

בטיחות

1. בניסוי זה יש שימוש במכשירים המחוברים לרשת החשמל, על כן יש להקפיד על כללי בטיחות עבודה עם מכשירים אלו. במידה ויש חשד לכשל בטיחותי יש להודיע על כך למדריך.
2. בקופסת הנגדים מצוי קבל אלקטרוליטי (בצבע ירוק), קבל זה אם מחובר בקוטביות לא נכונה יכול להינזק ולהתפוצץ, אין להשתמש בקבל זה במהלך הניסוי.
3. אין להפעיל את המעגל החשמלי לפני אישור המדריך.

הכרת הסקופ, מחולל האותות ותהליך לכידת הנתונים

בחלק זה נלמד לעבוד עם הסקופ.

1. כווננו את מחולל האותות להוצאת גל סינוס בתדר של 1KHz . כווננו את המשרעת לאפס.
 2. חברו את מחולל האותות אל אחד מערוצי הסקופ, ובהדרגה הגדילו את המשרעת עד לכ-4 וולט (שימו לב! נרצה 4 וולט מהמקסימום למינימום), תוך כדי שאתם רואים את האות על הסקופ גדל.
 3. למדו לשלוט בסקופ על: (א) ההגבר בציר המתח לערוץ (ב) פריסת הזמן (ג) הפעלת מנגנון ה TRIGGER ובחירת EDGE עולה או יורד (ד) שימוש סמנים (ה) שימוש במדידות.
 4. פעלו על פי נספח א' ללכידת האות למחשב. בצעו שתי לכידות של האות עבור קצבי דגימה שונים בסקופ. נסו לדגום פעם אחת כאשר הסיגנל בסקופ נראה בצורה ברורה ופעם נוספת עבור קצב דגימה קטן יותר. (קצב הדגימה מופיע כאשר לוחצים על כפתור התפריט של ציר הזמן).
 5. העלו את קובץ ה CSV באקסל ובדקו שאכן קבלתם את הנתונים בצורה טובה (הציגו גרף של הנתונים).
- עיבוד תוצאות:** בצעו התאמה לכל אחד מהאותות וחלצו את הנתונים הרלוונטיים מהתאמות אלו, השוו בין ההתאמות. מה השגיאות של הנתונים שנמדדו ?

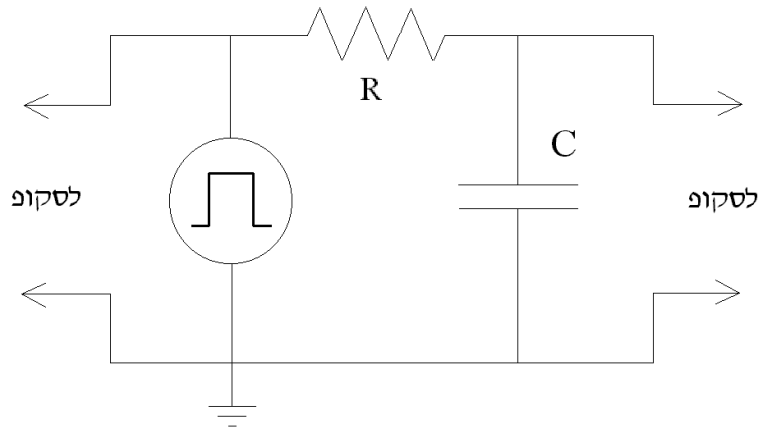
שימו לב לאורך כל העבודה עם הסקופ שיש לתעד את קצב הדגימה וכן את גודל הסקאלה איתה עובדים. גודל הסקאלה הנו נתון חשוב ביותר כיוון שהוא ישמש לקביעת שגיאת הסקופ.

חלק א' – מעגל דעיכה

בחלק זה נחקור את התנהגותו של מעגל דעיכה RC ונמדוד את זמן הדעיכה האופייני במעגל.

1. כווננו את המחולל לגל מרובע ומשרעת של כ 4 וולט.

2. הרכיבו את המעגל המופיע באיור 1. לשם הרכבת המעגל השתמשו בקבל המשתנה (הקופסה עם שלושת הבוררים, לכל בורר סקאלת קיבול שונה ועשרה מצבי קיבול). ניתן להשתמש גם באחד משני הקבלים הקבועים בקופסא.
3. שימו לב למיקום ההארקה! הכבל השחור שיוצא מהמחולל (ומהסקופ) הוא ההארקה. שימו לב שהכבל השחור של הסקופ ושל המחולל מחוברים לאותה נקודה.



איור 1 – מעגל דעיכה קבל-נגד מחובר לסקופ ומחולל אותות

4. בחרו נגד וקבל וקבעו את תדר המחולל כך שתקבלו מחזור מלא של פריקה וטעינה (לפחות 3τ , $\tau = RC$). שימו לב, תרצו שזמן הדעיכה האופייני τ יהיה קצר מספיק כדי שהקבל יספיק להתפרק, אבל עדיין בטווח הרגישות של המכשיר כך שיהיה אפשר לראות את הדעיכה האקפוננציאלית.
5. מדדו את הערכים של רכיבי המעגל שבהם השתמשתם: התנגדות הנגד קיבול הקבל.
6. חלצו את הנתונים מהמחשב פעמיים: פעם עבור פריקה ופעם עבור טעינה. בצעו התאמה לפריקה ולטעינה של קבל וחלצו זמן הדעיכה.

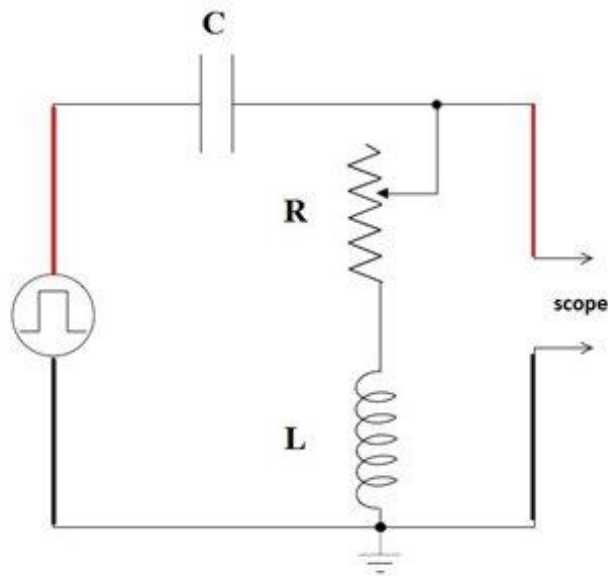
עיבוד תוצאות:

- מצאו את קבוע הדעיכה τ של המעגל בשלוש דרכים שונות: מהתאמת הפריקה, מהתאמת הטעינה, ומהחישוב התיאורטי. השוו בין הזמנים השונים שקיבלתם. שימו לב להשתמש בהתאמה נכונה ולבחור מתחום המדידות שנלקח את הנקודות השייכות לשלב הנכון הקבל.
- איזו התנגדות נוספת יש במעגל שלא מופיעה באיור 1? כיצד תעריכו אותה?

חלק ב' – מעגל RCL – תנודות מרוסנות

בחלק זה נחקור מעגל RCL, נמצא את התדירות האופיינית של המעגל ומקדם הריסון.

1. בדומה לחלק הקודם, כווננו את המחולל לגל מרובע ולמתח עבודה של כ 4 וולט.
2. חברו את המעגל המופיע באיור 2 תוך שימוש בנגד משתנה המצוי בקופסת הנגדים, בקבל משתנה או קבוע ובסליל שבקופסת הנגדים שברשותכם. כמו בחלק הקודם, שימו לב למיקום ההארקה!



איור 2 - מעגל תנודות מרוסות

3. כווננו את תדר המחולל לתדירות המתאימה (צריך להיות זמן מחזור גדול ביחס לזמני המחזור המתקבלים במעגל) וכווננו את הסקופ לקבלת תמונה ברורה בסקופ.
4. שחקו עם הנגד המשתנה והבחינו כיצד המעגל עובר בין התחומים של ריסון חלש וחזק.
5. קבעו את התנגדות הנגד המשתנה כך שתהיו בתחום של ריסון חלש (ז"א תנודות מרוסנות) ואל תשכחו למדוד את ההתנגדות הזו (אך רק בסוף המדידה, שכן חובה לנתק את הנגד מהמעגל ורק אז למדוד אותו). בצעו לכידה אחת של התנודות המרוסנות.
6. חלצו למחשב את התנודות המרוסנות.
7. מדדו גם את יתר נתוני הרכיבים במעגל: התנגדות הנגד והמשרן (שימו לב – למשרן יש גם התנגדות אוהמית), השראות המשרן וקיבול הקבל.
8. כווננו את התנגדות הנגד כך שתגיעו לריסון קריטי. שימו לב נקודה זו הינה נקודה סינגולארית ויש לדייק במציאתה (ניתן לבצע התמקדות בציר Y בסקופ עד שנהיה

בטוחים שאכן אין תנודות ורק דעיכה המהירה ביותר. לאחר מכן יש לחזור להסתכל על הגרף במלואו לפני הלכידה).

9. מדדו גם את יתר נתוני הרכיבים במעגל: התנגדות הנגד והמשרן (שימו לב – למשרן יש גם התנגדות), השראות המשרן וקיבול הקבל.

עיבוד תוצאות:

ריסון קריטי:

- חשבו את ההתנגדות הקריטית R לפי הנוסחא באמצעות הערכים שמדדתם.
- השוו בין התוצאה המחושבת לתוצאת המדידה של R ישירות כאשר ראיתם כי אכן מתקבלת דעיכה בסקופ. אל תשכחו את התנגדות המשרן!

תנודות מרוסנות:

- בצעו התאמה לתנודות המרוסנות שקיבלתם וחלצו את פרמטרי ההתאמה.
- השוו את R ו- L שקיבלתם לאלו שמדדתם.
- חשבו את ω באופן תיאורטי והשוו למה שקיבלתם מההתאמה.

נספח א – לכידת נתונים ל-PC

אופן השימוש בתוכנת השליטה בסקופ:

- א. הפעילו את התוכנה Run IntuLink Data Capture.
- ב. בתפריט Instrument בחרו Agilent 1000 Series (או DSO1002A)
- ג. בחלון שיפתח בחרו ב raw data ואת ה-Number of points הרצוי. (מומלץ לבחור במספר גבוה)
- ד. כמו כן בחרו איזה ערוץ ללכוד והאם להעביר את תמונות מסך הסקופ. מומלץ לשמור גם את צילום המסך של הסקופ למקרה שתשכחו את הנתונים עליהם כיוונתם את הסקופ בכל שלב.
- ה. לחצו על OK.
- ו. בחלון ה-Waveform בתוכנה סמנו את האפשרות Include X axis data on save. ו data as : scaled data .
- ז. בחרו את התחום הרלוונטי למדידה (למשל מחזור דעיכה אחד) ע"י הזזת הסמנים בציר ה-X בחלון.
- ח. שמרו את התוצאות בשם, כאשר בחלון השמירה בשם יש לבחור Save as type: CSV (אותו ניתן לפתוח באקסל).
- ט. שימו לב: לצורך חזרה לשליטה על הסקופ לאחר השימוש בתוכנה יש ללחוץ על הכפתור force ואז start.

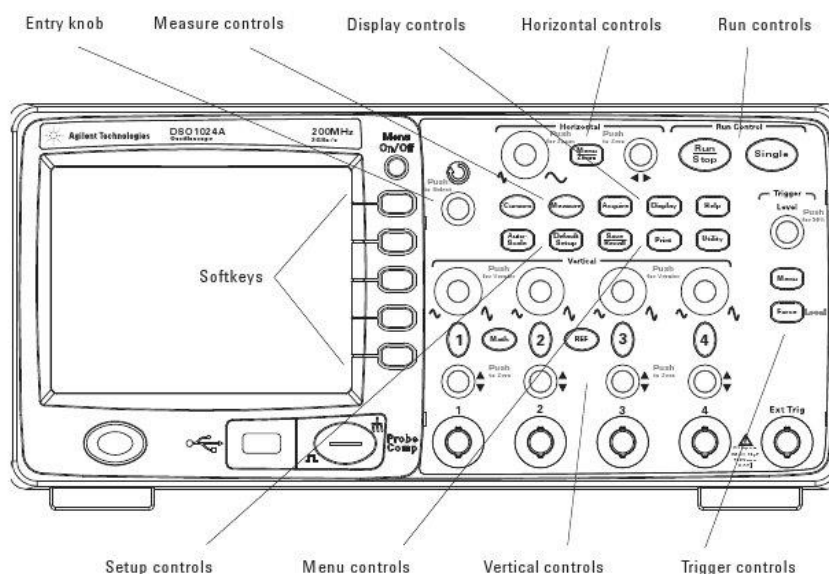
נספח ב – ציוד מדידה

נתונים עבור Lutron LCR Meter דגם LCR-9053**Inductance Ranges:** 0 to 2.20, 200 mH, 2.20 H**Capacity Ranges:** 0 to 2.20, 200 mF, 2, 20, 200 μ F**Resistance Ranges:** 0 to 0.2, 2, 20, 200, 2000kohm, 20Mohm**L Accuracy:** $<0.5 \text{ H} \pm 2\% +1 \text{ d} / > 0.5 \text{ H} \pm 5\% +1 \text{ d}$ **C Accuracy:** $<0.5 \text{ }\mu\text{F} \pm 1.5\% +1 \text{ d} / > 0.5 \text{ }\mu\text{F} \pm 2\% +1 \text{ d}$ **R Accuracy:** $200 \text{ ohm} \pm 1\% +3 \text{ d} / 2, 20, 200, 2000\text{kohm} \pm 0.8\% +1 \text{ d} / 20 \text{ M}\Omega \pm 2\%$ **Over-range:** a "1" on the screen**Sampling time:** 0.4 seconds

Time base crystal oscillator

Operating Temperature: 0°C to 50°C **Operating Humidity:** $<80\% \text{ RH}$ 

איור 3 – LCR Meter

נתוני סקופ (DSO1002A) רלוונטיים:**DC vertical gain accuracy:**2 mV/div to 5 mV/div: $\pm 4.0\%$ full scale**Timebase accuracy:** $\pm 50 \text{ ppm}$ from 0°C to 30°C $\pm 50 \text{ ppm} + 2 \text{ ppm per } ^\circ \text{C}$ from 30°C to 45°C $+ 5 \text{ ppm} \cdot (\text{years since manufacture})$ **Max sample rate:** 2 GSa/s half channel2, 1 GSa/s each channel**Memory depth:** 20 kpts half channel2, 10 kpts each channel**Vertical resolution:** 8 bits**Input impedance:** $1 \text{ M}\Omega \pm 1\% \parallel 18 \pm 3 \text{ pF}$ 

איור 4 – פאנל קידמי של סקופ DSO1002A