

امتحان میان ترم الکترونیک

در طی این سوالات می‌خواهیم یک گیرنده رادیوی را قدم به قدم طراحی کنیم.

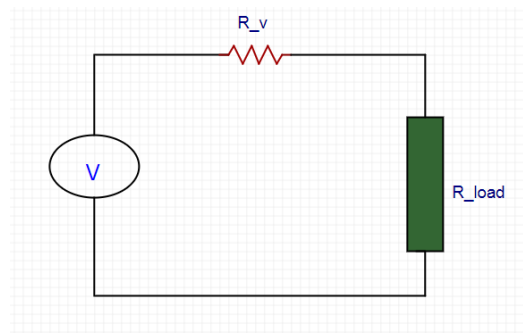
سوال ۱) امپدانس مجینگ:

اگر بخواهیم یک انرژی از یک محیط به یک محیط دیگر به صورت کامل منتقل شود (و هیچ انرژی ای برنگردد) لازم است بین دو محیط امپدانس مجینگ اتفاق بیفتد. این مورد در مورد ارتباطات رادیویی اهمیت بسیار زیادی پیدا میکند. زیر سیگنال رادیویی با حرکت کردن در هوا (از فرستنده رادیویی تا گیرنده در خانه شما) صدها برابر ضعیف شده است. لذا هیچ انتقال غیر بهینه انرژی امواج ورودی به سیستم رادیویی قابل تحمل نخواهد بود.

در مدار زیر به دست بیاورید که در چه صورتی ماکسیمم توان از source به load منتقل میشود.

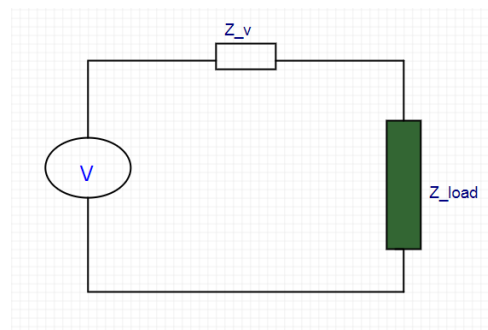
بخش ۱) برای مدارات DC

۱,۱,۱) در صورتی که سورس به صورت منبع ولتاژ با مقاومت داخلی R_v باشد:

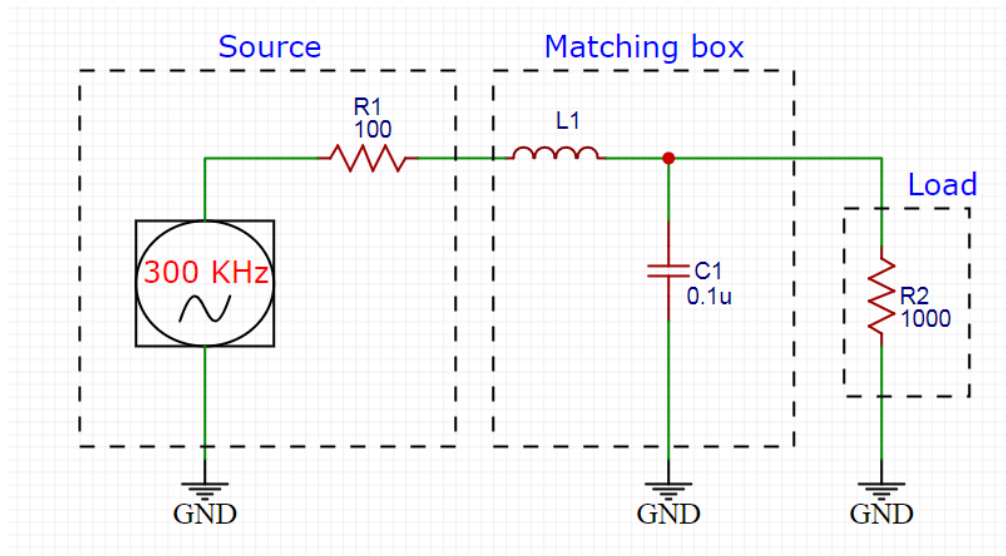


بخش ۲) برای مدارات AC

۱,۲,۱) نشان دهید اگر امپدانس لود به صورت مزدوج مختلط امپدانس سورس باشد، امپدانس مجینگ اتفاق می‌افتد.



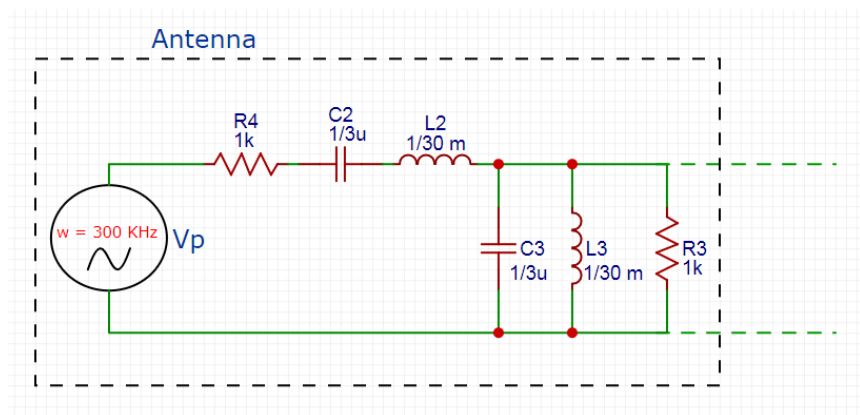
(۱,۲,۲) در شکل زیر مقدار L را به گونه ای حساب کنید که امپدانس مچینگ بین سورس و لود اتفاق بیفتد. (راهنمایی: ابتدا امپدانس معادل خازن موازی و لود را حساب کنید و سپس L را به گونه ای تعیین کنید که خاصیتی که در بخش 1.2.1 گفته شد برقرار شود)



سوال ۲) آنتن:

بخش ضروری هر رادیویی آنتن آن است. در شکل مقابل یک عکس از آنتن را میتوانید مشاهده کنید.

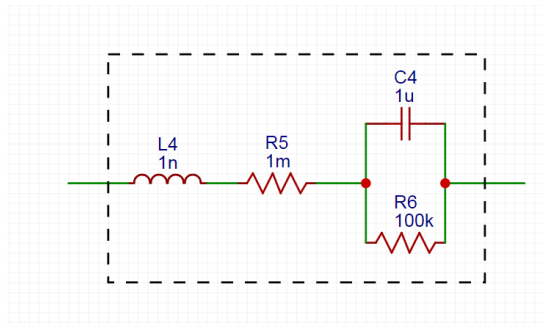
آنتن یک قطعه الکترونیکی است که خواص سلفی، مقاومتی و خازنی را یکجا دارد. برای آنتن های دو قطبی میتوان مدار معادل زیر را در نظر گرفت:



(۲,۱,۱) به کمک تحلیل تونن مدار معادل آنتن را ساده تر کنید و مقدار ولتاژ و مقاومت تونن را حساب کنید. این مدار تونن کار کردن با آنتن هارا بسیار ساده تر میکند به طوری که در ادامه بجای سروکله زدن با پیچیدگی های داخلی مدار، صرفا با مقاومت تونن کار خواهیم کرد (که به نوعی دربر دارنده تمام آن پیچیدگی ها میباشد)

سوال ۳) انتخاب قطعات الکترونیکی مناسب:

در بحث های مربوط به RF یا همان Radio Frequency باید قطعاتی که استفاده میکنیم را به دقت انتخاب کنیم. زیرا در فرکانس های بالا یک خازن دیگر یک خازن نیست. بلکه در بعضی فرکانس ها اثرات خازنی و در بعضی فرکانس ها اثر سلفی دارد. سلف نیز در فرکانس های بالا میتواند اثرات خازنی از خودش نشان دهد و سیستم رادیوی را خراب کند. حتی قطعات ساده ای مثل مقاومت نیز از این قاعده مستثنی نیستند. پس میتوان گفت که هر قطعه الکترونیکی در در داخل خود سلف،خازن و مقاومت دارد که به این المان های فرضی داخلی خاصیت های پارازیتیک میگوئیم. در شکل زیر مدار معادل مربوط به خازن را مشاهده میکنید. این خازن دارای خاصیت های پارازیتیک به دلیل وجود $L4$, $R5$, $R6$ میباشد.



۳,۱,۱) مقدار امپدانس مدار بالا را به صورت تابعی از فرکانس حساب کنید.

۳,۱,۲) نمودار log-log مقدار امپدانس مدار بالا را بر حسب فرکانس رسم کنید. نشان دهید در کدام فرکانس ها مدار معادل خازن رفتار خازنی و در کدام فرکانس ها رفتار سلفی دارد.

۳,۱,۳) به نظر شما چه ویژگی های فیزیکی در خازن زیر میتواند دلیل وجود خواص پارازیتیک باشد؟



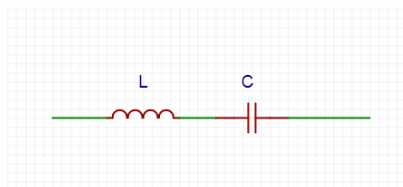
سوال ۴) اتصال آنتن و مدار های رزونانز:

وقتی میخواهیم یک فرکانس بخصوصی را با گیرنده بگیریم و به آن گوش دهیم، نیاز به مداراتی داریم که در فرکانس مورد علاقه ما رزونانس داشته باشند. مدارات دارای خاصیت رزونانس از یک خازن و از یک سلف تشکیل شده است.

بخش ۴,۱) شکل روبرو یک رزوناتور سری را نشان میدهد.

۴,۱,۱) امپدانس رزوناتور را حساب کنید

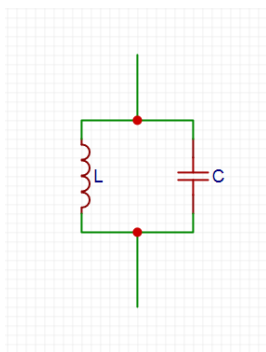
۴,۱,۲) در یک فرکانس بخصوص امپدانس رزوناتور مقدار غیر عادی پیدا میکند (یا صفر یا بینهایت). این مقدار غیر عادی چقدر است؟ در چه فرکانس رخ میدهد؟



بخش ۴,۲) شکل روبرو یک رزوناتور سری را نشان میدهد.

۴,۱,۱) امپدانس رزوناتور را حساب کنید

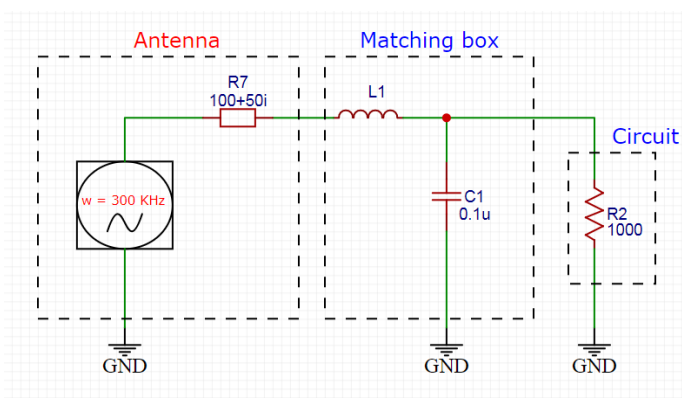
۴,۱,۲) در یک فرکانس بخصوص امپدانس رزوناتور مقدار غیر عادی پیدا میکند (یا صفر یا بینهایت). این مقدار غیر عادی چقدر است؟ در چه فرکانس رخ میدهد؟



بخش ۴,۳) تقریباً دیگر با رادیوی خود فاصله ای نداریم. تنها کاری که لازم است این است که بتوانیم آنتن را به صورت مناسب درایو کنیم (تا سیگنال های امواج را گرفته و در دسترس ما قرار دهد). برای این کار سه روش میتوانیم به کار ببریم.

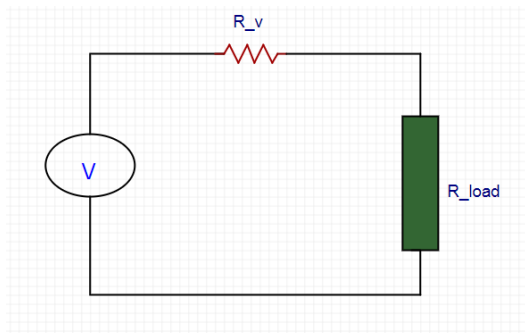
الف) آنتن به عنوان سورس توان

۴,۳,۱) در این حالت آنتن به عنوان آشکار سازی است که خروجی آن توان است. بنابراین برای استفاده از آنتن باید با امپدانس مچینگ مناسب آن را به مدار خود وصل کنیم. امپدانس آنتن خود را در سوال ۲,۱,۱ حساب کرده اید. فرض کنید امپدانس آنتن شما به صورت $100+50i$ است. اگر امپدانس مدار (که به عنوان لود برای آنتن است) برابر 1000 اهم باشد، با ایده گرفتن از سوال ۱,۲,۲ مقدار L را محاسبه کنید.



ب) آنتن به عنوان سورس ولتاژ

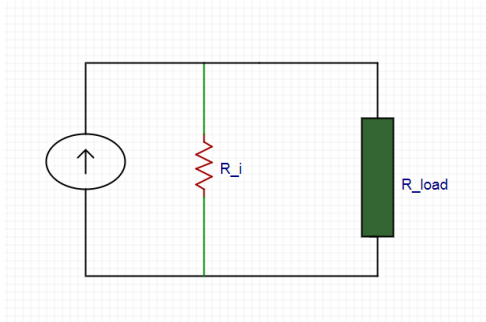
در این حالت آنتن را میتوان به صورت یک منبع ولتاژ در نظر گرفت. در شکل روبرو منبع ولتاژی مشاهده میکنید که دارای مقاومت داخلی R_v است. برای اینکه بتوانیم از انبوهی از سیگنال های الکترومغناطیسی دوربرمان، فرکانس مورد نظر خود را بگیریم، باید کاری بکنیم که در فرکانس موردنظر، این منبع ولتاژ تبدیل به منبع ولتاژ ایده آل شود.



۴,۳,۲) منبع ولتاژ ایده آل، دارای چه مقاومت داخلی ای میباشد؟

۴,۳,۳) پس با این حساب، کدام یک از رزوناتور های بررسی شده در بخش قبل را باید به آنتن وصل کرد؟ مدار مورد نظر خود را بکشید

(ب) آنتن به عنوان سورس جریان



در این حالت آنتن را میتوان به صورت یک منبع جریان در نظر گرفت. در شکل روبرو منبع جریانی مشاهده میکنید که دارای مقاومت داخلی R_i است. برای اینکه بتوانیم از انبوهی از سیگنال های الکترومغناطیسی دوربرمان، فرکانس مورد نظر خود را بگیریم، باید کاری بکنیم که در فرکانس موردنظر، این منبع جریان تبدیل به منبع جریان ایده آل شود.

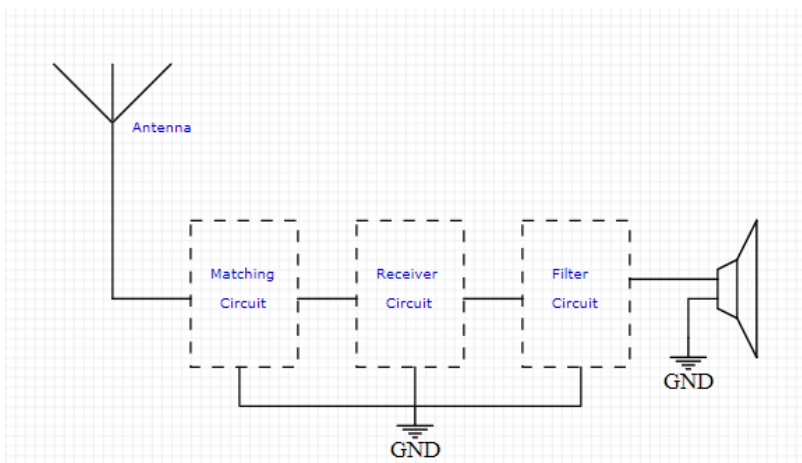
۴,۳,۴) منبع جریان ایده آل، دارای چه مقاومت داخلی ای میباشد؟

۴,۳,۵) پس با این حساب، کدام یک از رزوناتور های بررسی شده در بخش قبل را باید به آنتن وصل کرد؟ مدار مورد نظر خود را بکشید.

جالب است بدانید که اگر به این صورت از آنتن استفاده کنیم، میتوان بدون استفاده از باتری و با یک اسپیکر از نوع پیزوالکتریک به کانال های رادیویی گوش داد.

(سوال ۵)

امواج رادیویی از فرستنده تا گیرنده در معرض کلی نویز قرار دارند. اگر امواج رادیویی (به خصوص اگر به صورت AM مادلوه شده باشند) توسط امواج الکترومغناطیسی دیگری که فرکانس آنها در محدوده شنوایی ما هست (۲۰ هرتز تا ۲۰۰۰۰ هرتز) نویزی شوند، صدایی که گیرنده رادیو پخش خواهد کرد تمیز نخواهد بود. یکی از این نویزها نویز های جوی یا Atmospheric noise است که به دلیل رعد و برق در جو زمین ایجاد میشود و به دلیل داشتن فرکانس پایین تا مدت ها در جو زمین باقی میماند تا ضعیف شده و از بین برود (برای اطلاعات بیشتر به این صفحات مراجعه کنید https://en.wikipedia.org/wiki/Atmospheric_noise - https://en.wikipedia.org/wiki/Radio_atmospheric)



تا اینجا کار ما سیگنال رادیویی را توسط آنتن گرفتیم و با مچینگ مناسب دست مدار گیرنده دادیم. حال میخواهیم خروجی مدار گیرنده را که سیگنال صوتی است را از فیلتری عبور دهیم تا نویز هایی که در بالا بحث کردیم را حذف کند. فرض کنید این نویز ها از فرکانس ۱۰۰۰۰ هرتز به بالا وجود دارند.

۵,۱,۲) برای این کار به چه نوع فیلتری نیاز داریم؟

۵,۱,۱) یک فیلتر برای این کار طراحی کنید. و مقدار فرکانس آستانه فیلتر خود را حساب کنید.