

## 4. ראי זרם. עומס אקטיבי.

### מטרת הניסוי:

הכרת מבנה ותכונות של ראי זרם. הכרת עומס אקטיבי במגברים.

### הכנה לניסוי (לפני הגעה למעבדה):

- עין במהלך הניסוי. מהם הסעיפים העיקריים בניסוי שאתה הולך לבצע?
- מצא בתוך ערכת המעבדה את הרכיבים הנדרשים לביצוע הניסוי ורכז אותם על המטריצה.
- יש להביא את מודל ה SPICE לניסוי.

### הציוד לניסוי:

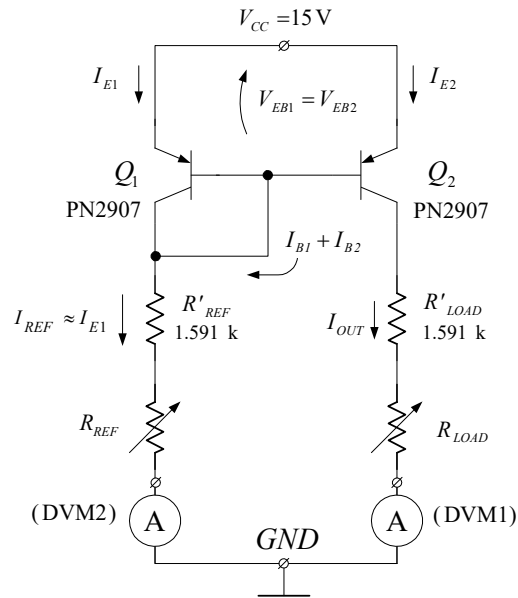
- טרנזיסטורים Q2N2222 (1), PN2906 (2).
- נגדים  $1.6k\Omega$  (2),  $10k\Omega$ ,  $270\Omega$ , נגדים משתנים  $50k\Omega$  (2).
- כבל BNC-Banana (2), כבל Banana-Banana (8).

### מהלך הניסוי:

יש להגביל את זרמי המוצא עבור כל ערוצי הספק ל-100 mA.

### 1. הכרת אופן פעולה ותכונות של ראי זרם.

- בנה את ראי הזרם (ציור 1, העזר ב- matrix layout מהנספח). השתמש בערך של  $R_{REF}$  שמצאת בשאלת ההכנה 1 ( $I_{E1} \approx 1mA$ ) -  $R_{LOAD} = 6.8k\Omega$ . נגדים  $R'_{REF}$  ו-  $R'_{LOAD}$  משמשים להגנה על הטרנזיסטורים. (מה יקרה ללא  $R'_{REF}$  אם  $R_{REF} = 0\Omega$ ?)
- האם  $I_{E1}$  ו-  $I_{E2}$  שווים? הסבר למדריך את הסיבות לאי-השוויון. (חשוב: בחר תחום מדידת זרם ב-DVM-ים עד 2 mA).



ציור 1. ראי זרם.

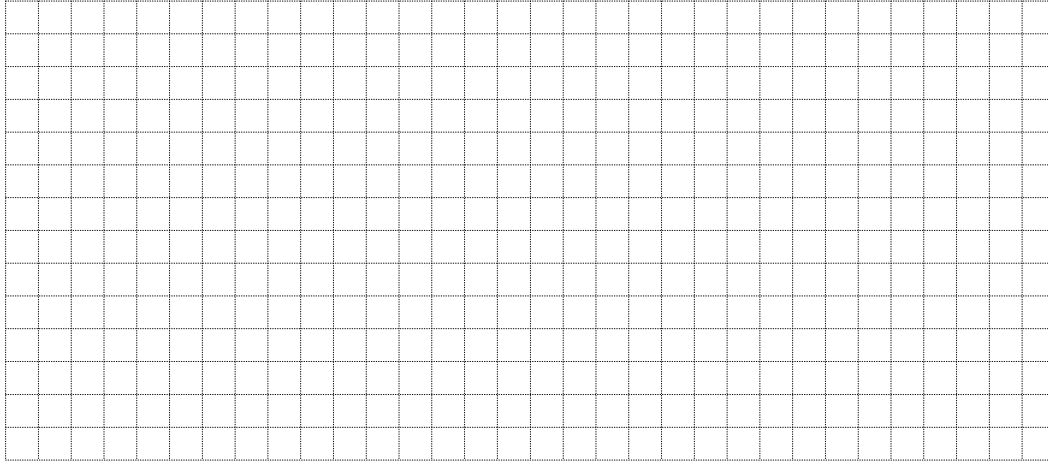
ג. שנה נגד  $R_{LOAD}$  בין 3 kohm לבין 15 kohm. עקוב אחרי המתח על התנגדות העומס  $R_{LOAD} + R'_{LOAD}$  ומלא את הערכים בטבלה 1.

$V_{EC Q2}, V$	$V_{R_{LOAD} + R'_{LOAD}}, V$	$I_{OUT}, mA$	$R_{LOAD} + R'_{LOAD}, kohm$
			4
			7
			10
			13
			16

טבלה 1. אופיין מוצא של ראי זרם.

ד. בנה את האופיין המעשי באותו גרף עם האופיין שבנית בשאלת הכנה 1. האם ראי זרם מתנהג כמקור זרם?

ה. לפי המדידה שעשית הערך את גודל התנגדות המוצא של ראי זרם  $R_{out}$  עבור  $I_{out} \approx 1 mA$ :



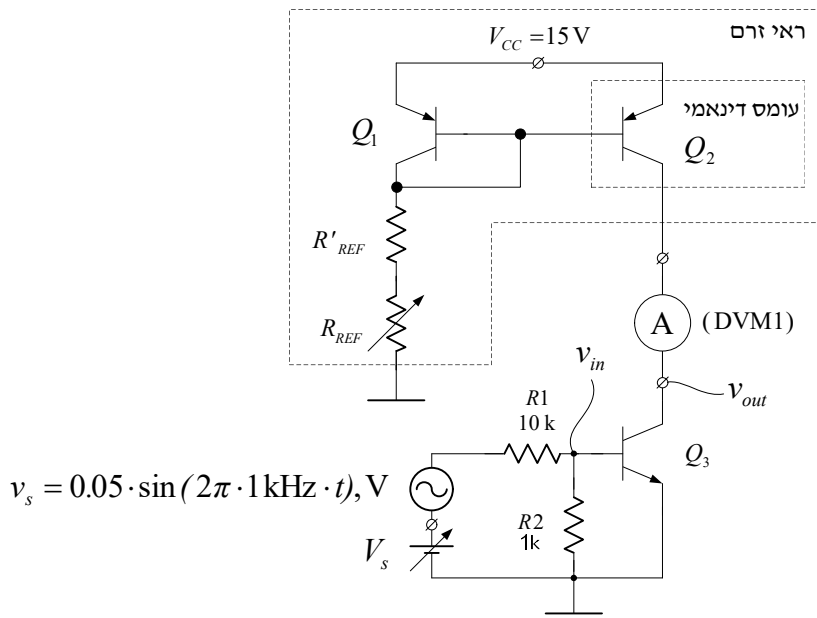
1. בעזרת מעגל התמורה של מקור זרם לא אידיאלי הסבר למדריך למה חשוב לקיים את התנאי  $R_{out} \gg R_{LOAD}$  ?

חתימת המדריך

**2. הכרת אופן פעולה ותכונות של עומס אקטיבי.**

א. בנה מגבר CE עם עומס אקטיבי (ציור 2). השתמש בראי זרם שבנית לפני כן. אל תשנה את נגד  $R_{REF}$  אשר קובע את זרם המוצא של ראי הזרם ל-1mA. קבע לאפס את מתחי  $v_s$  (מחולל) ו- $V_s$  (OFFSET).

ב. עקוב אחרי מתח DC  $V_{CE3}$  (סקופ). העלה מתח  $V_s$  עד שמתח  $V_{CE3}$  ישווה ל- $\frac{V_{CC}}{2}$ . רשום מתח  $V_{CE3}$  וזרם  $I_{C3}$  בטבלה 2.

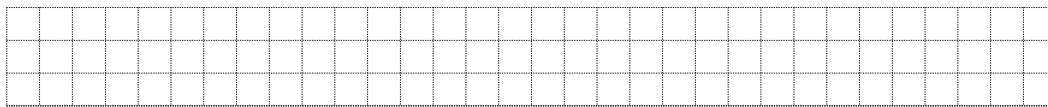


ציור 2. מגבר CE עם עומס אקטיבי.

ג. קבע  $V_s = 50m \cdot \sin(2\pi \cdot 1kHz \cdot t)$ , צפה במתחים  $v_{in}$  ו-  $v_{out}$  בסקופ. הערה חשובה: עדיף לסנכרן את הסקופ עם הערוץ שבו מופיע  $v_{out}$  ולקבוע AC COUPLING לערוץ ה-  $v_{in}$ . מכיוון ש-  $v_{in}$  הינו קטן, אפשר להשתמש ב-AVERAGING בתצוגה של הסקופ על מנת להקטין רעשים. לא מומלץ להשתמש ביותר מ-8 AVGS.

ד. כוון את המשרעת של  $v_{in}$  עד לקבלת אות  $v_{out}$  בערך  $10V$  p-p. חשב את הגבר המתח  $A_v$  ורשום אותו בטבלה 2.

ה. הגדיל את  $v_{in}$  עד לקטימה של  $v_{out}$ . רשום את מתחי הקטימה של אות  $v_{out}$  והמשרעת מקסימאלית של  $v_{in\max}$  עבור אות  $v_{out}$  לא קטום.



מהן הסיבות לקטימת אות  $v_{out}$ ? מדוע נקודת עבודה  $V_{CE3} = \frac{V_{CC}}{2}$  הנה אופטימלית? הסבר

זאת למדריך על סמך ציור 3.

חתימת המדריך

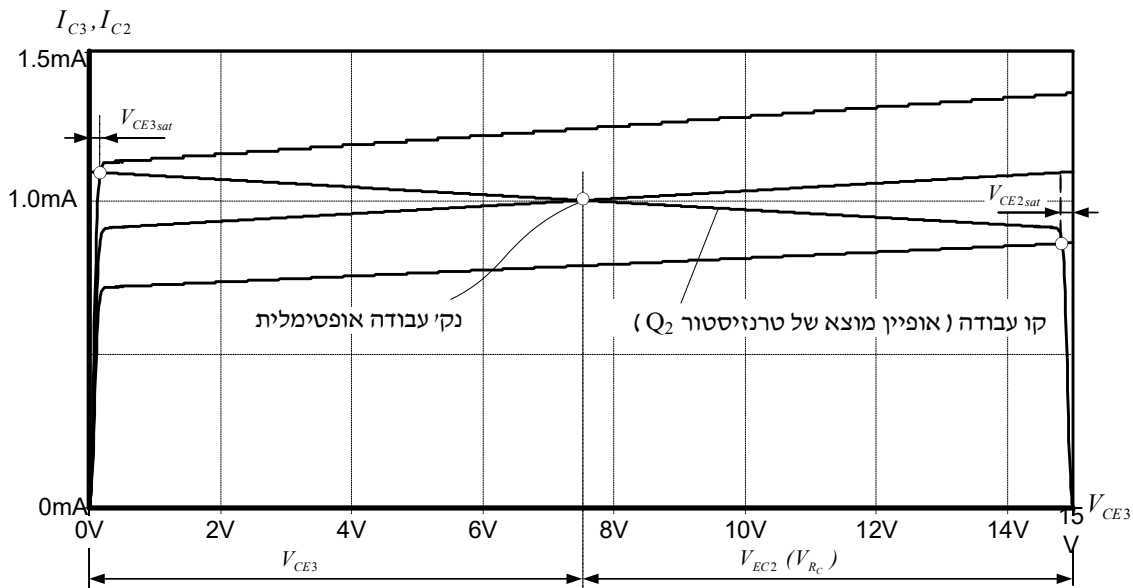
**3. השוואת תכונות מגבר עם ובלי עומס אקטיבי.**

א. אל תשנה את  $V_s$ . בנה מגבר CE ללא עומס אקטיבי (ציור 4). החלף ראי זרם בנגד  $R_C$ .

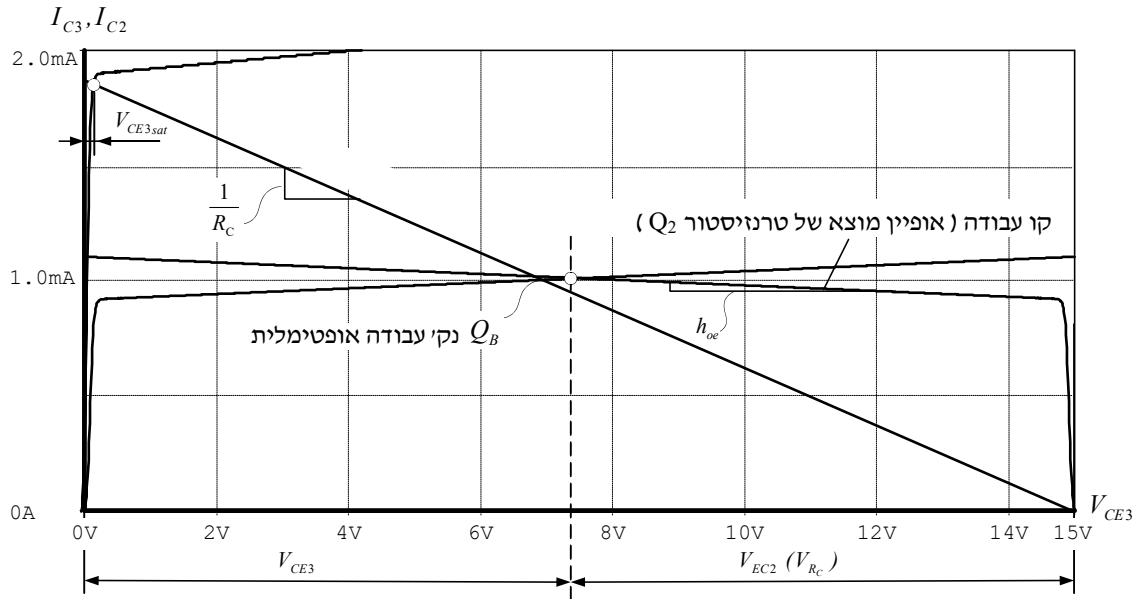
ממש אותו ע"י נגד משתנה או דקדת נגדים. קבע  $v_s = 0V$ .

ב. ע"י שינוי  $R_C$  קבע נקודת עבודה זהה לזו שקבעת בסעיף הקודם.

ג. קבע  $V_s = 0.5 \cdot \sin(2\pi \cdot 1kHz \cdot t)$ , צפה במתחים  $v_{in}$  ו-  $v_{out}$  בסקופ.







ציור 5. שיטות לקביעה של נק' עבודה ע"י נגד וע"י עומס דינאמי.

$v_{in,max}, V$	$A_V$	נק' עבודה		
		$I_C, mA$	$V_{CE}, V$	
				מגבר עם עומס אקטיבי
				מגבר ללא עומס אקטיבי

טבלה 2. סיכום תכונות של מגבר CE עם זבלי עומס אקטיבי.

חתימת המדריך