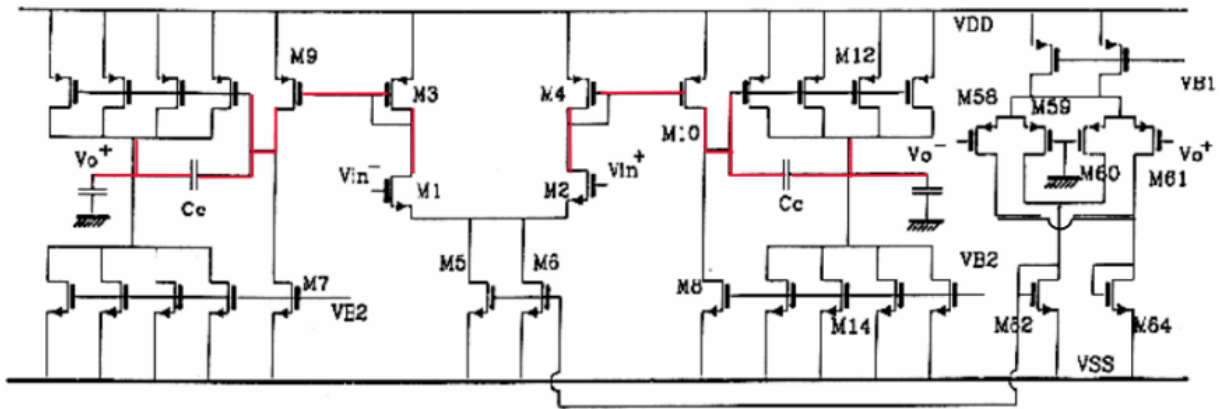


פרויקט 4

תכננו את המעגל הזה:



טבלת ערכים:

	W	L	V_{gs}	V_{ds}	g_m	g_{ds}
M1	40u	0.4u	344.5mv	661.3mv	3.943m	98.65u
M2	40u	0.4u	344.5mv	661.3mv	3.943m	98.65u
M3	500u	2u	378.5mv	378.5mv	2.612m	60.58u
M4	500u	2u	378.5mv	378.5mv	2.612m	60.58u
M5	14.22u	0.4u	499.5mv	759.6mv	3.587m	145.8u
M6	187u	4u	378.9mv	408.5mv	505u	7.351u
M7	200u	79.84u	400mv	1.392v	351.6u	2.892u
M8	8u	0.4u	408.5mv	903.8mv	236u	5.073u
M9	8.4u	6.128u	400mv	896.2mv	172u	3.967u
M10	187u	4u	378.9mv	408.5mv	505u	7.351u
M11	200u	79.84u	400mv	1.392v	351.6u	2.892u
M12	8u	0.4u	408.5mv	903.8mv	236u	5.073u
M13	8.4u	6.128u	400mv	896.2mv	172u	3.967u

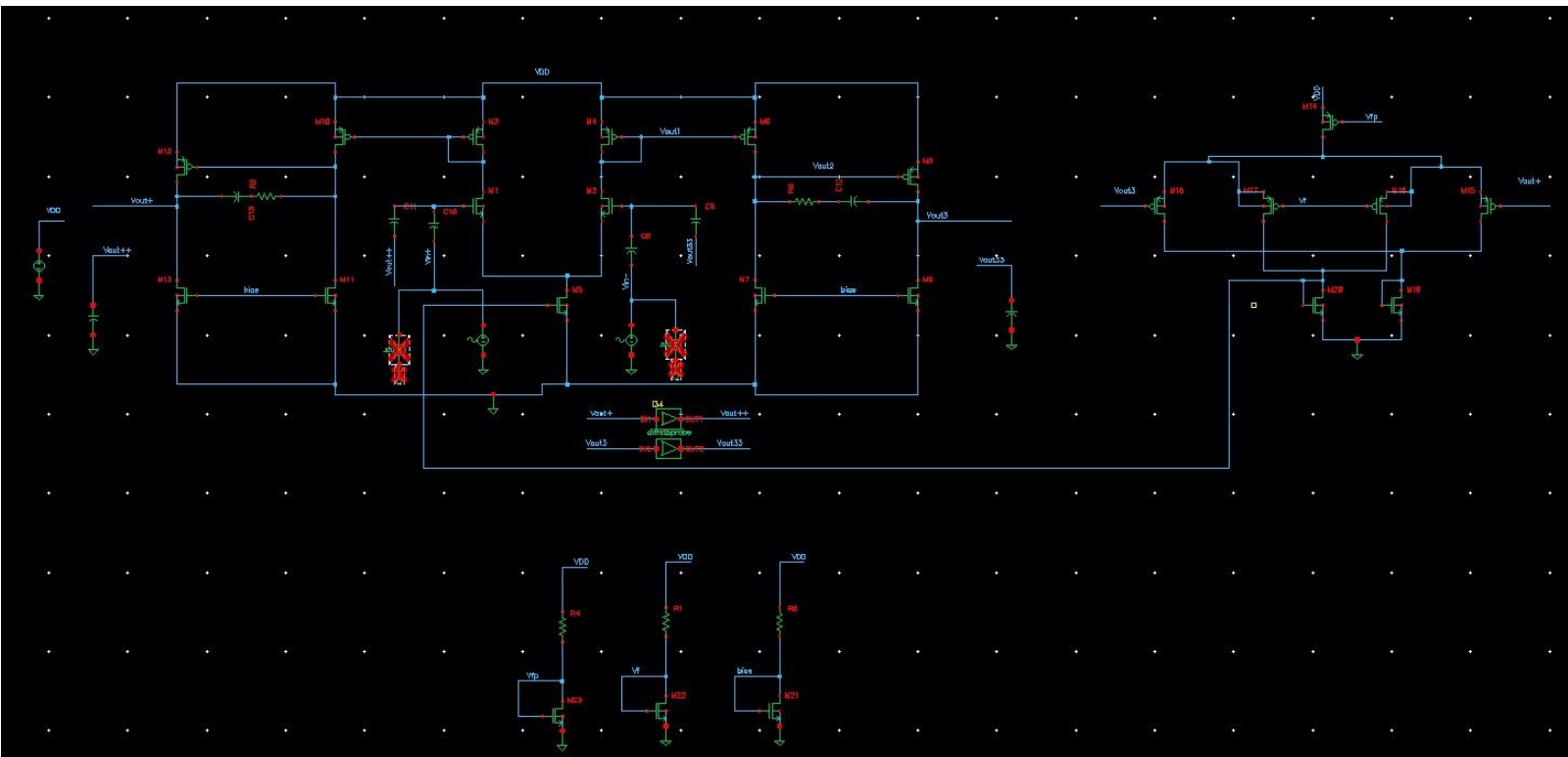
CMFB:

	W	L	V_{gs}	V_{ds}	g_m	g_{ds}
M14	408.2u	4u	600mv	499.8mv	2.72m	59u
M15	400u	4u	396.2mv	811.5mv	1.247m	9.63u
M16	400u	4u	403.4mv	800.6mv	1.3m	10.35u
M17	400u	4u	403.4mv	800.6mv	1.3m	10.35u
M18	400u	4u	399.1mv	796.4mv	30.57u	243.3n
M19	40u	4u	488.6mv	488.6mv	1.536m	80u
M20	40u	4u	499.6mv	499.6mv	1.587m	82.88u

	W	L	V_{gs}	V_{ds}	g_m	g_{ds}
M21	20u	20u	400mv	400mv	124.8u	4.494u
M22	50u	50u	896.8mv	896.8mv	322.7u	8.667u
M23	50u	50u	1.2v	1.2v	379.6u	9.726u

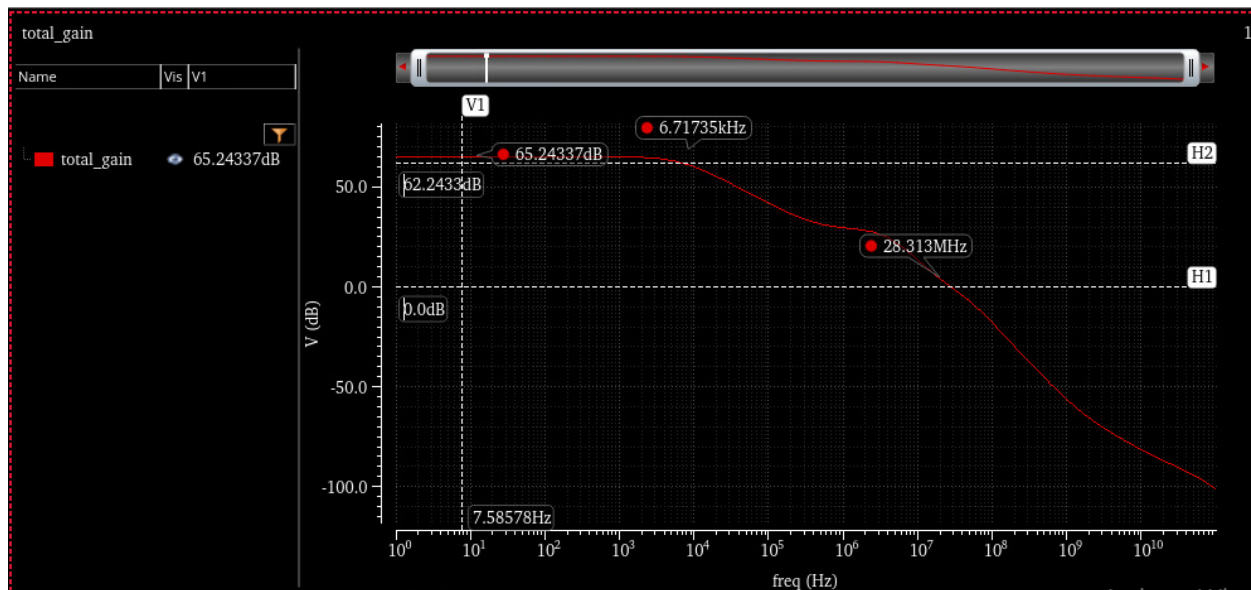
R(name)	Value(ohm)
R0	85.31k
R1	6.516k
R4	2.412k
R5	48.6k
R6	48.6k

C(name)	Value(F)
C8	50p
C9	150p
C10	150p
C11	50p
C12	8p
C13	8p

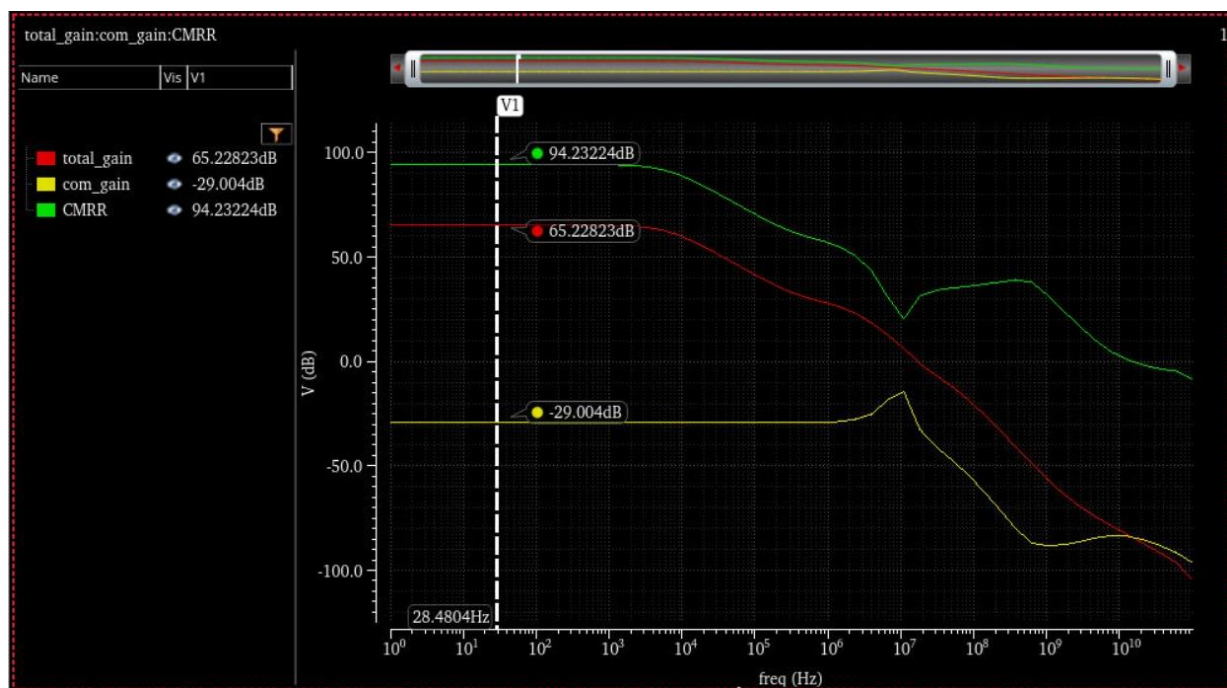


Open loop AC:

Gain and GBW:



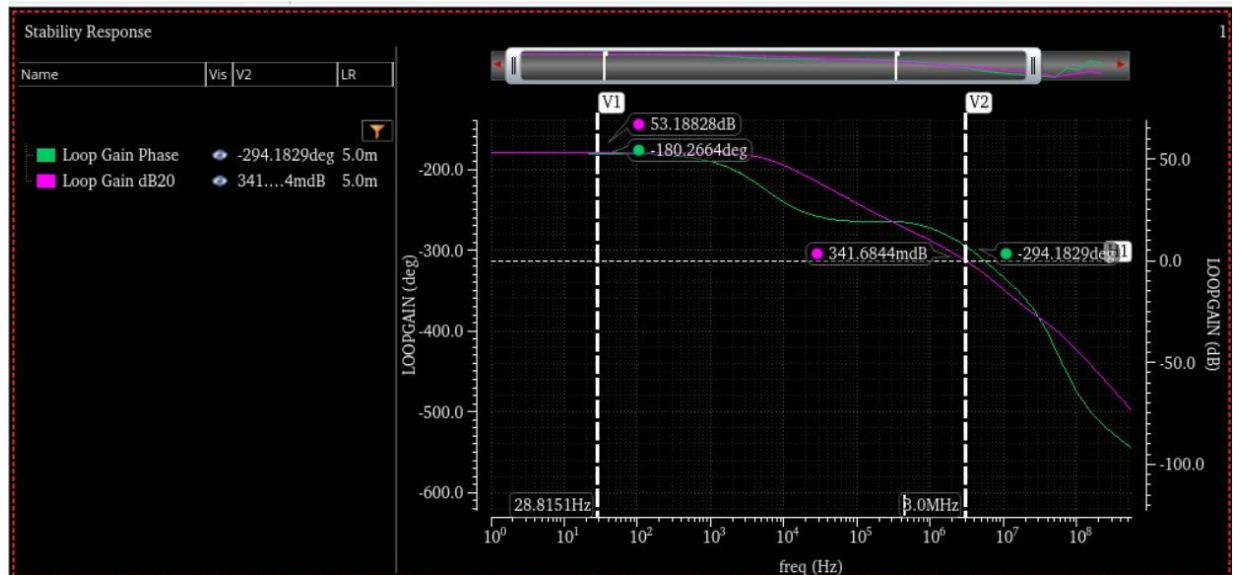
CMRR:



Stapility:

PM(deg)	@Freq(Hz)	GM(dB)	@Freq(Hz)
65.048	3.0476M	23.023	19.957M

Loop gain:



Noise:

/M6	Sthd	1.24968e-09	9.71
/M7	Sthd	1.23112e-09	9.57
/M6	Sf1	1.00084e-09	7.78
/M2	Shotgd	9.0004e-10	6.99
/M10	Sf1	8.96682e-10	6.97
/M1	Shotgd	8.84677e-10	6.87
/M5	Sf1	7.71337e-10	5.99
/M2	Shotgs	5.07224e-10	3.94
/M1	Shotgs	4.98566e-10	3.87
/M2	Sf1	4.77257e-10	3.71

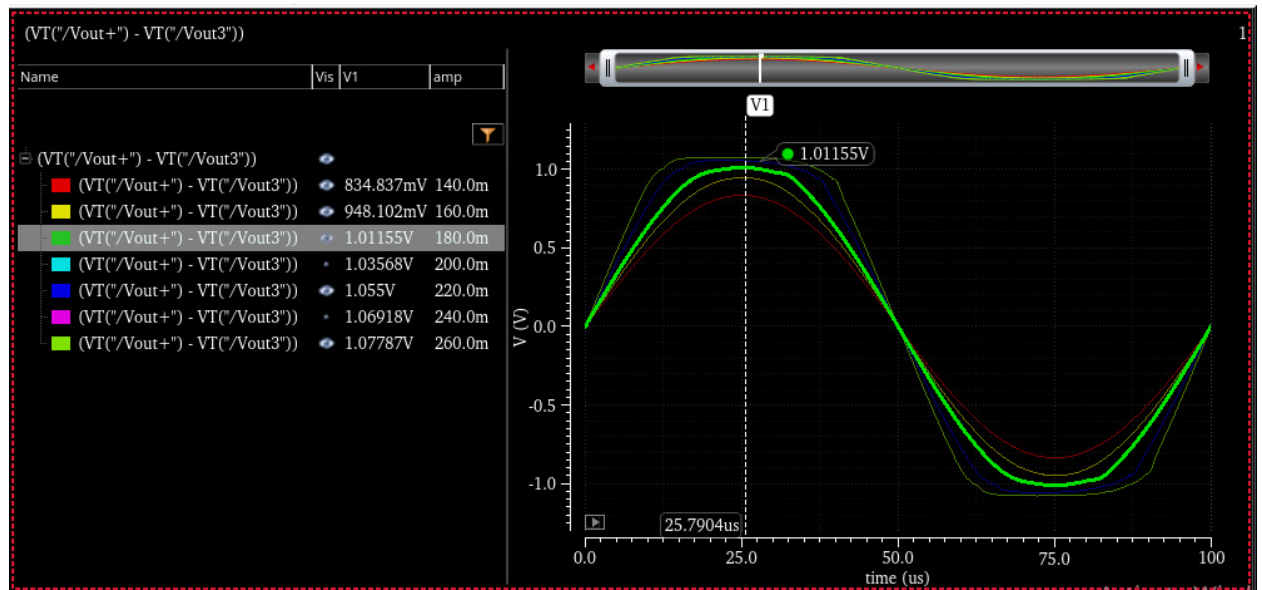
Integrated Noise Summary (in V²) Sorted By Noise Contributors

Total Summarized Noise = 1.2871e-08

Total Input Referred Noise = 0.00936248

The above noise summary info is for noise data

Swing:



$$DR = 10\log\left(\frac{p_{\text{peak-signal}}}{P_{\text{noise}}}\right) = 10\log\left(\frac{V_{\text{swing}}^2/2}{V_{\text{on}}^2}\right)$$

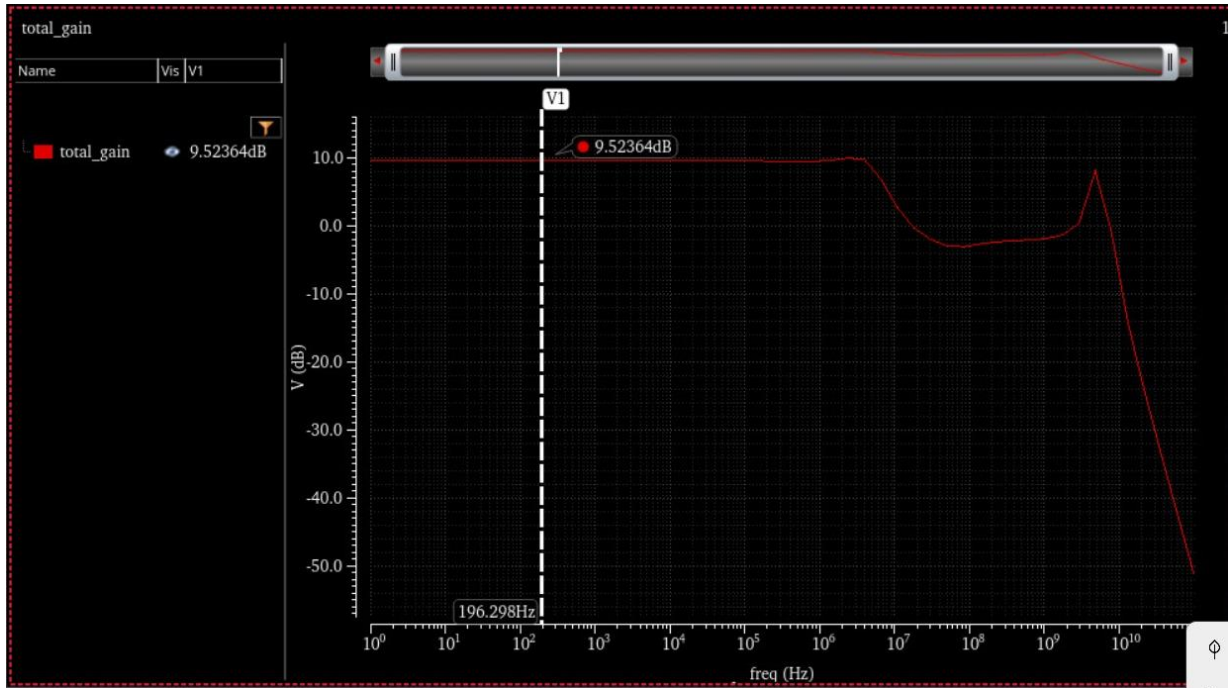
$$= 10\log\left(\frac{1^2/2}{1.28 * 10^{-8}}\right) = 75.6\text{dB}$$

Power Dissipation

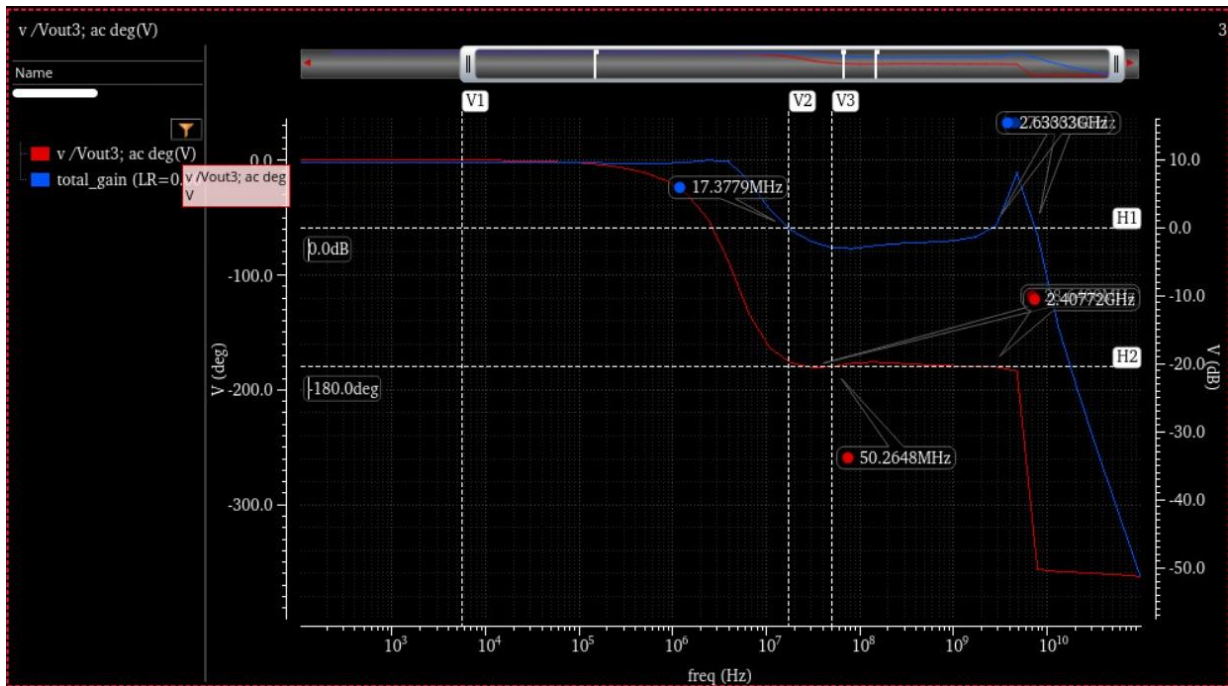


$$P=I*V = 2.81[\text{mW}]$$

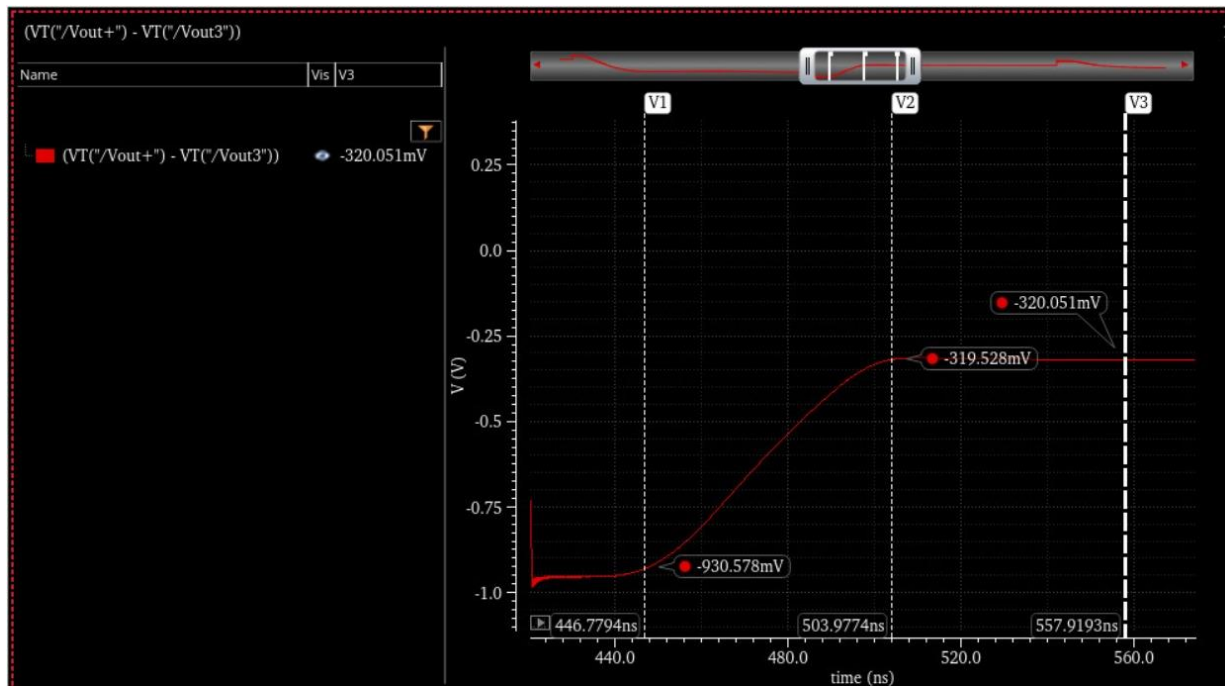
Closed loop:



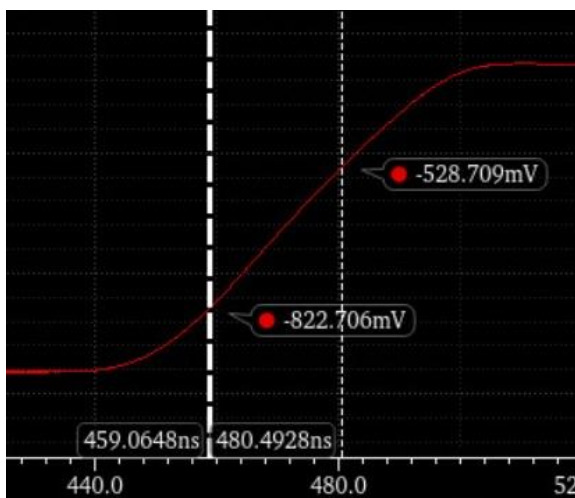
Closed loop bode:



Settling error:



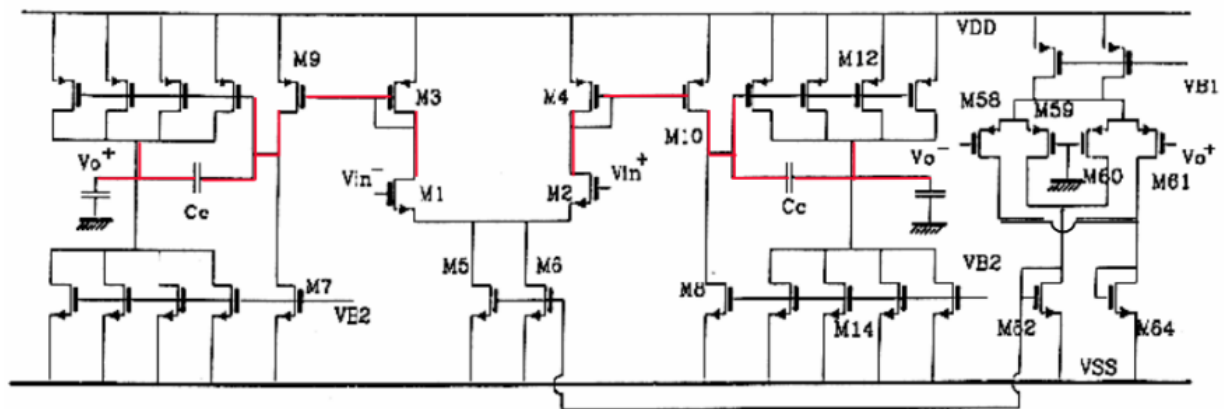
Slew rate:



$$SR = \frac{(822 - 528)m}{(480.5 - 459)n} = 13.6 \left[\frac{mV}{s} \right]$$

תכנון המעגל:

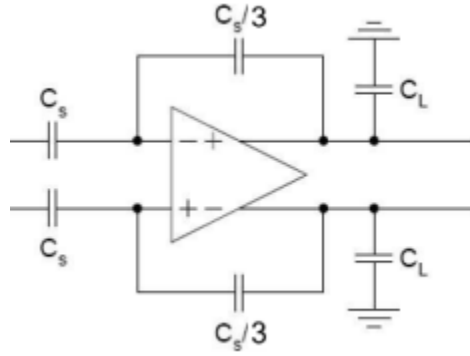
בחרנו במעגל הזה:



דרוש לעשות fully differential amplifier שהגבר שלו בחוג סגור
 $3 \text{ or } 9.54 \text{ db}$. ההגבר בחוג סגור הוא $\frac{A}{1+A*B}$ כאשר A הגבר החוג הפתוח ו-
 הגבר המשוב.

לכן נדרוש A גדול מאוד ו B ששוה ל $\frac{1}{3}$ כך שבקירוב נקבל הגבר 3.

אז בהתחלה נתכנן מגבר של יותר מ 60[db] בחוג פתוח.
 והמשוב להיות קבלים עם יחס 1:3.



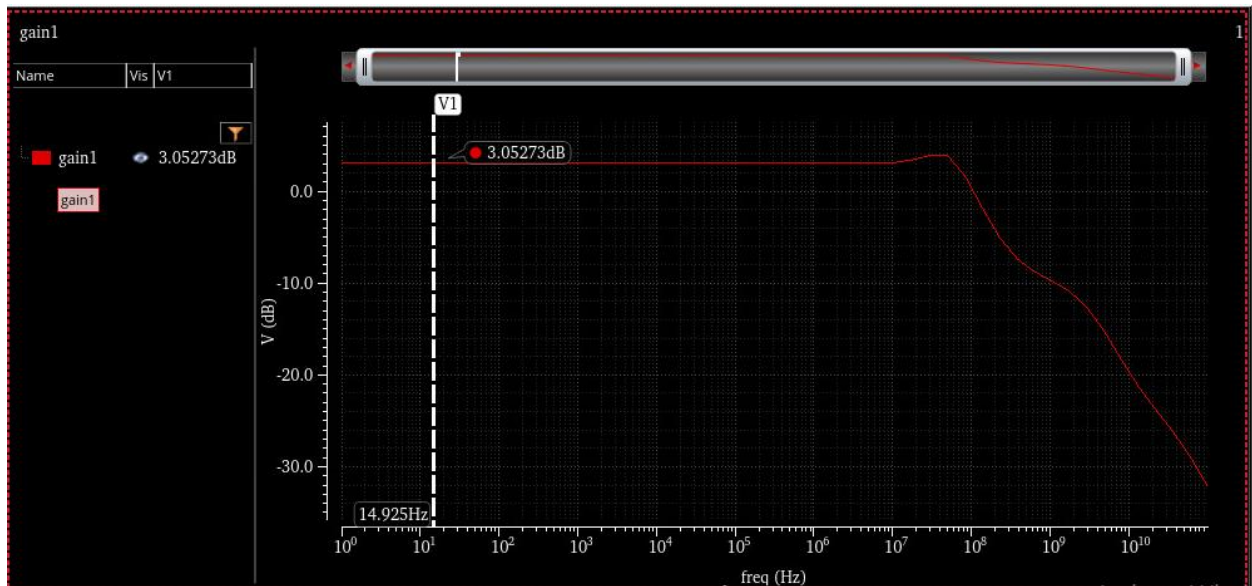
המעגל מתחיל עם כניסות דיפרנציאליות וגם טרנזיסטורים שמחוברים חיבור דיוידי, לכן לא נדרוש הגבר גדול על הדרגה הזו.

נתחיל עם יחס W/L בין pmos and nmos להיות 1:3, עושים sweep כדי לקבל הגבר 3[db]. בסוף קבענו יחס של 1:2.5.

קבענו ערכים w יחסית גדולים כדי להפחית הרעש.

וגם דאגנו שכל הטרנזיסטורים ברוויה. וכדי לקבל רוויה גם לטרנזיסטור בדרגה הבאה (pmos) קבענו מתח שער גדול כך שנקבל $V_{gs} < 500[mv]$.

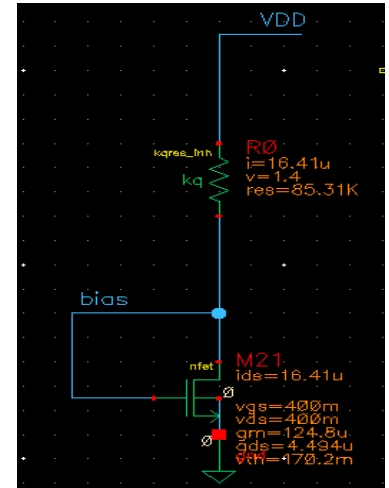
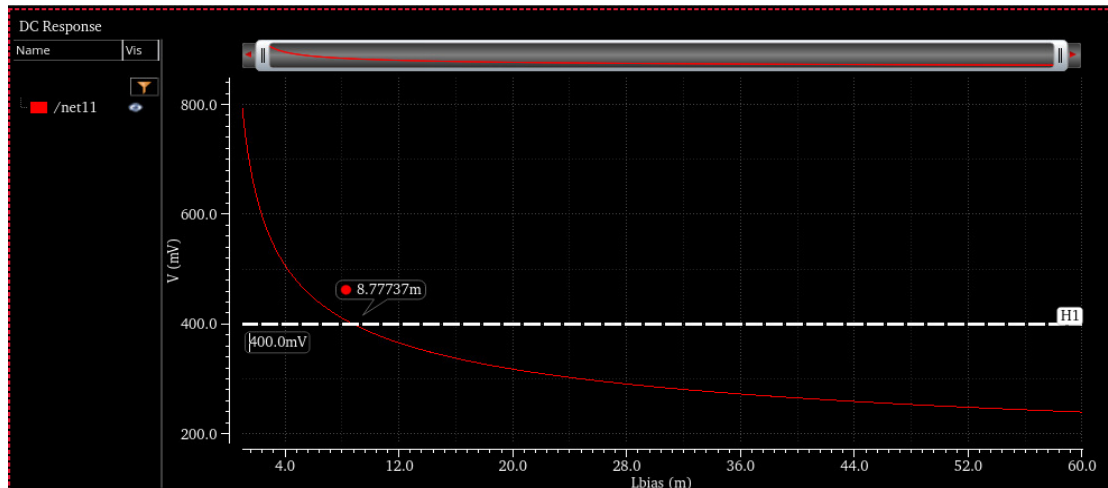
בסוף קבענו מתח שער 1.42, והגבר של:



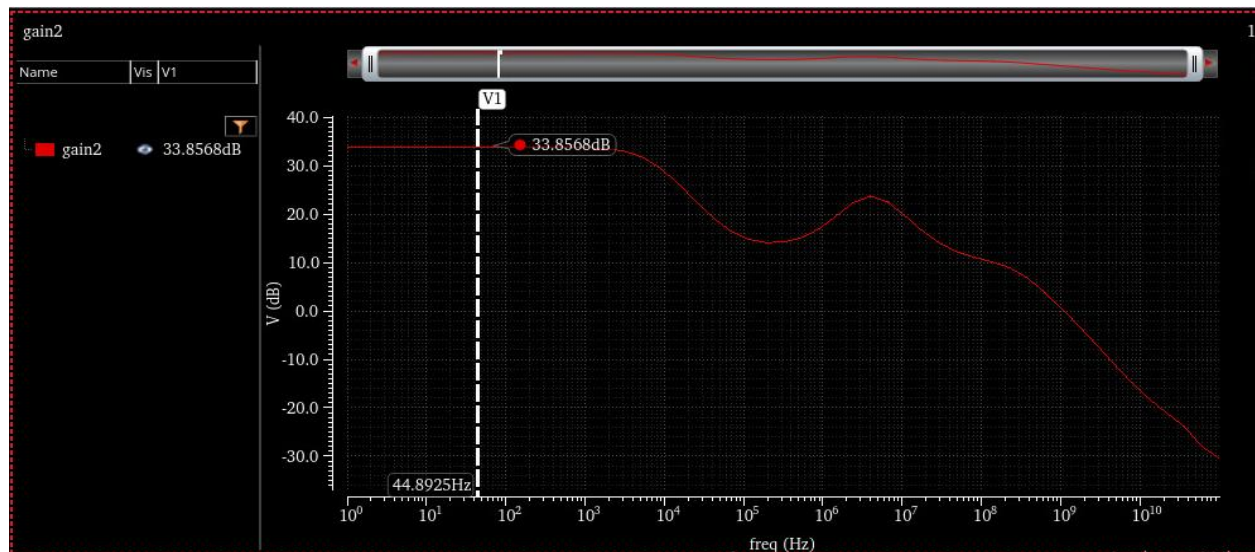
אחרי זה יש לנו שתי דרגות של Common source רוצים שכל אחת תהיה כמעט 30[db] כך שבסוף נקבל הגבר סופי יותר מ60[db].

בדרגה זו גם עשינו sweep על מתח הdrain של הטרנזיסטורים כי זה הוא מתח השער של הדרגה הבאה, לכן גם פה גבענו מתח יחסית גדול.

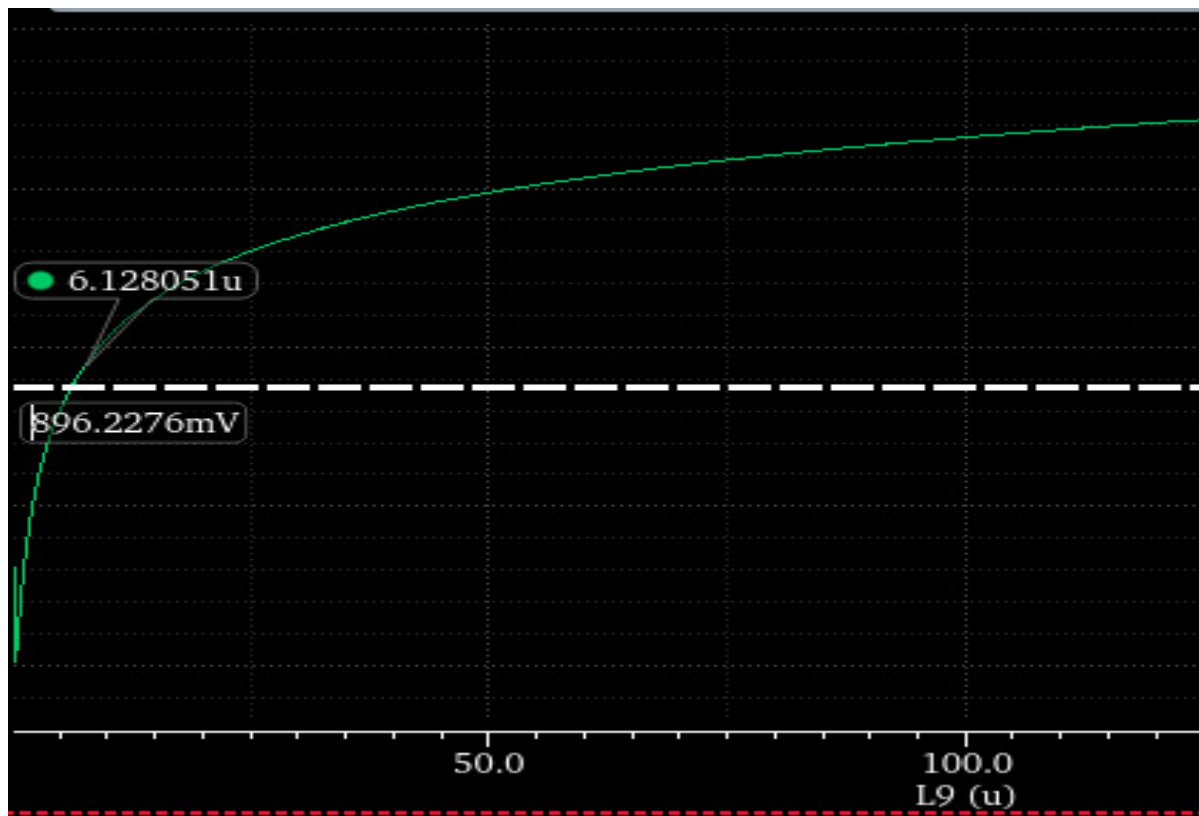
ועבור הNMOS כדי לקבל רוויה קבענו $V_{bias}=400[mv]$.



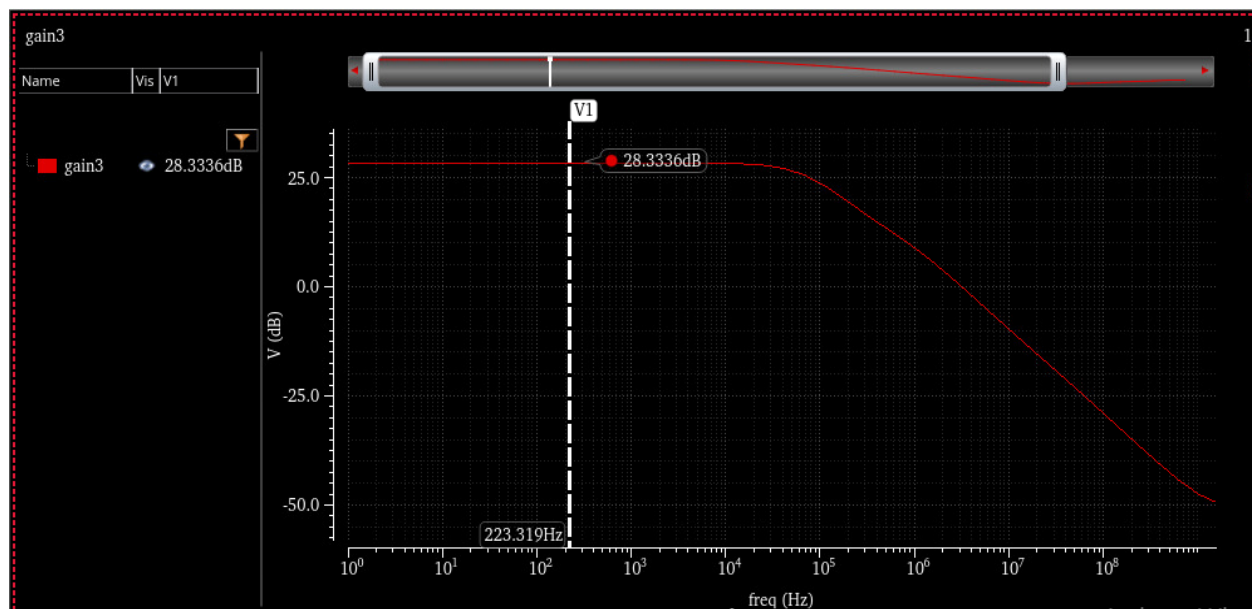
ובסוף קבלנו הגבר הדרגה השנייה 33.85[db].



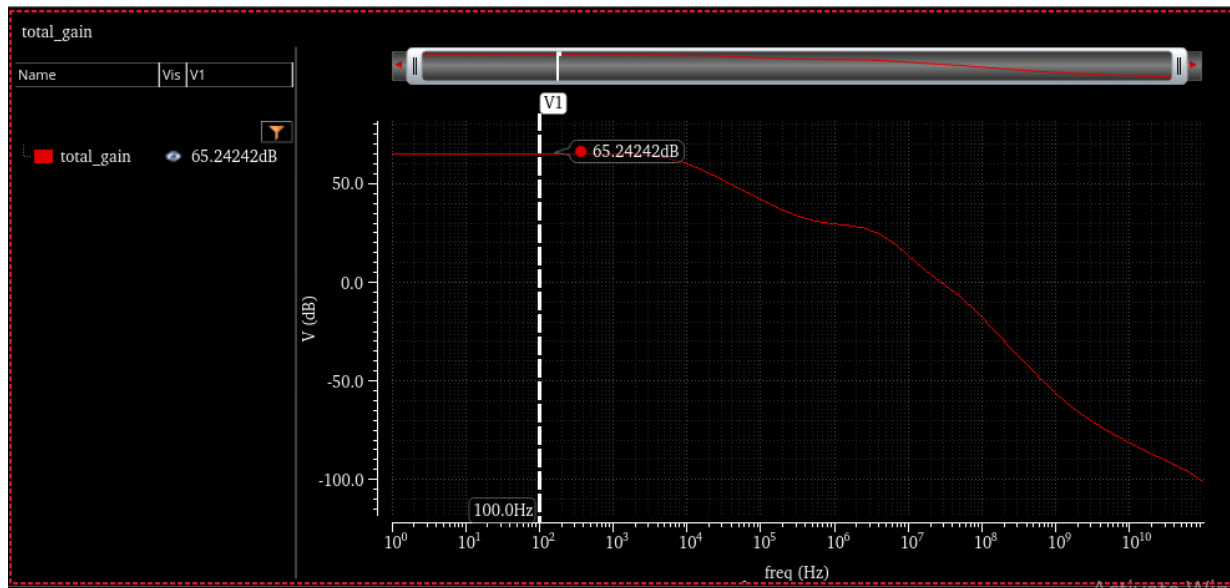
בסוף נשאר הגבר הדרגה האחרונה, כבר קבענו מתח שער לPMOS מהדרגה שלפנייה לכן הטרנזיסטור במצב $V_{gs} - V_t$ קטן ועבור הNMOS קבענו מתח שער (V_{bias}) ששווה ל-400[mv] $V_{gs} - V_t$ קטן אז נשאר רק שמתח VDD יתחלק בין שני הטרנזיסטורים כך ששניהם יהיו ברוויה.



בסוף הגבר הדרגה האחרונה:

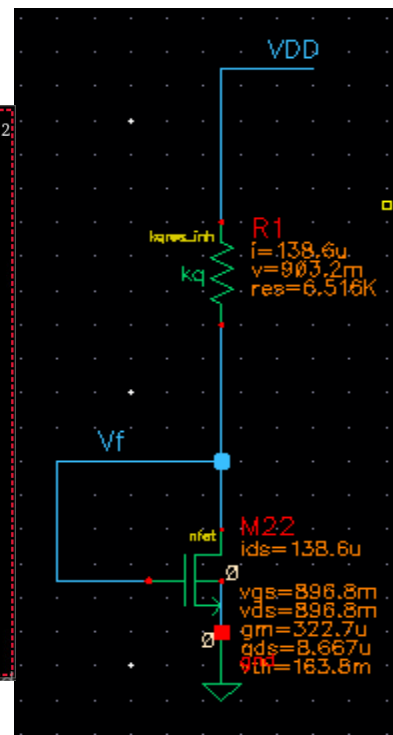
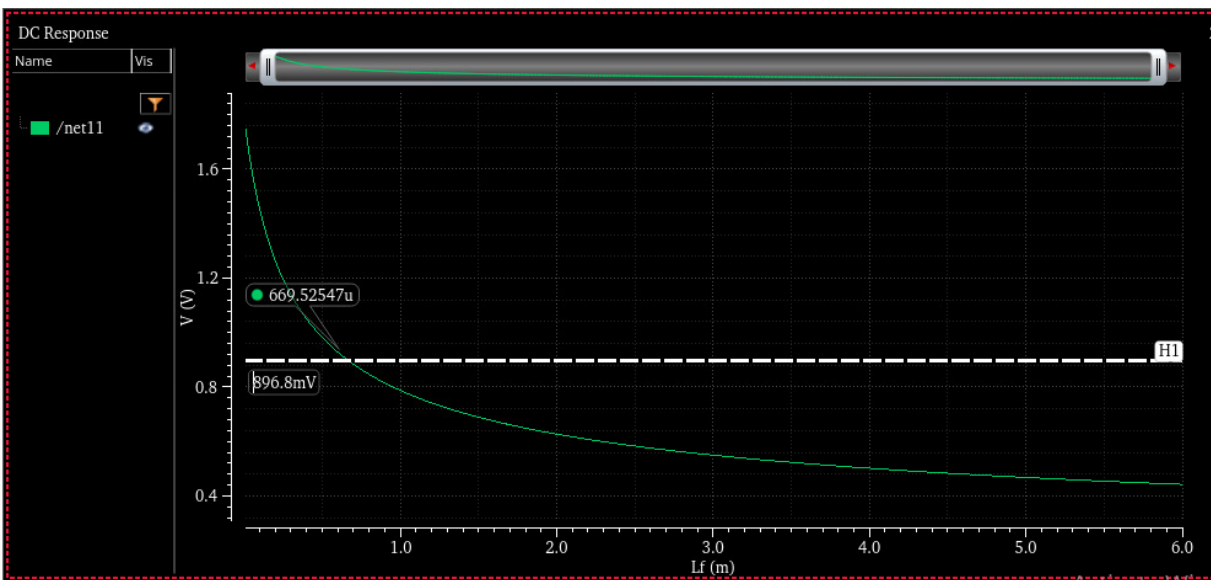


אז סך הכל קבלנו הגבר חוג פתוח:

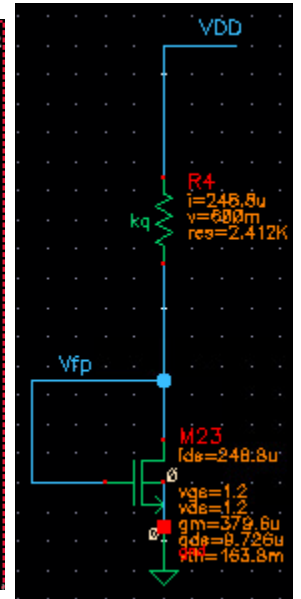
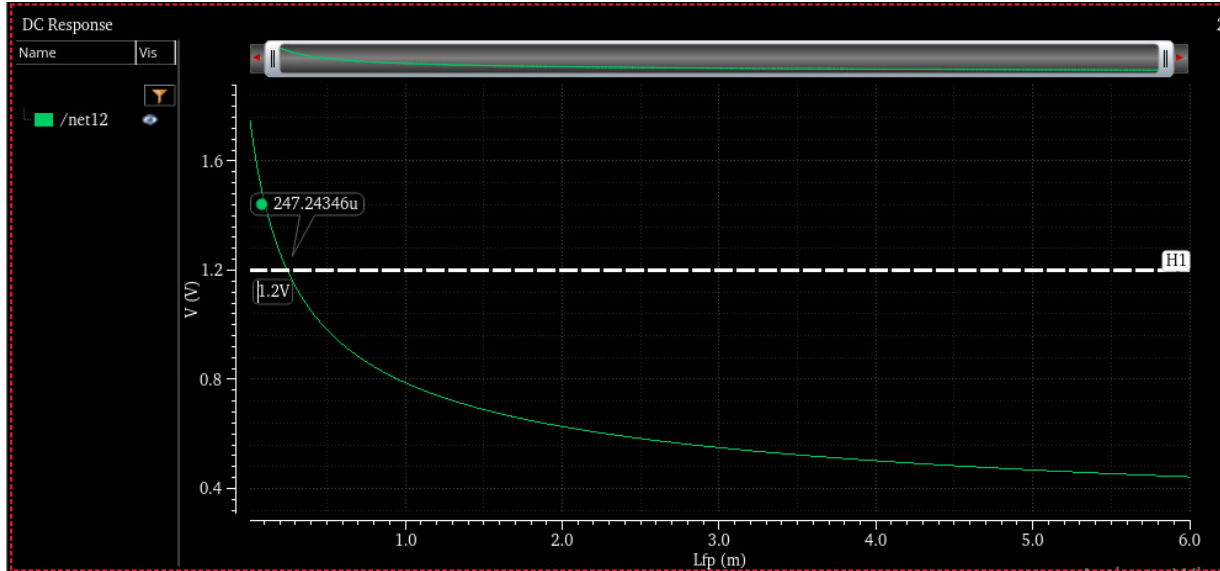


עכשיו נתכנן את CMFB שיחזיר לנו את אותו מתח שקבענו עבור M5 שהוא 500[mv]

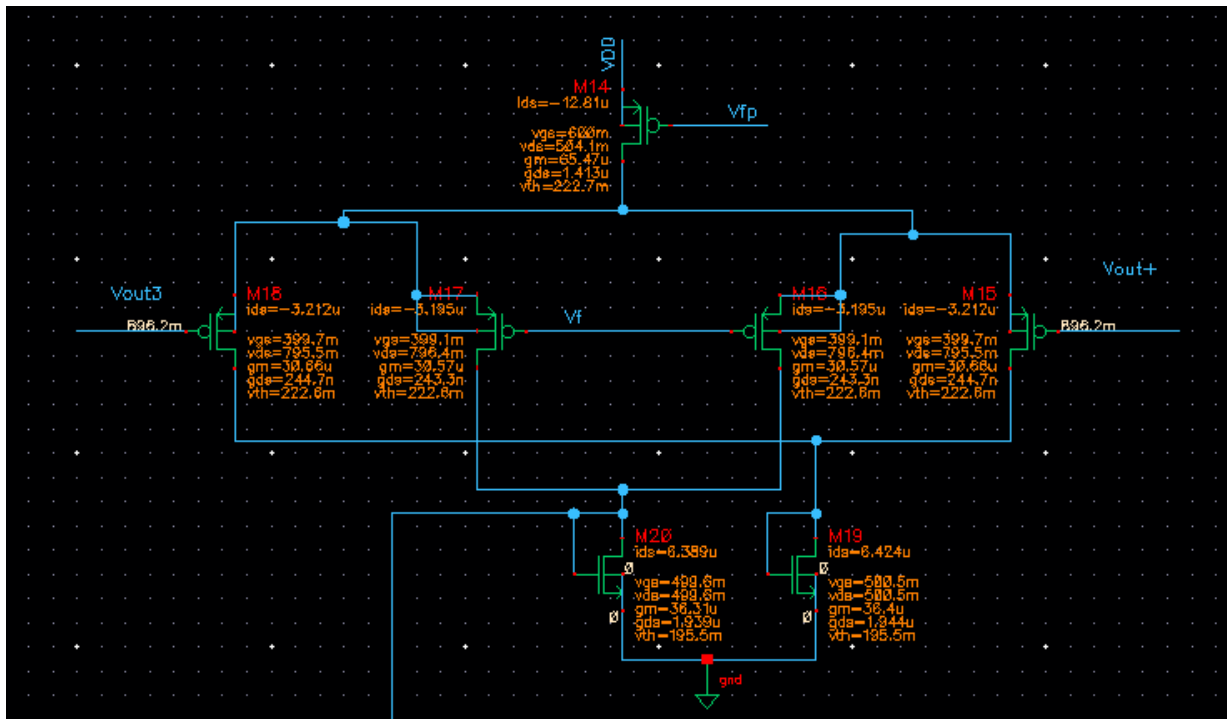
נתכנן $V_{ref} \approx V_{out}$



וגם VFP גדול כר ש PMOS יהייה רוויה:



בסוף קבלנו CMFB



אז אחרי בדיקת הרעש קבלנו רעש גדול בCMFB
 לכן הכפלנו כל W בCMFB ב 40 וקבלנו רעש נמוך.

בסוף

