

8. מגברי הספק.

מטרת הניסוי:

הכרת מבנים, תכונות ואופני פעולה של מגברי הספק מסוגים B ו-AB.

הכנה לניסוי (לפני הגעה למעבדה):

פתור את שאלות ההכנה (ראה למטה).

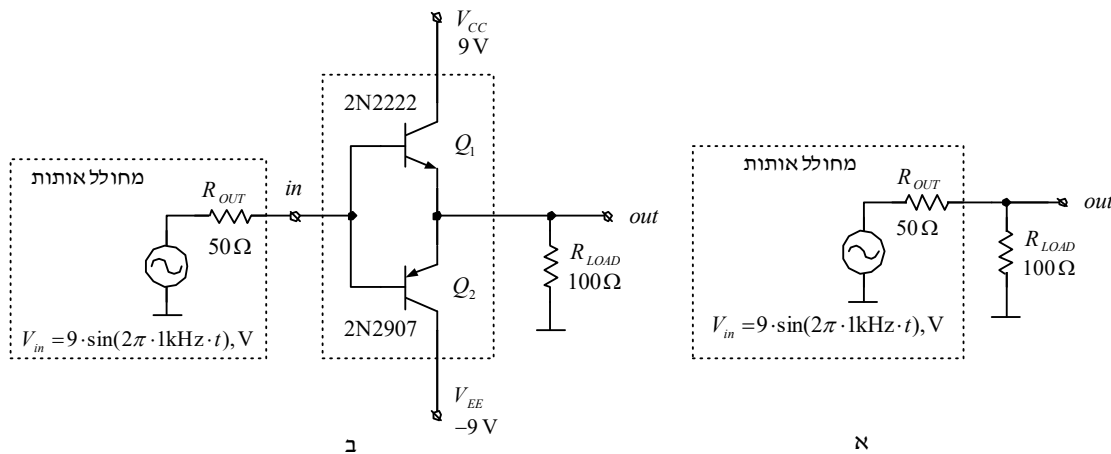
שאלות הכנה (יש להעלות את הפתרון לאתר המודל עד 1 שעה לפני תחילת הניסוי):

שאלה 1

1.1 ע"י סימולציה ב-OrCad תשווה מתח על הנגד העומס $R_{LOAD} = 100\Omega$ אשר מוזן ע"י מחולל

אותות (ציור 1.א') ומתח על אותו נגד אשר מוזן ע"י דרגת מוצא מסוג "B" (ציור 1.ב').

התנגדות מוצא של מחולל אותות הינה $R_{OUT} = 50\Omega$. הצג את אות המוצא בשני המקרים.



ציור 1. שיטות איזון של העומס (א) ע"י מחולל אותות, (ב) ע"י דרגת מוצא.

א. פרט סיבות העיוות של אות מוצא v_{OUT} בדרגה B.

ב. ע"י הצגת ספקטרום של אות המוצא דרך FFT מדוד משרעת וחשב ערך האפקטיבי של

ההרמוניה הראשונה A_1 בדרגה B.

ג. חשב פרמטר THD* (total harmonic distortion) אשר מאפיין עיוות של אות המוצא בדרגה

B.

ד. חזור על סעיפים ב' וג' עבור $V_{in} = 5 \cdot \sin(2\pi \cdot 1\text{kHz} \cdot t), V$ והשווה לתוצאות שקיבלת קודם

לכן. הסבר מהי הסיבה להבדל.

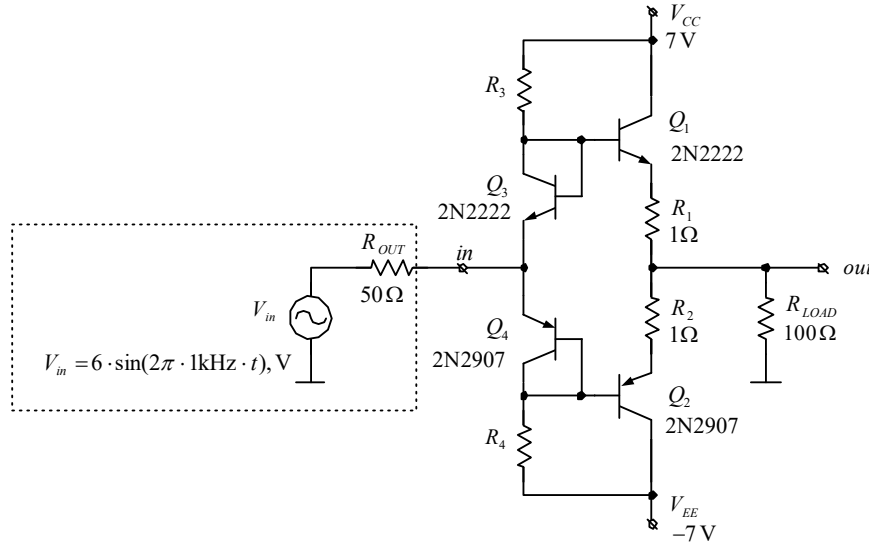
* הגדרה של THD:

$$THD = \frac{\sqrt{\sum_{i=2}^n A_i^2}}{A_1} = \sqrt{\frac{A_{rms}^2 - A_1^2}{A_1^2}} = \sqrt{\frac{A_{rms}^2}{A_1^2} - 1}$$

כאשר A_{rms} - ערך אפקטיבי של אות.

A_n - ערך אפקטיבי של הרמוניה "n".

1.2 תכנן דרגת מוצא מסוג "AB" (ציור 2).



ציור 2. דרגת מוצא מסוג AB.

א. חשב את זרם העומס (זרם טרנזיסטורים) המקסימאלי $I_{out\ max}$ כאשר $V_{out\ max} = V_{in\ max}$.

$$I_{C\ max} \approx I_{E\ max} = I_{out\ max} = \frac{V_{out\ max}}{R_{LOAD}} =$$

ב. ע"י סימולציה ב- OrCad מדוד את הגבר הזרם הסטטי β של כל אחד מהטרנזיסטורים

וחשב את הזרמים המקסימאליים $I_{B1\ max}$ ו- $I_{B2\ max}$ אשר מקיימים $I_{out\ max}$.

$$I_{BQ1\ max} = \frac{I_{CQ1\ max}}{\beta_{Q1}} = \quad \quad \quad I_{BQ2\ max} = \frac{I_{CQ2\ max}}{\beta_{Q2}} =$$

ג. חשב את המתח מקסימאלי על הבסיס של כל אחד מהטרנזיסטורים בהנחה ש-

$$V_{BE\ max} = 0.7\ V$$

$$V_{BQ1\ max} = V_{in\ max} + V_{BE3} \approx V_{in\ max} + 0.7 =$$

$$V_{BQ2\ min} = V_{in\ min} - V_{BE4} \approx V_{in\ min} - 0.7 =$$

ד. חשב את הערכים המקסימאליים של נגדים R_3 ו- R_4 בהנחה שזרם של דיודת (טרנזיסטור)

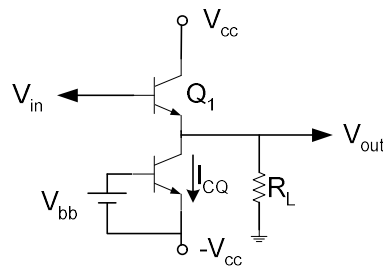
קיוז off-set שווה אפס.

$$R_3 = \frac{V_{CC} - V_{BE1\max}}{I_{B1\max}} = \quad R_4 = \frac{V_{BE2\min} - V_{EE}}{I_{B2\max}} =$$

- ה. בנה את המעגל (ציור 2) ב-OrCad עבור פרמטרים R_3 ו- R_4 שחשבת וצג את אות המוצא.
 ו. מדוד את המשרעת וחשב את הערך האפקטיבי של ההרמוניה הראשונה A_1 ו-THD והשווה לתוצאות של סעיף 1.1.
 ז. הצג את I_{LOAD} ואת זרמי הפולט של Q_1 ו- Q_2 כאשר v_{in} קרוב לאפס. הסבר את צורות הגלים.
 ח. מה הוא הקשר בין ערכי R_3 ו- R_4 ופיזור הספק של טרנזיסטורים במצב stand-by כאשר $V_{in} = 0V$? בדוק את המסכנה ע"י סימולציה.

שאלה 2

2.1 נתונה דרגת הספק מסוג A.



- א. מהו ההספק הכולל המקסימאלי האפשרי הנמשך מהספקים? תן ביטוי בעזרת V_{CC} ו- I_{CQ} פרט חישוביך.
 ב. הסבר מהו הגורם העיקרי לנצילות הנמוכה של דרגת הספק מסוג A.
 2.2 נתון מגבר הספק מסוג B הבנוי משני טרנזיסטורים ומאפשר אות מוצא דו-פולארי. כמו כן נתונים מתחי הספקה $+V_{CC}$ ו- $-V_{CC}$ והתנגדות העומס R_L .
 א. שרטט את המעגל.
 ב. צייר אות כניסה סינוסי ואת זרם הקולקטור בכל אחד מהטרנזיסטורים עבור אותו אות הכניסה על אותה מערכת הצירים.
 ג. הסבר מהו הגורם העיקרי לעיוותי אות המוצא בדרגה מסוג B.
 ד. האם אחוז העיוותים באות המוצא תלוי במשרעת שלו?
 ה. איזו משתי דרגות ההספק A ו-B טובה יותר מבחינת עיוותי אות המוצא? הסבר.
 ו. איזו משתי דרגות ההספק A ו-B טובה יותר מבחינת נצילות? הסבר.
 ז. מהו ההספק הכולל המקסימאלי האפשרי הנמשך מהספקים עבור אות מוצא סינוסי? הניח $V_{IN} \gg V_{BE}$. תן ביטוי בעזרת V_{CC} ו- V_0 . פרט חישוביך.
 ח. למה שווה הנצילות במקרה של הסעיף הקודם? פרט חישוביך.

2.3 נתון מגבר הספק מסוג AB הבנוי משני טרנזיסטורים ומאפשר את מוצא דו-פולארי. כמו כן נתונים מתחי הספקה $+V_{CC}$ ו- $-V_{CC}$ והתנגדות העומס R_L .
א. שרטט את המעגל.

ב. צייר את כניסה סינוסי ואת זרם הקולקטור בכל אחד מהטרנזיסטורים עבור אותו את הכניסה על אותה מערכת הצירים.

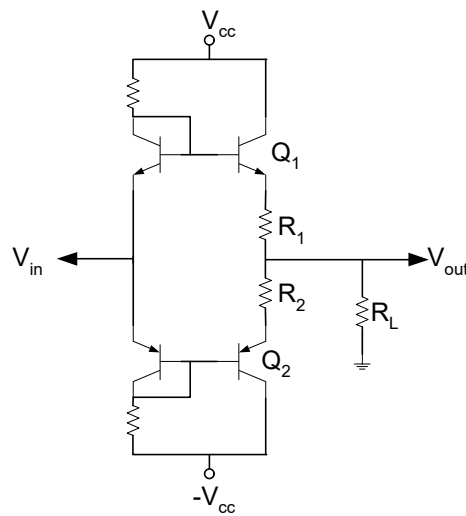
ג. איזו משתי דרגות ההספק A ו-AB טובה יותר מבחינת עיוותי אות המוצא? הסבר.

ד. איזו משתי דרגות ההספק A ו-AB טובה יותר מבחינת נצילות? הסבר.

ה. איזו משתי דרגות ההספק B ו-AB טובה יותר מבחינת עיוותי אות המוצא? הסבר.

ו. איזו משתי דרגות ההספק B ו-AB טובה יותר מבחינת נצילות? הסבר.

2.4 נתונה דרגת הספק מסוג AB.



א. הסבר את בעיית היציבות התרמית בדרגת הספק מסוג AB (ללא נגדים R_1 ו- R_2).

ב. הסבר כיצד נגדים R_1 ו- R_2 משפרים את היציבות התרמית של הדרגה.