

به نام خدا



دانشگاه صنعتی اصفهان

دانشکده برق و کامپیوتر

طراحی مدارهای فرکانس بالا

ترم پاییز ۱۴۰۱

تمرین سوم

شبیه سازی با ADS

مینا احمدیان نجف آبادی

۹۸۱۶۸۱۳

# سوال ۱

۱) مدار تطبیق امپدانس را برای تطبیق بار  $150\Omega$  به یک خط  $50\Omega$  به کمک ۴ قطعه خط  $\lambda/4$  و به دو روش: نیوتن

۲-  $|\Gamma|$  مساوی

طراحی کنید. چرا در نهایت در هر دو روش خطا وجود دارد؟

الف- در صورتی که بخواهیم حداکثر VSWR روی خط  $50\Omega$  کمتر از 1.3 باشد پهنای باند هر یک از دو مدار فوق را بدست آورید.

1. نیوتن:  $\Gamma_n = A C_n^N$

$$A = 2^{-4} \frac{150 - 50}{150 + 50} = 2^{-4} \cdot \frac{1}{2} = 2^{-5} = \frac{1}{32}$$

$$\Gamma_1 = \frac{1}{32} C_1^4 = \frac{1}{32} \cdot 4 = \frac{1}{8}$$

$$\Gamma_2 = \frac{1}{32} C_2^4 = \frac{1}{32} \cdot 6 = \frac{3}{16}$$

$$\Gamma_3 = \frac{1}{32} C_3^4 = \frac{1}{32} \cdot 4 = \frac{1}{8}$$

$$\Gamma_4 = \frac{1}{32} C_4^4 = \frac{1}{32} \cdot 1 = \frac{1}{32}$$

2.  $|\Gamma|$  مساوی  $\Gamma_N = \frac{1}{4+1} \cdot \frac{150 - 50}{150 + 50} = \frac{1}{10}$

الف)  $VSWR \leq 1.3 \Rightarrow \frac{1 + |\Gamma_{in}|}{1 - |\Gamma_{in}|} = 1.3 \Rightarrow |\Gamma_{in}| = 0.13$

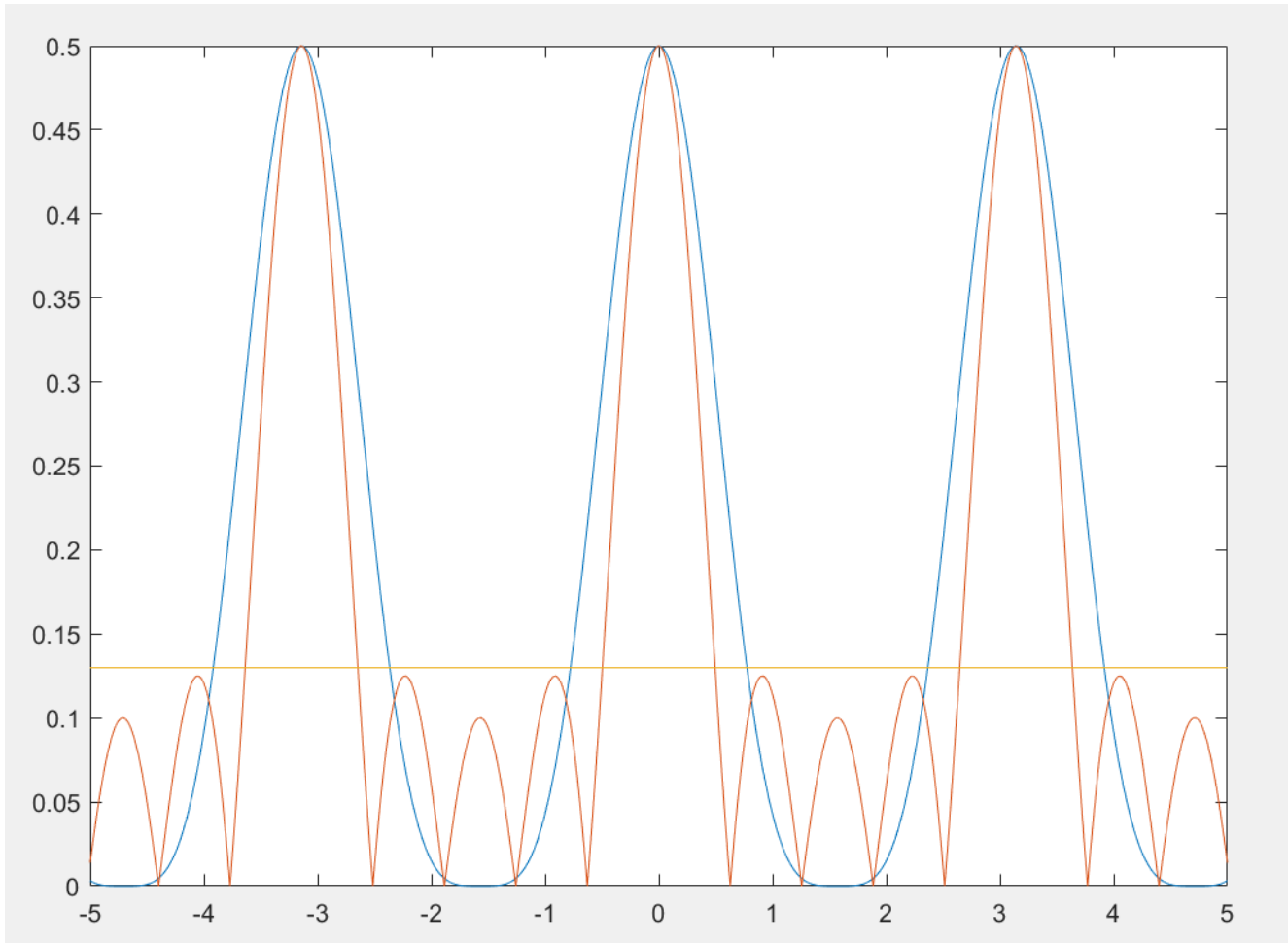
نیوتن:  $|A| 2^N |\cos \theta|^N = 0.13 \Rightarrow \frac{1}{32} \cdot 2^4 |\cos \theta|^4 = 0.13$

$$\theta = 0.775 \text{ rad} = \frac{\pi}{2} \cdot \frac{f}{f_0} \Rightarrow f = 0.49 f_0 \Rightarrow BW = 0.98 f_0$$

مساوی  $|\Gamma|$ :  $\left| \frac{\sin(N+1)\theta}{\sin \theta} \right| \Gamma_N = 0.13 \Rightarrow \left| \frac{\sin 5\theta}{\sin \theta} \right| \frac{1}{10} = 0.13$

$$\theta = 0.49 \text{ rad} = \frac{\pi}{2} \cdot \frac{f}{f_0} \Rightarrow f = 0.312 f_0 \Rightarrow BW = 0.63 f_0$$

ب-  $|\Gamma|$  را به کمک MATLAB برای هر دو روش رسم و آنها را با یکدیگر مقایسه نمایید.



با استفاده از کد زیر نمودارها را رسم می‌کنیم:

```
fplot ( @(x) 0.5 * (abs ( cos(x) ) ) ^ 4 )
```

```
hold on
```

```
fplot ( @(x) 0.1 * abs ( ( sin(5*x) ) / ( sin(x) ) ) )
```

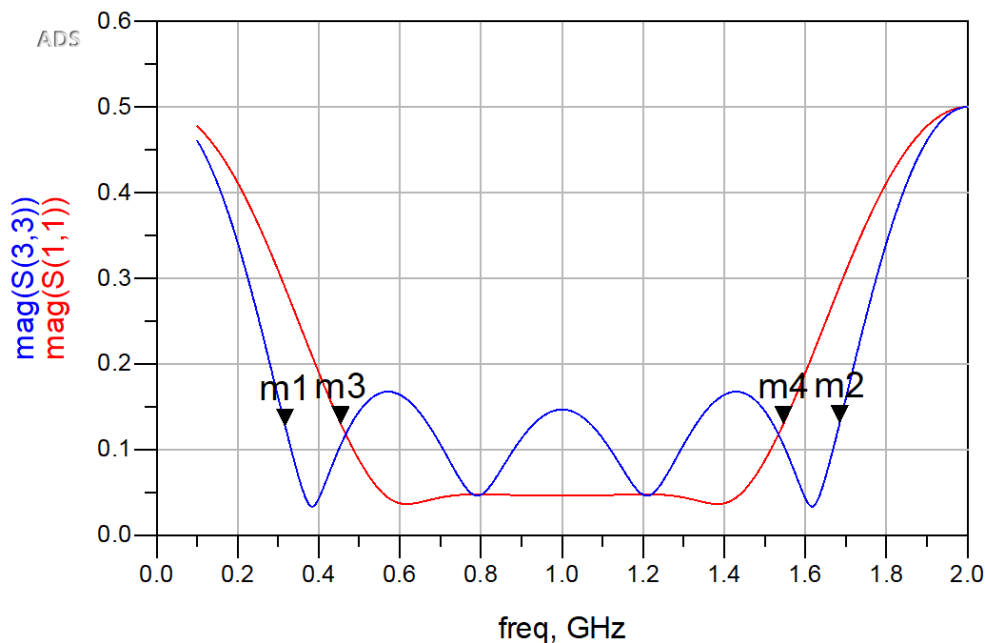
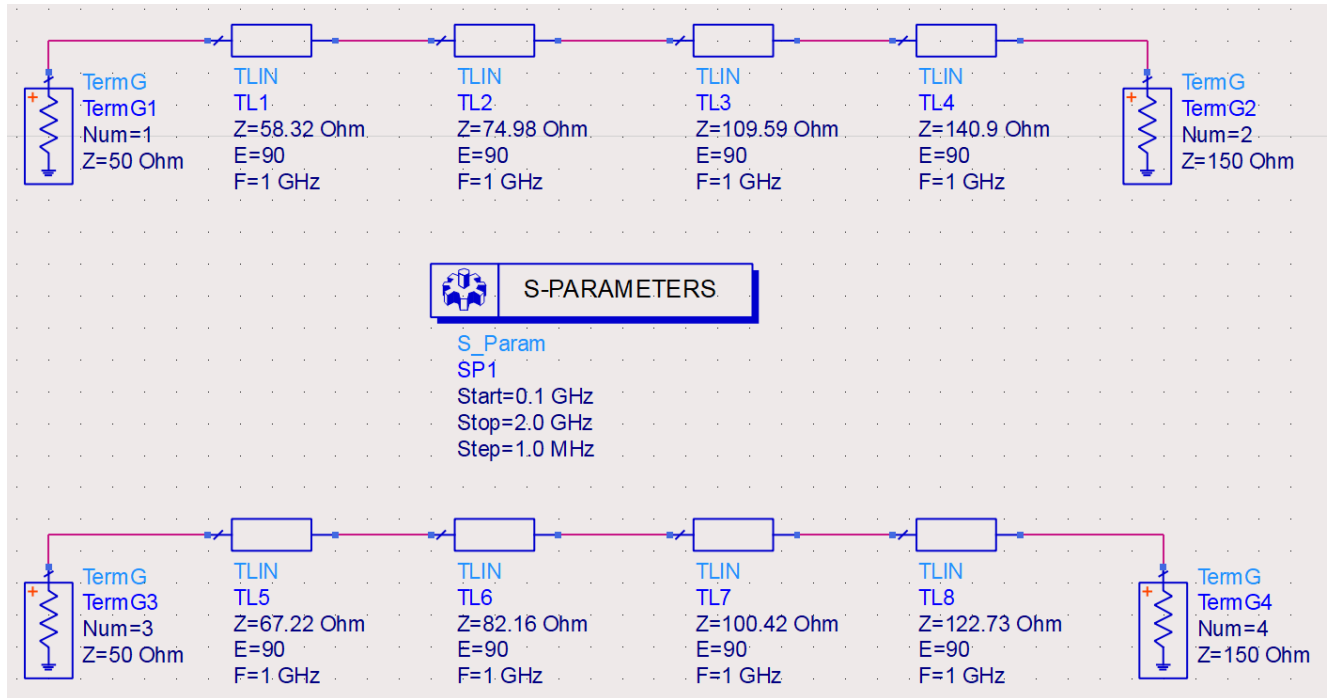
```
hold on
```

```
fplot ( @(x) 0.13 )
```

نمودار آبی رنگ مربوط به روش نیوتن، نمودار نارنجی رنگ مربوط به روش گامای مساوی و خط زرد رنگ برابر با مقدار ۰.۱۳ می‌باشد. همان‌طور که مشاهده می‌شود، روش نیوتن پهنای باند بیشتری نسبت به روش گامای مساوی فراهم می‌کند.

ج- مدارهای طراحی شده را به کمک نرم افزار ADS تحلیل کنید (می توانید از خطوط ایده آل استفاده نمایید). و  $|\Gamma|$  را بدست آورید و علت اختلاف بین این نتایج و نتایج بدست آمده با MATLAB را شرح دهید. پهنای باند دو روش را با یکدیگر مقایسه نمایید. (پهنای باند بدست آمده در سه بند الف و ب و پ را مقایسه نمایید).

مدارهای طراحی شده در ADS : ( مدار بالا مربوط به روش نیوتن و مدار پایین مربوط به روش گامای مساوی)



m1  
freq=317.0MHz  
mag(S(3,3))=0.128

m2  
freq=1.685GHz  
mag(S(3,3))=0.132

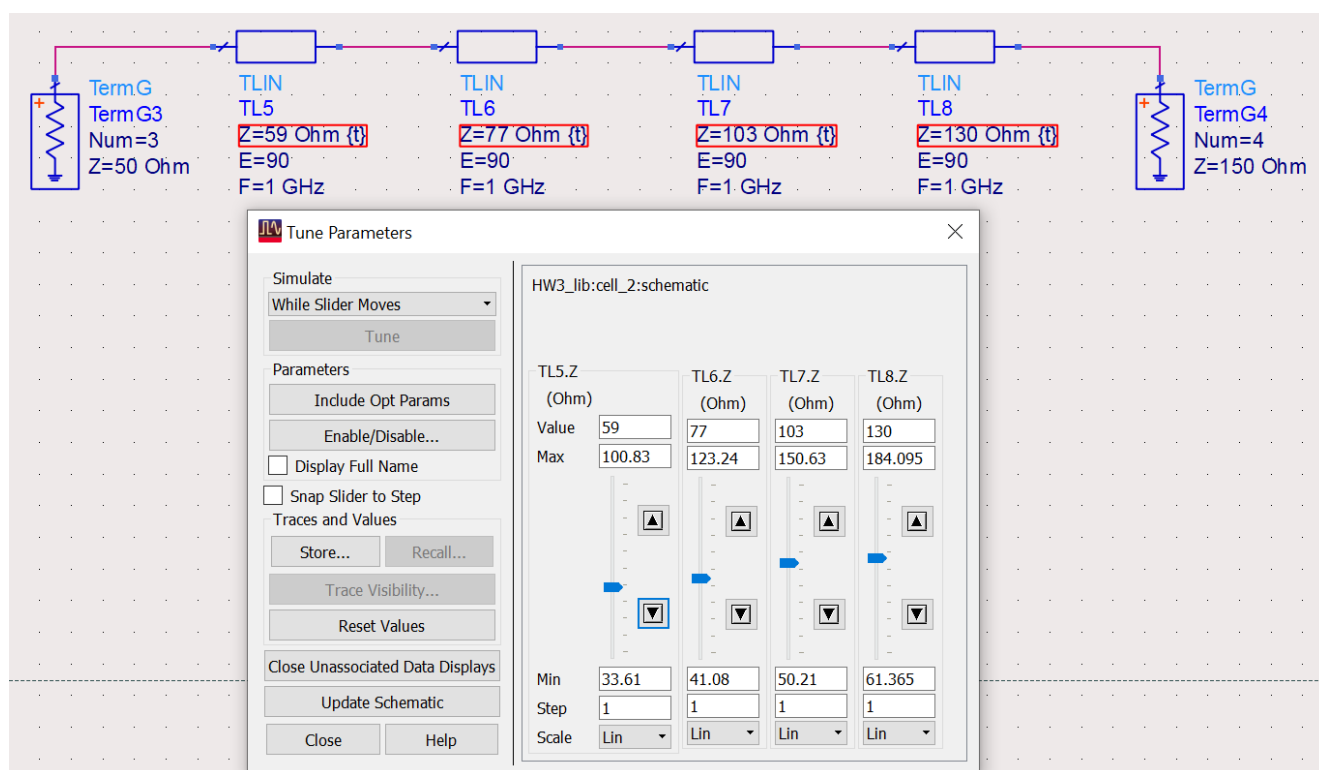
m3  
freq=454.0MHz  
mag(S(1,1))=0.130

m4  
freq=1.546GHz  
mag(S(1,1))=0.130

نمودار قرمز رنگ مربوط به روش نیوتن و نمودار آبی رنگ مربوط به روش گامای مساوی است. همان‌طور که مشاهده می‌شود، روش گامای مساوی پهنای باند بیشتری را فراهم می‌کند؛ بر خلاف آن‌چه از MATLAB نتیجه شد که این اختلاف به دلیل کنار رفتن بخشی از محاسبات که با تقریب انجام شده‌است، می‌باشد.

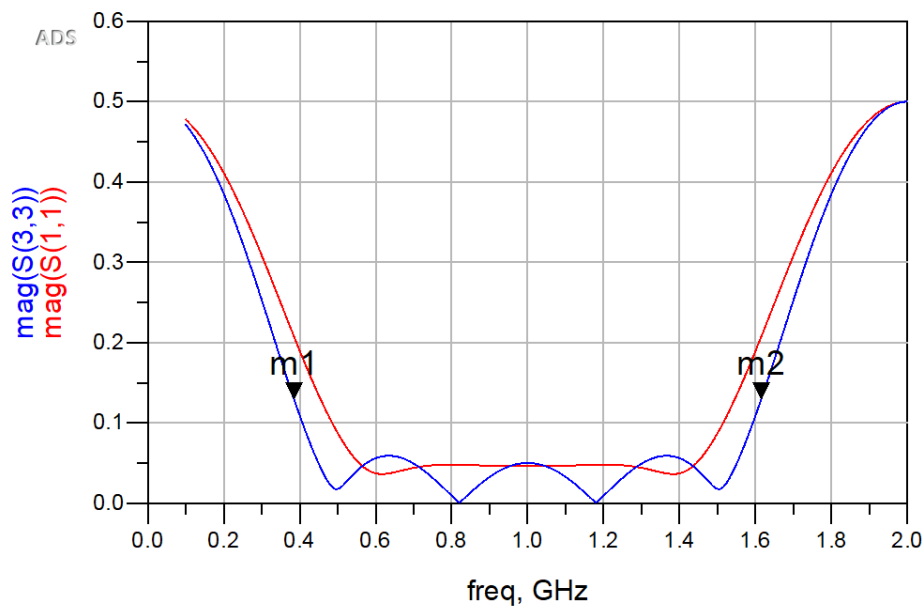
پهنای باند روش نیوتن تقریباً برابر با 1.092 GHz و پهنای باند روش گامای مساوی برابر با 1.368 GHz بدست آمده است.

د- به کمک ابزار tune در ADS مقادیر  $Z_1, Z_2, Z_3, Z_4$  را برای یک ترانسفرمر  $\Gamma$  مساوی بهینه بدست آورید (یعنی اندازه ریپل ها مینیمم شود). اندازه ریپل مینیمم بدست آمده چقدر است؟



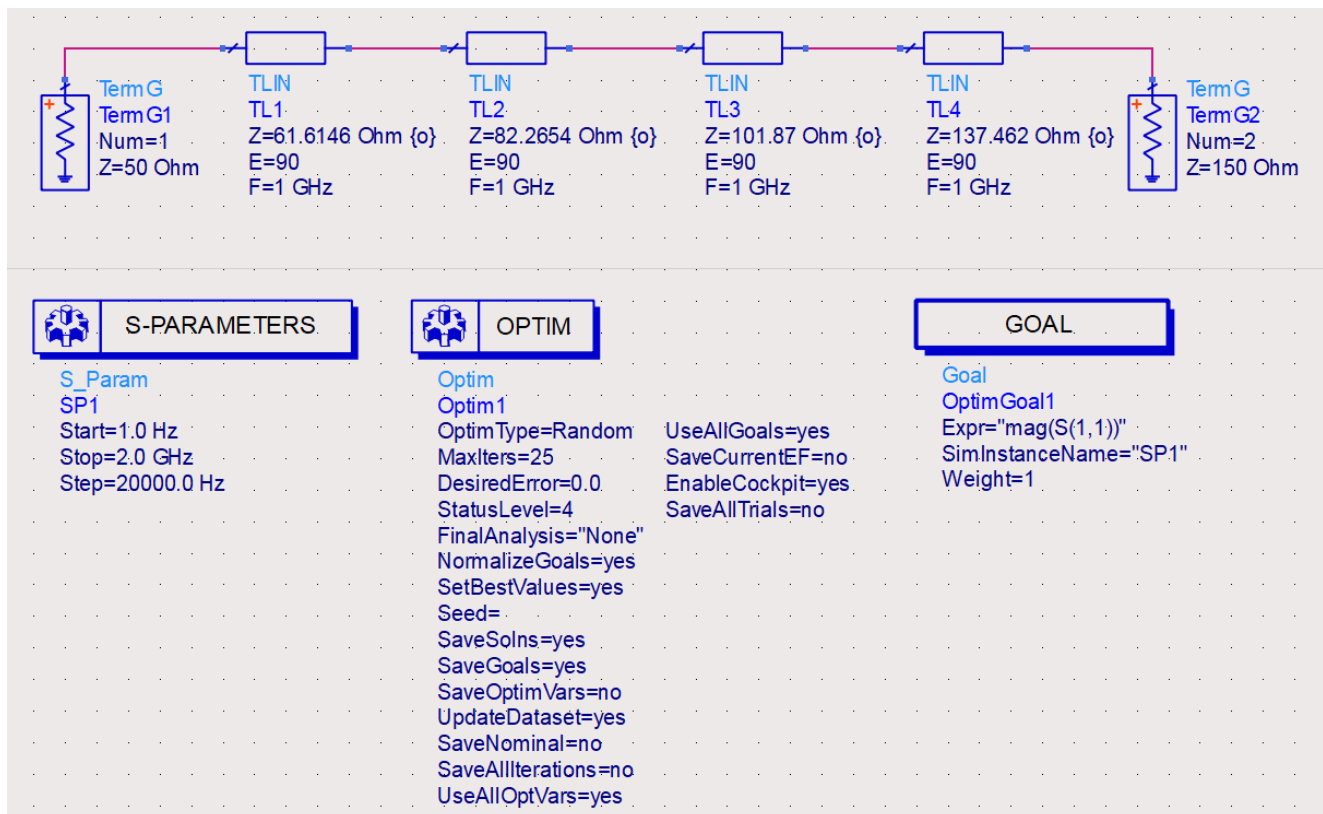
مقادیر خروجی tune در صفحه شماتیک قابل مشاهده است.

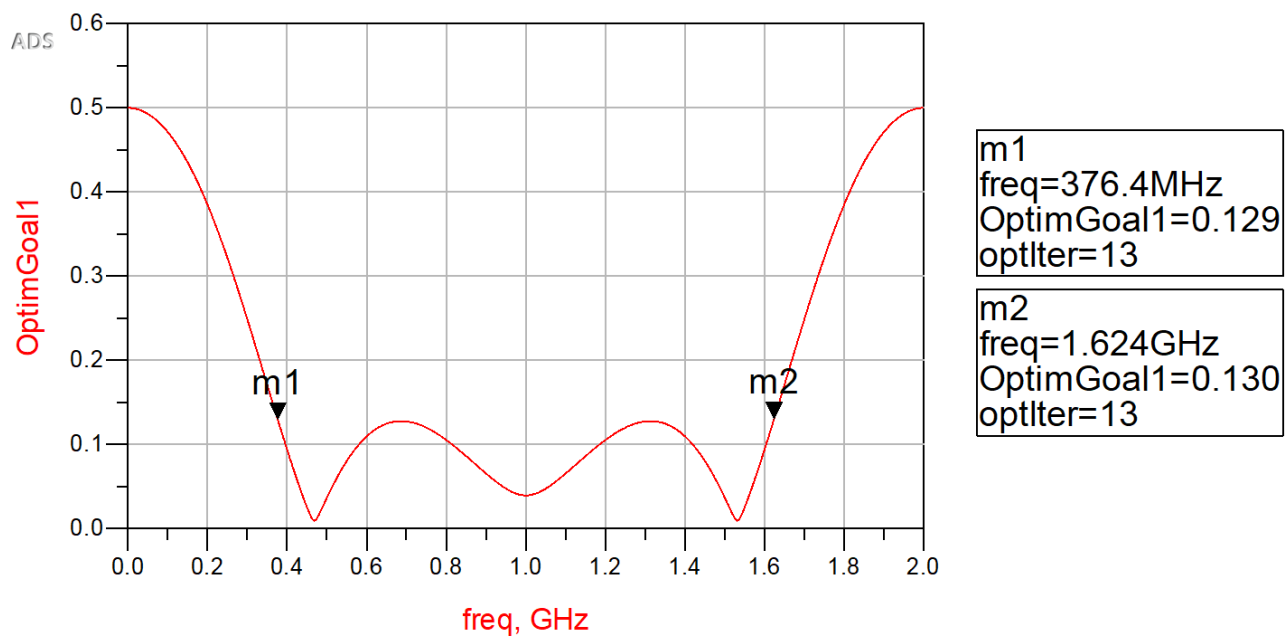
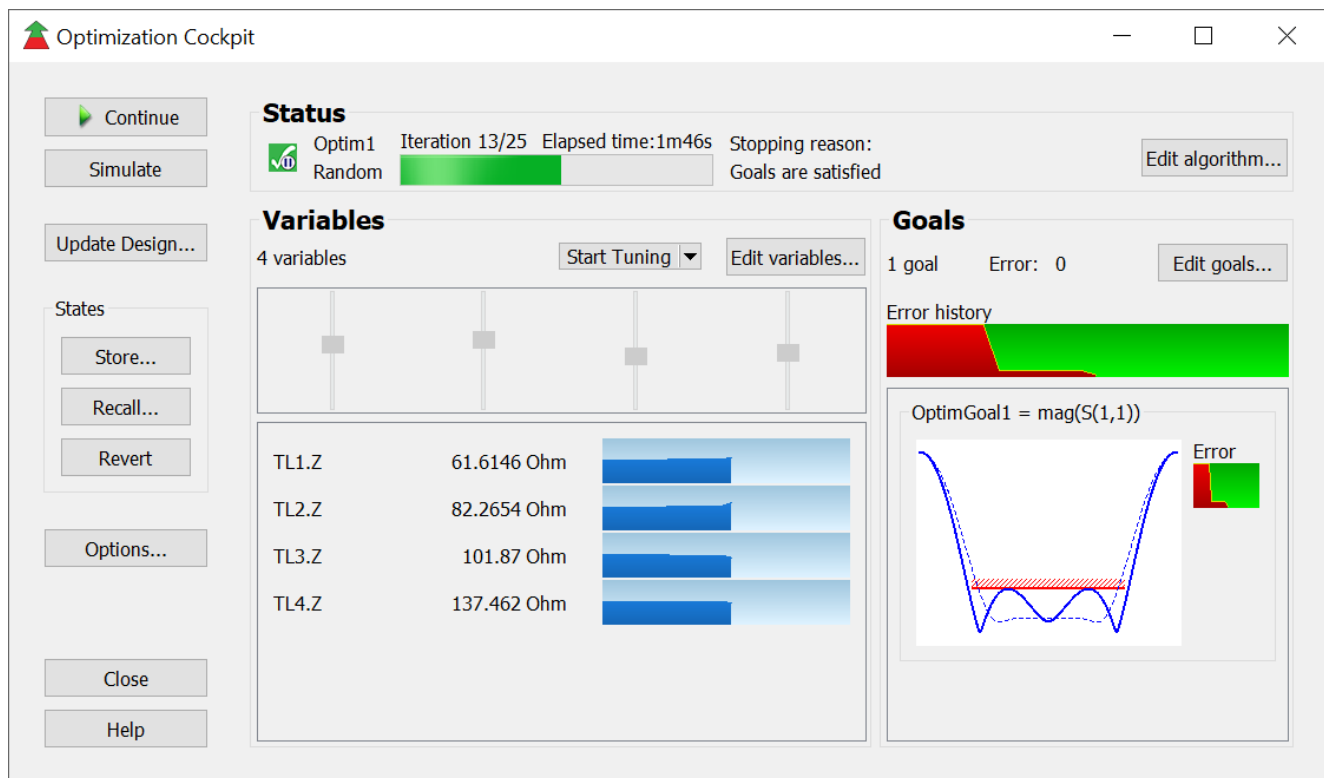
با توجه به نمودار پارامتر S در صفحه بعد، نمودار آبی رنگ، پهنای باند در این حالت برابر با 1.23 GHz می‌باشد.



ه- برای روش نیوتن یا  $|\Gamma|$  مساوی و با استفاده از ابزار optimize سعی کنید پهنای باند را حدود ۱۰-۲۰٪ افزایش دهید.

همان‌طور که مشاهده می‌شود برای روش نیوتن از ابزار optimize استفاده شده‌است.





مشاهده می‌شود که پهنای باند به مقدار 1.2476 GHz می‌رسد

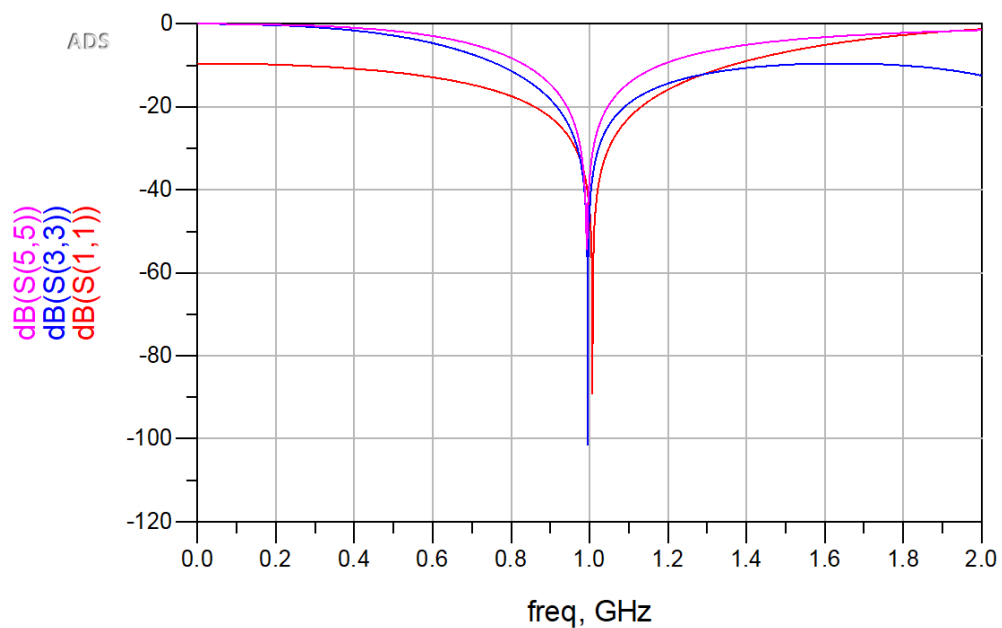
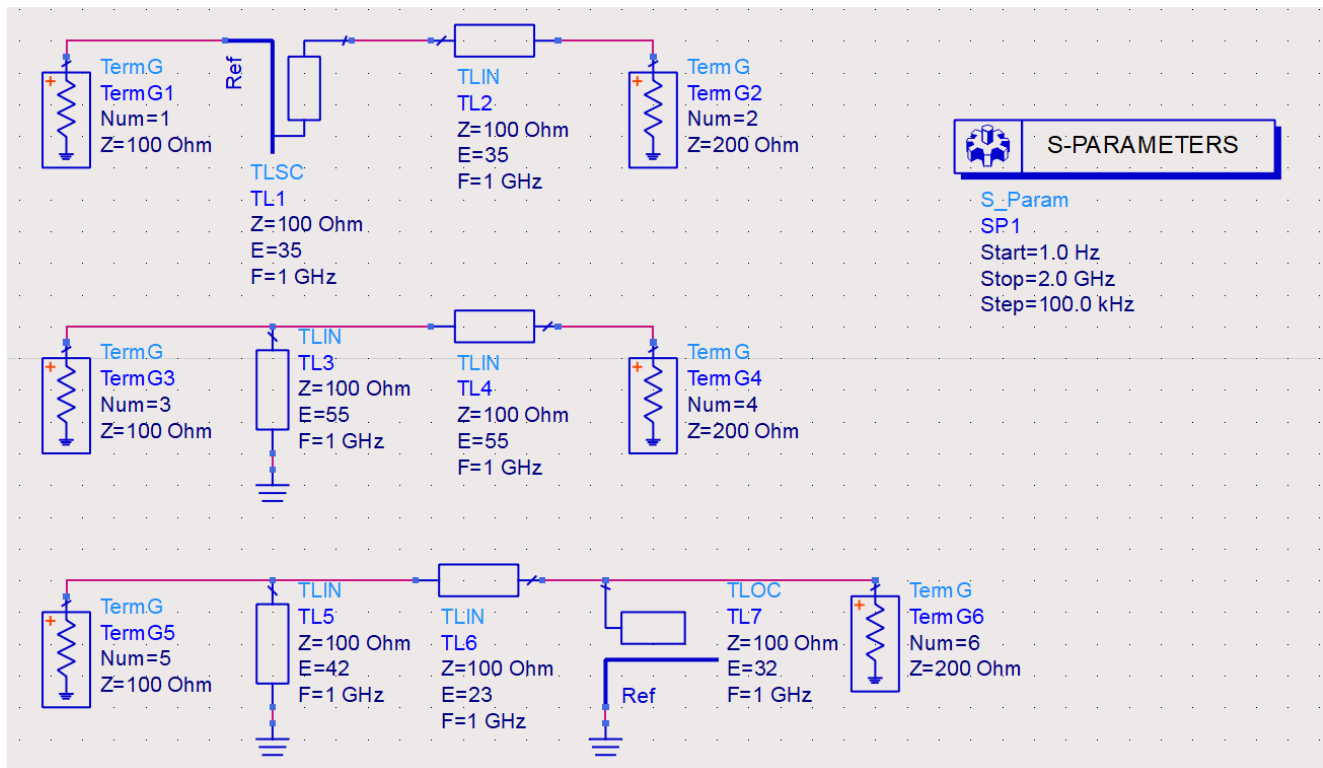
که به اندازه تقریباً ۱۴ درصد نسبت به پهنای باند اولیه (1.0924 GHz) افزایش یافته است.

$$\frac{1.2476 - 1.092 \text{ GHz}}{1.092 \text{ GHz}} \times 100 \cong 14.25 \%$$

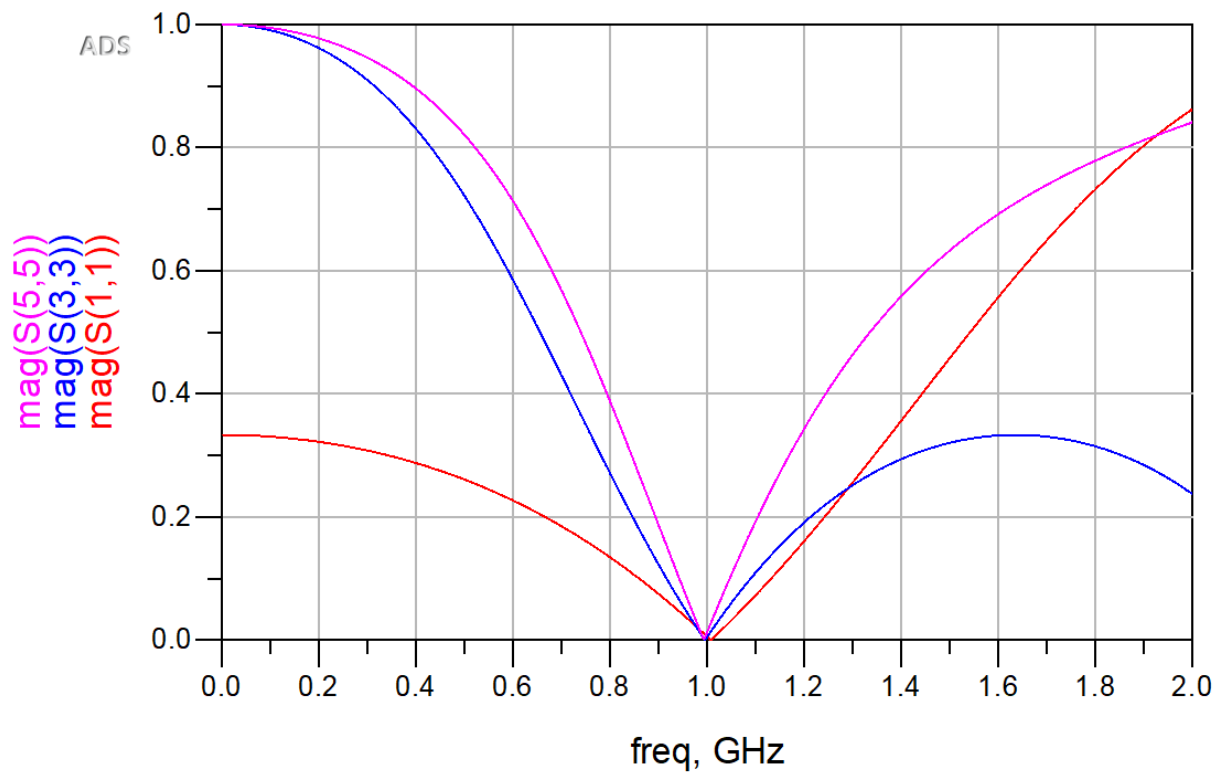
## سوال ۵

(۵) در سؤال ۳ تمرین سری دوم، نمودار ضریب انعکاس برحسب فرکانس را با استفاده از نرم افزار ADS برای هر سه مورد رسم و پهنای باند آن‌ها را مقایسه نمایید.

مدارهای طراحی شده در ADS : ( مدارها به ترتیب مربوط به روش یک استاب سری، یک استاب موازی و دو استاب موازی می‌باشند)







همان طور که مشاهده می شود، نمودار قرمز رنگ، مربوط به یک استاب سری، نسبت به نمودار آبی رنگ، مربوط به یک استاب موازی، و نمودار صورتی رنگ، مربوط به دو استاب موازی، پهنای باند بیشتری دارد.

$$B.W_{Double\ Shunt\ Stub} < B.W_{Single\ Shunt\ Stub} < B.W_{Single\ Series\ Stub}$$

## سوال ۶

۶ در مورد DesignGuide در نرم افزار ADS و کاربردهای آن تحقیق نمایید.

Design Guide شامل طرح های از پیش آماده در نرم افزار ADS است که تعداد زیادی شماتیک، شبیه سازی و آنالیز داده ها را شامل می شود. این بخش با موضوعات مختلف دسته بندی شده که انتخاب طرح مورد نظر را به مراتب آسان تر کرده است. همچنین این بخش شامل ابزار هایی نظیر اسمیت چارت، تطبیق امپدانس و ... نیز می شود.

## سوال ۷

۷) در مورد ابزار مربوط به رسم smith chart در ADS تحقیق نمایید.

Smith Chart در بخش Tools پنجره شماتیک نرم افزار قرار دارد که تمام قابلیت‌های یک اسمیت چارت از جمله پیاده‌سازی شبکه تطبیق، نمایش دایره‌های بهره، نویز، پهنای باند و VSWR را در اختیار ما قرار می‌دهد.

در این ابزار می‌توان فرکانس کاری، امپدانس مشخصه، نرمالیزه بودن یا نبودن را در شروع کار تعیین کرده و سپس با تعیین امپدانس‌های منبع و بار، با استفاده از ابزارهای پالت در سمت چپ شامل سلف و خازن‌های سری، موازی و انواع خطوط انتقال، تطبیق را انجام داده و نتیجه را در نمودار سمت راست مشاهده کرد.

## سوال ۸

۸) در استفاده از نرم‌افزار ADS بعضاً قطعه مشخصی مورد شبیه‌سازی قرار می‌گیرد که پارامترهای پراکندگی آن مطابق با خود قطعه و شرایط کاری آن مشخص می‌شود و قابل تعیین توسط کاربر نیست. اما در برخی مواقع نیاز است تا یک دوقطبی در نرم‌افزار شبیه‌سازی شود به طوریکه پارامترهای پراکندگی آن توسط خود کاربر به دلخواه تعیین شود. در مورد نحوه انجام این مورد تحقیق کنید.

با قرار دادن یک s2p و معرفی فایل s2p. به آن می‌توان یک دو قطبی دلخواه با پارامترهای s مشخص را به شماتیک اضافه کرد. همچنین با دو مرتبه کلیک بر روی این قطعه، می‌توان فایل شامل پارامترهای آن را تغییر داد.