

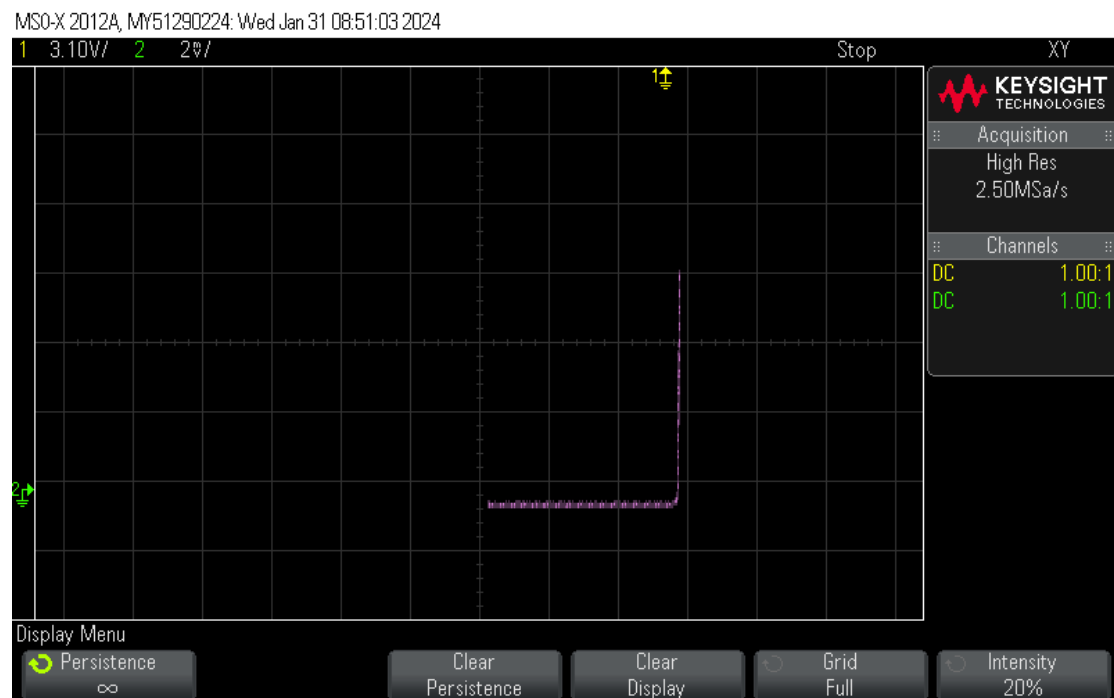
דוח מסכם 4

מגשים:

אריאל רנה

אור שאול

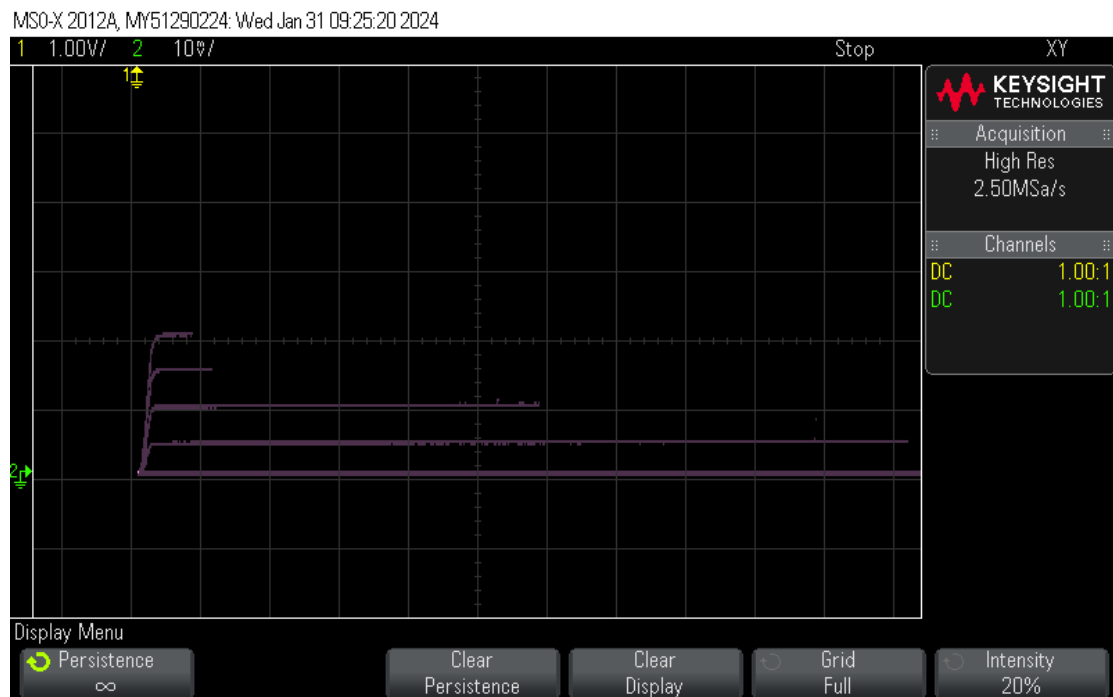
1.1. מימשנו את המעגל שבשאלה במעבדה וקיבלנו את האופיין הבא:



בגרף ניתן לראות כי קיבלנו אופיין זהה למה שקיבלנו בדוח המכין, גרף של דיודה (Collector מנותק ולכן מתקבלת צומת PN בין Emitter ל Basen).

ניקח שתי נקודות באזור ההולכה כאשר $V > 0.65$ ונחשב את השיפוע: $R = 14.953 [K\Omega]$.

1.2. חיברנו את המעגל לפי דרישות השאלה. בכל מדידה שינינו את V_{bb} לערכים בין 0-12V כמתואר בשאלה. עבור כל ערך של V_{bb} שינינו את המתח ב- V_{cc} בטווח שבין 0-15V. להלן גרף התוצאות:



ניתן לראות כי הגרפים אכן תואמים את הגרפים שקיבלנו בסימולציה בדוח המכין. נשים לב לתחום בו $V_{be} < 0.7 [V]$ זהו התחום שבו לא זורם זרם, לאחר מכן יש את התחום הליניארי ולאחר מכן תחום הרוויה, ככל ש- V_{bb} גדול יותר גם זרם הרוויה. העלייה נובעת מאפקט ארלי.

3.2. נקצר את מתח ה-AC לאדמה ונתייחס לקבלים כנתק ונקבל:

$$V_{ce} = 7.87 [V]$$

$$I_c = 1.79 [mA]$$

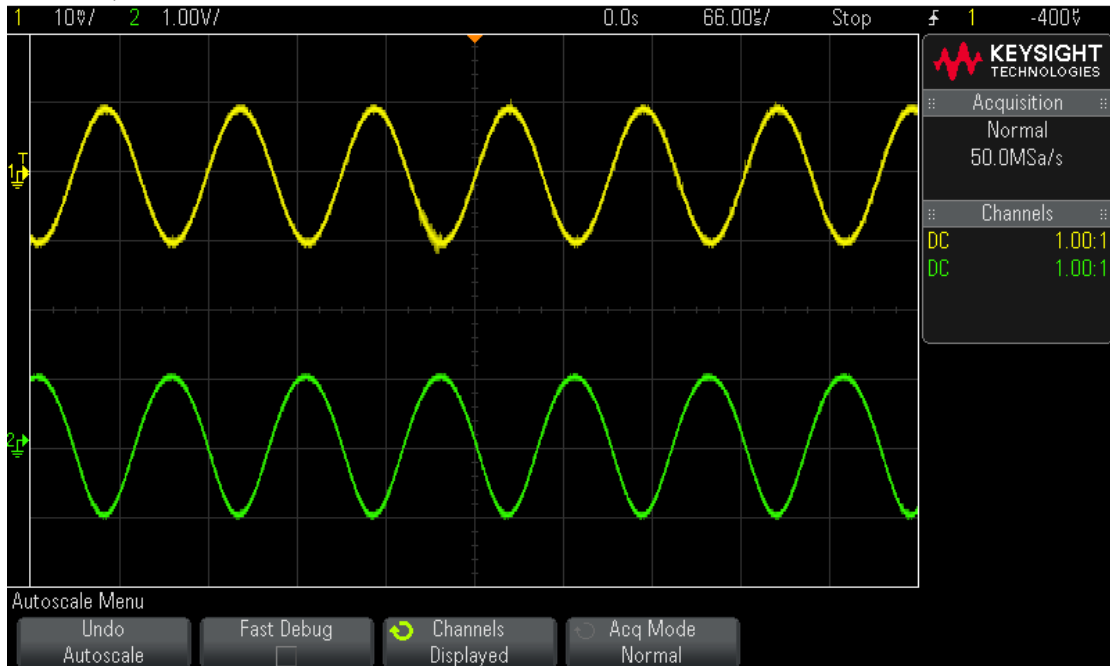
$$I_b = 17.76 [\mu A]$$

$$\beta = \frac{I_c}{I_b} = 100.788$$

התוצאות דומות לדוח המכין כאשר β יצאה בטווח ההגיוני (בערך 100).

3.3. בגרף הבא ניתן לראות את מתח הכניסה (בצהוב) ואת מתח המוצא (בירוק)

MSO-X 2012A, MY51290224: Wed Jan 31 10:21:28 2024



לפי מדידות Peak-to-Peak נקבל:

$$V_{out} = 2.16 [V]$$

$$V_{in} = 22.1 [mV]$$

$$A = \frac{V_{out}}{V_{in}} = 97.73$$

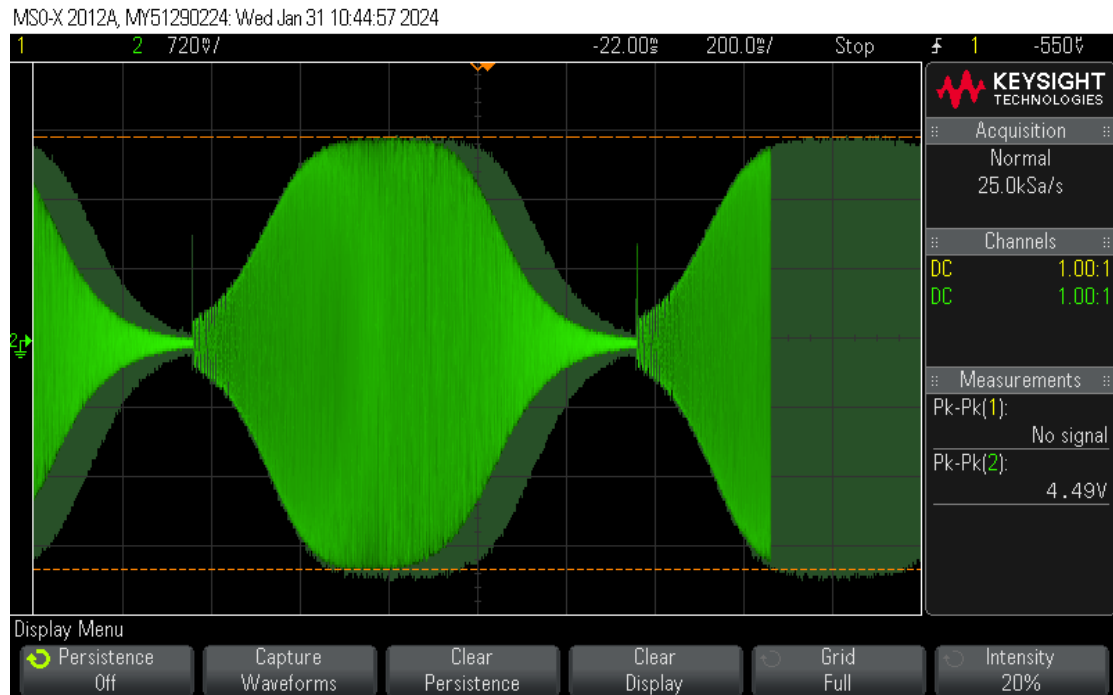
3.4. מצאנו כי התנגדות המוצא היא $R = 1.4 [K\Omega]$. בהחלפת הנגד הקיים וחיפוש הנגד עבורו נקבל במוצא מחצית מהמתח הקודם אנחנו בעצם יוצרים מחלק מתח סימטרי כאשר הנגד הראשון הינו המגבר והשני הוא הדקדה. המתח במוצא מתחלק שווה בשווה בין התנגדות המוצא האמיתית לזו של הדקדה ומכאן ניתן להסיק (מכיוון שהדקדה מחוברת במקביל למוצא) שהתנגדות המוצא שווה להתנגדות הדקדה.

3.5. מדדנו את ערך המתח עבור התנגדות אפס ומצאנו את ההתנגדות שתתן חצי מערך המתח עבור התנגדות 0:

$$R = 2.7 [K\Omega]$$

בדומה לסעיף הקודם, גם כאן כיוונו את הדקדה עד שקיבלנו חצי מערך המתח בהתחלה על מנת למדוד את התנגדות הכניסה.

3.6. בגרף הבא ניתן לראות את תגובת התדר עבור שני המקרים כאשר הגרף הירוק כהה הוא הנגד $R_c = 2 [K\Omega]$ והגרף הירוק בהיר הוא כאשר $R_c = 5.1 [K\Omega]$:



הערכים מהמידה נכתבו לטבלה הבאה:

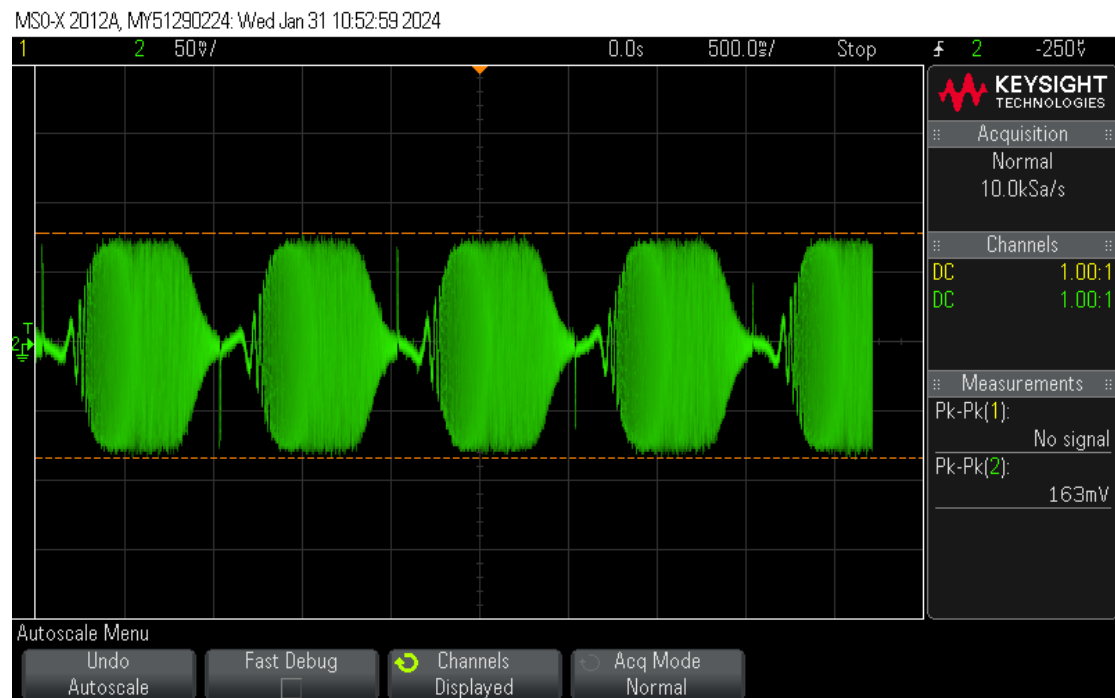
R[kohm]	Fstart [Hz]	Fstop [Hz]	Fsweep [Hz]	Dtlow	dthigh	Tsweep	F3dblow	F3dbhigh	BW
2	100	10M	10M-100	223ms	282ms	1sec	2.11MkHrz	2.74MkHrz	630Khrz
5.1	100	10M	10M-100	241ms	219ms	1sec	2.39MkHrz	2.18Mkhrz	210kHrz

כאשר את תדרי הברך חישבנו באופן הבא:

$$f_{3dB} = f_{start} + \frac{f_{stop} - f_{start}}{T_{sweep}} \cdot \Delta t$$

ניתן לראות כי תוצאות המדידה הן באותו סדר גודל כמו הערכים התיאורטיים בדוח המכין אך עדיין לא זהים. ניתן להסביר את השונות בכוון Cursors (שנעשה באופן ידני) ובהתנגדויות פרזיטיות שמתקבלות ממכשירי המדידה.

3.7. כעת הוספנו את הנגד R_1 וקיבלנו את תגובת התדר הבאה:



וגם כאן, את תוצאות המדידה ריכזנו בטבלה הבאה:

R1 [ohm]	Fstart [Hz]	Fstop [Hz]	Fsweep [Hz]	Dtlow	dthigh	Tsweep	F3dblow	F3dbhigh	BW
220	1	10M	10M-1	273ms	284ms	1sec	2.63MkHrz	2.91MkHrz	280Khrz

כאשר את תדרי הברך חישבנו עם אותה נוסחה מהסעיף הקודם.

C. גם כאן חישבנו את התנגדות הכניסה והמוצא של המעגל באותה שיטה כמו קודם וקיבלנו:

$$R_{in} = 6 [K\Omega]$$

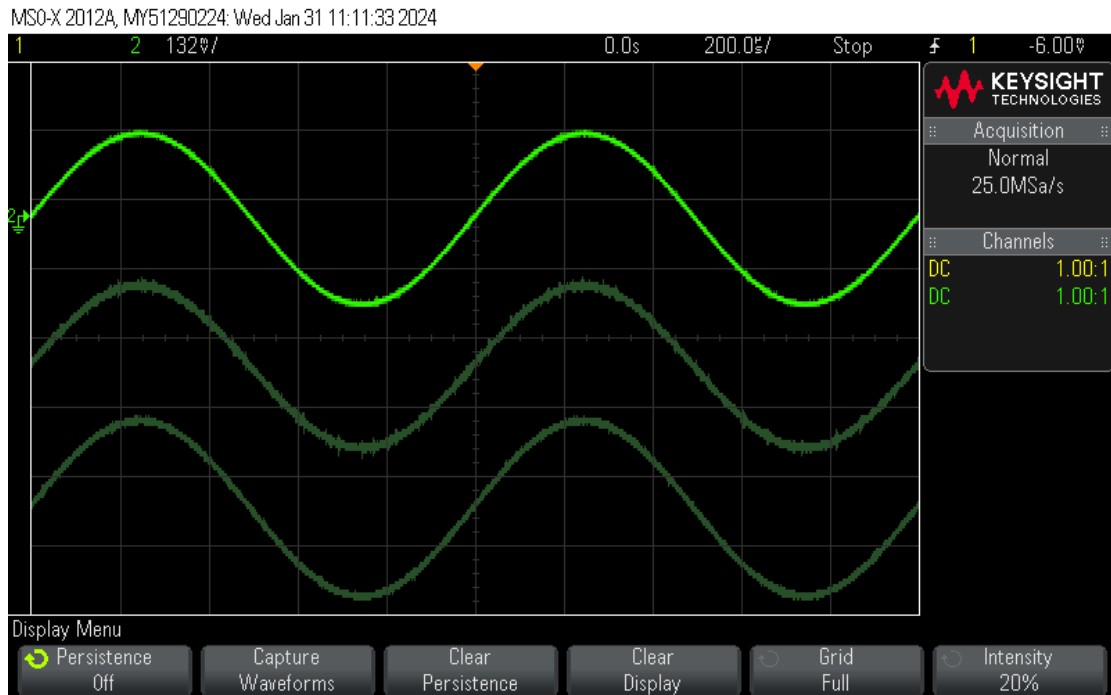
$$R_{out} = 7 [K\Omega]$$

4.1. בסעיף הראשון מדדנו את נקודת העבודה של הטרנזיסטור על מנת לוודא שאכן חיברנו את המעגל כמו שצריך:

$$V_{CE} = 7.96 [V], I_C = 3.51 [mA], I_B = 17.12 [\mu A]$$

אכן הערכים תואמים את הציפיות.

4.2. הרכבנו את המעגל שבשאלה ומדדנו את ערכי המוצא עבור שני מקרים – כאשר קבל C_{BS} מחובר וכאשר הוא מנותק. בגרף התחתון ניתן לראות את התוצאה עבור ניתוק קבל C_{BS} , בגרף האמצעי עבור חיבורו של הקבל ובגרף העליון את מתח הכניסה V_g .



לפי הדוח המכין, התדר $10kHz$ מוכל בתוך טווח התדרים המועבר של ה- BPF , ועבור טווח זה קיבלנו בדוח המכין שההגבר עם הקבל הוא $-0.3dB$, וההגבר בלי הקבל הוא $-3.3dB$.

כפי שניתן לראות במדידה, אכן עבור המוצא עם הקבל קיבלנו ירידה ד"י קטנה באמפליטודה ועבור המוצא ללא הקבל קיבלנו ירידה דרסטית באמפליטודה.

ממדידות שביצענו באמצעות האוסילוסקופ קיבלנו שהאמפליטודה של כל אחד מהגלים היא:

$$2\Delta y_g = 2 [V], 2\Delta y_{with\ cb} = 1.94 [V], 2\Delta y_{without\ cb} = 1.42[V]$$

ולכן ההגבר הוא:

$$A_{with\ cb} = 20 \log \left(\frac{2\Delta y_{with\ cb}}{2\Delta y_g} \right) = -0.264dB$$

$$A_{without\ cb} = 20 \log \left(\frac{2\Delta y_{without\ cb}}{2\Delta y_g} \right) = -2.97dB$$

ואכן התוצאות תואמות את הדוח המכין.

4.5. עבור המעגל ללא הקבל נקבל כי רוחב הפס הינו:

$$BW = 5.9 [MHz]$$

ועבור המעגל עם הקבל:

$$BW = 3.4 [MHz]$$

ניתן להסיק מהתוצאות שהוספת הקבל למעגל מקטינה את רוחב הסרט.
 חשוב לציין כי בחישוב המדידות הנחנו כי תדר הברך הגבוה הינו רוחב הפס כיוון שלפי הדוח
 המכין תדר הברך הנמוך זניח לעומתו ולכן בקירוב רוחב הפס שווה לתדר הברך הגבוה.

4.7. התנגדות הכניסה עבור המעגל עם הקבל הינה:

$$R_{in} = 357 [K\Omega]$$

ועבור המעגל ללא הקבל:

$$R_{out} = 12 [K\Omega]$$

ניתן לראות כי הוספת הקבל למעגל מגדילה משמעותית את התנגדות הכניסה.

4.8. התנגדות המוצא עבור המעגל עם הקבל הינה:

$$R_{out} = 1.13 [K\Omega]$$

ועבור המעגל ללא הקבל:

$$R_{out} = 0.54 [K\Omega]$$

גם כאן ניתן לראות כי הקבל מגדיל את התנגדות המוצא.

4.9.

amplifier	gain	f3db	rin	rout
bootstrap	-0.45db	3.4MHz	357Kohm	1.13kohm
emitter follower	-3.38db	5.9MHz	12kohm	0.54kohm

מתוצאות הניסוי ניתן להסיק שלכל מעגל יש את היתרונות והחסרונות שלו. למשל, מעגל ה-
Boot Strap הוא מעגל בעל התנגדות כניסה גבוהה אך רוחב פס צר ביחס למעגל ה-
Emitter Follower.

בנוסף ההגבר של מעגל ה- *Boot Strap* גבוה מההגבר של מעגל ה- *Emitter Follower*.