



Agilent Technologies

Advanced Design System 2003A

Initializing ...

Agilent EEsof EDA

➤ فهرست مطالب

(1) آشنایی با نرم افزار ADS

1. مقدمه
2. شروع به کار ADS
3. وارد کردن قطعات
4. انجام تحلیل مدار

(2) تجزیه و تحلیل DC

1. تحلیل DC
2. انجام یک شبیه سازی DC
3. مثال هایی از تحلیل DC
 - محاسبه نقطه کار DC یک BJT
 - جابجایی بایاس DC یک MOSFET

(3) تجزیه و تحلیل AC

1. تحلیل AC
2. انجام یک شبیه سازی AC
3. مثال هایی از تحلیل AC
 - تحلیل یک تقویت کننده توان
 - محاسبه نویز خطی

(4) تجزیه و تحلیل Transient

(5) تحلیل پارامترهای S

1. تحلیل پارامترهای S
2. مثال هایی از تحلیل S_Param

(6) بهینه سازی

1. بهینه سازی
2. مثال بهینه سازی اسمی
- 3.

(7) مثال های کاربردی در ADS

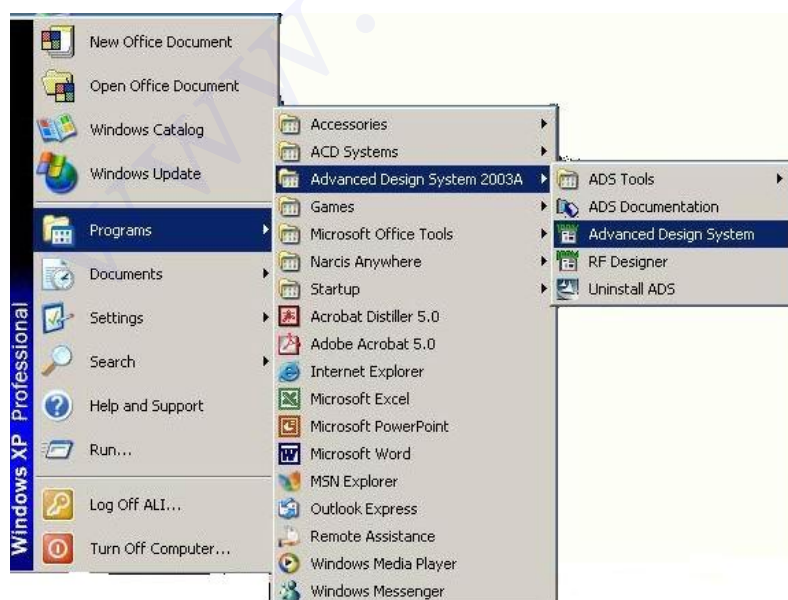
1. محاسبه پارامترهای پراکندگی MOSFET
2. کار با نمودار اسمیت

مقدمه :

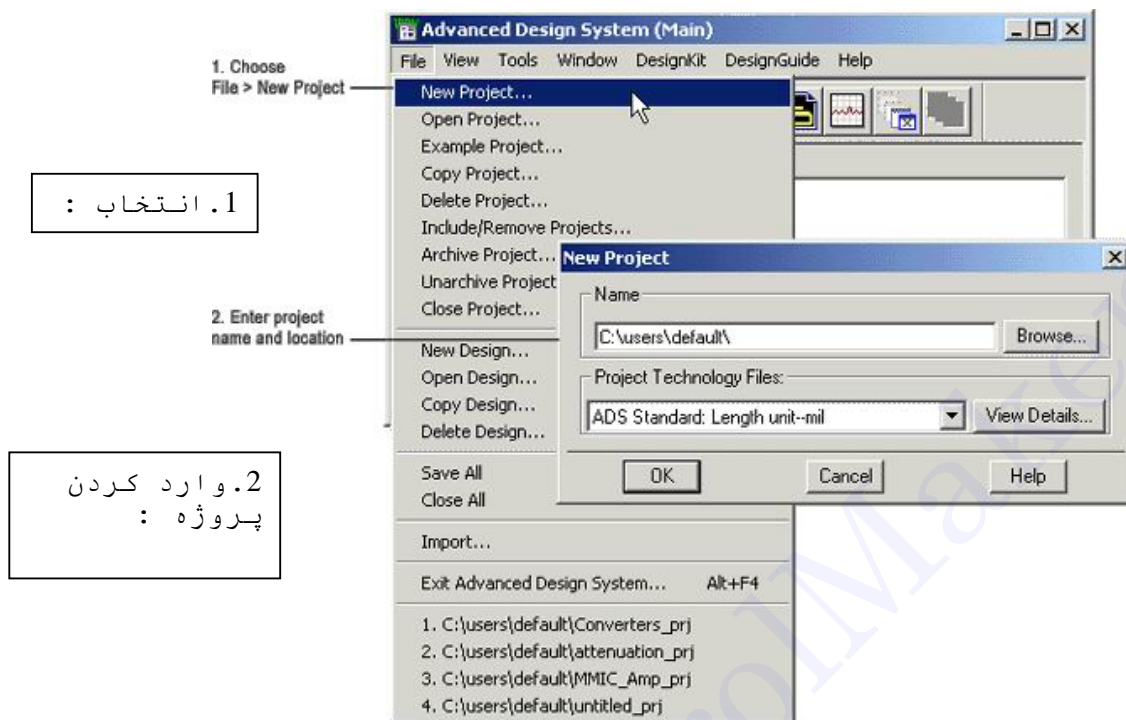
در اینجا قصد داریم تا شما را با یکی از نرم افزارهای تحلیل مایکروویو ، با نام **Advanced Design System (ADS)** آشنا نماییم . **ADS** ابزار طراحی قدرتمند، برای مهندسان **RF/Microwave** ، طراحان **DSP** و طراحان سیگنال ترکیب شده **(RF به همراه دیجیتال)** است . این برنامه شامل کتابخانه ای از قطعات معمول (المانهای فشرده ، خطوط انتقال ، **Power Splitter** ها ، هایبریدها ، دیودها ، ترانزیستورها ، منابع و ...) می باشد ، که از آنها برای ساخت و شبیه سازی یک مدار یا سیستم استفاده می شود . نتایج خروجی شبیه سازی ، خروجی هایی مانند پارامترهای **S** ، طیف فرکانسی ، نمودار حوزه زمان و توان ورودی خروجی مقایسه ای ، در فرم های عددی و گرافیکی است . همچنین به کمک این نرم افزار تکنیک های بهینه سازی مختلفی را برای رسیدن به عملکرد مورد نظر مدار می توان به کار برد . این نرم افزار بسته قدرتمندی است که ما در اینجا تنها از بخش کوچکی از توانایی های آن استفاده می کنیم .

شروع به کار ADS :

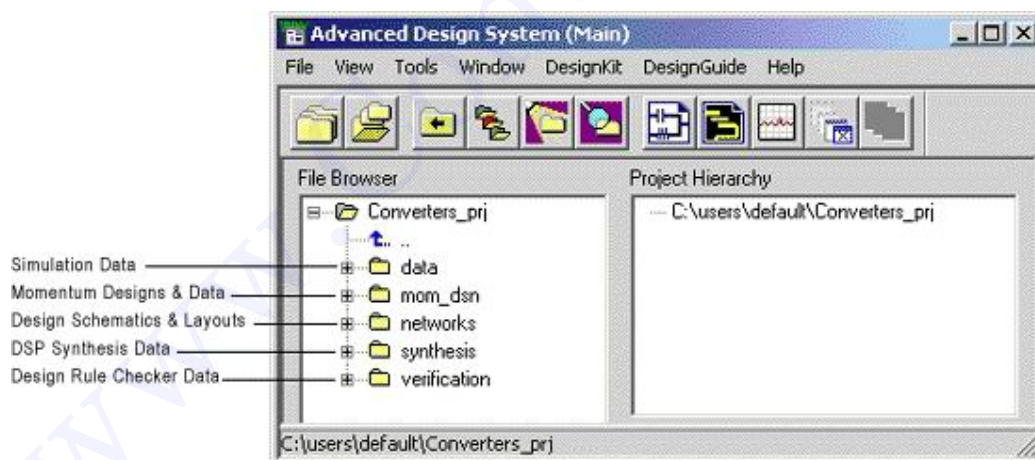
پس از نصب این برنامه ، با ورود به سیستم رایانه ، از منوی **Start** ، گزینه **Advanced Design System 2003A** و سپس **Advanced Design System** را انتخاب می کنیم :



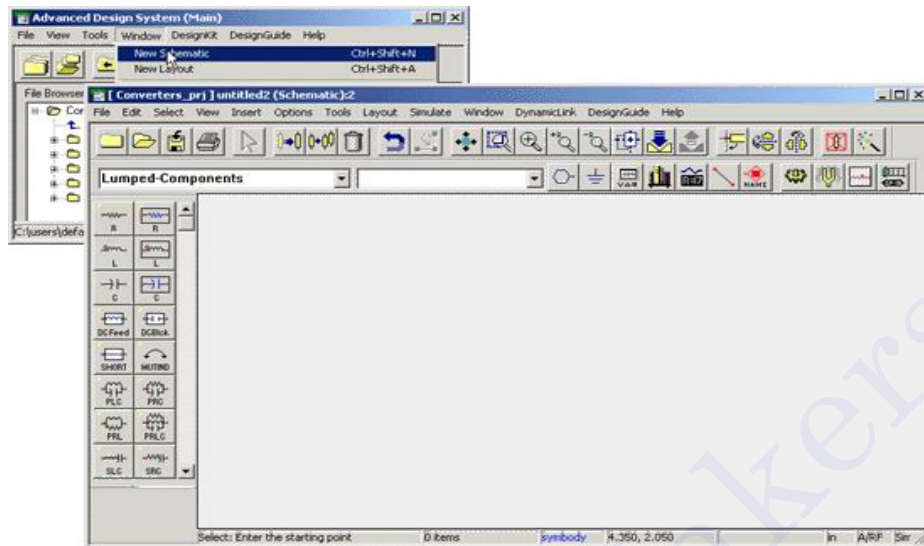
پنجره main باز می شود. از این پنجره جهت ایجاد یک پروژه و سپس سازماندهی طراحی استفاده می شود. از منوی File و سپس New Project جهت ساخت پروژه جدید استفاده می کنیم. پروژه خود را نام گذاری نموده و سپس آن را ذخیره می کنیم.



یک پروژه شامل مدار، طرحبندی (Layout)، شبیه سازی، تحلیل و اطلاعات خروجی طراحی ایجاد شده می باشد :

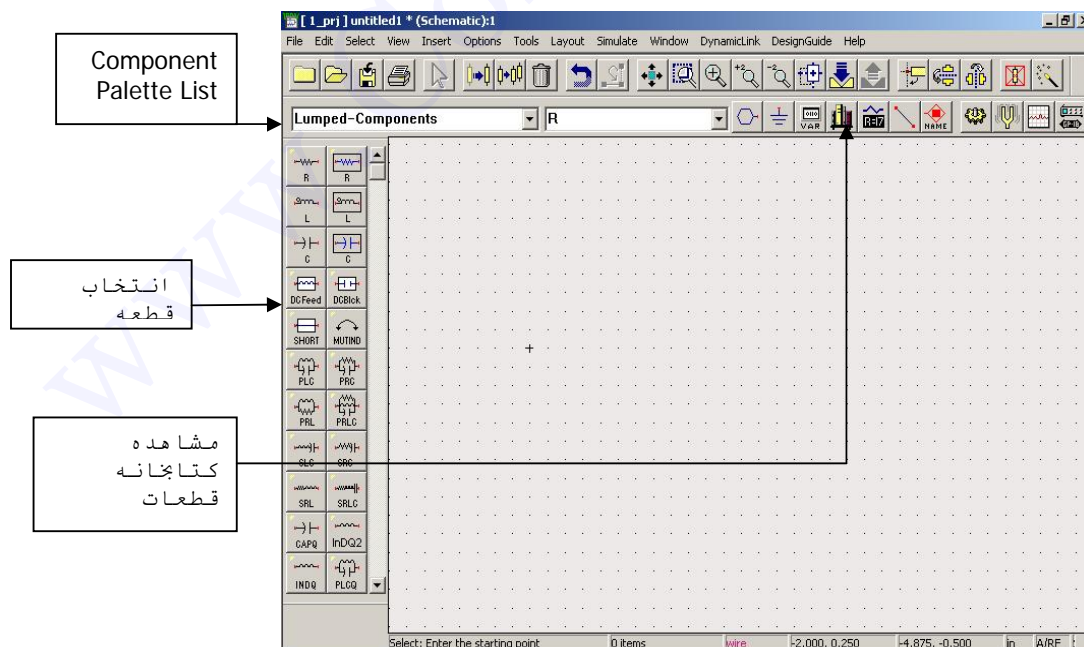


پس از ذخیره پروژه یک شماتیک خالی در اختیارمان قرار می گیرد .

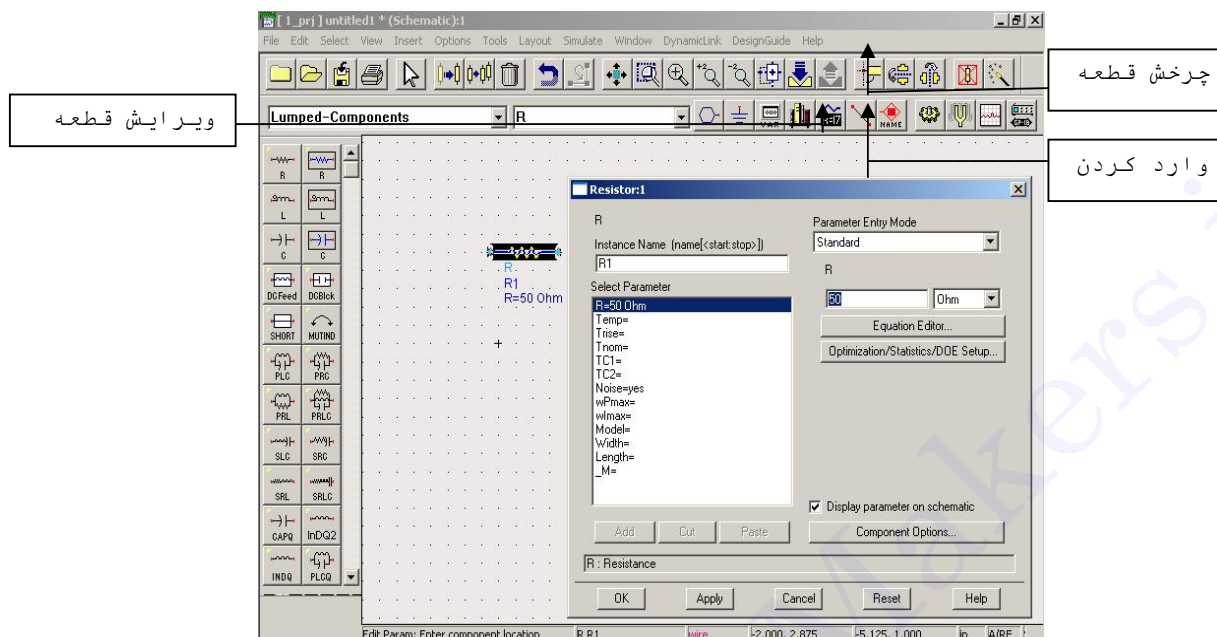


وارد کردن قطعات :

1- قطعات در Component Palette List ، لیست شده اند . بر روی این منوی پایین بازشونده کلیک کنید تا انواع مختلفی از قطعات که در دسترس هستند را مشاهده کنید .
بیشتر قطعات رایج (مقاومتها ، خازنها ، سلفها و . . .) در زیر منوی Lumped Component از لیست فوق قابل دسترسی می باشند . برای وارد کردن یک قطعه ، بر روی آن کلیک کرده و سپس در داخل پنجره شماتیک کلیک می کنیم . برای قرار دادن تعداد متعدد از یک قطعه بر روی پنجره شماتیک پیوسته بطور پیوسته کلیک می کنیم .



2- برای ویرایش خصوصیات یک قطعه ، بر روی مقادیر کلیک کرده و سپس آنرا ویرایش می کنیم . برای ویرایش جزئیات بیشتر ، بر روی قطعه دو بار کلیک می کنیم تا همه خواص آن را مشاهده کنیم .



برای اتصال قطعات ، از کلید **insert wire** در میله ابزار استفاده می کنیم .

انجام تحلیل مدار :

1. قبل از اینکه یک شبیه سازی بتواند انجام شود ، باید یک شبهه ساز (Simulator) وارد و تعریف شود . همچنین برای انجام اندازه گیری باید پراب و برچسب اضافه شود . برای وارد کردن شبیه ساز بصورت زیر عمل می کنیم :

Component Palette List -> Simulation – (Type)

که **type** ، انواع مختلف شبیه سازها (AC ، DC ، Transient ، S_param و ...) می باشد .
2. برای تعریف محدوده شبیه سازی ، بر روی شبیه ساز دوبار کلیک کرده و مقادیر را تغییر می دهیم .

3. برای اندازه گیری ولتاژ ، سیم ها باید بر چسب گذاری شوند ، که این کار با انتخاب **Insert -> Wire/Pin Label** و یا کلیک بر روی آیکن انجام می شود .

برای اندازه گیری جریان ، پراب ها را باید وارد مدار کنیم . برای این کار مسیر زیر انتخاب می شود :

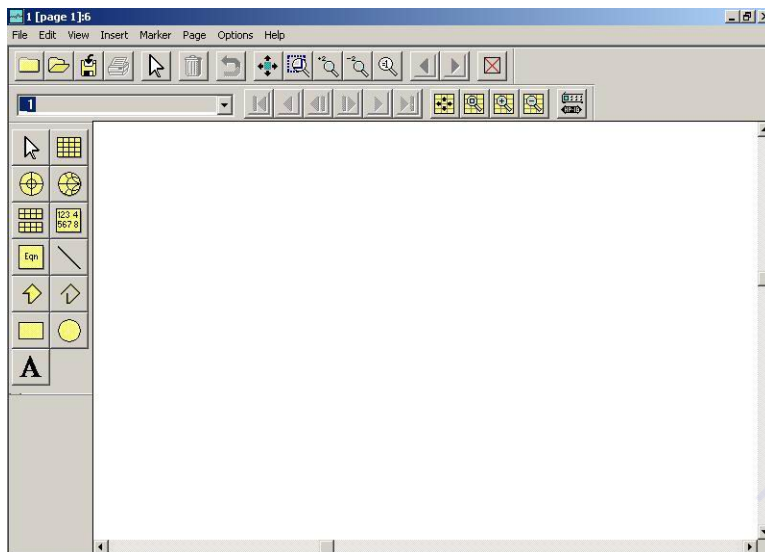
Component Palette List-> Probe Component

4. پس از تکمیل مدار ، برای انجام شبیه سازی :

Simulate->Simulate

را انتخاب می کنیم و یا بر روی آیکن شبیه سازی کلیک می کنیم و یا کلید **F7** را فشار می دهیم .
در این حالت پنجره **Data Display** باز می شود (در صورتی که این پنجره باز نشد بر روی آیکن کلیک کنید)





توجه داشته باشید که در این جا روش های متعددی جهت آنالیز دادهای شبیه سازی شما وجود دارد (نمودار مستطیلی ، نمودار قطبی. نمودار اسمیت و . . .) . زمانی که شما یک بار نمودار را رسم می کنید ، با تغییر مدار نیازی به رسم مجدد نمودار نیست ، چرا که با انجام مجدد شبیه سازی ADS نمودارها را به روز می کند .

تحلیل DC :

کنترل کننده شبیه ساز DC ، مشخصات کار طراحی مورد نظر ما را محاسبه می کند . بطور کلی در شبیه سازی های RF/Analog ، تحلیل DC بر روی طراحی انجام می گیرد . این تحلیل به بررسی توپولوژی مدار و تحلیل نقطه کار DC که محاسبه توان مصرفی را شامل می شود ، می پردازد .

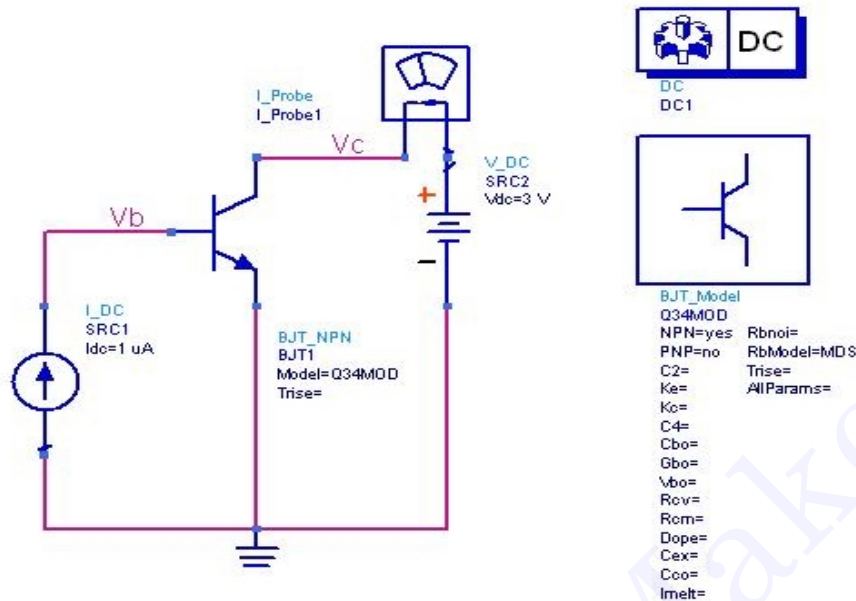
انجام یک شبیه سازی DC :

بعد از وارد کردن طراحی ، برای داده هایی که می خواهیم اندازه بگیریم پراب های جریان را اضافه کرده و گره ها را مشخص می کنیم .
برای داشتن یک تحلیل موفق :

- قطعه شبیه ساز DC را به شماتیک اضافه می کنیم . اگر تنظیمات را تغییر ندهیم ، بر اساس قطعات دیگر مقدار پیش فرض در نظر گرفته می شود .
- برای جاروب بر روی یک محدوده ، مانند تغییر ولتاژ ورودی یا تغییر مقدار یک مقاومت ، بر روی قطعه شبیه ساز دوبار کلیک کرده و کلید کنترلی Tab را کلیک می کنیم . نام قطعه ای را که می خواهید جاروب کنید و نوع جاروب و همچنین محدوده را وارد می کنیم .

مثال ها يي از تحليل DC :

1. محاسبه نقطه کار DC یک BJT :



براي انجام یک تحليل DC تک نقطه :

- از منوي باز شونده Component palette list ، قسمت Sources-Freq Domain را انتخاب کرده و سپس قطعه V_DC که منبع ولتاژ DC است را براي فراهم کردن ولتاژ لازم براي کلکتور به مدار اضافه مي کنيم و در صورت نياز آن را تغيير مي دهيم .
- قسمت Sources-Freq Domain را انتخاب کرده و سپس قطعه I_DC که منبع جريان DC است را براي فراهم کردن جريان لازم براي بيس به مدار اضافه مي کنيم و در صورت نياز آن را تغيير مي دهيم .
- از قسمت Probe Components ، I_Probe را که پراب جريان است در محل مناسب در مدار قرار مي دهيم .
- از قسمت Simulation-DC ، شبيه ساز DC را انتخاب و به مدار اضافه مي کنيم . سپس پارامترهاي آن را بسته به نياز خود وارد مي کنيم .
- حال مدار را شبيه سازي (Simulate) مي کنيم . زماني که شبيه سازي به پايان رسيد ، گزینه هاي شبيه سازي DC زير قابل دسترسي مي باشند :

1. براي مشاهده مستقيم جريان شاخه ها و ولتاژ گره ها در همان صفحه شماتیک بصورت زير عمل مي کنيم :

Simulate > Annotate DC Solution

در اينصورت مقادير جريان و ولتاژ بر روي مدار نوشته خواهد شد .
براي حذف اين مقادير مسير زير را انتخاب مي کنيم :

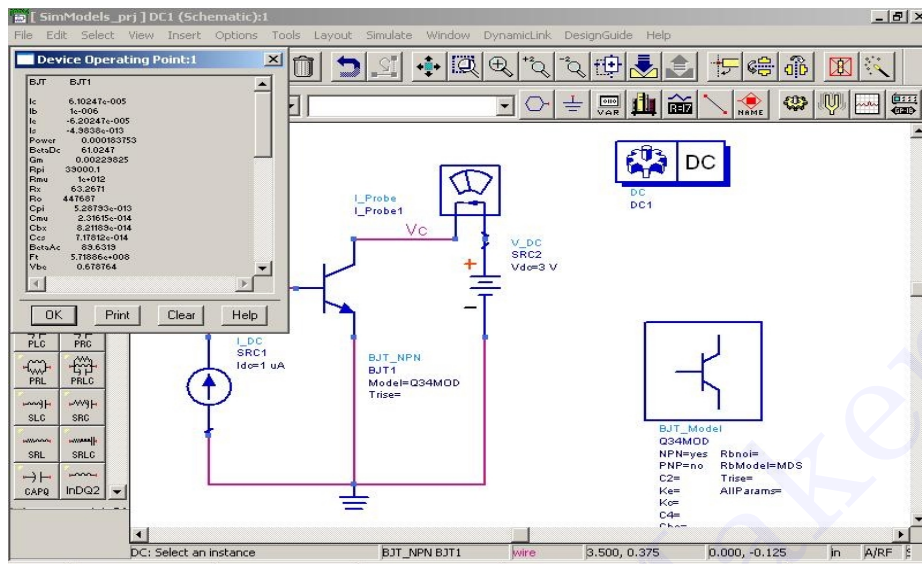
Simulate > Clear DC Annotate

2. براي مشاهده جزئيات قطعه به تنهائي ، بصورت زير عمل مي کنيم :

Simulate > Detailed Device Operating Point

Simulate > Brief Device Operating Point

در این حالت نشانگر به صورت بعلاوه در می آید. بر روی قطعه کلیک می کنیم، تا جزئیات در پنجره ای مجزا به نمایش در آید.



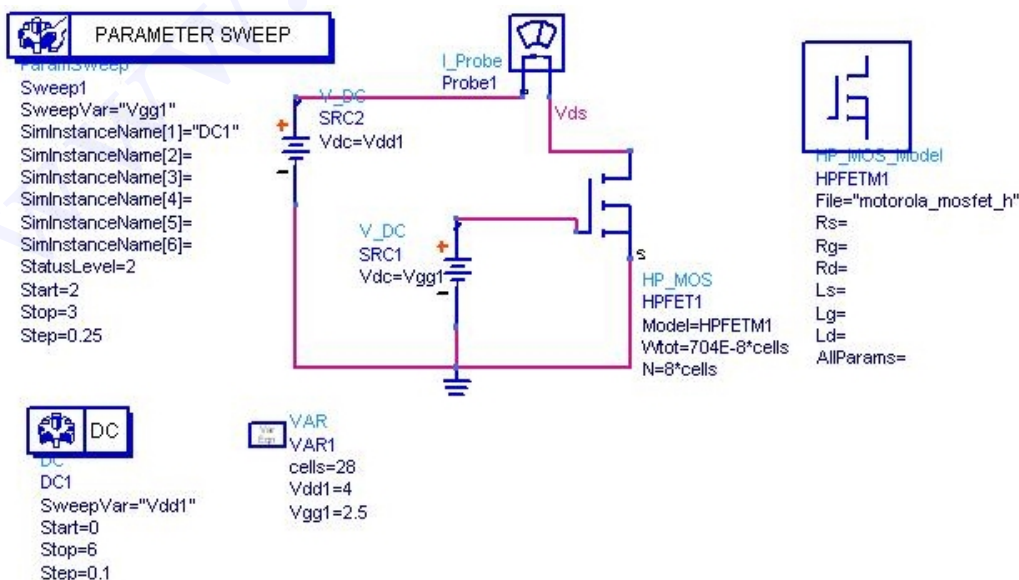
- در پنجره Data Display، داده ها به صورت لیستی از ولتاژ ها و جریان ها مشاهده می شود.

freq	DC1..Vc	DC1..Vb	..._Probe1.i
0.0000 Hz	3.000 V	678.8mV	61.02uA

پارامترهای جاروب DC :

به کمک جاروب نمودن بایاس DC ویا متغیر شبیه سازی، می توان نقطه کار مدار را در مقابل جاروب نمودن پارامترهایی مانند دما و یا ولتاژ منبع تغذیه مشخص نمود. داده نتیجه شده را می توان رسم کرد.

2. جاروب بایاس DC یک MOSFET :



در اینجا می خواهیم V_{dd} و V_{gg} را بر روی محدوده ای از ولتاژ جاروب نماییم . نتیجه مشابه نمایش جریان درین بر حسب ولتاژ درین برای مقادیر مختلف ولتاژ گیت است .

برای انجام یک جاروب شبیه سازی بایاس DC ایده آل :

1. از قسمت Sources-Freq Domain ، V_{DC} را انتخاب کرده و آن را بین گیت وزمین قرار دهید . و آن را ویرایش کرده و نام V_{gg1} بنامید .
2. V_{DC} دیگری را بین درین وزمین قرار داده و آن را V_{dd1} بنامید .
3. از قسمت Probe Components ، I_{PROB} را انتخاب کرده و مطابق شکل آن را در مدار وارد کنید .
4. از قسمت Simulation-DC ، قطعه DC simulation را وارد کرده و پارامترهای Sweep را به صورت زیر تغییر دهید :

Parameter to sweep = **Vdd1**

Start = **0**

Stop = **6**

Step = **0.1**

5. از قسمت Simulation-DC ، PSWP (ParamSweep) را انتخاب و وارد کنید . پارامترهای آن را به صورت زیر تغییر دهید .
در قسمت کنترلی Sweep :

Parameter to sweep = **Vgg1**

Start = **2**

Stop = **3**

Step = **0.25**

در قسمت کنترلی Simulations :

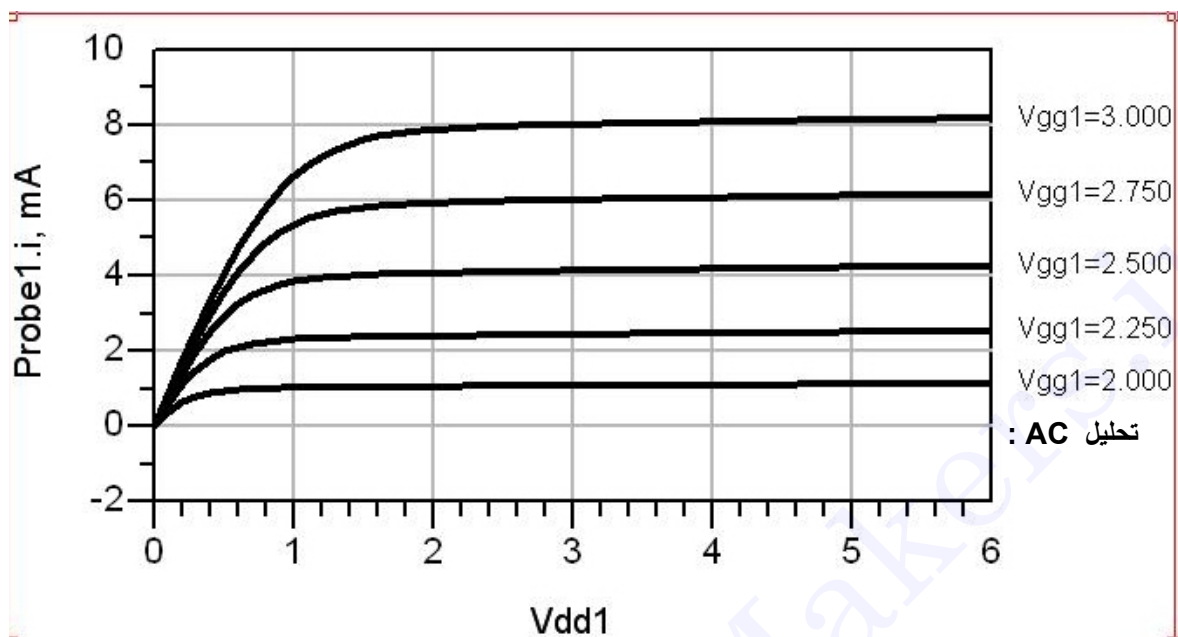
Simulation 1 = **DC1**

از قسمت Data Items ، Var eqn (متغیر ها و معادلات) را انتخاب کرده و معادلات زیر را وارد کنید :

Vdd1 = 4

Vgg1 = 2.5

مدار را شبیه سازی کنید . پس از اتمام شبیه سازی ، $Prob1$ را رسم کنید (که همان جریان درین بر حسب ولتاژ درین به ازای مقادیر مختلف ولتاژ گیت است) :



مولفه های تحلیل AC در قسمت AC_Simulation ، از منوی باز شونده Component palette list برای انجام تحلیل AC خطی سیگنال کوچک به کار می روند . یک شبیه سازی AC محاسبه پارامترهای انتقال سیگنال کوچک مانند بهره ولتاژ ، بهره جریان ، امپدانس انتقالی ، ادمیتانس انتقالی و نویز خطی را ممکن می سازد .

انجام یک شبیه سازی AC :

تحلیل ac در حوزه فرکانس صورت می پذیرد . می توان شبیه سازی را در یک نقطه فرکانسی تنها و یا یک محدوده فرکانسی بصورت جاروب خطی یا لگاریتمی انجام داد . برای انجام یک شبیه سازی AC مدار را ایجاد کرده ، سپس در قسمتهایی که می خواهید اطلاعات را جمع آور کنید ، پراب جریان وارد کرده و گره ها را مشخص کنید . برای داشتن یک تحلیل موفق ، مطمئن شوید که :

- مولفه AC simulation را به شماتیک اضافه کرده اید . برای ویرایش ، بر روی آن دوبار کلیک کنید . اطلاعات را در قسمت کلید کنترلی Frequency وارد کنید :

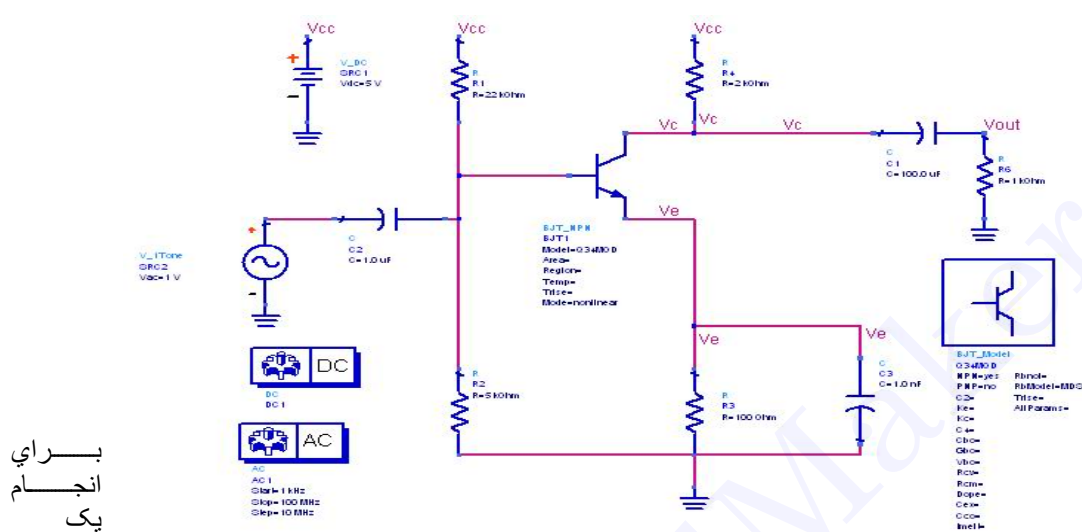
در قسمت Sweep type نوع جاروب را تعیین کنید : برای حالت Single point فرکانس مربوطه را در قسمت Frequency وارد کنید . برای جاروب لگاریتمی و یا خطی (Linear sweep, Logarithmic) sweep (جاروب را با تعیین مقادیر شروع و پایان (start/stop) و یا وسط و محدوده (center/span) مشخص کنید .

- برای محاسبه نویز ، کلید کنترلی Noise را انتخاب کرده و Calculate Noise را فعال کنید . برای محاسبه نویز از لیست باز شونده Edit یک گره را انتخاب کرده و سپس Add را کلیک کنید . از لیست Mode نیز می توان برای مرتب کردن نویزهای مربوطه بر حسب مقدار یا نام استفاده کرد .
- همچنین تبدیل فرکانسی و محاسبه بودجه نیز در این جا امکان پذیر است .

مثال هایی از تحلیل AC :

1. تحلیل یک تقویت کننده توان :

در این مثال هیچ متغیری جاروب نمی شود . مقاومت بار خروجی را با V_{out} ولتاژ خروجی AC را نشان می دهد .



برای
انجام
یک

تحلیل AC مقدماتی :

1. از قسمت sources_freq domain ، v_{dc} را انتخاب کرده و این المان را در شماتیک قرار می دهیم و آن را به صورت $v_{dc}=5v$ تصحیح می کنیم .
2. از قسمت sources_freq domain ، $v1_Tone$ را انتخاب کرده و آن را در شماتیک قرار می دهیم و به صورت $v_{ac}=1v$ تصحیح می کنیم . همچنین از V_{AC} نیز می توانید به جای المان فوق استفاده کنید .
3. از قسمت simulation_Ac ، Ac را انتخاب کرده و آن را به شماتیک اضافه کنید و در قسمت کنترلی Frequency آن را ویرایش کنید . مطمئن شوید که Start/Stop انتخاب شده است و مقادیر را به صورت زیر وارد کنید :

Sweep Type = **Linear**

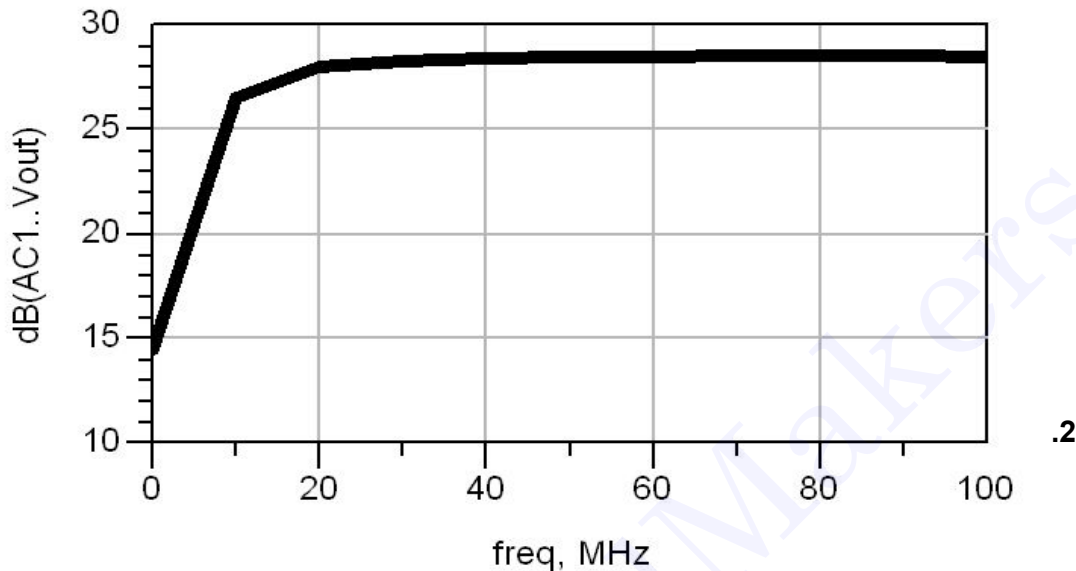
Start = **1 kHz**

Stop = **100 MHz**

Step = **10 MHz**

4. مدار را Simulate کنید .

5. وقتی که تحلیل تمام شد، نمودار Vout را رسم کنید .نمودار Ac ولتاژخروجی (Vout) بر حسب dB ، بر حسب فرکانس رسم شده است .



ه نویز خطی :

با تنظیم مناسب گزینه ها در کلید کنترلی Noise از المان AC Simulation می توان نویز خطی را محاسبه کرد. برای انجام تحلیل نویز خطی :

1. مطمئن شوید که مداری که می خواهیم تحلیل کنیم ، گره هایی را که می خواهیم نویز خطی را در آنها محاسبه کنیم ، نامگذاری شده اند (مانند input و output).

2. المان Ac_simulation را تصحیح کرده و Noise را انتخاب نموده و سپس Calculate Noise را فعال کنید .

3. در قسمت Calculate Noise از منوی بار شونده Edit نام گره ای را که می خواهید نویز آن گزارش شود را انتخاب کنید .

4. برای بدست آوردن نویز ایجاد شده به وسیله منابع نویز مجزا و مرتب کردن آن ها بر اساس مقدار یا نام از منوی باز شونده Mode استفاده می کنیم . (اگر فقط بخواهیم کل نویز خروجی را محاسبه کنیم ، Mode را در off تنظیم می کنیم .)

5. بقیه قسمت ها را به حالت پیش فرض رها کرده و یا در صورت نیاز آن ها را ویرایش می کنیم . (حالت default اغلب کافی می باشد).

6. در قسمت Dynamic range to display بر حسب dB ، عددی را وارد کنید . اگر Mode ، On باشد ، مقدار پیش فرض اغلب کافی است .

7. جهت ثبت تغییرات ایجاد شده ، Ok را کلیک می کنیم .

8. برای نمایش و رسم نتیجه اطلاعات مدار را Simulate می کنیم .

محاسبه نویز حرارتی پورت :

- کل مراحل بیان شده برای نویز خطی را انجام می دهیم بعلاوه اینکه قبل از Simulate :
1. مطمئن شوید که پورت ورودی و خروجی را در مدار قرار داده اید .
 2. گزینه Include port noise را انتخاب کنید .

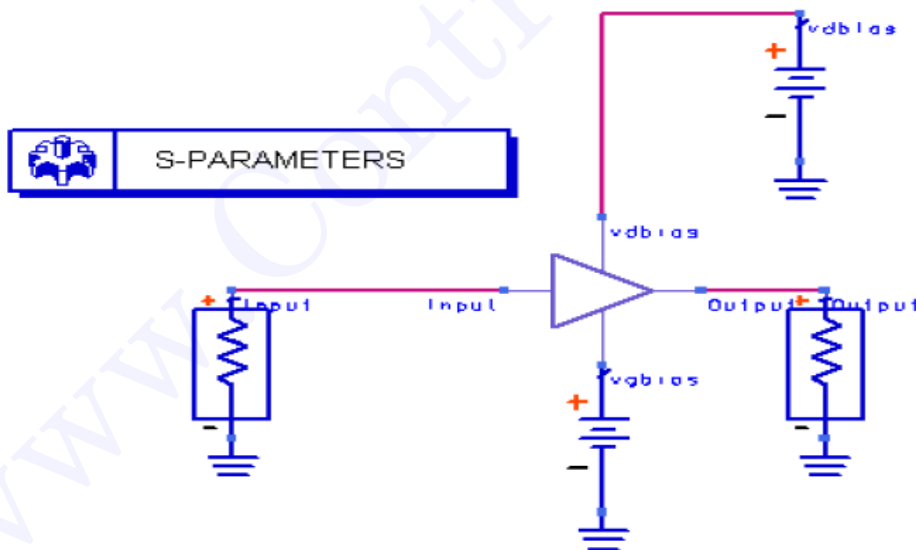
تحلیل پارامتر های S :

به کار بردن المان های تحلیل S (S_param) از قسمت Simulation-S_Param این امکان را به شما می دهد که :

- پارامتر های پراکندگی (S-parameters) قطعات ، مدارات و یا شبکه ها را به دست آورده و آن ها را به پارامتر های Y یا Z برگردانیم .
- برای مثال ، تغییرات جاروب پارامترهای پراکندگی را بر حسب تغییر دیگر متغیر ها رسم کنیم .
- تاخیر گروهي و یا نویز خطی را شبیه سازی کنیم .
- شبیه سازی اثرات تبدیل فرکانسی بر پارامتر های S سیگنال کوچک ، در مداری که یک میکسر در آن به کار رفته است .

مثال هایی از تحلیل S_Param :

1. تحلیل تقویت کننده



برای انجام یک شبیه سازی S_Parameter مقدماتی :

1. از قسمت Simulation S_Param یک المان Term برای هر پورت قطعه یا مداری که می خواهد شبیه سازی شود ، انتخاب می کنیم . می توانید امپدانس مورد نیاز را انتخاب کنید ، هر چند مقدار پیش فرض که 50 اهم است ، غالباً کافی است . مطمئن شوید که ترمینال ها به طور مناسب به قطعه یا مدار که می خواهیم شبیه سازی شود متصل شده است .

2. مطمئن شوید که المان Term در ورودی به Num=1 و المان Term در خروجی به Num=2 تنظیم شده است .

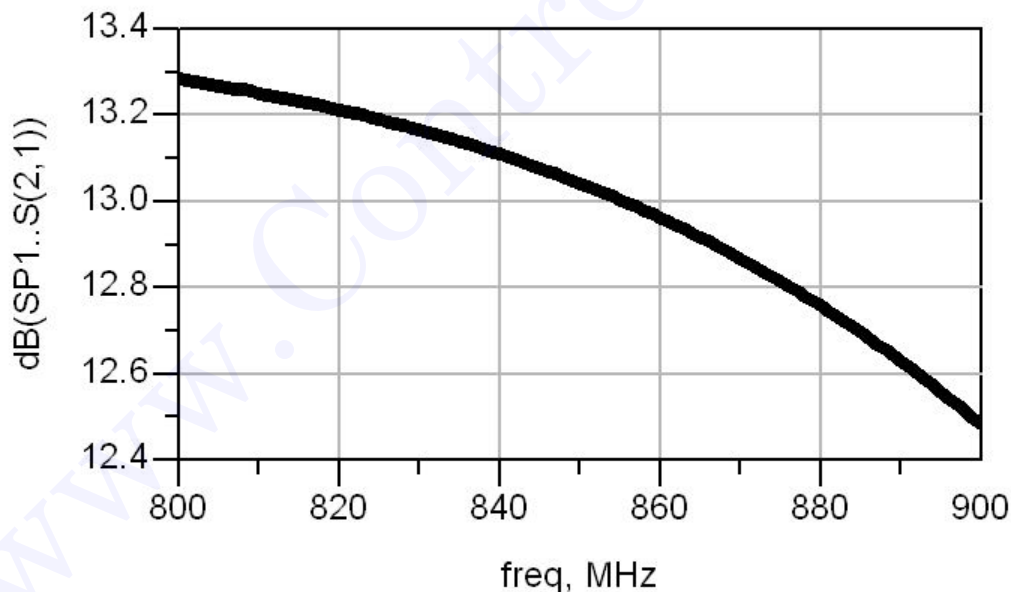
3. از قسمت Simulation S_Param ، SP را انتخاب کرده آن را به شمایک اضافه کنید . بر روی SP دابل کلیک می کنیم و در کلید کنترلی Frequency ، گزینه Start/stop را انتخاب می کنیم . سپس مقادیر را به صورت زیر تنظیم می کنیم :

- Sweep Type = **Linear**
- Start = **800 MHz**
- Stop = **900 MHz**
- Step-size = **1 MHz**

4. برای بدست آوردن پارامترهای S ، به کلید کنترلی Parameters رفته و مطمئن شوید که S-parameters انتخاب شده است .

5. بر روی Ok کلیک کرده تا تغییرات اعمال شود .

6. حال شبیه سازی را انجام می دهیم . زمانی که که تحلیل خاتمه یافت ، در پنجره نمایش Data Display ، s(2,1) را رسم کنید .



بهینه سازی

بهینه سازی اسمی که به بهینه سازی عملکرد نیز شناخته شده است، فرآیند تغییر مجموعه ای از مقادیر پارامترها جهت رسیدن به اهداف عملکرد از پیش تعیین شده می باشد. بهینه سازی، پاسخ محاسبه شده و مورد نظر را مقایسه کرده و مقادیر پارامترها را طراحی را جهت رسیدن پاسخ محاسبه شده هر چه نزدیکتر به آنچه مورد نظر ماست، تغییر می دهد.

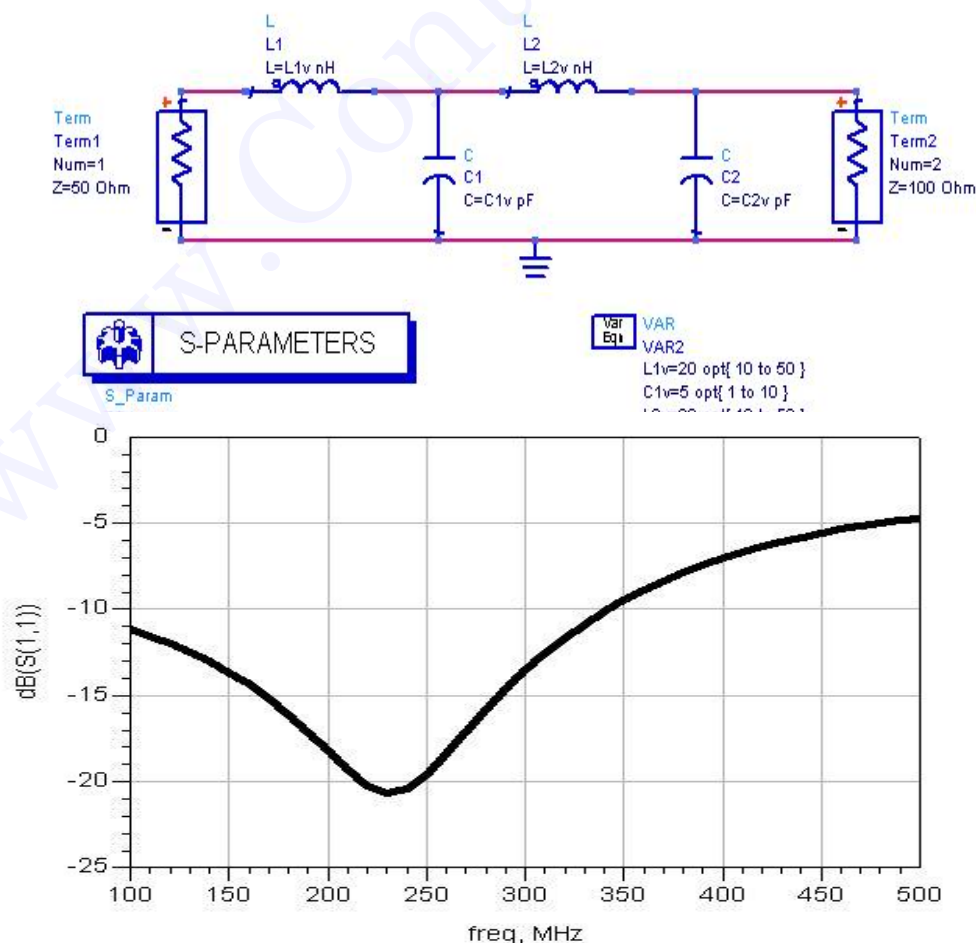
مراحل لازم برای انجام بهینه سازی اسمی عبارت است از:

1. انجام یک شبیه سازی.
2. مقایسه نتایج با اهداف.
3. تغییر پارامترهای مدار جهت رسیدن به نتایجی که احتمالاً نزدیکتر به هدف است.
4. اجرای دوباره شبیه سازی با مقادیر جدید پارامترها.

اهداف (Goal)، یکی از مشخصات خروجی ما را شامل می شود. برای تعریف محدوده هدف، عملکرد قابل قبول مینیمم و یا ماکزیمم استفاده می شود.

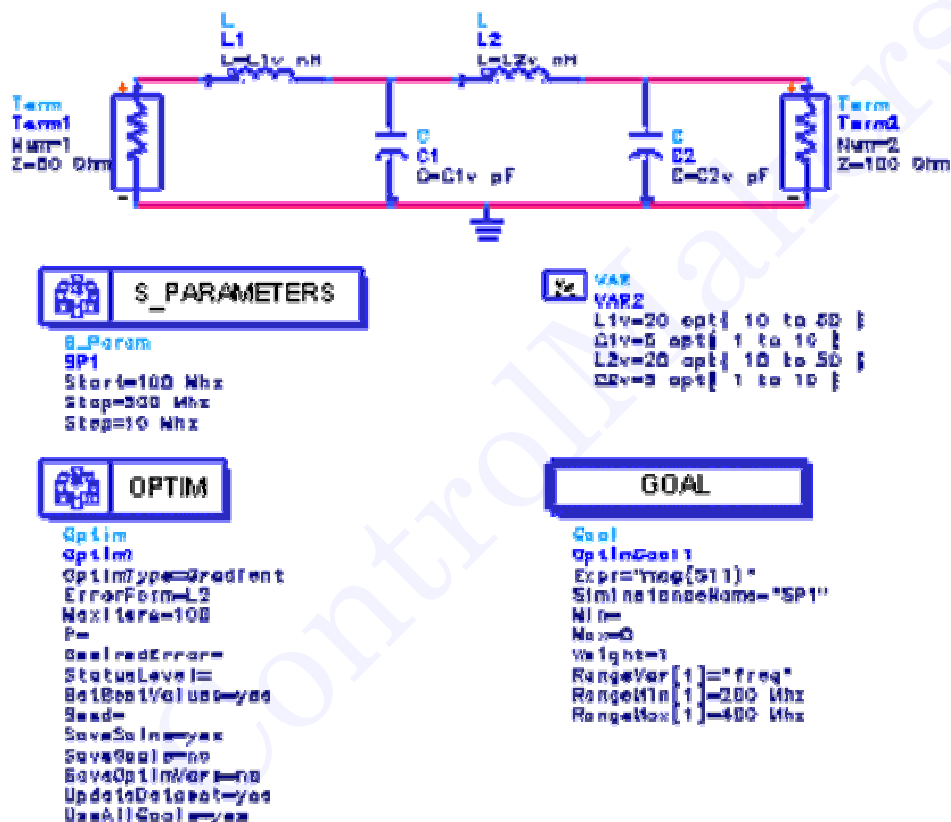
مثال بهینه سازی اسمی:

مدار شکل زیر مثالی ساده از یک مبدل تطبیق امپدانس 2 به 1 با باند گذر یک اکتاو است. این مدار بار 100 اهم R_1 را در محدوده فرکانسی 200 تا 400 مگا هرتز تطبیق می کند. مدار را از 100 تا 500 مگاهرتز جاروب می کنیم تا پاسخ خارج از باند را همانند پاسخ باند گذر مشاهده کنیم. مقادیر اولیه قطعات و همچنین پاسخ این مدار که از مقادیر بهینه دور است، به صورت زیر است:

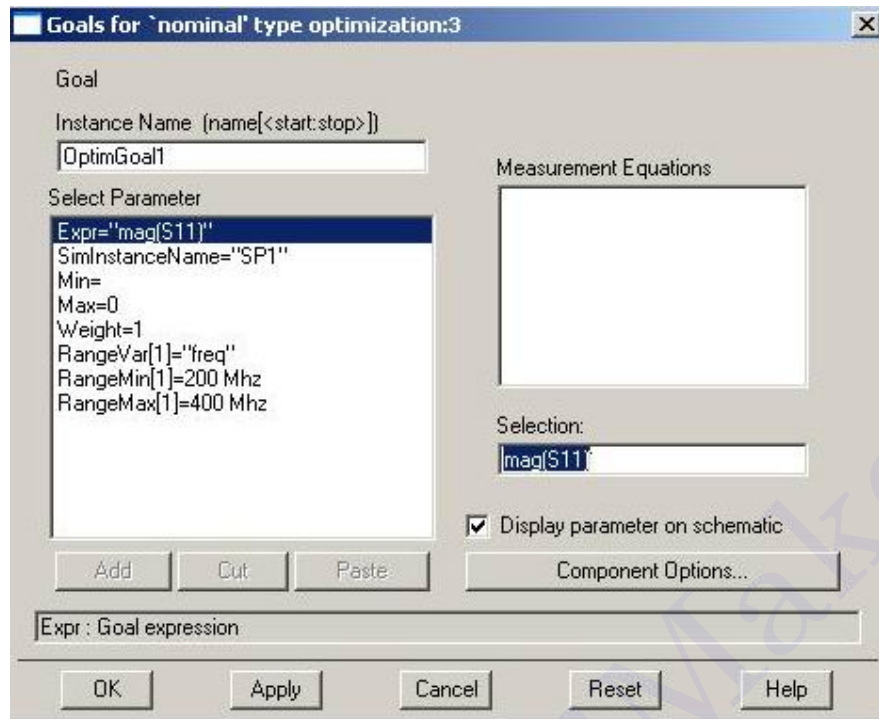


برای بهینه سازی مدار این مثال :

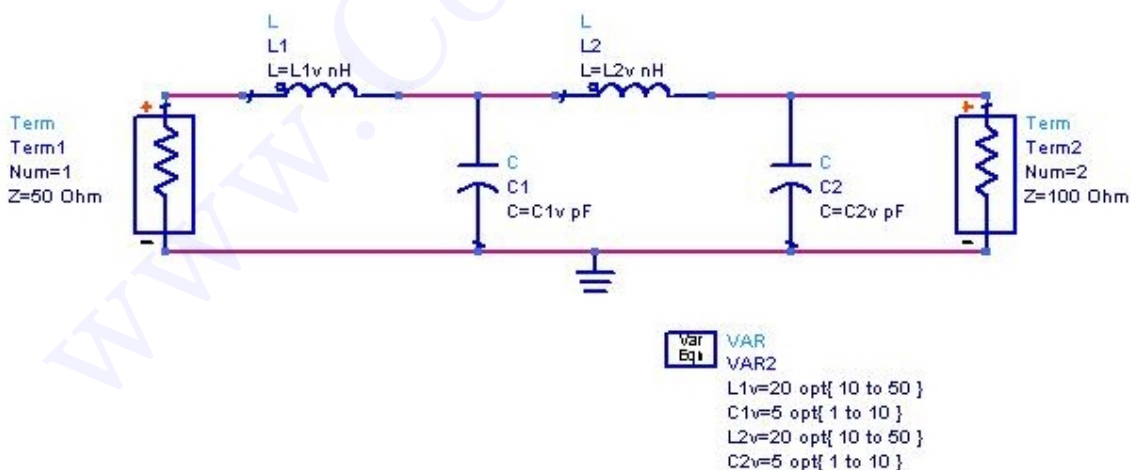
1. از آنجا که هدف این طراحی تطبیق بار مقاومتی 100 اهم به 50 اهم است و ما ضریب S_{11} را اندازه می گیریم ، می خواهیم S_{11} تا حد ممکن کوچک باشد . از لیست باز شونده Component pallet list ، قسمت Optimize/State/Yield/Doe را انتخاب کرده و قطعه Optimize و Goal را به مدار اضافه می کنیم و همانطوریکه در شکل زیر نشان داده شده است ، مشخصات مناسب را وارد می کنیم .

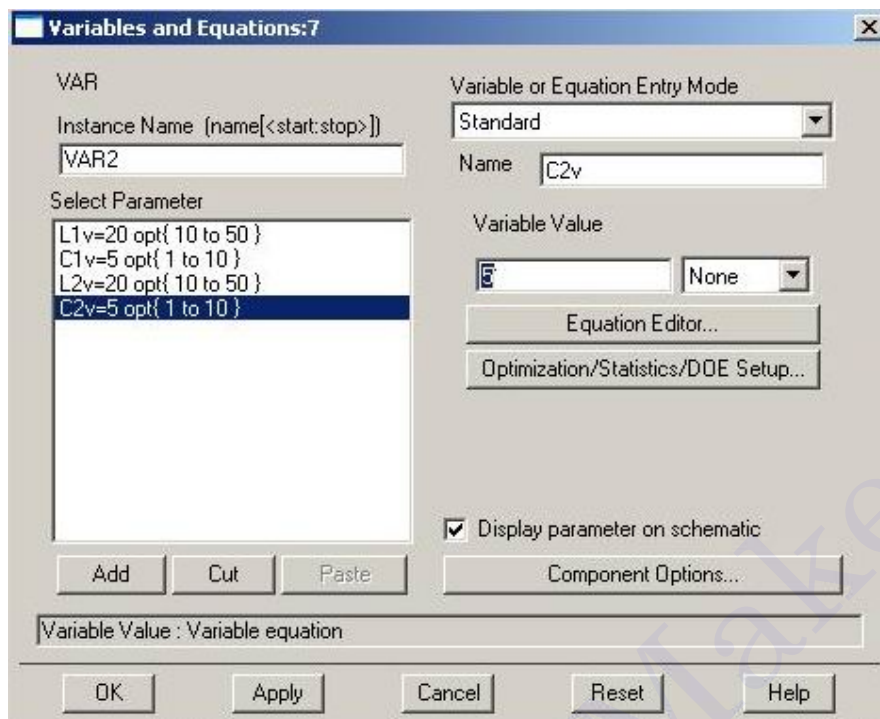


توجه داشته باشید که در قطعه **Goal** ، اندازه هدف S_{11} ، را صفر تنظیم کرده ایم . این پنجره با دابل کلیک بر روی قطعه **Goal** در دسترس خواهد بود .



2. مرحله بعد تعیین پارامترهایی از مدار است که باید توسط بینه ساز ، تنظیم شوند . برای این مثال هر چهار پارامتر ، که شامل L_1 ، L_2 ، C_1 و C_2 است ، باید بهینه شوند . فرض کنید کوچک ترین و بزرگترین اندوکتانسی که در این مدار می توانیم داشته باشیم به ترتیب 10 nH و 50 nH باشد و کوچکترین و بزرگترین خازنی که می توانیم داشته باشیم به ترتیب 1 pF و 10 pF است .
حال المان هایی را که می خواهیم تنظیم شوند ، به صورت متغیر تعریف کرده و قطعه **Variable Equation** را از میله ابزار به شماتیک اضافه می کنیم . برای هر المان یک مقدار بهینه اجباری و یک حدود **Min/Max** تعریف می کنیم .

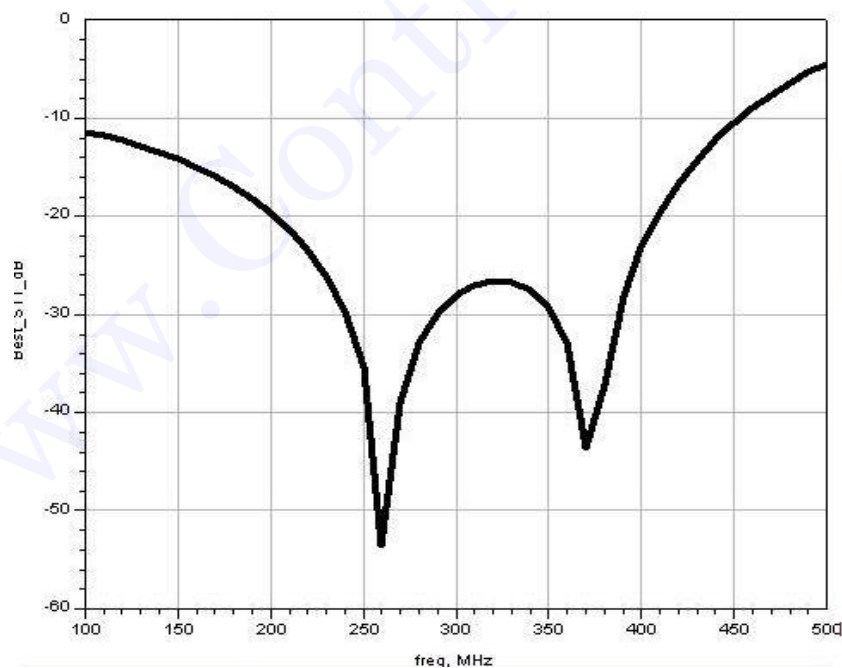




3. حال مدار می تواند بهینه شود . برای انجام شبیه سازی مسیر زیر را انتخاب کنید :

Simulate > Simulate

4. شکل زیر نتیجه انتخاب 100 تکرار در بهینه سازی Gradient را نشان می دهد :

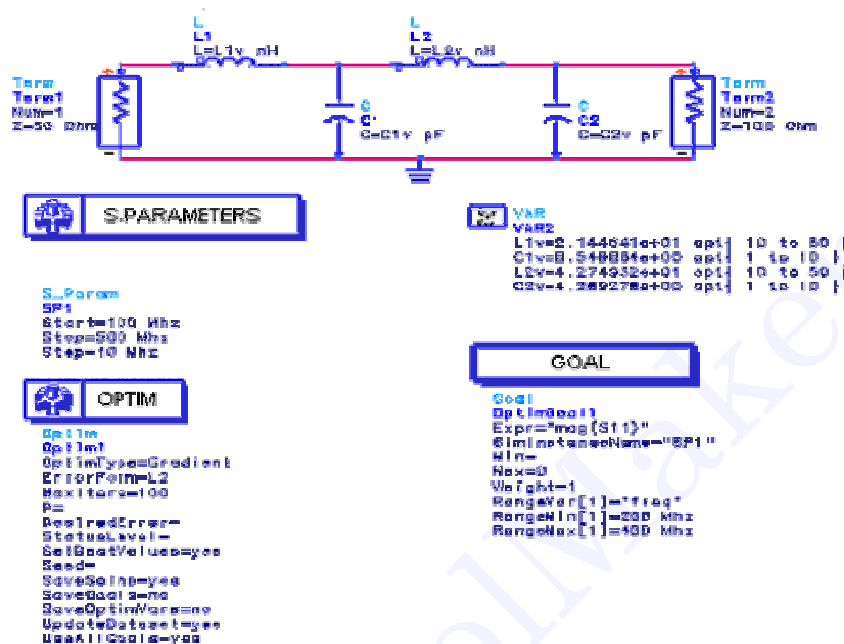


اگر چه پاسخ نسبت به حالت اول بهبود یافته است اما هنوز حالت بهینه مود نظر ما به دست نیامده است .

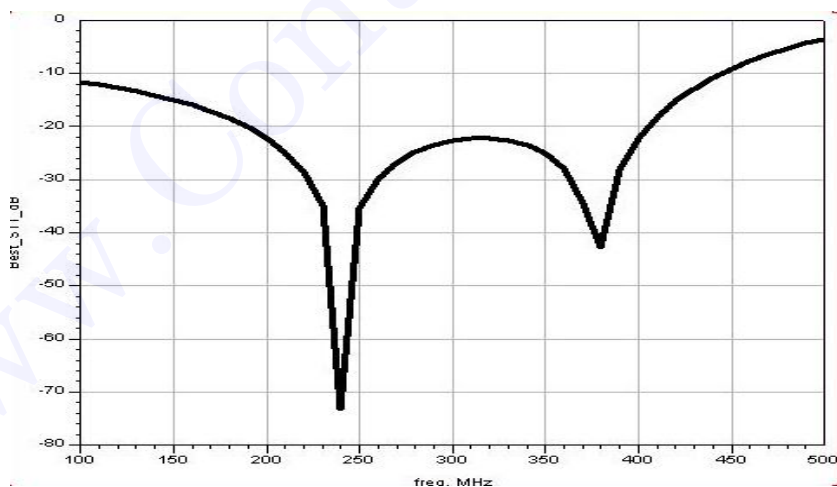
5. حال مسیر زیر را انتخاب می کنیم :

Simulate > Update Optimization Value

با این کار مقادیر بهینه در قطعه Var/Eqn با مقادیر به دست آمده از شبیه سازی جایگذاری می شود و ما می توانیم بهینه سازی را با این مقادیر جدید تکرار کنیم و این فرآیند را تا رسیدن به نتیجه مطلوب ادامه دهیم .



6. پس از 8 بار تکرار این عمل نتایج زیر که برای ما مطلوب است به دست می آید :



Var
Eqn

VAR

VAR2

L1v=2.270670e+01 opt{ 10 to 50 }

C1v=8.712450e+00 opt{ 1 to 10 }

L2v=4.356221e+01 opt{ 10 to 50 }

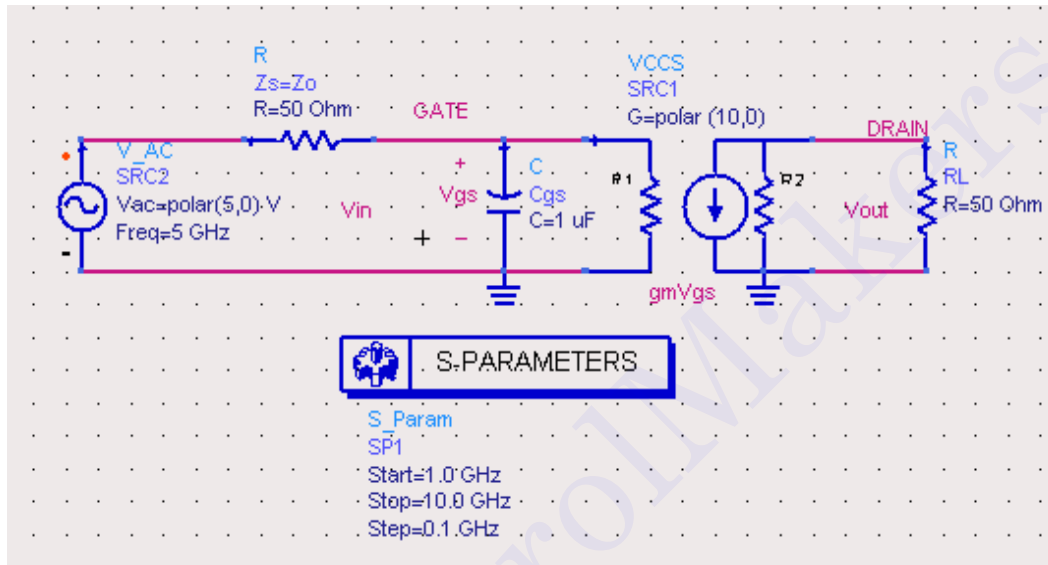
C2v=4.541352e+00 opt{ 1 to 10 }

مثال هاي کار بردي در ADC :

1. محاسبه پارامتر هاي پراکندگي MOSFET

در اين جا ما مي خواهيم پارامتر هاي پراکندگي MOSFET را با به کار بردن مدل ساده شده سيگنال کوچک آن محاسبه کنيم .

مدل ساده شده سيگنال کوچک MOSFET را را به صورت زير در نظر مي گيريم :

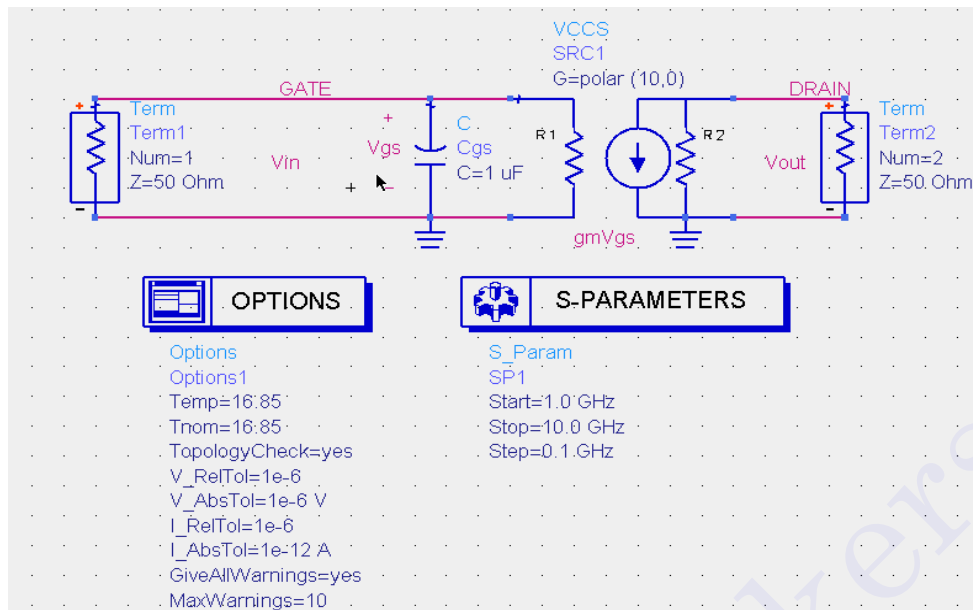


همانطور که قبلا توضيح داديم براي تحليل پارامتر هاي S ، منبع V_s و مقاومت R_s را برداشته و به جاي آن يک ترمينال قرار مي دهيم . همچنين مقاومت بار R_L را برداشته و به جاي آن يک ترمينال قرار مي دهيم

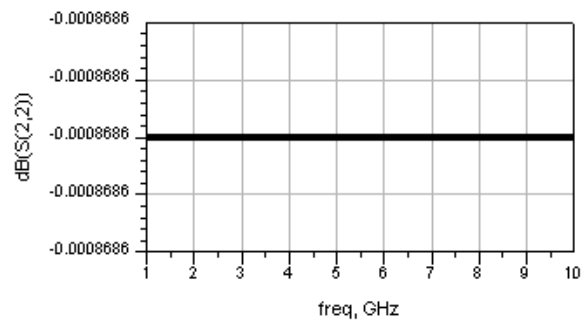
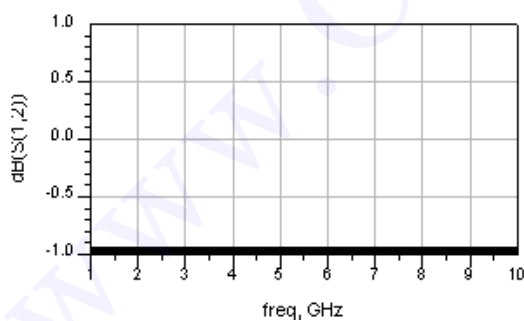
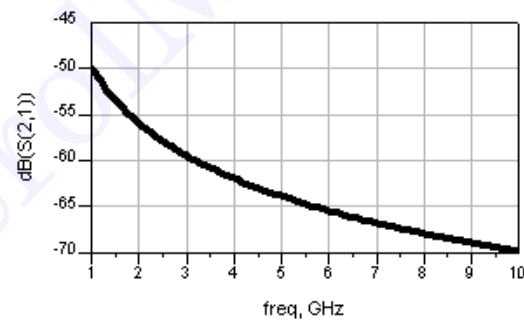
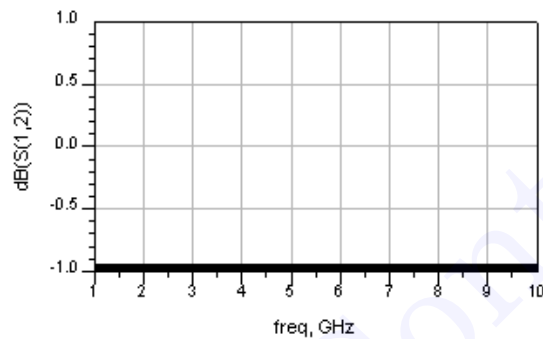


Z_0 را 50 اهم در نظر گرفته ايم . مقادير به دست آمده براي ترانزیستور که بايد در منبع کنترل شده با ولتاژ وارد کنيم، عبارتند از :

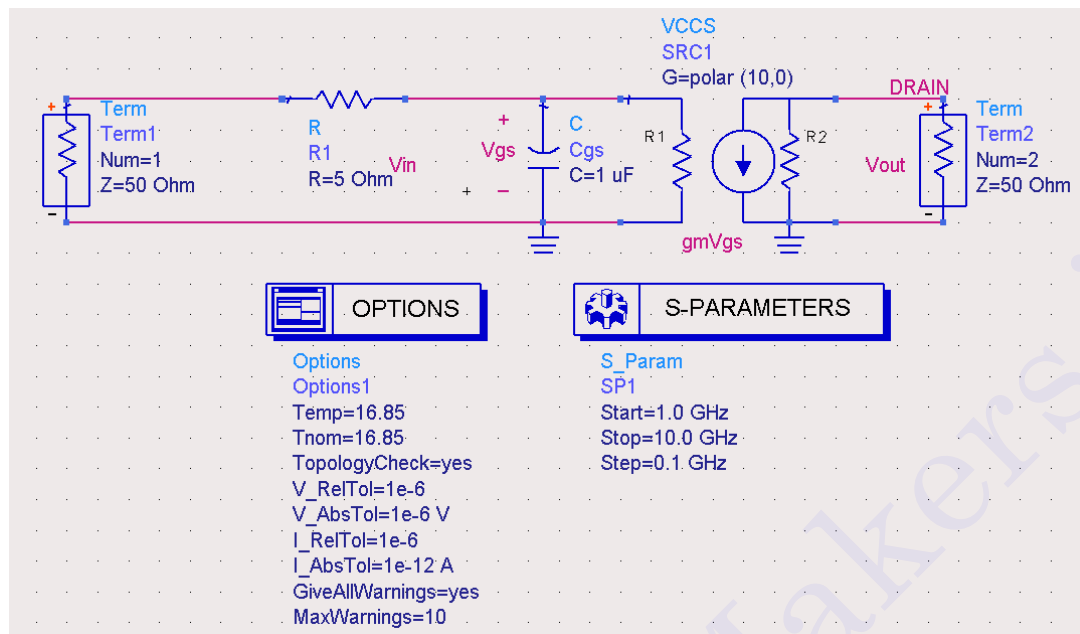
$$R_1 = R_2 = 1M, \quad G = g_m = 30ms$$



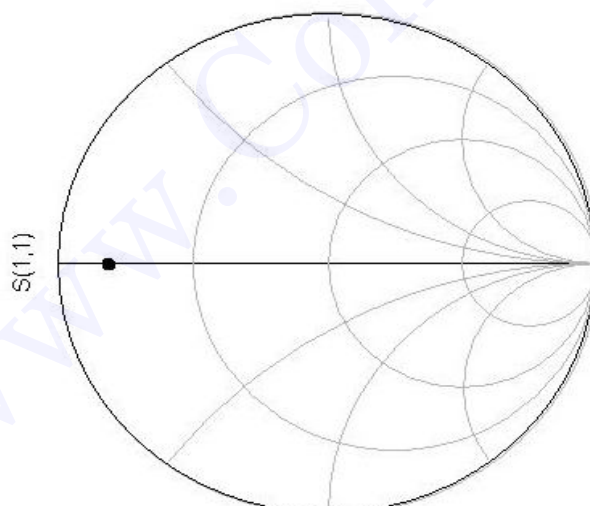
قطعه Options براي انجام تنظیمات کلی شبیه ساز مانند تنظیم دمایی شبیه سازی و غیره به کار می رود . مدار را شبیه سازی می کنیم .



حال مدل سیگنال کوچک غیر ایده ال MOSFET را که در آن اثر خازن های پارازیتیکی کوپل شده را وجود دارد را در نظر می گیریم :

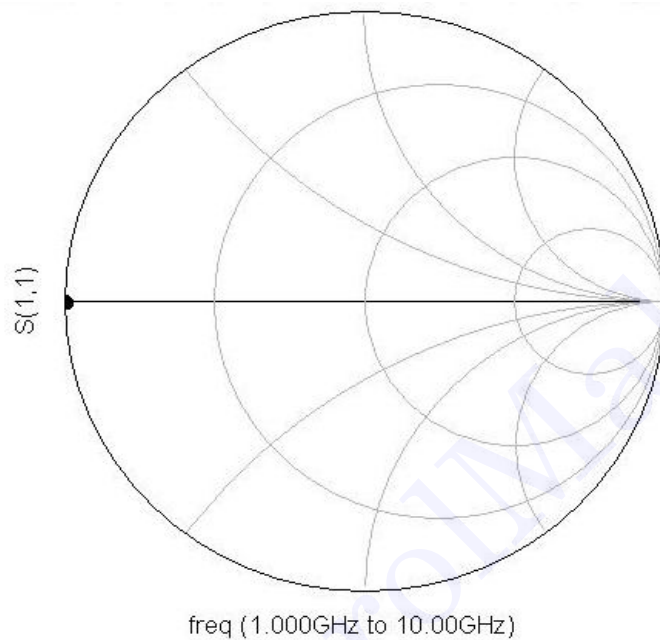


S_{11} را بر روی نمودار اسمیت رسم می کنیم :

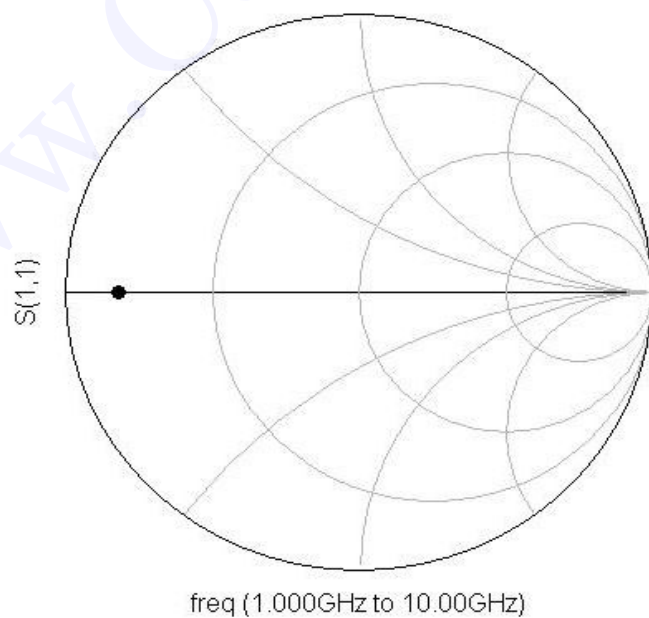


freq (1.000GHz to 10.00GHz)

حال مقاومت 5 اهم را برداشته و یک خازن کوچک به مقدار 25fF بین V_{in} و V_{out} قرار داده و دوباره S_{11} را رسم می‌کنیم :

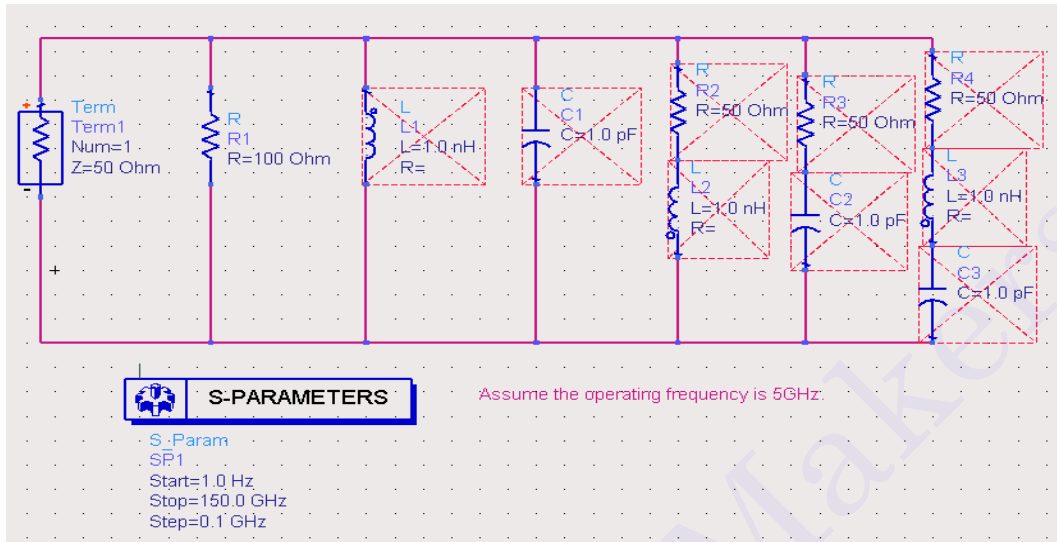


دوباره مقاومت 5 اهم را در حالی که خازن نیز قرار دارد را جایگزین کرده و S_{11} را رسم می‌کنیم :

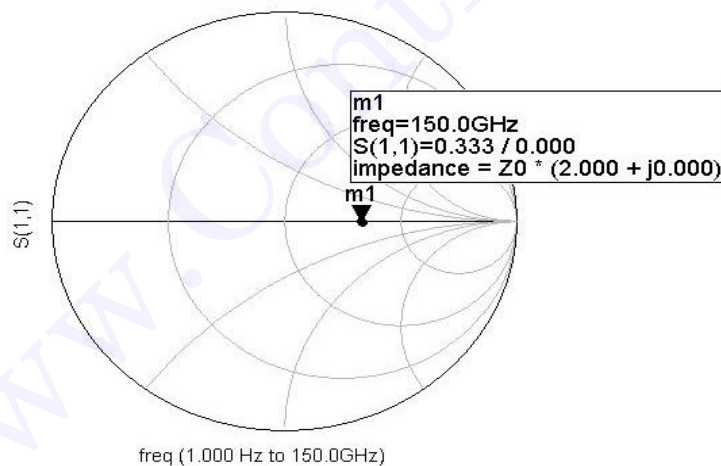


2. کار با نمودار اسمیت :

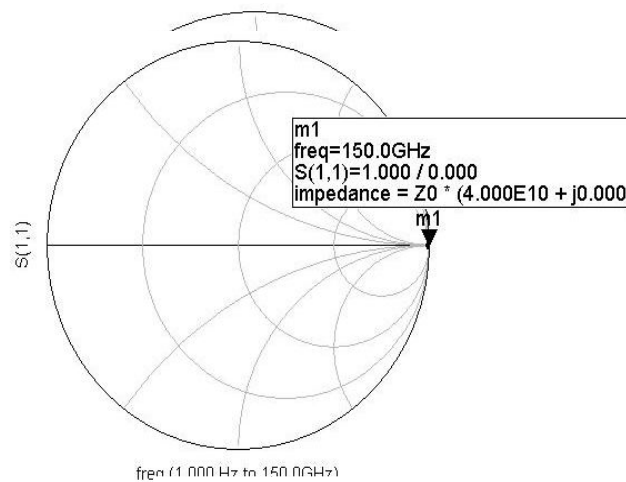
مدار زیر را در کشیده و توسط المان **Deactivate or Active component** میله ابزار، که برای فعال یا غیر فعال کردن یک المان به کار می رود، المان ها به جز مقاومت 100 اهم را غیر فعال می کنیم :



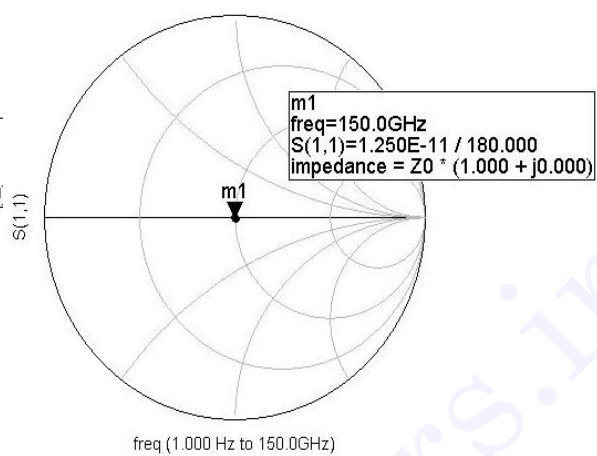
مدار را شبیه سازی کرده و S_{11} را بر روی نمودار اسمیت رسم می کنیم. یک مارکر جهت تعیین مقاومت ها به نمودار اسمیت اضافه می کنیم. برای این کار در پنجره **Data Display** بر روی منوی باز شونده **Marker** کلیک کرده و سپس **New** را انتخاب کرده، در این حالت نشانگر موس تغییر می کند، سپس بر روی نقطه مورد نظر کلیک کنید:



این کار را برای مقاومت



مقاومت



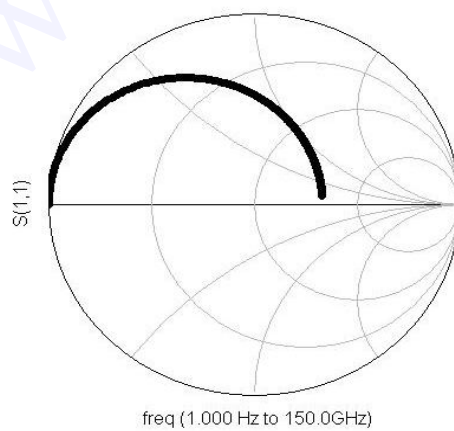
مقاومت 50

مجاز نیست .

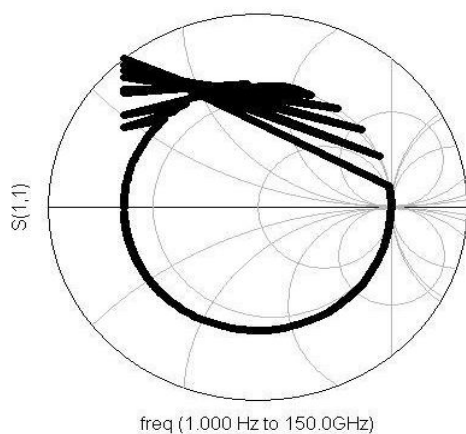
مدار باز

اتصال

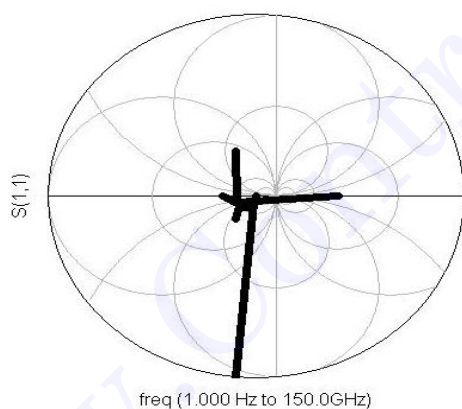
حال سلف L_1 را نیز فعال می کنیم و بار دیگر مدار را شبیه سازی کرده و S_{11} را رسم می کنیم :



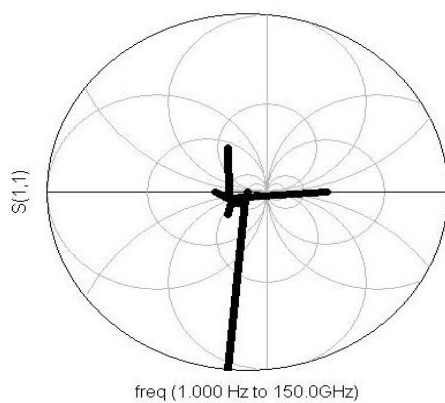
حال سلف L_1 را غیر فعال می‌کنیم و خازن C_1 افعال می‌کنیم ، بار دیگر مدار را شبیه سازی کرده و S_{11} را رسم می‌کنیم :



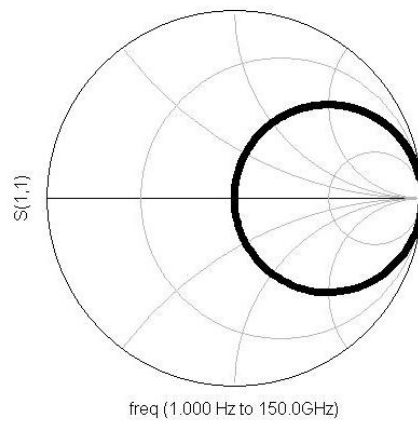
حال L_1 را غیر فعال می‌کنیم و L_2 و R_2 را فعال می‌کنیم و بار دیگر S_{11} را رسم می‌کنیم :



این بار C_1 را غیر فعال کرده و C_2 و R_3 را فعال کرده و S_{11} را رسم می‌کنیم :



حال همه عناصر به جز C_3 و R_4 و L_3 را غیر فعال می کنیم :



توجه : می توانید نتایج شبیه سازی خروجی را در واحد ادمیتانس داشته باشید ، برای این کار بر روی نمودار اسمیت که حاوی نتایج شما است کلیک راست انجام داده و مسیر زیر را انتخاب کنید :

Item Options - >Plot Options

در قسمت **Coordinate** ، گزینه **admittance** یا **both** را انتخاب کنید .