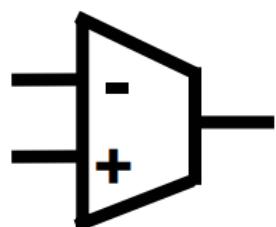


פרויקט מס' 3

DESIGN OF OTA

OTA

Operational
Transconduct.
amplifier

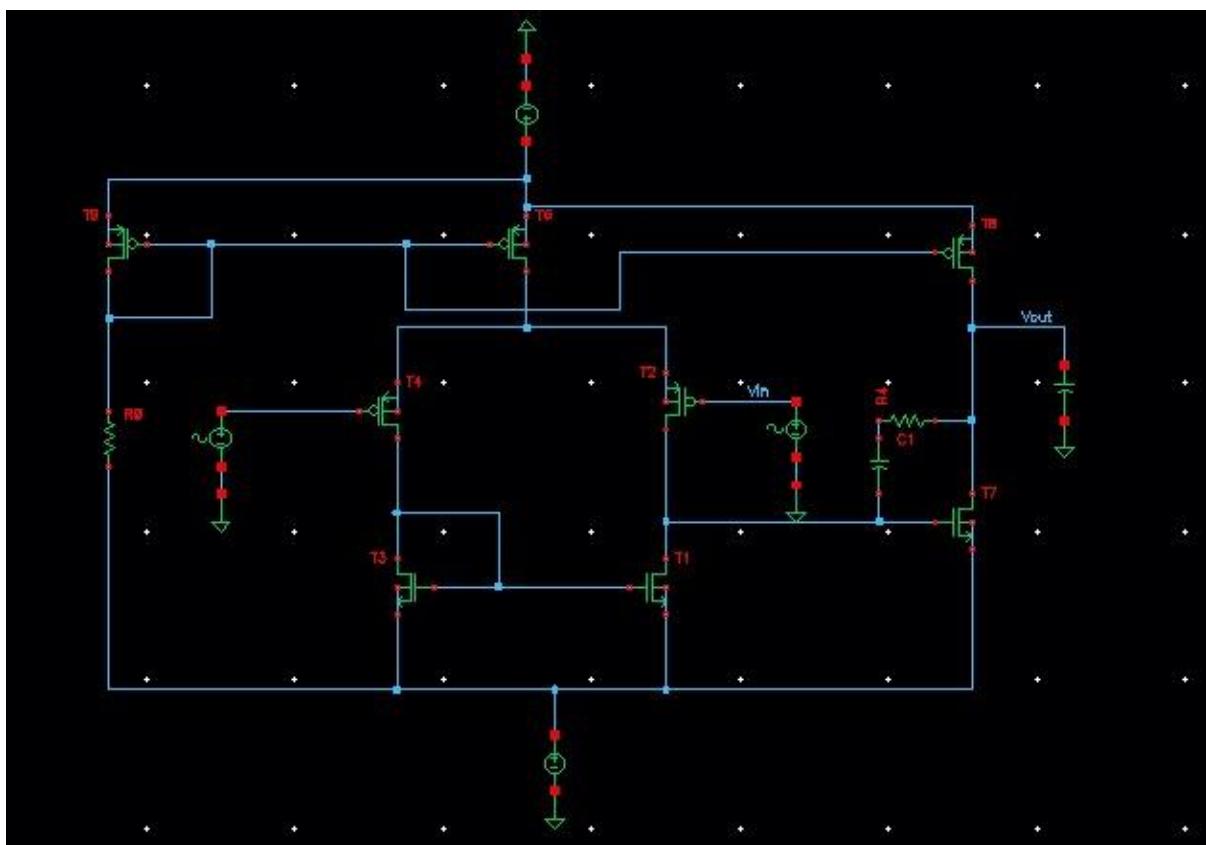


$$A_g = \frac{i_{\text{OUT}}}{v_{\text{IN}}}$$

מגבר(OTA) :

מגבר הולכה התפעולי CMOS הוא מרכיב חיוני בעיצובים מעגלים אנלוגיים רבים. השם וההיסטוריה של המגבר התפעולי מגעים ממחשבים אנלוגיים, שהעסיקו אותו לביצוע פעולות מתמטיות במערכות תלוי תדר, ליניארים ולא ליניארים. התקנים אלה נמצאים בשימוש נרחב ביישומים שונים כגון עיבוד אותות, הגברה, סינון ותנודה. יש להם רוחם גבוה של LOLAH פטוחה, עכבות כניסה גבוהה ועכבות פלט גבוהה. המטרה העיקרית של OTA היא לספק זרם לעומס הפלט.

עיצוב :



בקשר של המשוואות וההגדרות עברו טרנזיסטורים מסווג: MOSFET

$$V_{ov} \text{ עבור טרנזיסטור NMOS. } V_{ov} = (V_{gs} - V_{tn}) \quad \bullet$$

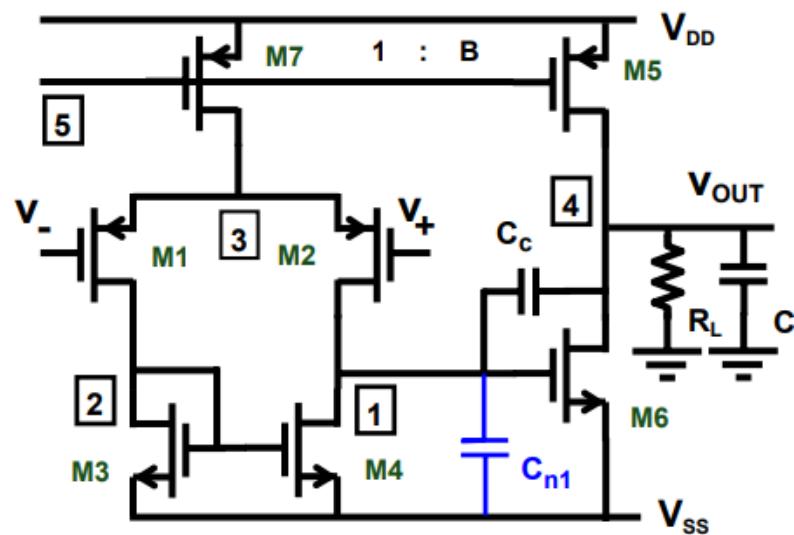
$$V_{ov} \text{ עבור טרנזיסטור PMOS. } |V_{ov}| = (|V_{gs}| - |V_{tp}|) \quad \bullet$$

ערך V_{ov} , הנקרא מתח יתר, ישמש לכל אורך החישובים.

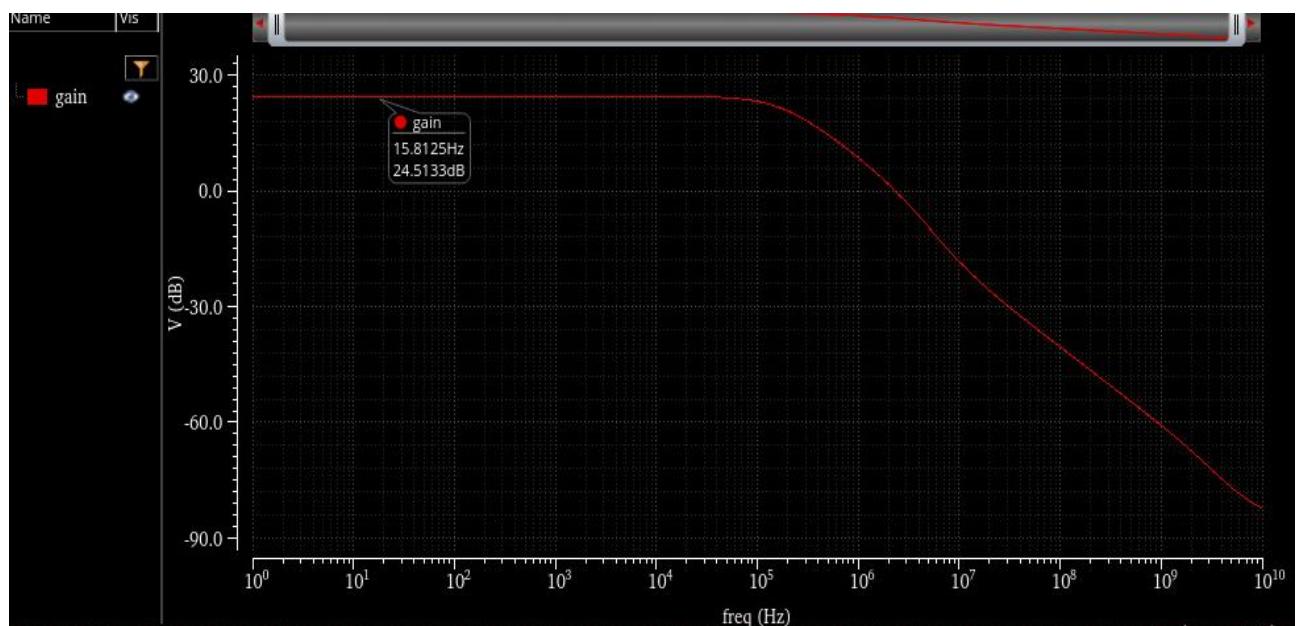
תהליך עיצוב וקבעת ערכי הטרנזיסטורים :

בחרנו בمعالג OTA MILLER שהוא בדף התרגולים :

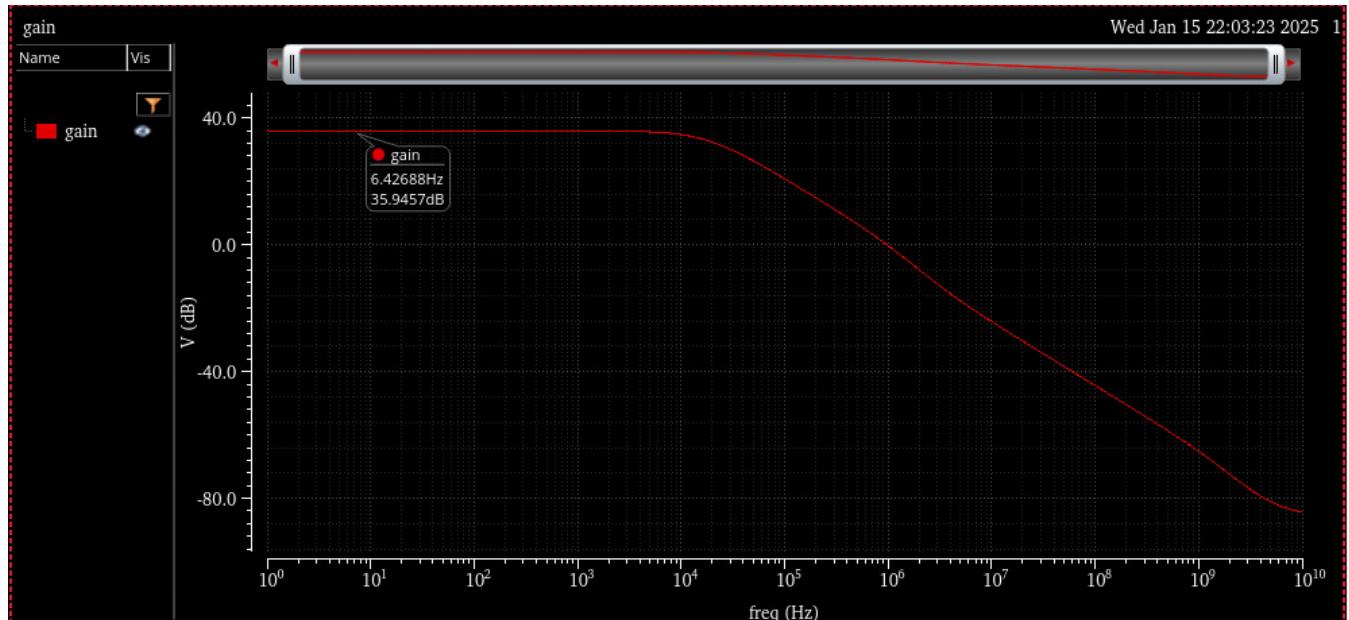
Miller CMOS OTA



התחלנו עם ערכים התחלתיים של $a_0 = 500$ לכל ה L and w עם התנגדות $R_0 = 9.6k$ וקבלנו הגבר של 24 כערך התחלתי :



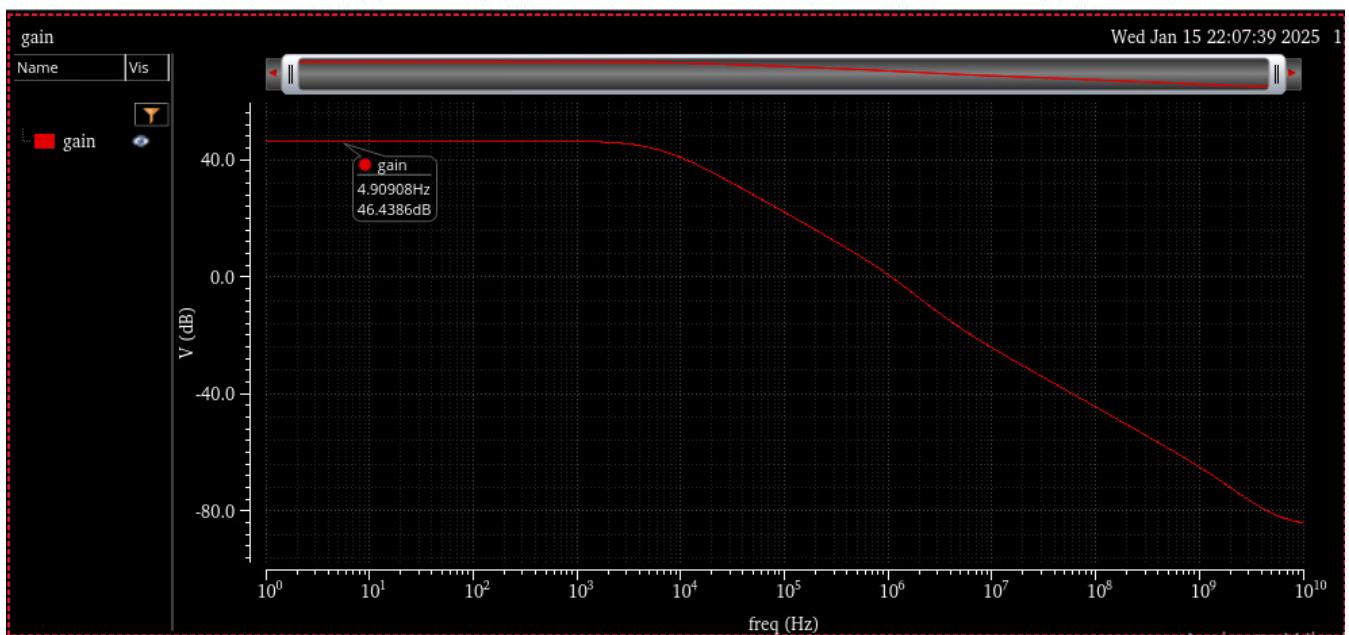
נשנה את גגלי טרנזיסטור 9 כדי שנתקבל גל יותר גדול לטרנזיסטורים 6 ו 8 , שמנו $A_{v1} = 120$ ו $A_{v2} = 3$
וקבלנו הגבר של 36:



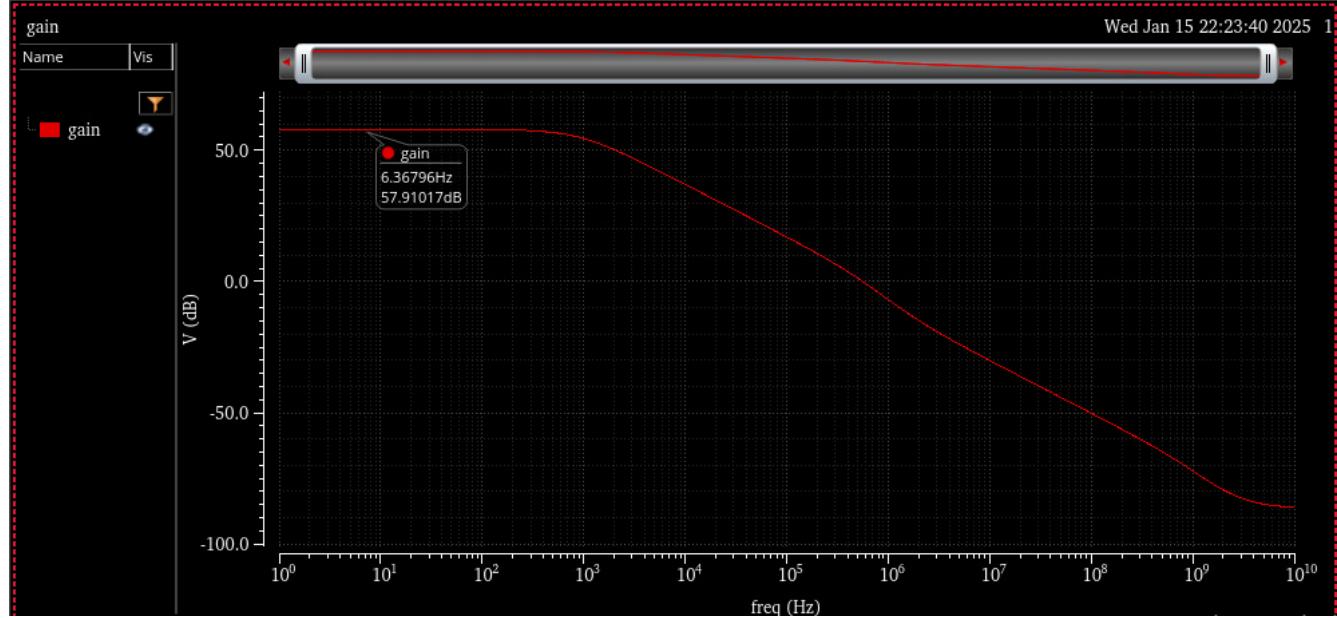
רוצים להגדיל את ההגבר של הדרגה הראשונה לכן קבענו יחס בין A_v של הסומן וסומך

לדרגה הדיפרנציאלית.

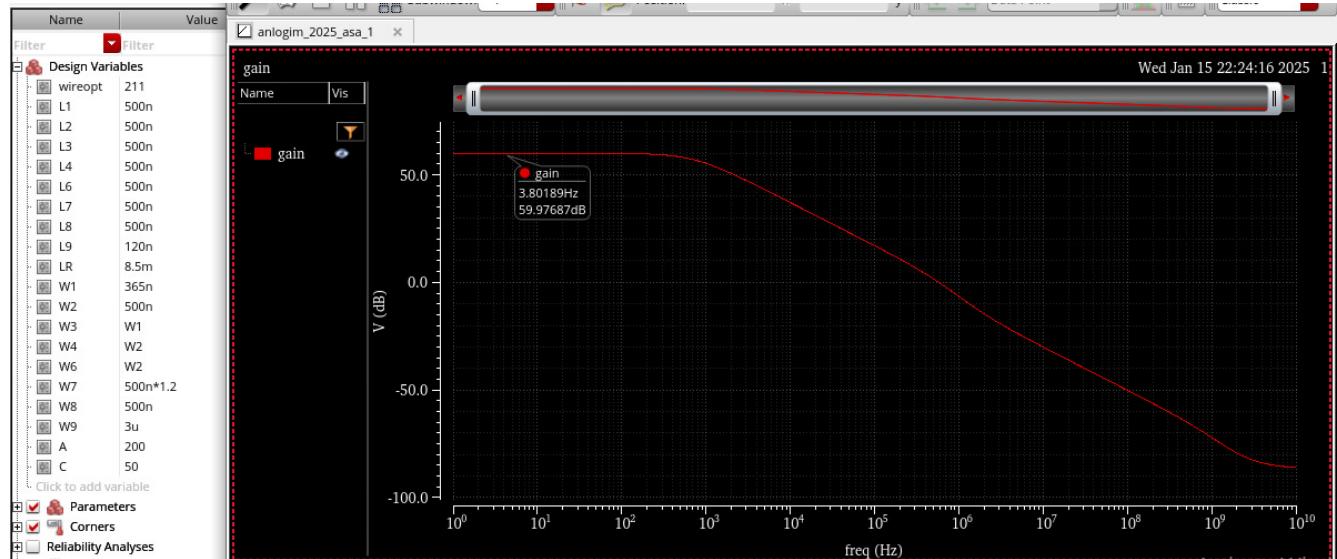
קיבלו הגבר של: 46



נשנה עכשו את הנגד כדי להקטין את g_V כך שנקטין V_{out} שמאגדיל את ההגבר
קבענו $R=80\text{k}$

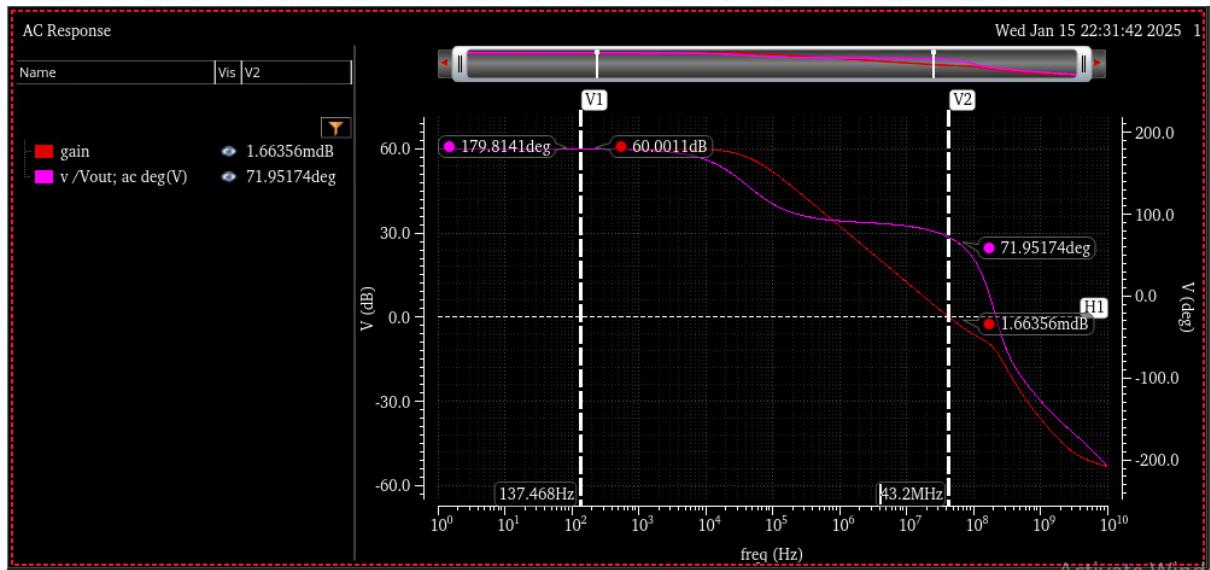


עכשו רוצים להגדיל הגבר הדרגה השנייה על ידי הגדלת W כך שיגדיל gm מה שמאגדיל הגבר הדרגה.

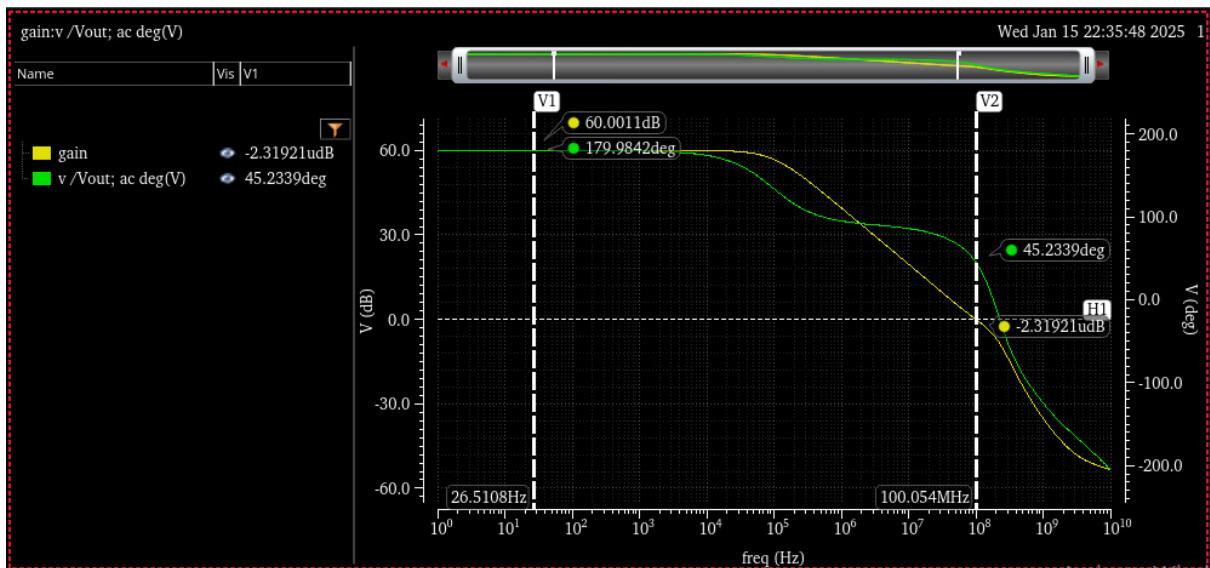


קבלנו הגבר הדרוש.
עכשו נתיחס לרוחב בס ופזה, רוצים רוחב בס הרבה יותר גדול لكن עשינו sweep על W של כל הדרגה הראשונה בלבד ועל W של כל הדרגה השנייה בלבד כדי שנוכל להחיליט את הערך הנוכחי שנוטן רוחב בס הדרוש:
מההתוצאות קבענו $\text{R}=50$ לדרגה הראשונה, ופי 480 לשנייה.

וקבלנו הגרף הבא :



הפaza גדולה ו GBW קטן אז נקבע את CC, קבענו אותו 1.742 pF על ידי deep sweep

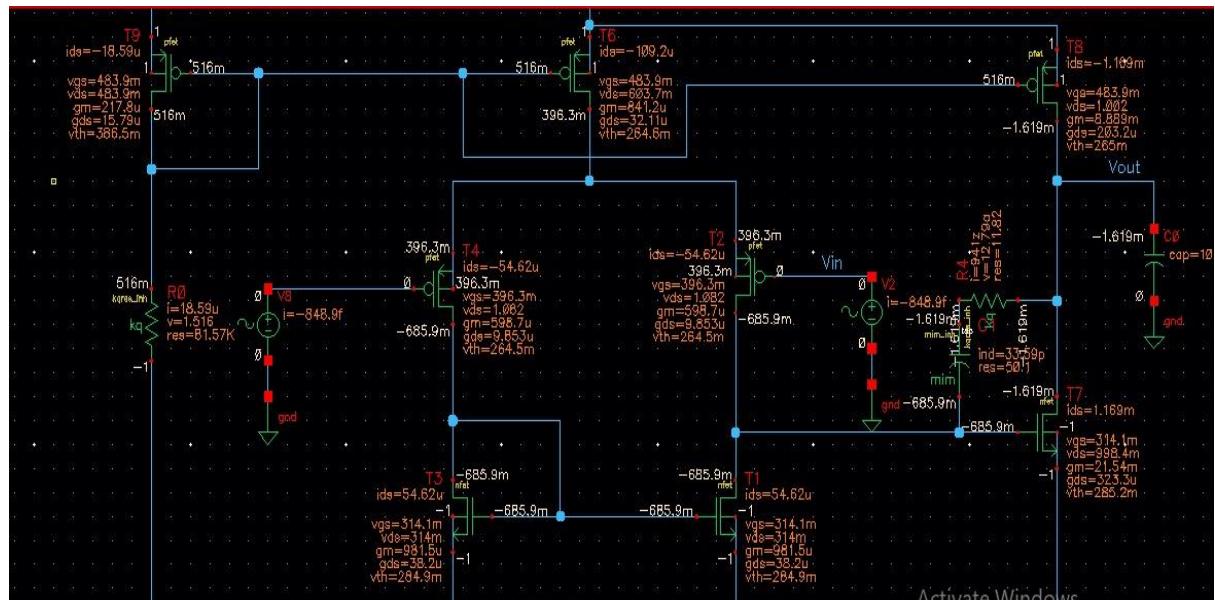


לסיכום תהליך בניית המודול וקבעת הערכיהם של הטרנזיסטורים יצא לנו :

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

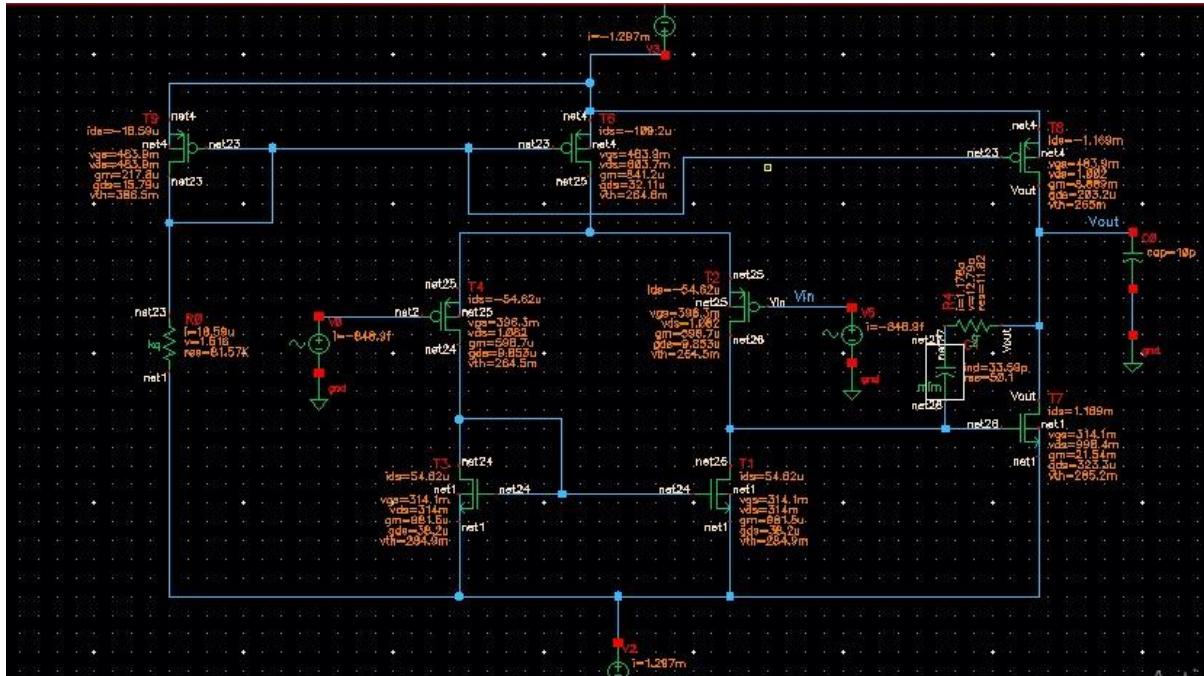
נקודות עבודה של טרנזיסטורים :



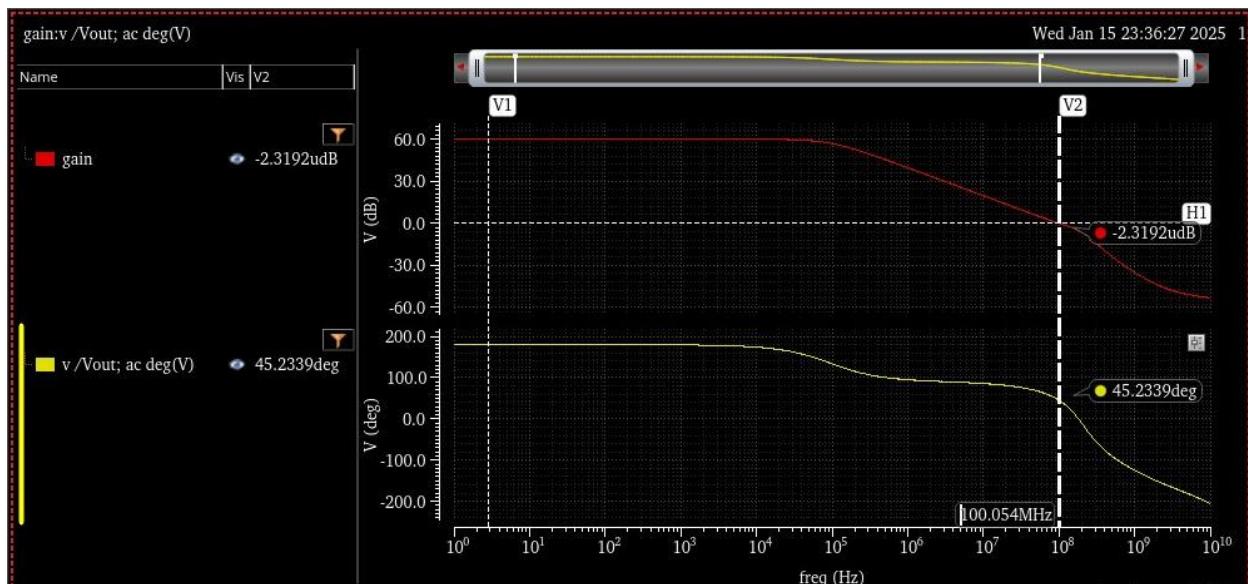
צריית ה-OPA : DC

אפשר לראות מגראף הבא שסך הזרם במקורות הוא $A_m = 1.297 \text{mA}$ כפול במקורות המתח שבערק המוחלט V_1 لكن סך ההספק הוא :

$$S = V^* I = 2.594 \text{mW}$$



הגבר ותגובה תדר :



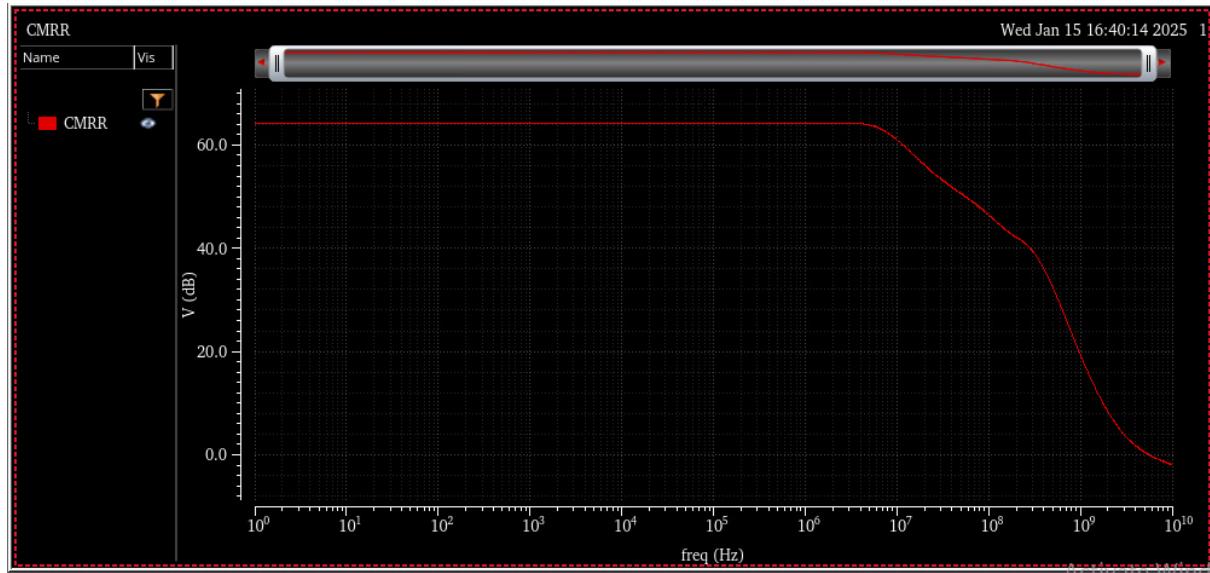
: CMRR

יכו דחיתת המצב המשותף הוא היחס בין רוח דיפרנציאלי ורוח מצב משותף.

הנוסחה יכולה

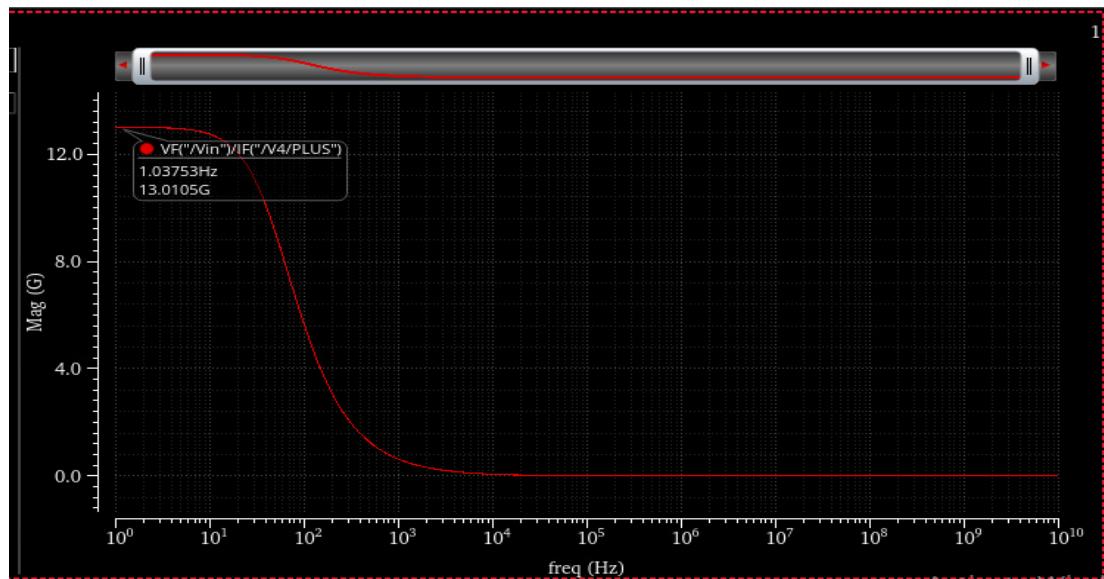
להתבטא כדלקמן:

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

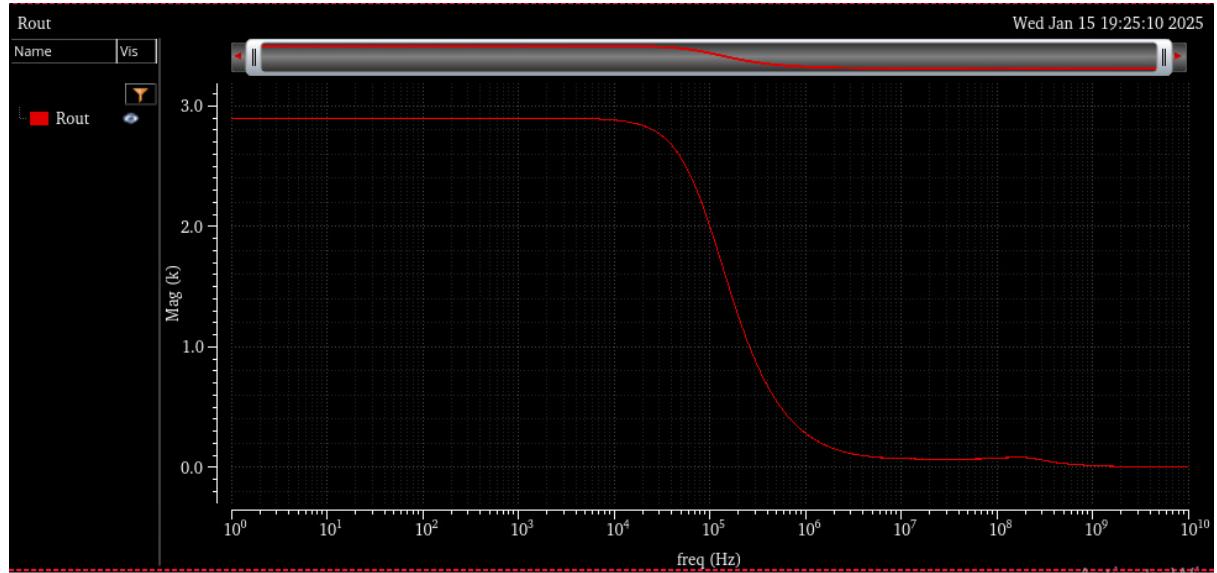


אימפדיון של הכניסה והיציאה :

: RIN

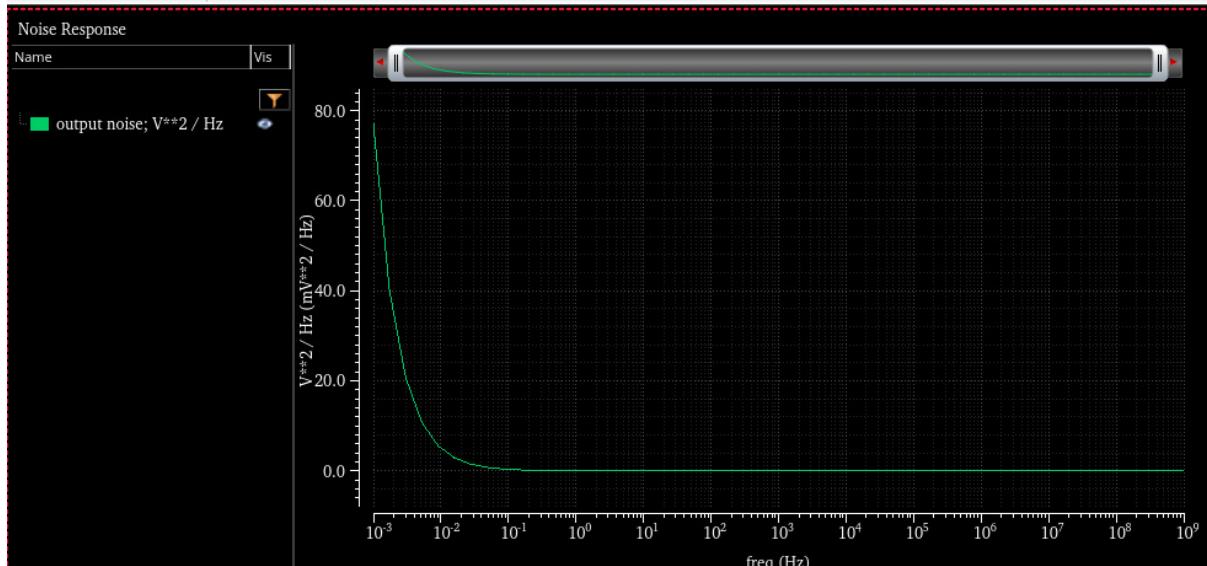


:ROUT

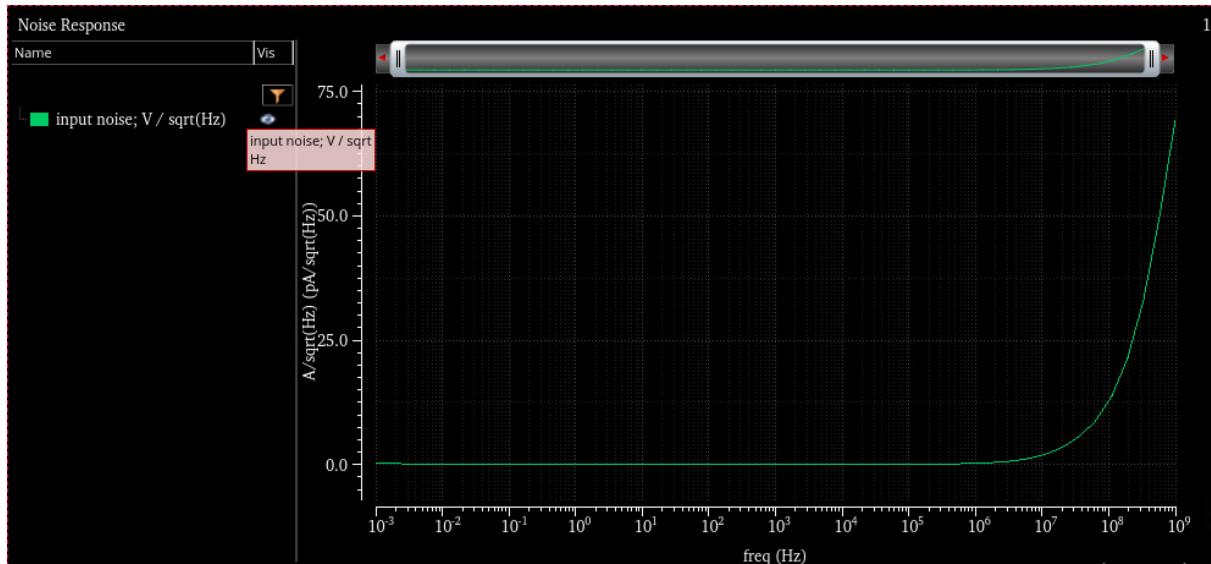


Noise:

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

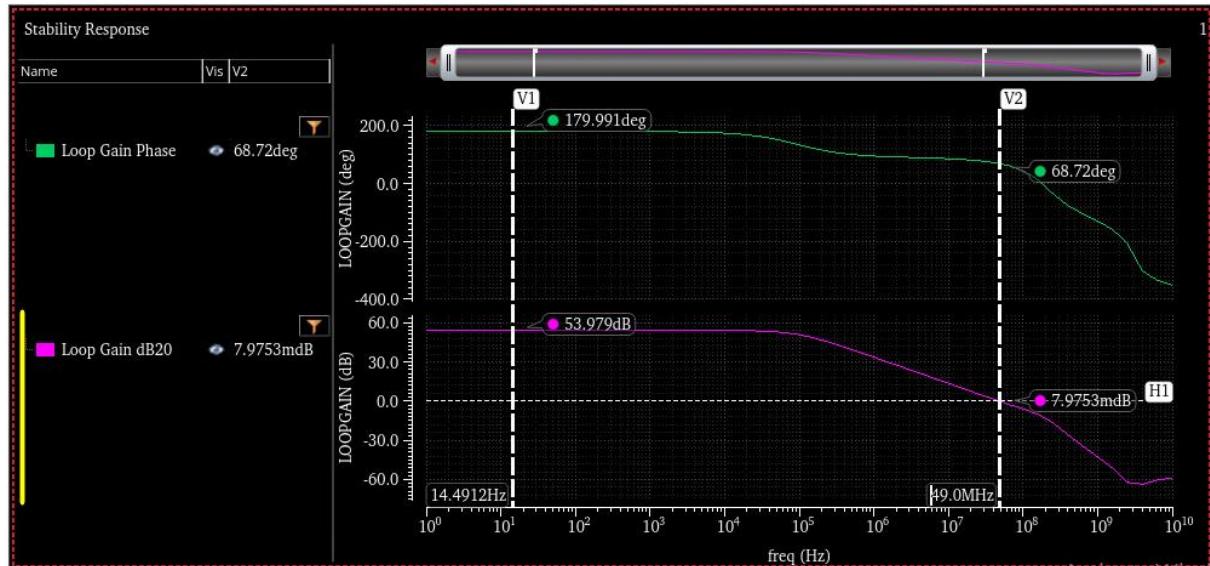
Integrated Noise Summary (in V^2) Sorted By Noise Contributors
 Total Summarized Noise = 0.000193135
 Total Input Referred Noise = 1.73126e-08
 The above noise summary info is for noise data

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

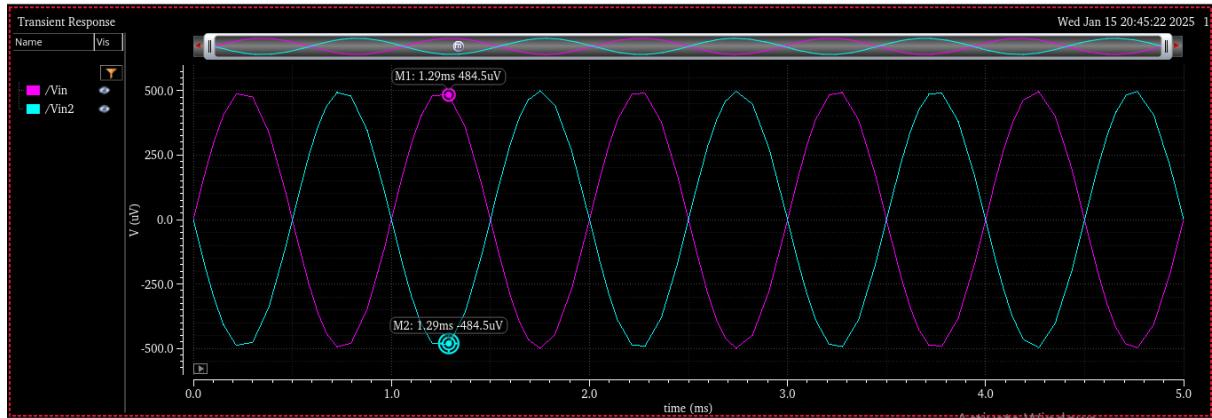
Spot Noise Summary (in V^2/Hz) at 100M Hz Sorted By Noise Contributors
 Total Summarized Noise = 9.29043e-17
 Total Input Referred Noise = 1.8945e-16
 The above noise summary info is for noise data

Stability

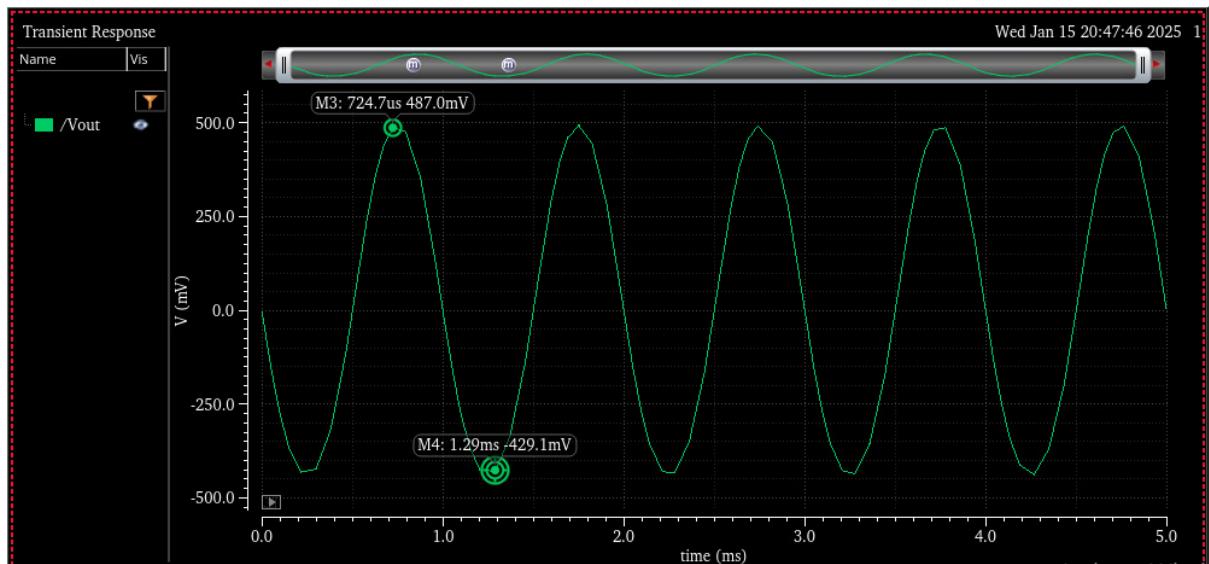


Transient simulations:

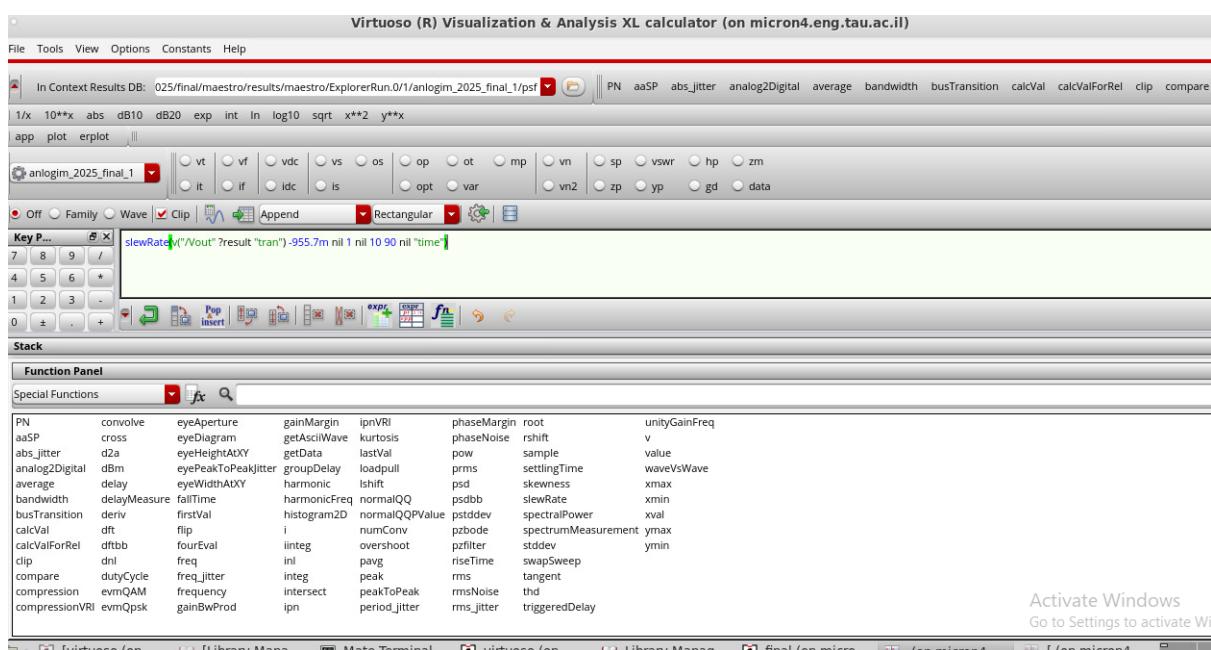
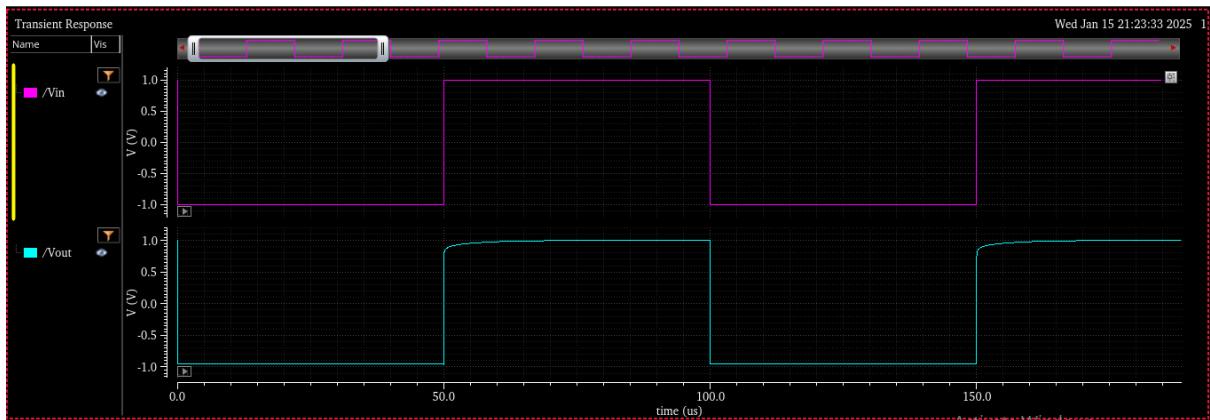
Vin



Vout



Slew Rate graph:



Slew rate value

