راه کار هایی برای کاهش نویز در طراحی و ساخت PCB ها

تاریخ انتشار۲۰ خرداد, ۱۴۰۱ توسط سعید عسگری

سلام خدمت همه شما مایکروالکامی ها. در مطلب قبلی از نکات طراحی PCB در آلتیوم دیزاینر (Altium Designer) به مرور و بررسی PCB های سرعت بالا و نکات مهم در طراحی آن پرداخته شد . در این مطلب به ذکر نکات کاربردی در کاهش نویز در طراحی ها و ساخت برد های الکترونیکی پرداخته خواهد شد. پس با من تا انتهای مطلب همراه باشید. همچنین شما میتوینند سایر مطالب من رو از این لینک مطالعه و بررسی کنید.

مقدمه ای بر لزوم کاهش نویز در PCB

در میان تمام چالش نویز ها و عملیات و کار هایی که یک طراح برد و PCB با آن مواجه است، نویز بیش از هر چیز دیگر خود را نمایان می‌کند. نویزی که بر برد و PCB وارد می‌شود ممکن است یک یا چندین علت داشته و بطبع آن نیز چندین راه حل برای جلوگیری از آن وجود دارد. بعنوان مثال می‌تواند این نویز در اثر ورودی های مدار، منابع خارجی، منابع داخلی برد و... نشات گرفته شده باشد. زمانیکه از وجود نویز برروی سیگنال های خود مطمئن شدیم باید چه کرد؟ از چه روش ها یا راه حل هایی برای کاهش و عدم بروز چنین چیزی استفاده کنیم؟ در این مطلب قرار است با بررسی روش هایی مانند ایزولاسیون، شیلد کردن یا استفاده از فیلتر ها به پاسخ این سوالات برسیم.

کاهش نویز در برد ها و PCB های الکترونیکی

گام اول؛ شناسایی منابع ایجاد کننده نویز

همواره یکی از روش های رفع عیوب، شناسایی منبع آن یا عارضه یابی می‌باشد. قبل از شروع استفاده از فیلتر یا شیلد یا محافظ برای کاهش نویز، باید سعی کنیم در ابتدا منبع ایجاد نویز را شناسایی کنیم. اینکار باعث می‌شود در هنگام اتخاذ روش یا روش هایی برای کاهش آن، بهترین گزینه را انتخاب کنیم. طبعا شناسایی منبعی که باعث بوجود آمدن نویز شده است نیاز به بررسی دقیق دارد و فرایندی وقت گیر نیز خواهد بود.

اگر نویز بوجود آمده در اثر عدم یکپارچگی توان بوجود آمده باشد، گزینه های پیش فرض یعنی فیلترینگ، شیلدینگ و ایزولاسیون عملا کاری برای حل آن انجام نخواهد داد. زیرا، به بیان ساده مشکل اصلی در لایه بندی و Stackup برد می‌باشد. با این وجود، اگر با چیزی شبیه یک سیستم قدرت مواجه هستیم که باعث ایجاد نویز فراوانی در سیستم می‌شود ممکن است استفاده از فیلتر ساده چیزی باشد که مورد نیاز ما خواهد بود. برای تشخیص منبع می‌توان اقدامات زیر را انجام داد.

- مستقیما اندازه گیری کنید؛ حتی با یک اسیلوسکوپ ارزان یا یک مولتی متر ساده ممکن است بتوانیم مشکل را تشخیص دهیم. مثلا، پرش زمین، ریپل بیش از حد ولتاژ های AC و...
- از مشکل شروع کرده و به سمت منبع سیگنال حرکت نمایید. مشکلات نویز معمولا از بالا دستِ نقطه ای که مشکل را متوجه می‌شویم بوجود می‌آیند.

استفاده از اسیلسکوپ و پراب گزینه مناسبی برای شناسایی نویز ها در *PCB* می‌باشد

فیلترینگ، روشی برای کاهش نویز در PCB و برد های الکترونیکی

مدارات یا قطعات فیلترینگ زمانی مناسب اند که بخواهیم در فرکانس یا محدوده خاص فرکانسی فیلترینگ را انجام دهیم. علاوه بر این می‌توان برای یک مشکل فرکانس خاص از یک مدار داخلی مثلا فیلتر های Notch Filter استفاده کرد. جهت طراحی فیلتر بهتر است از یک طراح آنالوگ یا RF کمک گرفته شود تا بهرین نتیجه حاصل گردد. در مدار های RF و آنالوگ نباید از فیلتر هایی که در کاربرد های دیجیتال و حذف نویز سیگنال های دیجیتال استفاده می‌شود، استفاده کنیم. در مدارات آنالوگ و RF، از فیلتر میان گذر معمولا برای ارسال سیگنال به گیرنده و جهت جلوگیری نویز استفاده می‌گردد.

سیستم های قدرت نیز همچنین از فیلتر ها استفاده می‌کنند. عمدتا در خروجی رگولاتور یا ورودی سیستم جایی که به

منبع غیر رگوله متصل شده است. در این کابرد، از فیلتر برای حذف جریان های حالت مشترک (CM) استفاده می‌شود. این نکته را یه یاد داشته باشید که در انواع توپولوژی های رگولاتور های سوئیچینگ از فیلتر داخلی از جنس اندوکتانس استفاده شده است. چنانچه در خروجی رگولاتور نویز شدیدی داریم با فرض چینش و طراحی درست برد، نیاز داریم که اندوکتانس آن را بیشتر کنیم.

ایزولاسیون

این مورد ممکن است کسی مبهم بنظر بیاید. احتمالا وقتی در باره نویز صبحت می‌شود این کلمه را زیاد شنیده باشید. اغلب در زمینه طراحی PCB ها با سیگنال های مختلط خود را نشان می‌دهد. بطوری که می‌توان برای آن 2 حالت زیر را بیان نمود.

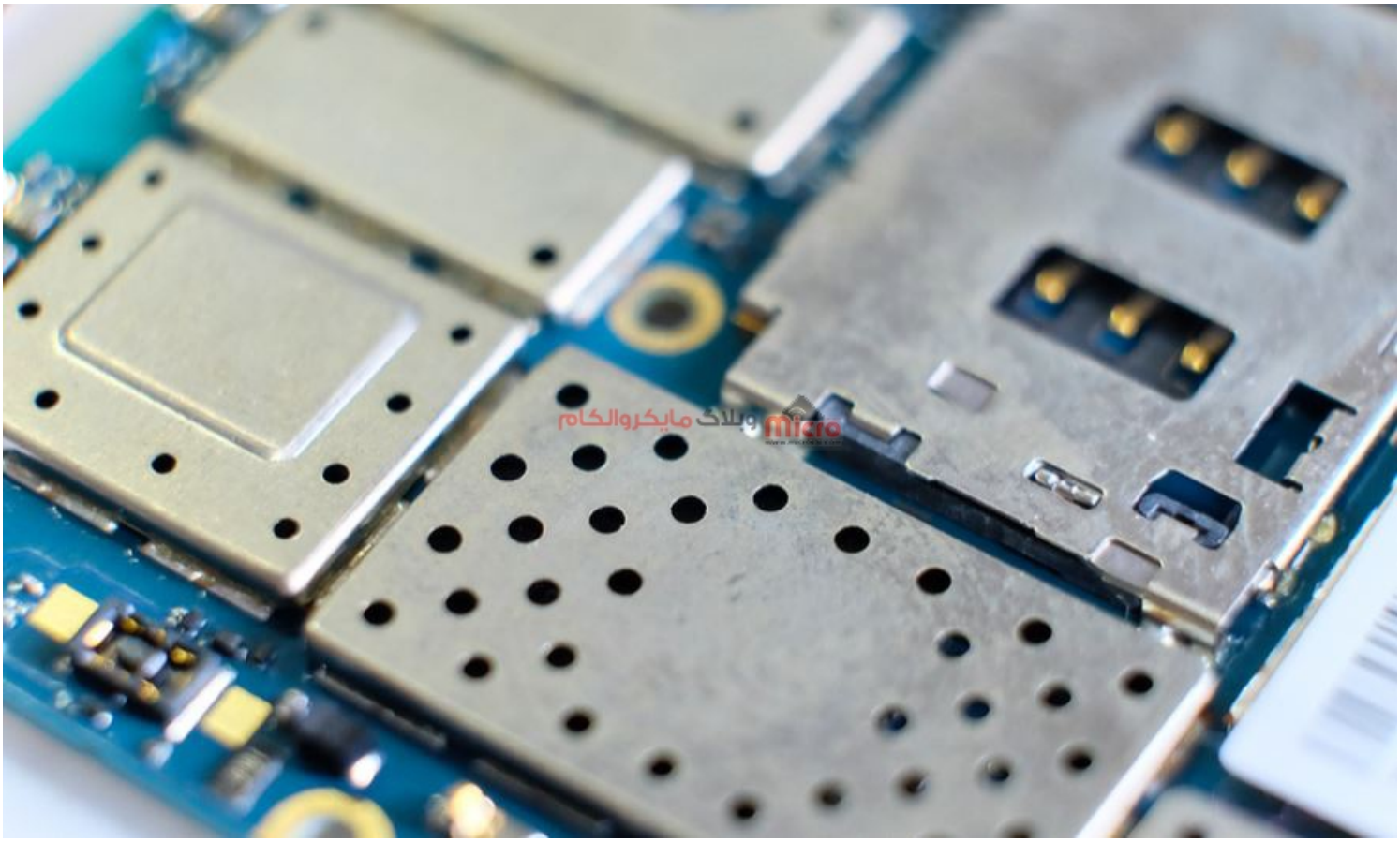
1. تقسیم بندی سیستم و برد بطوری که در بالای دو پلن زمین مختلف قرار گیرد. به تعبیر دیگر همان قضیه جدا کردن GND قسمت دیجیتال از آنالوگ منظور می‌باشد.
2. جدا کردن net ها از یکدیگر تا تداخل یا crosstalk کمتری ایجاد گردد.

در طراحی PCB ها با سیگنال های مختلط و گوناگون درصورتیکه از اصول ابتدایی و اساسی مانند چیدمان قطعات و روتینگ بدرستی پیروی شود، نیاز به کار های نامطلوب دیگر مثلا تقسیم یک پلن زمین نخواهد بود. جداسازی net ها همیشه یک راه مناسب و خوب برای جلوگیری از crosstalk یا تداخلاتی است که ممکن است بعنوان نویز در پایه های IO سیستم ظاهر گردد.

شیلد بندی، راهی دیگر برای کاهش نویز در طراحی PCB

آخرین موردی که برای کاهش و حذف نویز بدان می‌پردازیم قضیه شیلد کردن یا Shilding است. قطعات زیادی در برد وجود دارد که می‌تواند باعث ایجاد نویز شوند. بدیهی است که با شیلد کردن آن قطعات از بروز نویز جلوگیری کنیم. برای همین است که در برخی از برد ها قسمت یا بخش RF با فرکانس بالا را با یک صفحه فلزی پوشش داده اند. قبل از استفاده از محافظ توصیه های زیر را مد نظر داشته باشید.

- محافظ های فلزی و قابل سفارشی سازی، اجزای حساس را پوشانیده و خود به GND متصل می‌شوند.
- فریت ها که می‌توانند در یک محفظه قرار گیرند.



استفاده از یک صفحه فلزی و اتصال آن به زمین برای شیلد کردن و جلوگیری از تاثیر نویز

نکته: ساده ترین شکل شیلدینگ و محافظ همان صفحه یا پالی گان GND موجود در PCB شما خواهد بود. برای محافظت بیشتر استفاده از GND در اطراف یا نزدیکی قطعات و همچنین اضافه کردن پالیگان GND در صورتیکه در برد وجود ندارد اکیدا توصیه می‌گردد.

یک مثال ساده برای کاهش نویز در طراحی PCB

در اغلب کاربرد هایی که ممکن است رخ دهد، بهترین روش برای کاهش نویز ممکن است چند مرحله داشته باشد. تصویر برد زیر را که یک برد دیجیتالی می‌باشد در نظر بگیرید. فرض کنید مشکل از تداخل یا crosstalk بین دو قسمت باشد که موجب بروز یک مشکل در یکی از IO ها شده است. 2 راه حل خوب برای این مشکل وجود دارد.

1. ایجاد شیلد گسترده تر با انتقال لایه یا صفحه رفرنس به نزدیکی لایه مد نظر. این کار باعث کاهش تاثیر نویز یک بخش بر بخش دیگر می‌شود.

2. فاصله بین بخش هایی که ممکن است باعث ایجاد نویز شود را با بخش های دیگر بیشتر کنیم.

در بین این 2، اجرای مورد اول تا حد زیادی آسان تر می‌باشد. فیلتر ها ممکن است در از بین بردن بحشی از توان یا ولتاژ که نویز در آن رخنه کرده موثر باشد اما اگر یک سیستم دیجیتالی باشد، اگر فیلتر بخشی از سیگنال را حذف کند، در قطعه یا مرحله بعدی سیگنال بدرستی تشخیص داده نمی‌شود و مدار کار خود را بدرستی انجام نخواهد داد.

تصویر یک نمونه *PCB* دیجیتال

آغاز همه چیز از لایه بندی(Stackup) و چیدمان قطعات در PCB

درحالیکه می‌توان با استفاده از فیلتر یا شیلد مشکلات خاص نویز را حل نمود، اما مشکلات EMI و از این دست قبیل موارد با قرار دادن فیلتر به خودی خود رفع نخواهند شد. مشکلات EMI نظیر crosstalk، انتشار بیش از حد تشعشع، اشکالات تغذیه، اشکالات سیگنال و... را می‌توان با چیدمان و جایگذاری درست قطعات حل کرد. در صورتیکه چیدمان و لایه بندی را رعایت نماییم می‌توان نگران فیلتر یا قطعات و ادوات فیلترینگ نبود. بجای آن باید به برخی قوانین در این خصوص دقت لازم و کافی داشته باشیم.

- GND یا پالیگان را نزدیک سیگنال ها قرار دهید.
- یادگرفتن و در نظر داشتن دلایل و مخرب های اصلی بر سیگنال ها، خصوصا گره ها و حلقه های dv/dt و dI/dt
- آشنا شدن و در نظر گرفتن عواملی که می‌توانند در مدار یا سیستم باعث ایجاد نویز شوند.
- و ...

برخی نکات مثبت در کاهش نویز در PCB

چینش و جانمایی درست قطعات

همانطور که ذکر شد، چینش درست قطعات برروی PCB نقش بسزایی را در کاهش نویز ایفا می‌کند. قطعات مربوط به بخش توان و مشابه بایستی در یک لایه و مجاورت یکدیگر باشند تا اندوکتانسی که در اثر مسیر ها یا Via ها ایجاد می‌شود کاهش یابد. اجزای بخش سرعت بالا نیز باید جوری چینش شود که مسیر ارتباطی آنها برروی PCB تا حد امکان کوتاه و مستقیم باشد. خازن های بای پاس یا دیکوپلینگ نیز تا حد امکان باید در نزدیکی قطعات مربوطه یا پین قطعات فعال مونتاژ شود.

روتینگ

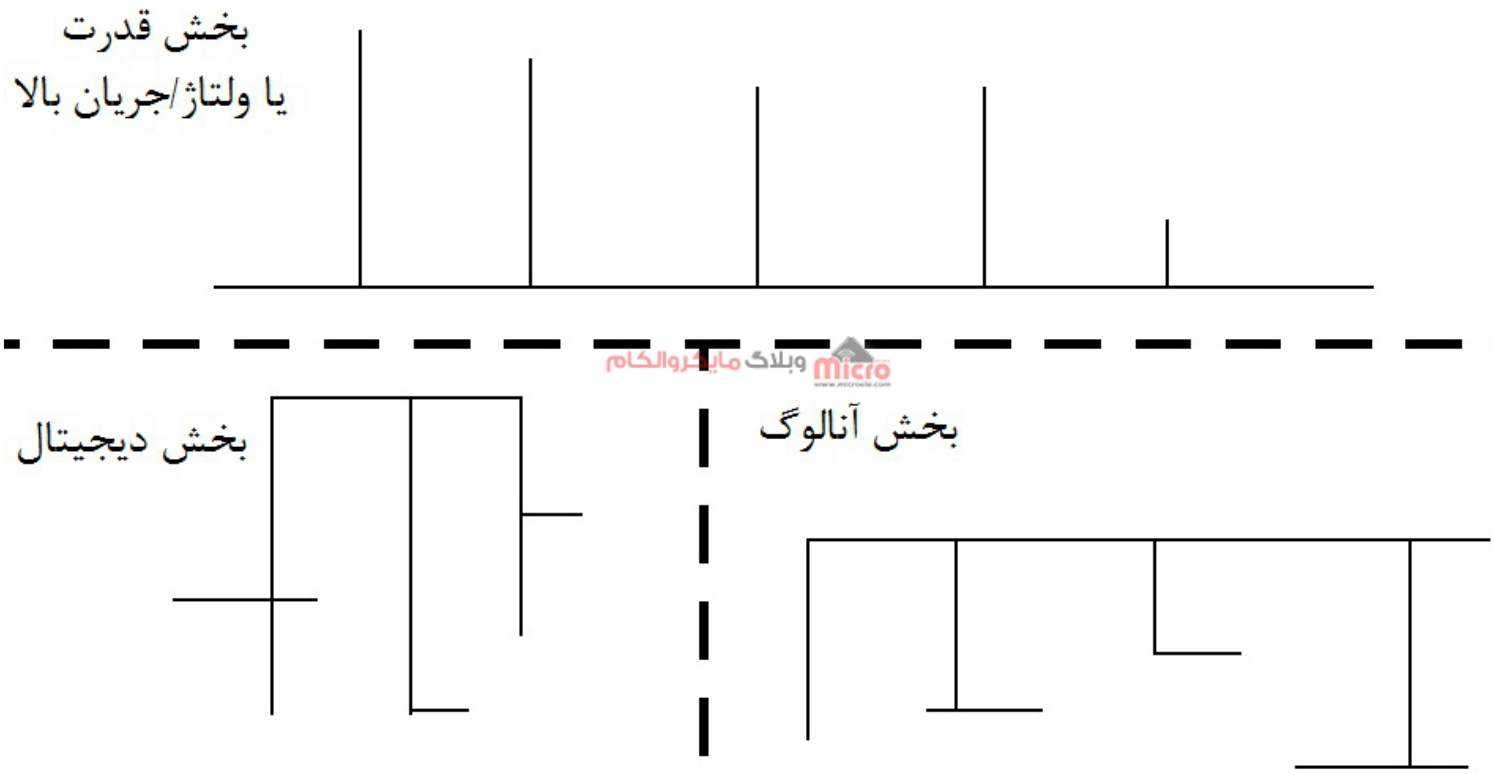
بطور کلی بهتر است مسیر های تغذیه کوتاه و دارای پهنای مناسب و بیشتر باشند. این کار باعث کاهش اندوکتانس شده و در نتیجه نویز را نیز می‌توان کاهش داد. برای مسیر های سیگنال و دیتا بهترین حالت استفاده از مسیر های کوتاه و کوتاه تر است. بجز مسیر هایی که باید طول آن مقداری مشخص باشد. مسیر های زوج دیفرانسیلی باید با یکدیگر رسم شده و دارای فاصله مشخص نسبت به یکدیگر نیز باشند. همچنین مسیر هایی که نیاز به کنترل امپدانس دارند نیز باید با پهنای مشخص و دقیق متناسب با محاسبات بدست آمده در تطبیق امپدانس رسم شوند.

نکته: در نظر داشته باشید که مسیر های حامل سیگنال های مهم و حساس باید حتما از بخش نوسانی یا نوسان ساز در مدار دور باشند. این کار چه در یک لایه مشابه باشد یا در لایه مجاور باشد باید حتما رعایت گردد. همچنین بعنوان یک اصل کلی، از استفاده از مسیر ها با زاویه 90 درجه اکیدا اجتناب کرده و از زاویه های 45 درجه یا در بهترین حالت از مسیر با گوشه های منحنی استفاده نمایید.

جداسازی بخش های مختلف PCB

لایه بندی یک PCB از یکسری اصول اولیه تشکیل شده است. با رعایت آن می‌توان علاوه بر داشتن یکپارچگی خوب در سیگنال، باعث جلوگیری از ایجاد نویز نیز شود. برروی PCB بخش آنالوگ و دیجیتال باید به نوعی از یکدیگر جدا باشند. هر بخش می‌تواند نویز هایی ایجاد کند که علاوه بر تاثیر در بخش خود بر قسمت های دیگر مدار نیز تاثیر گذارد. این امر موقعی که جدا سازی بین بخش ها نباشد بیش از پیش خود را نشان داده و حیاتی تر خواهد شد. همچنین جدا سازی بخش های فرکانس بالا از فرکانس پایین نیز گزینه خوبی خواهد بود. در تصویر زیر نوعی منطقه بندی در PCB

را مشاهده می‌کنید.



جداسازی بخش های مختلف *PCB* برای کاهش نویز

استفاده از خازن های دیکوپلینگ

اینکه چگونه قطعات برروی یک برد چینش و جانمایی شود نقش کلیدی را در کاهش نویز از خود نشان خواهند داد. در این خصوص در پاراگراف های قبلی توضیح داده شد. خازن های دیکوپل (یا بای پاس) باید در نزدیکی پایه قطعه مورد نظر قرار گیرد. بنابراین، کاهش اسپایک های جریان در هنگام سوئیچینگ و دفع آنها از مزیت استفاده از این خازن ها می‌باشد. البته استفاده از خازن های گران تر مثل تانتالیوم کیفیت و کارایی بهتری را نسبت به خازن های الکترولیت به ارمغان خواهند آورد. برای دیکوپل کردن IC ها از یکدیگر نیز خازن های چند لایه یا Multilayer یا همان MLCC ها با انتخاب ظرفیت خازنی مناسب با فرکانس سیگنال می‌تواند استفاده شود. مثلا از خازن 0.1uF برای فرکانس های تا 15MHz و از خازن 0.01uF برای فرکانس های بیشتر می‌توان بهره برد.

نتیجه گیری

در این مطلب سعی شد نکات و روش هایی برای حذف یا کاهش نویز در برد ها و PCB ها بیان شد. بدون شک در نظر گرفتن چیدمان و لایه بندی درست و اصولی از بروز چنین مشکلاتی و تاثیر بر عملکرد سیستم و مدار الکترونیکی جلوگیری خواهد کرد. عمدتا در اکثر طراحی ها، بهترین روش کاهش نویز در PCB این است که پلن مرجع مثلا GND را به لایه سطحی نزدیک تر کرده و بخش های مختلف از یکدیگر جدا شوند.

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.