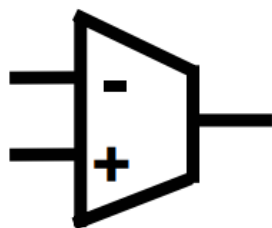


פרויקט מספר 3

DESIGN OF OTA

OTA

Operational
Transconduct.
amplifier

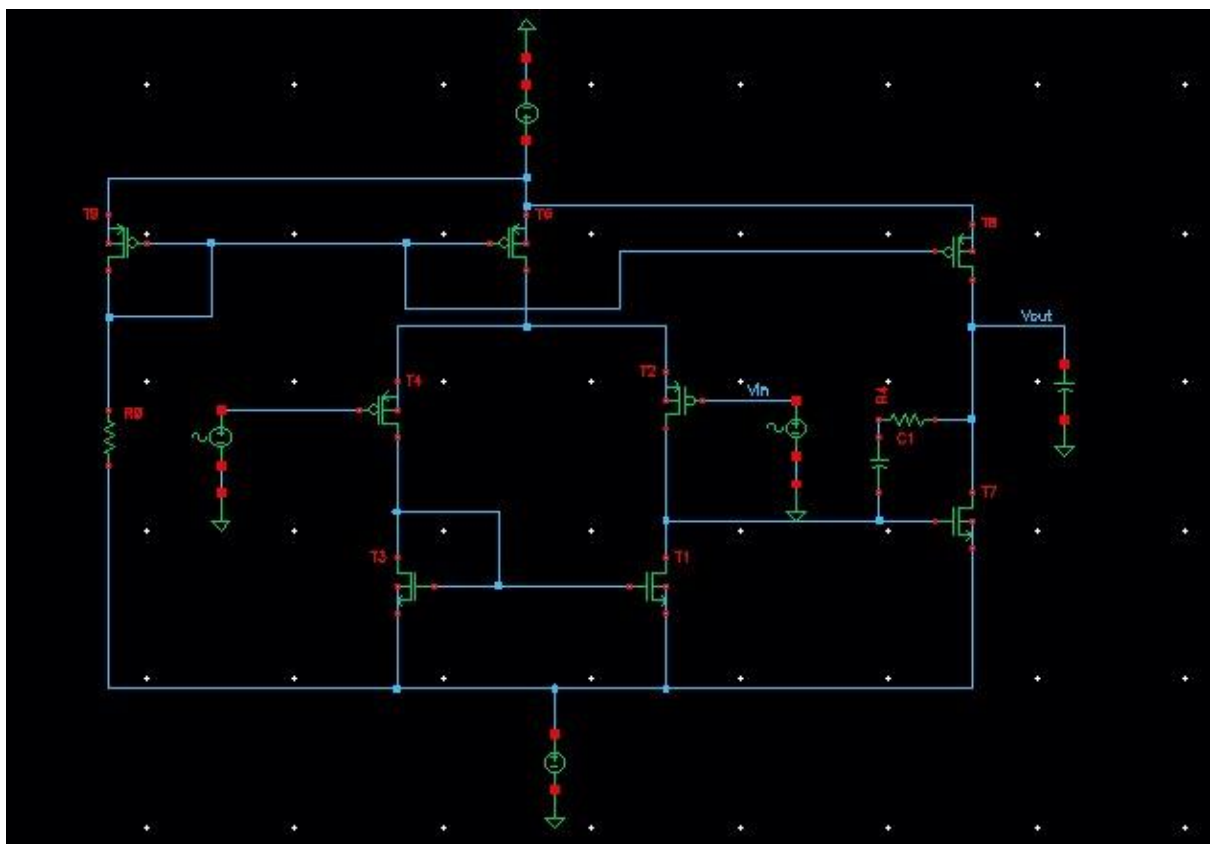


$$A_g = \frac{i_{OUT}}{v_{IN}}$$

מגבר (OTA):

מגבר ההולכה התפעולי CMOS הוא מרכיב חיוני בעיצובי מעגלים אנלוגיים רבים. השם וההיסטוריה של המגבר התפעולי מגיעים ממחשבים אנלוגיים, שהעסיקו אותם לביצוע פעולות מתמטיות במעגלים תלויי תדר, ליניאריים ולא ליניאריים. התקנים אלה נמצאים בשימוש נרחב ביישומים שונים כגון עיבוד אותות, הגברה, סינון ותנודה. יש להם רווח גבוה של לולאה פתוחה, עכבת כניסה גבוהה ועכבת פלט גבוהה. המטרה העיקרית של OTA היא לספק זרם לעומס הפלט.

עיצוב:



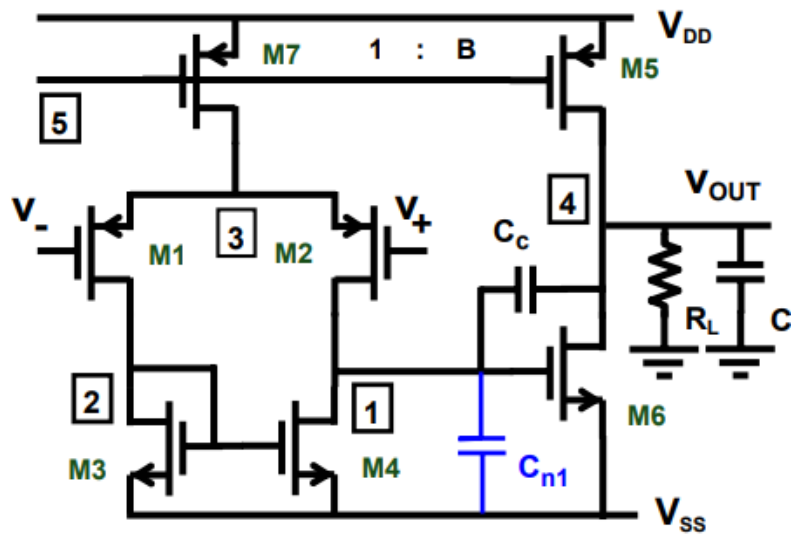
בהקשר של המשוואות וההגדרות עבור טרנזיסטורים מסוג MOSFET:

- $V_{ov} = (V_{gs} - V_{tn})$ עבור טרנזיסטור NMOS.
 - $|V_{ov}| = (|V_{gs}| - |V_{tp}|)$ עבור טרנזיסטור PMOS.
- ערך V_{ov} , הנקרא מתח יתר, ישמש לכל אורך החישובים.

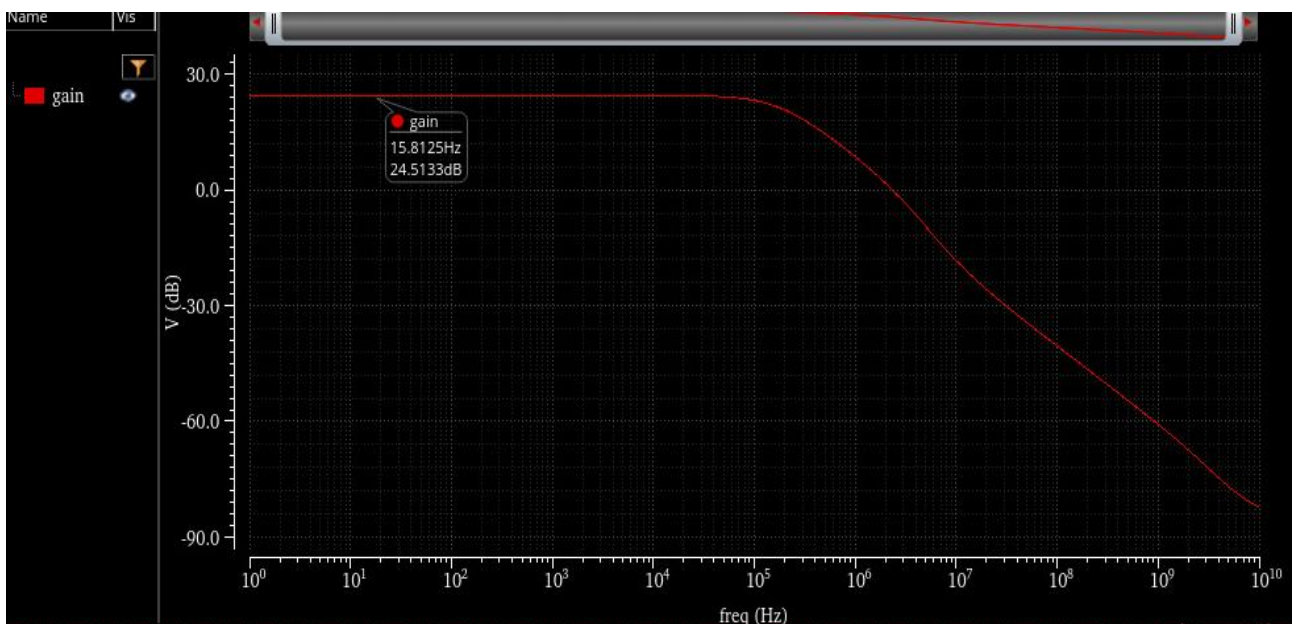
תהליך עיצוב וקביעת ערכי הטרנזיסטורים :

בחרנו במעגל OTA MILLER שהיה בדפי התרגולים :

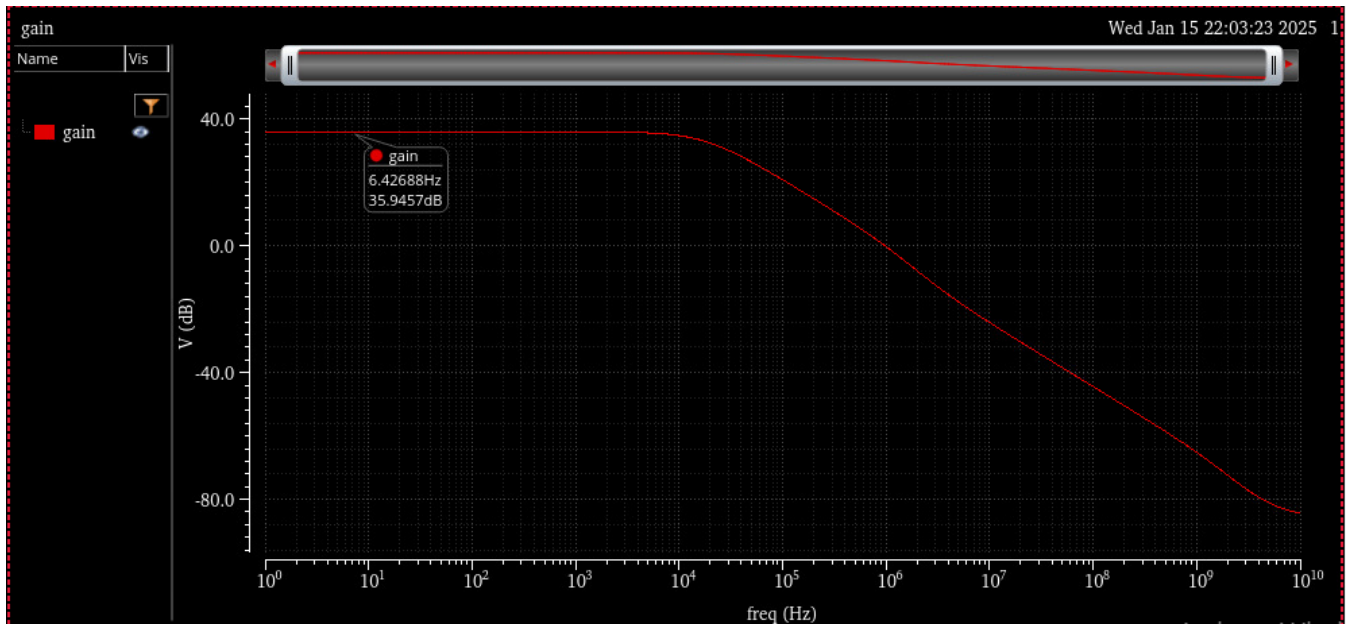
Miller CMOS OTA



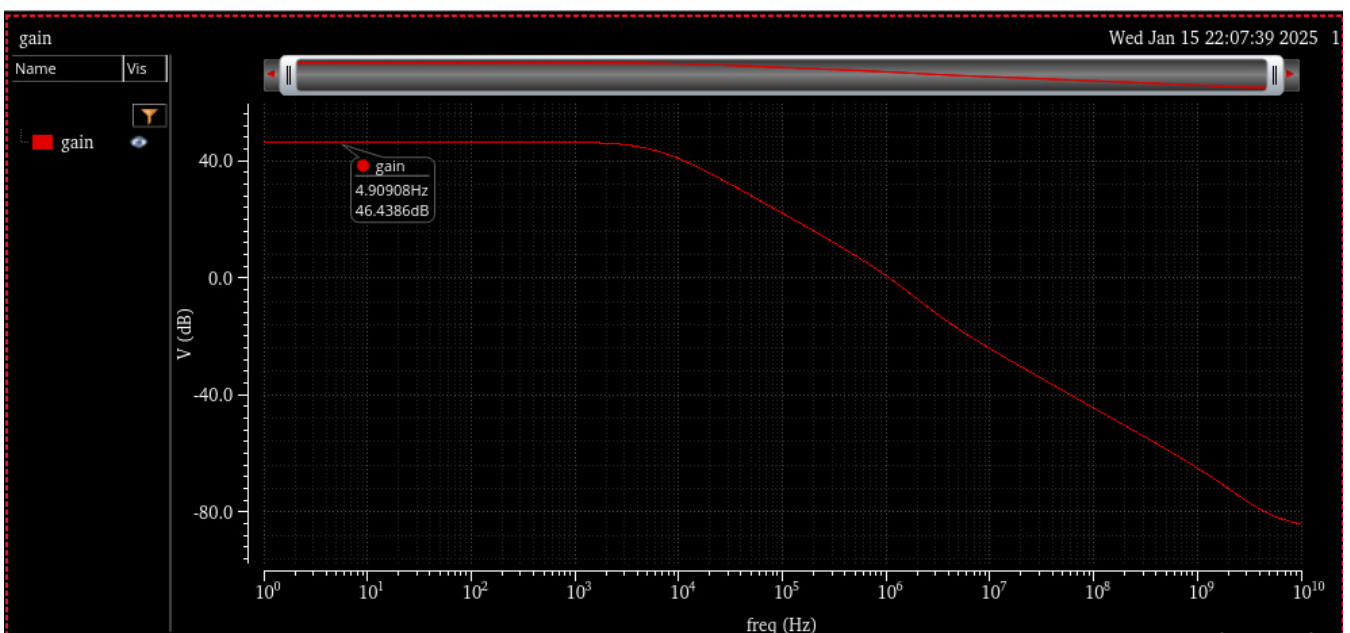
התחלנו עם ערכים התחלתיים של 500n לכל ה w and L עם התנגדות $R_0=9.6k$ וקבלנו הגבר של 24 כערך התחלתי :



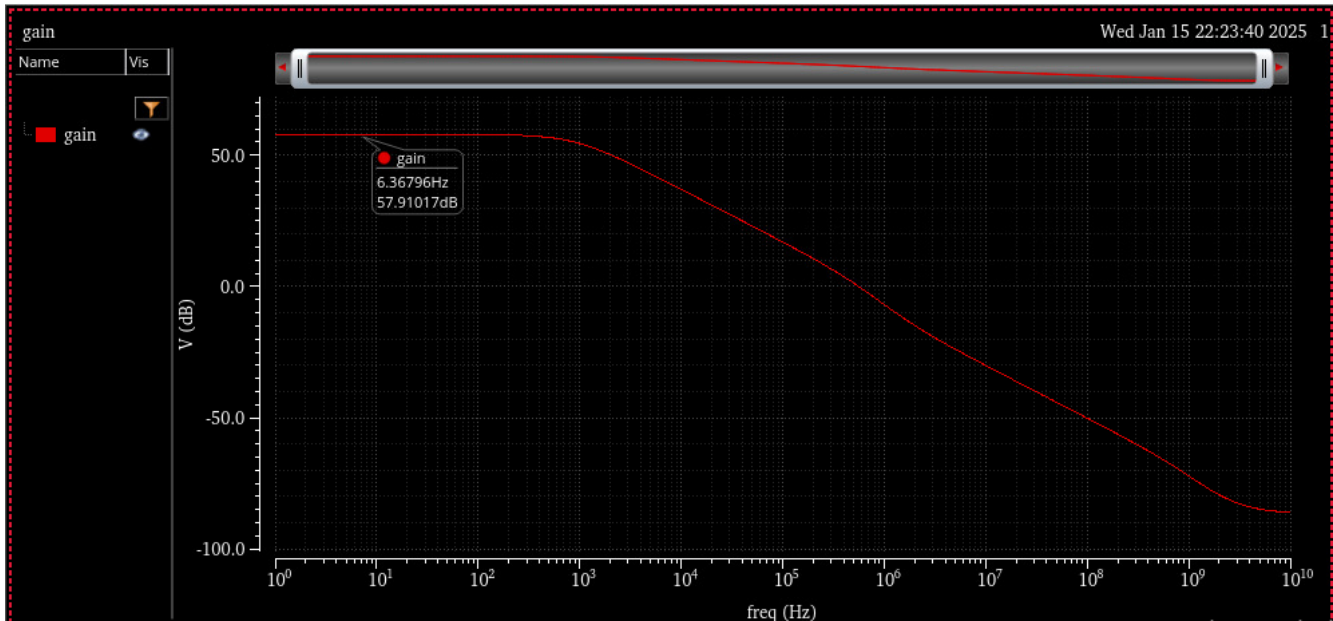
נשנה את גדלי טרנזיסטור 9 כדי שנקבל V_g יותר גדול לטרנזיסטורים 6 ו 8 , שמנו $L=120n$, $W=3u$,
וקבלנו הגבר של 36:



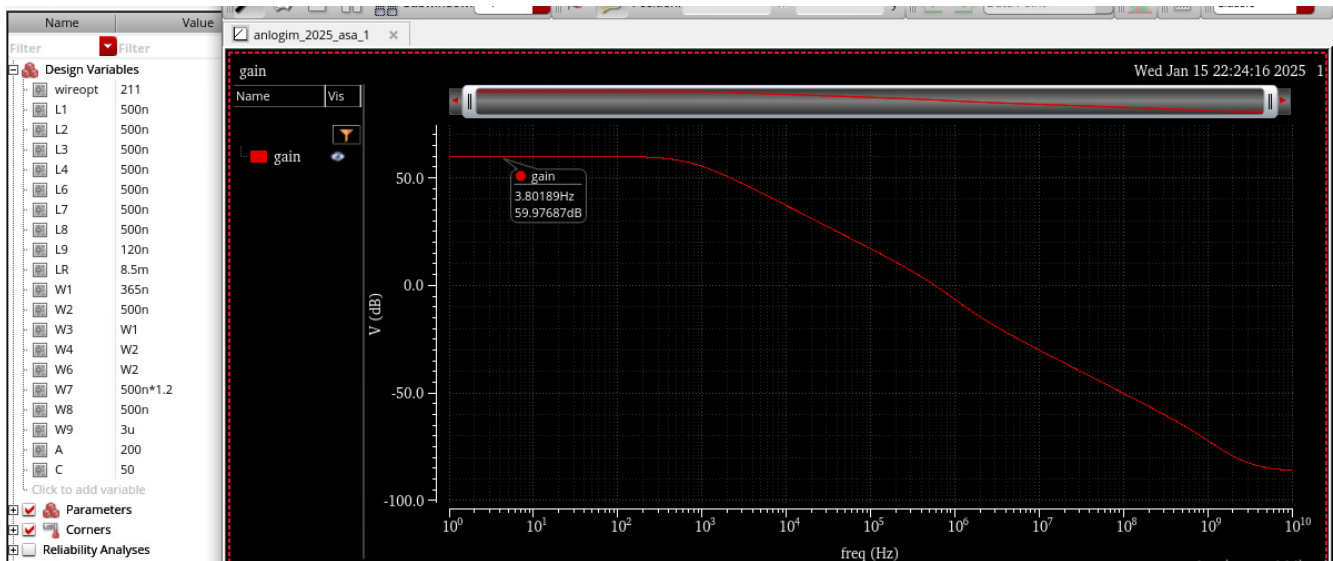
רוצים להגדיל את ההגבר של הדרגה הראשונה לכן קבענו יחס בין w של $nmos$ ל $pmos$
לדרגה הדיפרנציאלית.
קבלנו הגבר של: 46



נשנה עכשיו את הנגד כדי להקטין את V_g כך שנקטין V_{ov} שמגדיל את ההגבר קבענו $R=80k$:

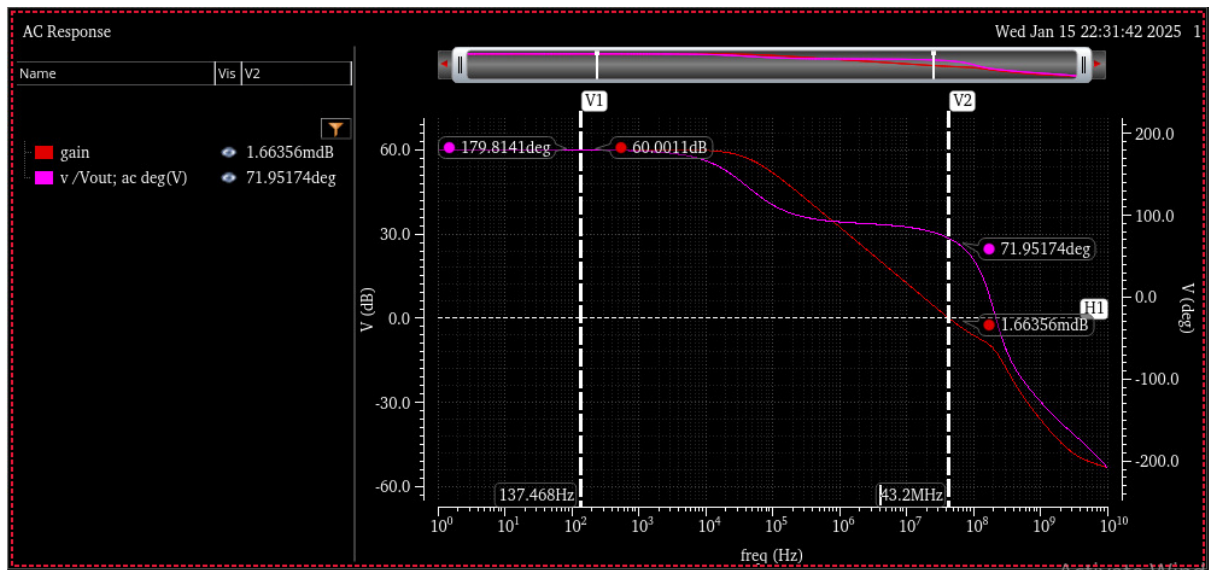


עכשיו רוצים להגדיל ההגבר הדרגה השנייה על ידי הגדלת W_7 כך שיגדיל g_m מה שמגדיל ההגבר הדרגה.

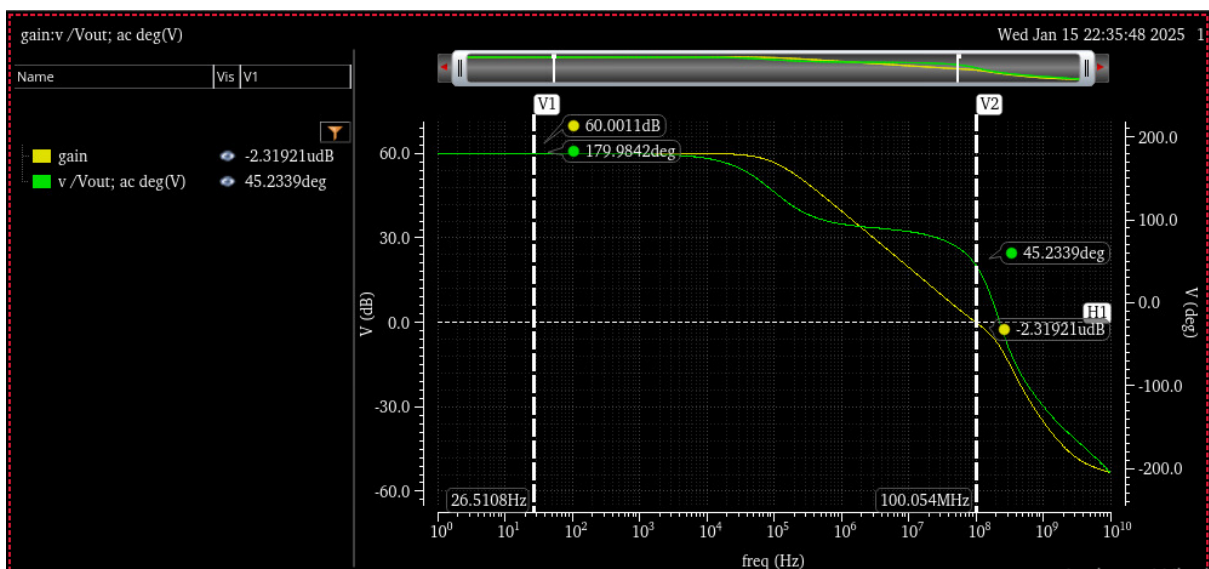


קבלנו ההגבר הדרוש. עכשיו נתייחס לרוחב בס ופאזה, רוצים רוחב בס הרבה יותר גדול לכן עשינו sweep על W של כל הדרגה הראשונה ביחד ועל W של כל הדרגה השנייה ביחד כדי שנוכל להחליט את הערך הנכון שנותן רוחב בס הדרוש : מהתוצאות קבענו הכפלנו פי 50 לדרגה הראשונה, ופי 480 לשנייה.

וקבלנו הגרף הבא :



הפאזה גדולה ו GBW קטן אז נקטין את CC, קבענו אותו 1.742 על ידי sweep

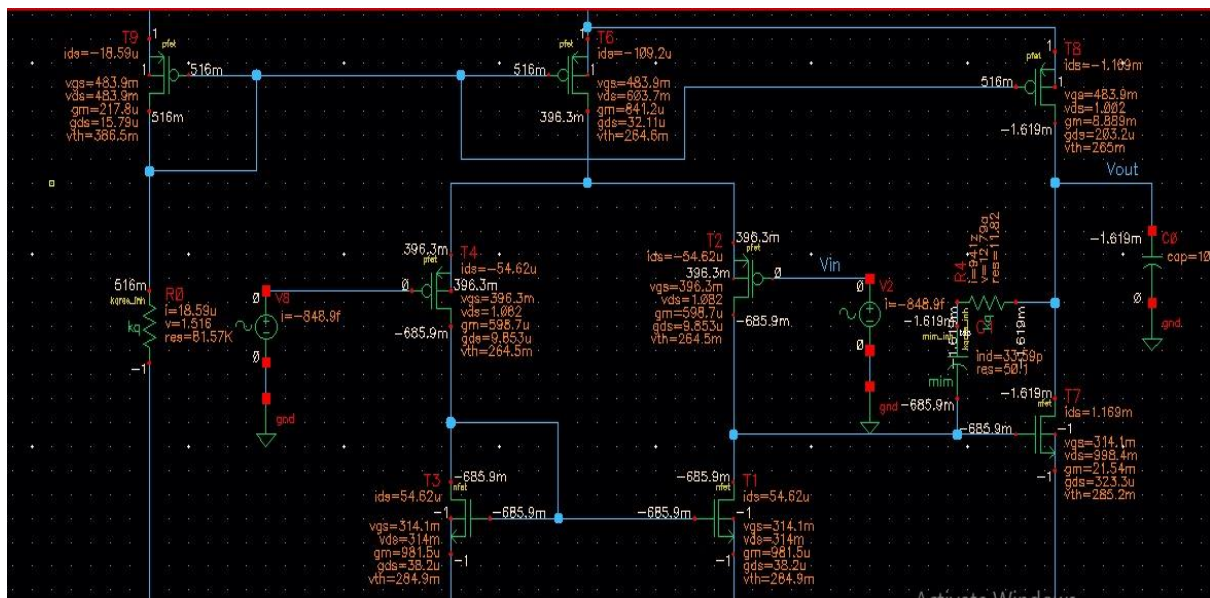


לסיכום תהליך בניית המעגל וקביעת הערכים של הטרנזיסטורים יצא לנו :

פרמטרי גודל של OTA:

| | W[u] | L[n] | $V_{gs}[mv]$ | $V_{th}[mv]$ | $V_{ds}[mv]$ | $[u]g_m$ | $[u]g_{ds}$ | R |
|----|-------|------|--------------|--------------|--------------|----------|-------------|--------|
| T1 | 18.25 | 500 | 314 | 284 | 314 | 981.5 | 38.2 | |
| T2 | 25 | 500 | 396 | 264 | 1.082 | 598 | 9.85 | |
| T3 | 18.25 | 500 | 314 | 284 | 314 | 981.5 | 38.2 | |
| T4 | 25 | 500 | 396 | 264 | 1082 | 598 | 9.85 | |
| T6 | 25 | 500 | 483 | 264.6 | 603 | 841 | 32 | |
| T7 | 288 | 500 | 314 | 285 | 998 | 21540 | 323 | |
| T8 | 240 | 500 | 483.9 | 265 | 1000 | 8889 | 203 | |
| T9 | 3 | 120 | 483 | 386 | 483 | 217 | 15 | |
| CC | | | | | | | | 1.742p |
| R0 | | | | | | | | 81570 |
| R4 | | | | | | | | 11.82 |

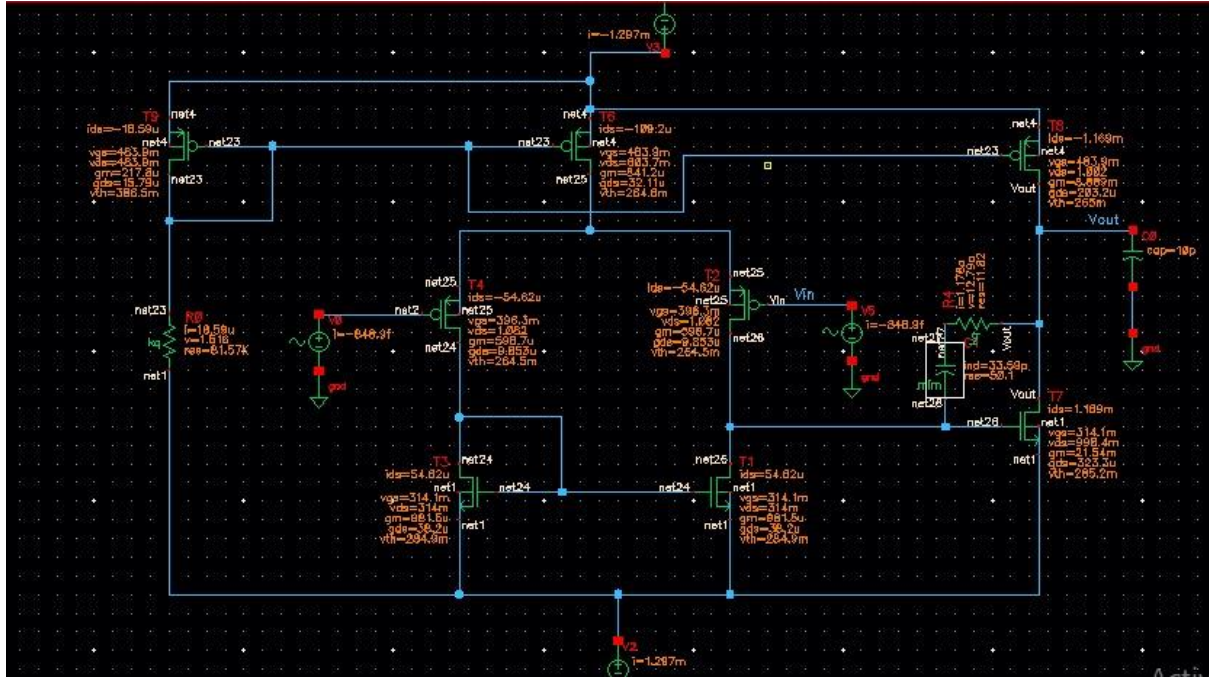
נקודת עבודה של טרנזיסטורים :



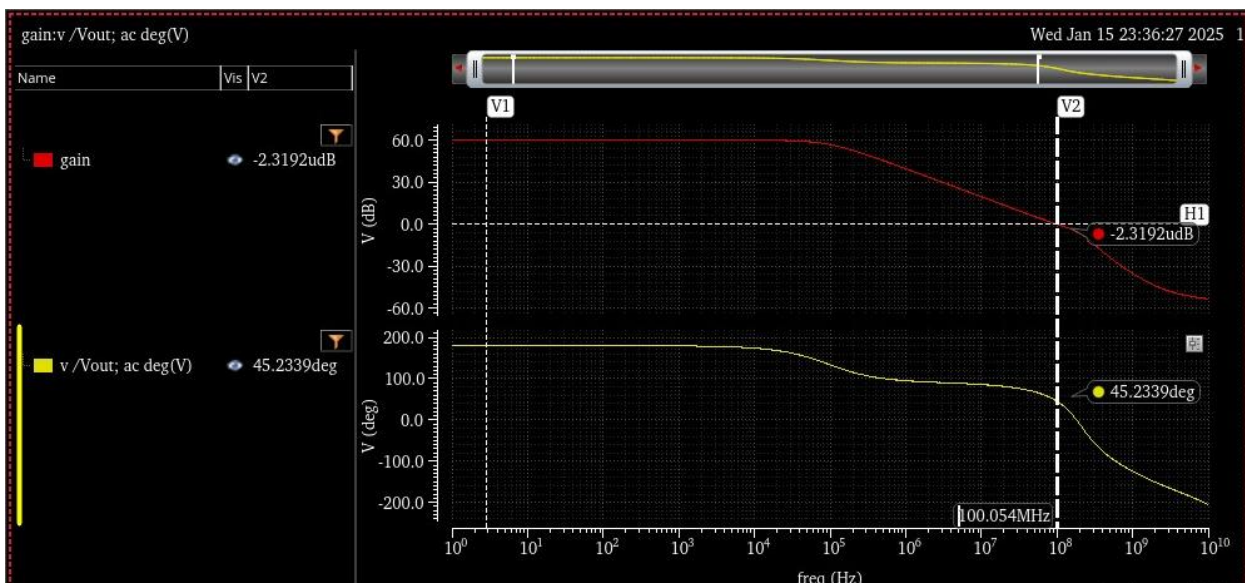
צריכת הספק DC :

אפשר לראות מגרף הבא שסך הזרם במקורות הוא $I_t = 1.297\text{mA}$ כפול במקורות המתח שבערך המוחלט 1V לכן סך ההספק הוא :

$$S = V \cdot I = 2.594\text{mW}$$



הגבר ותגובת תדר :

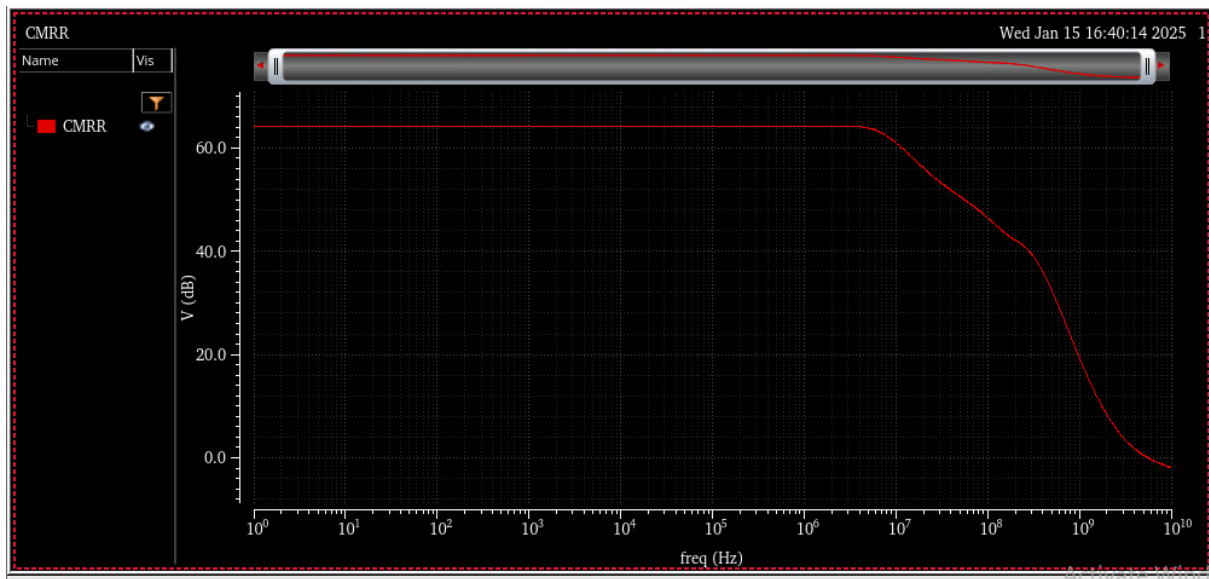


: CMRR

יחס דחיית המצב המשותף הוא היחס בין רווח דיפרנציאלי ורווח מצב משותף.
הנוסחה יכולה

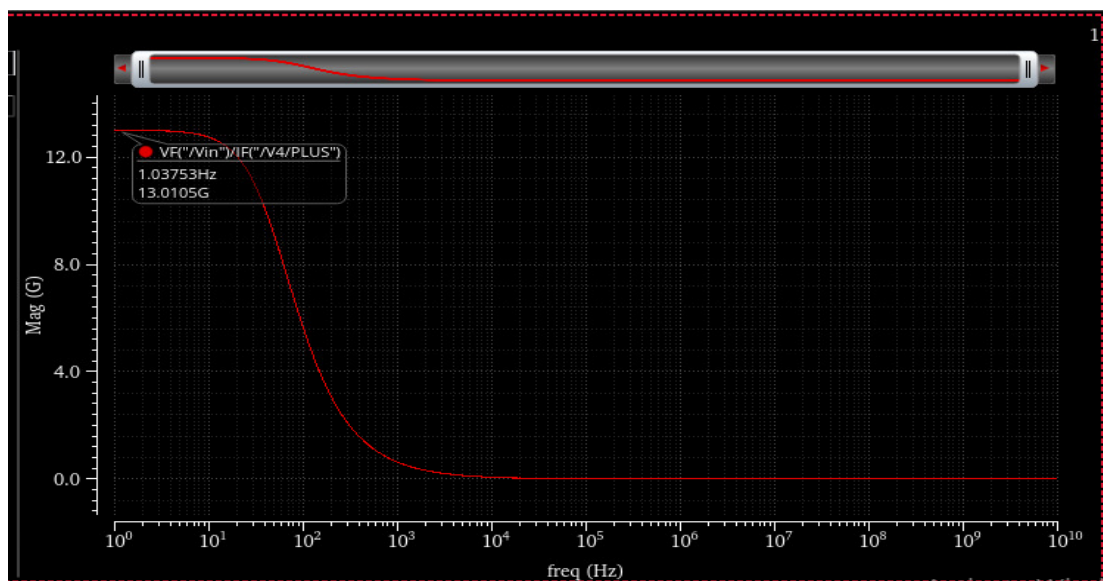
להתבטא כדלקמן:

$$CMRR = 20 \log (ADM / ACM)$$

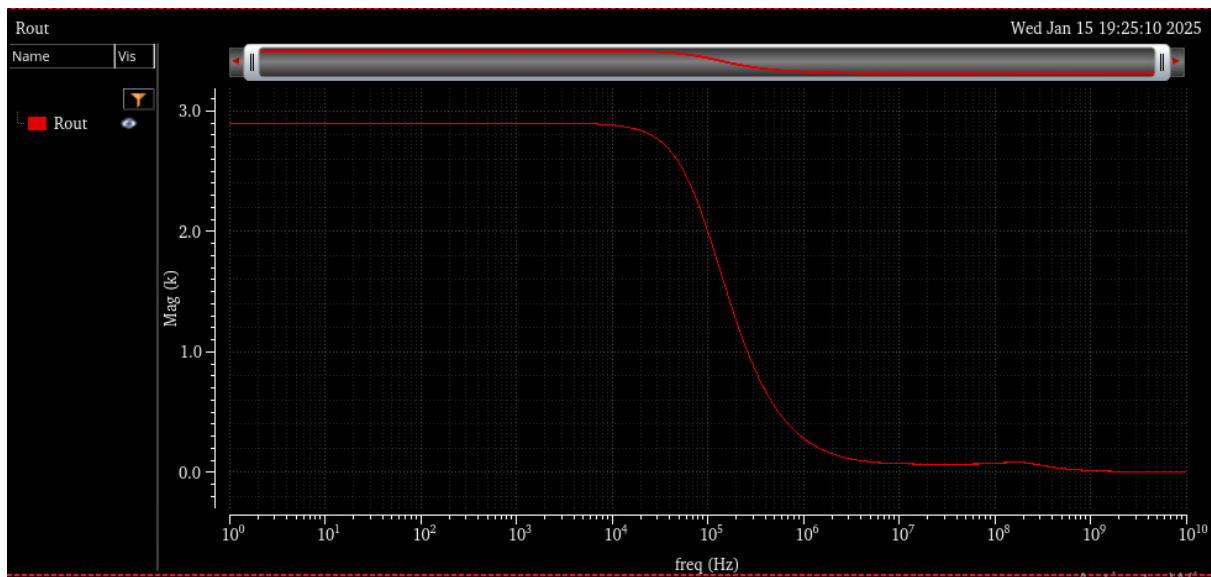


: אימפדנס של הכניסה והמוצא

: RIN

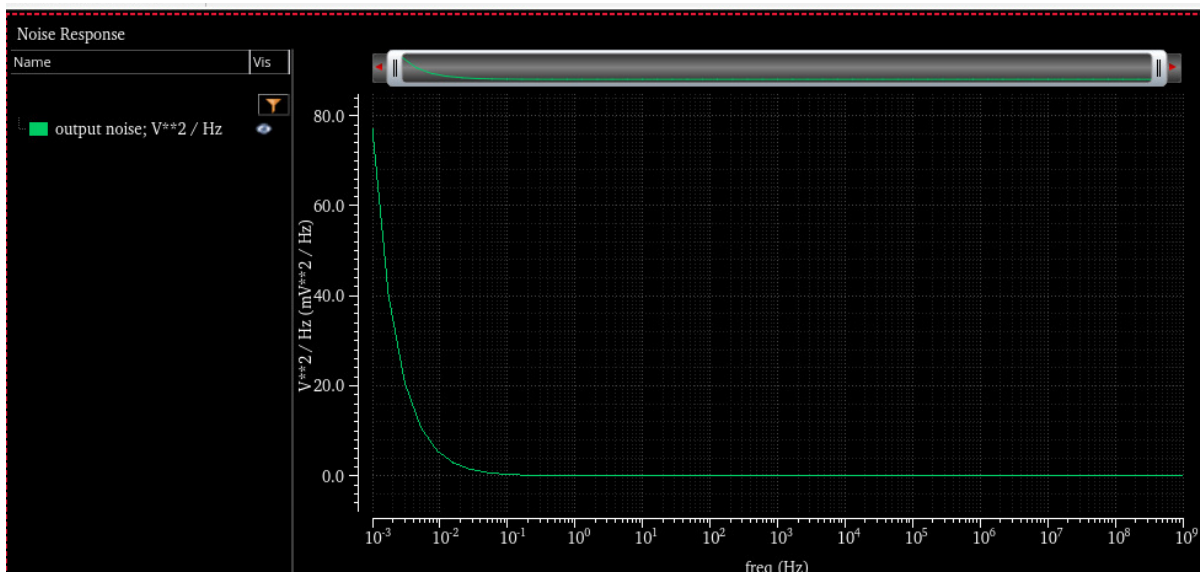


: ROUT

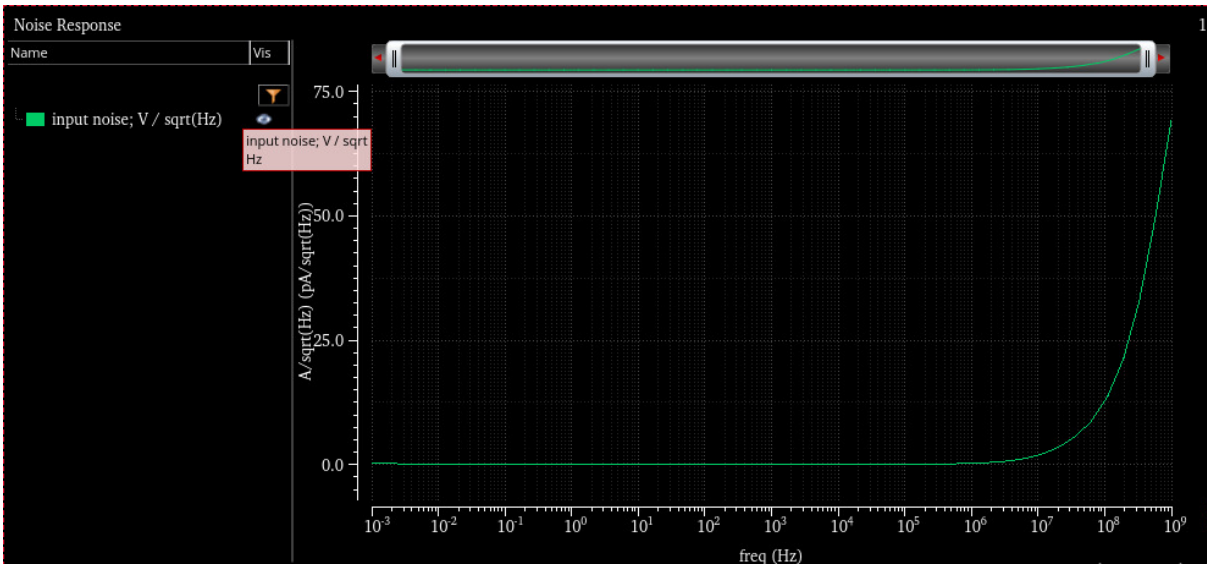


Noise:

Output noise voltage



Output noise current



Integrated noise

| Device | Param | Noise Contribution | % Of Total |
|--------|-------|--------------------|------------|
| /T1 | Sf1 | 5.07368e-05 | 26.27 |
| /T3 | Sf1 | 4.60901e-05 | 23.86 |
| /T2 | Sf1 | 4.55866e-05 | 23.60 |

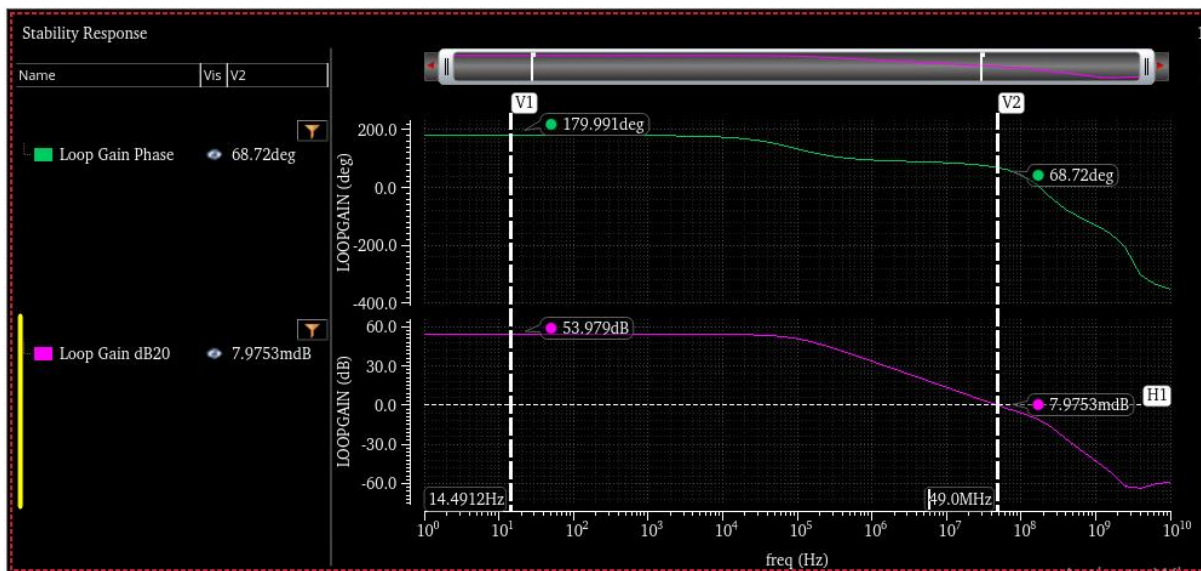
Integrated Noise Summary (in V^2) Sorted By Noise Contributors
Total Summarized Noise = 0.000193135
Total Input Referred Noise = 1.73126e-08
The above noise summary info is for noise data

Top 10

| Device | Param | Noise Contribution | % Of Total |
|--------|------------|--------------------|------------|
| /T1 | Sthd | 2.05828e-17 | 22.15 |
| /T3 | Sthd | 1.86423e-17 | 20.07 |
| /T7 | Rgatenoise | 1.83665e-17 | 19.77 |
| /T4 | Sthd | 1.04522e-17 | 11.25 |
| /T2 | Sthd | 1.04434e-17 | 11.24 |
| /T9 | Sthd | 2.59676e-18 | 2.80 |
| /T1 | Rgatenoise | 2.08221e-18 | 2.24 |
| /T3 | Rgatenoise | 1.89103e-18 | 2.04 |
| /T7 | Sthd | 1.59013e-18 | 1.71 |
| /T8 | Rgatenoise | 1.58219e-18 | 1.70 |

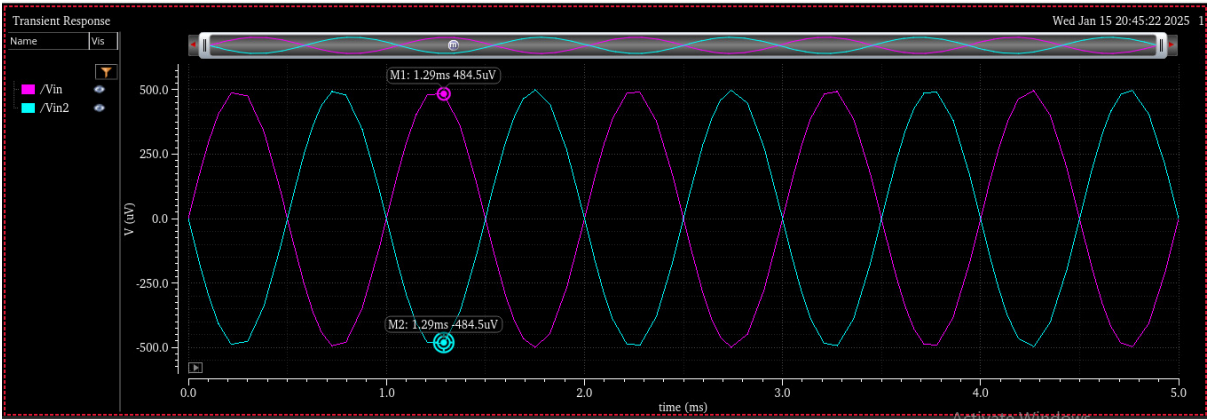
Spot Noise Summary (in V^2/Hz) at 100M Hz Sorted By Noise Contributors
Total Summarized Noise = 9.29043e-17
Total Input Referred Noise = 1.8945e-16
The above noise summary info is for noise data

Stapility

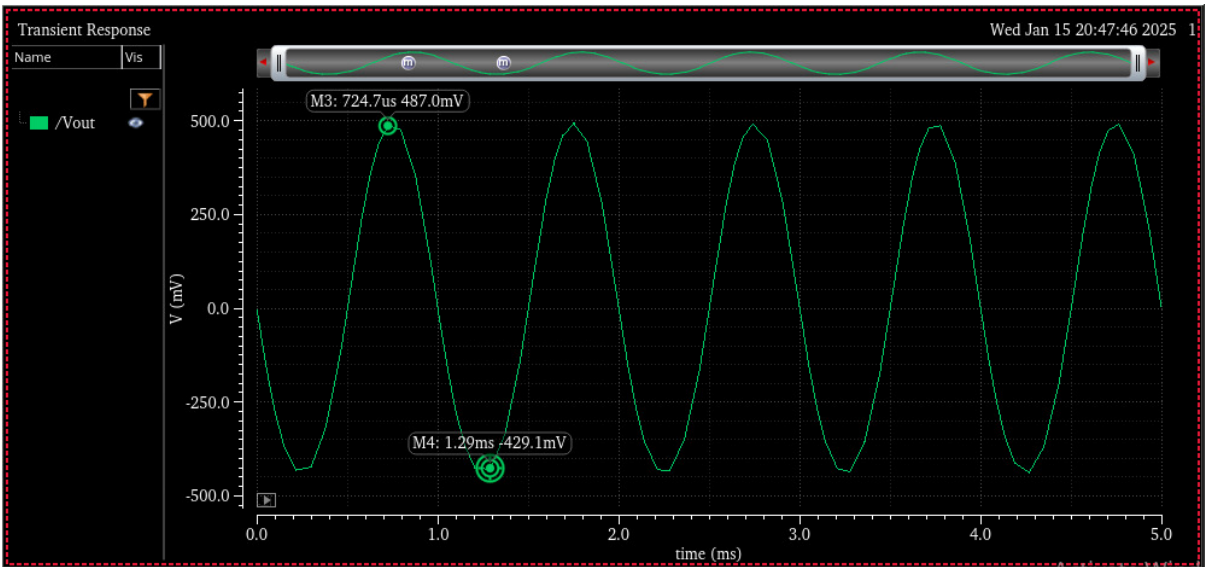


Transient simulations:

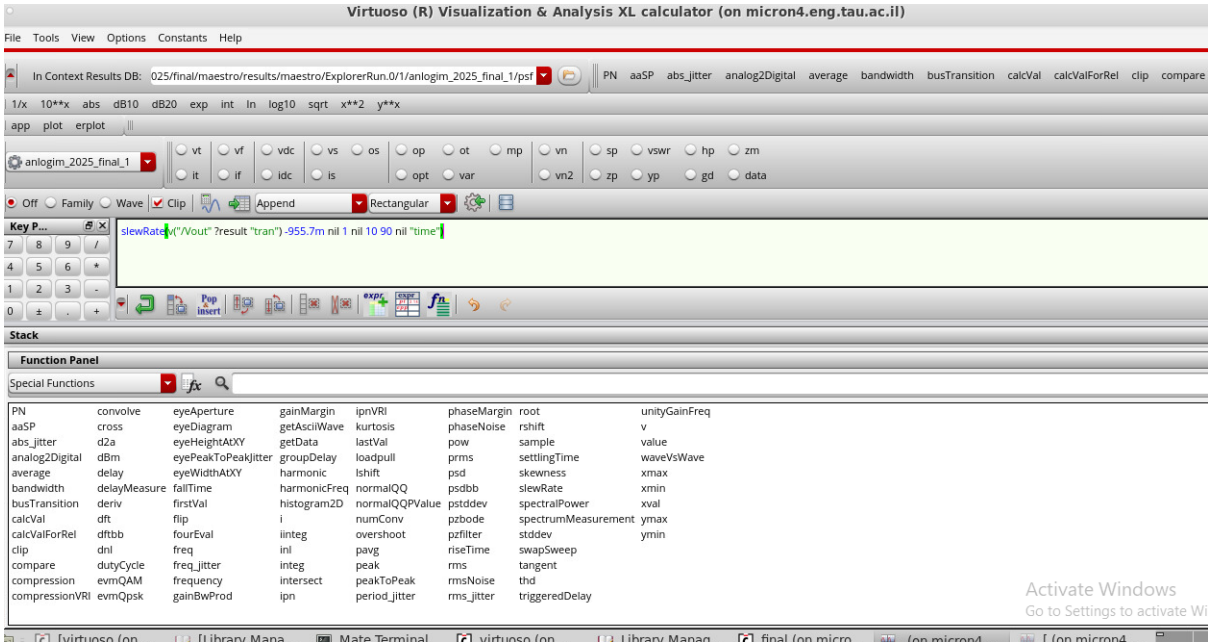
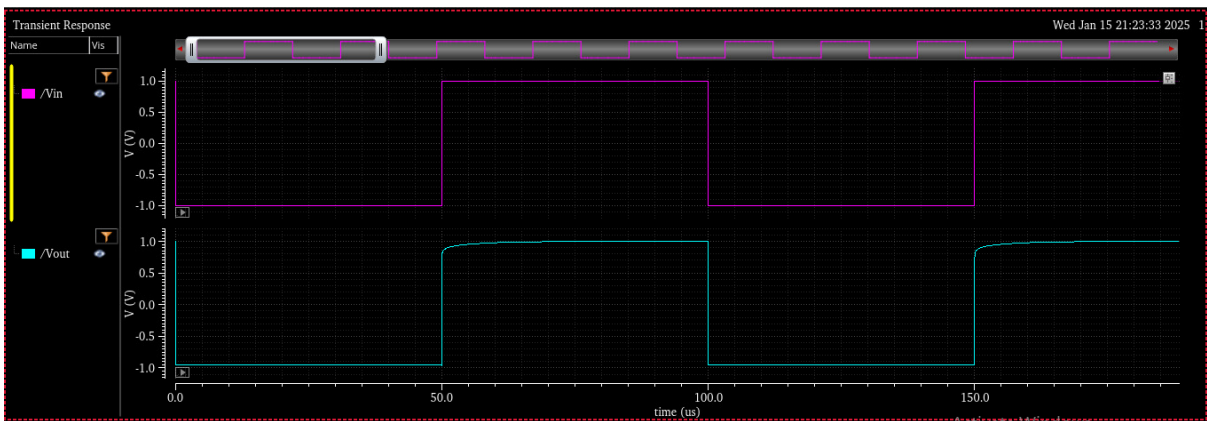
Vin



Vout



Slew Rate graph:



Slew rate value

