

פיתרון עשאה 1

1. T_1, T_2 - מאמי הפנים ; T_5, T_6 - כארי ליק ; T_3, T_4 - אומס אומסימי

2. $I_{D1} = I_{D2} = I_{D3} = I_{D4} = ; I_{D5} = 400 \mu A ; I_{D6} = 100 \mu A$ (מאמל שמוא מפר פי 4)

$$= 200 \mu A$$

(עסא דסר במופד שונה סד T_3, T_4 מוסמ T_1, T_2)

3. T_3 מאיפ מכווה (ש'ק עס !)

מכמה מאמי ערונניה עמי T_1
מבאן. $V_{D1} \leq V_{G1} + |V_{t1}|$ (צ'מזוק של V_S והכפלי במין (-))
 $V_{D1} - |V_{t1}| \geq V_{G1}$ - ימן מאמי מינמיק

$$V_{D1} = V_{D3} = V_{G3}$$

$$I_{D3} = 50 \mu A = \frac{1}{2} \cdot 50 \mu A / V_t \cdot 0.5 (V_{G1} - 0.5)^2$$

$$0.04 = (V_{G1} - 0.5)^2 ; V_{G1} - 0.5 = \pm 0.2$$

$$V_{G1} \geq 0.7 - 0.5 = 0.2 \leq V_{D1} = 0.4 \quad \text{עסן} \quad V_{G1} < 0.7 \quad \times 0.3 \quad \text{לס} \quad V_{t1}$$

מאמי עסב ש סכניססוק T_1 יהיה פסל $V_{G1} \leq V_{S1} - |V_{t1}|$; $V_{S1} \geq |V_{t1}|$
 $V_{S1} = V_{D5}$

$$V_{S1} \geq V_{G5} - |V_{t1}|$$

מאמי עכנויה של סכניססוק T_5

$$V_{D5} \leq V_{G5} + |V_{t1}|$$

אם V_{G5} ימן עממא ממשלולת ליק

$$100 \mu A = \frac{1}{2} \cdot 25 \mu A / V_t \cdot 0.25 (5 - 0.5 - V_{G5})^2$$

$$(4.5 - V_{G5})^2 = 0.32 ; V_{G5} = 4.5 \pm 0.56$$

$$V_{D5} \leq 4.44$$

$$V_{G5} < 5.06 \quad \times 3.94$$

$$V_{G1} \leq 4.44 - 0.5 = 3.94$$

$$0.2 \leq V_{G1} \leq 3.94$$

3. י שטטיק עס שמוצא בצינור CS

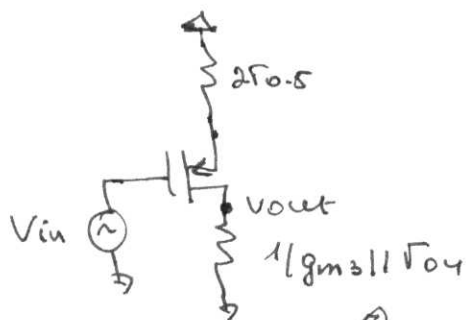
עפי מרי שלמנו. מכיתה: $A = -g_m r_{o1} || R_D$

ממדנה שלמ. $R_D = r_{o4}$

מאעס ע $r_{o4} = r_{o2}$ עכ

$$A_d = -g_m r_{o1} || r_{o2} = -\underline{\underline{g_m r_{o1}/2}}$$

ה. עצונק ב'סדיר של CMRR צריק עפוסת מרי. A_{CM} .
נייתן ערציע מרעל שיעל רמא



עפי רמנו שיעל וינמה.
שציק שווה ע $2\mu A$
יאל-מדעיק ע
 $r_{o1} = 400k$
 $g_m = 0.5mS$

עכ $1/g_m || r_{o1} \approx 1/g_m$

מכיון עמססה מרי. מרעליק טרופולוגר CS degeneration

ממדנה כצה $A_{vo} = -\frac{g_m R_D}{1 + g_m R_S}$

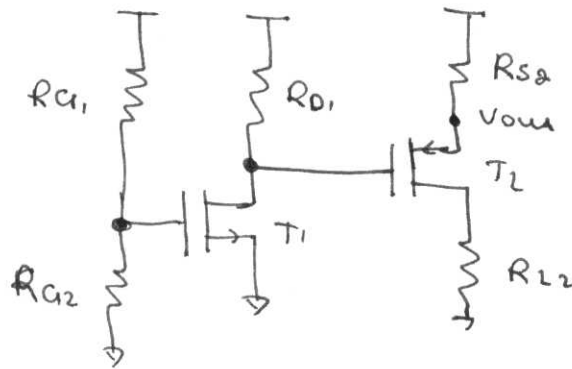
ו כהיתומה עמדנה שלמ. נדעל

$$A_{vo} = -\frac{g_m \cdot 1/g_m}{1 + g_m \cdot 2r_{o5}} = -\frac{1}{1 + g_m 2r_{o5}}$$

$$\underline{\underline{CMRR = \frac{A_d}{A_{CM}} = \frac{g_m r_{o1}/2}{1 + g_m 2r_{o5}}}}$$

פיתרון עשאלה 2

כתיבת DC המודל נכונה במאה.



למצוא תחילומתה G_2 ב

$$V_{G1} = V_{CC} \cdot \frac{100}{380} = 5 \text{ Volt}$$

$$I_{D1} = 2 \text{ mA} / 2 (5 - 3)^2 = 8 \text{ mA}$$

$$V_{D1} = 19 - 8 \text{ m} \cdot 2 \text{ K} = 3 \text{ Volt} = V_{G2}$$

$$I_{D2} = 4 \text{ mA} / 2 (V_{out} - 3 - 0.5)^2 ; \frac{19 - V_{out}}{R_{S2}} = I_{D2}$$

$$V_{out} \approx 5 \text{ Volt} \quad \text{משקוק שט ג'ו יוק}$$

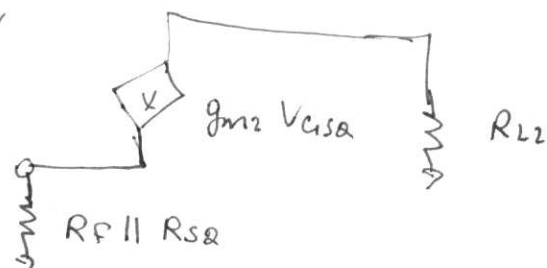
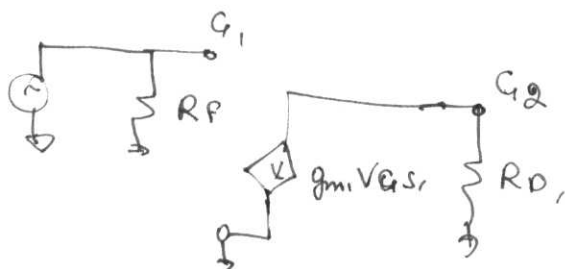
ב. צי'מת למח (היחזית זוק PIPO

$$R_3 \quad \text{כספה משוק} \quad \text{ד. 3.7}$$

$$\beta = -1/R_3 \approx -0.0013 \quad (\text{המקד ה'מ'שוק})$$

$$R_{11} = R_3 \quad R_{22} = R_3$$

ד'ש' מ'מ'ח מ'מ'ח



$$R_{G1} || R_{G2} || R_S \gg R_F$$

$$R_{L1} \gg R_F || R_{S2}$$

$$V_{out} = g_{m2} V_{gs2} \cdot R_{f1} \parallel R_{s2}$$

$$V_{gs2} = -g_{m1} V_{gs1} \cdot R_{D1} - g_{m2} V_{gs2} \cdot R_{f1} \parallel R_{s2}$$

$$V_{gs2} = - \frac{g_{m1} V_{gs1} \cdot R_{D1}}{1 + g_{m2} R_{f1} \parallel R_{s2}}$$

$$V_{gs1} = i_s \cdot R_f$$

$$\frac{V_{out}}{i_s} = - \frac{g_{m2} \cdot R_{f1} \parallel R_{s2} \cdot R_f \cdot g_{m1} \cdot R_{D1}}{1 + g_{m2} R_{f1} \parallel R_{s2}}$$

$$|A \cdot B| = \frac{g_{m2} \cdot g_{m1} \cdot R_{D1} \cdot R_{f1} \parallel R_{s2}}{1 + g_{m2} \cdot R_{f1} \parallel R_{s2}} = \frac{8m \cdot 12m \cdot 2K \cdot 519}{1 + 12m \cdot 519} = 13.78 \Rightarrow A \approx 10720$$

$$A(z) = \frac{A}{1 + AB} = \frac{10720}{1 + 13.78} \approx 725 [V/A]$$

$$R_{in f} = \frac{R_f}{1 + AB} \quad ; \quad R_{in} = R_f$$

$$R_{out f} = \frac{1/g_m}{1 + AB} \quad R_{out} = \underbrace{1/g_m}_{83} \parallel \underbrace{(R_{f1} \parallel R_{s2})}_{519} \approx 1/g_m$$

5. כעת נחשב הנדסא

פזימטיות / היסטוריה

בתבנית 3 שאלה 3

א. במעגל שמדגבר שבת איזצאלי:

$$V_- = V_+ = 0 \text{ נדע}$$

$$\frac{V_x}{R} = - \frac{(V_1 + V_2)}{R} \Rightarrow \underline{\underline{V_x = - (V_1 + V_2)}} \quad \text{כד}$$

$$\frac{V_{out}}{R} = I_D \quad \text{ב.}$$

במעגל צורת החיבור ניתן להניח שטרנזיסטור בעלור: $\delta > 1$:

$$I_D = K (V_{SG} - \underbrace{V_{th}}_0)^2 = K (V_{SG})^2 = 0.25 \text{ m} \cdot V_x^2$$

$$V_{out} = R \cdot I_D = 2 \text{ k} \cdot 0.25 \text{ m} \cdot V_x^2 = \frac{1}{2} V_x^2 = \frac{1}{2} [(-V_1 + V_2)]^2$$

ג. במעגל צורת חיבור ניתן להניח שטרנזיסטור בעלור: $\delta > 1$ ו- $1/g_m$

$$g_m = \sqrt{4KI_D} \quad I_D = \frac{V_C}{R} \quad (V_- = V_+ = V_C)$$

$$g_m = \sqrt{\frac{4K}{R} V_C}$$

ולחצו שבת איזצאלי: $\delta > 1$

האנו ניתן למצוא ע"י מעגל תמורה או/ו שיטת המשנה

$$A_{c.L} = \frac{A_{o.L}}{1 + A_{o.L} \beta} \approx \frac{1}{\beta} \quad \text{בשיטת המשנה}$$

במעגל ש $A_{o.L}$ אצות מוז (מדגבר שבת איזצאלי)

יש לזכור שבת שמדגבר במשנה מסוים PIP $\delta > 1$

$$A_{c.L} = \left[\frac{V_{out}}{V_{in}} \right] = \frac{V_{out}}{i_s} = \frac{1}{\beta} = \frac{1}{g_m} = \frac{1}{\sqrt{\frac{4K}{R} V_C}} \Leftrightarrow \beta = g_m$$

$$i_{out} = \frac{V_{out}}{1 \text{ k}} \Rightarrow \left| \frac{i_{out}}{i_s} \right| = \frac{\sqrt{\frac{4K}{R} V_C}}{1 \text{ k}} = C/\sqrt{V_C}$$

C רבוע

3. מרחב @ gate -1 מרחב קרן רחב פתוח Cgd מרחב.

כדי לתמוך שדה Cgs הוא זה ש יתחם תצור W346