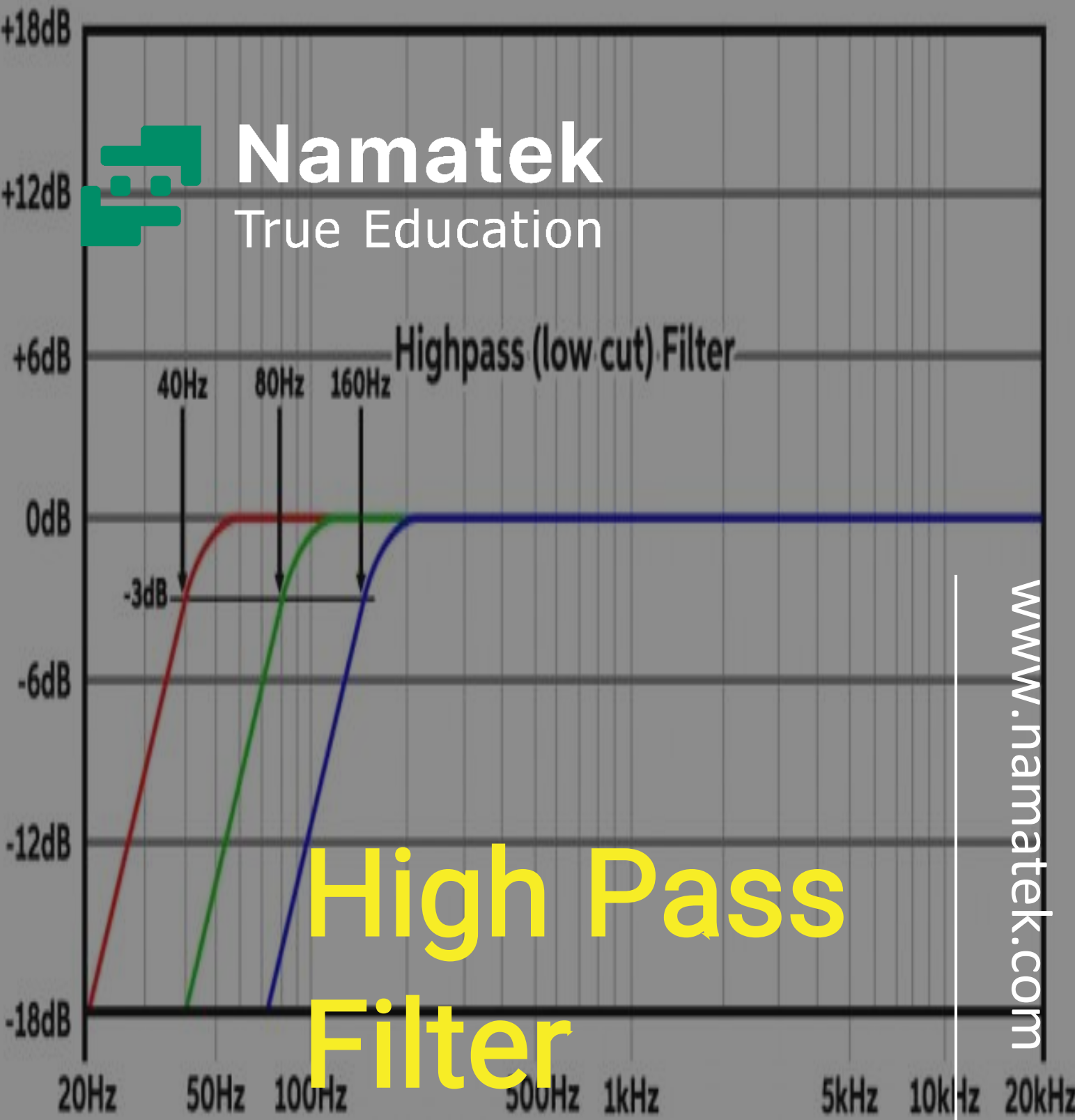




Namatek
True Education

Highpass (low cut) Filter



www.namatek.com

فیلتر بالاگذر چیست؟

فهرست مطالب

۱. چرا باید از فیلتر بالاگذر استفاده کرد؟
۲. فیلترهای الکترونیکی
۳. مزایای استفاده از فیلترهای الکترونیکی
۴. انواع فیلترهای الکترونیکی
۵. تعریف فیلتر بالاگذر (High Pass Filter)
۶. نحوه عملکرد فیلتر بالاگذر

چرا باید از فیلتر بالاگذر استفاده کرد؟



یک تلوزیون برای دریافت فرکانس، بیش از هر چیزی به یک آنتن نیاز دارد اما همانطور که می دانید آنتن، همراه فرکانس دلخواه شما فرکانس های دیگر (بعضی از فرکانس ها ساخته طبیعت است) را نیز همزمان دریافت خواهد کرد.

پس برای اینکه از این تداخل امواج ناخواسته جلوگیری شود، شما باید ابتدا فرکانس مطلوب را از فرکانس های دیگر جدا کرده و تقویت نمایید تا تلوزیون شما یک شبکه را به وضوح نمایش دهد. برای دریافت مطلوب فرکانس فرستنده دلخواه خود در میان انواع فرکانس ها که توسط فرستنده های مختلف صادر می شود، باید از فیلتر استفاده کرد. مدارهای هماهنگی یا فیلترها از قسمت های اساسی مدارهای مخابراتی هستند که کاربردهای

فراوانی در فرستنده ها، گیرنده های رادیویی و انتخاب درست یک ایستگاه رادیویی دارند.

فیلترهای الکترونیکی

همه شما بارها کاربردهای مختلفی درباره فیلتر شنیده اید و می دانید که برای تصفیه یک عنصر از عناصری که از دید ما نامطلوب است و به آن نیازی نداریم و با وجود آن عنصر نمی توان نتیجه مورد دلخواه را گرفت از انواع فیلترها استفاده می کنیم. همانطور که برای صاف کردن مایعات، هوا و ... از فیلترهای معمولی مکانیکی مانند یک لایه نازک کاغذی، پارچه ای، پلاستیکی و... استفاده می شود.

در مدارات الکترونیکی نیز از مدارهایی متشکل از سلف، خازن، مقاومت و... استفاده می شود تا بتوانند فرکانس های اضافی که از دید طراح مزاحم به حساب می آیند حذف و یا حداقل کم رنگ تر کنند تا در نتیجه توان فرکانس مطلوب بیشتر از توان فرکانس نامطلوب شود.

با کمک گرفتن از انواع فیلترها می توانیم فرکانس هایی را که نیاز نداریم از بین راه حذف کنیم و تنها به فرکانس یا فرکانس هایی که نیاز داریم اجازه عبور و رفتن به خروجی را بدهیم. پس به طور کلی می توان گفت وظیفه اصلی یک فیلتر الکترونیکی تصفیه فرکانس مطلوب (فرکانس دلخواه) از فرکانس نامطلوب (فرکانس مزاحم) است. در واقع حذف نویز اساس کار فیلترهاست که با جداسازی سیگنال ها بر اساس فرکانس صورت می گیرد.



مزایای استفاده از فیلترهای الکترونیکی

با در دسترس داشتن منابع تغذیه الکتریکی، انواع مختلف فیلترها با هدف بهبود کیفیت الکتریسیته به کار برده می شود. در فیلترهای الکترونیکی ترکیب اجزای الکترونیکی از قبیل سلف، خازن، مقاومت و ... به کار می رود تا به کمک آنها موارد زیر را ضمانت کرد:

- کیفیت توان بهتر
- صرفه جویی در مصرف انرژی الکتریکی و هزینه
- افزایش بازده تجهیزات الکتریکی
- افزایش طول عمر تجهیزات الکترونیکی حساس

ضریب کیفیت فیلترهای الکترونیکی

اندازه ای که برای توصیف ساده فیلترهای میان گذر یا میان نگذر استفاده می شود را ضریب کیفیت Q فیلتر می گویند. زمانی که می گوئیم فیلتری ضریب کیفیت بالایی دارد به این معناست که دامنه فرکانس های با پهنای باند کم برابر با فرکانس میانی است.



انواع فیلترهای الکترونیکی

از نظر مداری، فیلترها را به دو گروه اکتیو و پسیو تقسیم می کنند. به این ترتیب به آن دسته از مدارات که دارای منبع تغذیه هستند اکتیو و دسته ای را که بدون منبع تغذیه کار می کنند و فقط با المان های سلف، خازن و مقاومت بسته می شوند پسیو می نامند. این فیلترها توسط مدارات RC, RL یا RLC ساخته می شوند.

هر کدام از عناصر سلف، مقاومت و خازن با قرار گرفتن در مدار از خود رفتار متفاوتی نشان می دهند مثلاً سلف ها در فرکانس های پایین، اتصال کوتاه

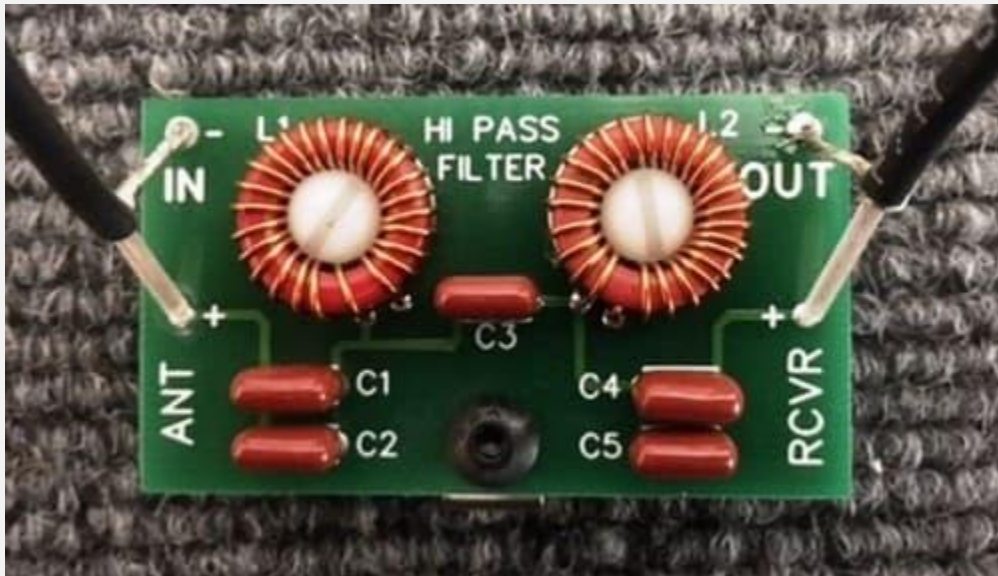
و در فرکانس های بالا اتصال باز هستند اما رفتار خازن ها درست برعکس می باشد. خازن ها در فرکانس های پایین مدار باز و در فرکانس های بالا اتصال کوتاه هستند که از همین خاصیت برای ساخت فیلتر ها استفاده می شود. فیلترهای الکترونیکی به طور کلی به انواع زیر تقسیم می شوند:

- فیلتر پایین گذر (Low Pass Filter , LPF)
- فیلتر بالا گذر (High Pass Filter , HPF)
- فیلتر میان گذر (Band Pass Filter , BPF)
- فیلتر میان نگذر (Band Stop Filter , BSF)

حالا که با مفهوم و کاربرد فیلتر های الکترونیکی آشنا شدید در ادامه قصد داریم شما را با ساز و کار یک فیلتر بالاگذر آشنا سازیم.

تعریف فیلتر بالاگذر (High Pass Filter)

پیش از شروع تعریف فیلتر بالاگذر مهم ترین چیز این است که شما با فرکانس قطع آشنا شوید. میزان فرکانس قابل قبول در خروجی فیلتر را فرکانس قطع فیلتر می نامند. فیلتر بالاگذر با تضعیف فرکانس های پایین تر از فرکانس قطع، از عبور فرکانس های کمتر از آن جلوگیری می کند. هرگاه ناحیه عبور سیگنال ها از یک فیلتر، در فرکانس های بالا بوده و نواحی قطع سیگنال ها برای آن فیلتر در فرکانس های پایین باشد به آن فیلتر بالاگذر می گوئیم.

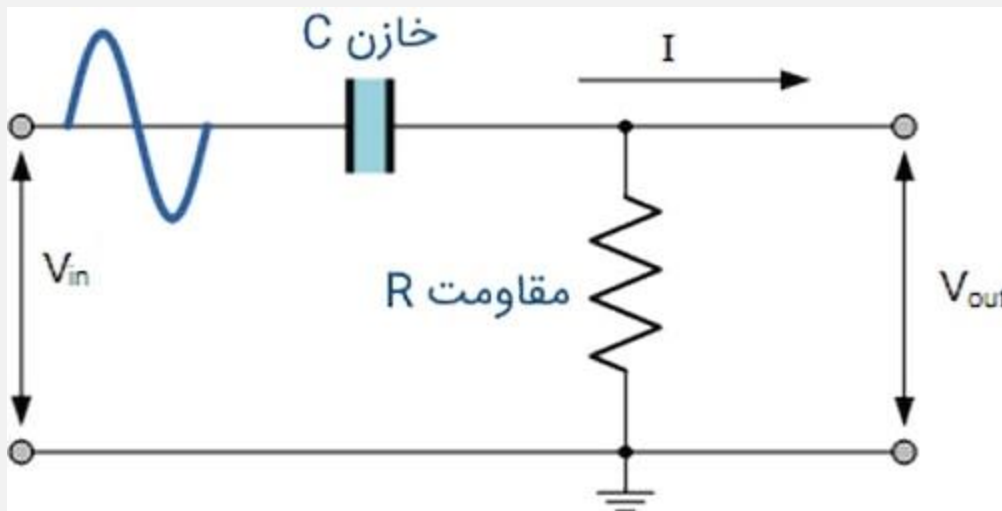


به زبان ساده تر فیلتری که فرکانس های بالا را عبور داده و فرکانس های پایین را عبور ندهد بالا گذر محسوب می شود.

نحوه عملکرد فیلتر بالا گذر

راکتانس خازن در فرکانس های پایین بسیار بزرگ است، بنابراین، خازن مانند مدار باز عمل کرده و هر سیگنال ورودی V_{in} را تا فرکانس قطع (f_c) مسدود می کند. اگر ظرفیت خازن ثابت باشد و تغییر نکند و فرکانس بالا رود، راکتانس خازن هم به سوی پایین میل می کند.

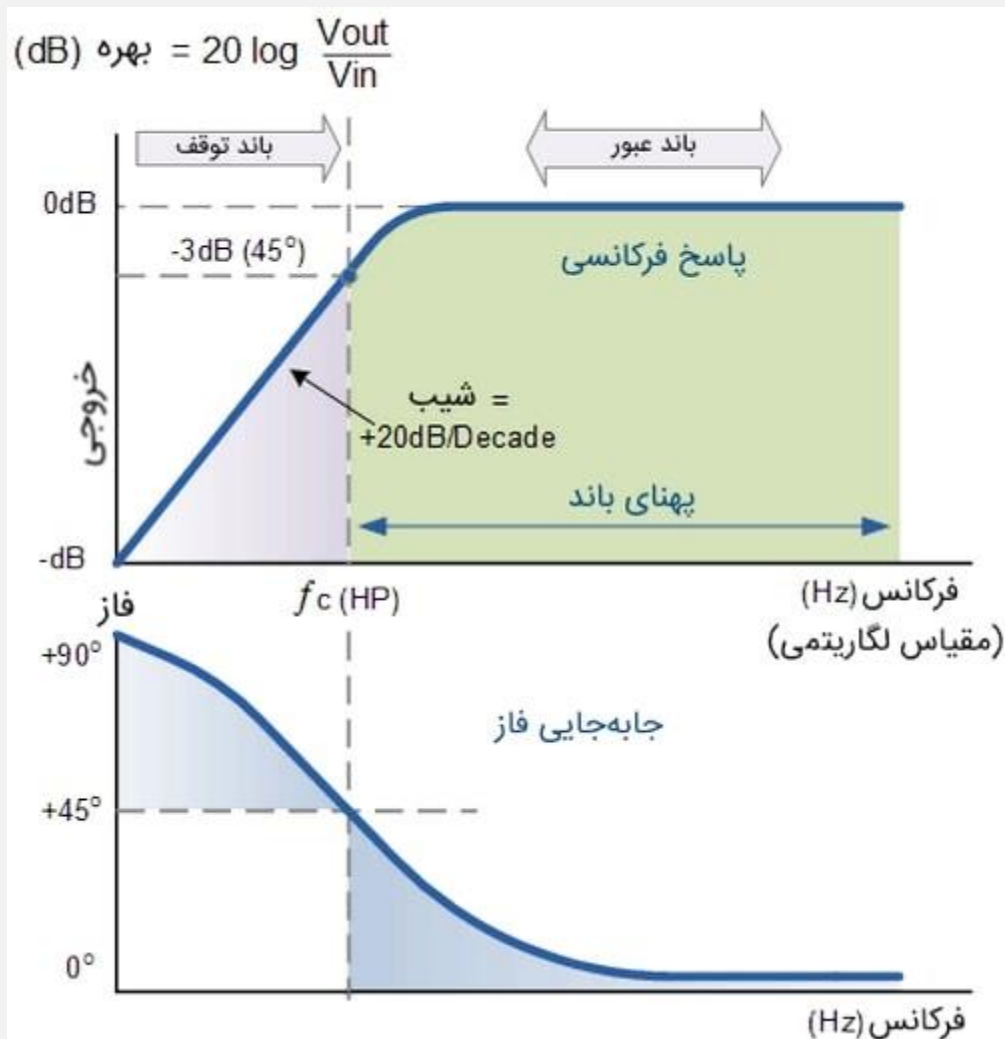
به دلیل همین رفتاری که خازن از خود نشان می دهد، برای فرکانس های بالاتر از فرکانس قطع، راکتانس خازن کاهش یافته و به گونه ای است که شبیه اتصال کوتاه عمل کرده و تمام سیگنال های ورودی را مستقیماً به خروجی منتقل می کند.



حالا با بالا بردن فرکانس، راکتانس خازن پایین می آید. وقتی که راکتانسش کمتر از مقدار مقاومت مذکور شود، این بار خازن مانند یک مقاومت کوچک عمل می کند و مقاومت مذکور مانند یک مقاومت بزرگ و جریان از خازن می گذرد و به خروجی می رسد. به این ترتیب با ساخت یک فیلتر بالا گذر به فرکانس های بالاتر از فرکانس قطع با تضعیف کم اجازه عبور داده می شود.

منحنی پاسخ فرکانسی فیلتر بالا گذر

منحنی پاسخ فرکانسی فیلتر بالا گذر مرتبه اول را می توان در تصویر زیر مورد بررسی قرار دهید.



در تشریح نمودار فوق، سیگنال در فرکانس‌های پایین با شیب $20 \text{ dB}+$ زیاد می‌شود تا به نقطه فرکانس قطع برسد که در آن، $R=X_C$ است. دامنه ولتاژ در فرکانس قطع $1/\sqrt{2}$ یا 70% مقدار سیگنال ورودی یا $(20 \log V_{OUT}/V_{IN})$ آن است. همچنین می‌توان دید که زاویه فاز (ϕ) سیگنال خروجی نسبت به ورودی در فرکانس f_c به اندازه 45° پیش‌فاز است.

منحنی پاسخ فرکانسی این فیلتر نشان می‌دهد که برای فرکانس‌های بالاتر از فرکانس قطع سیگنال ورودی مستقیماً به خروجی هدایت می‌شود. هرچند، در عمل پاسخ فیلتر تا فرکانس بی‌نهایت گسترده نیست و با مشخصه‌های الکتریکی اجزای به‌کار رفته در مدار محدود می‌شود. فرکانس

قطع یک فیلتر بالاگذر مرتبه اول را می‌توان با معادله جابه‌جایی فاز که باید اندکی اصلاح کرد به صورت زیر محاسبه نمود:

$$f_c = \frac{1}{2\pi RC}$$

$$\phi = \arctan \frac{1}{2\pi fRC}$$

ولتاژ خروجی یک فیلتر بالاگذر، وابسته به ثابت زمانی و فرکانس سیگنال ورودی می‌باشد. وقتی سیگنال AC سینوسی را به مدار اعمال می‌کنیم، مانند یک فیلتر مرتبه اول ساده عمل خواهد کرد اما اگر سیگنال ورودی به صورت یک موج مربعی باشد، پاسخ خروجی تغییر زیادی خواهد کرد و مدار به صورت مشتق‌گیر می‌شود. شکل زیر نتیجه‌ی اعمال شکل موج مربعی به ورودی می‌باشد:

