



نحوه عملکرد فریت بید (FERRITE BEAD) و انتخاب مناسب آن

نحوه عملکرد فریت بید (Ferrite Bead) و انتخاب مناسب آن



<https://blog.microele.com>

تاریخ انتشار ۲۱ فروردین، ۱۴۰۱ توسط سعید عسگری

سلام خدمت همه شما مایکروالکامی ها. گاهی در خیال خود این باور را می‌پرورانیم که ای کاش می‌توانستیم موج های الکترومغناطیس را ببینیم. در این حالت براحتی می‌توانستیم نویز های الکترومغناطیس یا EMI را آشکار و دفع کنیم. یکی از راه حل های موثر و مفید برای حذف یا کاهش اثرات نویز های الکترومغناطیسی EMI استفاده از فریت بید (Ferrite Bead) می‌باشد. در این مطلب به معرفی و بررسی این موضوع پرداخته خواهد شد. پس با من تا انتهای مطلب همراه باشید. همچنین شما می‌توانید سایر مطالب من رو از [این لینک](#) مطالعه و بررسی کنید.



فریت بید (Ferrite Bead)

فریت بید ها را نیز با نام هایی همچون EMI Filter Bead, Ferrite Collar, Ferrite Clamp, Ferrite Choke یا فیلتر حلقه ای فریت نیز می شناسند. در تصویر زیر نام گذاری های مختلف آن قابل درک است که چرا به این نام ها نیز معروف می باشد. شاید سوال کنید که نحوه عملکرد این فیلتر چگونه است؟ باید در پاسخ به این سوال گفت نحوه عملکرد مشابه به سلف است. اما پاسخ فرکانسی Ferrite Bead ها در فرکانس های بالا منحرف می شود.



تصویر یک فریت بید Ferrite Bead

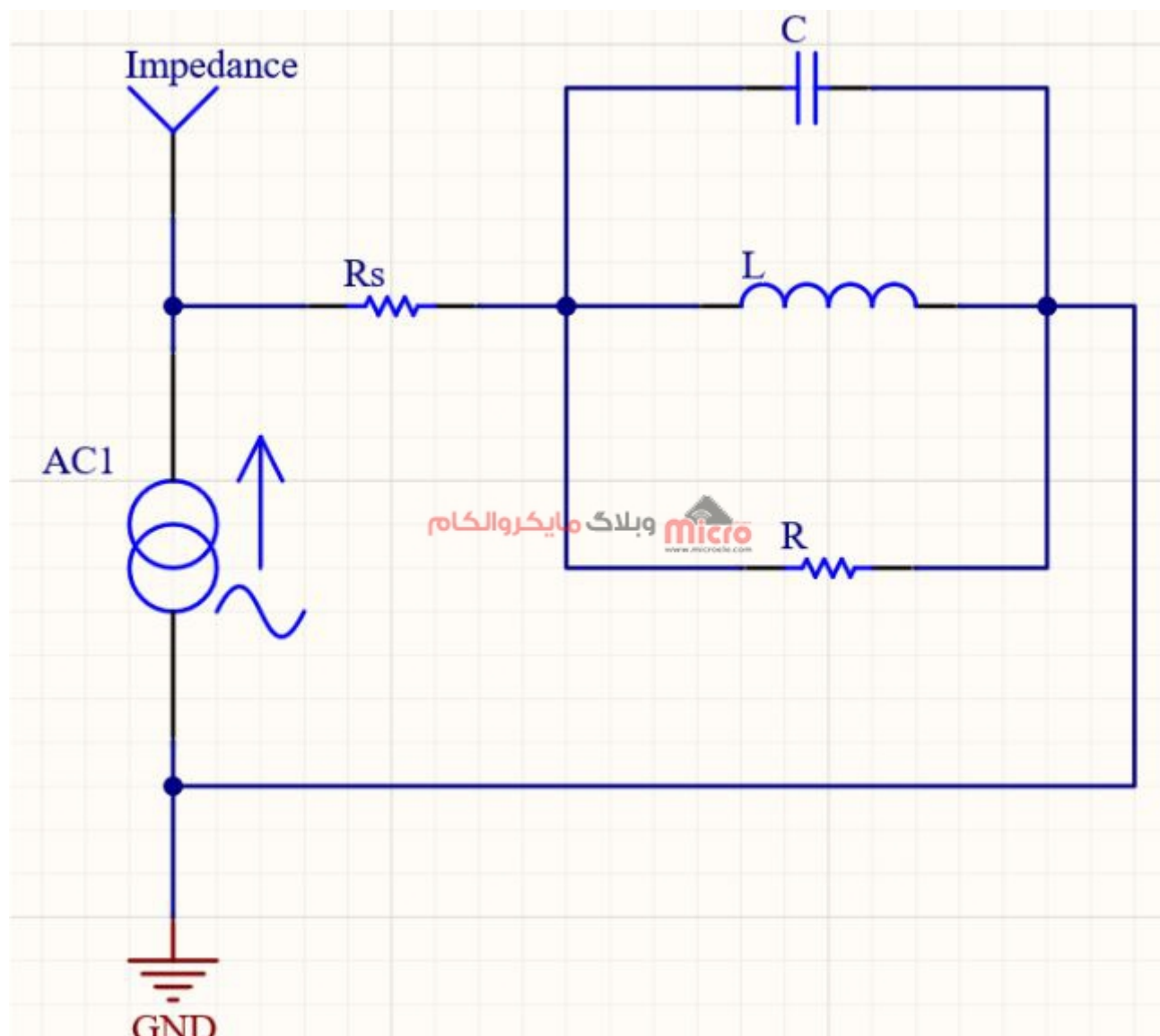
علاوه بر این، مدل های مختلف مانند wirewound ferrite bead و chip ferrite bead ها عملکرد های مختلفی در مقابل کاهش نویز نشان می دهند. بعنوان مثال، فریت بید های مدل wirebound در محدوده فرکانسی متفاوت و گسترده ای کار می کنند اما مقاومت کمتری در تنظیمات جریان DC دارد. برای عملکرد صحیح این مدل، باید مشخصات الکترومغناطیسی و تغییرات آن در طول زمان عملکرد آن را بدانیم. پس از بررسی اصول تئوری فریت بید ها، می توان یکی از آنها را برای استفاده انتخاب نمود. در صورتیکه بدون دانستن و اصول آن اقدام به انتخاب آن شود، نه تنها باعث بهبود عملکرد EMI نشده بلکه خود باعث ایجاد مشکلاتی خواهد شد.



یک نمونه Chip ferrite bead

Ferrite Bead در مقابل سلف

اگرچه یک هسته فریت را می‌توان شبیه یک سلف مدل و شبیه سازی کرد اما دقیقاً مشابه یک سلف معمولی عمل نخواهد کرد. یک ferrite bead می‌تواند از ترکیب سلف، خازن و مقاومت بصورت موازی و یک مقاومت سری مدل شود. این مقاومت سری مقاومت دستگاه در برابر جریان های DC را مشخص می‌کند. سلف در مدار معادل، نشان دهنده عملکرد اصلی فریت برای تضعیف سیگنال های فرکانس بالا است. مقاومت موازی شده در مدار معادل نشان دهنده تلفات جریان eddy (جریان گردابی) بوده که در فرکانس های بالا در فریت القا می‌گردد. نهایتاً خازن مدل شده در این مدار معادل، ظرفیت طبیعی انگلی (component's natural parasitic) قطعه را مشخص می‌کند.



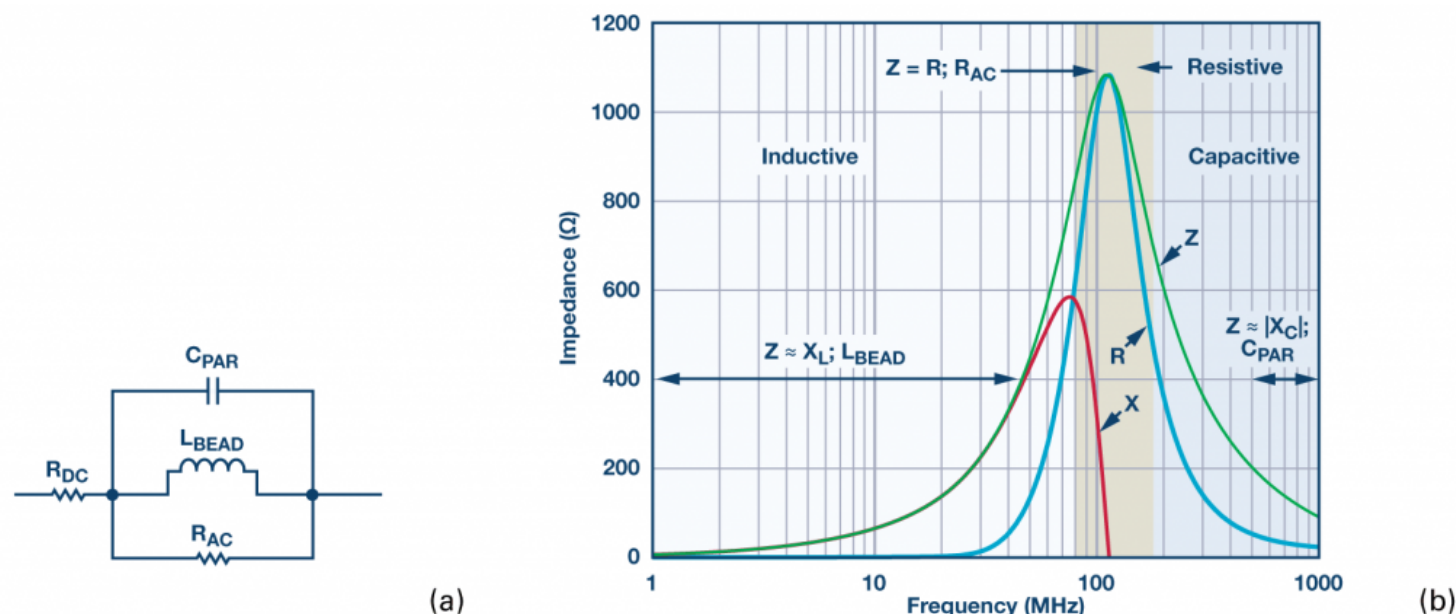
مدار معادل فریت بید

منحنی مشخصه امپدانس Ferrite Bead

همانگونه که از نمودار منحنی مشخصه امپدانس مشخص است، امپدانس مقاومتی اصلی فقط در محدوده خیلی کمی زیاد و غالب است. اندوکتانس این قطعه نیز در همین محدوده غالب می‌باشد. با افزایش فرکانس، امپدانس فریت بید به صورت خازنی شدن رفته و امپدانس سریعاً کاهش پیدا می‌کند. نهایتاً اگر فرکانس زیاد و زیاد تر شود، امپدانس



خازنی به حداقل مقدار خود رسیده و امپدانس فریت بید صرفاً بصورت مقاومتی خواهد شد.

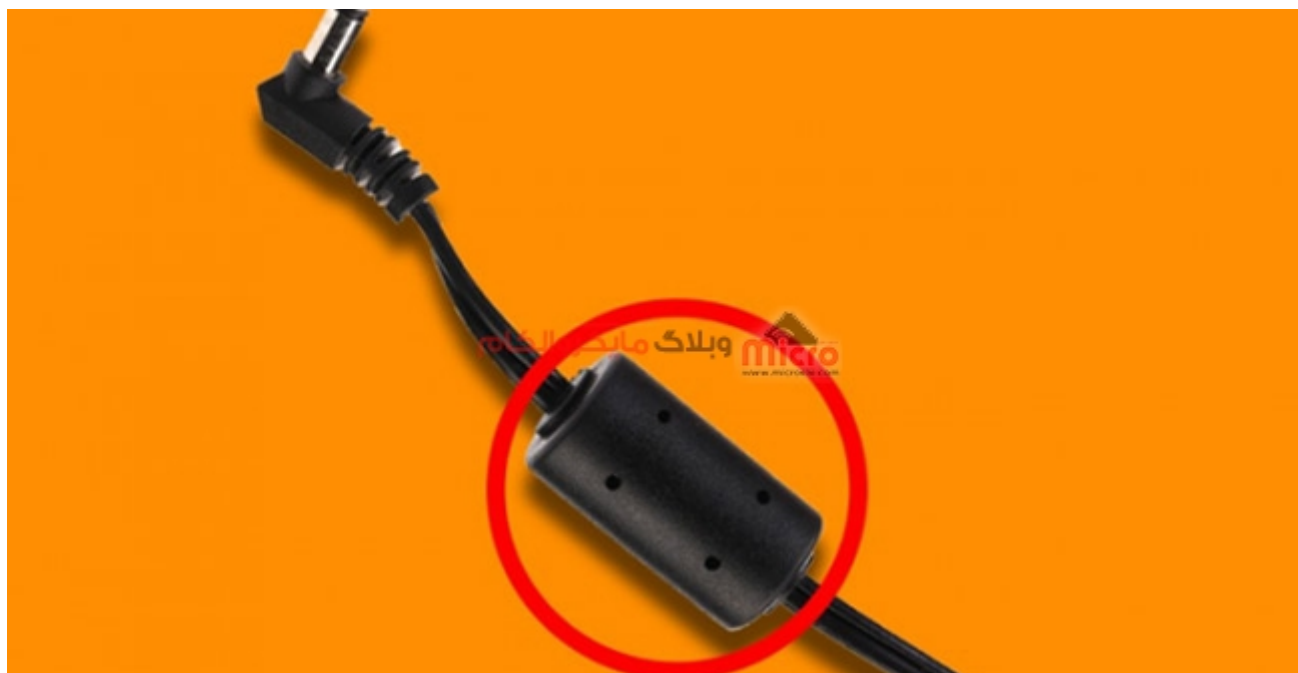


منحنی مشخصه فریت بید

این منحنی با 3 محدوده پاسخ سلفی، مقاومتی و خازنی مشخص می‌شود. این 3 محدوده را می‌توان با نمودار ZRX بیان کرد. Z مشخص کننده امپدانس، R مقاومت و X راکتانس می‌باشد. برای کاهش نویز الکترومغناطیس ناشی از فرکانس های بالا (EMI)، ناحیه ferrite bead باید در محدوده مقاومتی باشد. نتیجه این امر برای نویز الکترومغناطیسی یا همان EMI بسیار مطلوب خواهد بود. در این ناحیه قطعه همانند یک مقاومت عمل می‌کند و مانع از نویز فرکانس بالا شده و آن را بعنوان گرما دفع می‌کند. ناحیه مقاومتی پس از فرکانس متقاطع فریت بید (crossover frequency) یعنی محلی که $X = R$ شده و تا نقطه ای که خازنی می‌شود رخ خواهد داد.

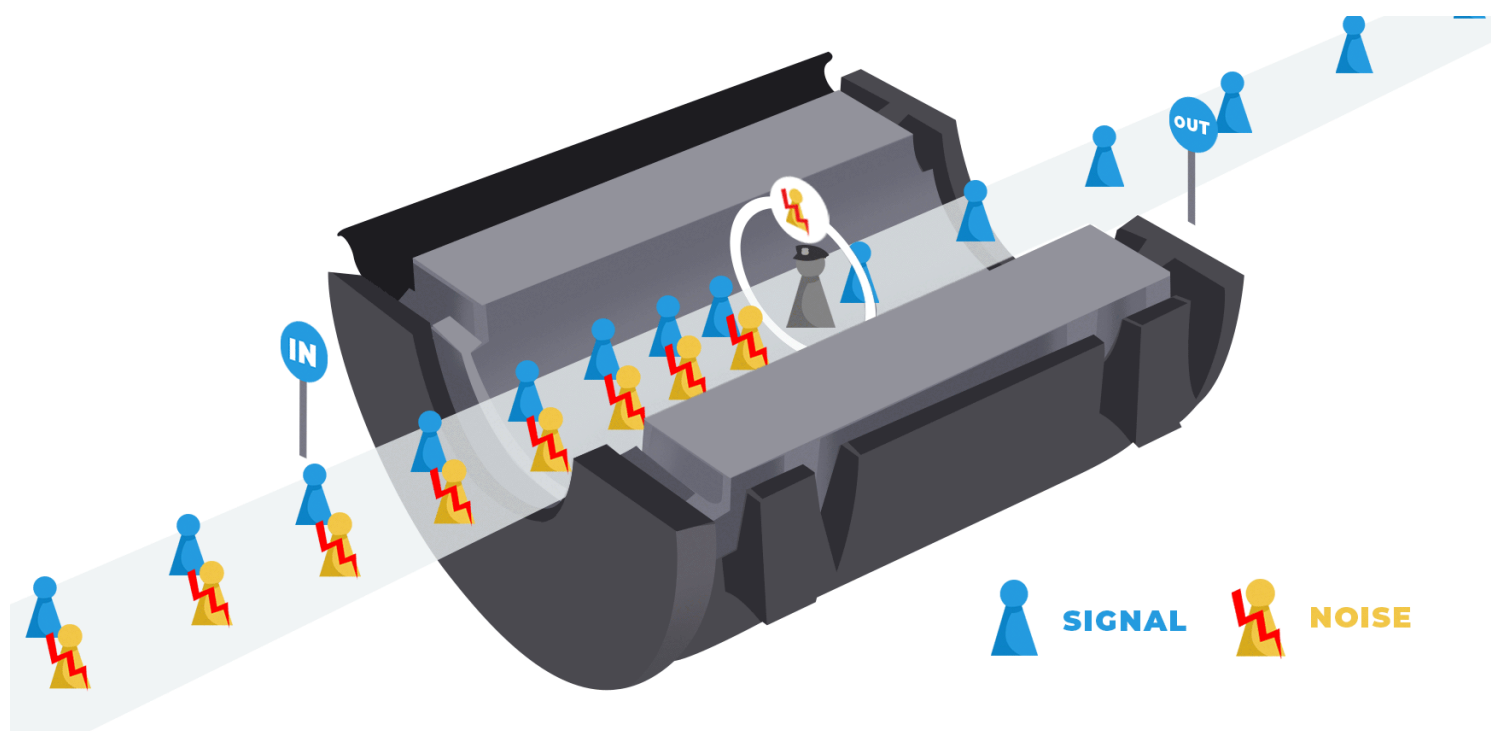
نحوه عملکرد فریت بید ها

فریت بید ها Ferrite Bead ها از زیر مجموعه قطعات Passive الکترونیکی می‌باشند که می‌تواند سیگنال های فرکانس بالا ناخواسته یا همان نویز ها را در خط تغذیه دفع کرده یا از بین ببرند. این فیلتر ها معمولاً در اطراف خطوط تغذیه مانند کابل شارژ لپ تاپ و... نصب می‌گردند.



فریت بید Ferrite bead

حلقه های فریت بر طبق **قانون فارادی** کار می کنند. این قانون بیان می دارد که "هسته مغناطیسی اطراف یک هادی مانند سیم، یک EMF را در هنگام وجود سیگنال با فرکانس بالا القا کرده که اساس پاسخ فرکانسی فریت را تضعیف می کند". فریت ها مواد مغناطیسی هستند که با قرار دادن این مواد در یک گیره و نصب آن روی کابل تغذیه یا مشابه، منبعی از امپدانس القایی برای سیگنال های عبوری از آن را بوجود می آورد. شاید اینگونه برداشت شود که این مواد شبیه سلف باشد اما واقعیت چیز دیگری است. فریت ها از سلف ها دارای پیچیدگی بیشتری می باشند. ferrite bead ها قطعات خطی نمی باشند. باید این نکته را در نظر داشت که مشخصات فرکانسی فریت بید ها می تواند در اثر دما و حرارت تحت الشعاع قرار گرفته و تغییراتی داشته باشد.



نحوه عملکرد فریت بید

کاربرد Ferrite Bead

از آنجایی که امپدانس این دست قطعات القایی می‌باشد، از آنها برای تضعیف سگینال های فرکانس بالا در قطعات الکترونیکی استفاده می‌شود. هنگامی که هسته بر روی کابل یا خط تغذیه دستگاه شما نصب شود، هرگونه نویز مغناطیسی موجود در اتصال تغذیه یا خروجی تغذیه را حذف می‌نماید. لذا استفاده از فریت بید ها یکی از روش های مرسوم کاهش نویز EMI می‌باشد. البته باید در نظر گرفت که هر هسته فریت برای محدوده جریان خاصی در نظر گرفته خواهد شد پس باید این نکته را مورد توجه قرار داد. این محدودیت نیز تحت تاثیر حرارت قرار می‌گیرد. در صورت افزایش دما، جریان نامی به سرعت کاهش پیدا می‌کند.



انتخاب فریت بید مناسب

حال با وجود اینکه تقریباً با تئوری و اصول یک ferrite bead آشنا شده ایم نوبت به ارائه راه حل در جهت انتخاب مناسب آن است. این مرحله کار خیلی سخت نیست. فقط کافی است که به مشخصات مورد خود به دقت توجه نماییم. شاید بپرسید آیا برای طراحی و مدار من وجود فریت بید مهم و الزامی است؟

پاسخ این سوال مانند سایر تصمیمات مهندسی ساده نیست. اگر این اطمینان را دارید که برد شما تحت تاثیر EMI در محدوده فرکانسی خاصی قرار خواهد گرفت و بایستی این فرکانس ها کاهش یابد، ممکن است استفاده از فریت بید انتخاب مناسبی برای طراحی شما باشد. همانطور که ذکر شد با توجه به رفتار سلفی ferrite bead، این قطعات بیشتر اثر فرکانس های بالا را کاهش خواهند داد. با این حال، فریت بید ها همانند یک فیلتر پایین گذر با پهنای باند وسیع عمل نکرده، زیرا فقط می توانند به کاهش محدوده خاصی از فرکانس ها کمک کنند. پس باید فریت ای را انتخاب کنیم و در جایی که این فرکانس های نامطلوب را داریم قرار داده تا اثر آنها را کاهش دهد.

• **نکته مهم:** قبل از انتخاب یک فریت بید خاص برای طراحی و کاربرد، باید اطمینان حاصل کرد که ارائه دهنده و سازنده می تواند منحنی های امپدانس جریان بار را به ما ارائه دهد یا خیر. این بهترین ابزاری است که می توان مطمئن شد چه ferrite bead ای را انتخاب نماییم. بعنوان مثال اگر جریان بار زیاد باشد، باید فریت ای انتخاب کرد که بتواند بدون اشباع شدن و همچنین از دست دادن امپدانس آن در محدوده فرکانسی مورد نظر، مقاومت کرده و بهترین نتیجه را با ارمغان آورد.

تیجه گیری

همانگونه که ذکر شد فریت بید ها، بار های مقاومتی در فرکانس های بالا می باشند و انرژی جذب شده را بصورت حرارت دفع می کنند. لذا هنگام استفاده از آن باید به افت ولتاژ و تلفات گرمایی آن توجه کرد. این دفع حرارتی و گرما لزوماً برای PCB شما مشکلی ایجاد نمی کند، اما زمانی که برای دفع فرکانس های بالا در جریان بالا استفاده می شود، می توانند تبدیل به یک مشکل شود.

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.