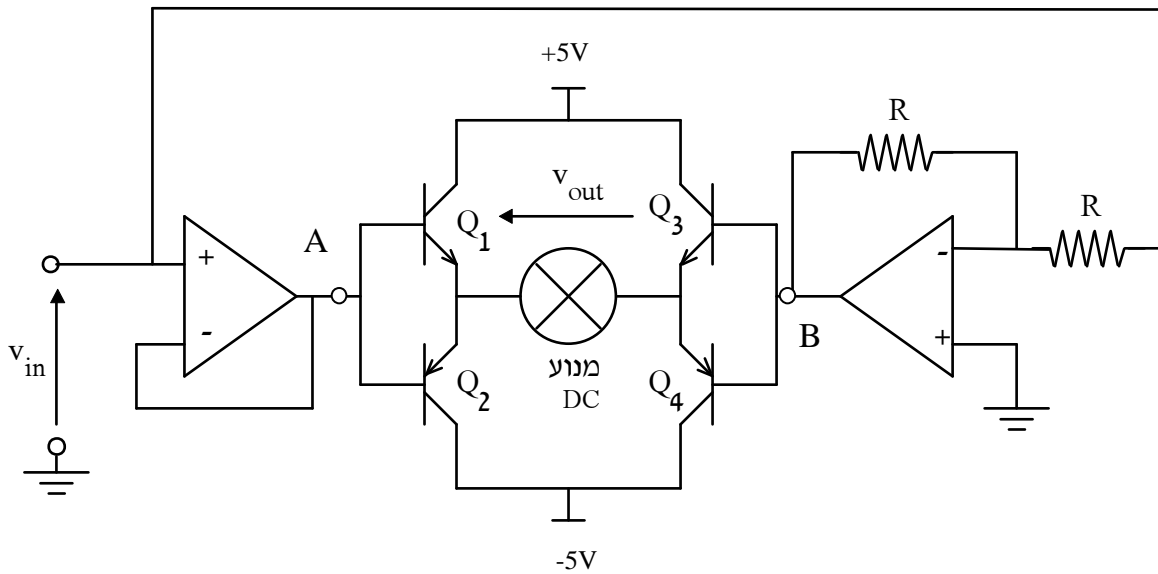


דפי כיתה לתרגיל מס' 14 – מעגלי הספק

נתון מעגל הספק שתפקידו לספק מתח דו-כיווני למנוע DC. המנוע הופך את כיוון הסיבוב כשמספקים מתח הפוך. אימפדנס המנוע הינו התנגדותי טהור וערכו  $10\Omega$ .

טרנזיסטורי npn ו pnp זהים בתכונות:  $\beta_F = \beta_o = 50$ ,  $V_{BE,ON} = 0.7V$ . המגברים האופרטיביים הינם אידיאליים.



(א) יש להסביר כיצד פועל המעגל.

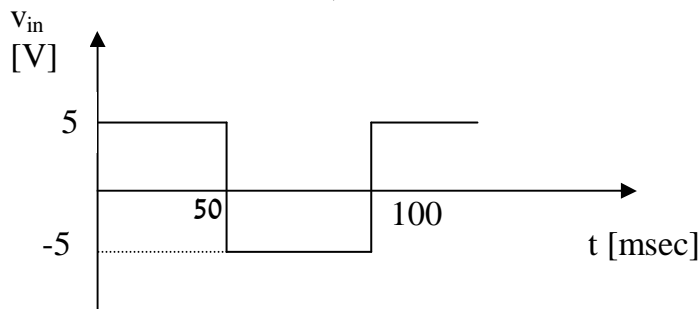
כאשר מופעל מתח  $v_{in}$  מופיע אותו מתח  $v_{in}$  על צומת A ומתח  $-v_{in}$  על צומת B.

עבור  $-0.7V < v_{in} < 0.7V$  אין זרם על מנוע ה-DC.

עבור  $v_{in} > 0.7V$  מוליכים  $Q_4$  ו  $Q_1$ .

עבור  $v_{in} < -0.7V$  מוליכים  $Q_3$  ו  $Q_2$ .

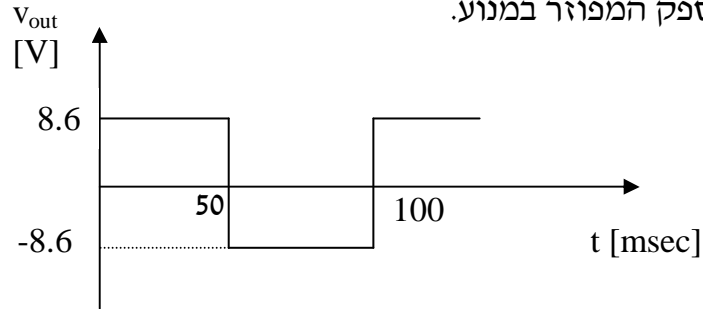
(ב) מחברים למעגל גל מרובע בכניסה הנע בין  $-5V$  ל  $+5V$ , בתדר  $10\text{Hz}$  כמשורטט.



- יש לחשב את ההספקים הרגעים וההספקים הממוצעים הבאים:
1. הספק המפוזר במנוע.
  2. הספק המפוזר בטרנזיסטורים.
  3. הספק המסופק ע"י ספקי ה-DC.

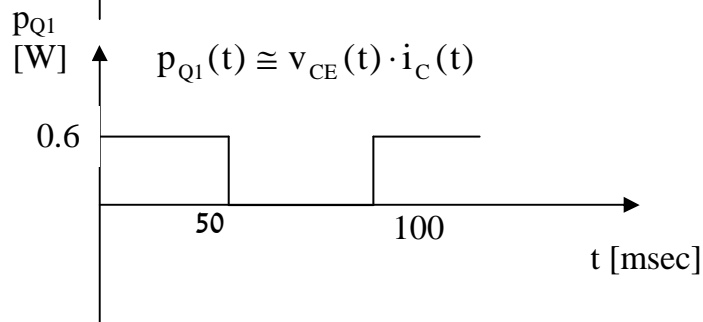
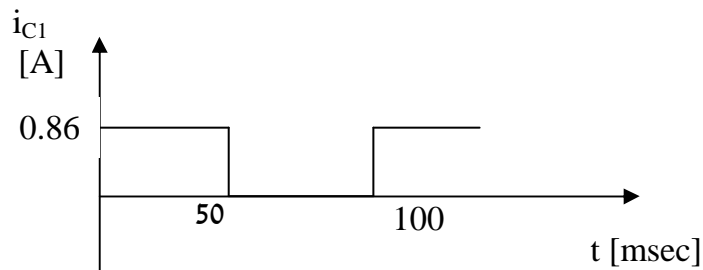
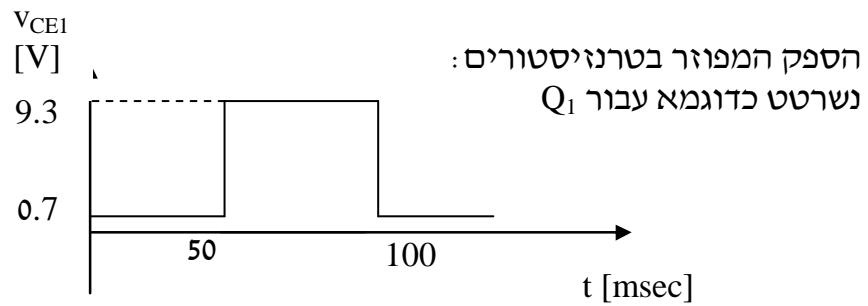
יש לבדוק את המשוואה  $\sum \bar{P} = 0$  ולחשב את נצילות המעגל.

נמצא את הספק המפוזר במנוע.



$$p_L(t) = v_{out}^2(t) / R_L = 7.4W$$
הספק רגעי:

$$\bar{P}_L = 7.4W$$
הספק ממוצע:



לכן

$$\bar{P}_{Q1} = 0.6W / 2 = 0.3W$$

ההספק הממוצע שווה לארבעת הטרנזיסטורים.

הספק הספקים:

הספקים מספקים באופן קבוע זרם של 0.86A (בחצי מחזור ל  $Q_1$  ו  $Q_4$  ובחצי מחזור ל  $Q_2$  ו  $Q_3$ )

$$p_{ps}(t) = \bar{P}_{ps} = 10V \cdot (-0.86A) = -8.6W$$

$$\sum \bar{P} = \bar{P}_L + 4\bar{P}_q + \bar{P}_{ps} = 7.4W + 4 \cdot 0.3W - 8.6W = 0$$

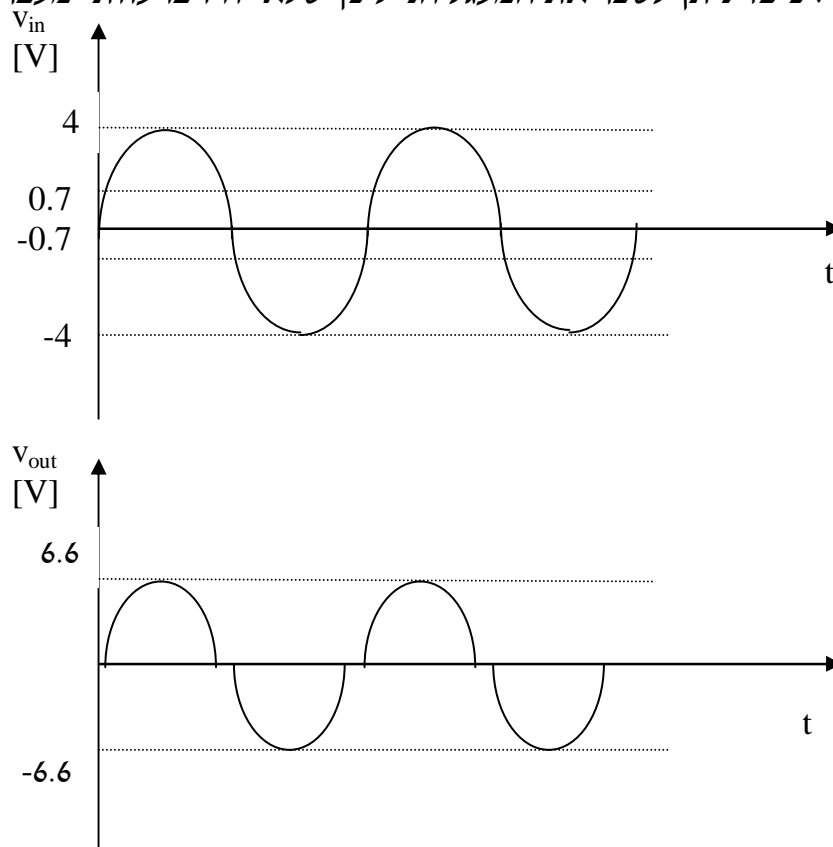
בחישוב זה הזנחנו את הספק המסופק ע"י מגברי השרת. נבדוק את ההזנחה: מגברי השרת מספקים מתח זרם  $v_{in}$  ו  $i_C/\beta$ . בחצי מחזור הזרם והמתח חיוביים ובחצי מחזור הזרם והמתח שליליים לכן

$$\bar{P}_{oA} = v_{in} \cdot i_C / \beta = 5V \cdot 0.86A / 50 = 86mW$$

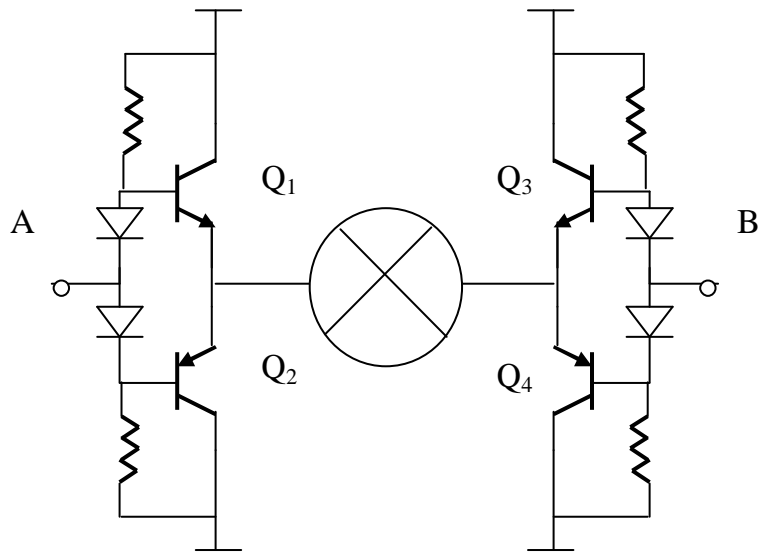
נצילות:

$$\eta = \left| \frac{P_L}{P_S} \right| = \frac{7.4W}{8.6W} = 86\%$$

ג) מחברים בכניסה אות סינוס בעל אמפליטודה 4V. יש להסביר את תופעת עוותי מעבר. כיצד ניתן לשפר את המעגל הנ"ל כך שלא יהיו בו עוותי מעבר?



הפתרון לעוותי המעבר הינו להוסיף דיודות מחוברות כדלקמן :



ד) חשב את נצילות המעגל המשופר עבור כניסת הסינוס

עבור המנוע:

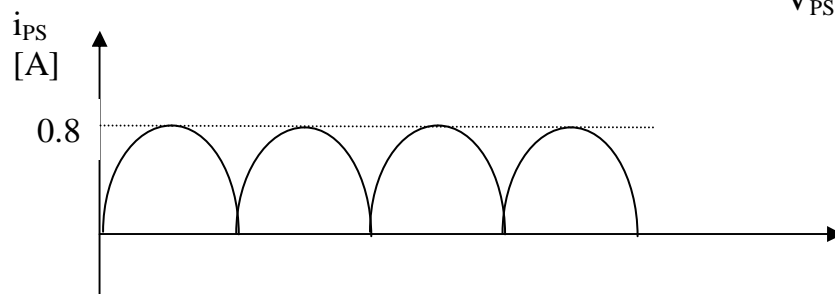
$$V_{out,eff} = \frac{\sqrt{2}}{2} \cdot 8V = 5.66V$$

$$\bar{P}_L = \frac{V_{out,eff}^2}{R} = 3.2W$$

עבור הספק:

$$P_{PS} = V_{PS} \cdot \bar{i}_{PS} = 10V \cdot 0.51A = 5.1W$$

$V_{PS}=10V$

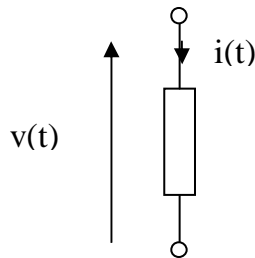


$$\eta = \frac{P_L}{P_S} = \frac{3.2W}{5.1W} = 63\%$$

דפי עזר לתרגיל מס' 14 – מעגלי הספק

הספק ברכיב בעל שני הדקים (תזכורת):

נתון רכיב בעל הדקים המפזר הספק (הספק חיובי) או מספק הספק (הספק שלילי)



$v(t)$ ,  $i(t)$  מכללים מרכיב קבוע (אשר נקרא מרכיב DC או מרכיב ממוצע) ומרכיב משתנה מחזורית עם מחזור  $T$  (AC אשר).

הספק רגעי:  $p(t) = v(t) \cdot i(t)$

הספק ממוצע:  $\bar{P} = \frac{1}{T} \int_0^T p(t) dt = \frac{1}{T} \int_0^T v(t) i(t) dt$

דוגמאות שימושיות:

נגד:

הספק רגעי:  $p(t) = v^2(t) / R = i^2(t) R$

הספק ממוצע:  $\bar{P} = \frac{\overline{v^2(t)}}{R} = \frac{V_{eff}^2}{R}$

$\bar{P} = \overline{i^2(t)} \cdot R = I_{eff}^2 \cdot R$

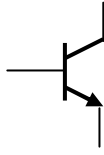
ספק מתח DC:

הספק רגעי:  $p(t) = V_{DC} \cdot i(t)$

הספק ממוצע:  $\bar{P} = \frac{1}{T} \int_0^T p(t) dt = \frac{1}{T} \int_0^T V_{DC} i(t) dt = V_{DC} \overline{i(t)}$

**הספק בטרנזיסטורים:**

עבור טרנזיסטור ביפולרי:

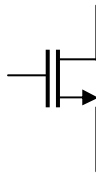


הספק רגעי:  $p(t) = v_{CE}(t) \cdot i_C(t) + v_{BE}(t) \cdot i_B(t) \cong v_{CE}(t) \cdot i_C(t)$

הספק ממוצע:  $\bar{P} = \frac{1}{T} \int_0^T p(t) dt = \frac{1}{T} \int_0^T [v_{CE}(t) i_C(t) + v_{BE}(t) i_B(t)] dt$

$$\bar{P} = \frac{1}{T} \int_0^T v_{CE}(t) i_C(t) dt$$

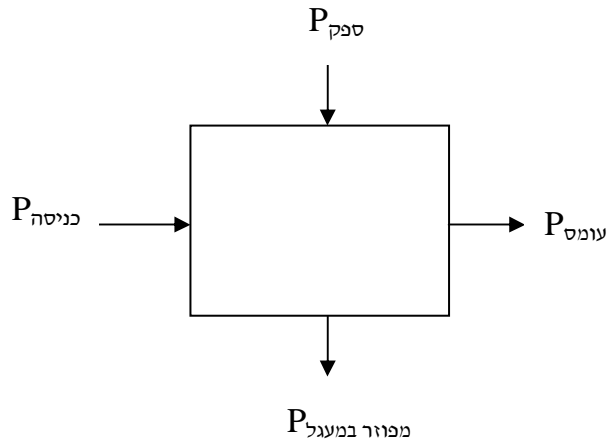
עבור טרנזיסטור MOSFET:



הספק רגעי:  $p(t) = v_{DS}(t) \cdot i_{DS}(t)$

הספק ממוצע:  $\bar{P} \cong \frac{1}{T} \int_0^T v_{DS}(t) i_{DS}(t) dt$

**הספק במעגלים**



המעגל מסוגל לאגור הספק רגעי אך לא הספק ממוצע לכן  $\sum \bar{P} = 0$   
 נגדיר  $\eta = P_{עומס} / P_{ספק}$