



Namatek
True Education

ESR

www.namatek.com

ESR چیست؟

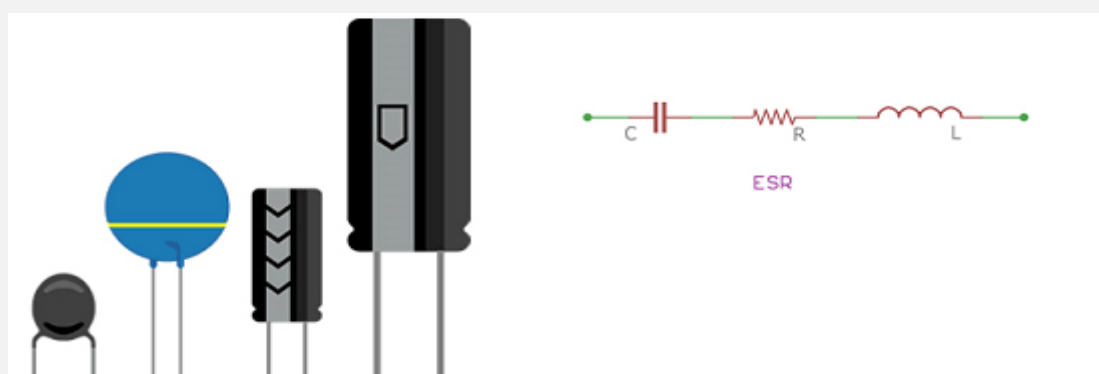
فهرست مطالب

۱. ESR چیست؟
۲. عوامل موثر در ESR چیست؟
۳. اثرات مقاومت سری معادل یا ESR چیست؟
۴. مزایای مقاومت سری معادل یا ESR چیست؟

اگر در رشته های مرتبط با برق و الکترونیک تحصیل کرده باشید حتما می دانید که ESR چیست و یا نام آن به گوشتان خورده است. با توجه به اینکه هیچ یک از قطعات الکترونیکی، مشابه آنچه ما در دنیای ایده آل تئوری می خوانیم، عمل نمی کنند، آشنایی با مشخصه عملکردی واقعی آن ها برای استفاده ازشان بسیار ضروری است. ما در این مقاله قصد داریم در ابتدا بگوییم که ESR چیست و در ادامه به عوامل موثر آن در خازن ها اشاره کنیم. برای کسب دانش بیشتر در این رابطه با ما همراه باشید.

ESR چیست؟

ESR مخفف عبارت Equivalent Series Resistance به معنای مقاومت سری معادل، به مقاومت کل موجود در مدار سری معادل خازن اشاره دارد. به عبارت دیگر، این مقاومت موثر است که هم مقاومت داخلی و هم مقاومت خارجی مرتبط با خازن را در نظر می گیرد. ESR یک پارامتر مهم است که بر عملکرد و رفتار خازن ها، به ویژه در کاربردهای فرکانس بالا تأثیر می گذارد.



عوامل موثر در ESR چیست؟

در ادامه عوامل موثر در ESR را بررسی می کنیم.

مقاومت الکترو

خازن ها از دو صفحه رسانا به نام الکترو تشکیل شده اند که توسط یک ماده دی الکتريک از هم جدا می شوند. هر الکترو به دلیل خواص مواد رسانای مورد استفاده، مقاومت ذاتی خود را دارد. مقاومت الکتروها به افزایش ESR کلی خازن کمک می کند.

تلفات دی الکتريک

مواد دی الکتريک مورد استفاده در خازن ها می توانند تلفاتی ایجاد کنند که به عنوان تلفات دی الکتريک یا مقاومت دی الکتريک شناخته می شود. تلفات دی الکتريک زمانی اتفاق می افتد که ماده دی الکتريک با اعمال میدان الکتريکی در سراسر آن با مقاومت مواجه می شود. این تلفات منجر به تبدیل انرژی الکتريکی به گرما می شود که منجر به افزایش ESR خواهد شد.

مقاومت لیدها

لیدها یا پایانه های خازن نیز به حضور ESR کمک می کنند. مقاومت لیدها را می توان به مواد مورد استفاده برای ساخت آن ها و اتصالات بین لیدها و صفحات خازن نسبت داد. مقاومت معرفی شده توسط لیدها به مقدار کلی ESR می افزاید.

عناصر پراکنده

خازن ها، به ویژه خازن های الکترولیتی، می توانند عناصر پراکنده اضافی داشته باشند که به ESR کمک می کنند.

این عناصر عبارت اند از اندوکتانس (ESL - Equivalent Series Inductance) و مقاومت در برابر نشت. مقاومت در برابر نشت نشان‌دهنده‌ی توانایی خازن برای حفظ شارژ الکتریکی خود است، هنگامی که یک خازن شارژ شده است، اگر مقاومت در برابر نشت کم باشد، خازن به طور کامل نمی‌تواند شارژ را حفظ کند و شارژ از دست خواهد رفت. در حالی که تمرکز اصلی بر روی ESR است، مهم است که تاثیر این عناصر پراکنده را در نظر بگیرید؛ زیرا می‌توانند بر رفتار کلی خازن تاثیرگذار باشند.

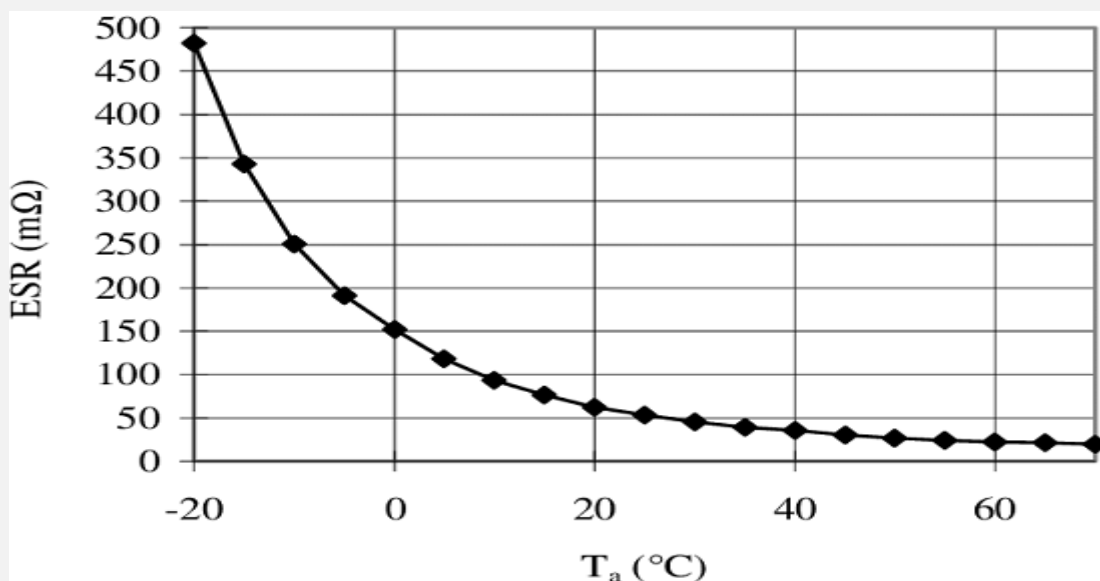
اثرات دما بر ESR چیست؟

ESR همچنین می‌تواند با دما نیز تغییر کند. تغییرات دما می‌تواند بر رسانایی مواد خازن از جمله الکترودها و دی‌الکتریک تاثیر بگذارد. در نتیجه، مقدار ESR می‌تواند با تغییرات دما افزایش یا کاهش یابد و بر عملکرد خازن تاثیر بگذارد.

اثرات مقاومت سری معادل یا ESR چیست؟

در ادامه مقاله ESR چیست اثرات مقاومت سری معادل یا ESR را بررسی می‌کنیم.

اتلاف انرژی



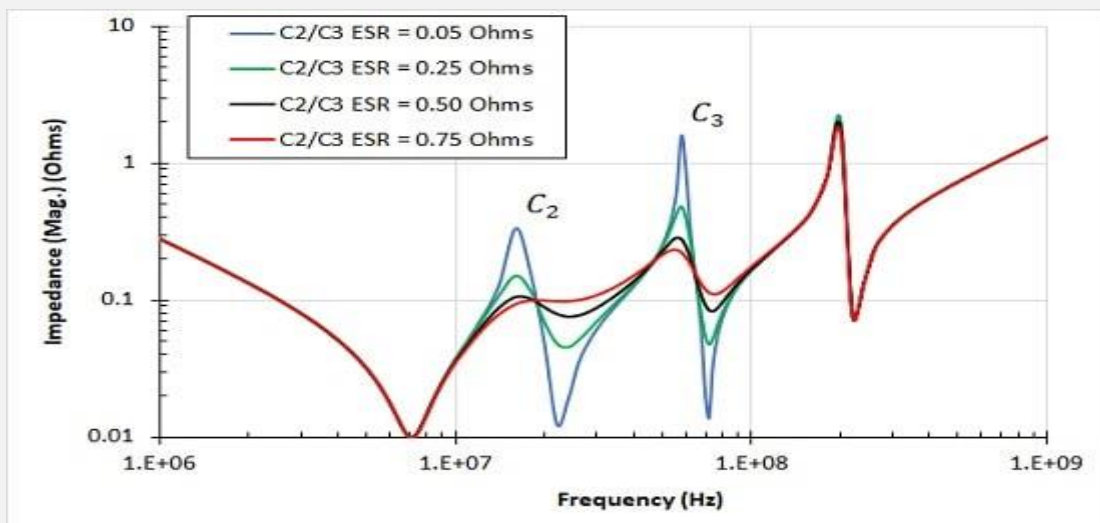
ESR باعث اتلاف توان در خود خازن می شود. هنگام عبور جریان از خازن، ESR در خلاف جهت جریان الکتریکی ولتاژ عبوری را کاهش می دهد و در نتیجه انرژی الکتریکی به گرما تبدیل می شود. این اتلاف انرژی می تواند منجر به افزایش دما در خازن شود که ممکن است بر قابلیت اطمینان و طول عمر آن تأثیر بگذارد. در نظر گرفتن مقادیر ESR در کاربردهایی که باید اتلاف توان به حداقل برسد، بسیار مهم است.

افت ولتاژ

وجود ESR باعث افت ولتاژ در خازن می شود. هنگامی که یک خازن در معرض تغییرات سریع جریان یا سیگنال های فرکانس بالا قرار می گیرد، مقدار ESR بر ولتاژ در پایانه های خازن تأثیر می گذارد. افت ولتاژ می تواند پیامدهایی در یکسری کاربردها داشته باشد که تنظیم دقیق ولتاژ در آنها بسیار مهم خواهد بود و هنگام برخورد با مدارهایی با امپدانس کم یا فرکانس بالا اهمیت ویژه ای پیدا می کند.

امپدانس و پاسخ فرکانسی

ESR در ارتباط با مقدار خازن، امپدانس پیچیده ای را برای خازن ایجاد می کند. ESR بر پاسخ فرکانسی خازن تأثیر می گذارد و منجر به تغییر در رفتار آن می شود. این تأثیر می تواند باعث انحراف از رفتار خازنی مورد انتظار و عملکرد مدار ضربه ای شود، به ویژه در کاربردهایی که شامل فیلتر کردن یا پردازش سیگنال وابسته به فرکانس است.



مزایای مقاومت سری معادل یا ESR چیست؟ فیلتر منبع تغذیه

خازن ها به طور گسترده در مدارهای منبع تغذیه برای فیلتر کردن نویز با فرکانس بالا و تثبیت سطوح ولتاژ استفاده می شوند. ESR خازن ها نقش مهمی در فیلتر منبع تغذیه ایفا می کند.

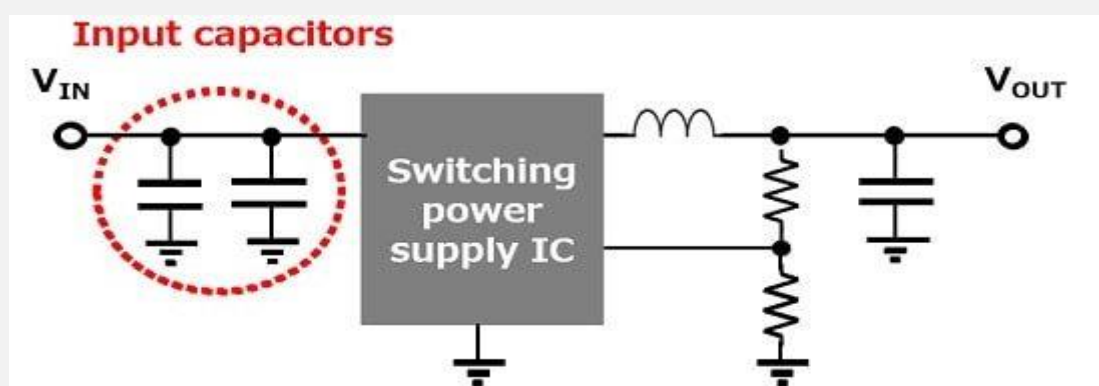
البته در مواردی که تلفات حرارتی خازن مهم است، به عملکرد و کارایی بالا و همچنین به پاسخدهی سریع خازن نیاز است، خازن های ESR پایین ترجیح داده می شوند؛ زیرا افت ولتاژ و تلفات برق را به حداقل می رسانند

و بازده منبع تغذیه را بهبود می بخشند. آن ها همچنین اثربخشی سرکوب نویز را افزایش می دهند و خروجی توان پایدار را تضمین می کنند.



خازن های جدا کننده

خازن های جدا کننده در مدارهای الکترونیکی، به ویژه مدارهای مجتمع (ICs) برای تامین یک منبع تغذیه پایدار و بدون نویز استفاده می شوند. ESR این نوع خازن ها برای جداسازی موثر بسیار مهم است. در این مورد هم خازن های ESR پایین ترجیح داده می شوند؛ زیرا توانایی بهتری برای پاسخ به تغییرات سریع تقاضای فعلی دارند، کاهش ولتاژ را به حداقل می رسانند و ولتاژ تغذیه پایدار را برای آی سی ها حفظ می کنند. این کار به جلوگیری از نوسانات ولتاژ کمک کرده و عملکرد مطمئن قطعات حساس را تضمین می کند.



سوئیچینگ منابع تغذیه

ESR نقش حیاتی در کاربردهای سوئیچینگ منبع تغذیه ایفا می کند. منابع تغذیه سوئیچینگ در فرکانس های بالا کار می کنند و به خازن هایی با مقادیر ESR پایین نیاز دارند.

خازن های ESR پایین برای کاهش تلفات توان، افزایش بازده و حفظ ولتاژ خروجی پایدار در طول انتقال سریع سوئیچینگ ضروری هستند. مقدار ESR مستقیماً بر اتلاف توان و قابلیت تنظیم ولتاژ خازن ها در این کاربردها تأثیر می گذارد.

مدارهای فرکانس بالا

در مدارهای فرکانس بالا، جایی که انتقال سریع سیگنال و زمان بندی دقیق بسیار مهم است، ESR خازن ها قابل توجه خواهد بود. خازن های با مقادیر ESR پایین برای به حداقل رساندن تغییرات امپدانس و افت ولتاژ در فرکانس های بالا ترجیح داده می شوند. آن ها به حفظ یکپارچگی سیگنال، بهبود عملکرد مدارهای فرکانس بالا و کاهش تلفات مرتبط با جریان فرکانس بالا کمک می کنند.