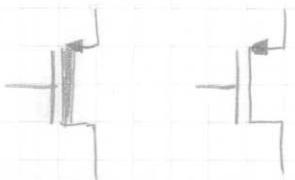
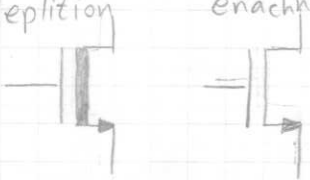


סיכום

**מעגלים
אלקטרוניים
לינארים
044142**

①

MOS תגובה

p-ch	n-ch	
		שני סוגים
+	-	V_T למד
$\frac{1}{2} \mu_p C_{ox} \frac{W}{L}$	$\frac{1}{2} \mu_n C_{ox} \frac{W}{L}$	k
$V_{GS} < V_T$	$V_{GS} > V_T$	מוליך או לא
$V_{DS} \geq V_{GS} - V_T ; V_{GD} \leq V_T$	$V_{DS} \leq V_{GS} - V_T ; V_{GD} \geq V_T$	מצב סף
$V_{DS} \leq V_{GS} - V_T$	$V_{DS} \geq V_{GS} - V_T$	מצב רוויה
-	+	λ
$g_m = \frac{\partial I_{DS}}{\partial V_{GS}} = 2k V_{GS} - V_T = 2\sqrt{k I_{DS} } = 2 \frac{I_{DS}}{V_{GS} - V_T}$		g_m (מוליך)
$r_o = \left \frac{\partial I_{DS}}{\partial V_{DS}} \right ^{-1} \quad r_o = \frac{ V_A }{ I_{DS} } \quad V_A = \frac{1}{\lambda}$		r_o (מוליך)
$I_D = k [2(V_{GS} - V_T)V_{DS} - V_{DS}^2] (1 + \lambda V_{DS})$		מוליך סף
$I_D = k [(V_{GS} - V_T)^2 (1 + \lambda V_{DS})]$		מוליך רוויה

לפני Source - Bulk הוסיף את ה-Bulk

יש ב-Bulk מוליך n-ch

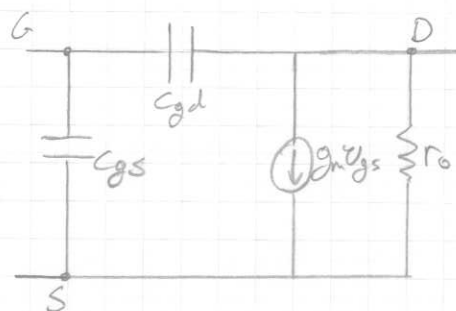
יש ב-Bulk מוליך p-ch

הוסיף את V_T שזה סף ה-Threshold

$$|V_T| = |V_{T0}| + \gamma \left(\sqrt{|V_{SB}| + |2\phi_F|} - \sqrt{|2\phi_F|} \right)$$

(2)

סכמה של מודל קצר - MOS



בכ"ה

$$C_{gs} = \frac{2}{3} C_{ox} \cdot W \cdot L$$

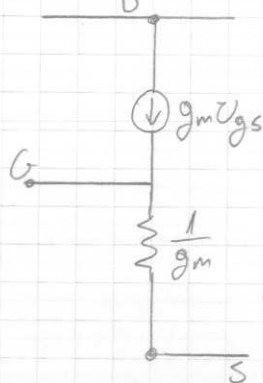
$$C_{gs} < C_{gd}$$

בכ"ה ל"ו

$$C_{gs} = C_{gd} = \frac{1}{2} C_{ox} \cdot W \cdot L$$

קבצי C_{gs} ו- C_{gd} נחשבים כקבצי טרנזיסטור.

במקרה $r_o \rightarrow \infty$ ניתן להשתמש בסכמה הבאה:



הנחת מודל קצר

הקורא מזהה את המודל הזה כקצר

למקרה שבו $r_o \rightarrow \infty$ המודל הזה = נכון

למעברים

למעבר CS

- הנקודה בו נחשבים את המעבר.

- נחשבים את המעברים R_1 ו- R_2 - קבצי טרנזיסטור.

$$V_{GS} = V_{DD} \cdot \frac{R_2}{R_1 + R_2}$$

$$V_{GS} = V_{DD} - I_D \cdot R_D$$

$$A_{vo} = \frac{V_{out}}{V_{in}} = -g_m (r_o \parallel R_D)$$

הנחת מודל קצר (הנחת מודל קצר) (קצר)

$$A_v = -g_m (r_o \parallel R_L \parallel R_D) \left(\frac{R_1 \parallel R_2}{R_1 \parallel R_2 + R_{ss}} \right)$$

קצר בכ"ה

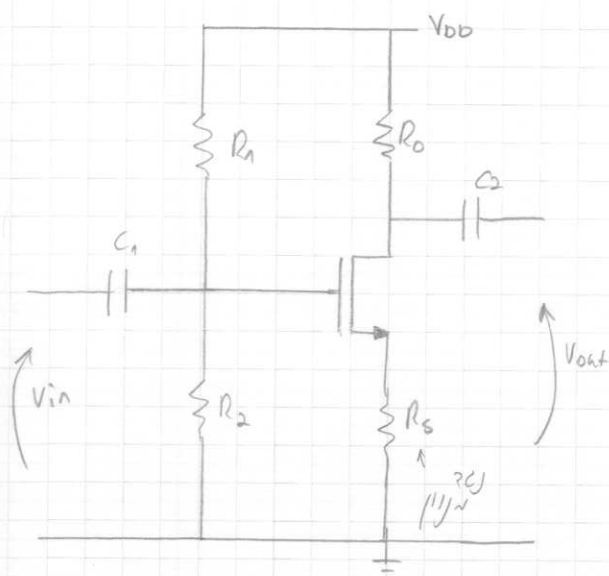
$$A_v = A_{vo} \left(\frac{R_{in}}{R_{in} + R_{ss}} \right) \left(\frac{R_L}{R_{out} + R_L} \right)$$

$$R_{in} = R_1 \parallel R_2$$

$$R_{out} = r_o \parallel R_D$$

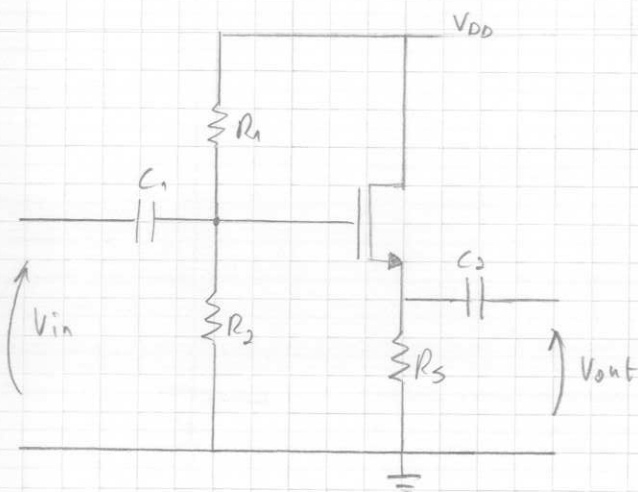
③

CD נדען



$$A_{vo} = \frac{V_{out}}{V_{in}} = - \frac{R_D}{\frac{1}{g_m} + R_S} = - \frac{g_m R_D}{1 + g_m R_S}$$

CD נדען



$$A_{vo} = \frac{V_{out}}{V_{in}} = \frac{g_m (R_S || r_o)}{g_m (R_S || r_o) + 1} \approx 1$$

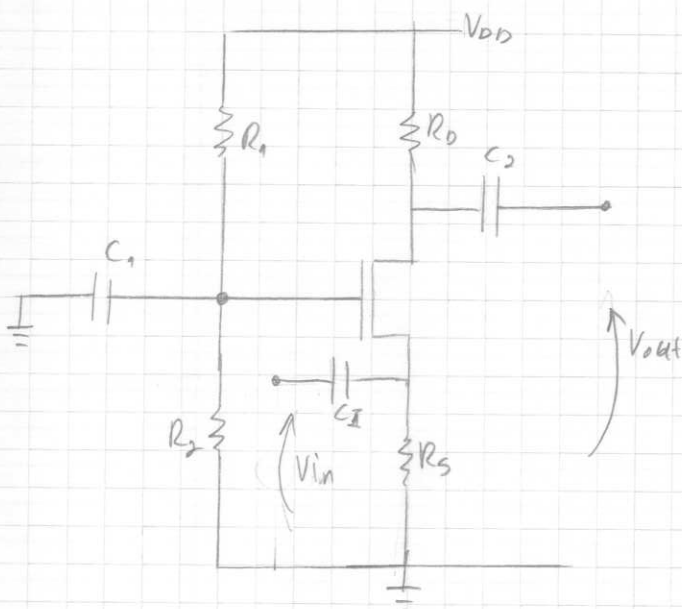
$$R_{in} = (R_1 || R_2)$$

$$R_{out} = (R_S || r_o || \frac{1}{g_m}) \approx \frac{1}{g_m}$$

$$V_{GS} > V_{GS} - V_T \text{ כי נ'ר נחלילה ב'}$$

$$V_{GS} = V_{DD} \cdot \frac{R_2}{R_1 + R_2} - I_D \cdot R_S$$

CG נדען



$$A_I = \frac{i_{out}}{i_{in}} = \frac{g_m R_{SS}}{1 + g_m R_{SS}} \approx 1$$

$$R_{IN} = \frac{1}{g_m} + \frac{R_D || R_L}{r_{o,gs}} \approx \frac{1}{g_m}$$

$$R_{out} = (g_m r_o R_{SS}) || R_D \approx R_D$$

$$V_S = V_G - V_T - \sqrt{\frac{I_D}{K}}$$

$$V_D = V_{DD} - I_D \cdot R_D$$

$$V_G = V_{DD} \cdot \frac{R_2}{R_1 + R_2}$$

④

	כיוון	מדידה	R_{in}	R_{out}	A_{vo}	A_{is}	A_{zo}	A_{rs}
CS	Gate	Drain	∞	R_D	$-g_m R_D$	/	/	$-g_m$
CD	Gate	Source	∞	$\frac{1}{g_m}$	1	/	/	g_m
CG	Source	Drain	$\frac{1}{g_m}$	R_D	$g_m R_D$	1	R_D	g_m

CS
מקור
מקור $R_{in} = R_D \parallel \frac{1}{g_m}$
 $A_{vo} = \frac{-g_m R_D}{1 + g_m R_D}$ Common Drain

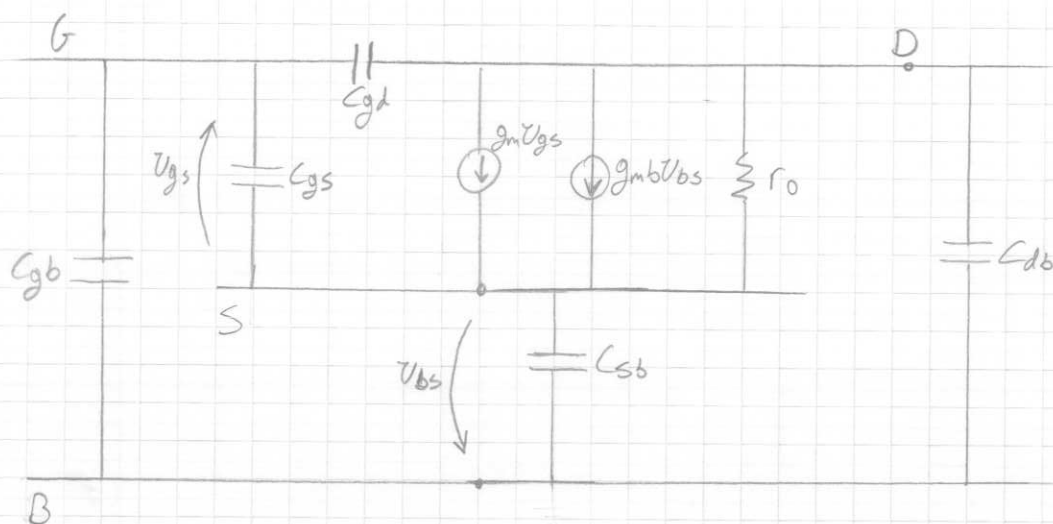
- ממש מוצא אותה אותה כניסה
- אפקט מוצא (מג) אפקט התקצימה (רס) לתנאים של ההיצה
- התקצימה מוצא אותה והתקצימה כניסה גבוהה
- ע'מ'ים: מוצא אותה

Common Gate

- האפקט דו-כיווני (יש הפסד מוצא על כניסה)
- R_{ss} אפקט מוצא ההיצה
- התקצימה מוצא גבוהה אפקט R_{ss} , התקצימה כניסה
- אפקט
- ע'מ'ים: אפקט זכר.

5

הגורמים המכניסים זרם וסוגי קבלות



קבלות המכניסות זרם - C_{sb} , C_{db}
 קבלות המכניסות זרם - C_{gs}

$$g_{mb} = g_m \cdot X$$

$$-X = \frac{dV_T}{dV_{bs}} = - \frac{\gamma}{\sqrt{V_{sb} + 2\phi_F}}$$

הגורמים המכניסים זרם



$$A_{vs} = \frac{V_{out}}{V_s} = \frac{R_{in1}}{R_{in1} + R_s} \cdot \frac{R_{in2}}{R_{in2} + R_{out1}} \cdot \frac{R_L}{R_L + R_{out2}} \cdot A_{v1} \cdot A_{v2}$$

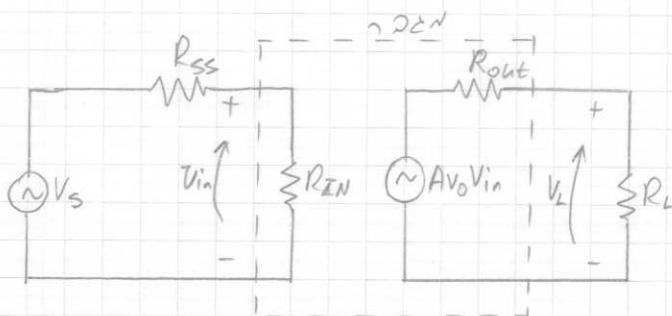
הגורמים המכניסים זרם

$$A_i = A_v \cdot \frac{R_{in}}{R_L}$$

6) $R_{ss} = R_s$
 $R_{out} = R_L$

פ'עלס על ס' רצונות רצוי

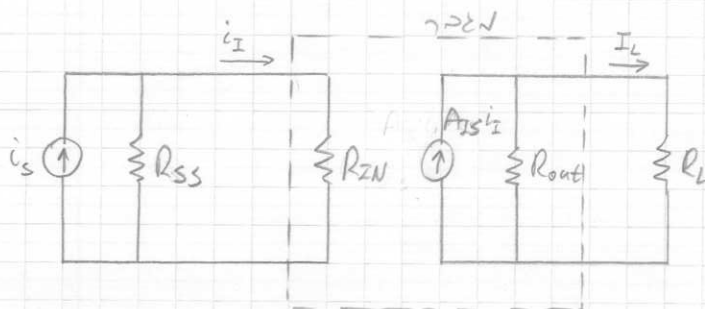
גנרל



$$A_v = A_{v0} \left(\frac{R_{IN}}{R_{IN} + R_{SS}} \right) \left(\frac{R_L}{R_L + R_{out}} \right)$$

על כן: $R_{IN} \gg R_s$ $R_L \gg R_{out}$

רצו



$$A_I = \frac{i_L}{i_s} = A_{IS} \left(\frac{R_{SS}}{R_{SS} + R_{IN}} \right) \left(\frac{R_{out}}{R_{out} + R_L} \right)$$

על כן: $R_s \gg R_{IN}$ $R_{out} \gg R_L$

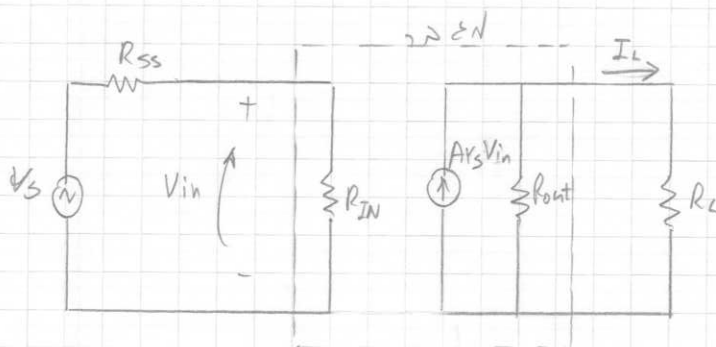


גנרל

$$A_v = \frac{V_L}{i_s} = A_{v0} \left(\frac{R_{SS}}{R_{SS} + R_{IN}} \right) \left(\frac{R_L}{R_L + R_{out}} \right)$$

על כן: $R_s \gg R_{IN}$ $R_{out} \ll R_L$

גנרל



$$A_I = \frac{i_L}{V_s} = A_{IS} \left(\frac{R_{IN}}{R_{IN} + R_{SS}} \right) \left(\frac{R_{out}}{R_{out} + R_L} \right)$$

על כן: $R_{IN} \gg R_s$ $R_{out} \gg R_L$

(7)

הגדרת קצב

קצב קצב קצב	קצב קצב קצב	קצב קצב קצב
קצב קצב קצב	קצב קצב קצב	קצב קצב קצב
קצב קצב קצב	קצב קצב קצב	קצב קצב קצב
קצב קצב קצב	קצב קצב קצב	קצב קצב קצב

הגדרת קצב קצב קצב

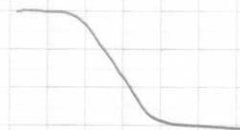
- קצב קצב קצב
- קצב קצב קצב



- קצב קצב קצב



- קצב קצב קצב



- קצב קצב קצב



8)

חישוב מקורב ω_L

אנחנו נבדוק את מקורב ω_L של כל הקבוצות והמסלולים

אנחנו נבדוק את מקורב ω_L של כל הקבוצות והמסלולים

$$\omega_i = \frac{1}{C_i R_{is}}$$

כאשר R_{is} הוא ההתנגדות בין שני הצדדים הקבוצה

כאשר הקבוצה מתחברת.

כאשר $\omega_i > \omega_L$ $\omega_L = \omega_i$

במקרה של $\omega_i < \omega_L$ נשתמש בנוסחה של מקורב

$$\omega_L = \sum_{i=1}^n \omega_i = \sum_{i=1}^n \frac{1}{C_i R_{is}}$$

חישוב מקורב ω_H

אנחנו נבדוק את מקורב ω_H של כל הקבוצות והמסלולים:

כאשר $\omega_H = \frac{1}{C_i R_{io}}$ כאשר R_{io} הוא ההתנגדות בין

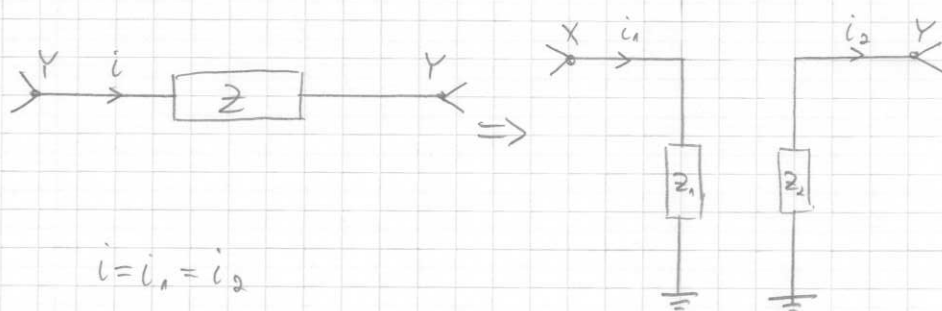
שני הצדדים הקבוצה כאשר הקבוצה מתחברת.

כאשר $\omega_i < \omega_H$ $\omega_H = \omega_i$

במקרה של $\omega_i > \omega_H$ נשתמש בנוסחה של מקורב

$$\omega_H^{-1} = \sum_{i=1}^n \omega_i^{-1} = \sum_{i=1}^n C_i R_{io}$$

חישוב ω_L ו- ω_H



$i = i_1 = i_2$

$i = \frac{V_x - V_y}{Z}$

$A_v = \frac{V_y}{V_x}$

$Z_1 = \frac{Z}{1 - A_v}$

$Z_2 = \frac{Z}{1 - \frac{1}{A_v}}$

* קיבולת מידה נכון רק לקבוצה הבדלית

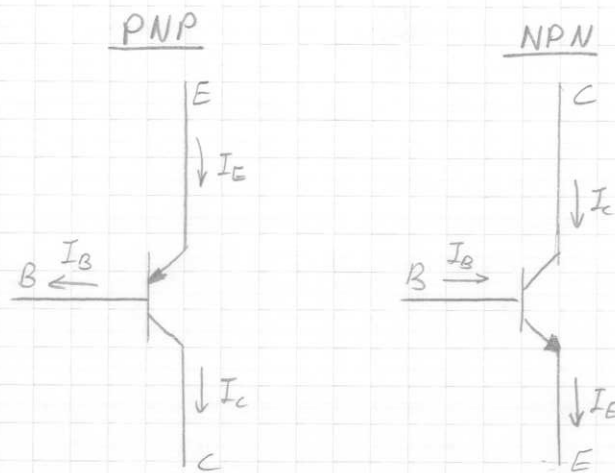
* עמלנות מהשטח הקיבולת חתומה למסלולים

* ההגבר שלוקחים (A_v) הוא ההגבר באזור הבין

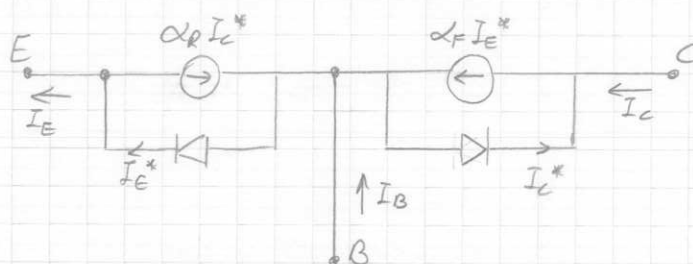
* עמלנות נשתמש בהם למסלולים מידה של קבוצה או מסלול במסלול.

(9)

סוגי טרנזיסטורים



(NPN) מודל - סרט - דיודה



$$I_E = I_{ES} \left(e^{\frac{qV_{BE}}{KT}} - 1 \right) - \alpha_R I_{CS} \left(e^{\frac{qV_{BC}}{KT}} - 1 \right)$$

(I_B^{*}) EB דיודה קדימה סרט דיודה הפוכה

$$I_C = I_{CS} \left(e^{\frac{qV_{BC}}{KT}} - 1 \right) - \alpha_F I_{ES} \left(e^{\frac{qV_{BE}}{KT}} - 1 \right)$$

I_C^{*} סרט דיודה קדימה

$$I_B = I_E - I_C$$

(NPN) סוגי קצוות

$$V_{BE} = V_{BE,ON} \quad \text{קצוות BE}$$

$$V_{CE} > V_{CE,sat} \quad \text{קצוות BC}$$

$$V_{BE,ON} \approx 0.7V$$

$$\alpha = \frac{\beta}{\beta + 1}$$

$$\beta = \frac{\alpha}{1 - \alpha}$$

$$I_C = \beta_F I_B = \alpha_F I_E \approx I_E$$

$$I_E = (\beta_F + 1) I_B$$

קצוות:

$$V_{BE} < V_{BE,ON} \quad \text{קצוות BE (כאשר הדיודה לא מוארת)}$$

(10)

(NPN) הכנס

$$i_c < \beta i_b$$

$$V_{BE} = V_{BE,sat}$$

נכנסת BE

$$V_{CE} = V_{CE,sat} \approx 0.2V$$

$$V_{CE} = V_{CE,sat}$$

נכנסת BC

(NPN) הכנס

$$i_E = \beta_R i_B$$

$$V_{CE} < 0$$

נכנסת BE

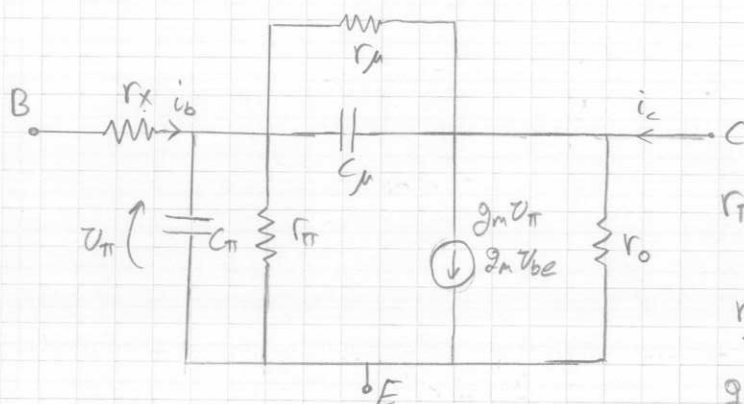
$$i_E = \alpha_R i_C$$

$$V_{BE} = V_{BE,on}$$

נכנסת BC

לחבר PNP סדר ההכנסה הפוך
 $V_{BE} \rightarrow V_{EB}$ $V_{CE} \rightarrow V_{EC}$ $V_{BC} \rightarrow V_{CB}$

מודל ה-8



הכנס

* i_b הוא הזרם הנכנס ל- r_{π}

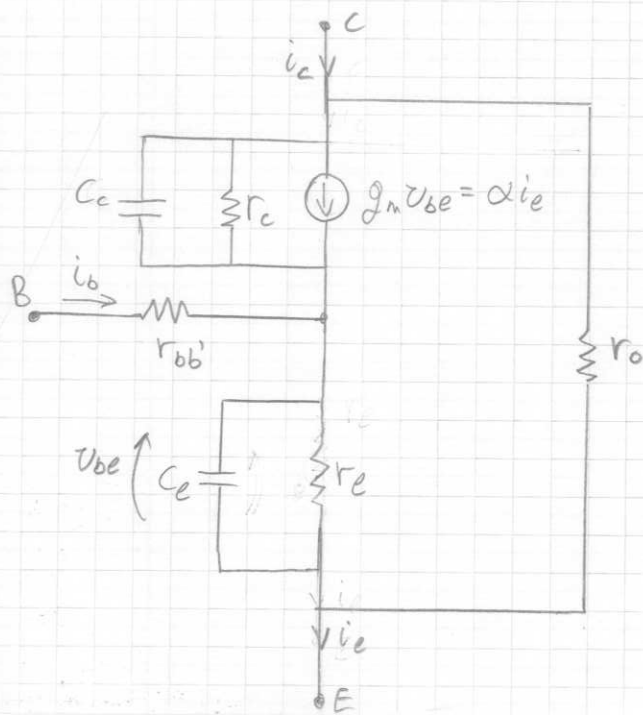
$$r_{\mu} = \beta r_o$$

$$g_m = \frac{I_C}{V_T}; \quad V_T = \frac{kT}{q}$$

$$r_{\pi} = \frac{\beta}{g_m} = \beta \frac{V_T}{I_C}$$

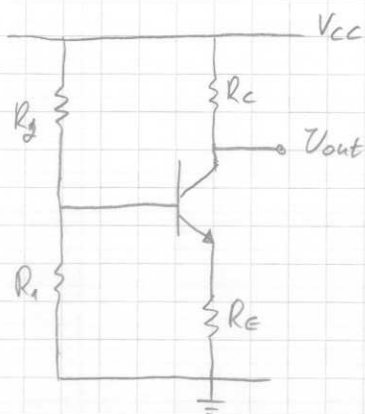
$$r_o = \frac{V_A}{I_C}$$

T



$$r_e = \frac{V_{be}}{i_e} = \frac{\alpha}{g_m} = \frac{1}{\beta+1} r_{\pi}$$

(11)



לחלוקת C ו-G0571 ג'ס'ס'ס

ק'רוב "0" - 376'1/6

$$\beta_F = \infty$$

$$I_B = 0$$

$$V_{BE} = V_{BE,ON} = 0.7V$$

$$I_E = I_{ES} e^{\frac{qV_{BE}}{kT}} \xrightarrow{\text{ש'ס'ס}} I_{ES} e^{\frac{0.7}{kT}}$$

$$I_C = \alpha_F I_E \rightarrow I_C = I_E$$

$$I_B = \frac{I_C}{\beta_F} \rightarrow I_B = 0$$

חילוק (IC, VCE) : חלוקה

$$V_B = V_{CC} \cdot \frac{R_1}{R_1 + R_2}$$

$$V_E = V_B - V_{BE,ON}$$

$$I_C = I_E = \frac{V_{CC} \cdot \frac{R_1}{R_1 + R_2} - V_{BE,ON}}{R_E}$$

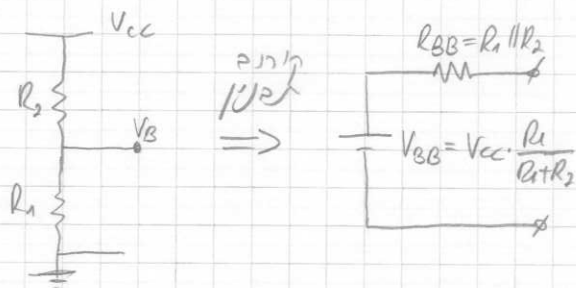
$$V_C = V_{CC} - R_C I_C$$

נס'ס'ס צ'ס'ס'ס ס'ס'ס'ס ס'ס'ס'ס $V_{CE} > 0.2V$ $V_{BC} < 0.5V$

ק'רוב "1"

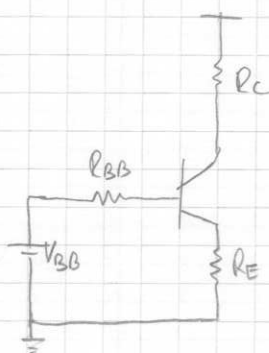
$$(I_E \approx 1.8, V_{BE}) \quad V_{BE} = V_{BE,ON} = 0.7V$$

ס'ס'ס - β_F

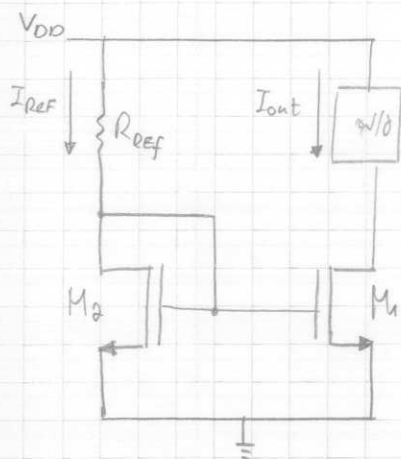


$$I_E = \frac{V_{BB} - V_{BE,ON}}{R_E + \frac{R_{BB}}{\beta_F + 1}}$$

$$R_E \gg \frac{R_{BB}}{\beta_F + 1}$$



	Symbol	Label	A_v	A_{v0}	R_{is}	R_{in}	R_{out}
CB	π or π_c	π or π_c	$\frac{\alpha R_c}{R_{ss} + r_e}$		α	$R_c \parallel r_e$	R_c
CE	0 or 0_c	π or π_c	$-\frac{\beta(R_c \parallel r_o)}{R_{ss} + r_{\pi}}$		$\beta \frac{r_o}{R_c + r_o}$	$r_{\pi} = (\beta + 1)r_e$	$R_c \parallel r_o$
CE (π or π_c or π_c)	0 or 0_c	π or π_c	$-\frac{\beta R_c}{R_{ss} + (\beta + 1)(r_e + R_e)}$		β	$(\beta + 1)(r_e + R_e)$	R_c
CC	0 or 0_c	π or π_c	$\frac{(\beta + 1)(R_c \parallel r_o)}{R_{ss} + (\beta + 1)[r_e + (R_c \parallel r_o)]}$		$(\beta + 1) \frac{r_o}{r_o + R_c}$	$(\beta + 1)[r_e + (r_o \parallel R_c)]$	$r_o \parallel [r_e + \frac{R_{ss}}{\beta + 1}]$



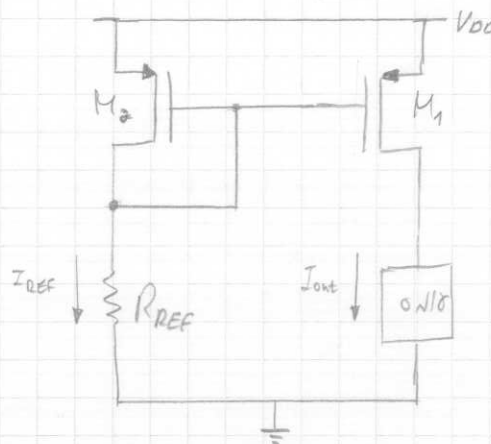
NMOS

$$I_{out} = I_{REF} \frac{\left(\frac{W}{L}\right)_1}{\left(\frac{W}{L}\right)_2}$$

הגודל של הטרנזיסטור מוגדר על ידי היחס $\frac{W}{L}$

$$I_{REF} = \frac{1}{2} \mu_n C_{ox} \left(\frac{W}{L}\right)_2 (V_{DD} - I_{REF} R_{REF} - V_T)^2$$

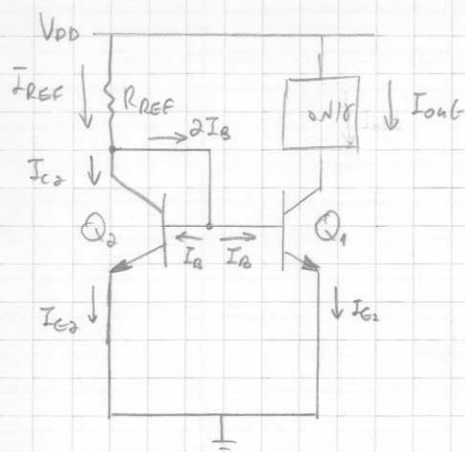
מקור הזרם
MOS מקור הזרם



PMOS

$$I_{out} = I_{REF} \frac{\left(\frac{W}{L}\right)_1}{\left(\frac{W}{L}\right)_2}$$

$$I_{REF} = \frac{1}{2} \mu_p C_{ox} \left(\frac{W}{L}\right)_2 (-I_{REF} R_{REF} - V_{DD} - V_T)^2$$

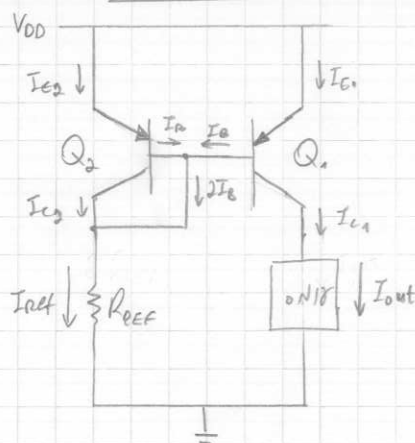


NPN

$$I_{out} = \frac{\beta}{\beta + 2} I_{REF}$$

$$I_{REF} = \beta I_B + 2I_B$$

מקור הזרם



PNP

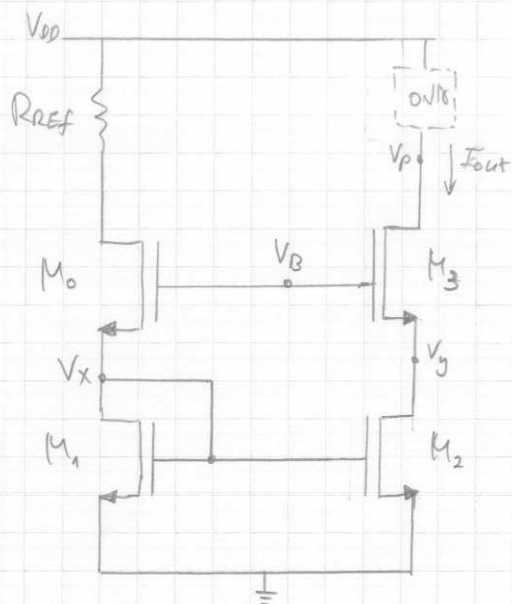
$$I_{out} = \frac{\beta}{\beta + 2} I_{REF}$$

$$I_{REF} = \beta I_B + 2I_B$$

הגדרת גודל הטרנזיסטור M_3 ו- M_2 לפי I_{out}

$$I_{out} = \frac{\left(\frac{W}{L}\right)_1}{\left(\frac{W}{L}\right)_2} \cdot \frac{1 + \lambda V_{DS1}}{1 + \lambda V_{DS2}} \cdot I_{REF}$$

חישוב גודל R_{REF} ו- V_{B}



$$V_{p,min} = V_B - V_{T3} = V_{GS2} - V_{GS0} - V_{T3}$$

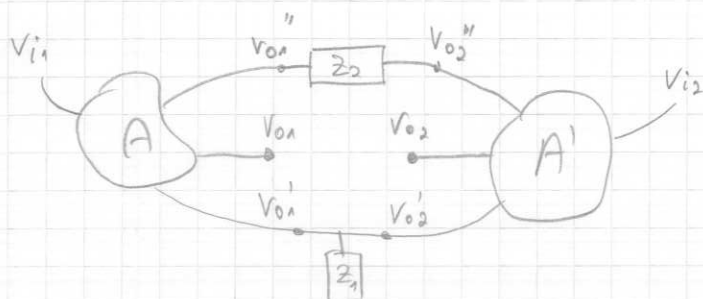
$$\approx 2V_{GS} - V_T$$

$$R_{LOAD,max} = \frac{V_{DD} - V_{p,min}}{I_{out}}$$

$$R_{out} = g_{m3} r_{o3} r_{o1}$$

$$A_v = \frac{\Delta V_y}{\Delta V_x} = \frac{1}{r_{o3}(g_{m3} + g_{mb})}$$

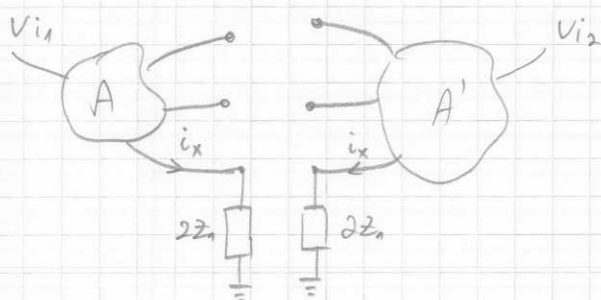
Bisecting Theorem



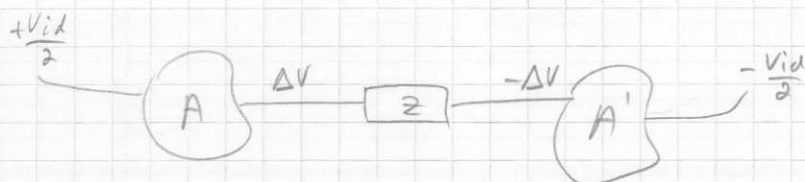
$$A = A' \quad \text{נ"ח}$$

CM - ערכי ס'CN'י

נ"ח $V_{i1} = V_{i2} = V_{ic}$ / $V_{o1}'' = V_{o2}'' \Leftarrow Z_2$ נ"ח - נ"ח Z_1 נ"ח

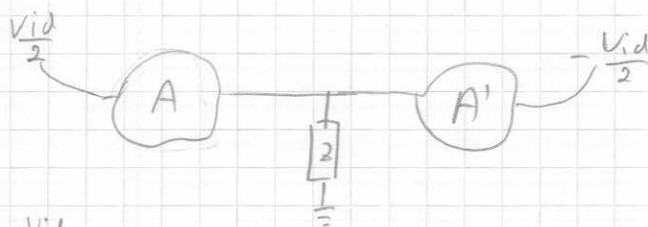
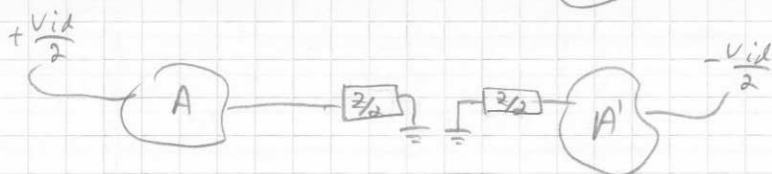


DM - ערכי ס'CN'י



$$V_{i1} = + \frac{V_{id}}{2}$$

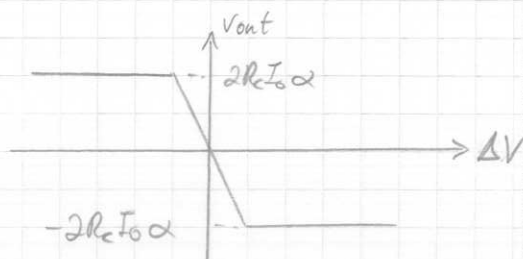
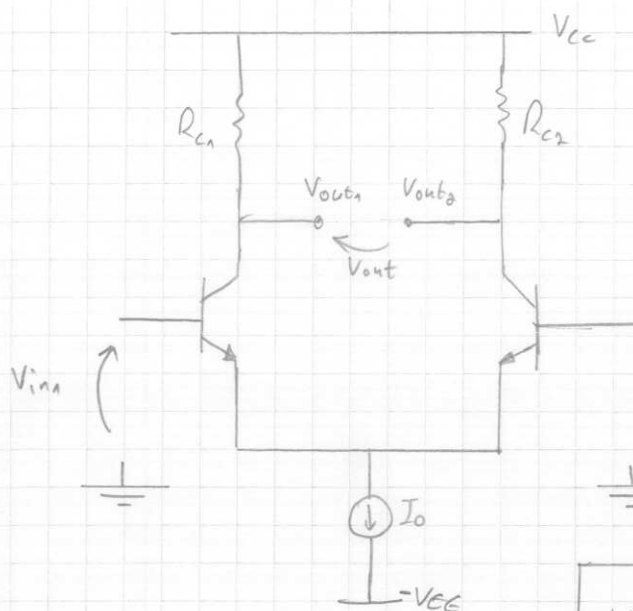
$$V_{i2} = - \frac{V_{id}}{2}$$



נ"ח



דגמה 3' - דגמה 3'



$$A_v = -R_C \cdot \frac{g_{m1}}{K_T}$$

$$V_{CC} > \alpha I_0 R_C$$

סדרה $V_{in1,2} = 0$ נ"ל
אנדרס/לדס סדר

$$A_v = -R_C \frac{I_0 \alpha \cdot g}{K_T} = -\frac{V_{CC}}{V_T}$$

אנדרס סדר
סדר/לדס

דגמה 3' - דגמה 3'



$$V_{out1} = A_{11} V_{in1} + A_{12} V_{in2}$$

$$V_{out2} = A_{21} V_{in1} + A_{22} V_{in2}$$

DM - דגמה 3'

$$V_{id} = V_{in1} - V_{in2}$$

$$V_{od} = V_{out1} - V_{out2}$$

CM - דגמה 3'

$$V_{ic} = \frac{V_{in1} + V_{in2}}{2}$$

$$V_{oc} = \frac{V_{out1} + V_{out2}}{2}$$

$$V_{od} = (A_{11} - A_{12}) V_{id}$$

$$A_{DM} = \frac{V_{od}}{V_{id}}$$

$$V_{oc} = (A_{11} + A_{12}) V_{ic}$$

$$A_{CM} = \frac{V_{oc}}{V_{ic}}$$

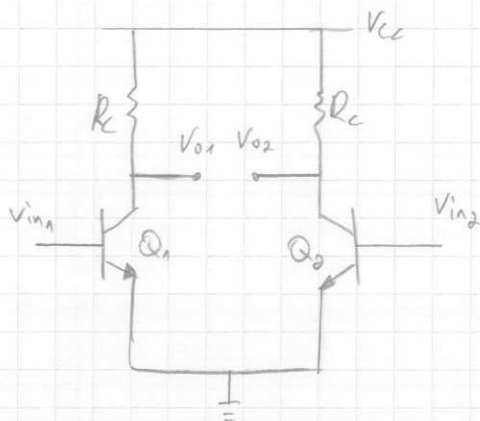
$$CMRR = \left| \frac{A_{DM}}{A_{CM}} \right|$$

(17)

דמיון סטאטיק

$$V_{in1} = V_{in2} = \frac{V_{id}}{2}$$

דמיון סטאטיק



$$A_{vDM} = -g_m(r_o \parallel R_c)$$

הגבר

$$R_{in,DM} = 2r_{\pi}$$

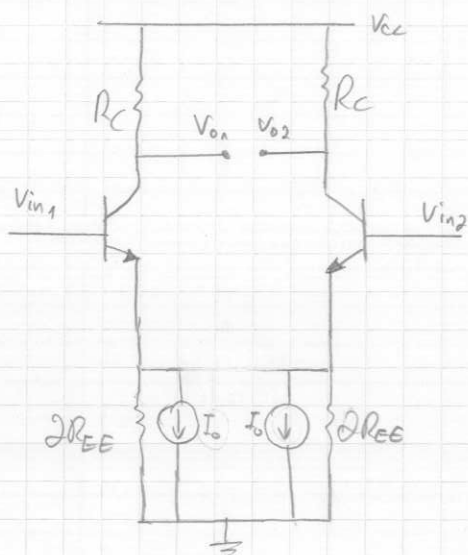
התנגדות כניסה

$$R_{out,DM} = 2(R_c \parallel r_o)$$

התנגדות יציאה

$$V_{in1} = V_{in2} = V_{ic}$$

דמיון סטאטיק



$$A_{vCM} = \frac{-\beta R_c}{r_{\pi} + (\beta+1)2R_{EE}} \approx -\frac{R_c}{2R_{EE}}$$

הגבר

$$R_{in,CM} = \frac{1}{2}(r_{\pi} + (\beta+1)2R_{EE})$$

התנגדות כניסה

$$R_{out,CM} = \frac{1}{2}R_c$$

התנגדות יציאה

דמיון סטאטיק

$$V_{OD}^{single} = \frac{V_{OD}^{double}}{2}$$

דמיון סטאטיק

$$A_{OM}^{single} = \frac{A_{OM}^{double}}{2}$$

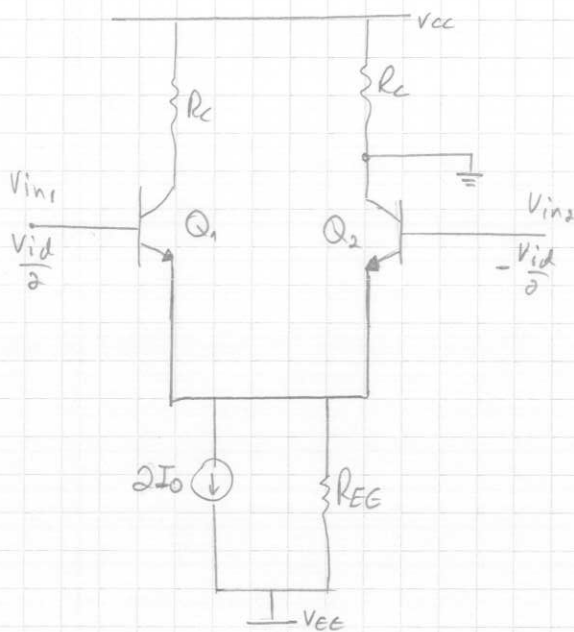
$$V_{OC}^{single} = V_{OC}^{double}$$

$$A_{CM}^{single} = A_{CM}^{double}$$

דמיון סטאטיק

CMRR גבוה

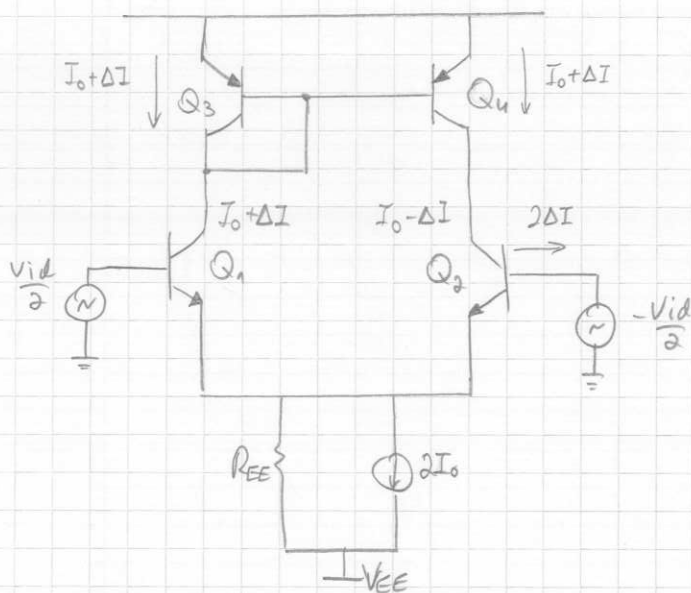
מעגל הפנים C במסגרת



$$G_{i,DM} = \frac{g_m}{2} = \frac{\beta i_b}{2}$$

$$G_{i,CM} \approx \frac{1}{-R_{EE}}$$

על פ'ספ'ס (מסגרת) של מס' 1



$$i_{od} = 2\Delta I = g_m v_{id}$$

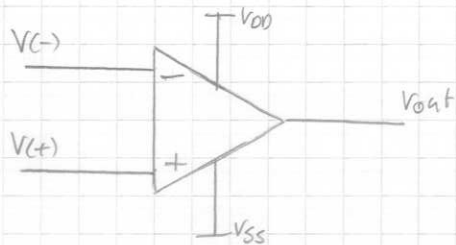
$$G_{i,DM} = g_m$$

$$G_{i,CM} = 0$$

$$CMRR \rightarrow \infty$$

$$A_{v,DM} = -g_m (r_{o2} \parallel r_{o4})$$

מגבר כניסה-יציאה



המגבר הזה הוא בעצם:

$$V_{out} = A_v (V_{(+)} - V_{(-)})$$

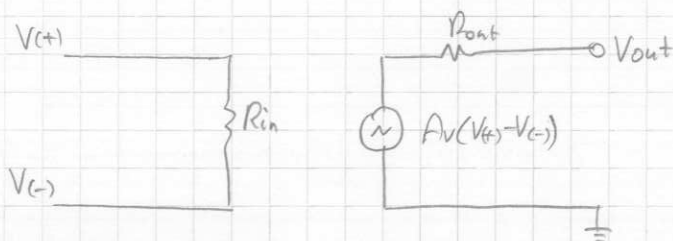
$$A_v \rightarrow \infty$$

$$R_i \rightarrow \infty$$

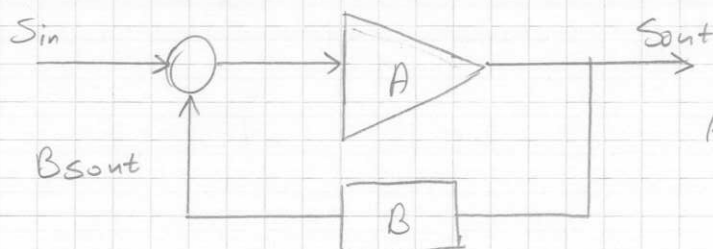
$$R_{out} \rightarrow 0$$

עקרון האלמנה הוא כאלו: כדי לקדם V_{out} סוגי $A_v \rightarrow \infty$ וקצת $V_{(+)} = V_{(-)}$ וזוהי ההפרש בין הכניסה והיציאה, ולכן $V_{(+)} = V_{(-)}$

מודל המגבר

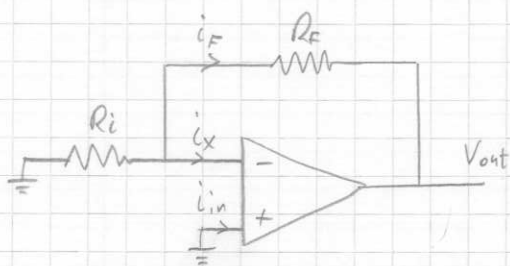


מגבר



$$A_f = \frac{S_{out}}{S_{in}} = \frac{A}{1 + AB}$$

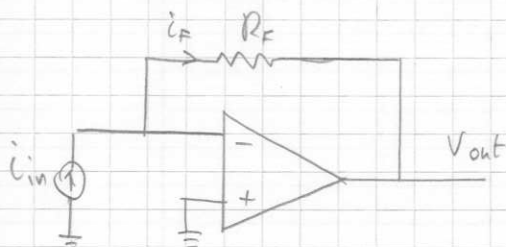
מגבר עם חלק נוסף



$$A_v = 1 + \frac{R_f}{R_i}$$

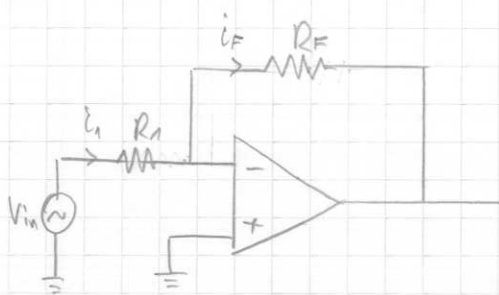
$$R_{in} = \infty \quad R_{out} = 0$$

מגבר עם חלק נוסף (המגבר)



$$A_v = -\frac{R_f}{R_i}$$

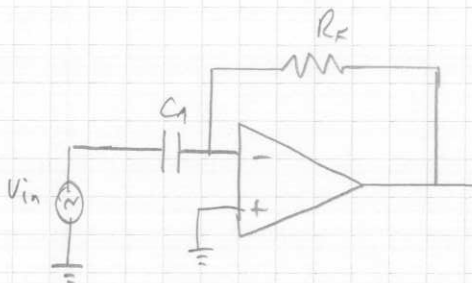
$$R_{out} = 0 \quad R_{in} = 0$$



הגבר הפוך

$$A_v = -\frac{R_F}{R_1}$$

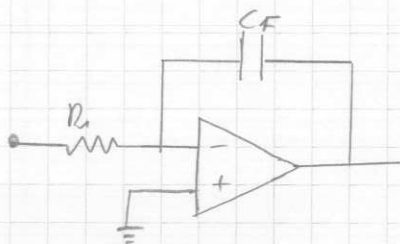
$$R_{in} = R_1 \quad R_{out} = 0$$



25/2

$$A_v = -sC_1 R_F$$

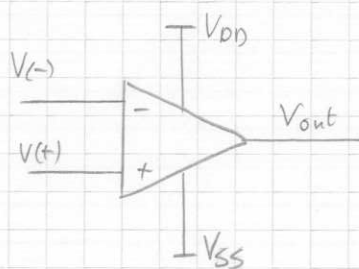
$$R_{in} = \frac{1}{sC_1} \quad R_{out} = 0$$



הגבר עם C/F

$$A_v = -\frac{1}{sC_F R_1}$$

$$R_{in} = R_1 \quad R_{out} = 0$$



הגבר דיפרנציאלי

$$V_{out} = A_{v,om} (V_{(+)} - V_{(-)}) + A_{v,cm} \left(\frac{V_{(+)} + V_{(-)}}{2} \right) + A_{v,ps} V_{DD}$$

סיכור המערכת בעקרון השלול

1. השילוב של המערכת עם המערכת

$$\frac{dA_f}{dA} = \frac{1}{(1+AB)^2}$$

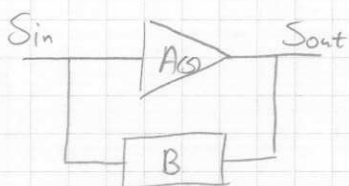
השילוב של המערכת עם המערכת

$$A \sum A_f = \frac{dA_f/A_f}{dA/A} = \frac{1}{1+AB} < 1$$

2. הקטנת הרוחב

3. שינוי אילימנטים ברוחב וזיטה של המערכת

4. שינוי מילוי הרוחב של המערכת



$$A(s) = \frac{A_0}{1 - \frac{s}{p_1}} = \frac{A_0}{1 + \frac{j\omega}{\omega_1}}$$

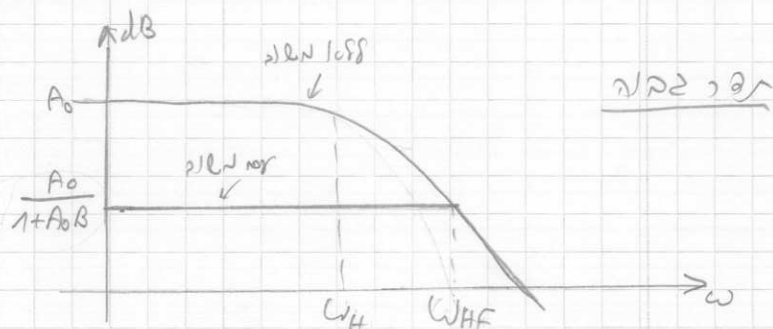
הגבר המערכת

הגבר תוך סעיף

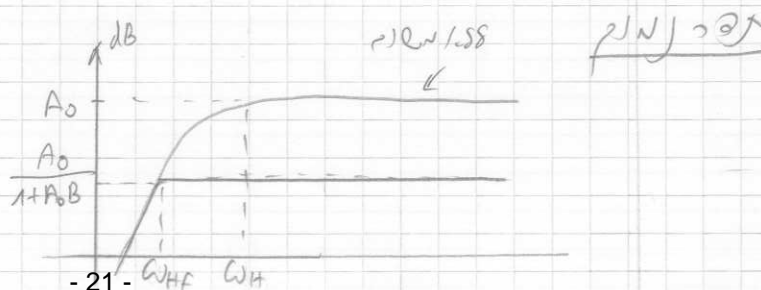
$$A_f = \frac{A(s)}{1 + BA(s)} = \frac{\frac{A_0}{1 - \frac{s}{p_1}}}{1 + \frac{BA_0}{1 - \frac{s}{p_1}}} = \frac{A_0}{1 + BA_0} \cdot \frac{1}{1 - \frac{s}{p_1(1 + A_0B)}}$$

$$A_f = \frac{A_0}{1 + BA_0} \cdot \frac{1}{1 + \frac{j\omega}{\omega_L(1 + A_0B)}}$$

$$\omega_{Lf} = \omega_L(1 + A_0B)$$



$$\omega_{Hf} = \omega_H \cdot \frac{1}{1 + A_0B}$$



משלב

א. מנהל פתור מעל משלב יש לבצע את הפעולה הבאה:

(1) קודם את מרכז המשלב

(2) מזהים את סוג המשלב

- אם כניסה המשלב מחוברת בלוח למרכז המעגל - היציאה

היא סורית - הדגמה היא של כניסה

- אם כניסה המשלב מחוברת בקבוצה למרכז המעגל - היציאה

היא מקבוצת - הדגמה היא של מנהל

- אם יציאה המשלב מחוברת בלוח לכניסה המעגל - הכניסה

היא סורית - הדגמה היא של מנהל

- אם יציאה המשלב מחוברת בקבוצה לכניסה המעגל - הכניסה

היא מקבוצת - הדגמה היא של כניסה

ציהוי התדבור

- אם בלוח רן ניתן להקדם גם למעגל וגם למשלב (אלו)

הפרעה באמצע) - התדבור הוא מקבוצת אותה התדבור

היא סורית

(3) מתבנים את שורש המשלב B שהוא מרכז

המשלב מחולק בכניסה המשלב

(4) מתבנים את A , R_{in} , R_{out} (חוג פתוח) - עם

העיסה משלב, שורש ומנהל

(5) מתבנים את A_f , R_{in} , R_{out} (חוג סגור)

#13 מציאת A ו- β

SISO

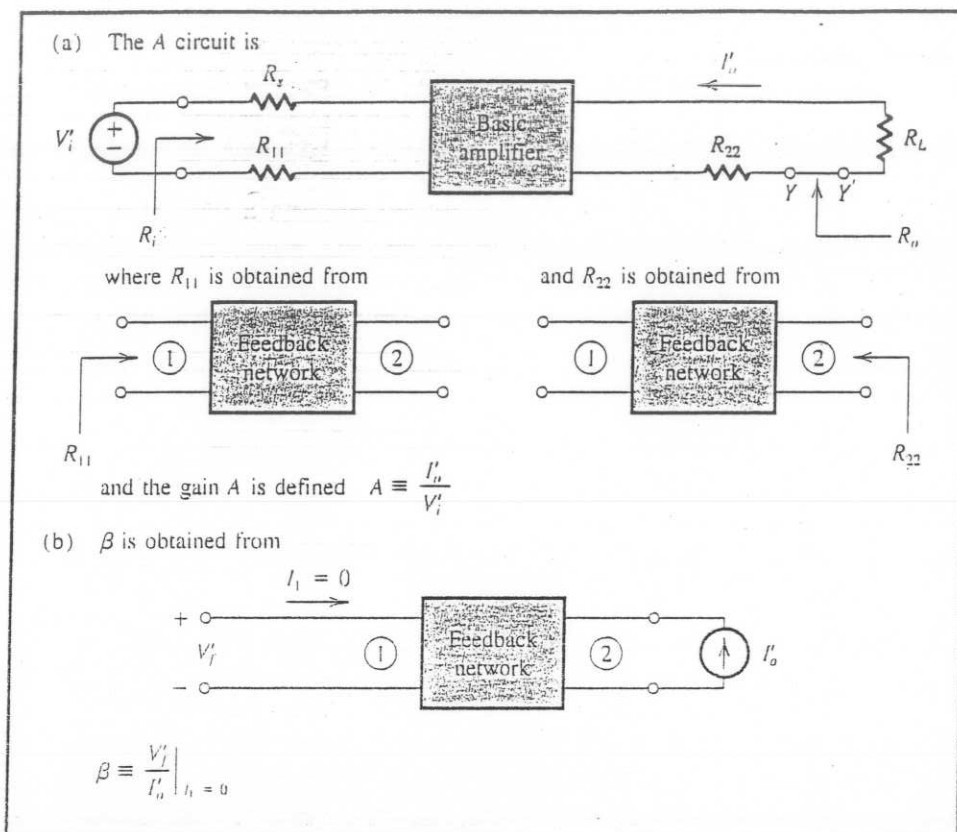


Fig. 8.16 Finding the A circuit and β for the current-sampling series-mixing (series-series) case.

SISO

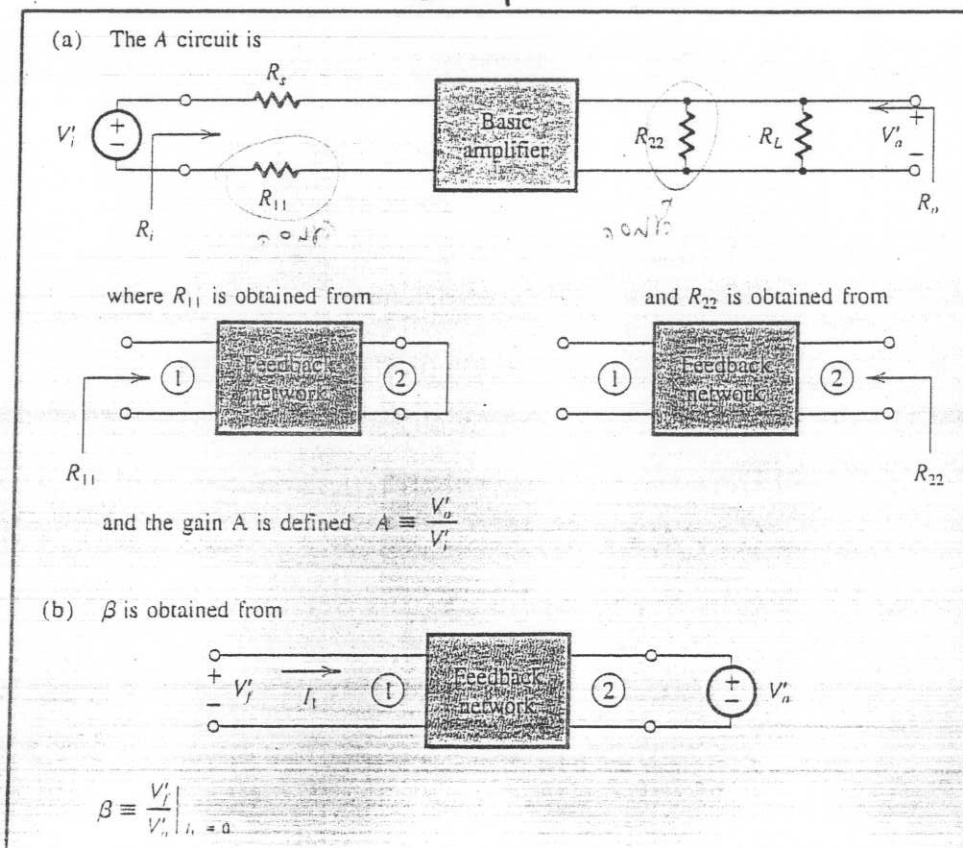
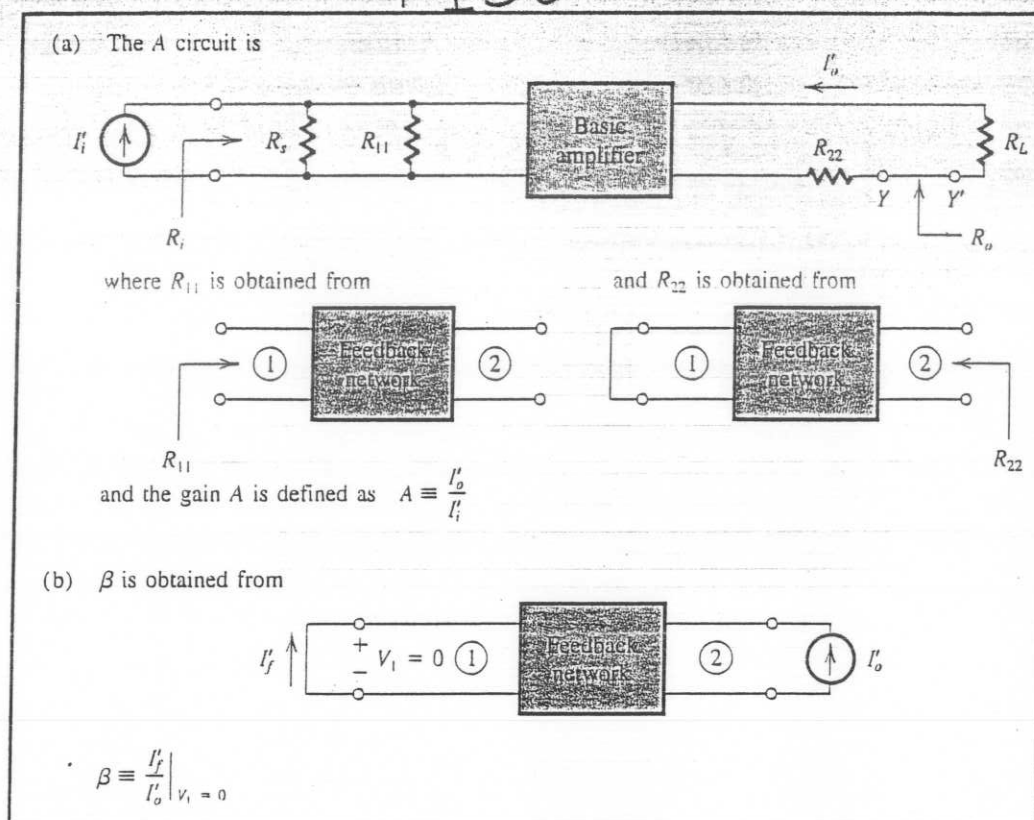
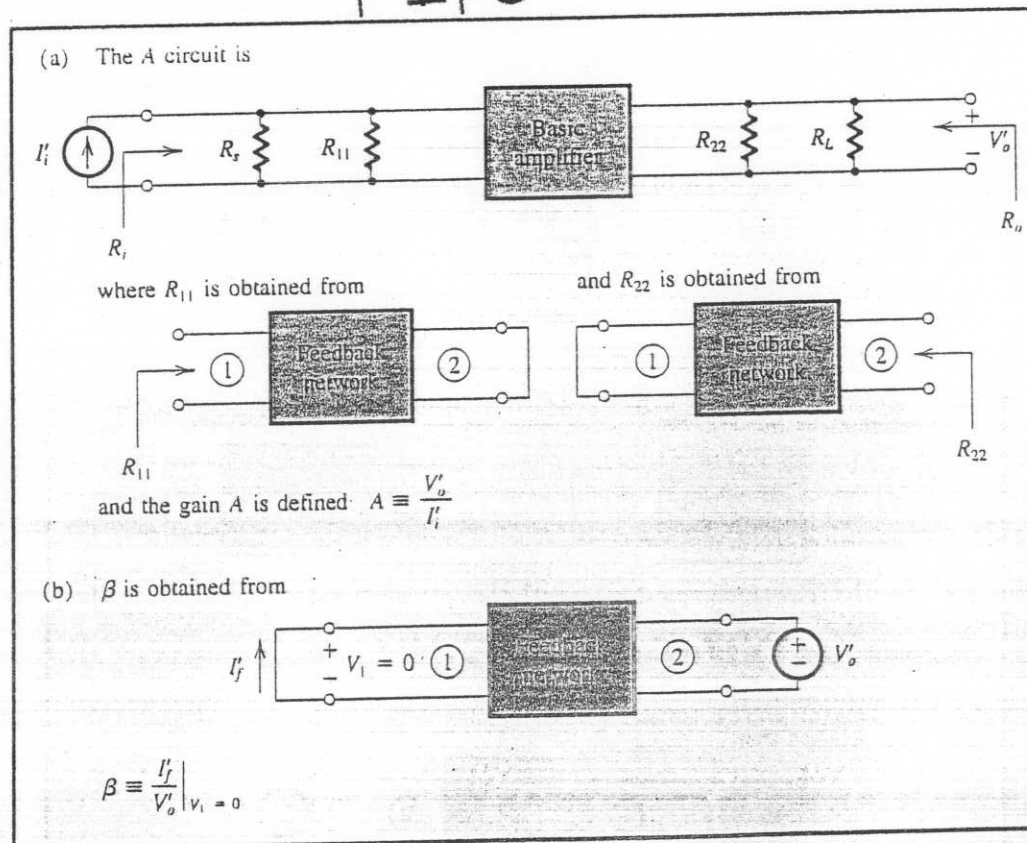


Fig. 8.11 Summary of the rules for finding the A circuit and β for the voltage-sampling series-

PISO

Fig. 8.24 Finding the A circuit and β for the current-sampling shunt-mixing (shunt-series) case.

PIPO

Fig. 8.20 Finding the A circuit and β for the voltage-sampling shunt-mixing (shunt-shunt) case.

התנגדות יציאה Output Resistance	התנגדות כניסה Input Resistance	הקדם Gain	התנאי להקדם התנגדות יציאה Output Resistance
r_{out}	r_{in}	a	התנאי להקדם התנגדות יציאה Output Resistance
R'_{out}	R'_{in}	A	התנאי להקדם התנגדות יציאה Output Resistance
$\frac{R_L R'_{out}}{R_L(1+AB) - R'_{out}}$	$R'_{in}(1+AB) - R_S$	$A_f = \frac{A}{1+AB}$	התנאי להקדם התנגדות יציאה Output Resistance
$R'_{out}(1+AB) - R_L$	$\frac{R_S R'_{in}}{R_S(1+AB) - R'_{in}}$		

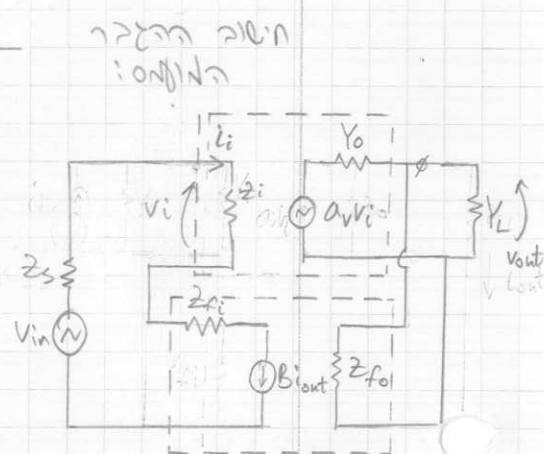
SIPO

$$A_V = a_V \cdot \frac{Z_i}{Z_i + Z_{fi} + Z_s} \cdot \frac{Y_o}{Y_o + Y_{fo} + Y_L}$$

$$A_f = \frac{A_V}{1 + B A_V}$$

$$Z_{in} = (1 + B A_V)(Z_i + Z_{fi} + Z_s) - Z_s$$

$$Y_{out} = (1 + B A_V)(Y_o + Y_{fo} + Y_L) - Y_L$$



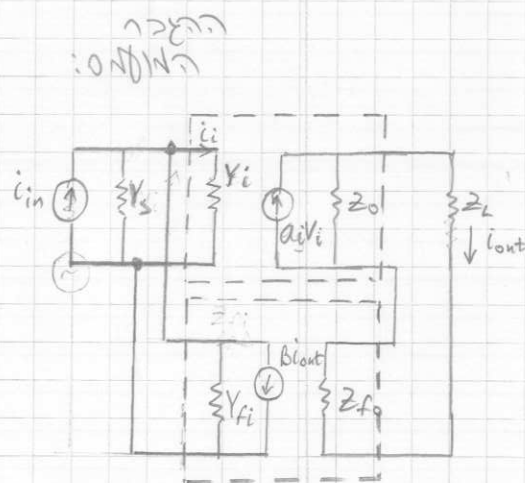
PI SO

$$A_i = a_i \cdot \frac{Y_i}{Y_i + Y_{fi} + Y_s} \cdot \frac{Z_o}{Z_o + Z_{fo} + Z_L}$$

$$A_f = \frac{A_i}{1 + B A_i}$$

$$Y_{in} = (1 + B A_i)(Y_i + Y_{fi} + Y_s) - Y_s$$

$$Z_{out} = (1 + B A_i)(Z_o + Z_{fo} + Z_L) - Z_L$$



SISO

$$A_y = a_y \cdot \frac{Z_i}{Z_i + Z_{fi} + Z_s} \cdot \frac{Z_o}{Z_o + Z_{fo} + Z_L}$$

$$A_f = \frac{A_y}{1 + B A_y}$$

$$Z_{in} = (1 + B A_y)(Z_i + Z_{fi} + Z_s) - Z_s$$

$$Z_{out} = (1 + B A_y)(Z_o + Z_{fo} + Z_L) - Z_L$$

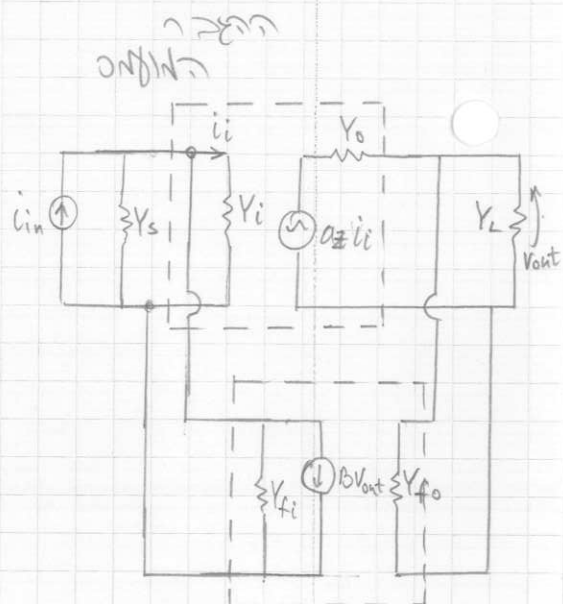
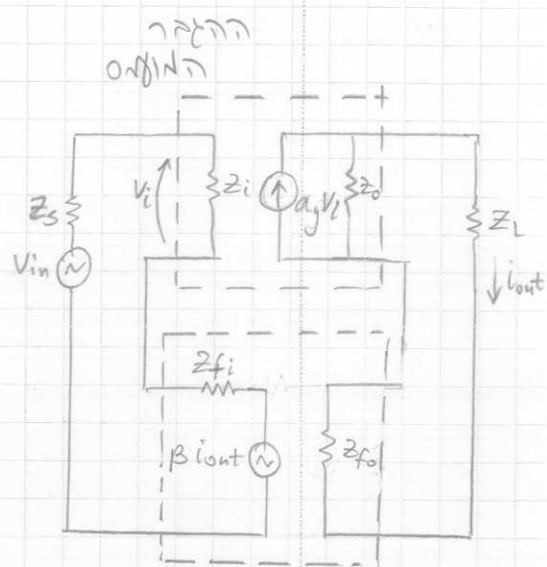
PIPO

$$A_z = a_z \cdot \frac{Y_i}{Y_i + Y_{fi} + Y_s} \cdot \frac{Y_o}{Y_o + Y_{fo} + Y_L}$$

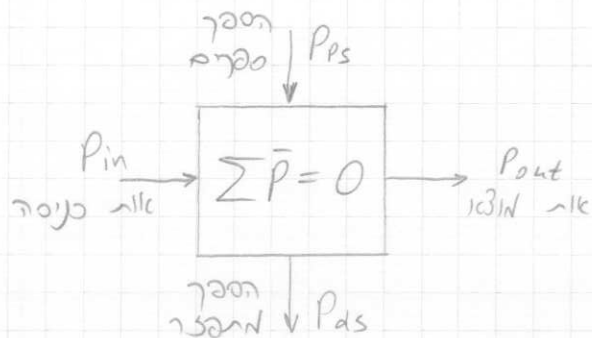
$$A_f = \frac{A_z}{1 + B A_z}$$

$$Y_{in} = (1 + B A_z)(Y_i + Y_{fi} + Y_s) - Y_s$$

$$Y_{out} = (1 + B A_z)(Y_o + Y_{fo} + Y_L) - Y_L$$



(27)

מצב הספק

$$\eta = \frac{P_{out}}{P_{Ds} + P_{in}} \approx \frac{P_{out}}{P_{Ds}}$$

תוצאה: 0.3

$$P(t) = V(t) \cdot I(t)$$

הספק רגעי

$$\bar{P} = \frac{1}{T} \int_0^T P(t) dt = \frac{1}{T} \int_0^T V(t) I(t) dt$$

הספק ממוצע

$$\bar{P} = \frac{1}{T} \int_0^T i_{DS}(t) \cdot V_{DS}(t) dt$$

הספק ממוצע בקצת MOS

$$\bar{P} = \frac{1}{T} \int_0^T i_{CE}(t) \cdot V_{CE}(t) dt$$

הספק ממוצע בקצת ביסטר

+ הספק (אובדן) במילון

- הספק (אובדן) במילון

שקוף חום P_0 - הספק אפקטיבי בטרנזיסטור $[W]$ θ_{jc} - התנגדות תרמית $[^{\circ}C/W]$ (בין הצלע למולי) θ_{cs} - התנגדות תרמית $[^{\circ}C/W]$ (בין המולי למולי) T_j - טמפרטורת הצלע $[^{\circ}C]$ T_c - טמפרטורת המולי $[^{\circ}C]$ T_s - טמפרטורת הסביבה $[^{\circ}C]$ T_a - טמפרטורת הסביבה (אוויר) $[^{\circ}C]$ פירוש חום יעיל מחפץ ב- θ נראהטרנזיסטור ק"מ T_j מקסימלי המולי נ"ל יעיל נ"מ $T_{jmax} \approx 150^{\circ}C \div 170^{\circ}C$ טמפרטורת $P_0 \leftrightarrow I$ $\theta \leftrightarrow R$ $T \leftrightarrow V$

$$T_j = T_a + P_0 (\theta_{jc} + \theta_{cs} + \theta_{sa}) \quad \text{חוק ואלהם יחד}$$

דוגמה: $T_a = 20^{\circ}$ יש אפקט של $10W$ מהו המקסימום הליטר $(\theta_{jc} + \theta_{cs} + \theta_{sa})$ נניח שמוקד אפקט הטרנזיסטור הוא $T_{jmax} = 150^{\circ}C$

$$150 = 20 + 10 (\theta_{jc} + \theta_{cs} + \theta_{sa})$$

$$\Rightarrow \sum \theta = 13 \frac{^{\circ}C}{Watt} \quad \text{נכון, ע"ש ונ"ל}$$