بررسی کنید.

مقدمه

از فیزیک این را به یاد داریم که چهار نیرو در طبیعت وجود دارد. نیروی هسته ای قوی، نیروی هسته ای ضعیف، گرانش و الکترومغناطیس این چهار نیرو می‌باشند. در بسیاری از موارد جاذبه که دارای خواص الکتریکی و مغناطیسی است، سودمند خواهد بود. مثلا از مغناطیس برای تقویت حرکت استاتور در اطراف روتور در ماشین های الکتریکی استفاده می‌شود. اما در مواردی همین نیروی موجود در طبیعت خود می‌تواند باعث بروز مشکل و تداخل در عملکرد مدار های الکتریکی گردد.

عبور جریان در یک مسیر بسته باعث ایجاد یک میدان مغناطیسی که به سمت بیرون و عمود می‌باشد خواهد شد. حال اگر عناصر و ادوات الکترونیکی یا مسیر عبور سیگنال ها روی PCB در معرض این میدان قرار گیرند، باعث بروز اختلالی تحت عنوان نویز الکترومغناطیس (EMI) می‌شود. شایان ذکر است EMI مخفف Electromagnetic Interference و به معنی نویز الکترومغناطیسی می‌باشد.

در بیشتر طراحی های PCB، خصوصا PCB های سرعت بالا کنترل کردن EMI یک امر مهم و حیاتی می‌باشد. مثلا برای برخی PCB ها استفاده از فیلتر EMI روشی مفید است. اگرچه استفاده از فیلتر ها مفید است اما یکسری دستور العمل نیز وجود دارد که بتوان مقدار این نویز و تاثیر آن را کاست که باید در دستور کار یک طراح PCB قرار گیرد.

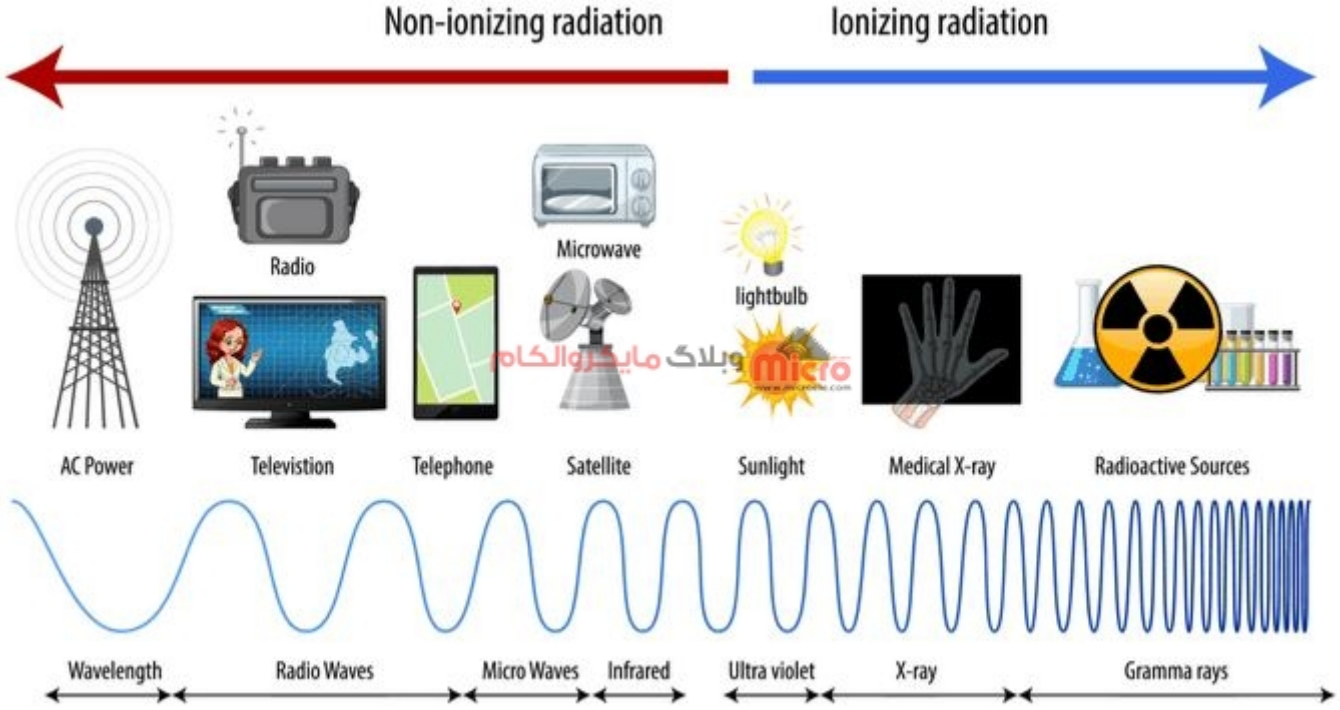
مقایسه EMC و EMI

همانطور که انرژی الکترومغناطیسی از یک جزء، یک هادی یا یک مسیر منتشر می‌شود، از خود PCB نیز به محیط منتشر می‌گردد. برای درک آن می‌توان از یک گاوس متر جهت اندازه گیری آن استفاده کرد. به هنگام مجاورت چندین برد الکترونیکی (PCB) در نزدیکی هم، رسیدن به سازگاری الکترومغناطیسی یا EMC مورد مهمی خواهد شد.

می‌توان EMC را اینگونه بیان کرد که رسیدن به هارمونی یا تعادل قابل قبول بین عناصر الکترومغناطیسی در نظر گرفت بطوری که مقدار تداخل کم یا به گونه ای باشد که مانع از عملکرد عادی سیستم نشود. متاسفانه حذف کامل EMI ناممکن است. اما با این وجود، امکان رسیدن به EMC مطلوب قابل دستیابی است. EMI در واقع هر تداخل و نویزی از منبع الکترومغناطیسی است که عموما مربوط به تاثیر روی یک PCB است.

تاثیر EMI روی PCB

الکترومغناطیس یک دامنه و طیف بزرگی از فرکانس را در بر می‌گیرد که تقریبا در همه جا وجود دارد. همانطور که در تصویر زیر قابل مشاهده است این نویز توسط اکثر دستگاه ها و لوازم خانگی قابل تولید است.



طیف الکترومغناطیس

باید گفت هر جا جریان الکتریکی وجود دارد، EMI نیز وجود دارد. در PCB، منابع EMI را می‌توان در یکی از دسته بندی های زیر قرار داد.

قطعات

قطعات و ادوات الکترونیکی خصوصا دسته بندی قدرت و توان بالای آن همانند پردازنده، FGPA، تقویت کننده، فرستنده، آنتن و... از این دست موارد ممکن است بطور مستقیم و موثر بر EMI در مدار تاثیر داشته باشند. همچنین قطعات سوئیچینگ نیز تداخلاتی ایجاد می‌کند که می‌تواند مختل کننده باشد.

سیگنال و مسیر عبور آن

به عنوان مثال پایه های یک کانکتور یا عبور سیگنال از مسیر دیفرانسیلی نامتعادل می‌تواند باعث تضعیف و تلفات سیگنال و سیگنال برگشتی در طول مسیر انتقال شده که ممکن است یکپارچگی سیگنال یا توانایی شناسایی و بازسای سیگنال را تحت تاثیر قرار داده و در نتیجه عملکرد مدار را با مشکل مواجه نماید. همچنین می‌تواند بدلیل ایجاد ظرفیت خازنی غیر قابل پیش بینی باعث اتصال مسیر سیگنال و سطح زمین گردد.

منابع خارجی

اگر برد PCB در معرض و خیلی نزدیک به منابع تابشی که ممکن است یک برد یا یک قطعه باشد قرار گیرد، می‌تواند باعث نفوذ EMI و تاثیر برروی برد اصلی گردد. هارمونیک ها نیز ممکن است در اثر ارتعاشات یا جابجایی برد در محیط تحت تاثیر تجهیزات و دستگاه های دیگر ایجاد شود. طبعا دستیابی به حذف همه منابع بالقوه و موثر در ایجاد EMI کاری سخت و تقریبا نشد است. اما دستور العمل هایی در طراحی PCB وجود دارد که با استفاده از آن می‌توان به حداقل کردن نویز و دستیابی به EMC مناسب گام برداشت.

نکات مهم و اساسی طراحی PCB جهت کاهش EMI

با دانستن اطلاعاتی در مورد منابع EMI که ممکن است برروی PCB ما تاثیر داشته باشد، می‌توان یک روش مفید و مناسبی را در طراحی PCB جهت کاهش تاثیرات آن اتخاد کرد. لذا مشاهده EMI از دید منبع آن، باعث استفاده از روش هایی برای حداقل کردن تاثیر آن خواهد شد. از همین رو دستور العمل های مناسبی برای کاهش EMI اتخاذ خواهد شد.

کاهش EMI ناشی از قطعات

همانطور که پیشتر ذکر شد قطعات می‌تواند منبع اصلی برای انتشار میدان الکترومغناطیسی باشند که نه تنها عملکرد خود مدار بلکه بر عملکرد سایر مدار های دیگر نیز تاثیر گذار باشد. بنابراین می‌توان برای جلوگیری از تاثیر این دست موارد از نکات زیر استفاده کرد.

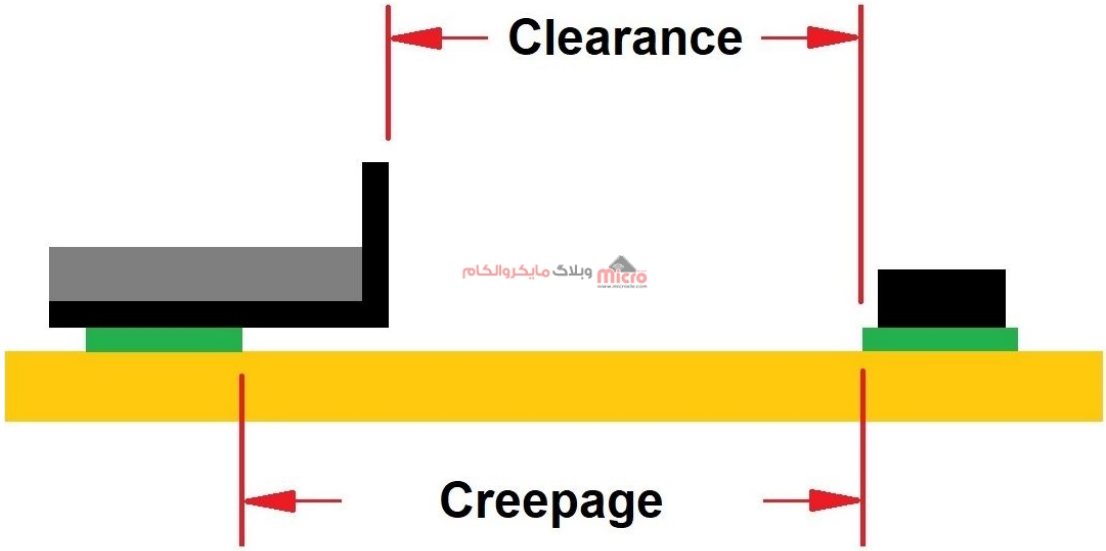
- حتی الامکان از قطعات کم مصرف استفاده شود.
- یکی از اصلی ترین منابع ایجاد EMI قطعات با توان بالا می‌باشند. لذا با توجه به مصرف انرژی می‌توان مواردی را انتخاب کرد که کارایی سیستم را مختل نکند.
- جداسازی اجزا یا بخش های مختلف مدار

- یک تمرین خوب در طراحی مدار این است که همیشه اجزایی که سیگنال های مشابه (مثلا دیجیتال) را پردازش می‌کنند در کنار یکدیگر بوده و از سایر بخش ها و سیگنال های متفاوت جدا باشند. مثلا قطعات بخش دیجیتالی نزدیک مدار دیجیتال بوده و جدا از سیگنال و مدار آنالوگ باشد.

- استفاده از حصار PCB یا استفاده از Via Fencing
- محصور کردن اجزا و قطعات یا اجزای فرعی در یک حصار، مانند حلقه های محافظ PCB و محافظ فلزی فارادی. این روش ها در عدم انتشار نویز الکترومغناطیسی به محیط اطراف PCB موثر خواهند بود.
- استفاده از روش های تبادل حرارتی.
  - برای قطعات الکترونیکی انرژی باعث ایجاد گرما می‌شود. بنابراین هیت سینک مناسب یا استفاده از آن کاهش بسزایی در EMI خواهد داشت.

طراحی و چیدمان PCB

در کاهش EMI ناشی از قطعات، نحوه سیم کشی روی PCB نیز می‌تواند تاثیر زیادی روی EMI داشته باشد. یکی از مهم ترین موارد هنگام چیدمان و ایجاد شمای کلی طراحی، فاصله است. این مورد شامل اطمینان از فاصله مناسب (Clearance) و فاصله خزشی (Creepage) بین عناصر رسانا می‌شود. لذا به بیانی دیگر حفظ فاصله مناسب برای کاهش EMI امری حیاتی و مهم خواهد بود.



رعایت فاصله جهت کاهش *EMI*

کاهش EMI ناشی از سیگنال و صفحات لایه ها

- فاصله مناسب و کافی بین مسیر های سیگنال (متناسب با استاندارد های IPC)
- اطمینان از اتصال زمین خازن های دیکوپلینگ و بای پاس
- استفاده از فیلتر EMI مناسب
  - در اکثر موارد به ویژه مواردی که از سیگنال های دیجیتالی استفاده می‌شود شامل دستگاه های سوئیچینگ هستند که می‌توانند اعوجاج سیگنال ایجاد نمایند. لذا بهترین مورد برای حفظ سیگنال، استفاده از فیلتر است.
- کاهش طول مسیر برگشتی
  - به تعبیری دیگر، مسیر برگشتی زمین باید تا حد امکان کوتاه باشد.
- اطمینان از همسان و برابر بودن مسیر های دیفرانسیلی
  - برای مسیر های دیفرانسیلی، این مهم است که قرینه یکدیگر و برابر باشند. این مورد شامل طول مسیر، ضخامت و فاصله ثابت می‌باشد. در صورت نیاز باید از پیچ و خم مسیر برای رسیدن به برابری طول هر مسیر استفاده نمود.
- پرهیز از زاویه های تند و تیز در روتینگ مدار
  - هنگام سیم کشی باید از مسیر با زاویه های منحنی و گرد بجای زاویه تیز و 90 درجه استفاده کرد. این

کار ممکن است در اثر اصلاح امپدانس مشخصه منجر به انعکاس شود.

- عدم قرار دادن لایه های رسانا در مجاورت یکدیگر
  - نباید دو لایه رسانا را در لایه بندی PCB در کنار یکدیگر قرار داد. بهترین روش برای جداسازی آن استفاده از صفحه زمین بین آنها است.
- استفاده از GND مختص هر بخش مدار
  - استفاده از ین مورد خوب و عاقلانه است. بهرحال، در صورت استفاده از این مورد باید از ترکیب آنها در یک نقطه اطمینان حاصل کرد.

جلوگیری از EMI خارجی

چیدمان PCB و نحوه لایه بندی آن برای رسیدن به یکپارچگی سیگنال خوب و کاهش EMI خیلی مهم است. لذا با رعایت همه موارد یاد شده اما بدون در نظر گرفتن اثرات نویز EMI خارجی و تاثیر آن برروی PCB کار کامل نخواهد شد. حداقل کردن تاثیر پذیری از EMI خارجی برای یکپارچگی سیگنال و عملکرد مدار و همچنن مواردی که در این راستا مفید است در ادامه آمده است.

- استفاده از محافظ
  - معمولا از محافظ برروی قطعه یا بخشی خاص از مدار استفاده می‌کنند. این کار از استفاده از حصار متفاوت بوده زیرا اغلب از مواد عایق ساخته می‌شود و بالای یک قسمت قرار گرفته یا کاملا آنها را شامل می‌شود.
- استفاده از محفظه
  - محفظه (enclosure) اغلب به عنوان وسیله ایمنی استفاده می‌شود. با این وجود، محفظه ها همچنین در محافظت از برد در مقابل EMI خارجی نیز مناسب هستند.

نتیجه گیری

در این مطلب به معرفی روش هایی جهت کنترل و کاهش EMI و تاثیر آن برروی PCB بیان شد. تمام آنچه به عنوان نکات مورد استفاده در طراحی PCB ذکر شد در کاهش و به حداقل رساندن EMI و بهبود EMC موثر اند. با این حال، اینکه آیا این موارد ضرروی هستند یا خیر بستگی به طراحی، عملکرد و اهداف آن دارد. بهرحال باید تلاش کرد تا با بهبود طراحی خود به کاهش تاثیرات و تاثیر پذیری EMI برسیم.

امیدوارم از این مطلب کمال بهره را برده باشید. در صورت داشتن هرگونه نظر یا سوال درباره این مطلب یا تجربه مشابه اون رو در انتهای همین صفحه در قسمت دیدگاه ها قرار بدید. در کوتاه ترین زمان ممکن به اون ها پاسخ خواهم داد. اگر این مطلب براتون مفید بود، اون رو به اشتراک بگذارید تا سایر دوستان هم بتوانند استفاده کنند. همینطور میتونید این مطلب را توی اینستاگرام با هشتگ #microelecom به اشتراک بگذارید و پیج مایکروالکام (@microelecom) رو هم منشن کنید.