

Primeramente, se procede a calcular los elementos extrínsecos, esto se hace mediante la obtención de los parámetros S de las mediciones en directa.

Se utiliza el método de Dambine 1988 para calcular R_s y R_0

$$R_s = \text{Re}(Z_{12})$$

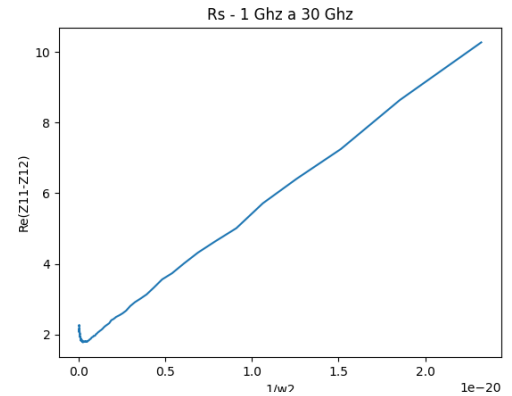
$$R_0 = \text{Re}(Z_{22}) - R_s$$

Mediante el método de Reynoso del 2009 se hacen tres regresiones lineales donde se obtiene la pendiente (m) y la intercepción (b), conforme a la ecuación de la recta.

$$y = mx + b$$

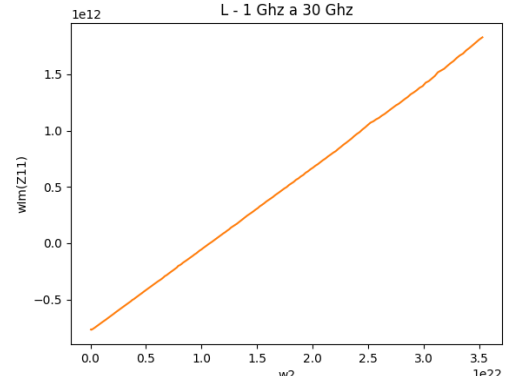
1. Para obtener R_G y la relación de $1/R_0 C_0^2$

$$\begin{aligned} \text{➤ } \text{Re}(Z_{11} - Z_{12}) &= R_G + \frac{1}{R_0 C_0^2} \left(\frac{1}{w^2} \right) \\ \bullet m &= R_G \\ \bullet b &= \frac{1}{R_0 C_0^2} \\ \bullet x &= \left(\frac{1}{w^2} \right) \\ \bullet y &= \text{Re}(Z_{11} - Z_{12}) \end{aligned}$$



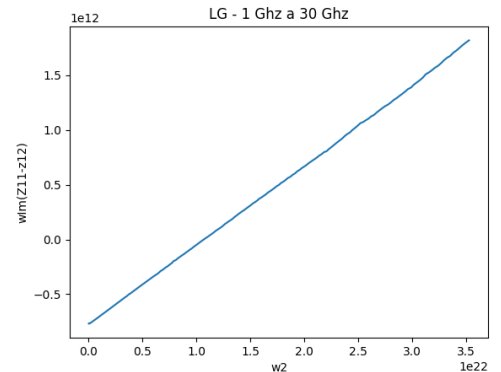
2. Para obtener $L_G + L_s$ y la relación de $1/C_0$

$$\begin{aligned} \text{➤ } w\text{Im}(Z_{11}) &= w^2(L_G + L_s) - \frac{1}{C_0} \\ \bullet m &= (L_G + L_s) \\ \bullet b &= -\frac{1}{C_0} \\ \bullet x &= w^2 \\ \bullet y &= w\text{Im}(Z_{11}) \end{aligned}$$



3. Para obtener L_G y la relación de $1/C_0$

$$\begin{aligned} \text{➤ } w\text{Im}(Z_{11} - Z_{12}) &= w^2 L_G - \frac{1}{C_0} \\ \bullet m &= L_G \\ \bullet b &= -\frac{1}{C_0} \\ \bullet x &= w^2 \\ \bullet y &= w\text{Im}(Z_{11} - Z_{12}) \end{aligned}$$



Se observa que en la primera interpolación se llegaba un punto alrededor de los 25 GHz en donde la gráfica comenzaba a perder su linealidad, además que tendía a realizar una rampa al contrario que la que debía obtener, por lo tanto, tomó de 1GHz a 30 GHz.

Despejando L_S de m de la segunda interpolación, se puede obtener su valor debido a que en la tercera interpolación se obtuvo L_G .

Como ya se conoce

- De la primera interpolación $b = \frac{1}{R_0 C_0^2}$
- De la segunda y tercera interpolación $b = -\frac{1}{C_0}$

Se obtiene C_0 y R_0 con simples despejes.

Regresando al método de Dambrine 1988, se puede obtener la L_D , debido a que ya se conoce L_S .

$$L_D = \frac{Im(Z_{22})}{w} - L_S$$

Ahora se utilizan los parámetros S de las mediciones en inversa para obtener CPG y CPD. Estas se calculan de manera directa con el método de Zarate 2007. El C_0 que se utiliza es el anteriormente calculado.

$$C_b = \frac{C_0 Im(Y_{12})}{w C_0 + 2 Im(Y_{12})}$$

$$C_{pg} = \frac{Im(Y_{11})}{w} + \frac{C_b^2}{C_0 + 2C_b} - C_b$$

$$C_{pd} = \frac{Im(Y_{22})}{w} + \frac{C_b^2}{C_0 + 2C_b} - C_b$$

Para el calculo de los elementos intrínsecos, primeramente, se tuvo que realizar un De-embedding de la parte intrínseca. Esto se realizó utilizando el método que muestra Dambrine 1988. Esto es ir eliminando componentes conforme de los diferentes parámetros Z y Y .

Posteriormente se utilizan las ecuaciones de Berroth & Bosh 1990 las cuales de forma directa se obtienen los siguientes componentes. Conforme a Caddemi 2006, se sabe que hasta 6 GHz los valores se mantienen estables, por lo cual estas evaluaciones se hicieron de 1GHz a 5GHz.

$$g_{ds} = \text{Re}(Y_{22}) + \text{Re}(Y_{12})$$

$$C_{ds} = \frac{\text{Im}(Y_{22}) + \text{Im}(Y_{12})}{\omega}$$

$$C_{gd} = -\frac{\text{Im}(Y_{12})}{\omega} \left[1 + \left(\frac{\text{Re}(Y_{12})}{\text{Im}(Y_{12})} \right)^2 \right]$$

$$C_{gs} = \frac{[\text{Im}(Y_{11}) + \text{Im}(Y_{12})]^2 + [\text{Re}(Y_{11}) + \text{Re}(Y_{12})]^2}{\omega [\text{Im}(Y_{11}) + \text{Im}(Y_{12})]}$$

$$\tau = -\frac{1}{\omega} \tan^{-1} \left(\frac{Y + X\omega R_i C_{gs}}{X - Y\omega R_i C_{gs}} \right)$$

$$Y_{21} - Y_{12} = X \pm jY$$

$$R_i = \frac{\text{Re}(Y_{11}) + \text{Re}(Y_{12})}{[\text{Im}(Y_{11}) + \text{Im}(Y_{12})]^2 + [\text{Re}(Y_{11}) + \text{Re}(Y_{12})]^2}$$

$$R_{gd} = \frac{\text{Re}(Y_{12})}{-\text{Im}^2(Y_{12}) \left[1 + \left(\frac{\text{Re}(Y_{12})}{\text{Im}(Y_{12})} \right)^2 \right]}$$

$$g_m = \sqrt{\left\{ [\text{Re}(Y_{21}) - \text{Re}(Y_{12})]^2 + [\text{Im}(Y_{21}) - \text{Im}(Y_{12})]^2 \right\} (1 + \omega^2 R_i^2 C_{gs}^2)}$$

Para cada uno de los valores que se obtuvieron de forma directa se utilizo el valor promedio conforme a la totalidad de los valores de los parámetros con la finalidad de ver cuanto varea el valor más bajo y mas alto. Se obtuvo el siguiente resultado.

```
2.2505544414723886 < Rs < 2.833835218666027
4.0065872072458175 < Rd < 5.805278868869069
[5.73636522e-11] < ld < [7.59585594e-11]
9.625399862796869e-15 < Cpg < 1.5137025306815116e-14
3.8543668679387384e-14 < Cpd < 6.228229866166721e-14
0.002246086736346152 < Gds < 0.0052362006122032585
9.027713534583856e-16 < Cds < 3.494484298328452e-14
8.480729435605645e-14 < Cgd < 1.1450725949344643e-13
8.330962677154201e-13 < Cgs < 1.0774629597892464e-12
2.1829637084091944 < Ri < 6.079274442484818
6.926255862386126 < Rgd < 34.91914309843768
0.1124815737192886 < Gm < 0.15402102417837238
-1.949946618005584e-12 < T < 2.261937049732981e-12
```

Y como valor obtenido conforme al promedio, se obtuvieron los siguientes valores

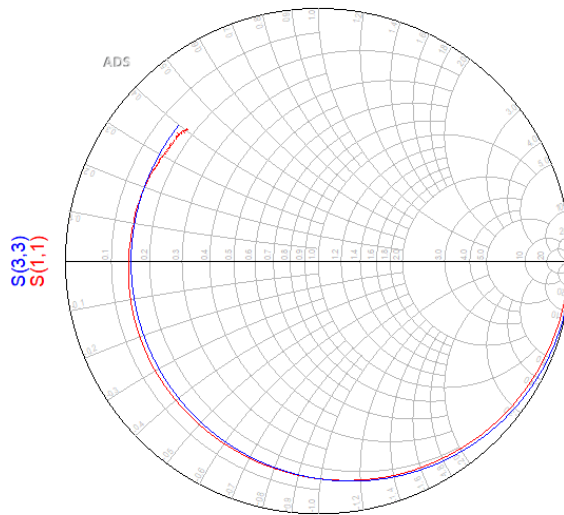
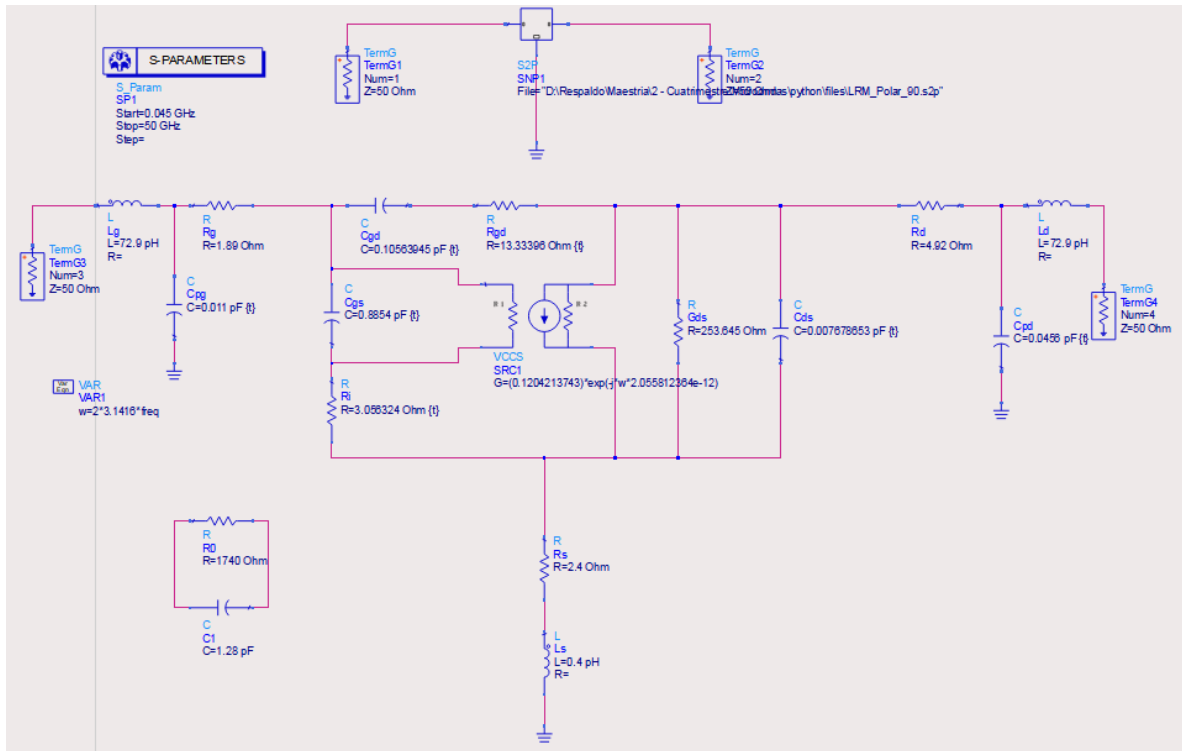
```
Rs = 2.400332349936147
Rd = 4.923228739875514
Rg = 1.8929000643939113
Ls = [3.9987391e-13]
Lg = [7.27089474e-11]
Ld = [7.28681186e-11]

C0= 1.280757891651973e-12
R0 = [1739.59741331]

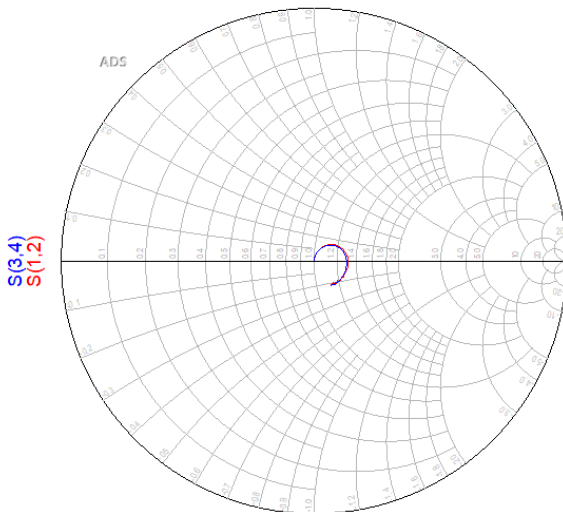
Cpg = 1.1318552511254377e-14
Cpd = 4.556908333384626e-14

Gds = 0.003942516009298213
Rds = 253.64513362572364
Cds = 7.678652978022258e-15
Cgd = 1.0563945253188658e-13
Cgs = 8.854062123782789e-13
Ri = 3.0563238696926573
Rgd = 13.333962899809254
Gm = 0.1204213743134408
T = 2.055812364349948e-12
```

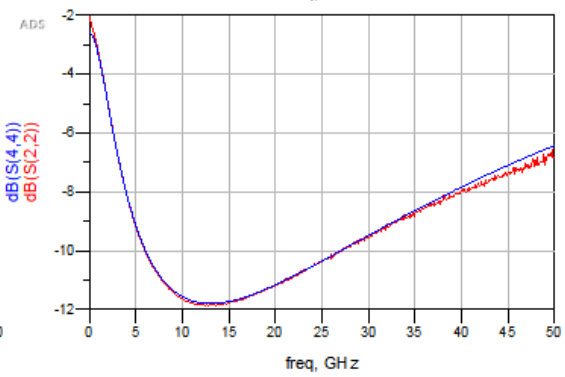
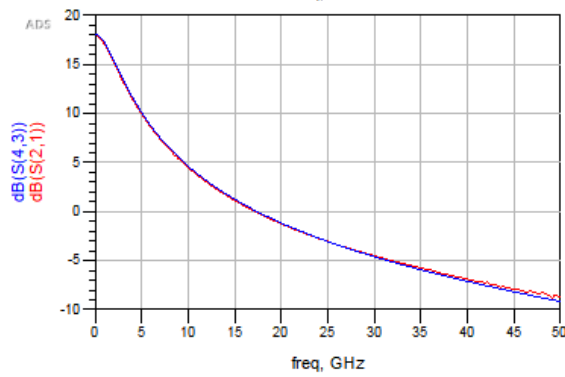
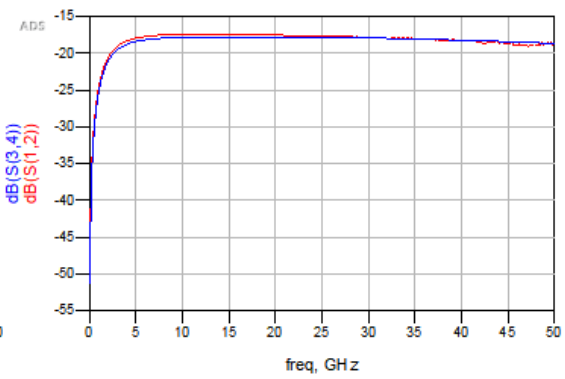
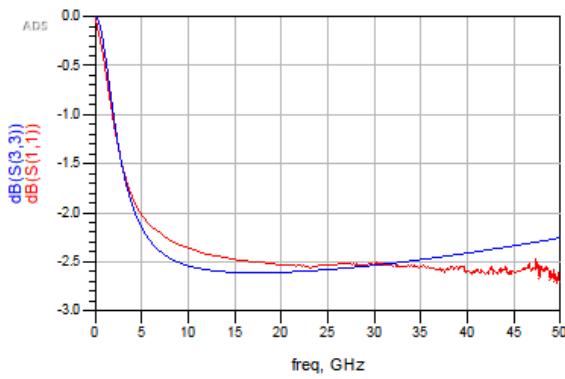
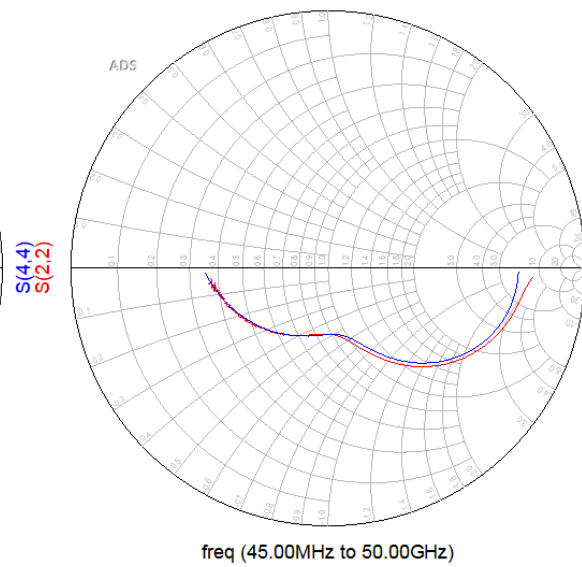
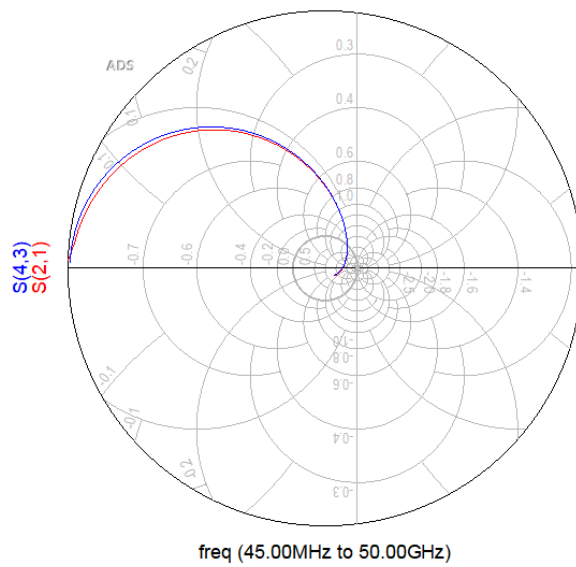
Una vez obtenidos estos valores, se procedió a colocarlos en el simulador con el siguiente resultado



freq (45.00MHz to 50.00GHz)



freq (45.00MHz to 50.00GHz)



Las líneas rojas corresponden a mi modelo, y las azules son las de los valores medidos en polarización.

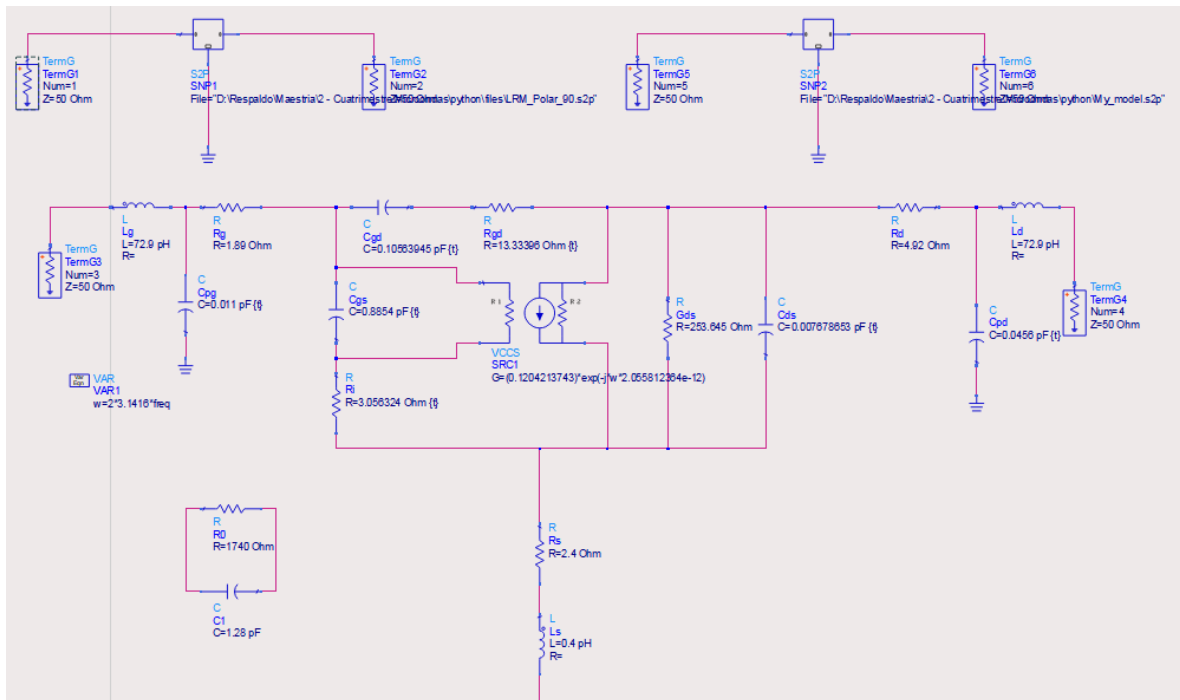
Posteriormente se realizó un Embedding para poder crear los parámetros S de mi modelo conforme a los resultados de mis componentes. Para esto se emplearon las ecuaciones de Berroth de 1991, ya que en el paper de 1990 (High-Frequency Equivalent Circuit of GaAs FET's for Large-Signal Applications), no vienen, y al momento de querer hacerlo con las ecuaciones presentadas en clase, el modelo salía diferente, por lo cual se estuvo buscando la referencia original, esta fue encontrada gracias a el paper (A new method for extracting Ri and Rgd of the intrinsic transistor model of GaN HEMT based on extrema points of intrinsic Yparameters) donde en el segundo párrafo hace referencia al artículo anterior.

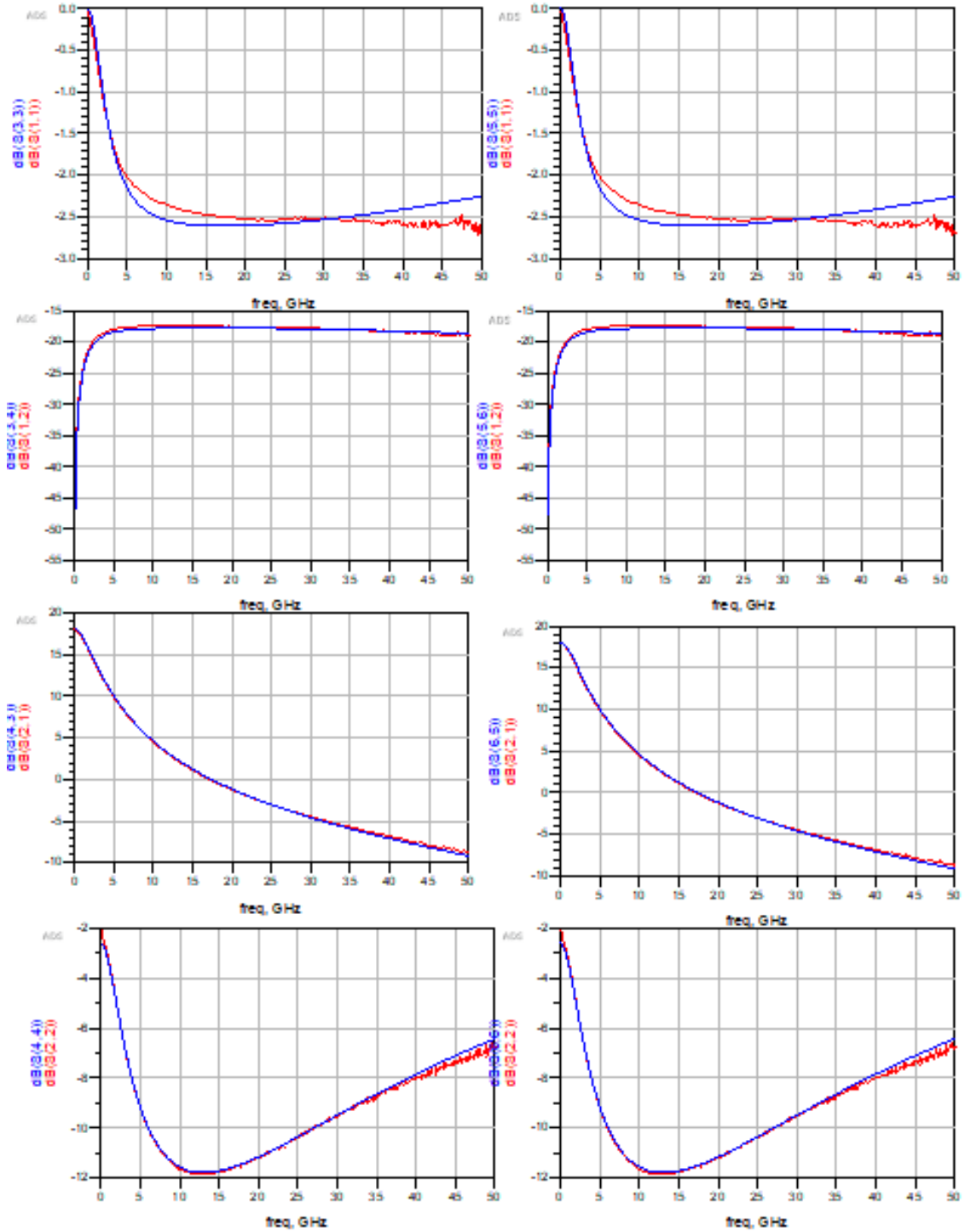
$$Y_{21_{int}} = \frac{g_m e^{-j\omega\tau}}{1 + j\omega^2 R_i^2 C_{gs}^2} - \frac{\omega^2 C_{gd}^2 R_{gd}}{1 + \omega^2 R_{gd}^2 C_{gd}^2} - j\omega \left(\frac{C_{gd}}{1 + \omega^2 R_{gd}^2 C_{gd}^2} + \frac{g_m e^{-j\omega\tau} R_i C_{gs}}{1 + j\omega^2 R_i^2 C_{gs}^2} \right)$$

$$Y_{21i} = -g_{fd} + \frac{g_m e^{-j\omega\tau}}{1 + j\omega R_i C_{gs}} - j \frac{\omega C_{gd}}{1 + j\omega R_{gd} C_{gd}}$$

Se puede ver que no correspondes una con la otra.

Posterior a eso se genera un archivo touchstone con mi modelo y se observa que corresponde a la perfección con el modelo puesto en el simulador.





Para el amplificador, se seleccionan 9 GHz

Por lo cual los parámetros son los siguientes.

```
Frequency 9.0369

S11 = (-0.6944138414888743-0.28091892663027174j)
S12 = (0.12733452067207937+0.007483437073170172j)
S21 = (0.4317500481705971+1.818711377278461j)
S22 = (0.06347623613836562-0.2630231823352905j)

S11 Polar = (0.749, -157.975)
S12 Polar= (0.128, 3.363)
S21 Polar= (1.869, 76.646)
S22 Polar= (0.271, -76.432)
```

Posteriormente se encuentra que el sistema es inestable por lo cual no se puede usar un caso unilateral.

```
K = 0.8303237344877007
Delta = (-0.15933344032843355-0.07000045345987463j)
```

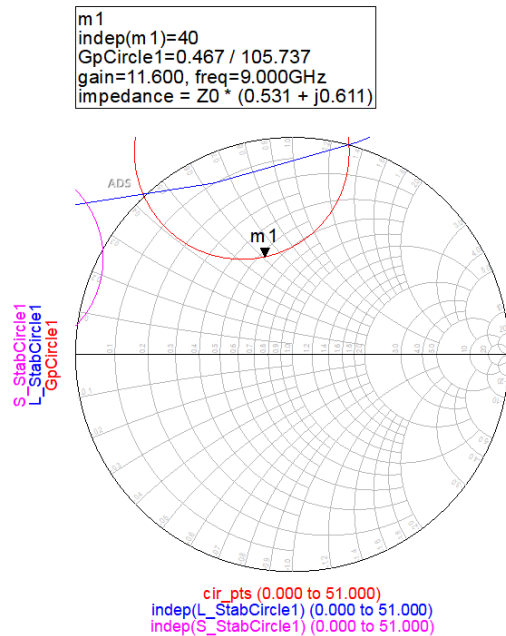
Se calcula el círculo de inestabilidad

```
Cs = (1.3955791173043866, 161.54084297254013)
Rs = 0.4491599804183126
Cl = (6.409435347412165, 104.05915339014437)
Rl = 5.5548386735259045
```

Se calcula la máxima potencia con

$$G_{MSG} = \frac{|S_{21}|}{|S_{12}|}$$

Con ayuda del ADS se obtiene los círculos de estabilidad y el círculo de máxima potencia, se selecciona una Gamma L y se calcula la Gamma S

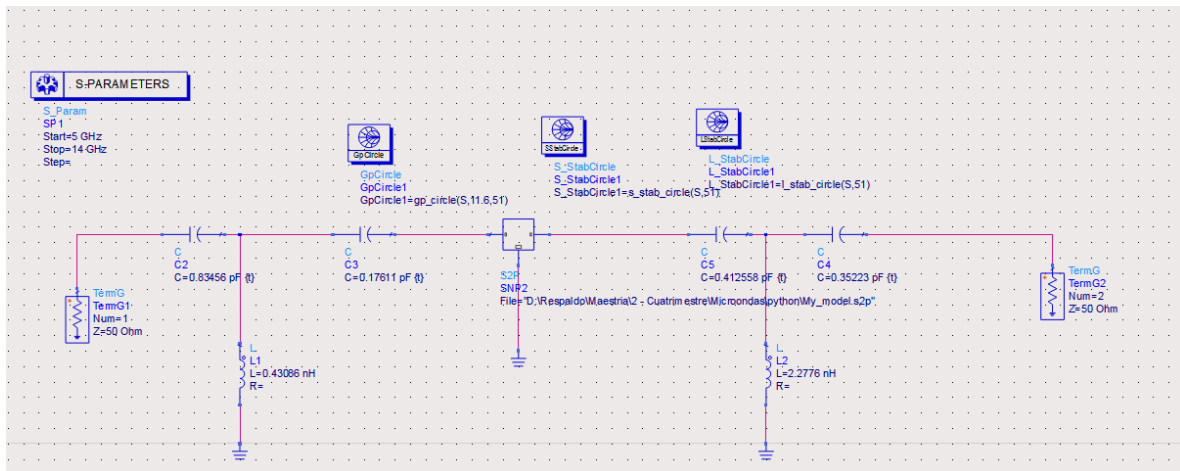


```

Gamma_L (0.4670000000000001, 105.737)
Gamma_S (0.8714572606004934, -159.7238459185035)

```

Una vez teniendo las Gammas, se procede a obtener los valores de los capacitores e inductores haciendo un double Stub



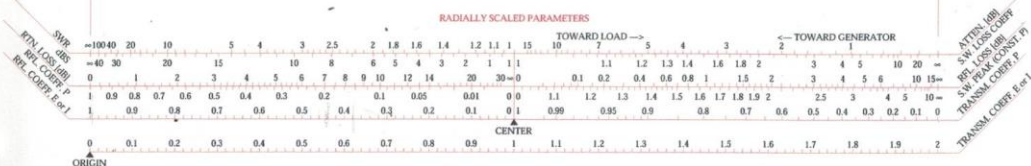
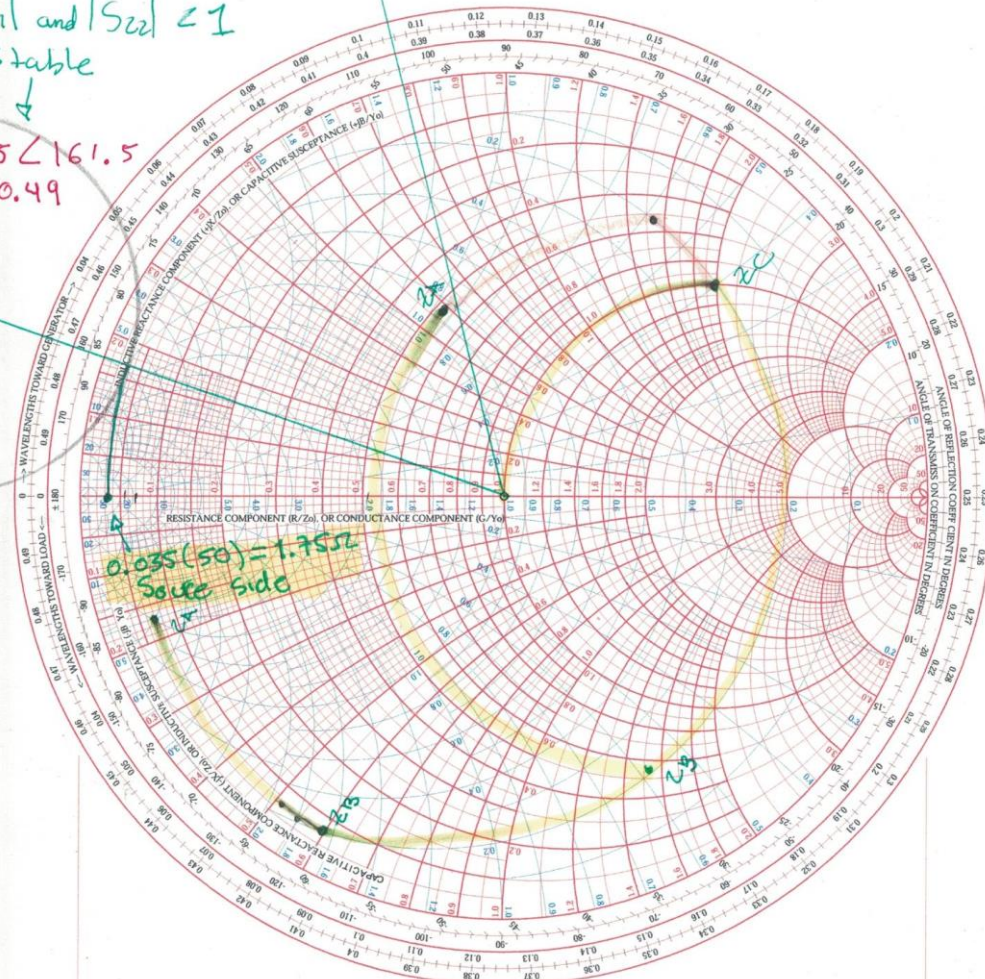
NAME	TITLE	DWG. NO.
SMITH CHART FORM ZY-01-N	COLOR BY J. COLVIN, UNIVERSITY OF FLORIDA, 1997	DATE

NORMALIZED IMPEDANCE AND ADMITTANCE COORDINATES

$|S_{11}|$ and $|S_{22}| < 1$
stable

$\Gamma_s = 1.5 \angle 161.5^\circ$
 $\Gamma_g = 0.49$

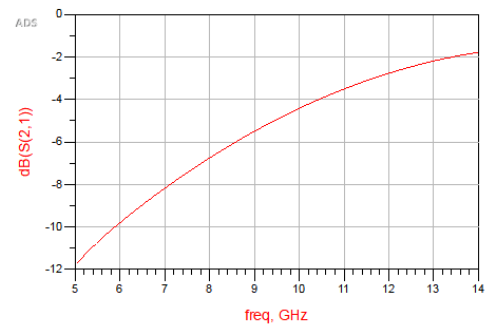
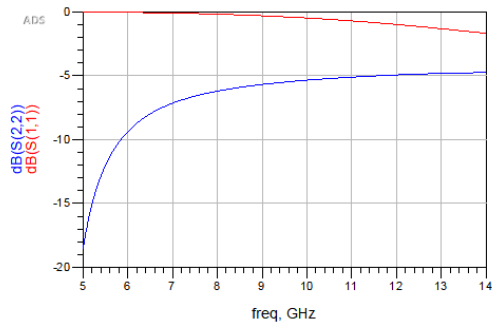
0.5191



```

In
C1 Serie 8.345626746083902e-13
L Shunt 4.3086844984657666e-10
C2 Serie 1.7611674699498206e-13
out
C1 Serie 2.412558178013453e-13
L Shunt 2.2776712581332497e-09
C2 Serie 3.522334939899641e-13
(0.07087138243015498-0.1779424305607173j)
(0.5314023834058591+0.6109720872923717j)

```



No se pudo lograr obtener la máxima ganancia a pesar de hacer varias redes de acomplamiento.