

BAB III

Metodologi Pelaksanaan

III.1 Perancangan

Untuk melakukan perancangan penguat daya RF ada beberapa hal yang harus diperhatikan atau dilakukan sehingga dapat mempermudah realisasi penguat daya RF, sebagai berikut:

1. Pemilihan komponen

Pemilihan komponen untuk sebuah penguat daya RF sangatlah penting karena akan berpengaruh pada kinerja penguat daya RF tersebut. Tentunya harus diperhatikan juga apakah *datasheet* komponen tersebut lengkap atau tidak dan hendaklah menggunakan komponen yang memiliki karakteristik yang baik dengan harga yang terjangkau dan dijual di pasaran.

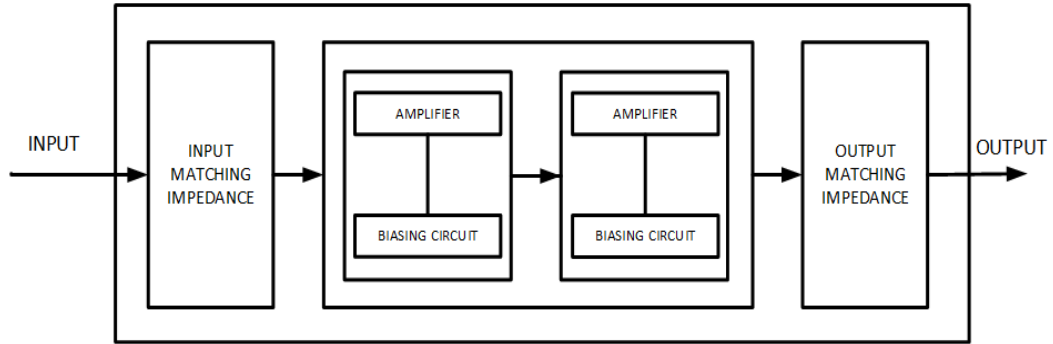
Transistor yang digunakan tipe CGH40006S produk CREE Inc. yang dimana merupakan jenis FET (*Field Effect Transistor*) dengan teknologi *Gallium Nitride* (GaN) *High Electron Mobility Transistor* (HEMT) yang memiliki *bandwidth* yang lebar pada rentang frekuensi 1 – 6 GHz dan beroperasi pada tegangan 28 volt.

2. Pemilihan PCB

Pemilihan PCB untuk sebuah penguat daya RF juga sangatlah penting karena PCB akan menjadi media yang digunakan untuk meletakan komponen-komponen yang akan dirangkai pada sebuah alat. Terutama bahan PCB yang akan digunakan, karena sangat berpengaruh terhadap impedansi input dan output.

PCB yang digunakan tipe duroid 5880 produk rogers yang memiliki $\epsilon_r = 2.2$ dan $h = 1.575$ mm, karena jenis PCB ini biasa digunakan pada frekuensi tinggi.

III.1.1 Perancangan Blok Diagram



Gambar III.1 Blok Diagram Penguat Daya RF

Blok diagram di atas merupakan blok diagram penguat daya RF yang akan di rancang dan di realisasikan, dikarenakan penguat yang akan di rancang memiliki spesifikasi penguatan ≥ 20 dB maka penguat akan di buat dua tingkat dengan menggunakan *capasitor coupling* sebagai penyambung antar tingkat satu dan tingkat duanya. Komponen aktif yang di gunakan adalah High Electron Mobility Transistor (HEMT) CGH40006S. Pemilihan komponen ini berdasarkan *datasheet*. Pada *datasheet* yang tercantum untuk komponen ini dapat bekerja di frekuensi 0,1 – 6 Ghz, oleh karena itu dapat digunakan untuk merancang penguat di frekuensi 5,6 GHz.

III.1.2 Perancangan Skema Elektronik

III.1.2.1 Rangkaian Bias

Berdasarkan *datasheet* transistor CGH40006S diketahui bahwa tegangan bias sebesar 28 volt untuk terminal *drain* dan arus sebesar 100 mA untuk I_D , V_P sebesar -3.5 volt, dan I_{DS} sebesar 2.1 A. Sehingga V_{GS} dapat diketahui sebagai berikut:

$$I_D = I_{DS} \left(1 - \frac{V_{GS}^2}{V_P^2} \right)^2$$

$$V_{GS} = V_P \left(1 - \sqrt{\frac{I_D}{I_{DS}}} \right)$$

$$= -3.5 \left(1 - \sqrt{\frac{0.1}{2.1}} \right)$$

$$V_{GS} = -2.74 \text{ volt}$$

Setelah didapatkan nilai V_{GS} , kemudian menghitung besar nilai resistor pada input bias drain (R_D) menggunakan persamaan (2.18) dengan nilai $V_{DS} = V_{DD} = 28$ volt.

$$V_{DS} = V_{DD} - I_D R_D$$

$$28 = 28 - 100 R_D$$

$$100 R_D = 28 - 28$$

$$100 R_D = 0$$

$$R_D = \frac{0}{100}$$

$$R_D = 0 \Omega$$

Karena $I_G = 0$, maka nilai komponen resistor pada bias gate (R_G) sebesar 360Ω .

III.1.2.2 Penguat Tingkat Pertama

a. Kestabilan Penguat Tingkat Pertama

Berdasarkan *datasheet* transistor CGH40006S diketahui bahwa:

$$S_{11} = 0.910 < 137.643$$

$$S_{12} = 0.027 < -73.533$$

$$S_{21} = 2.143 < 5.277$$

$$S_{22} = 0.503 < -167.265$$

Sehingga dapat diketahui kestabilannya sebagai berikut:

$$|\Delta| = |S_{11} S_{22} - S_{12} S_{21}|$$

$$|\Delta| = |(0.910 < 137.643 \times 0.503 < -167.265) - (0.027 < -73.533 \times 2.143 < 5.277)|$$

$$|\Delta| = 0.414$$

$$K = \frac{1 - |S_{11}|^2 - |S_{22}|^2 + |\Delta|^2}{2 |S_{12} S_{21}|}$$

$$K = \frac{1 - |0.910 < 137.643|^2 - |0.503 < -167.265|^2 + |0.414|^2}{2 |0.027 < -73.533 \times 2.143 < 5.277|}$$

$$K = 0.78 < 1$$

Nilai kestabilan transistor penguat tingkat pertama <1 yang dimana transistor tersebut dalam keadaan stabil bersyarat pada frekuensi 5.6 GHz. Sehingga untuk meningkatkan nilai kestabilan lebih dari satu, diperlukan penambahan komponen resistif yang dipasang secara paralel pada bagian input transistor sebesar 470Ω pada simulasi, sehingga didapatkan:

$$S_{11} = 0.885 < 138.087$$

$$S_{12} = 0.027 < -73.370$$

$$S_{21} = 2.105 < 3.441$$

$$S_{22} = 0.504 < -167.607$$

Sehingga dapat diketahui kestabilannya sebagai berikut:

$$|\Delta| = |S_{11}S_{22} - S_{12}S_{21}|$$

$$|\Delta| = |(0.885 < 138.087 \times 0.504 < -167.607) - (0.027 < -73.370 \times 2.105 < 3.441)|$$

$$|\Delta| = 0.405$$

$$K = \frac{1 - |S_{11}|^2 - |S_{22}|^2 + |\Delta|^2}{2 |S_{12}S_{21}|}$$

$$K = \frac{1 - |0.885 < 138.087|^2 - |0.504 < -167.607|^2 + |0.405|^2}{2 |0.027 < -73.370 \times 2.105 < 3.441|}$$

$$K = 1.121 > 1$$

Dengan ditambahkannya komponen resistif yang tepat menghasilkan nilai kestabilan penguat tingkat pertama >1 , maka transistor dalam keadaan stabil mutlak pada frekuensi 5.6 GHz.

b. *Maximum Available Gain* Penguat Tingkat Pertama

Setelah nilai kestabilan penguat tingkat pertama diketahui yaitu $K > 1$, maka dapat ditentukan nilai *maximum available gain* penguat tingkat pertama dengan perhitungan secara matematis, sebagai berikut:

$$G_{MAX} = 10\log\left|\frac{S_{21}}{S_{12}}\right| + 10\log|K \pm \sqrt{K^2 - 1}|$$

$$G_{MAX} = 10\log\left|\frac{2.105 < 3.441}{0.027 < -73.370}\right| + 10\log|1.121 - \sqrt{1.121^2 - 1}|$$

$$G_{MAX} = 16.8 \text{ dB}$$

c. Penyesuai Impedansi Input Penguat Tingkat Pertama

Koefisien pantul untuk sisi sumber:

$$C_S = S_{11} - \Delta S_{22}$$

$$C_S = 0.885 < 138.087 - 0.405 \times 0.504 < 167.607$$

$$C_S = 0.6681 < 136.462$$

$$B_S = 1 + |S_{11}|^2 - |S_{22}|^2 - |\Delta|^2$$

$$B_S = 1 + |0.885 < 138.087|^2 - |0.504 < -167.607|^2 - |0.405|^2$$

$$B_S = 1.364$$

$$C_S^* = S_{11}^* - \Delta^* S_{22}$$

$$C_S^* = 0.885 < -138.087 - (-0.405) \times 0.504 < -167.607$$

$$C_S^* = 0.681 < -136.462$$

$$\Gamma_{SM} = C_S^* \left[\frac{B_S \pm \sqrt{B_S^2 - 4|C_S|^2}}{2|C_S|^2} \right]$$

$$\Gamma_{SM} = 0.681 < 136.462 \left[\frac{1.364 \pm \sqrt{1.364^2 - 4|0.6681 < 136.462|^2}}{2|0.6681 < 136.462|^2} \right]$$

$$\Gamma_{SM} = 0.948 < -136.462$$

Setelah diketahui koefisien pantul untuk sisi sumber $0.948 < -136.462$, maka dimasukan pada software ADS pada kotak dialog gamma pada jendela smith chart utility seperti yang terlihat pada Gambar III.12, dengan gamma ini merupakan masukan untuk nilai Z_L dalam bentuk bilangan sudut, sedangkan Z_S merupakan impedansi perancangan yaitu 50Ω .

d. Penyesuai Impedansi Output Penguat Tingkat Pertama

Koefisien pantul untuk sisi beban:

$$C_L = S_{22} - \Delta S_{11}$$

$$C_L = 0.504 < -167.607 - 0.405 \times 0.885 < -138.087$$

$$C_L = 0.15 < 179.346$$

$$B_L = 1 + |S_{22}|^2 - |S_{11}|^2 - |\Delta|^2$$

$$B_L = 1 + |0.504 < -167.607|^2 - |0.885 < 138.087|^2 - |0.405|^2$$

$$B_L = 0.306$$

$$C_L^* = S_{22}^* - \Delta^* S_{11}$$

$$C_L^* = 0.504 < 167.607 - (-0.405) \times 0.885 < 138.087$$

$$C_L^* = 0.15 < -179.346$$

$$\Gamma_{LM} = C_L^* \left[\frac{B_L \pm \sqrt{B_L^2 - 4|C_L|^2}}{2|C_L|^2} \right]$$

$$\Gamma_{LM} = 0.15 < -179.346 \left[\frac{0.306 \pm \sqrt{0.306^2 - 4|0.15 < 179.346|^2}}{2|0.15 < 179.346|^2} \right]$$

$$\Gamma_{LM} = 0.826 < -179.346$$

Setelah diketahui koefisien pantul untuk sisi beban $0.826 < -179.346$, maka dimasukan pada software ADS pada kotak dialog gamma pada jendela smith chart utility seperti yang terlihat pada Gambar III.14, dengan gamma ini merupakan masukan untuk nilai Z_L dalam bentuk bilangan sudut, sedangkan Z_S merupakan impedansi perancangan yaitu 50Ω .

III.1.2.3 Penguat Tingkat Kedua

Dikarenakan pada penguat tingkat pertama menghasilkan gain sebesar 16 dB, gain tersebut masih belum sesuai dengan spesifikasi yang diinginkan yaitu sebesar 20 dB, maka dibuatlah penguat tingkat kedua supaya menghasilkan gain yang lebih besar.

Pada penguat tingkat kedua juga menggunakan jenis transistor yang sama seperti penguat tingkat pertama yaitu CGH40006S, sehingga tidak perlu dilakukan perhitungan untuk mencari kestabilan dan koefisien pantulnya lagi.

III.1.2.4 DC Block dan DC Feed

DC blok dan DC feed berfungsi untuk membatasi sinyal AC dan DC pada rangkaian penguat daya RF, karena penguat daya RF bekerja untuk meningkatkan

amplitude sinyal AC dengan frekuensi tertentu dan memerlukan supply tegangan DC.

Pada DC feed menggunakan komponen pasif induktor dengan nilai X_L harus lebih besar dari 500Ω pada frekuensi kerja 5.6 GHz.

$$L = 1\mu H$$

$$X_L = 2\pi fL$$

$$X_L = 2\pi \times 5.6 \times 10^9 \times 1\mu H$$

$$X_L = 35185\Omega$$

Sedangkan pada DC block menggunakan komponen pasif kapasitor dengan nilai X_C harus lebih kecil dari 2Ω pada frekuensi kerja 5.6 GHz.

$$C = 470pF$$

$$X_C = \frac{1}{2\pi fC}$$

$$X_C = \frac{1}{2\pi \times 5.6 \times 10^9 \times 470pF}$$

$$X_C = 0.06\Omega$$

III.1.2.5 Mikrostrip *Line*

Rangkaian penguat daya RF ini seharusnya direalisasikan menggunakan PCB Duroid 5880 yang memiliki spesifikasi adalah:

$$\epsilon_r = 2.2$$

$$h = 1.575 \text{ mm}$$

$$Z_0 = 50 \Omega$$

Maka untuk mencari lebar (W) dan panjang (L) strip:

$$B = \frac{377\pi}{2 \times Z_0 \sqrt{\epsilon_r}}$$

$$B = \frac{377\pi}{2 \times 50 \sqrt{2.2}}$$

$$B = 7.985$$

$$\frac{W}{h} = \frac{2}{\pi} \left[B - 1 - \ln(2B - 1) + \frac{\epsilon_r - 1}{2 \times \epsilon_r} \left(\ln(B - 1) + 0.39 - \frac{0.61}{\epsilon_r} \right) \right]$$

$$\frac{W}{1.575} = \frac{2}{\pi} \left[7.985 - 1 - \ln(2 \times 7.985 - 1) + \frac{2.2 - 1}{2 \times 2.2} \left(\ln(7.985 - 1) + 0.39 - \frac{0.61}{2.2} \right) \right]$$

$$\frac{W}{1,575} = \frac{2}{\pi} [4.27895 + 0,64]$$

$$\frac{W}{1,575} = 3.13$$

$$W = 3.13 \times 1.575$$

$$W = 4.9 \text{ mm}$$

$$\lambda_0 = \frac{c}{f}$$

$$\lambda_0 = \frac{3 \times 10^8}{5.6 \times 10^9}$$

$$\lambda_0 = 0.0535 \text{ m} = 53.5 \text{ mm}$$

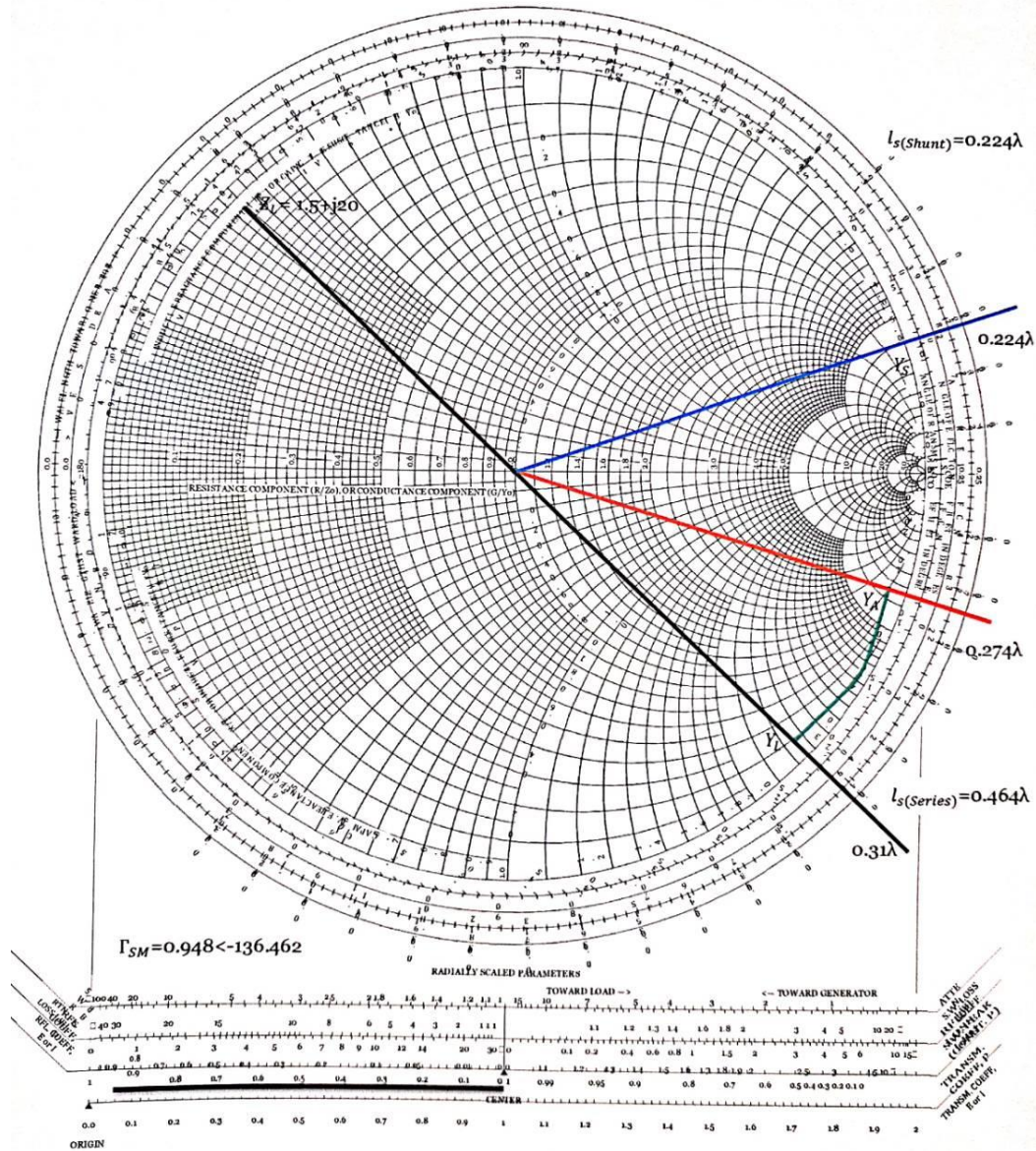
$$\lambda = \frac{\lambda_0}{\sqrt{\epsilon_r}} \left[\frac{\epsilon_r}{1 + 0.63 (\epsilon_r - 1) \left(\frac{W}{h}\right)^{0.1255}} \right]^{\frac{1}{2}}$$

$$\lambda = \frac{53.5}{\sqrt{2.2}} \left[\frac{2.2}{1 + 0.63 (2.2 - 1) \left(\frac{4.9}{1.575}\right)^{0.1255}} \right]^{\frac{1}{2}}$$

$$\lambda = \frac{53.5}{\sqrt{2.2}} (1.084)$$

$$\lambda = 39 \text{ mm}$$

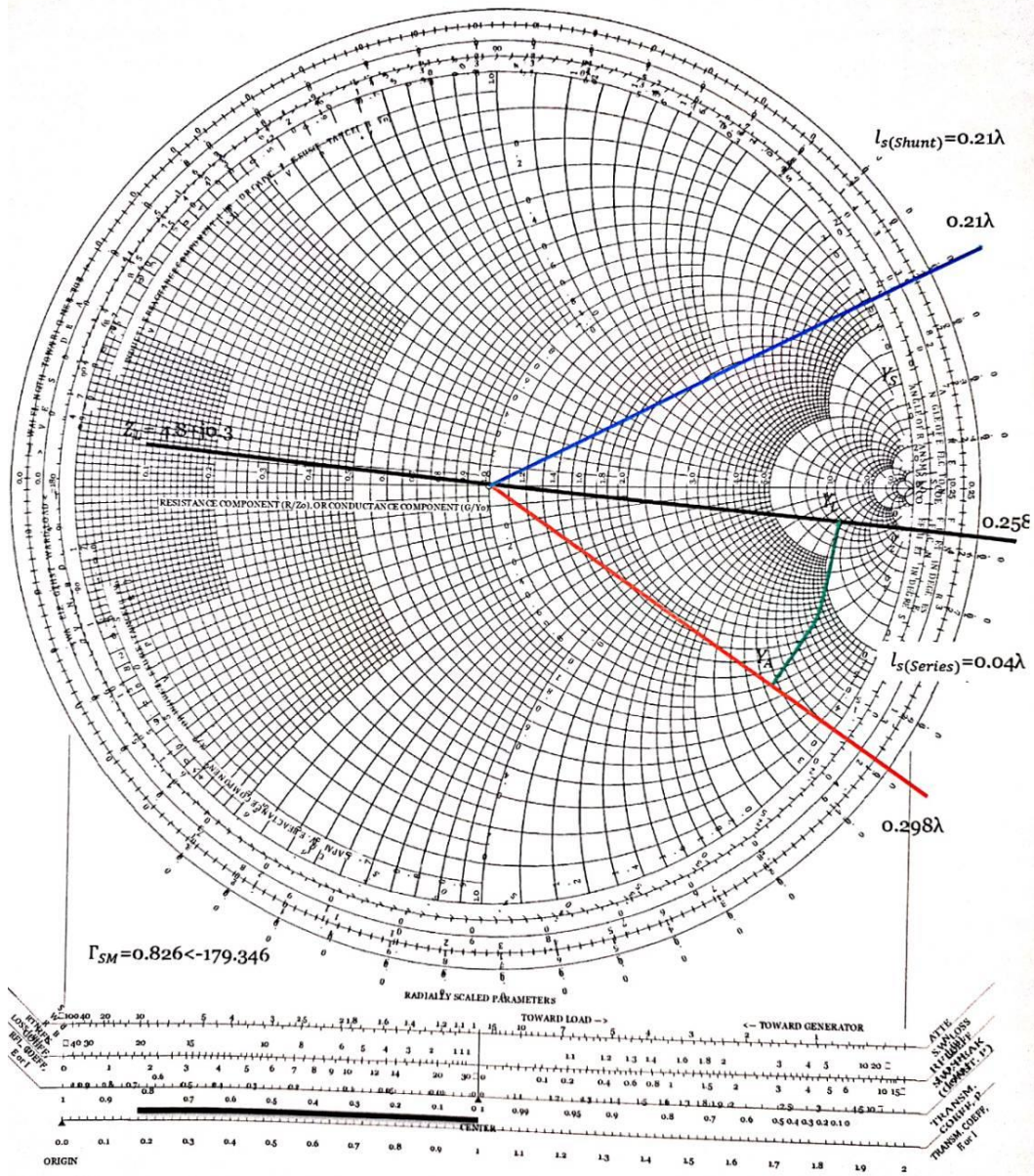
The Complete Smith Chart Black Magic Design



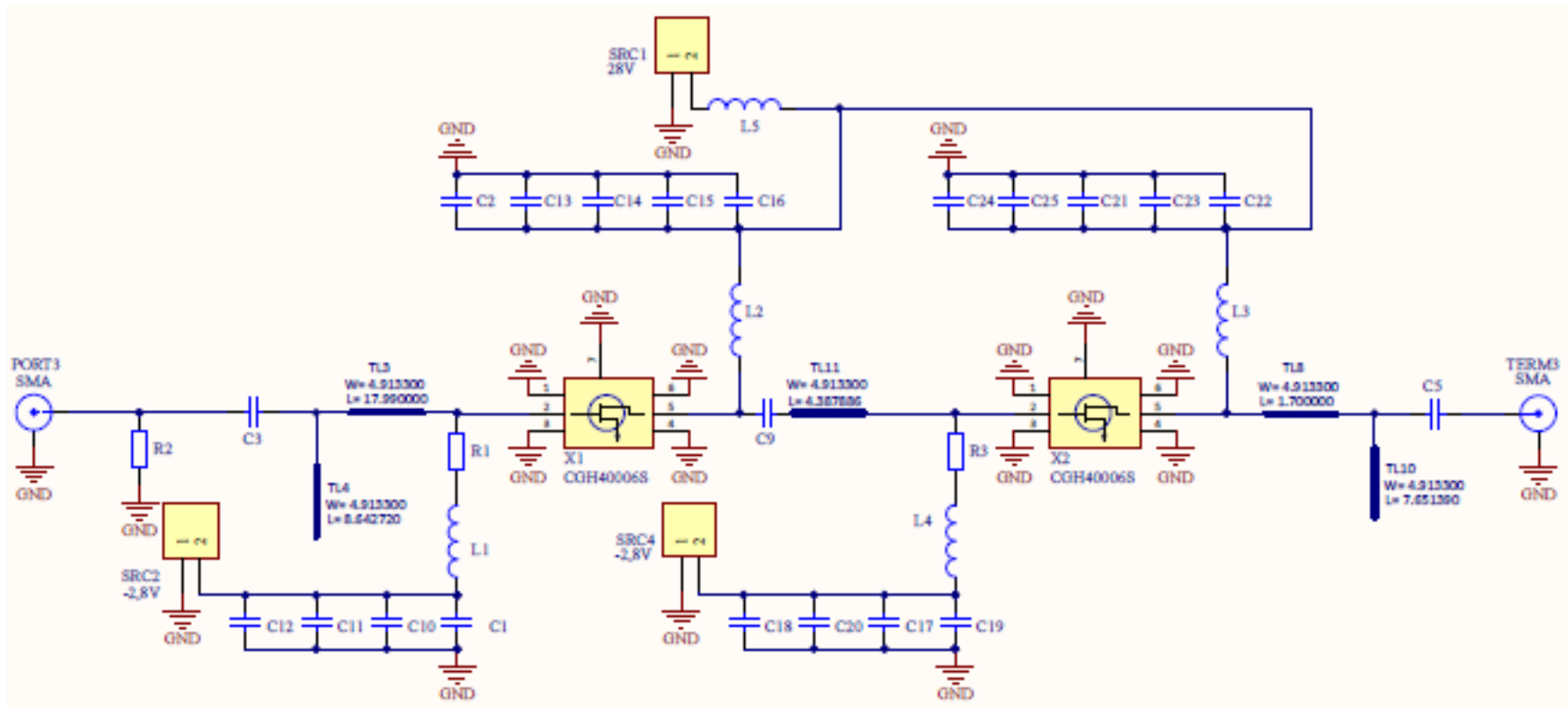
Gambar III.2 Smithchart Penguat Daya Tingkat Pertama

The Complete Smith Chart

Black Magic Design



Gambar III.3 Smithchart Penguat Daya Tingkat Kedua



Gambar III.4 Rangkaian Penguat Daya RF

