

אין להעביר את הנוסחאון
 לנבחן אחר

מקום לרישומי נבחן

נוסחאון באלקטרוניקה תקבילית לכיתה י"ד

(9 עמודים)

חישובי הגבר

הגבר מתח — A_V

מתח מוצא — V_o [V]

מתח מבוא — V_i [V]

$$A_V = \frac{V_o}{V_i}$$

הגבר מתח בדציבלים — A_V [dB]

$$A_V = 20 \log \frac{V_o}{V_i}$$

הגבר זרם — A_I

זרם מוצא — I_o [A]

זרם מבוא — I_i [A]

$$A_I = \frac{I_o}{I_i}$$

הגבר זרם בדציבלים — A_I [dB]

$$A_I = 20 \log \frac{I_o}{I_i}$$

הגבר הספק — A_P

הספק מוצא — P_o [W]

הספק מבוא — P_i [W]

נגד עומס — R_L [Ω]

התנגדות מבוא — R_i [Ω]

$$A_P = \frac{P_o}{P_i} = A_V \cdot A_I = A_V^2 \cdot \frac{R_L}{R_i} = A_V^2 \cdot \frac{R_i}{R_L}$$

הגבר הספק — A_P [dB]

$$A_P = 10 \log \frac{P_o}{P_i}$$

הגבר כולל של N דרגות
המחוברות בשרשרת
(קסקדה) — A_{VT}

$$A_{VT} = A_{V1} \cdot A_{V2} \cdot A_{V3} \cdot \dots \cdot A_{VN}$$

$$A_{VT} \text{ (dB)} = A_{V1} \text{ (dB)} + A_{V2} \text{ (dB)} + A_{V3} \text{ (dB)} + \dots + A_{VN} \text{ (dB)}$$

הגבר כולל של N דרגות,
בדציבלים — A_{VT} [dB]

מאזן הספקים

הספק מבוא — P_I [W]

הספק נצרך מהספקים — P_{CC} [W]

הספק העומס — P_L [W]

הספק מבוזבז — P_{diss} [W]

$$P_I + P_{CC} = P_L + P_{diss}$$

טרנזיסטור דו-נושאי (בתחום פעיל)

(בהזנחת זרם הזליגה I_{CBO})

זרם קולט — I_C [A]

זרם פולט — I_E [A]

זרם בסיס — I_B [A]

$$I_C = \beta I_B, \quad I_E = (\beta + 1) I_B, \quad I_E = I_C + I_B$$

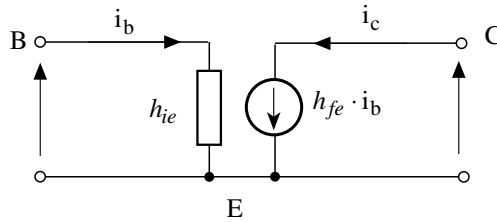
$$\alpha = \frac{I_C}{I_E} = \frac{\beta}{\beta + 1}, \quad \beta = \frac{\alpha}{1 - \alpha}$$

(בהתחשב בזרם הזליגה I_{CBO})

זרם זליגה בין קולט לבסיס
כאשר הפולט פתוח — I_{CBO} [A]

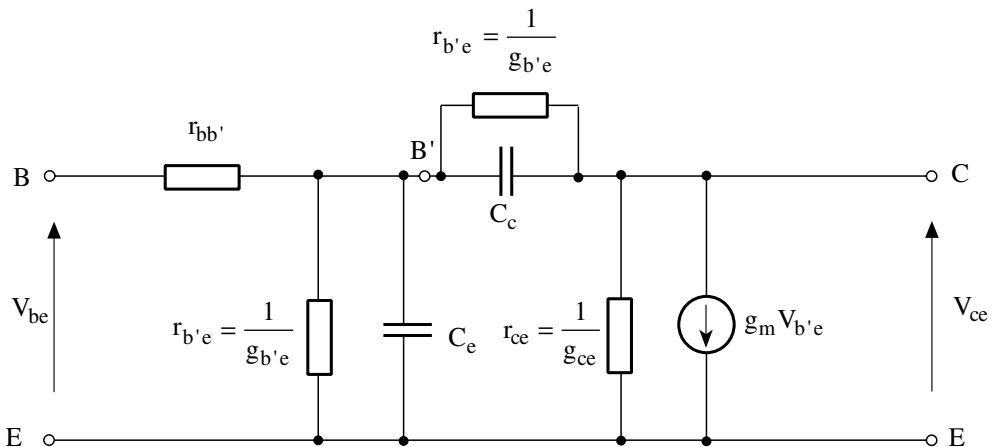
$$I_C = \beta I_B + (\beta + 1) I_{CBO}$$

תרשים תמורה מקורב מסוג h של טרנזיסטור דו-נושאי

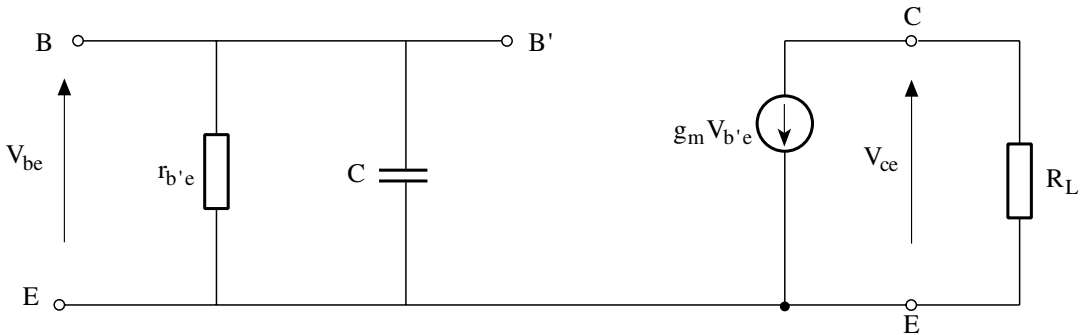


	CE	RE עם נגד CE	CC	CB
A_I	$-h_{fe}$	$-h_{fe}$	$1 + h_{fe}$	$h_{fe} / (1 + h_{fe})$
R_i	h_{ie}	$h_{ie} + (1 + h_{fe}) R_E$	$h_{ie} + (1 + h_{fe}) R_E$	$h_{ie} / (1 + h_{fe})$
A_V	$-\frac{h_{fe} \cdot R_L}{h_{ie}}$	$-\frac{h_{fe} \cdot R_L}{R_i}$	$1 - \frac{h_{ie}}{R_i}$	$h_{fe} \cdot \frac{R_L}{h_{ie}}$
R_o	∞	∞	$h_{ie} / (1 + h_{fe})$	∞
R_L	R_L	R_L	$R_o \parallel R_L$	R_L

תרשים תמורה מסוג π היברידי לחיבור פולט משותף בתדר גבוה



תרשים תמורה מקורב מסוג π היברידי עם נגד עומס R_L לחיבור פולט
משותף בתדר גבוה



מוליכות ההעברה של
הטרנזיסטור — $g_m \left[\frac{1}{\Omega} \right]$

$$C = C_e + C_c (1 + g_m R_L)$$

$$g_m = \frac{I_c \text{ (mA)}}{26}$$

התדר בו הגבר זרם הקצר
בתצורת פולט משותף
מגיע ל-1 — f_T [Hz]

$$f_T = \frac{g_m}{2\pi (C_e + C_c)} \approx \frac{g_m}{2\pi C_e}$$

הגבר הזרם — A_i

$$A_i = \frac{-h_{fe}}{1 + j h_{fe} \left(\frac{f}{f_T} \right)}$$

ערכו המעשי של רוחב הפס
במגבר — f_β [Hz]

$$f_\beta = \frac{g_m}{h_{fe} \cdot 2\pi (C_e + C_c)} = \frac{g_{b'e}}{2\pi (C_e + C_c)}$$

קיבול המבוא בתרשים — C_e [F]

$$C_e = \frac{g_m}{2\pi f_T}$$

$$h_{fe} = g_m \cdot r_{b'e}$$

$$h_{ie} = r_{bb'} + r_{b'e} \cong \frac{h_{fe} V_T}{I_c}$$

טרנזיסטור FET

זרם אפיק — I_d [A]

מתח בין השער למקור — V_{gs} [V]

מתח צביטה — V_p [V]

זרם האפיק עבור $V_{gs} = 0$ — I_{dss} [A]

$$V_{gs} = 0$$

$$I_d = I_{dss} \left(1 - \frac{V_{gs}}{V_p} \right)^2$$

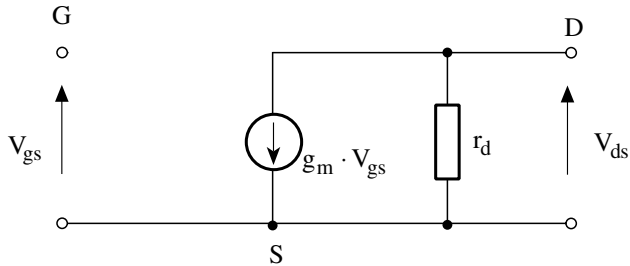
מוליכות החדית — g_m $\left[\frac{1}{\Omega} \right]$

$$g_m = \frac{2I_{dss}}{|V_p|} \left(1 - \frac{V_{gs}}{V_p} \right)$$

מוליכות החדית עבור $V_{gs} = 0$ — g_{m0} $\left[\frac{1}{\Omega} \right]$

$$g_{m0} = \frac{2I_{dss}}{|V_p|}$$

תרשים תמורה מקורב של FET



הגבר הטרנזיסטור בחיבור CS (מקור משותף) — A_V

$$A_V = -g_m \cdot (r_d \parallel R_L)$$

הגבר הטרנזיסטור בחיבור CD (מפק משותף) — A'_V

$$A'_V \approx \frac{g_m \cdot R_s}{1 + (g_m + g_d) R_s}$$

נגד בטור למקור — R_s [Ω]

$$g_d = \frac{1}{r_d}$$

מגבר הפרש

הפרש מתחי המבוא — V_d [V]

$$V_o = A_d \cdot V_d + A_c \cdot V_c$$

ממוצע הסכום של מתחי המבוא — V_c [V]

הגבר הפרשי — A_d

$$A_d = \frac{V_o}{V_d} \Big|_{V_c=0} = \frac{V_o}{2V_i}$$

הגבר האות המשותף — A_c

$$A_c = \frac{V_o}{V_c} \Big|_{V_d=0} = \frac{V_o}{V_i}$$

יחס דחיית האות המשותף — CMRR

$$CMRR = \left| \frac{A_d}{A_c} \right|$$

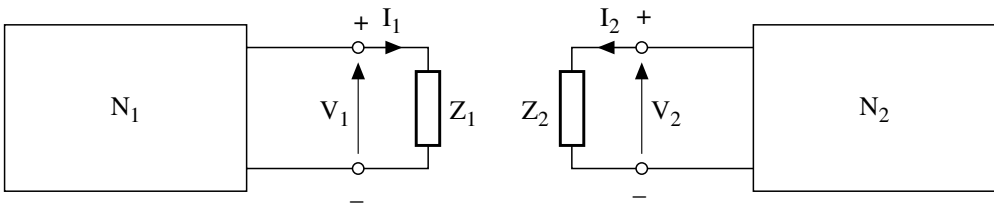
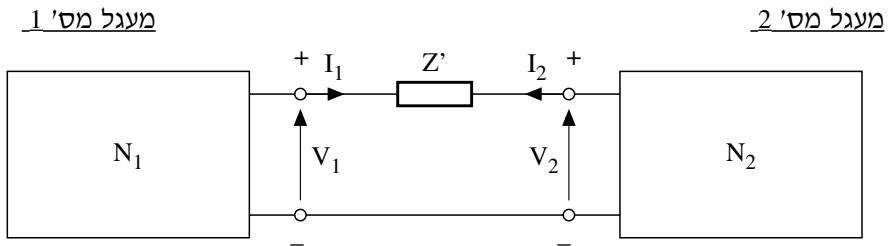
תצורות מגברים עם משוב שלילי

מקבילי-מקבילי (מתח מוצד)	מקבילי-טורי (זרם מוצד)	טורי-טורי (זרם טורי)	טורי-מקבילי (מתח טורי)	סוג המשוב התכונה
זרם	זרם	מתח	מתח	אות המשוב – X_f
מתח	זרם	זרם	מתח	האות הדגום – X_o
$V_o = 0$	$I_o = 0$	$I_o = 0$	$V_o = 0$	לחישוב עניבת המבוא
$V_i = 0$	$V_i = 0$	$I_i = 0$	$I_i = 0$	לחישוב עניבת המוצא
נורטון	נורטון	תבנין	תבנין	צורת המקור
$\frac{I_f}{V_o}$	$\frac{I_f}{I_o}$	$\frac{V_f}{I_o}$	$\frac{V_f}{V_o}$	$\beta = \frac{X_f}{X_o}$
$\frac{V_o}{I_i}$	$\frac{I_o}{I_i}$	$\frac{I_o}{V_i}$	$\frac{V_o}{V_i}$	$A = \frac{X_o}{X_i}$
$\frac{R_i}{1 + \beta A}$	$\frac{R_i}{1 + \beta A}$	$R_i (1 + \beta A)$	$R_i (1 + \beta A)$	R_{if}
$\frac{R_o}{1 + \beta A}$	$R_o (1 + \beta A)$	$R_o (1 + \beta A)$	$\frac{R_o}{1 + \beta A}$	R_{of}

הגבר בחוג סגור עם משוב שלילי – A_f

$$A_f = \frac{A}{1 + A\beta}$$

משפט מילר



A — יחס המתחים ברשתות

$$A = \frac{V_2}{V_1}$$

$$Z_1 = \frac{Z'}{1 - A}$$

$$Z_2 = \frac{Z' A}{A - 1}$$

מתנדים

מתנד קולפיץ

תדר התנודות במתנד קולפיץ — f_0 [Hz]

קבלי מעגל התהודה — C_1, C_2 [F]

סליל מעגל התהודה — L [H]

$$f_0 = \frac{1}{2\pi \sqrt{L \cdot \frac{C_1 \cdot C_2}{C_1 + C_2}}}$$

מתנד הרטלי

- f_0 [Hz] תדר התנודות במתנד הרטלי
- L_1, L_2 [H] סלילי מעגל התהודה
- C [F] קבל מעגל התהודה

$$f_0 = \frac{1}{2\pi \sqrt{C(L_1 + L_2)}}$$

מתנד היזו מופעי

- f_0 [Hz] תדר התנודות במתנד היזו מופעי
- R [Ω] התנגדות ברשת ההיזו
- C [F] קיבול ברשת ההיזו

$$f_0 = \frac{1}{2\pi R C \sqrt{6}}$$

מתנד גביש

גביש בסביבת עבודה מקבילית

- f_p [Hz] תדר תהודה מקבילי של הגביש
- L_s [H] השראות הגביש
- C [F] הקיבול השקול של הגביש
- C_p [F] הקיבול המקבילי של הגביש
- C_s [F] הקיבול הטורי של הגביש

$$f_p = \frac{1}{2\pi \sqrt{L_s C}}$$

$$C = \frac{C_p \cdot C_s}{C_p + C_s}$$

גביש בסביבת עבודה טורית

- f_s [Hz] תדר תהודה טורי של הגביש

$$f_s = \frac{1}{2\pi \sqrt{L_s \cdot C_s}}$$

בהצלחה!