

ניסוי 6

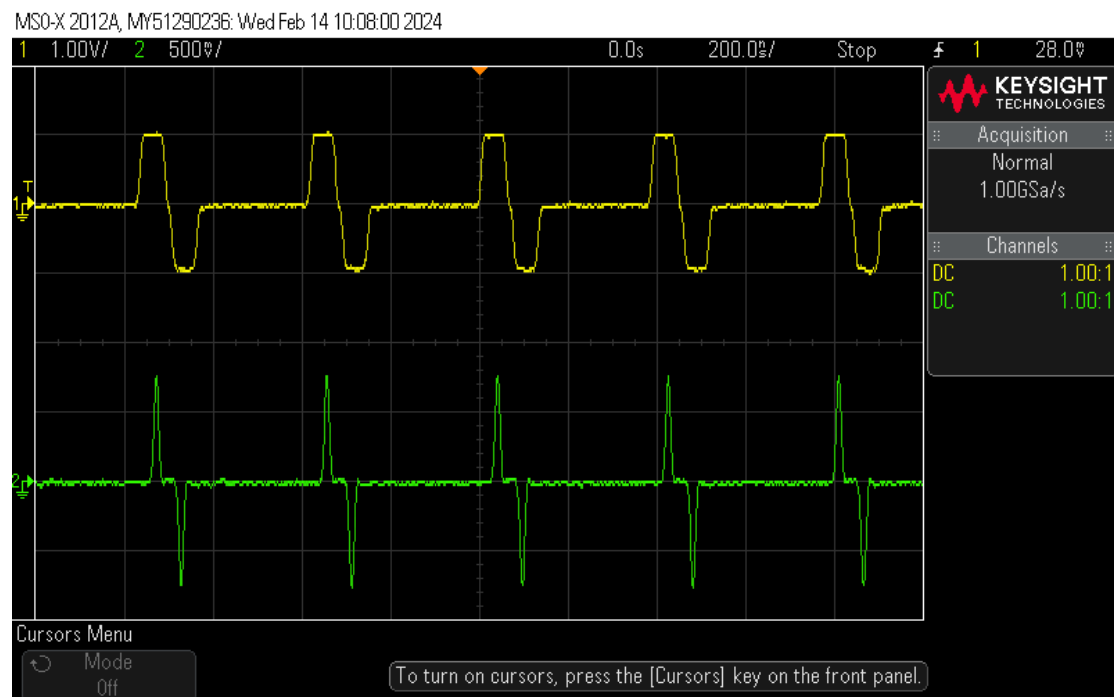
מגישים:

אריאל רנה

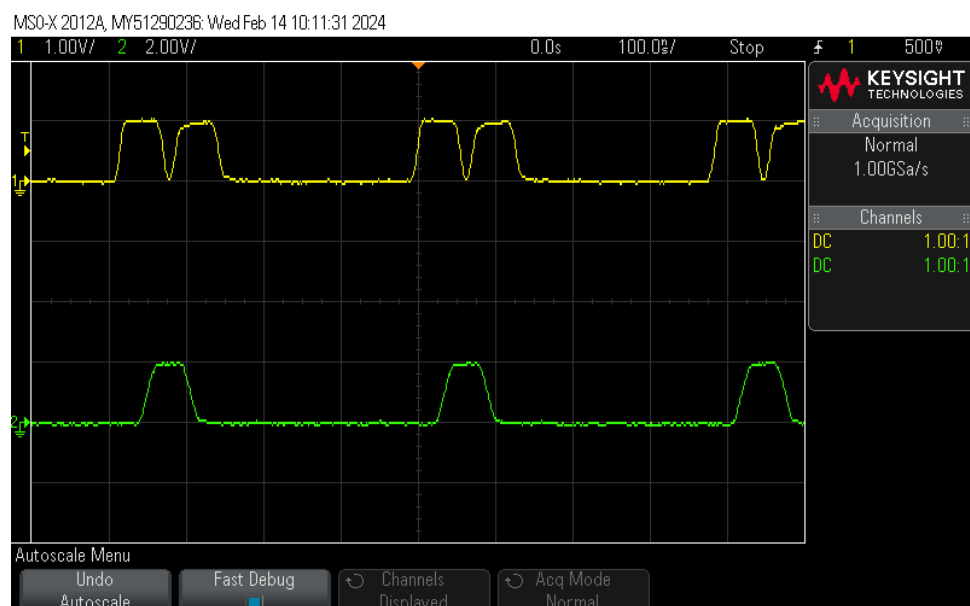
אור שאול

1.1. הרכבנו את המעגל שבשאלה עבור עומסים משתנים.

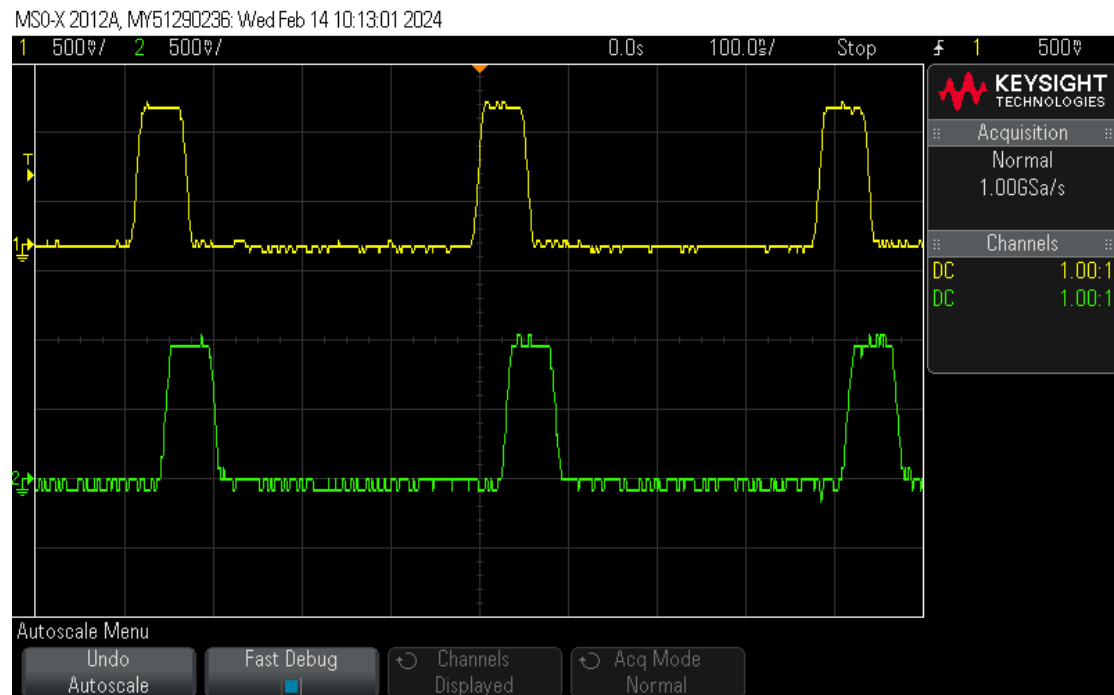
עבור קצר:



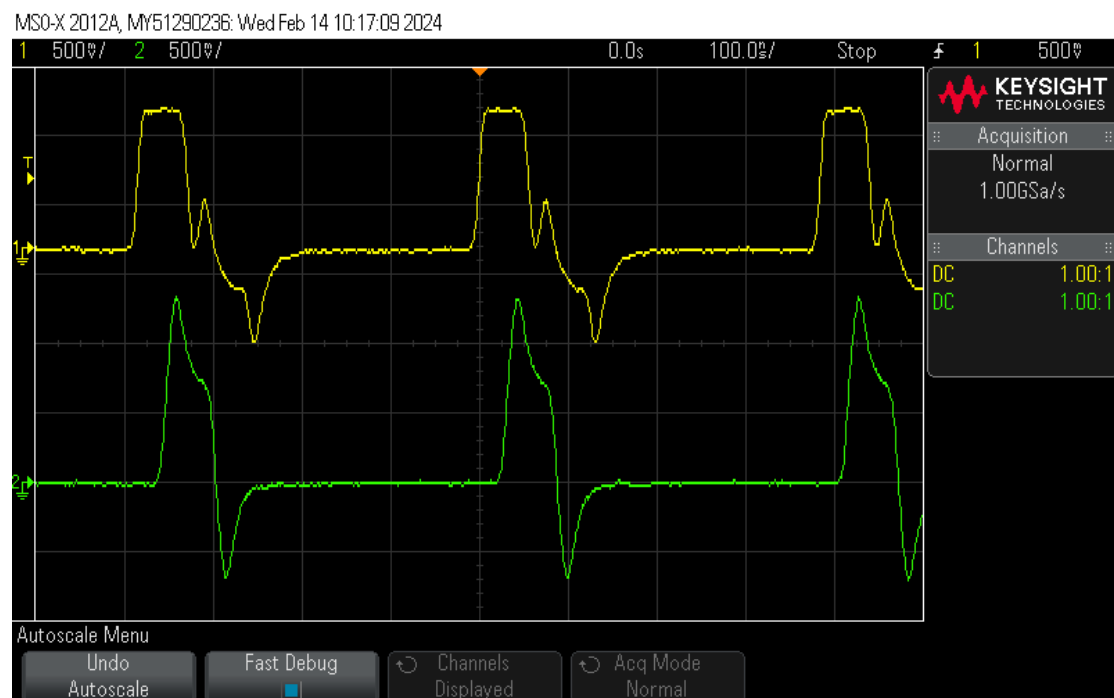
עבור נתק:



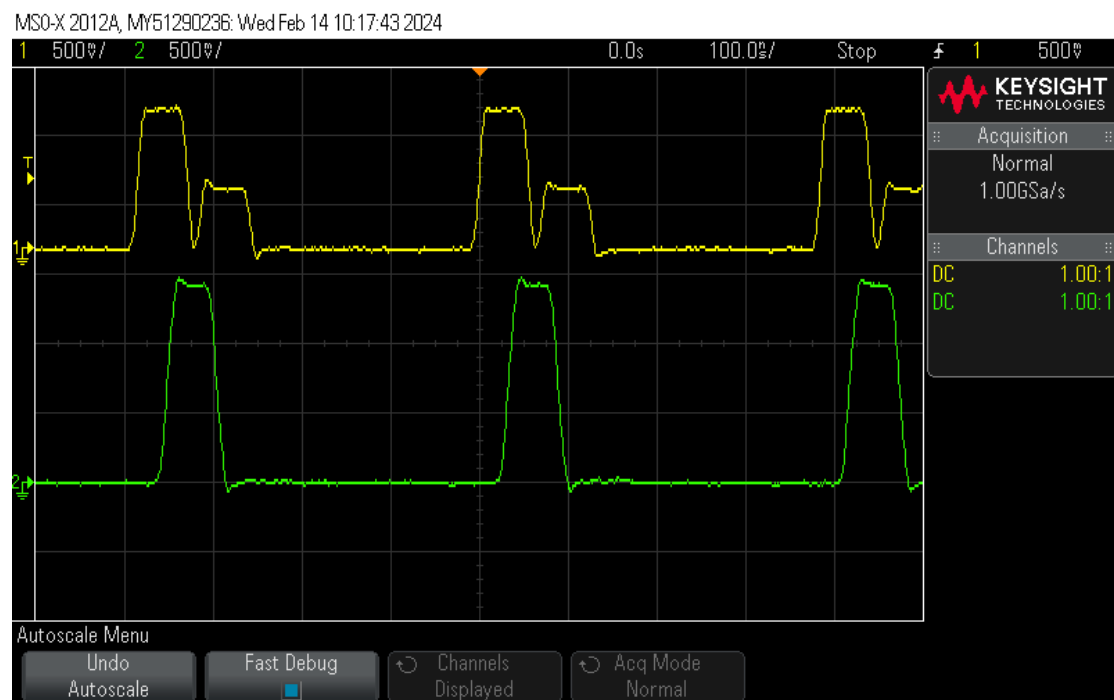
עבור 50Ω :



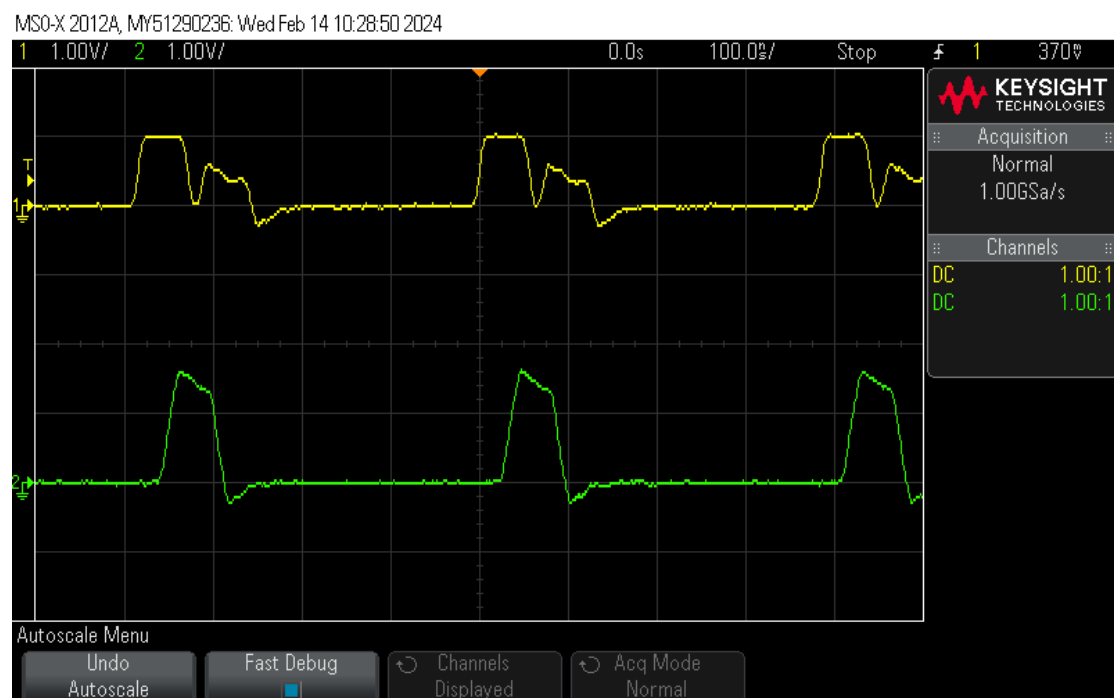
עבור 24Ω :



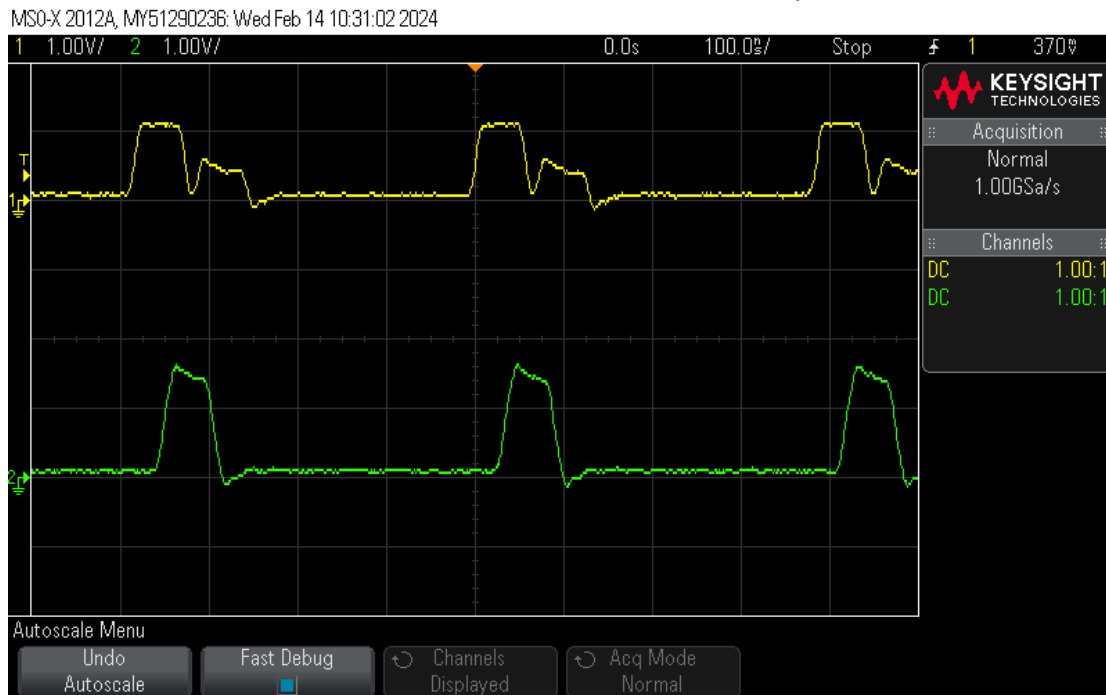
עבור 130Ω :



עבור חיבור טורי של נגד וסליל:



עבור חיבור טורי של נגד וקבל:



אם סוג העומס הוא התנגדותי (ממשי טהור) אז נוכל לחשב את העומס על ידי הנוסחה:

$$|\Gamma_L| = \Gamma_L \rightarrow Z_L = Z_c * \frac{1 + \Gamma_L}{(1 - \Gamma_L)}$$

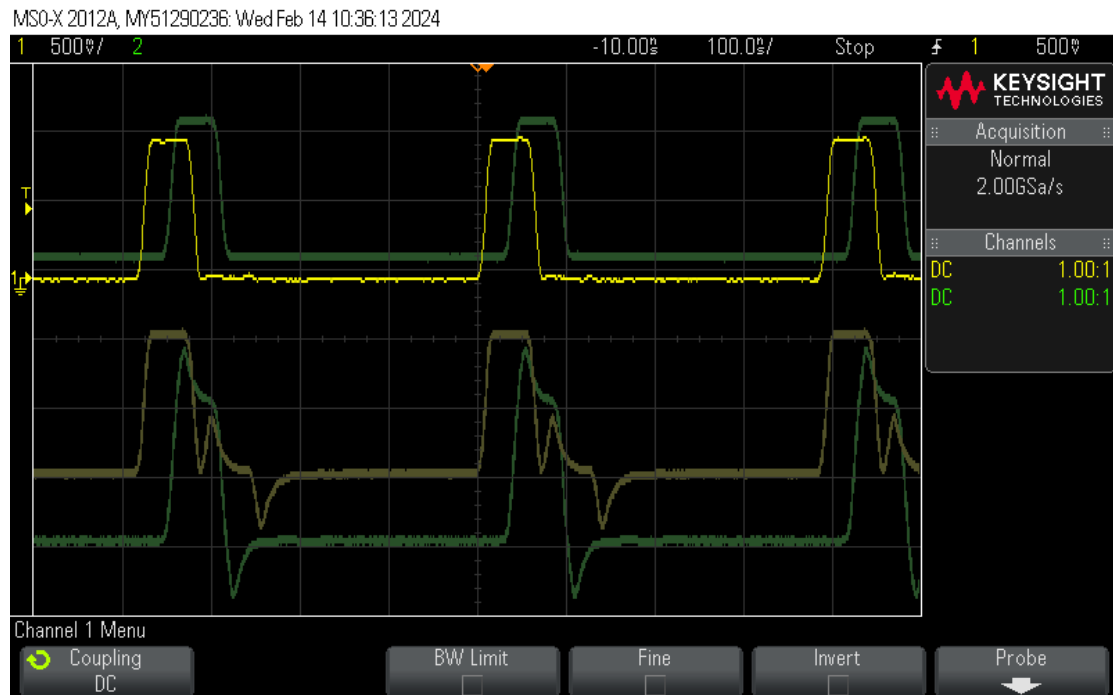
לעומת זאת, אם העומס מכיל חלק ריאקטיבי (כלומר חלק מדומה) אז לא נוכל לראות אותו במדידות, מכיוון שהאפקט הריאקטיבי על הגל הוא מינימלי מידי על מנת להבחין בו מתוך הגרף.

1.2. א. עבור המעגל הפתוח, האמפליטודה של הגל המתקדם שווה לאמפליטודה של הגל הנסוג בנקודה A, כלומר בנקודה זאת מקדם ההחזרה הוא 1. עבור נקודה B, ניתן לראות כי האמפליטודה של הגל המתקדם והגל החוזר בונות אמפליטודה אחת עם גובה פי 2 מאשר כל גל בנפרד (התאבכות בונה).

ב. עבור העומס המקוצר, בנקודה A ניתן לראות שלשני הגלים (המתקדם והנסוג) יש אמפליטודה זהה והפרש פאזה של 180 מעלות, כך שגלים אלו הם בעלי סימן הפוך. כלומר, ניתן לומר כי מקדם ההחזרה הינו -1. בנקודה B מתקיימת התאבכות הורסת של הגלים בקטע שבו הגלים חופפים, כיוון שאלו 2 גלים בעלי אמפליטודה זהה ופאזה הפוכה, ולכן בקצוות (מחוץ לתחום החפיפה) ניתן לראות את האמפליטודה הזוה של הגל המתקדם והגל החוזר והפרש פאזה של 180 מעלות, ובתחום החפיפה נראה 0 (כלומר האמפליטודות מתקזזות אחת בשנייה).

ג. עבור עומס של 50Ω , מקדם ההחזרה הוא 0, ולכן ניתן לראות רק גל מתקדם, מסיבה זאת בנקודות A,B נראה את אותו הגל המתקדם.

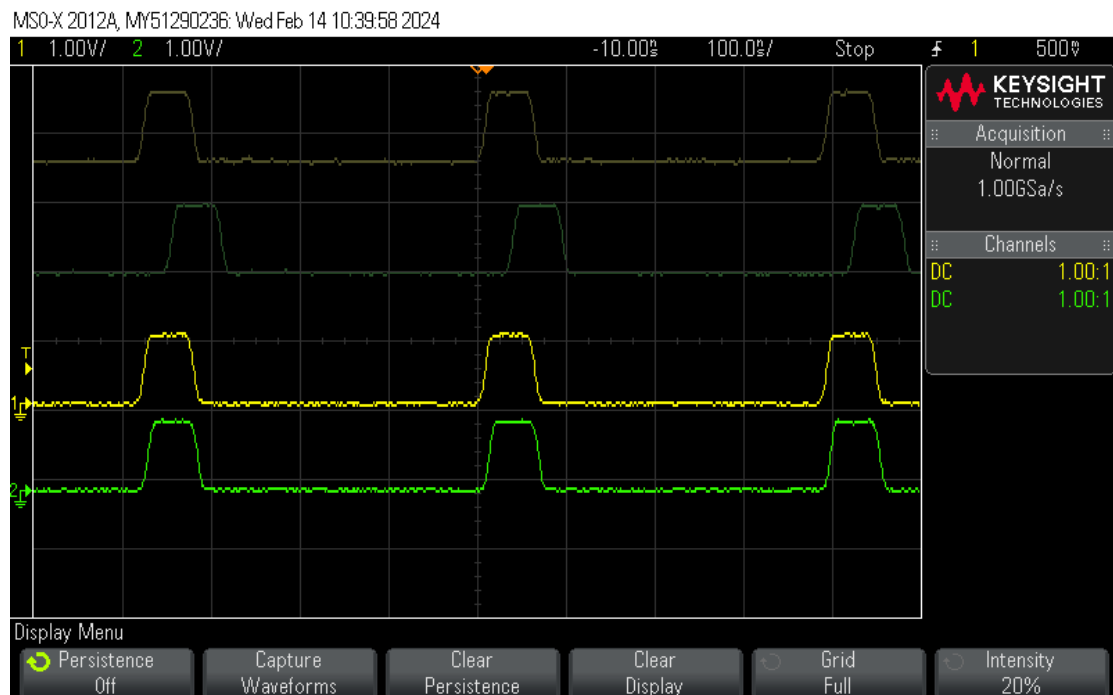
1.3



עבור השימוש בנגד עומס, והשימוש בדקאדה קיבלנו תוצאות שונות. השימוש בנגד עומס מניב את התוצאה המצופה, אך השימוש בדקאדה מניב תוצאה מעוותת.

הסיבה לתוצאה זאת היא חוסר האידאליזציה של הדקאדה, למכשיר זה יש התנגדות ריאקטיבית פנימית משמעותית, ולכן התוצאה המתקבלת מהשימוש בדקאדה שונה מהתוצאה עבור נגד טהור.

1.5



עבור קו התמסורת באורך 6 מטרים, לגל לוקח זמן רב יותר מהגיע מנקודה A לנקודה B כיוון שקיים יחס לינארי בין אורך הקו להשהיית הגל (הזמן שעובר עד שהגל מגיע לנקודה B).

יחס זה מתואר על ידי הנוסחה הבאה

$$T = \frac{L}{v_p}$$

כאשר T הוא זמן ההתפשטות בקו, L הוא אורך הקו ו- v_p היא מהירות הפאזה של הגל. לכן, אנחנו נקבל השהייה נמוכה יותר עבור כבל באורך 1 מטרים מאשר כבל באורך 6 מטרים (שכן הם עשויים מאותו החומר ומהירות הפאזה זהה בשניהם).

1.6. התוצאות שקיבלנו בניסוי אכן תואמות את התוצאות שחישבנו וסימלצנו בדוח המכין.

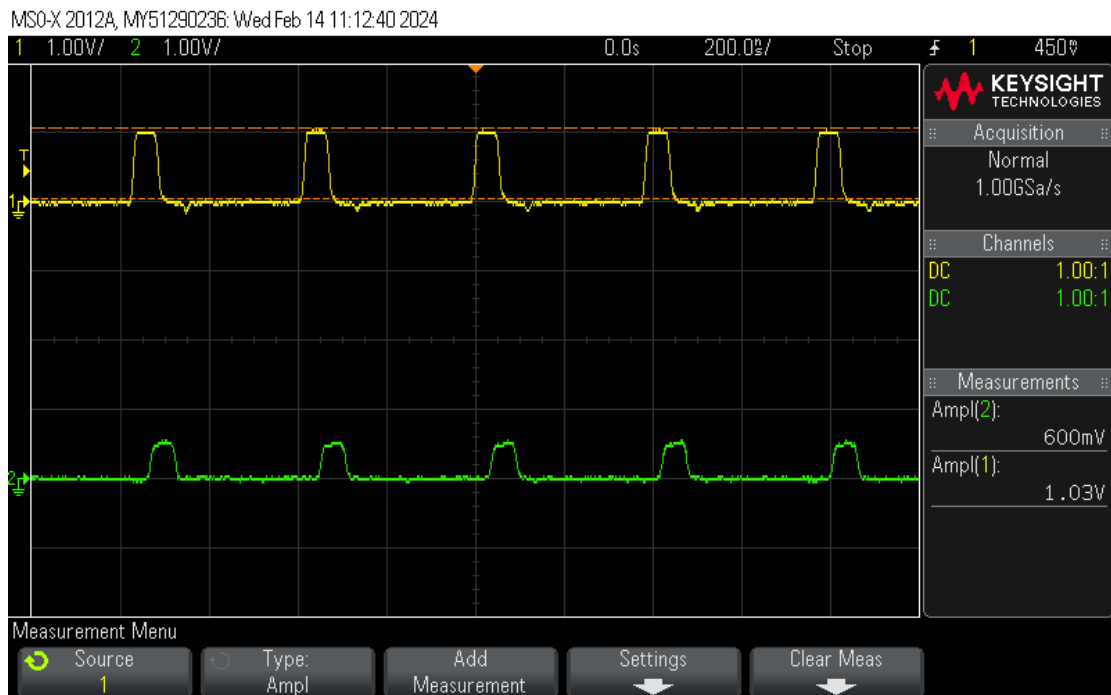
1.7. האימפדנס האופייני של הקו הוא 50 מכיוון שעבור עומס זה הקו מתואם ולכן לא מתקבל גל נסוג (מקדם החזרה 0)

מהירות הפאזה מחושבת על ידי הנוסחה הבאה.

$$v_p = \frac{L}{\tau_d} = \frac{6[m]}{30[ns]} = 2 * 10^8 \left[\frac{m}{s} \right]$$

וכפי שניתן לראות, תוצאה זאת תואמת את החישוב בדוח המכין.

2.1



לפי התמונה, ניתן לראות כי:

$$V_A = 1.03 [V], V_B = 600 [mV]$$

ולכן מקדם ההחזרה הינו:

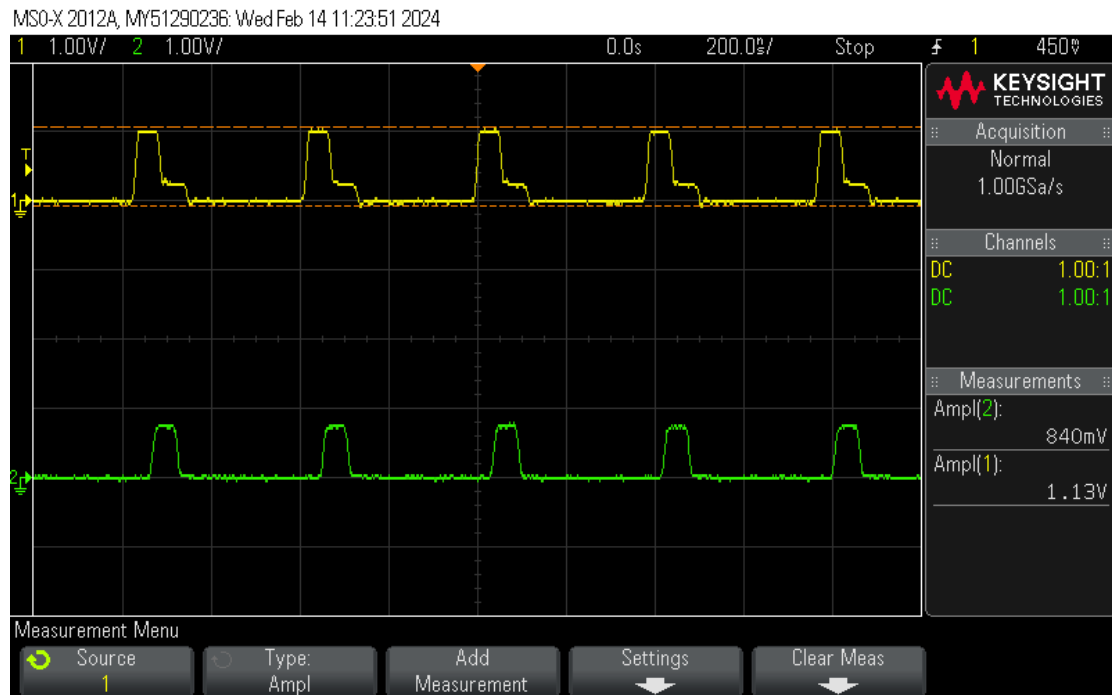
$$\Gamma_L = \frac{V_B - V_A}{V_B} = -0.716$$

2.2

P_{in}	P_{split}	P_{split}/P_{in}
21 [mW]	6 [mW]	-5.44 [db]

2.3. מכיוון שהקו לא מתואם, חלק מההספק מתבזבז על הקו ואנחנו מקבלים מפצל לא אידיאלי.

2.4



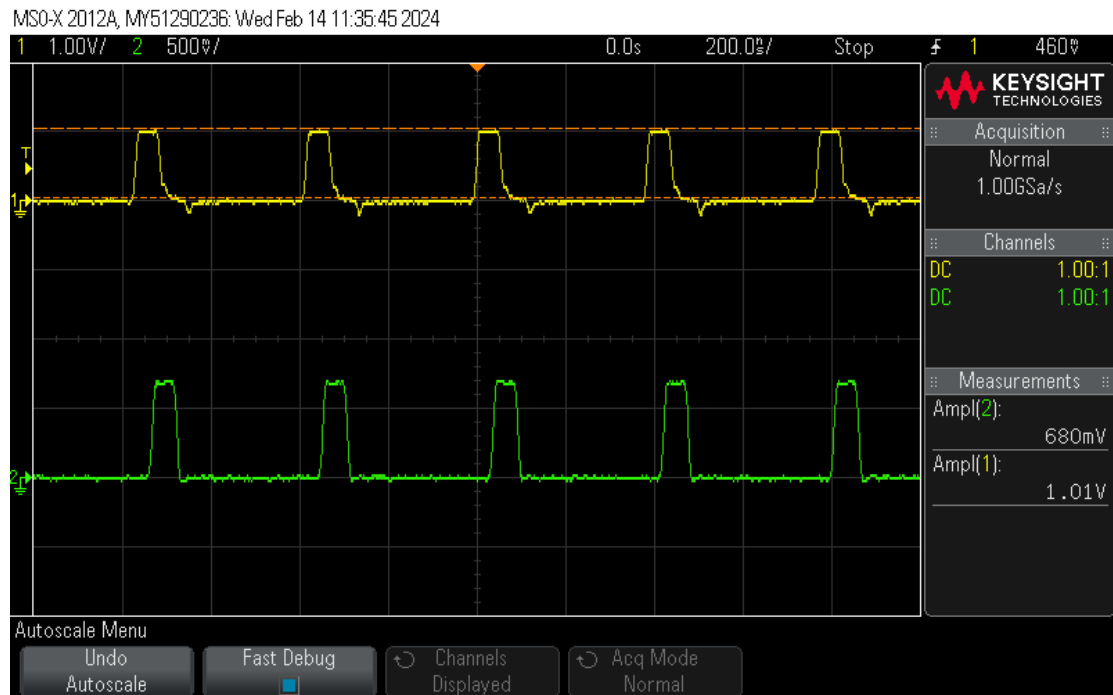
לאחר שינוי הנגד ניתן לראות שהאמפליטודות כמעט זהות לחלוטין, ולכן כעת מקדם ההחזרה הוא 0 (כלומר קו מתואם) ולכן עבור נגד זה מתקבל מפצל אידיאלי.

$$V_{A_{amp}} = 1.13 [V] \rightarrow P_A = \frac{V_A^2}{Z} = 0.0255 [W]$$

$$V_{B_{amp}} = 840 [mV] \rightarrow P_B = \frac{V_B^2}{Z} = 0.014 [W]$$

נציין שבניסוי כנראה לא חיברנו את הנקודה A כמו שצריך ולכן אנחנו מקבלים מעט ניחות, ועדיין ניתן לומר כי מדובר במפצל אידיאלי.

3.1



$$\Gamma_L = \frac{V_{B-}}{V_{B+}} = \frac{V_B - \frac{2}{3}V_A}{\frac{2}{3}V_A} = \frac{V_B}{\frac{2}{3}V_A} - 1 = 0.0099$$

3.2

P_A	P_B	P_B/P_A
0.022 [W]	0.0095 [W]	-3.64 [db]

כמעט זהה לדוח המכין.

3.3. נמצא את ערכי הנגדים עבורם נקבל ניחות של 6 [db]:

$$R_1 = Z_0 \frac{N-1}{N+1}, R_2 = Z_0 \frac{2N}{N^2-1}, N = \frac{V_{in}}{V_{out}}, Z_0 = 50 \Omega$$

$$6dB \rightarrow N = \frac{V_{in}}{V_{out}} = 0.5$$

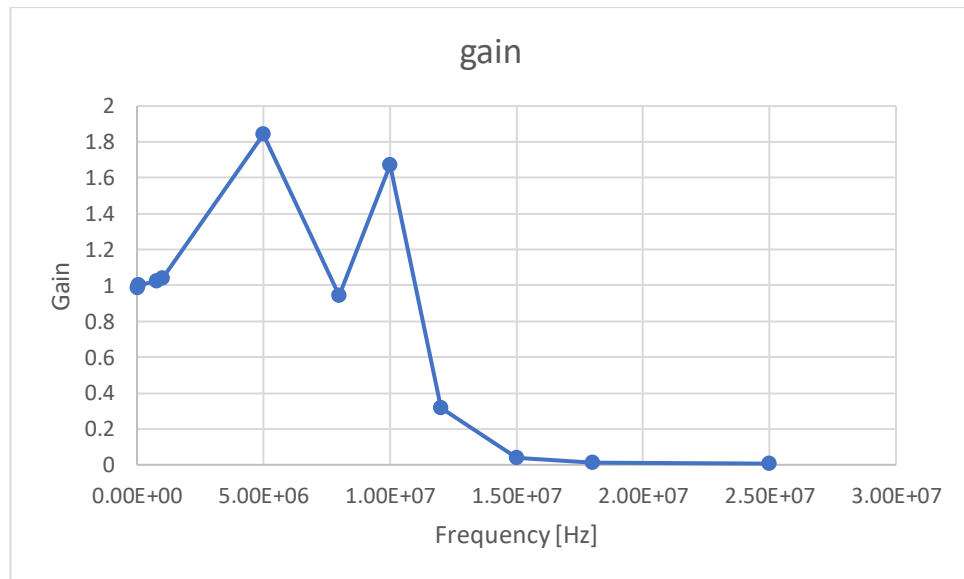
$$R_1 = Z_0 \frac{N-1}{N+1} = 50 \frac{0.5-1}{0.5+1} = 16.66 [\Omega], R_2 = Z_0 \frac{2N}{N^2-1} = 50 \frac{2 \cdot 0.5}{0.25-1} = 200 [\Omega]$$

3.4. בניסוי קיבלנו ש

$$Z = 53.48 [\Omega]$$

תוצאה שאינה רחוקה מהתוצאה בדוח המכין

$$Z_{in} = R_1 + R_2 || (R_1 + Z_{in2}) = 10 + 150 || (10 + 50) = 52.85 [\Omega] \approx 50 [\Omega]$$



קיבלנו LPF וזה מסתדר כי בתדרים הגבוהים הקבילים הם קצר, לכן מתח המוצא מתאפס. כמו כן ניתן לראות כי בתדרים הנמוכים האמפליטודות כמעט זהות זו לזו. הסיבה לכך היא שהקבילים הם נתק ועל כן לא זורם שם זרם, לכן כל הזרם יעבור בעומס. נציין כי הגרף "נשבר" בקטע שבו הוא אמור להיות פלאטו בתדרים נמוכים כיוון שככל הנראה החיבורים בזמן הבדיקה היו רופפים עקב החיבור הלא קונבנציונלי שנדרש ולכן חלק מהמדידות אינן אמינות אך בתמונה הכוללת ניתן לזהות דפוס של LPF, כפי שצפינו מהדוח המכין. בנוסף ניתן לראות מהטבלה כי תדר הברך נע באזור ה-8 מגה הרץ כמו בדוח המכין.