

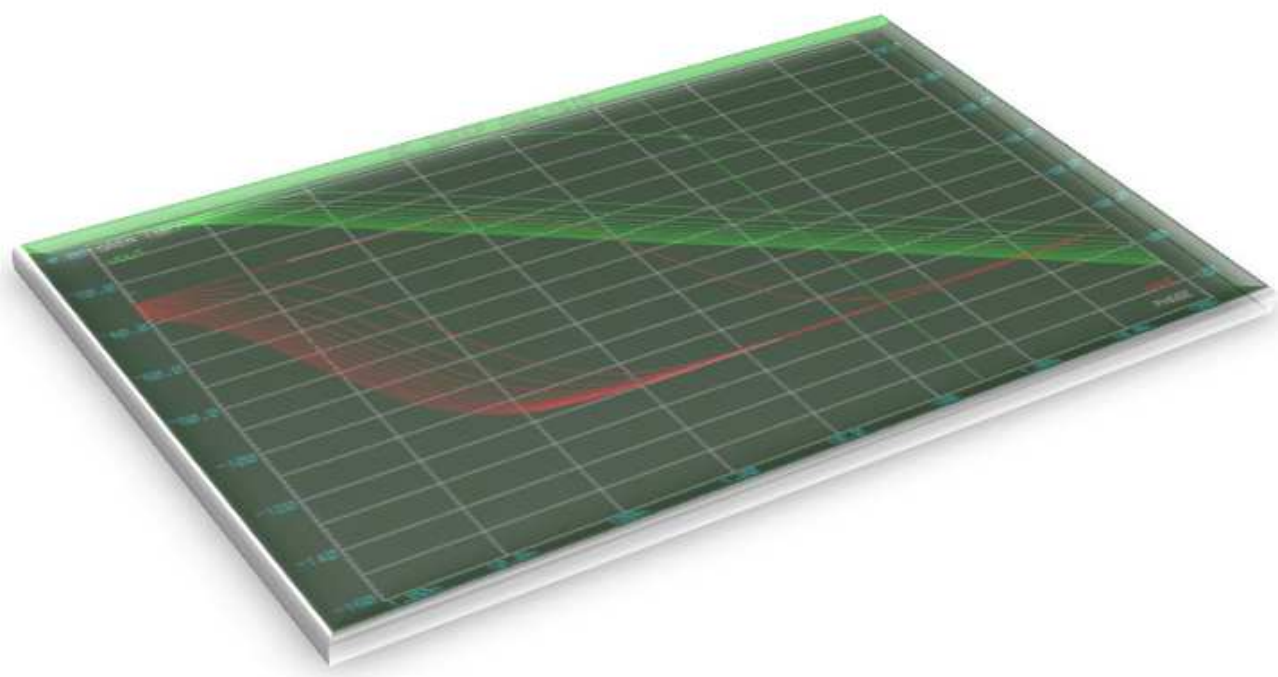
« به نام خدا »

آموزش تجزیه و تحلیل مدارهای الکتریکی با پروتیوس

PROTEUS ANALYSIS

سید محمد حسینی

تاریخ انتشار : فروردین ۸۹



szman_xm@yahoo.com

<http://forum.iranled.com>

<http://www.iranled.com/forum>

<http://www.iranvig.com>

<http://www.iranled.com>

...: این مقاله متعلق به **انجمن ایران ویج** می باشد ...:

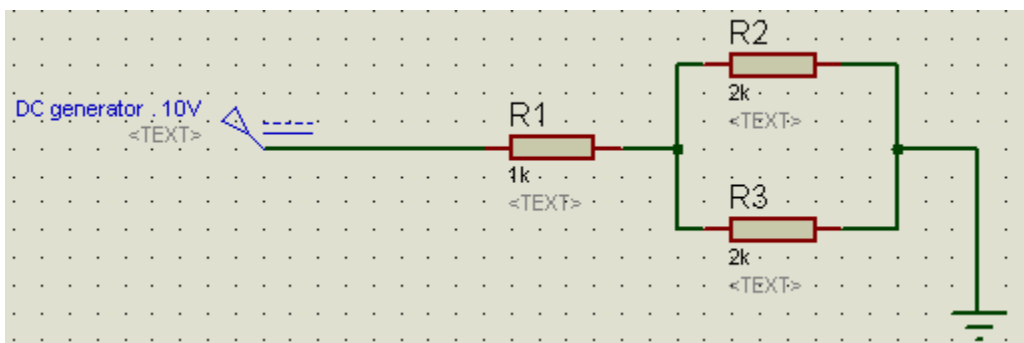
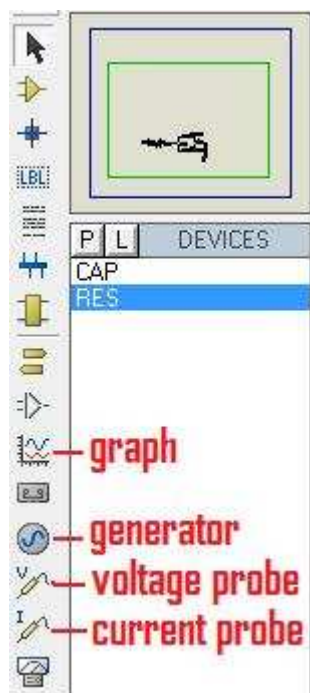
در این مقاله، نحوه تحلیل مدارهای الکتریکی را توسط نرم افزار قدرتمند پروتیوس آموزش می‌دهم، که شامل تحلیل‌های گذرا، فرکانسی، DC، AC، TRANSFER و ... است.

این آموزش با فرض اینکه خوانندگان آشنایی مقدماتی با پروتیوس دارند، نوشته شده است.

(اتمام حجت: الان که دارم این مقاله رو به رشته تحریر درمی‌ارم!) ترم ۴ کامپیوترم و فقط به مدارا پاس کردم. یعنی اگرچه مرحله ترم بوق رو به سلامت گذروندم اما هنوز در زمینه مدار بوقم! پس مطمئنا مطالبی که از جلوی چشماتون رد میشه، خالی از اشکال نیست. مخصوصا که هیچ منبع درست حسابی هم در مورد تحلیل با پروتیوس پیدا نمی‌شد! دیگه کم مونده بود گوگل فحش بده که چقد سرچ می‌کنی *proteus* ... هیچ نتیجه‌ای به عمل نمی‌اومد! پس لطفا هر نقص و کاستی می‌بینین اطلاع بدین تا اصلاح بشه.)

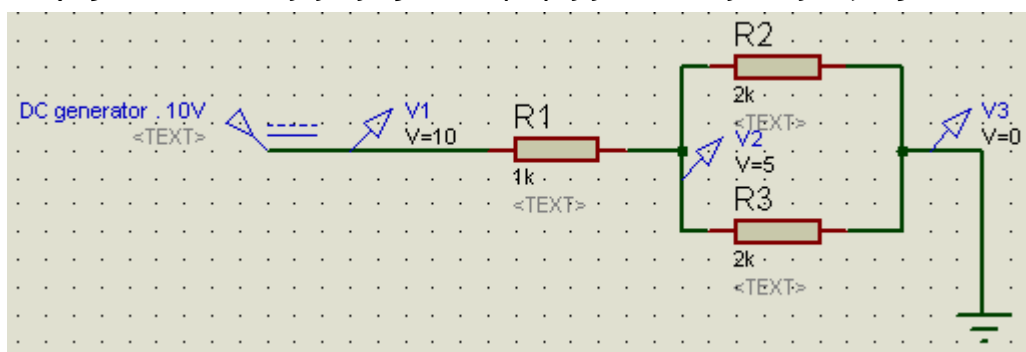
پروب ولتاژ و جریان :

پروب ولتاژ برای نشان دادن ولتاژ در هر گره، و پروب جریان برای نمایش جریان هر شاخه از مدار می باشد. برای مثال مدار زیر را رسم کنید.

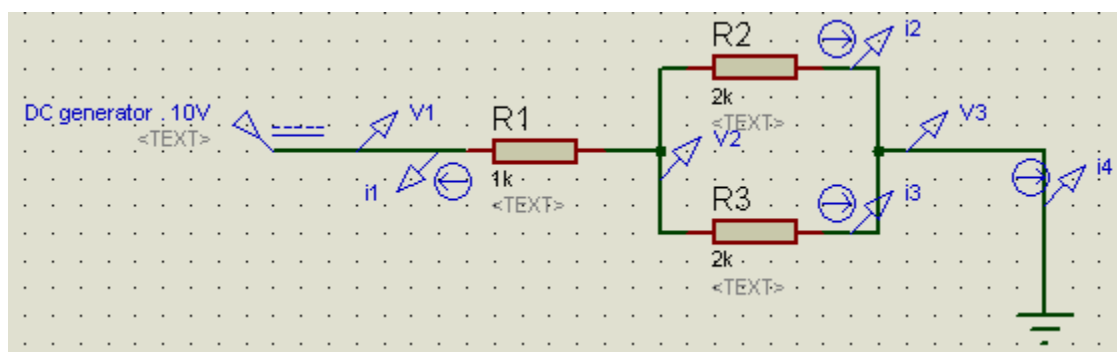


روی آیکون voltage probe کلیک کنید و در گره‌های مختلف مدار، پروب ولتاژ قرار دهید.

نام هر پروب بطور پیش فرض نام نزدیکترین قطعه به خود با یک اندیس در پرانتز می‌باشد. برای تغییر نام روی پروب دوبار کلیک کنید و نام آن را تغییر دهید. مدار را play کنید تا ولتاژ هر گره نشان داده شود (کلید F12).



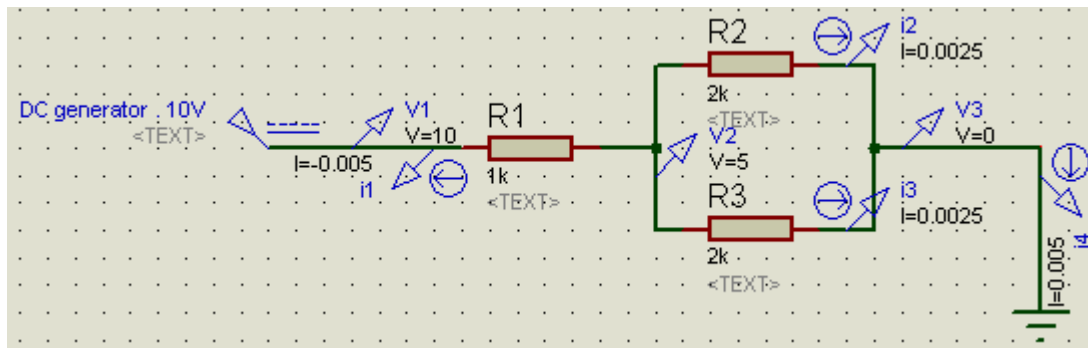
روی آیکون current probe کلیک کنید و در مسیرهای مختلف پروب جریان قرار دهید. در صورتی که پروب ولتاژ و جریان بر روی هم قرار گرفته‌اند، بر روی یکی راست کلیک کنید و با یکی از گزینه‌های x-mirror یا y-mirror موقعیت پروب‌ها را طوری تغییر دهید بر روی هم نباشند. هر پروب جریان یک فلش دارد. در صورتی که جریان شاخه مورد نظر در جهت فلش پروب باشد جریانی که پروب نشان می‌دهد مثبت، و در صورتی که جریان در جهت عکس آن پروب باشد، پروب، جریان منفی نشان می‌دهد. به مدار زیر دقت کنید.



حداکثر بزرگی هر کدام از پروب‌های جریان، عدد مثبت نشان می‌دهند یا منفی...؟؟

اگره با فکر کردن رو این سوال مغزتون هنگ کرد یا سنگینی به علامت تعجب بزرگ رو مغزتون حس کردین، باید بگم می‌تونین خودتون رو هم‌ردیف انیشتن و نیوتن بدونین!

فلش پروپ i4 موازی با سیم مورد نظر نیست. این پروپ نمی‌تواند جریان را نشان دهد. اگر بخواهید مدار را اجرا کنید، برنامه اعلام خطا می‌کند. روی این پروپ راست کلیک کنید و با یکی از گزینه‌های rotate آن را هم‌راستا با سیم قرار دهید.

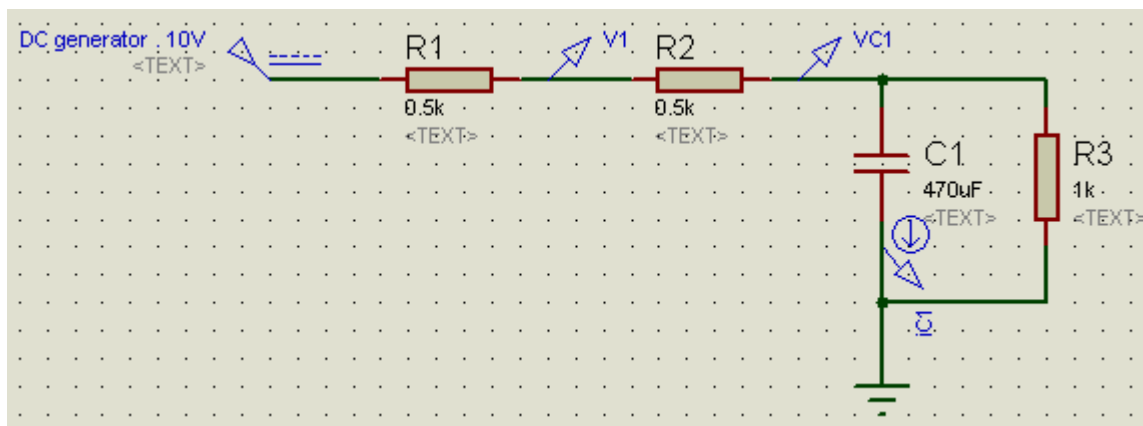


برای رسم نمودارها و انجام تحلیل‌ها، پروپ‌ها اهمیت ویژه‌ای دارند. پروپ‌ها مشخص می‌کنند روی چه نقطه‌ای از مدار می‌خواهیم تحلیل انجام دهیم.

--- انواع تحلیل‌ها و نمودارها ---

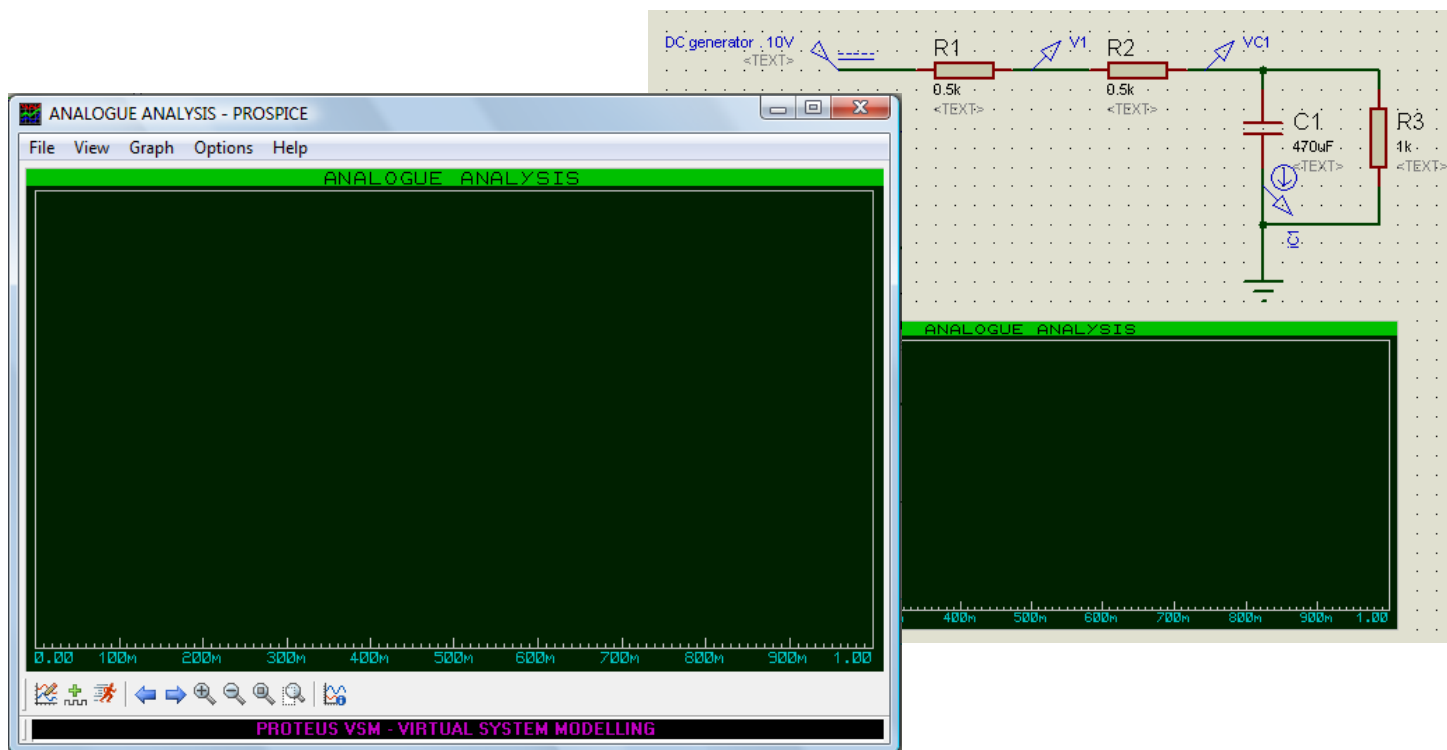
نمودار آنالوگ (تحلیل گذرا یا تحلیل در حوزه زمان) – Transient analysis :

نمودار آنالوگ، ولتاژ یا جریان یک نقطه خاص از مدار را برحسب زمان نشان می‌دهد. مدار زیر را در نظر بگیرید. می‌خواهیم نمودار ولتاژ دو سر خازن را در حین شارژ ببینیم.



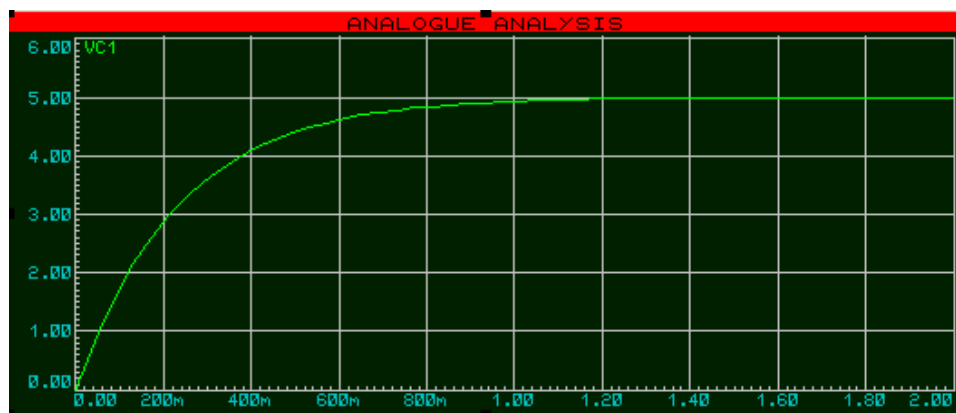
اگر مدار را play کنید، ولتاژ و جریانی که پروپ‌ها نشان می‌دهند ثابت است! این به این دلیل است که پروتیس در حالتی که در مدار فقط منبع dc باشد، تحلیل DC می‌کند. یعنی تمام خازن‌های مدار اتصال باز و سلف‌ها اتصال کوتاه در نظر گرفته می‌شوند. برای رسم نمودار نیز با این مشکل روبه‌رو خواهیم بود.

از قسمت Graph Mode نمودار ANALOGUE را انتخاب کنید و روی فضای خالی از صفحه شماتیک بکشید.



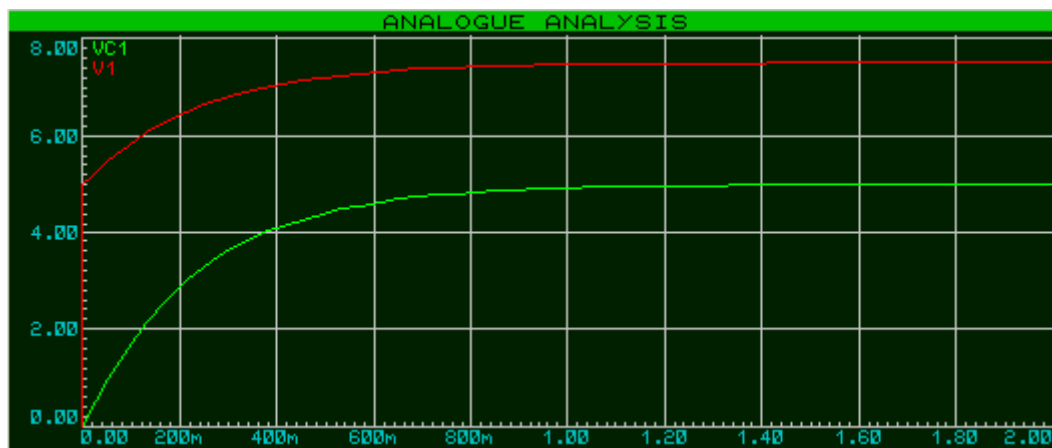
اگر بر روی گراف یک بار کلیک کنید نوار بالای آن قرمز می‌شود. یعنی گراف انتخاب شده و از منوی Graph می‌توانید تنظیمات مربوط به این گراف را انجام دهید. اگر بر روی نوار قرمز بالای گراف کلیک کنید پنجره گراف بزرگ می‌شود و با جزئیات بیشتری می‌توانید تحلیل کنید. اگر این پنجره بسته باشد نمودار بر روی شکلی که در صفحه شماتیک کشیده‌اید نمایش داده می‌شود و باید با آن کار کنید. فعلاً پنجره بزرگ را ببندید.

از منوی Graph، Add Trace را انتخاب کنید. در پنجره ای که باز می‌شود، Probe P1 را پروب VC1 انتخاب کنید. نام Trace بطور پیشفرض، نام همین پروب انتخاب می‌شود. بر روی ok کلیک کنید. در صفحه شماتیک کلید space را فشار دهید تا شبیه سازی انجام شود. (یا روی گراف راست کلیک کرده و گزینه Simulate Graph را انتخاب کنید). محور افقی محور زمان و محور عمودی که در کنار آن VC1 نوشته شده، نمایش کمیت مورد نظر است. همانطور که می‌بینید ولتاژ ثابت است (۵ ولت) و برحسب زمان تغییر نمی‌کند! (دلیلش رو بالاتر عرض کردم! اینجا باید به الاغ گردن کلفت رو خفه کنید!) برای حل این مشکل بر روی گراف دوبار کلیک کنید تا پنجره Edit Graph باز شود. (یا از منوی Graph، گزینه Edit Graph) را انتخاب کنید. در این پنجره تیک Initial DC solution را بردارید. دوباره شبیه سازی را انجام دهید. در پنجره Edit Graph می‌توانید مقادیر Start time و Stop time که زمان نمونه برداری شبیه سازی را مشخص می‌کنند، تغییر دهید. در قسمت Set Y-scales می‌توانید مقیاس بندی محورهای عمودی چپ و راست را که در حالت عادی به صورت خودکار انجام می‌شود، دستی تنظیم کنید. (حتماً می‌گین محور چپ و راست دیگه چه صیفه ایه! یکم دندون رو جیگر بذارین...!)

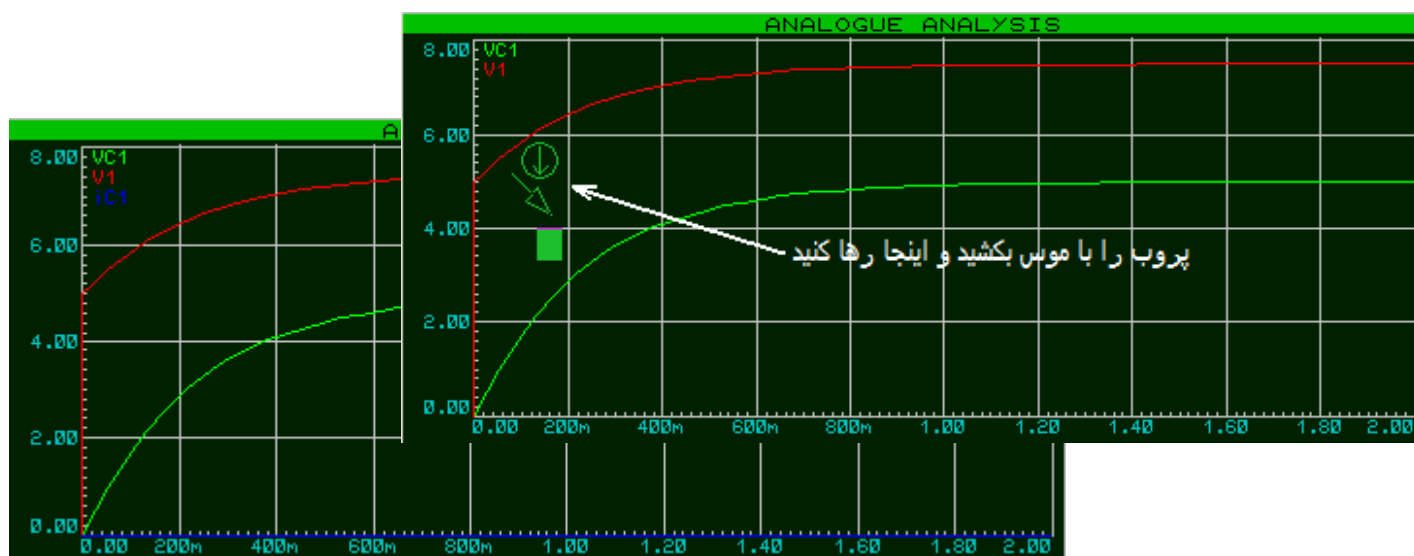


این شکل که نمودار همان مثال خازن است، Stop time را برابر ۲ و محور عمودی را تا ۶ تنظیم کرده‌ام تا نمودار بهتر دیده شود. (اگر حساب کنید، می‌بینید نمودار عین حقیقت رو می‌گه و بعد از ۵ ثابت زمانی خازن شارژ شده. یاد خاطرات تلخ و شیرین مدارا افتادم!! یه استاد که انگار نافش رو تو یه امتحان سخت پزشکی بریدن!!)

روی این گراف می‌توان نمودار قسمت دیگری از مدار را هم نمایش داد. دوباره پنجره Add Trace را باز کنید تا یک Trace دیگر به گراف اضافه کنیم. Probe P1 را V1 انتخاب کنید. شبیه‌سازی را انجام دهید. در سمت چپ گراف، نام دو Trace را می‌بینید که هر کدام رنگ نمودار مربوط را دارند. اگر تنظیم محور عمودی را از حالت خودکار درآورده باشید (مثل من که حداکثر ۶ تعیین کرده بودم) نمودار Trace جدید ممکن است کامل دیده نشود. در اینصورت باید از همان قسمت Set Y-scales تیک Lock values را بردارید تا مقیاس بندی به حالت خودکار برگردد. (یا Maximum value را بیشتر کنید...)

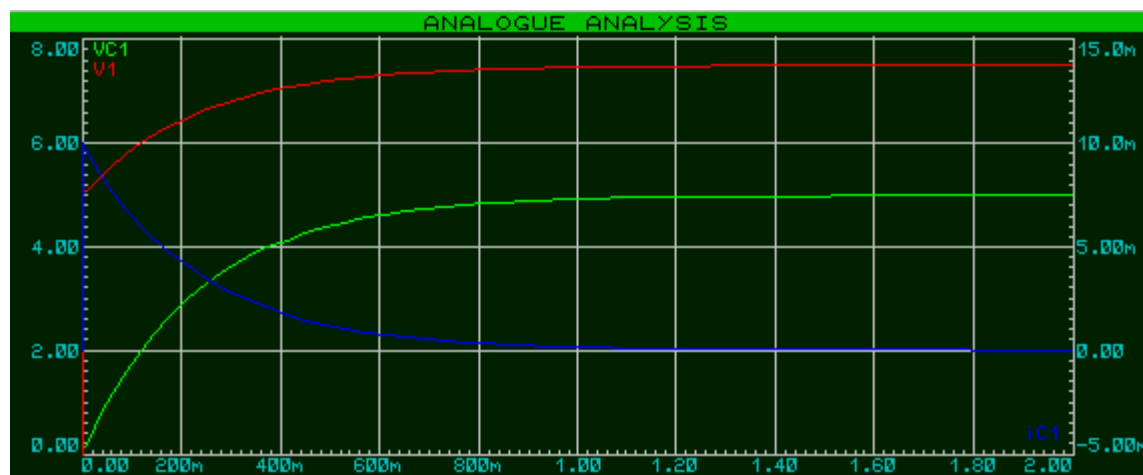


برای اضافه کردن Trace جدید، می‌توانید پروب را با موس انتخاب کنید و بر روی گراف بکشید. (Drag & Drop). روی پروب iC1 یکبار کلیک چپ کنید تا انتخاب شود، سپس یکبار دیگر با پایین نگه داشتن کلیک چپ روی پروب، آن را بکشید بر روی قسمت سمت چپ گراف رها کنید. شبیه‌سازی را انجام دهید.



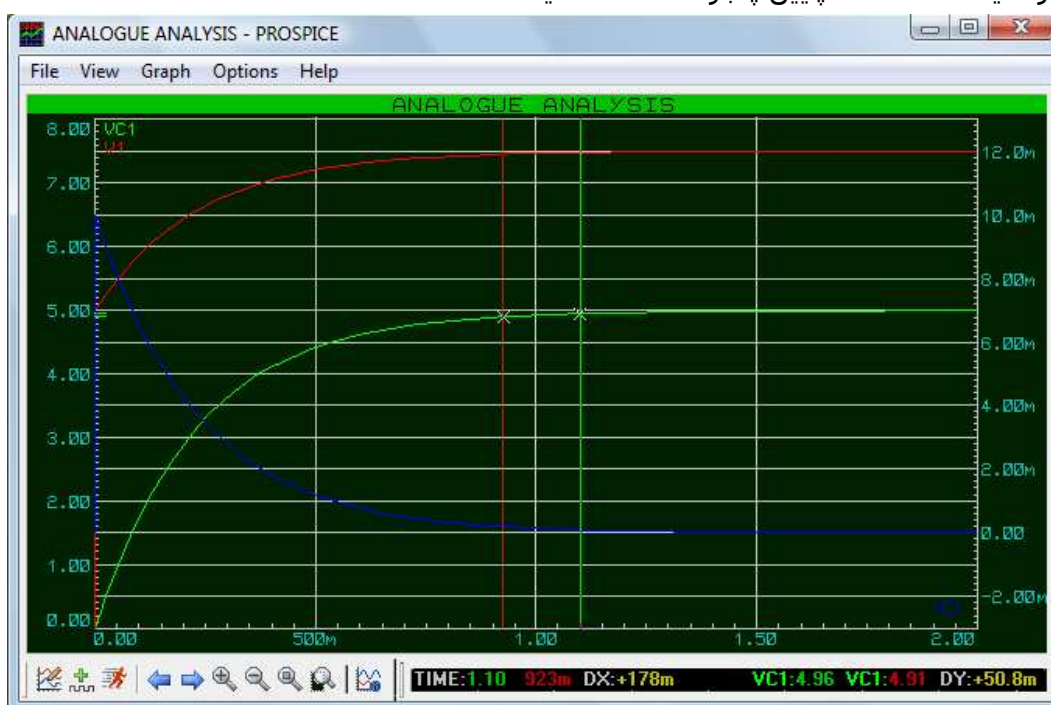
همانطور که می‌بینید نمودار آبی که مربوط به iC1 (جریان خازن) است، صفر نشان داده شده!! اگر دقت کنید جریان در حد میلی آمپر است و با این مقیاس بندی که برای محور عمودی شده، جریان قابل نمایش نیست. باید مقیاس بندی را بصورت دستی انجام دهیم. به این صورت که حداکثر مقداری که محور عمودی نشان دهد مثلاً 0.02 باشد. اما... (اگر دوزاری تون افتاده باشه در اینصورت نمودار ولتاژها دیده نمیشه!) برای اینکه نمودار ولتاژ و جریان را با هم ببینیم می‌توانیم یک گراف آنالوگ دیگر اضافه کنیم...

راه دیگر این است که یک مقیاس بندی دیگر از سمت راست انجام دهیم و نمودار جریان را با مقیاس محور راست رسم کنیم. با دوبار کلیک راست بر روی iC1 در سمت چپ، این Trace را از گراف حذف کنید. (مراقب باشید رو گراف دوبار راست کلیک نکنید که کل گراف دود میشه!!) یک بار دیگر پروب iC1 را Drag & Drop کنید... این بار در سمت راست گراف. یعنی پروب را با موس بکشید و سمت راست گراف رها کنید. شبیه سازی را انجام دهید.



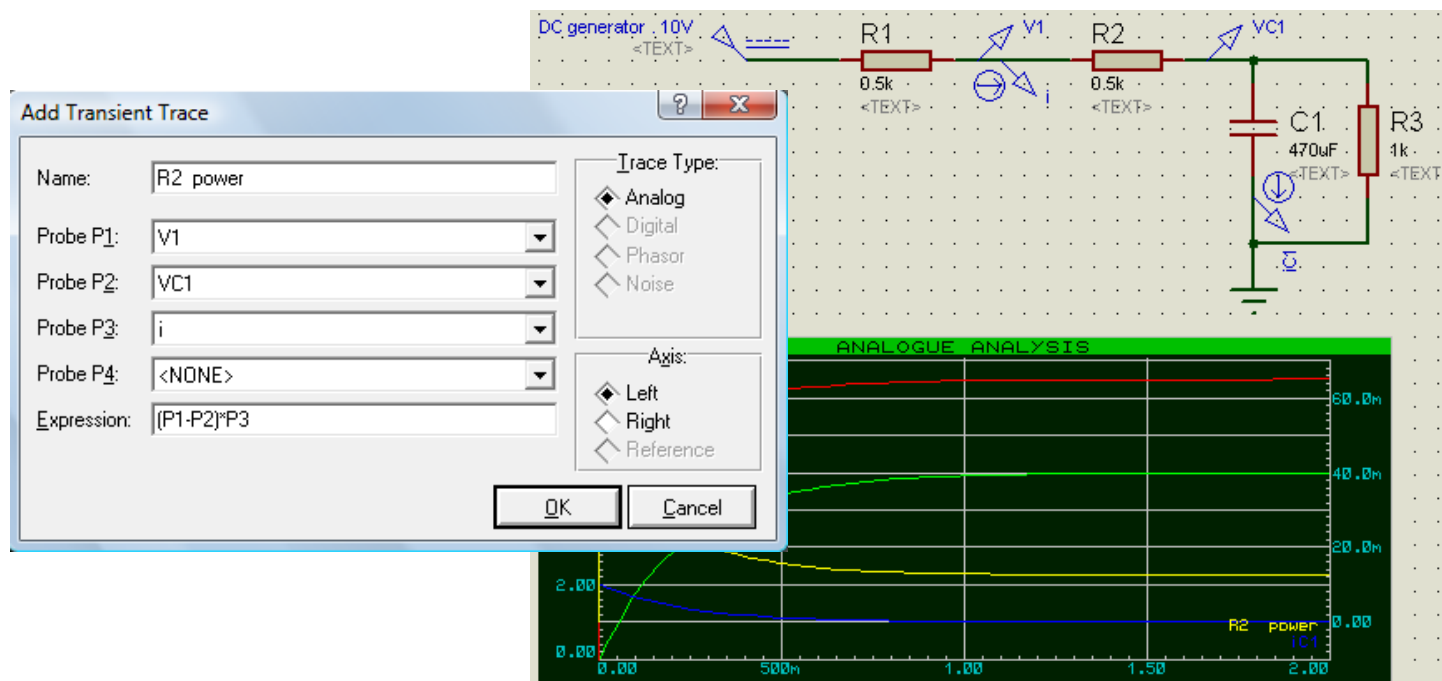
سمت راست Trace دیگری اضافه شد به نام iC1 با رنگ آبی. همانطور که می بینید مقیاس بندی محور عمودی راست برحسب میلی است. جریان در ابتدا ۱۰ میلی آمپر است و بعد از شارژ خازن به صفر می رسد.

بر روی نوار قرمز بالای گراف کلیک کنید تا پنجره مخصوص تحلیل گراف باز شود. در این پنجره می توانید با دقت و جزئیات بیشتری نمودار را مشاهده کنید. در هر نقطه از این نمودار کلیک کنید خط عمودی کشیده شده و با نمودار ها قطع داده می شود. موس به هر Trace (یا نمودار) که نزدیکتر باشد، محل برخورد آن Trace با خط عمودی با یک علامت ضربدر مشخص می شود. مختصات دقیق این محل نیز در پایین پنجره نمایش داده می شود. اگر کلید Ctrl را پایین نگه دارید و روی پنجره کلیک کنید، خط عمودی دیگری اضافه می شود. مانند خط قبل، مختصات نقطه قطع این خط با نمودار مورد نظر نیز، پایین پنجره نشان داده شده و همچنین اختلاف مختصات عمودی و افقی دو نقطه نیز محاسبه می شود. برای اینکه با دقت بیشتری روی مختصات کار کنید می توانید از کلید های zoom پایین پنجره استفاده کنید.



می‌خواهیم نمودار توان مقاومت R2 را برحسب زمان رسم کنیم. می‌دانیم توان برابر است با ولتاژ ضرب در جریان. ولتاژ دو سر مقاومت R2 برابر است با اختلاف پراب V1 و VC1. یک پراب جریان به نام i کنار مقاومت R2 اضافه کنید. حال باید یک Trace اضافه کنیم که عبارت ولتاژ ضرب در جریان را رسم کند.

پنجره Add Trace را باز کنید. نام Trace را R2 power قرار دهید. Probe P1، Probe P2، Probe P3 و Probe P4 را به ترتیب V1، VC1، i و انتخاب کنید. برای Expression باید رابطه ای بین پروب‌هایی که انتخاب کرده‌اید بنویسید تا نمودار آن رسم شود. رو به روی Expression عبارت $(P1-P2)*P3$ را بنویسید. Axis را right انتخاب کنید تا این Trace روی محور راست رسم شود.



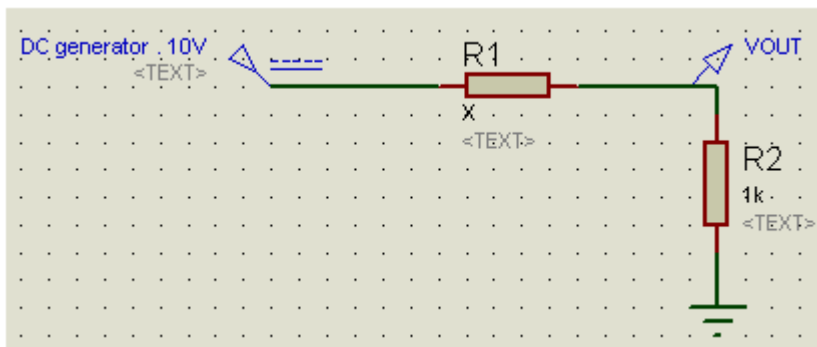
کار با نمودارهای دیگر نیز بسیار شبیه به نمودار آنالوگ است. در ادامه تحلیل‌های دیگر را بررسی می‌کنیم.

نمودار DC SWEEP (تحلیل DC):

تحلیل DC SWEEP برای مشاهده خروجی به ازای تغییرات ورودی انجام می‌شود. در تحلیل DC، یکی از المان‌های مدار (معمولاً منبع ولتاژ یا جریان DC) به عنوان یک متغیر با بازه مشخص معرفی می‌شود. سپس نمودار مشخصه قسمت دیگری از مدار به ازای تغییرات این متغیر رسم خواهد شد.

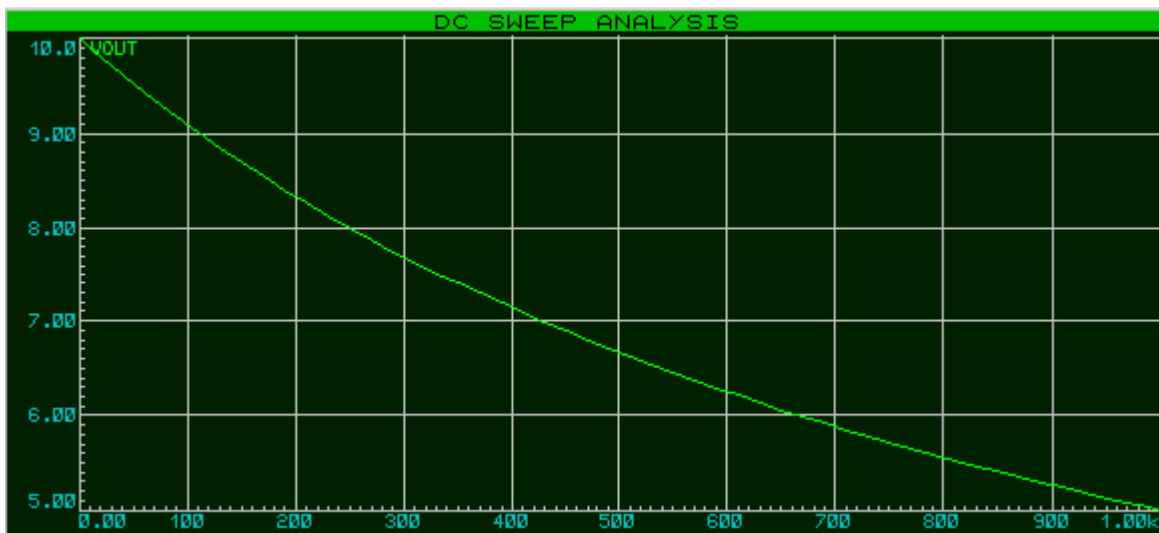
در تحلیل DC تمام خازن‌ها اتصال باز و سلف‌ها اتصال کوتاه فرض می‌شوند.

برای اینکه با نحوه اجرای این تحلیل آشنا شوید، مدار زیر را رسم کنید.



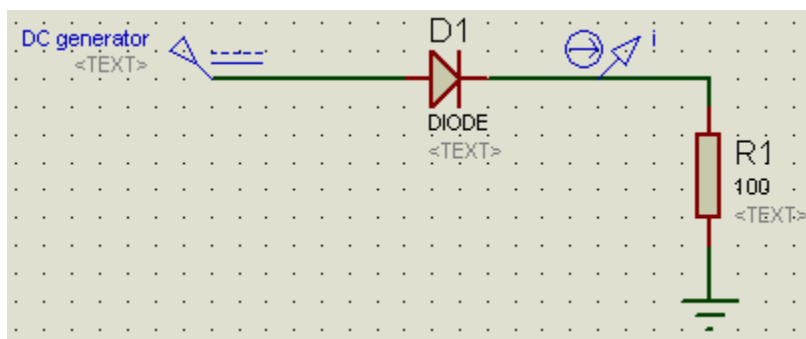
همانطور که می‌بینید مقدار مقاومت R1 برابر X است. یعنی متغیر X بیانگر مقدار مقاومت R1 است. می‌خواهیم ولتاژ بین R1 و R2 (پروب VOUT) را به ازای تغییرات مقاومت R1 مشاهده کنیم. از قسمت GRAPH MODE نمودار DC SWEEP را به صفحه شماتیک اضافه کنید. محور افقی این نمودار، محور نمایش متغیر تحلیل است. پروب V را به عنوان Trace روی محور عمودی (چپ یا راست) معرفی کنید.

نوبت به تنظیم محور افقی نمودار می‌رسد. روی گراف راست کلیک کنید و Edit Graph را انتخاب کنید. در تنظیمات Edit Graph، برای Sweep Variable باید نام متغیر مورد نظر را بنویسید. در این مدار X به عنوان متغیر معرفی شده است. در صورتی که برای مقدار R1 به جای X حرف یا کلمه دیگری بکار برده باشید باید در این قسمت نام آن متغیر را وارد کنید. به کوچک یا بزرگ بودن حروف دقت کنید. در قسمت Start Value و Stop Value باید بازه تغییرات متغیر را تعیین کنید. Start Value را 1m (۱ میلی) و Stop Value را 1k (۱ کیلو) قرار دهید. مقدار No. steps مشخص می‌کند بازه تغییر متغیر به چند قسمت مساوی برای نقطه یابی تقسیم شود. هرچه این مقدار بزرگتر باشد، نمودار دقیقتر و با شکستگی کمتر رسم می‌شود. بعد از انجام تنظیمات روی ok کلیک کنید و شبیه‌سازی را انجام دهید.



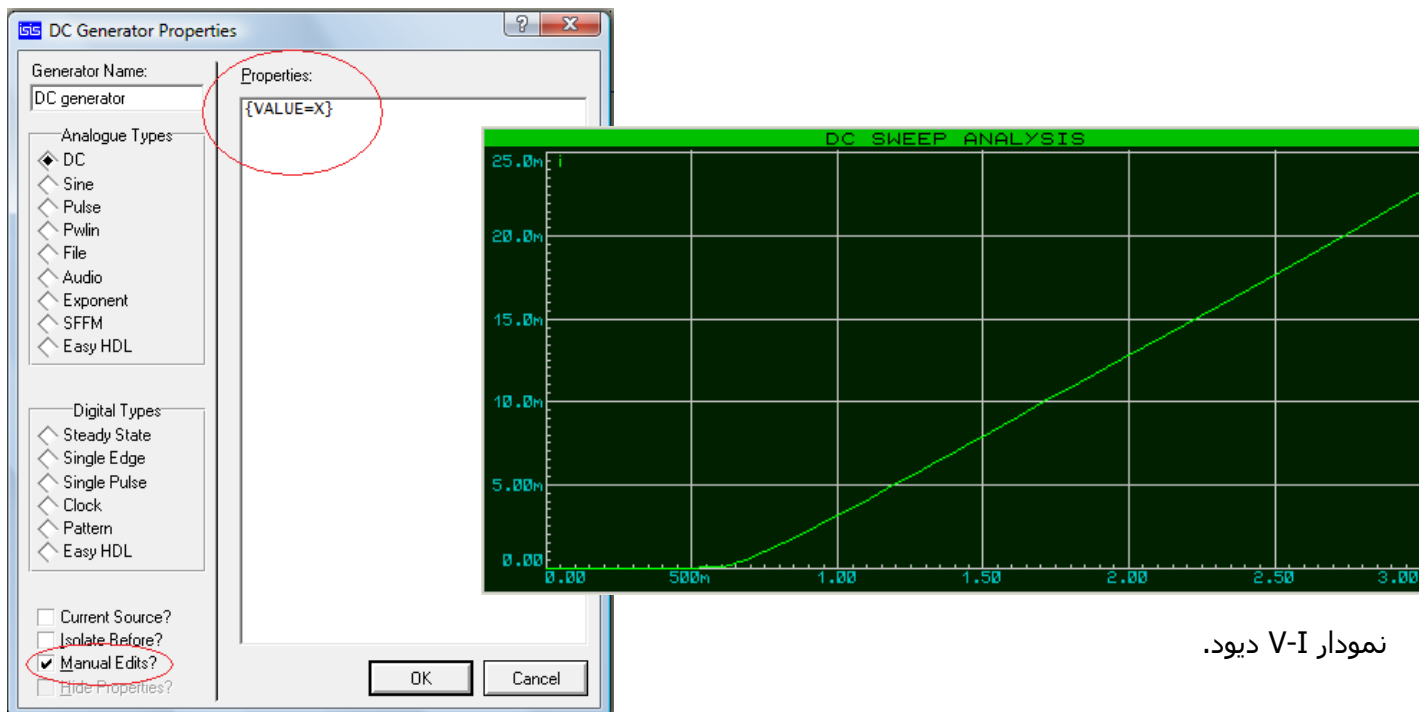
به ازای مقدار خیلی کوچک R1 نسبت به R2، ولتاژ V تقریباً برابر ولتاژ منبع است. و به ازای $R1 = R2 = 1k$ ولتاژ V نصف ولتاژ منبع است. (غیب گفتم؟! D: خواجه هم می‌دونه ...)

در این مثال، متغیر، مقدار مقاومت بود. اما همانطور که گفته شد در تحلیل های DC، معمولاً منبع DC متغیر تحلیل است. مدار زیر را در رسم کنید.



می‌خواهیم ولتاژ منبع از صفر شروع شده و زیاد شود و نمودار جریان مدار را برحسب ولتاژ منبع ببینیم. (مشخصه V-I دیود). پس باید ولتاژ منبع به عنوان متغیر معرفی شود. روی ژنراتور DC مدار دوبار کلیک کنید. (می‌خواهم یکی از سوتی‌های labcenter و یکی از کشفیات بزرگ خودم در یک هفته گذشته رو براتون رو کنم!) ولتاژ منبع را X قرار دهید. (چی شد؟! پروتیوس جفتک زد؟! D: روی چند ورژن مختلف امتحان کردم این مشکل رو داشت. عجیبه که حتی تو خود هلب پروتیوس هم به عکس هست که ولتاژ ژنراتور DC رو X گذاشته!!)

برای حل این مشکل در پنجره تنظیمات ژنراتور روی Manual Edits کلیک کنید. در قسمت Properties رو به روی Value باید مقدار ولتاژ ژنراتور را بنویسید. از این قسمت می‌توانید این مقدار را متغیر تعریف کنید. Value را برابر X قرار دهید. (گفتین شاخ رستم رو شکوندی؟! خیر الاق رستم رو کشتم!! چند روز بود در می‌گشتم ببینم مشکل چیه و باید چیکار کرد! می‌دونین چقدر دود چراغ خوردم تا آخرش کاملاً اتفاقی متوجه شدم...) ادامه کار هم که مثل قبل. پروب A را بکشید بر روی محور عمودی چپ و در قسمت Edit graph بازه تغییرات را بین 0 و 3 تعیین کنید.

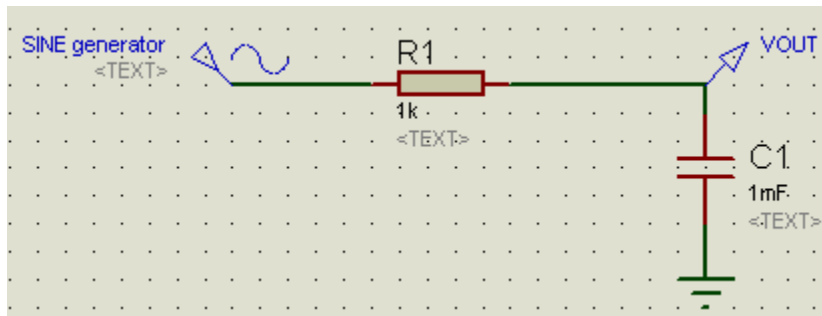


نمودار V-I دیود.

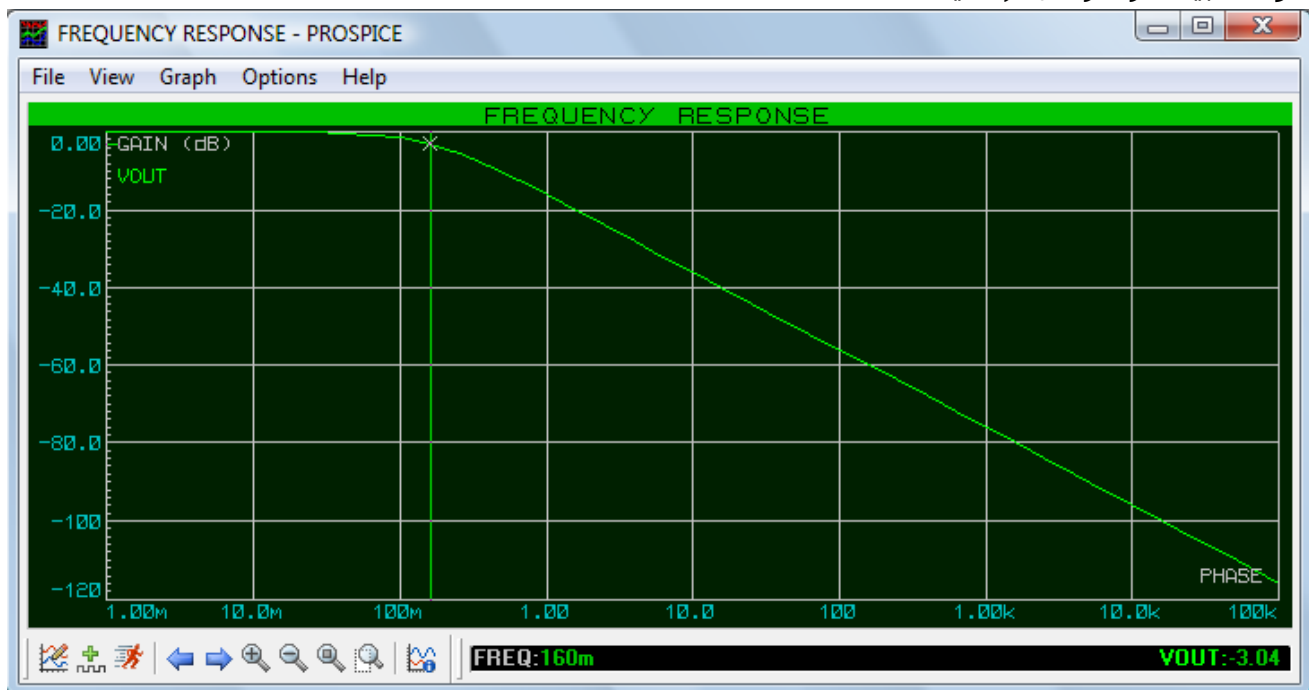
نمودار FREQUENCY (تحلیل فرکانسی):

تحلیل فرکانسی یکی از تحلیل‌های بسیار مهم است که برای مشاهده رفتار قسمت خاصی از مدار نسبت به فرکانس منبع استفاده می‌شود. از قسمت GRAPH MODE، گراف FREQUENCY را انتخاب و در صفحه شماتیک بکشید. این گراف که معروف به Bode plot است، بهره نقطه‌ای از مدار را نسبت به فرکانس نشان می‌دهد. محور افقی این گراف، فرکانس منبع است. دقت کنید که با $\frac{\omega}{\omega_0}$ اشتباه نگیرید. (چون استاد/الکترونیک ما وقتی نمودار بهره فرکانسی نقاشی میکشه!!) این نسبت رو برای محور افقی استعمال میکنه!!) فرق این گراف با گراف‌های دیگر در این است که محور عمودی چپ و راست آن فرق می‌کند. روی محور عمودی چپ اندازه بهره و روی محور راست فاز(زاویه) بهره نشان داده می‌شود. مقیاس بندی محور راست همیشه برحسب درجه است.

مدار فیلتر پایین گذر را رسم کنید.



پروب VOUT را بکشید بر روی محور چپ گراف. Edit Graph را باز کنید. در قسمت Reference باید منبعی که می‌خواهید نمودار بهره نسبت به آن رسم شود، انتخاب کنید. این منبع حتما باید AC باشد. در این مدار یک ژنراتور سینوسی به عنوان منبع انتخاب شده. نام منبع را در قسمت Reference انتخاب کنید. (در این مدار SINE generator). برای تعیین بازه فرکانس تحلیل، Start Frequency را 1m و Stop Frequency را 100k قرار دهید. در حالت عادی محور چپ، بهره را بصورت $20 \log \frac{\text{خروجی}}{\text{ورودی}}$ (واحد db) رسم می‌کند. اگر بازه تحلیل کوچک است می‌توانید تیک گزینه Y Scale in dBs را بردارید تا نمودار بصورت خطی (فقط نسبت خروجی به ورودی) رسم شود. شبیه‌سازی را انجام دهید.



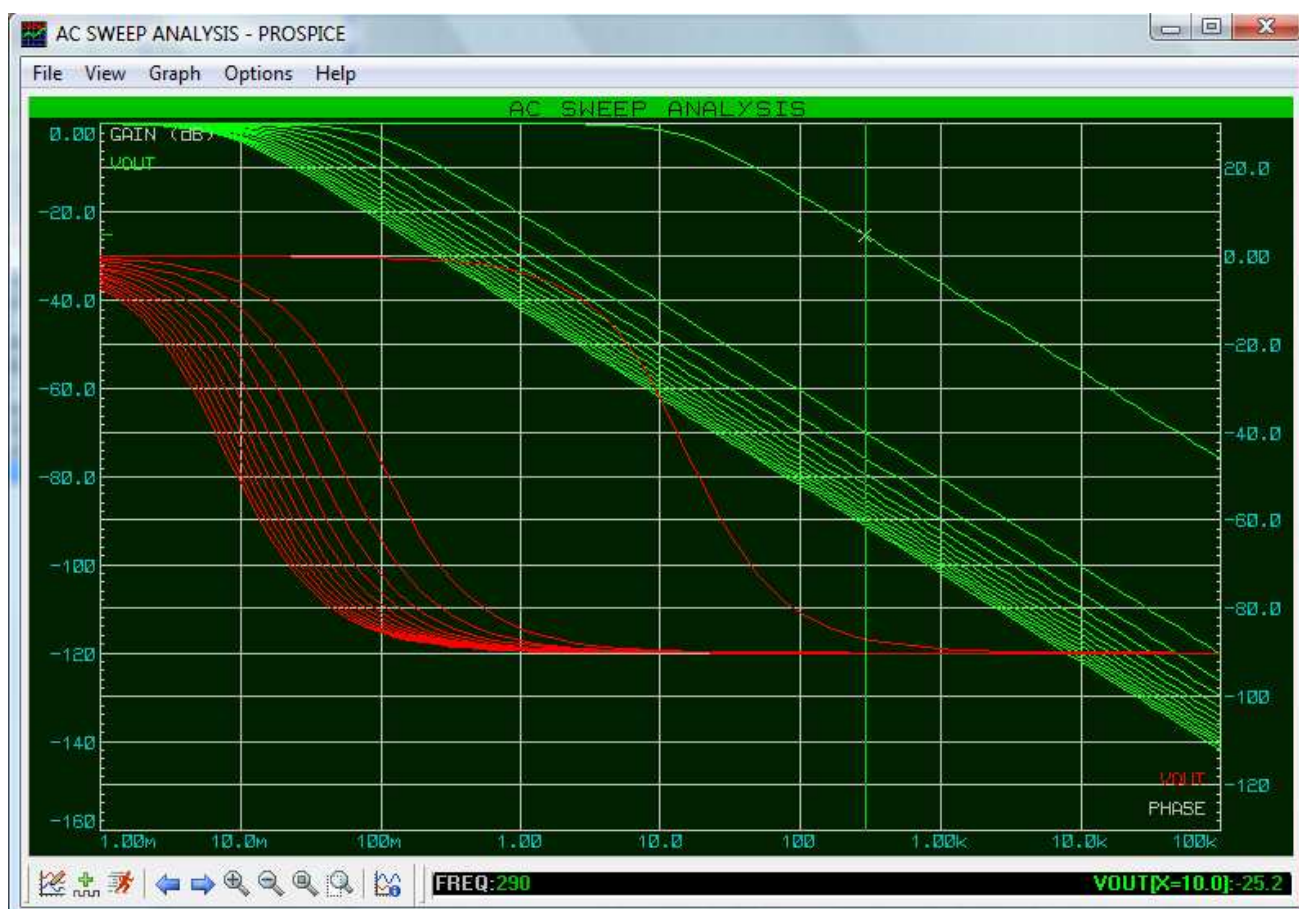
نمودار اندازه بهره این مدار پایین گذر را مشاهده می‌کنید.

تابع انتقال این مدار : $T(j\omega) = \frac{1}{1 + j\omega RC}$. در این مدار : $\omega_0 = \frac{1}{RC} = 1$ فرکانس گوشه. می‌دانیم به ازای $\frac{\omega}{\omega_0} = 1$ بهره 3db کاهش می‌یابد. برای بدست آوردن این فرکانس : $\omega = 2\pi f = 1 \Rightarrow f \approx 0.159$. همانطور که در شکل می‌بینید، برای فرکانس ۱۵۹ میلی‌هرتز، بهره 3db کاهش پیدا کرده است. (روم به دیوار، این محاسبات رو بخاطر این انجام دادم چون ترسیدم نکته مثل من عقلتون گرد باشه!) موس رو ببرین رو مقدار ۱ محور افقی و ... اونوقته که باید خر آورد و رسوایی بار کرد...!!)

اگر می‌خواهید نمودار زاویه این بهره را نیز ببینید، پروب VOUT را بکشید بر روی محور راست این گراف و شبیه سازی را انجام دهید.

نمودار AC SWEEP (تحلیل AC):

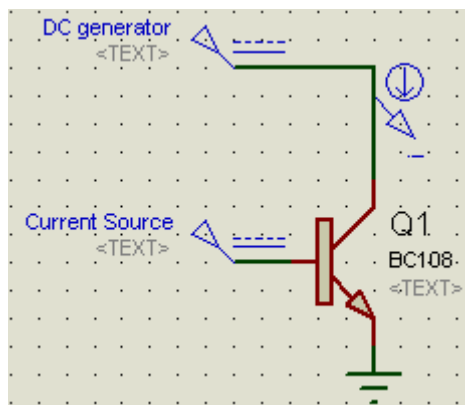
این نمودار و تحلیل آن بسیار شبیه به نمودار FREQUENCY است. تنها تفاوت در این است که AC SWEEP یک متغیر از مدار می‌گیرد و به ازای مقادیر مختلف آن متغیر، نمودار تحلیل فرکانسی مدار را رسم می‌کند. همان مدار مثال قبل (فیلتر پایین گذر) را در نظر بگیرید. می‌خواهیم نمودار تحلیل خروجی این مدار را برای مقادیر مختلف مقاومت R1 مشاهده کنیم. مقدار مقاومت R1 را برابر X قرار دهید. از Graph Mode، AC SWEEP را انتخاب کنید و در صفحه شماتیک بکشید. در قسمت Edit Graph، منبع را انتخاب کنید (Reference). بازه فرکانس را بین 1m و 100k قرار دهید (Start/Stop frequency). در قسمت Interval نحوه مقیاس بندی محور افقی مشخص می‌شود. در صورتی که بازه تحلیل فرکانس بزرگ است (مثل این مثال) DECADES را انتخاب کنید. برای بازه متوسط OCTAVES و برای بازه کوچک LINEAR را انتخاب کنید. (لغت بر شیطون! دیگه فرقی رو خودتون رو محور افقی ببینین!). Sweep var متغیر تحلیل را مشخص می‌کند. متغیر را X معرفی کنید. برای Start value و Stop value بازه متغیر را بین 10 و 20k تعیین کنید. No. steps تعداد نمودارهایی است که باید کشیده شود. این مقدار را 12 قرار دهید. یعنی بازه متغیر به ۱۲ نقطه با فاصله مساوی تقسیم شده و برای هر کدام یک نمودار رسم شود. بعد از انجام تنظیمات، پروب را بر روی محور چپ و راست بکشید تا هم اندازه و هم زاویه بهره را مشاهده کنید. شبیه سازی را انجام دهید.



روی هر نمودار که کلیک کنید، کنار مختصات، نشان داده می‌شود که آن نمودار برای چه مقداری از متغیر رسم شده است. همانطور که مشاهده می‌کنید نمودارهای قرمز مربوط به زاویه بهره (محور راست) و نمودارهای سبز نمایش اندازه بهره (محور چپ) می‌باشند. (اگر بخوام پام رو از گلیمم درازتر کنم و از کاربردش بگم... میشه گفت برای انتخاب فیلتر مناسب با توجه به فرکانس مورد نظر...)

نمودار TRANSFER :

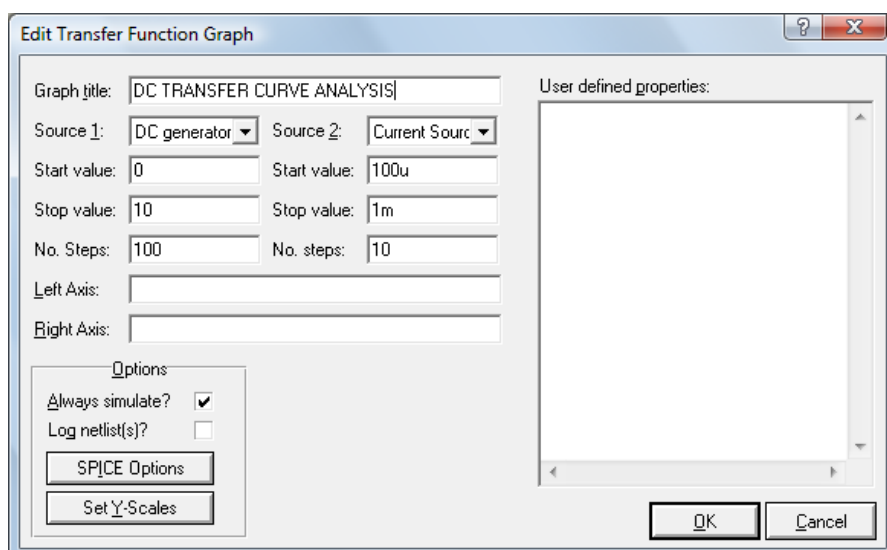
عملکرد این نمودار مانند DC SWEEP است. نمودار TRANSFER دو متغیر دارد که هر دو حتما باید منبع ولتاژ یا جریان DC باشند. منبع اول محور افقی را تشکیل می‌دهد. (خودتون رو آماده کنید واسه به جمله سنگین!) برای مقادیر متفاوت از منبع دوم، نمودار مشخصه خاصی از مدار، نسبت به تغییرات منبع اول رسم می‌شود. کاربرد اصلی این نمودار، کشیدن منحنی مشخصه نیمه هادی‌ها است. مدار زیر را رسم کنید.



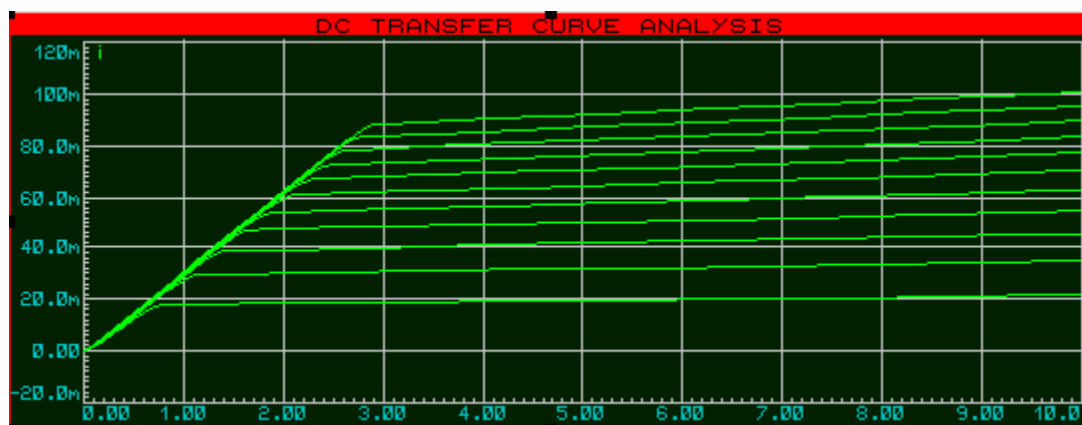
می‌خواهیم نمودار جریان کلکتور را بر حسب ولتاژ آن، به ازای مقادیر مختلف جریان بیس رسم کنیم.

نمودار TRANSFER را به صفحه شماتیک اضافه کنید. پروب A را روی محور چپ نمایش دهید.

تنظیمات را مطابق شکل انجام دهید.



No.steps برای Source2 مشخص‌کننده تعداد نمودارها است. این مقدار، بازه تغییرات source2 را به نقاط با فاصله مساوی تقسیم می‌کند و برای هرکدام یک نمودار رسم می‌شود. No. Steps برای Source2 تعداد نقطه‌یابی برای هر نمودار را مشخص می‌کند. هرچه این مقدار بزرگتر باشد، نمودارها هموارتر و با شکستگی کمتر هستند.



یه بنده خدایی می پرسید چرا پروتیوس save نداره که تصویر نقشه مدار یا گراف رو ذخیره کنه (برای تحویل تمرین ها!!).

منوی File – Export Graphics – Export Bitmap . فقط Resolution رو 300 بذارین تا با کیفیت خوب ذخیره بشه.

زیاد روده درازی کردم! دیگه چیزی واسه گفتن ندارم. تحلیل‌های دیگه‌ای هم هست که سواد من فعلا قد نمیده... اگه خدا لطف کنه، منت بذاره سرم، عمری بده، در آینده دنبال اونام میرم. مثال‌هایی که زدم خیلی ساده و سبک (و بی نمک!) بودن بخاطر اینکه راحت یاد بگیرین. کم کم که اطلاعات مداریم بیشتر شد، مثال‌های کاربردی‌تر هم میزنم. (فعلا که خودم از این مدار آخری سر درنیاوردم! از هله پروتیوس بلند کردم!) تو تاپیکی که واسه این مقاله باز میشه ادامه میدم...

اگه سوالی داشتید، تو فروم مطرح کنید.

آخر حرفام رو می خوام با چند جمله قشنگ یکی از دوستانم تموم کنم.

... به فرش سفر باید

تا عشق خلوص یابد

و به لوح عرش باید.

دعا فراموش نشه !!