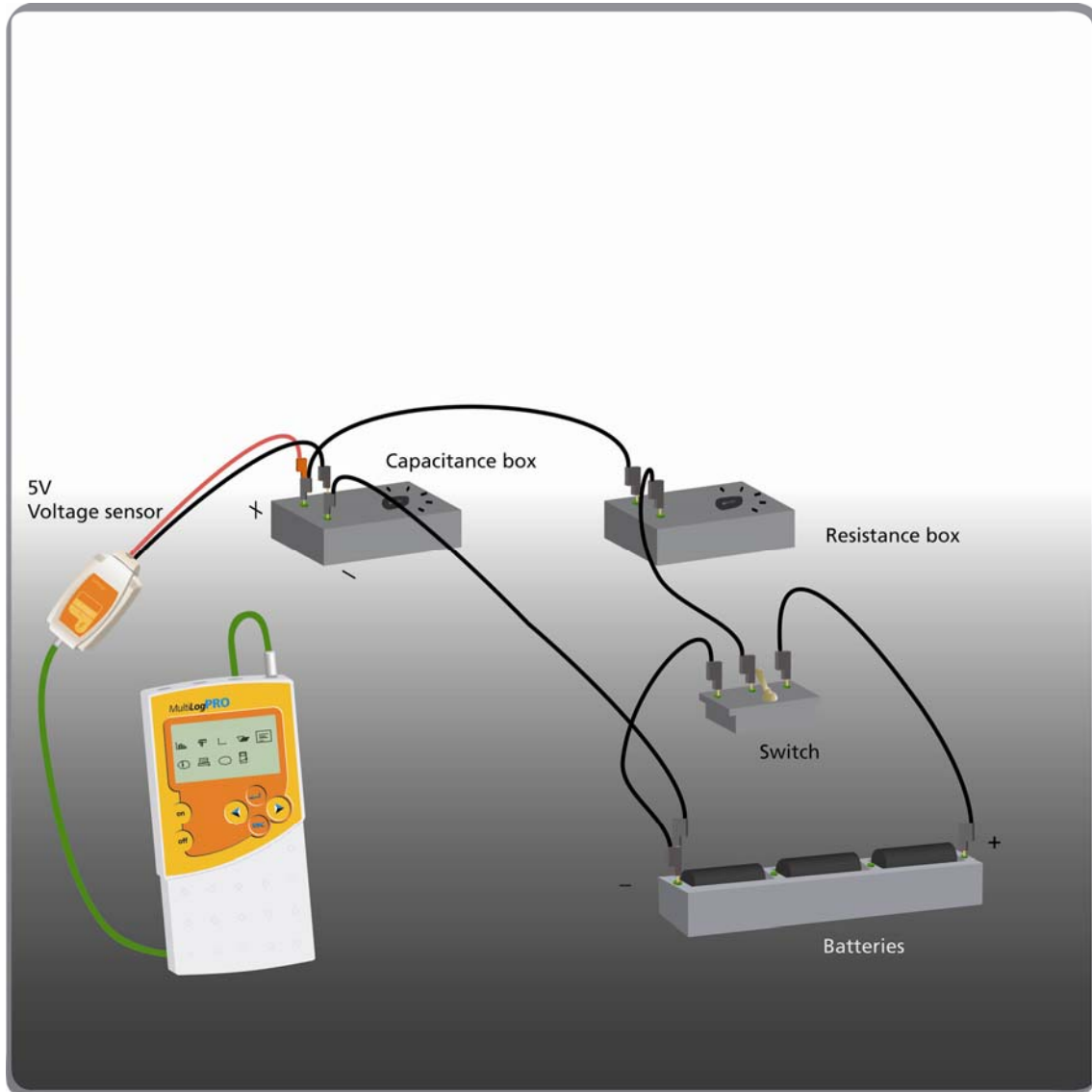


טעינה ופריקה של קבל



תרשים 1

מבוא

כשקבל ונגד מחוברים בטור למקור מתח ישר (DC), קצב הטעינה של הקבל קטן עם הזמן. זרם הטעינה נתון על ידי:

$$(1) \quad I = I_0 \cdot e^{-\frac{t}{RC}}$$

כאשר I_0 הוא הזרם בזמן $t = 0$, R היא התנגדות הנגד ו- C הוא הקיבול של הקבל.



המתח בין הדקי הקבל בזמן הטעינה גדל בהתאם לנוסחה:

$$(2) \quad V = \varepsilon \cdot (1 - e^{-\frac{t}{RC}})$$

כאשר ε הוא הכא"מ של מקור המתח.

כשהקבל הטעון מחובר לנגד, הוא יתפרק ממטענו והמתח בין הדקיו יקטן על פי הנוסחה:

$$(3) \quad V = V_0 \cdot e^{-\frac{t}{RC}}$$

כאשר V_0 הוא המתח ההתחלתי על הקבל.

הלוגריתם הטבעי של נוסחה (3) הוא:

$$(4) \quad \ln V = \ln V_0 - \frac{t}{RC}$$

ו- $\ln V$ כפונקציה של הזמן הוא קו ישר ששיפועו הוא $-\frac{1}{RC}$.

בניסוי זה נמדוד את המתח על הקבל המחובר למקור מתח ישר בעת הטעינתו ופריקתו.

רשימת הציוד

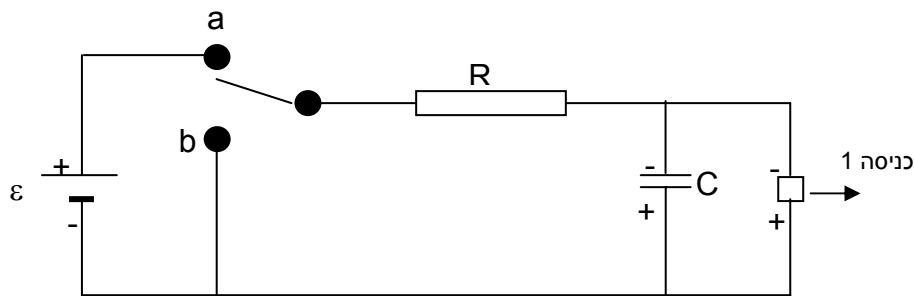
- MultiLogPRO או TriLink
- קבל קיבול של $1000\mu\text{F}$ (רצוי קופסת קבלים)
- נגד בעל התנגדות של 2000Ω (רצוי קופסת נגדים)
- שלוש סוללות של 1.5 וולט
- מחזיק סוללות
- חוטי חיבור
- מפסק דו-צדדי (1P2T) – רצוי, לא חובה
- חיישן מתח $\pm 25\text{V}$

בניית מערכת הניסוי

1. חבר את ה- MultiLogPRO ליציאה הטורית או לכניסת USB של המחשב.
2. הדלק את ה- MultiLogPRO.

3. חבר את חיישן המתח לכניסה 1 (I/O-1) של ה-MultiLogPRO.

4. בנה את המעגל על פי תרשים 1 ותרשים 2:



תרשים 2

א. בחר קבל שערכו $1000 \mu\text{F}$ ונגד בעל ערך של 2000Ω .

ב. חבר את התיל האדום של חיישן המתח להדק של הקבל בעל הפוטנציאל הגבוה

ג. (ההדק החיובי שלו).

5. הפעל את תוכנת ה-MultiLab.

6. פתח את אשף האתחול  בסרגל הכלים העליון והגדר את מערך המדידה לפי הפרוט




הבא.

אתחול תוכנת ה-MultiLogPRO

חיישן	כניסה – I/O-1	מתח $0 - 5 \text{ V}$ (או $\pm 25 \text{ V}$)
קצב מדידה		10 דגימות לשנייה
זמן דגימה		1:40 MM:SS (1000 דגימות)

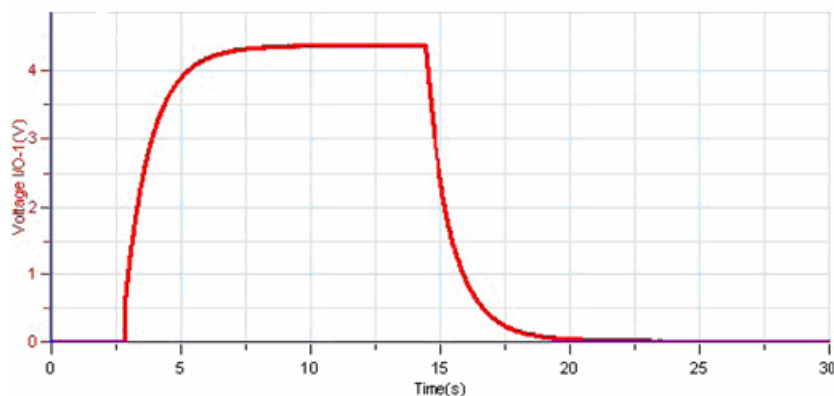
מהלך הניסוי

1. העבר את המפסק למצב "b" (ראה תרשים 2) וחכה מספר שניות עד שהקבל יתפרק לגמרי ממטענו.




2. לחץ על התחיל  בסרגל הכלים העליון כדי להתחיל את המדידה. גרף המציג את המתח כפונקציה של הזמן יופיע בצורה אוטומטית על המסך.
3. לאחר שהמתח יורד לאפס (המתח מתייצב סביב ה- אפס), העבר את המפסק למצב "a" כדי להתחיל להטעין את הקבל.
4. כשטעינת הקבל הסתיימה (המתח מתייצב לערכו המקסימלי), החזר את המפסק למצב "b" כדי לקבל גרף של תהליך הפריקה.
5. אחרי שהמדידות הסתיימו, לחץ על הוסף גרף לפרויקט  בסרגל הכלים התחתון.
6. שמור את הפרויקט בלחיצה על שמור  שבסרגל הכלים העליון.

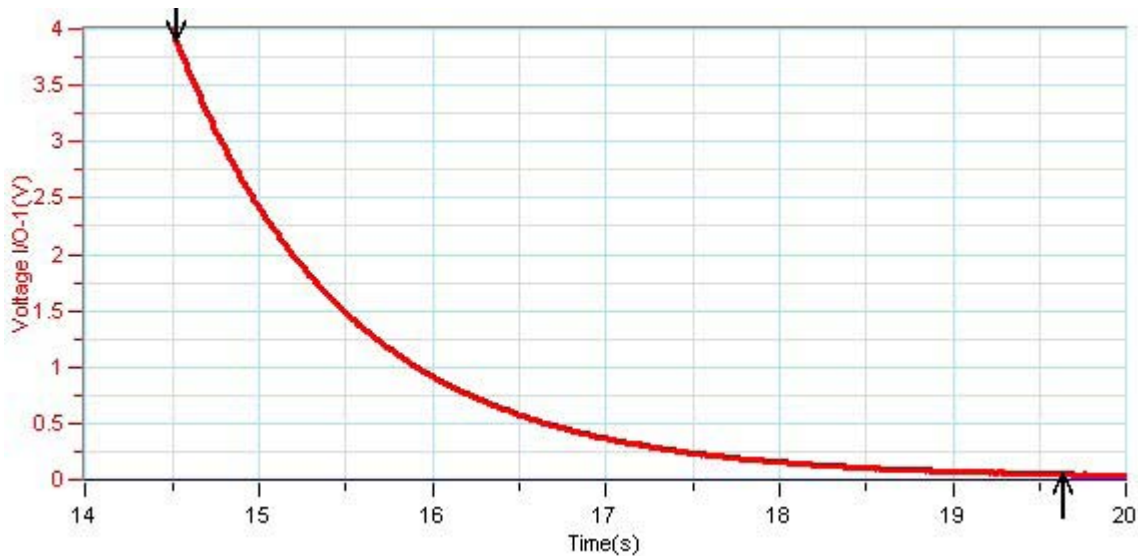
ניתוח התוצאות ושאלות

דוגמא לתוצאות המתקבלות בניסוי זה מוצגת בתרשים 3.



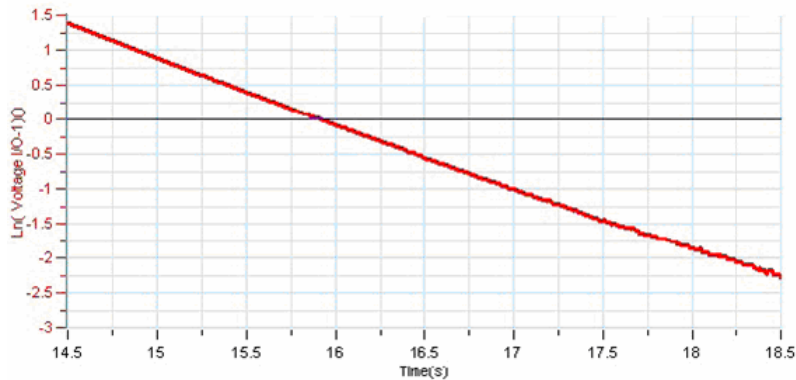
תרשים 3

1. לחץ על התקרב לאזור נבחר  בסרגל הכלים התחתון על מנת להתמקד בחלק של הגרף המראה את פריקת הקבל (ראה תרשים 4).
2. בעזרת הצג סמן ראשון  והצג סמן שני  שבסרגל הכלים התחתון בחר את החלק של הגרף אשר אינו מכיל רק ערכים של מתח שהם אפס או קרובים לאפס (ראה תרשים 4).



תרשים 4

3. לחץ על **אשף עיבוד נתונים** f_x , בחר מעריכי על ידי סימון המשבצת מעריכי וסמן הצג משוואת קירוב. לסיום לחץ על אישור. הנוסחה תופיע בתחתית חלון הגרף. מה משמעות המעריך בנוסחה? קבל ממנו את קבוע הזמן של המעגל. האם המשוואה שקיבלת תואמת את התיאוריה?
4. לחץ על **אשף עיבוד נתונים** f_x שבסרגל הכלים העליון, ולאחר מכן לחץ על פונקציות.
 5. בחלון פונקציה, לחץ על החץ השמאלי ובחר Ln.
 6. בחלון השם רשום כותרת לגרף.
 7. בחר באפשרות פתח בחלון חדש ולחץ על אישור.
8. התאם לגרף שהתקבל קירוב ליניארי על ידי לחיצה על **קירוב קו ישר**  שבסרגל הכלים העליון. גרף הקירוב הליניארי יופיע על גרף המתח והנוסחה שלו בתחתית חלון הגרף (ראה דוגמא בתרשים 5).



תרשים 5

9. רשום במחברתך את משוואת הקירוב המופיעה בתחתית הגרף.
10. בדוק האם התוצאה שקיבלת מתאימה לתיאוריה (נוסחה 4 במבוא) על ידי השוואת השיפוע שהתקבל עם הערך המצופה:

$$slope = \left| \frac{1}{RC} \right|$$



11. החלף את הנגד של 2000Ω בנגד של 1000Ω .
12. חבר את חיישן המתח לנגד. שמור על הקוטביות הנכונה וחזור על הניסוי. וחזור על כל שלבי הניסוי.

13. מדוד בגרף, בעזרת הסמן , את המתח המרבי על הנגד: $V_{max} =$

14. הזז את הסמן (בעזרת העכבר או מקשי החיצים שבמקלדת) ובדוק איזה אחוז מהמתח המרבי נופל על הנגד לאחר קבוע זמן אחד? האם זה תואם את התיאוריה? אם לא, נסה להסביר את סיבת הסטייה.

הצעות נוספות

- חזור על הניסוי עם נגדים וקבלים שונים. כדי להשוות בין התוצאות השונות, לחץ על החץ שמיימין התחל שבסרגל הכלים העליון, ובתת-התפריט הנפתח לחץ על הוסף. MultiLab יוסיף את הנתונים החדשים לגרף, ביחד עם הנתונים הקודמים.
- מציאת הקשר בין המטען האגור בקבל לבין המתח בין הדקיו בטעינה:
 - חבר לכניסה 2 I/O חיישן זרם 250 mA , חבר את חיישן הזרם בטור לקבל וחזור על הניסוי כשאתה מודד בו זמנית את המתח על פני הקבל ואת הזרם הזורם במעגל. שמור את הקובץ.




ב. השתמש בסמנים  ו-  כדי לסמן קטע הטעינה השלם בגרף המתח והזרם. פתח את התפריט גרף בסרגל התפריטים העליון ובתת- התפריט הנפתח לחץ על גזור. הגרף שהתקבל הוא גרף הטעינה בלבד.

ג. על מנת למדוד את המטען על לוחות הקבל בכל רגע ורגע, יש לבצע אינטגרל על הזרם. ליצירת פונקציית האינטגרל של זרם הטעינה כפונקציה של הזמן יש:

I. לסמן בסמן  את גרף הזרם.



II. פתח את התפריט **עיבוד נתונים** בסרגל התפריטים העליון ובתת- התפריט הנפתח לחץ על **אינטגרל**. גרף האינטגרל הוא גרף המטען כתלות בזמן.


III. כעת יש להעלים את גרף הזרם: במפת הנתונים: תחת הכותרת **נתונים גזורים** מופיע נתונים גזורים-ניסוי:#: זרם I/O-2, יש ללחוץ על הריבוע הקטן שליד שם הניסוי הרצוי והגרף יוסתר. על המסך יופיעו גרף המתח וגרף המטען בטעינה כתלות בזמן.

ד. על מנת ליצור גרף של המטען כפונקציה של המתח בטעינה, יש ללחוץ על ערוך גרף  שבסרגל הכלים התחתון, לסמן ציר X (המתח): נתונים גזורים-ניסוי #: מתח I/O-1; ציר Y (המטען): נוסחאות Integral (נתונים גזורים-ניסוי #: זרם I/O-2). כתוב בכותרת הגרף מתח כתלות במטען, שים לב שיחידת המטען היא: (mC), ולחץ אישור. הצב את סמן  על הקו הישר שנוצר העבר קירוב ליניארי על ידי לחיצה על קירוב קו ישר  שבסרגל הכלים העליון. היעזר בקירוב הליניארי ומצא את קיבול הקבל.

ה. השווה את ערך קיבול הקבל שקיבלת לערך הרשום על הקבל. נסה להסביר את ההבדלים בין הערך שנמדד בניסוי לערך הרשום על הקבל.

ו. הקשר בין הזרם והמתח בתהליך הפריקה:

ז. חזור לקובץ ששמרת בסעיף 2 א' האחרון. השתמש בסמנים  ו-  כדי להתמקד בקצותיו של קטע פריקה השלם בגרף המתח והזרם. פתח את התפריט גרף בסרגל התפריטים העליון ובתת- התפריט הנפתח לחץ על גזור.


ח. ייצא את הנתונים לגיליון אלקטרוני Excel בעזרת יצוא ל- Excel  שבחלק התחתון של סרגל הכלים ושמור את הקובץ. עבוד עם שתי עמודות I (mA) ו- V (V). צור גרף של


30 הערכים הראשונים של V , המתח כפונקציה של I , הזרם והעבר קירוב ליניארי. מה ערכו ומשמעותו הפיזיקאלית של שיפוע הקו (התעלם מהסימן השלילי)?


הסמן : ניתן להציג, לכל היותר, שני סמנים על הגרף בו-זמנית.


ניתן להשתמש בסמן הראשון כדי להציג ערכים בודדים שנמדדו, או כדי לבחור גרף מסוים.

ניתן להשתמש בשני סמנים כדי להציג את ההפרש בין שני ערכים של קואורדינטות, או כדי לבחור טווח מסוים של מדידות.

הצגת הסמן הראשון: לחץ פעמיים על ערך מסוים בגרף או לחץ על הצג סמן ראשון  שבסרגל הכלים התחתון. ניתן לגרור את הסמן, בעזרת העכבר, לערך אחר בגרף או לגרף אחר. לגרירה עדינה יותר ניתן להשתמש במקשי החיצים (ימינה ושמאלה) אשר במקלדת. ערכי הקואורדינטות של הנקודה הנבחרת יופיעו בתחתית חלון הגרף.

הצגת הסמן השני: לחץ פעמיים במקום כלשהו באזור הגרף או לחץ על הצג סמן שני  שבסרגל הכלים התחתון. המידע שיופיע יהיה ההפרש שבין שני ערכי קואורדינטות.

הסרת הסמנים: לחץ פעמיים במקום כלשהו באזור הגרף, או לחץ על הצג סמן ראשון  שבסרגל הכלים התחתון פעם שנייה.

הסרת הסמן השני: לחץ על הצג סמן שני  שבסרגל הכלים התחתון פעם שנייה.