معرفی و بررسی نویز مد مشترک و نویز مد دیفرانسیلی

تاریخ انتشار۱۴ آذر, ۱۴۰۲ توسط سید حسین سلطانی

سلام خدمت همه شما مایکروالکامی ها. در مطلب قبلی از نکات طراحی PCB به خازن پارازیتی و کاهش اثرات آن پراخته شد. در این مطلب به بررسی نویز مد مشترک (Common mode noise) و نویز مد دیفرانسیلی (Differential mode noise) 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.

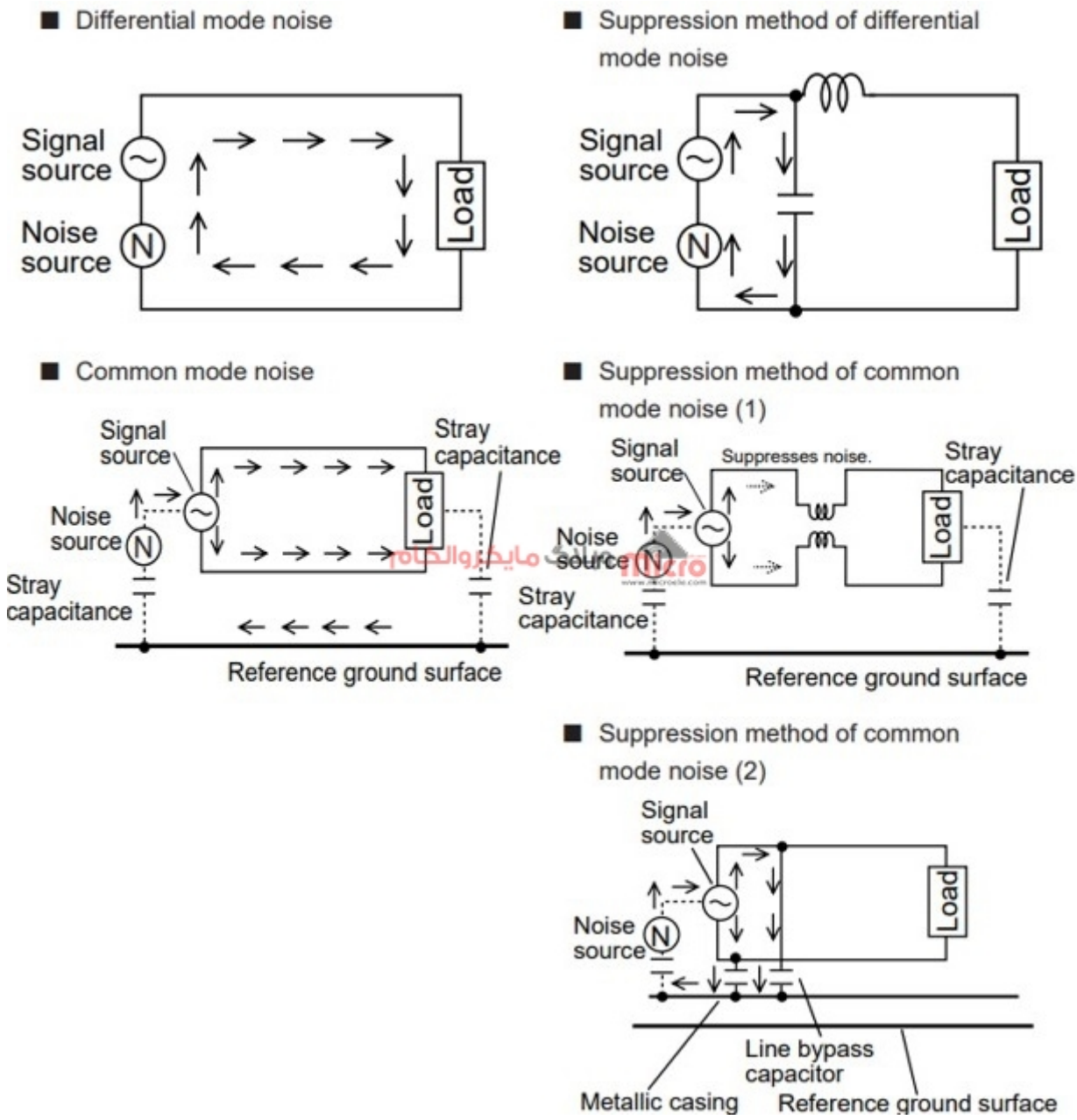
مقدمه

نویز به سیگنال ناخواسته ای گفته می‌شود که می‌تواند برروی سیکنال اصلی تاثیر گذاشته و ماهیت آن را نیز بر هم زند. بطور کلی نویز در دو حالت تحت عنوان نویز مد مشترک (Common mode) و نویز مد دیفرانسیلی (Differential mode) وجود دارد. نویز مد مشترک یا Common mode برروی دو قسمت با پلاریته، مولفه فرکانس و اندازه برابر و یکسان ظاهر می‌شود. برای دفع این نویز می‌توان از قطعه ای به نام چوک مد مشترک استفاده کرد. نویز حالت دیفرانسیلی یا Differential mode بین دو بخش از یک اتصال با پلاریته برابر و مخالف اندازه گیری و بیان می‌شود.

نویز مد تفاضلی و مد مشترک

نویز مد تفاضلی (differential-mode noise) برروی سیگنال Vcc و GND در جهت مخالف هم ظاهر می‌شود. برای حذف این نویز می‌توان از قرار دادن فیلتر مناسب برروی خط تغذیه بهره برد. دومین حالت نویز که بیان می‌شود، نویز مد مشترک (common -mode noise) می‌باشد. این نویز می‌تواند در خطوط مشابه یا هم جهت ظاهر شود. مثلا در یک منبع تغذیه AC، این نویز در هر دو خط در یک راستا نمایان می‌شود. لذا برای حذف این نویز از فیلتر های EMI برروی مسیر هایی که نویز اینگونه وجود دارد استفاده می‌شود.

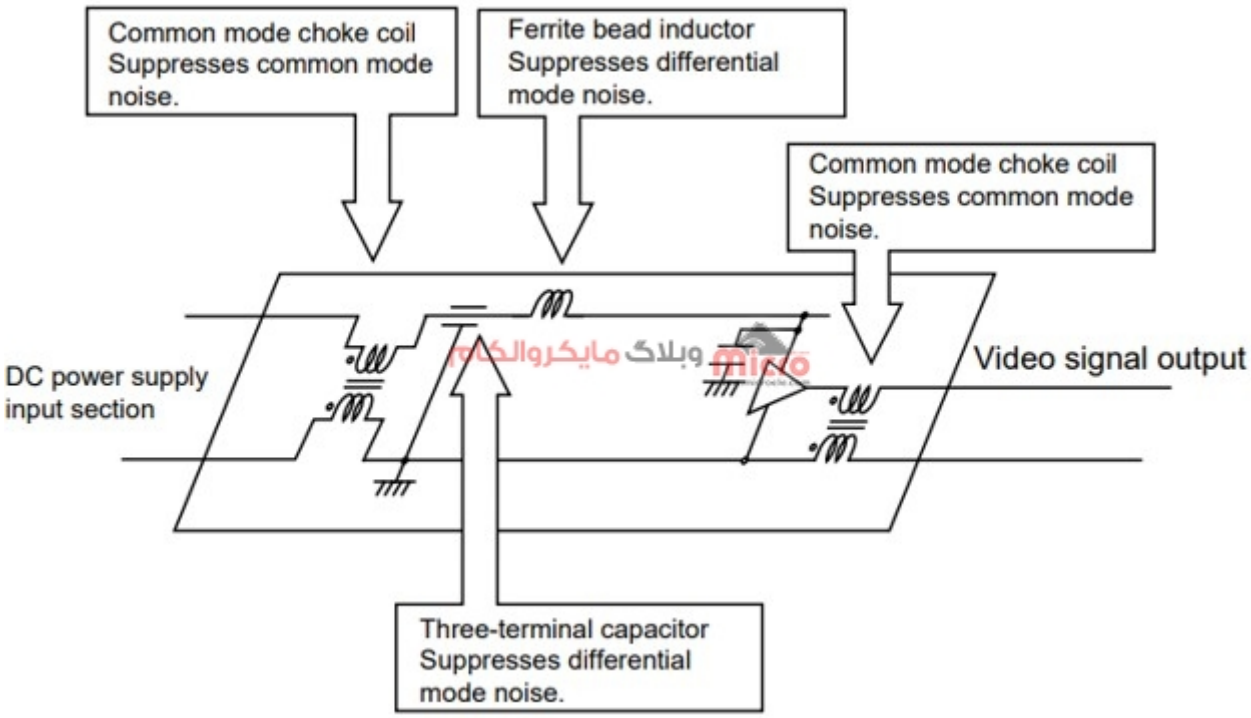
جهت حذف نویز مورد بحث (مد مشترک) می‌توان از دو روش استفاده از چوک مد مشترک یا شیلد استفاده نمود. در تصویر زیر دو مدل نویز مطرح شده و راه حل رفع آن بیان شده است.



نویز مد مشترک و نویز مد دیفرانسیلی

در تصویر زیر در یک مدار DC نحوه جلوگیری یا کنترل نویز های دیفرانسیلی و مد مشترک قابل مشاهده است. همانطور که در تصویر زیر مشخص است، در قسمت تغذیه ورودی از یک چوک مد مشترک برای حذف نویز مد مشترک استفاده شده است. می‌توان آن را با دو فریت بید نیز جایگزین کرد. پس از آن برای حذف نویز دیفرانسیلی

موجود برروی خط تغذیه از یک خازن 3 پایه و یک فریت بید استفاده شده است. در خروجی نیز از فیلتری با چوک مد مشترک استفاده شده است.



حذف نویز مد مشترک و نویز مد دیفرانسیلی

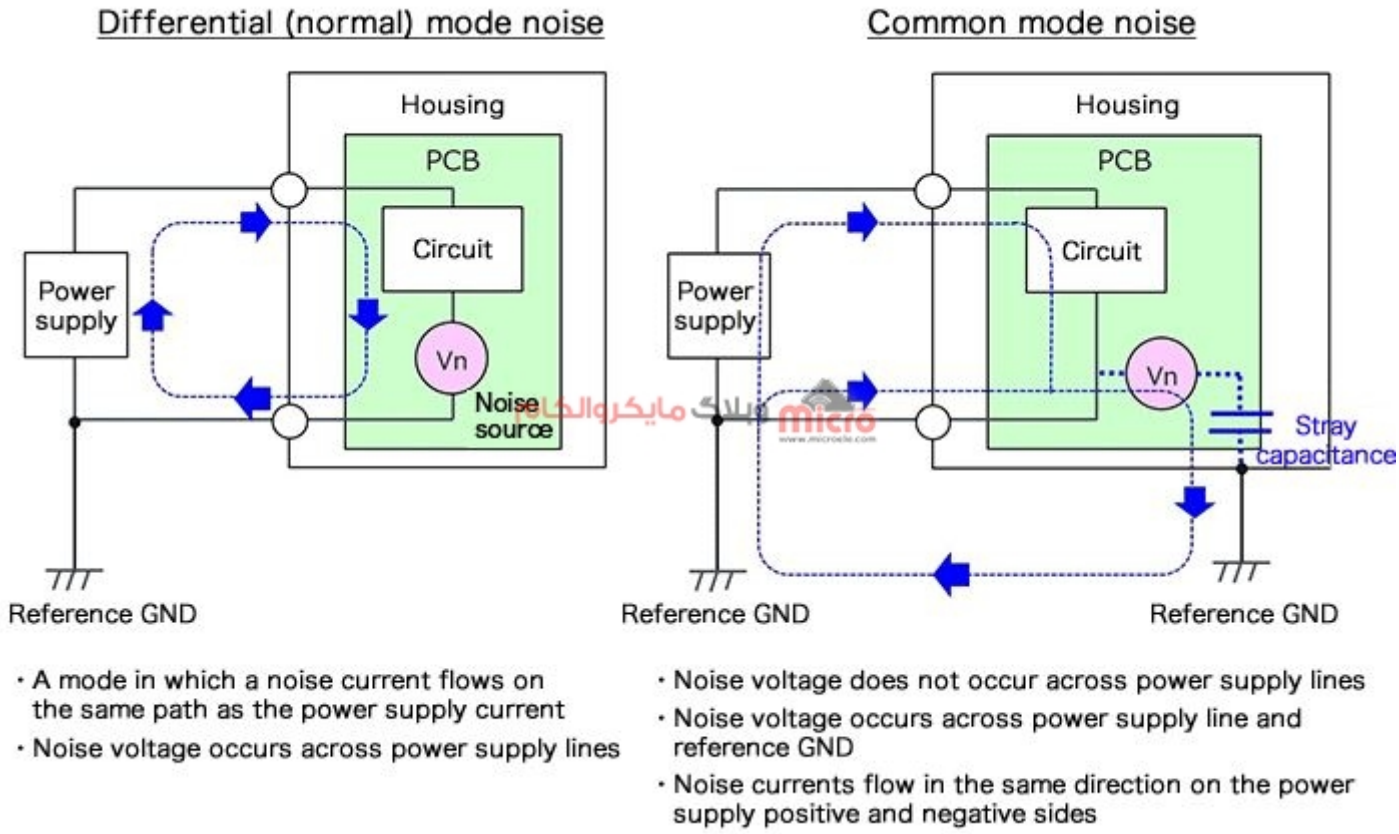
از آنجا که در پروتکل های سرعت بالا سطح پایین به نویز حساس می‌باشند و همچنین به دلیل استفاده از سیگنال های زوج دیفرانسیلی در پروتکل های سرعت بالا، باید در طراحی خود بدانیم کدام سیگنال نویز برروی اتصال القا یا ظاهر می‌شود. در طول تست های EMC، نویز مد مشترک در مقابل نویز مد دیفرانسیلی می‌تواند بیان شود و در بازیابی سیگنال، تداخل ایجاد نماید.

نویز مد تفاضلی

در نویز مد تفضالی منبع نویز در طول مسیر تغذیه و بصورت سری با آن ظاهر می‌شود. در این حالت نویز بصورت هم مسیر و در یک جهت با مسیر جریان منبع تغذیه خواهد بود. از آنجا که جریان خروجی و جریان برگشتی عکس یکدیگر می‌باشند این نویز را نویز تفاضلی می‌نامند.

نویز مد مشترک

نویز مد مشترک نویزی است که جریان آن در اثر نشت از خازن پراکنده (stray capacitance) یا مشابه آن به زمین و سپس مسیر تغذیه برگشت شده است. از آنجا که مسیر نویز با پلاریته مثبت و منفی منبع تغذیه هم جهت است، به آن نویز مد مشترک گویند و ولتاژ نویز در طول مسیر تغذیه ظاهر نمی‌شود.



بررسی نویز مد مشترک و نویز تفاضلی

نویز مد مشترک در مقابل نویز مد دیفرانسیلی

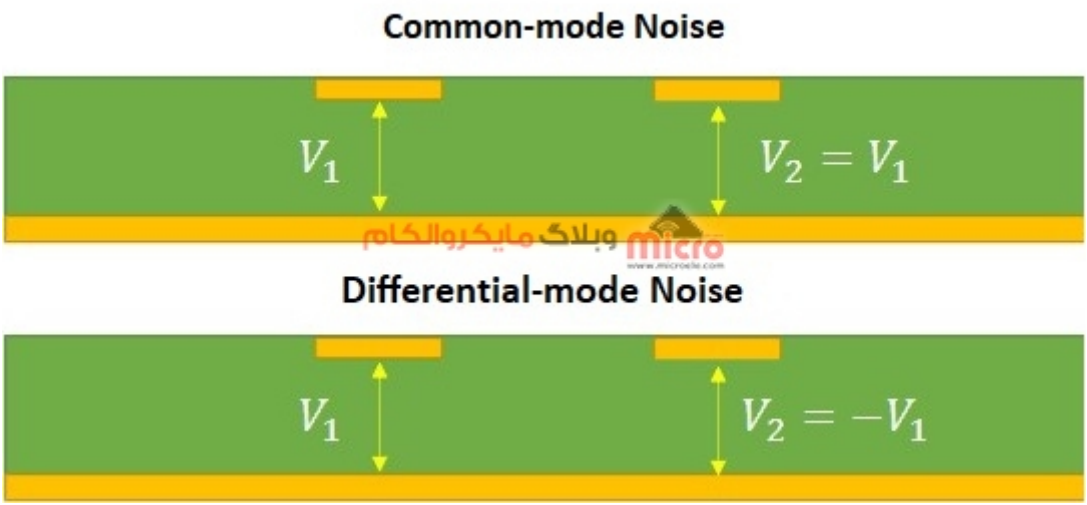
همه نویز های القا و ظاهر شده برروی سیستم می‌تواند به دو صورت Conducted EMI و Radiated EMI ظاهر شود.

- **Conducted EMI یا EMI هدایت شده:** در این حالت نویز از سایر قطعات یا ادوات در سیستم دریافت می‌شود.

این نویز می‌تواند از طریق جریان یا بصورت اتصال مستقیم، یا کوپلینگ خازنی یا سلفی (القایی) در سیستم منتشر شود.

- **Radiated EMI یا EMI تابشی:** در این حالت نویز بصورت تابشی یا تشعشعی برروی سیستم منتشر می‌شود. در این حالت می‌توان برخی از روش ها را برای کاهش یا حذف تداخل (crosstalk) روی EMI اتخاذ کرد.

هر مکانیزمی مانند مسیر های PCB، قطعاتی مانند IC یا کابل کشی می‌تواند دو نوع نویز یاد شده (مد مشترک یا نویز دیفرانسیلی) را دریافت کند. نویز مد مشترک دارای اندازه (magnitude) و پلاریته برابر با هر کدام از طرف های اتصال یا قرارگیری نویز برروی آن است. در مقابل نویز مد دیفرانسیلی دارای پلاریته معکوس می‌باشد. در تصویر زیر می‌توان نویز مد مشترک و دیفرانسیلی را مشاهده کرد. در تصویر زیر، ولتاژ هر سمت اتصال با V1 و V2 مشخص شده است.



نویز مد مشترک و تفاضلی

برای حذف نویز موجود در هر سمت اتصال، باید بدانیم که هر یک از این نویز ها چگونه توسط مکانیزم خود ظاهر و وارد سیستم شده اند. لذا به بیان دو روش تاثیر گذاری نویز روی سیستم یعنی Radiated EMI و Conducted EMI خواهیم پرداخت.

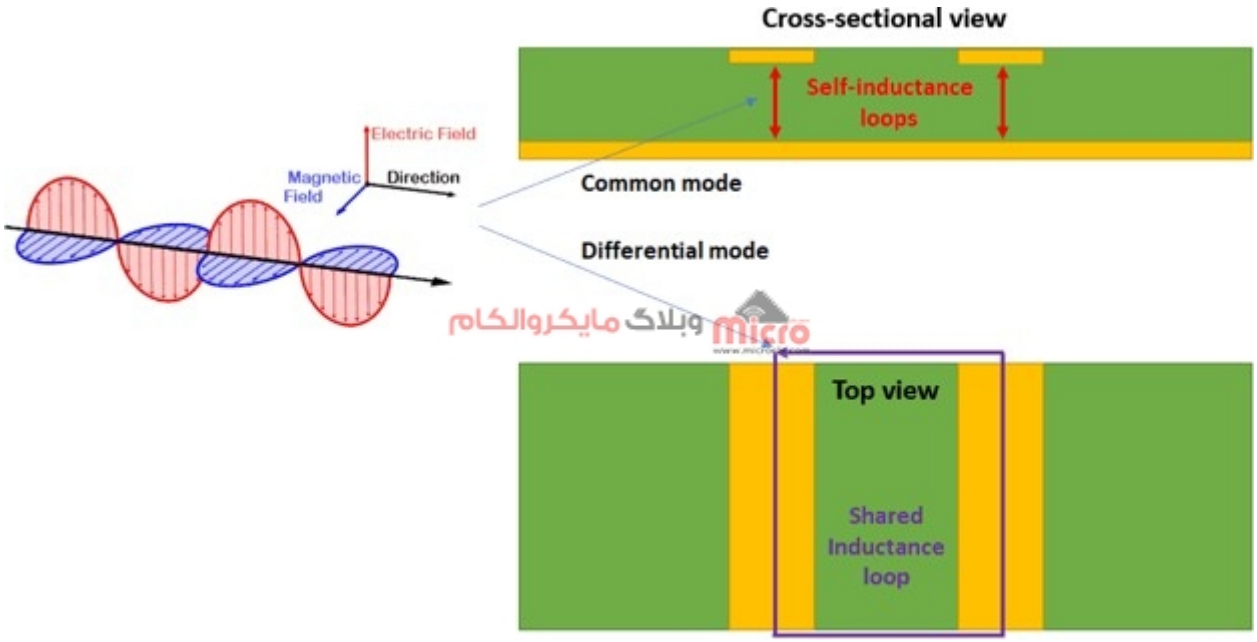
EMI تابشی یا Radiated EMI

جفت اتصالات موازی می‌تواند این نویز ها را از منابع خارجی دریافت و از خود تشعشعاتی ساطع کند که به عنوان دو نویز دیگر، در سایر سیستم های دیگر تاثیر بگذارد. از همین رو در آزمایش EMC یک دستگاه یا محصول برروی دریافت

و انتشار نویز تابشی تمرکز شده است.

لایه بندی مسیر های microstrip روی یک PCB در تصویر زیر نمایش داده شده. همانطور که مشخص است مسیر ها برروی یک سطح و در لایه بالای GND قرار گرفته است. تصور کنید که این مسیر ها بصورت موازی با یک طول مشخص به گیرنده یا قطعه مورد نظر متصل شده اند. هر مسیر دارای مسیر برگشتی و جابجایی حلقه جریان خود می‌باشد در صفحه GND تشکیل می‌شود.

به این دلیل که هر مسیر جریان را می‌توان به عنوان یک حلقه بسته در سطح مقطع یا در یک قسمت و نزدیک مسیر دانست، هر حلقه می‌تواند مقداری اندوکتانس داشته باشد. این پراکندگی اندوکتانس (اندوکتانس پارازیتی) یا parasitic inductance باعث دریافت نویز EMI از منابع خارجی یا سایر اتصالات به عنوان تداخل القایی چه در حالت نویز مد مشترک یا دیفرانسیلی شود. لذا یک موج متحرک می‌تواند باعث نفوذ و تاثیر یک جریان متناسب با جهت میدان مغناطیسی در یک یا هر دو این حلقه ها القا نماید.

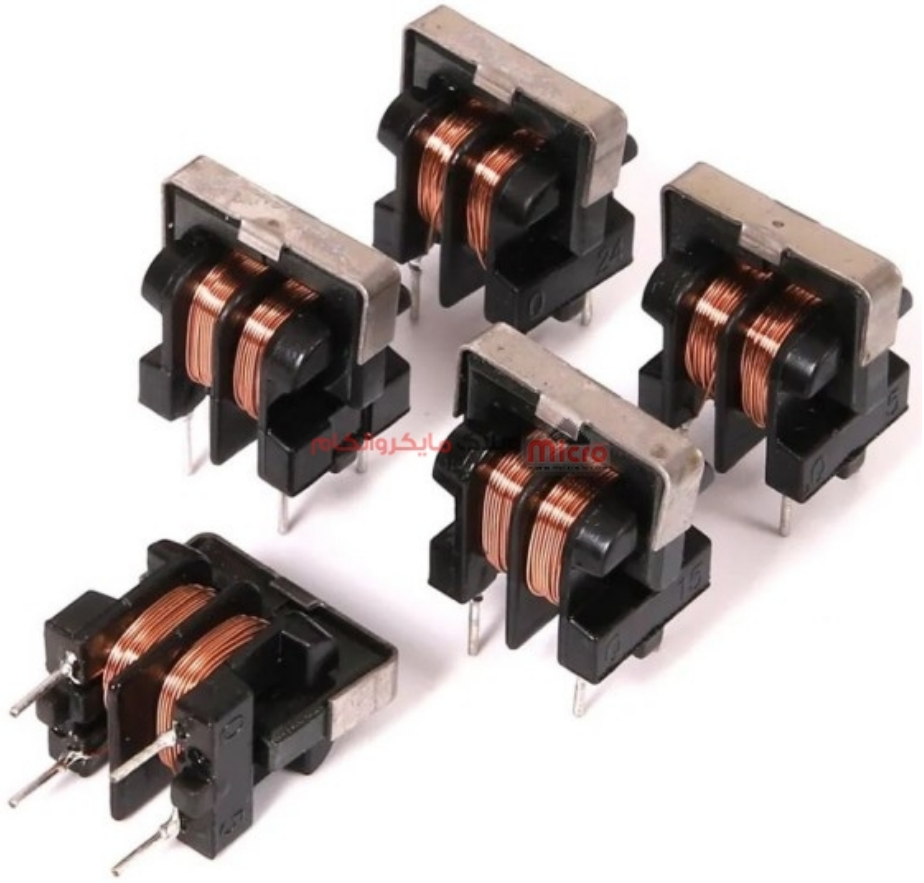


بررسی نویز تابشی *EMI*

EMI هدایت شده یا Conducted EMI

EMI هدایت شده بصورت مستقیم در سیستم از طریق رسانا انتقال پیدا کرده و می‌تواند منشا آن از منبع EMI تشعشع

یافته باشد. این نویز را می‌توان با استفاده از یک چوک فریت که دارای نوع مد مشترک و تفاضلی است حذف کرد. به عنوان مثال، سیستم های قدرت یکی از مواردی هستند که نویز مد دیفرانسیلی یا مشترک می‌تواند برروی ترمینال های ورودی آن ظاهر شده و سیستم را درگیر کند.



چوک مد مشترک

حذف نویز ناشی از EMI

استفاده از چوک یک روش استاندارد برای حذف نویز EMI هدایت شده (Conducted EMI) است. از آنجا که این نویز می‌تواند بصورت نویزی با منشا EMI تشعشعی باشد، حذف پراکندگی های ایجادی در سیستم نیز ضروری خواهد بود. پراکندگی اندوکتانسی یا اندوکتانس پارازیتی یک دلیل مهم برای تاثیر EMI تابشی می‌باشد. صفحه GND یکپارچه، ایجاد

حصار با via و سایر روش های دیگر از کار های مهمی است که جهت خذف نویز منتشر شده می‌توان اعمال کرد.

برای EMI هدایت شده، استفاده از چوک در ورودی تغذیه و استفاده از کوپلینگ خازنی بین مسیر برگشتی جریان و سایر قطعات در سیستم توصیه می‌شود. کوپلینگ خازنی یکی از دلایلی است که در اکثر توصیه ها و نکات طراحی اترنت برای جداسازی کامل گالوانیک در سمت PHY توصیه شده. هدف این امر جلوگیری از اتصال مجدد به اجزای مغناطیسی در سمت MAC می‌باشد.

نتیجه گیری

نویز را می‌توان جزئی جدایی ناپذیر از سیستم های الکترونیکی دانست که می‌توان توسط عوامل مختلفی مانند داخلی (مثلا منابع سوئیچینگ) یا منابع خارجی (مثلا رادیویی) سیستم را درگیر کند. همانطور که بیان شد نویز می‌تواند به دو صورت کلی در حالت مد مشترک و مد دیفرانسیلی تقسیم بندی شده و سیستم را تحت تاثیر قرار دهد. نویز دیفرانسیلی مخرب بوده و بایستی همانند مد مشترک جهت حذف آن اقداماتی را انجام داد. برای نویز مد مشترک می‌توان از چوک های مد مشترک به همین منظور استفاده کرد.

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 فید 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.