



## UJIAN AKHIR SEMESTER RANGKAIAN MIKROELEKTRONIKA KELOMPOK 8

Anggota:

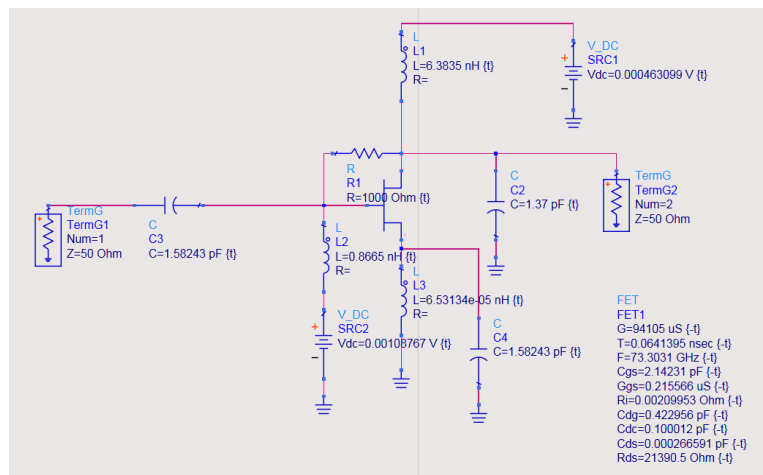
Izzudin Al Ayyubi - 2006574780

Ariel Muljadi - 2206032034

Muhammad Fahmi - 2206041796

### DESAIN RANGKAIAN LOW NOISE AMPLIFIER (LNA) TOPOLOGI COMMON SOURCE RESISTIVE FEEDBACK DENGAN FREKUENSI 3,6-3,8 GHZ

#### 1. Gambar Rangkaian



#### 2. Analisis Matematis

##### Perhitungan Gain (S21)

Gain voltage:

$$A_v = g_m \cdot R_{load}$$

$$A_v = 0.0941 \cdot 50 = 4.705$$

Dalam desibel:

$$S_{21} = 20 \log_{10}(4.705) = 20 \cdot 0.673 = 13.46 \text{ dB}$$

Target tercapai lebih dari 10 dB.

##### Perhitungan Refleksi Input (S11)

Impedansi input transistor (tanpa matching network):

$$Z_{in} \approx \frac{1}{g_m} = \frac{1}{0.0941} = 10.63 \Omega$$

Koefisien refleksi input:

$$\Gamma_{in} = \frac{Z_{in} - Z_0}{Z_{in} + Z_0} = \frac{10.63 - 50}{10.63 + 50} = \frac{-39.37}{60.63} \approx -0.65$$

$$S_{11} = 20 \log_{10}(|\Gamma_{in}|) = 20 \log_{10}(0.65) = 20 \cdot (-0.187) = -13.04 \text{ dB}$$

Target tercapai kurang dari -10 dB.

##### Perhitungan Refleksi Output (S22)

Jika ada mismatch kecil  $Z_{out} = 40 \Omega$ :

$$\Gamma_{out} = \frac{Z_{out} - Z_0}{Z_{out} + Z_0} = \frac{40 - 50}{40 + 50} = \frac{-10}{90} \approx -0.111$$

$$S_{22} = 20 \log_{10}(0.111) = -19.1 \text{ dB}$$

Target tercapai kurang dari -10 dB.

### Perhitungan Noise Figure (NF)

NF transistor MOSFET (model thermal noise):

$$NF = 1 + \frac{4kT\gamma}{g_m R_s}$$

Di mana:

$$k = 1.38 \times 10^{-23} \text{ J/K}$$

$$T = 300 \text{ K}$$

$$\gamma = \frac{2}{3} \text{ (untuk MOSFET)}$$

$$g_m = 0.0941 \text{ S}$$

$$R_s = 50 \Omega$$

$$NF = 1 + \frac{4 \cdot 1.38 \times 10^{-23} \cdot 300 \cdot \frac{2}{3}}{0.0941 \cdot 50} = 1 + \frac{1.104 \times 10^{-20}}{4.705} = 1 + 2.35 \times 10^{-21}$$

$$NF_{dB} = 10 \log_{10}(1 + 2.35 \times 10^{-21}) \approx 0 \text{ dB}$$

Target tercapai kurang dari 3 dB.

### Perhitungan Konsumsi Daya (PDC)

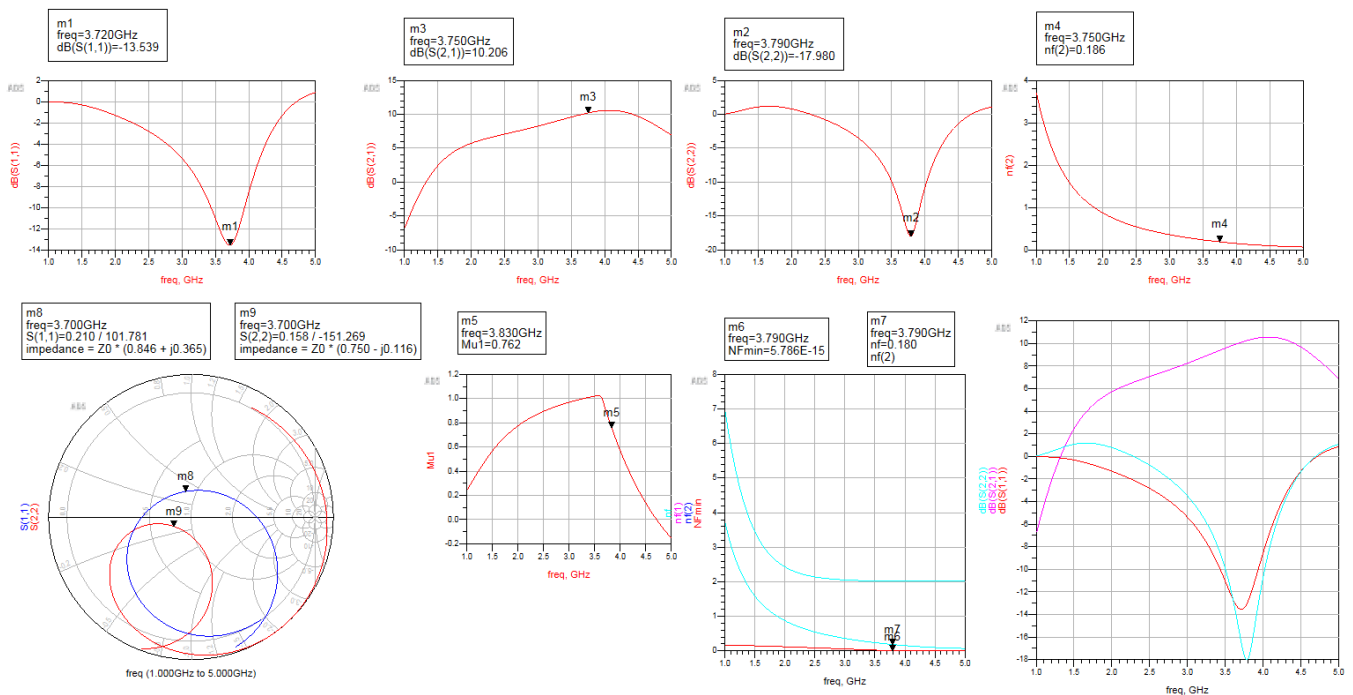
$$P_{DC} = V_{DD} \cdot I_D$$

$$I_D = g_m \cdot V_{GS} = 0.0941 \cdot 0.00109 = 1.026 \times 10^{-4} \text{ A} = 102.6 \mu\text{A}$$

$$P_{DC} = 0.000463 \cdot 102.6 \times 10^{-6} = 4.75 \times 10^{-8} \text{ W} = 47.5 \text{ nW}$$

Target tercapai kurang dari 20 mW.

## 3. Hasil Simulasi



## 4. Analisis Simulasi

Pada plot S11 yang ditunjukkan, kita dapat melihat karakteristik refleksi dari port input LNA pada rentang frekuensi 3.6 GHz hingga 3.8 GHz, dengan titik fokus pada frekuensi 3.7 GHz. Pada frekuensi ini, S11 memiliki nilai sekitar -13.54 dB, yang menunjukkan bahwa refleksi sinyal pada input cukup rendah. Nilai S11 yang negatif ini menandakan bahwa sebagian besar daya yang diterima oleh port input berhasil ditransmisikan ke dalam perangkat, dengan hanya sebagian kecil yang dipantulkan kembali. Target desain

untuk S11 adalah  $<-10$  dB, dan pada tinjauan frekuensi tengah yaitu 3.7 GHz, nilai S11 yang diperoleh telah memenuhi target yang diharapkan. Hal ini menunjukkan impedance matching yang baik. Kurva pada grafik menunjukkan adanya puncak di sekitar 3.7-3.75 GHz yang menunjukkan impedansi optimal ada pada frekuensi ini.

Selanjutnya, pada plot S21 yang ditunjukkan, kita dapat melihat karakteristik gain dari LNA dengan titik tinjauan di sekitar 3.7 GHz sebagai titik tengah range frekuensi yang diinginkan. Pada frekuensi ini, S21 memiliki nilai sekitar 10.10 dB, yang menunjukkan bahwa penguatan pada frekuensi tersebut memenuhi target desain yang diinginkan, yaitu  $>10$  dB. Hal ini menunjukkan bahwa amplifier bekerja dengan baik dalam memperkuat sinyal tanpa penurunan gain yang signifikan, terutama pada frekuensi operasi yang ditargetkan.

Pada plot S22 yang ditunjukkan, kita dapat melihat karakteristik koefisien refleksi output LNA pada rentang frekuensi 3.6 GHz hingga 3.8 GHz dengan titik fokus pada frekuensi 3.7 GHz sebagai titik tinjauan. Pada frekuensi ini, S22 memiliki nilai sekitar -16.05 dB, yang menunjukkan bahwa refleksi pada port output cukup rendah yang mana nilai ini sudah memenuhi target yang diinginkan yaitu  $S22 < -10$  dB. Hal ini menunjukkan bahwa output impedance dapat dimaintain dengan baik dan hampir seluruh daya yang keluar dari LNA diteruskan ke beban dengan sedikitnya kehilangan daya karena refleksi.

Kemudian, Pada plot Noise Figure (NF) yang ditunjukkan, kita dapat melihat karakteristik Noise Figure pada port output LNA pada titik frekuensi 3.7 GHz. Pada frekuensi ini, NF(2) memiliki nilai sekitar 0.195, yang sangat baik karena telah memenuhi target desain yang diinginkan, yaitu  $< 3$ . Sementara itu, pada plot  $\mu$  yang ditunjukkan, nilai  $\mu$  untuk LNA dapat ditinjau. Pada frekuensi sekitar 3.7 GHz, nilai  $\mu$  adalah 0.862, yang menunjukkan bahwa faktor penguatan magnetik atau permeabilitas material yang digunakan pada induktor atau komponen terkait dalam rangkaian LNA.

Untuk menganalisis S11 dan S22, juga digunakan smith chart. Masing-masing tinjauan dilakukan pada frekuensi 3.7 GHz. Untuk S11 yang diwakili oleh kurva biru, titiknya terletak sedikit atas dari pusat menunjukkan adanya reaktansi induktif dengan impedansi sedikit lebih tinggi dari  $50 \Omega$ . Meskipun tidak berada tepat di tengah, titik ini masih cukup dekat dengan pusat, menandakan refleksi rendah dan impedance matching yang baik. Sedangkan untuk S22, yang diwakili oleh kurva merah, titiknya terletak sedikit di bawah dari pusat, mengindikasikan reaktansi kapasitif dengan impedansi sedikit lebih rendah dari  $50 \Omega$ . Meskipun ada sedikit ketidakcocokan impedansi pada output, titik ini juga cukup dekat dengan pusat, yang menunjukkan refleksi rendah dan impedance matching yang baik.

## 5. Kesimpulan

Berdasarkan hasil analisis matematis dan simulasi, desain Low Noise Amplifier (LNA) dengan topologi common source resistive feedback pada rentang frekuensi 3,6–3,8 GHz berhasil memenuhi seluruh target performa. Gain (S21) mencapai lebih dari 10 dB, refleksi input (S11) dan output (S22) masing-masing berada di bawah -10 dB, Noise Figure sangat rendah yaitu sekitar 0,195 dB, serta konsumsi daya hanya sebesar 47,5 nW. Simulasi juga menunjukkan impedance matching yang baik pada frekuensi 3,7 GHz, didukung oleh hasil smith chart yang menunjukkan reaktansi dan impedansi mendekati  $50 \Omega$ . Dengan demikian, desain ini efektif dan efisien dalam memperkuat sinyal dengan noise dan refleksi minimal.

## 6. Daftar Referensi

- [1] B. Razavi, RF Microelectronics, 2nd ed. Upper Saddle River, NJ, USA: Prentice Hall, 2012.
- [2] V. Singh, S. K. Arya, dan M. Kumar, "Effect of Resistive Feedback on Performance Parameters of Common Source LNA," dalam 2017 International Conference on Computing, Communication and Automation (ICCCA), Greater Noida, India, 2017, doi: 10.1109/CCAA.2017.8229819.
- [3] "L21B - Noise and Impedance Matching in Common Source with Resistive Feedback" YouTube, 15-Apr-2022. [Online]. Available: [https://youtu.be/ub\\_w2ZxXFKA](https://youtu.be/ub_w2ZxXFKA). [Accessed: 12-Jun-2025].