

הערה: שימו לב ששגיאת המכשירים הדיגיטאליים שאיתם עובדים בניסוי משתנה בין סקאלות ותלוייה גם בערכים הנמדדים לכן יש להימנע ממעבר סקאלה במהלך המדידה (למעט במד ההתנגדות בחלק ב') ובכל מקרה לרשום בכל מדידה באיזה מכשיר ובאיזו סקאלה בוצעה המדידה על מנת שתוכלו להעריך את השגיאות נכונה. הסבר על עבודה עם פונקציה ה- ANALYZE של המולטימטר נתן למצוא בסוף התדריך. חשוב לעבור עם הפונקציה הזאת על מנת להתחשב בשגיאה הסטטיסטית, שכן הערכים שמראה המולטימטר משתנים בצורה אקראית עם הזמן.

לפני השימוש במכשירי המדידה יש לקרוא את הנספחים א+ב בסוף מסמך זה.

מעגלים חשמליים- תדריך עבודה

מטרת הניסוי

מטרת הניסוי היא בחינת התנהגות בסיסית של מעגלי זרם ישר (DC).
נאמת את חוק אוהם ואת נוסחת חישוב ההתנגדות שקולה של נגדים במקביל.
בנוסף, נשתמש בעיקרון קשר ויטסטון לחישוב התנגדות נגד לא ידוע.

רשימת ציוד

1. מקור מתח
2. זוג מולטימטרים דיגיטליים
3. אוסף נגדים יחד עם לוח יעודי לחיבור נגדים
4. נגד משתנה
5. תילי חיבור
6. מעגל גשר ויטסטון (סרגל המוצמד לתיל עם כבל מוליך בעל קצה חשוף לקביעת נקודת המגע בתיל הארוך)
7. מד מתח אנלוגי
8. קליבר

חלק א' – חוק אוהם

בחלק זה נאמת את חוק אוהם $V = IR$. לשם כך נבצע מדידות של המתח הנופל על הנגד והזרם הזורם דרכו.

ביצוע המדידות

1. וודאו כי ספק המתח לא מספק מתח למעגל (לחצן output במצב כבוי).
2. כווננו את ספק המתח ל 1.5V והגבילו את הזרם ל 0.2 A.

3. חברו את המעגל עפ"י המתואר בתרשים 1, בחלק זה השתמשו בנגד מספר 1. נשים לב כי בתרשים שתי אפשרויות לחיבור. **לפני הפעלת המתח קראו למדריך על מנת לבדוק את החיבורים.**

4. לרשותכם שני מכשירי Tektronix כאשר אחד ישמש כמד זרם והשני כמד מתח (או כמד התנגדות). יש לכוון את הסקאלה של מד המתח ל-10V ואת סקאלת מד הזרם ל-100mA (חשוב לזכור לא לשנות את הסקאלות בין מדידות).

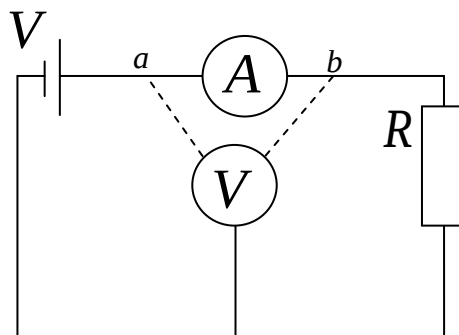
5. מדדו את המתח והזרם בשני אופני החיבור. כיצד עלינו לבצע את המדידות הללו (חיבור a או b)? מדוע?

6. לאחר שבחרנו את אופן המדידה בצעו סדרת מדידות של מתחים וזרמים בתחום של 0-4V.

7. מדדו את התנגדות הנגד ואת התנגדות האמפרמטר עפ"י מדידה ישירה. כמו כן, חשבו את ההתנגדות הפנימית של האמפרמטר על פי המתחים והזרמים שנמדדו בשתי צורות החיבור (שימו לב כי התנגדותו הפנימית של מכשיר המדידה משתנה במעבר סקאלה) – האם ניתן להצדיק כעת את צורת החיבור?

עיבוד מדגמי

יש לבצע עיבוד מדגמי במעבדה על מנת לוודא שתוצאות המדידות טובות, לשם כך יש לחשב את ההתנגדות עבור כל נקודה ולוודא שכל הערכים קרובים אחד לשני. במידה ויש נקודות חורגות ניתן לחזור על המדידות בנקודות הנ"ל.



תרשים 1: חיבור המעגל למדידת המתח והזרם.

הנחיות לעיבוד תוצאות

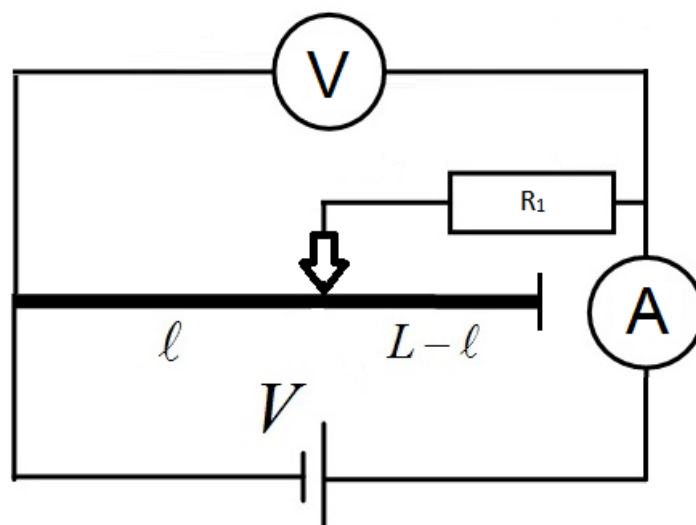
בנו גרף וחלצו את התנגדות הנגד באמצעות התאמה לינארית. השוו את הערך שהתקבל לערך שנמדד ישירות.

חלק ב' – התנגדות כתלות באורך הנגד

בחלק זה נחקור את התנגדות הסגולית של נגד באורך משתנה

ביצוע המדידות

1. כווננו את ספק המתח ל- 1.5 V והגבילו את הזרם ל- 0.2 A .
2. חברו את המעגל המתואר בתרשים 4. החיבור של מגע אחד של התיל הינו חופשי וניתן לבחור את נקודת החיבור לאורכו. כך התיל מתפקד כנגד באורך משתנה.
3. הפעילו את מקור המתח. עבור סדרת אורכים שונים של הנגד, מדדו את המתח ואת הזרם.
4. מדדו את התנגדות הנגד הקבוע בעזרת מד התנגדות.
5. מדדו את קוטר התיל בעזרת קליבר.
6. בעזרת סדרת מדידות המתח, הזרם, ותוך שימוש בחוק אוהם, מצאו את ההתנגדות השקולה של שני הנגדים עבור כל אורך.
7. ציירו גרף של ההתנגדות השקולה כתלות באורך הנגד.
8. משיפוע הגרף, תוך שימוש בקוטר התיל שמדדתם, חלצו את ההתנגדות הסגולית של התיל, ושהוו אותו לערכים של חומרים אשר תמצאו מן הספרות. נסו לסווג את החומר.
9. את נקודת החיתוך של הגרף עם הציר האנכי, השוו לגודל הרלוונטי במערכת אותו מדדתם.



תרשים 4: מעגל חיבורים עבור התנגדות כתלות באורך הנגד

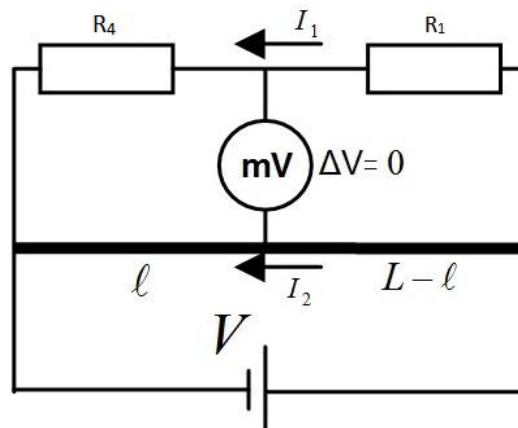
לפני סיום אנא וודאו כי אתם יודעים כיצד לחשב את שגיאות המדידה בכל מכשירי המדידה. לשם כך ראו טבלאות בחוברת היצור שבאתר.

חלק ג' – גשר ויטסטון

בחלק זה נמדוד את התנגדות נגד לא ידוע X תוך שימוש בעקרון גשר ויטסטון.

ביצוע המדידות

1. כווננו את ספק המתח ל- $0.2-0.3V$ והגבילו את הזרם ל- $0.2 A$.
2. חברו את המעגל המתואר בתרשים 3. שימו לב, החיבור של המודד לתיל חופשי וניתן לבחור את נקודת החיבור לאורכו.
3. הפעילו את מקור המתח ומצאו את האורך l אשר עבורו מד המתח מתאפס.
4. כדי לחשב את השגיאה ב- l , מצאו את התחום על הסרגל שבו מד המתח מראה $0V$. השגיאה אם כן תהיה שגיאה של התפלגות אחידה בתוך התחום הזה.
5. מדדו באופן ישיר את התנגדות נגד R_1 וחשבו את התנגדותו של נגד R_4 .
6. מדדו באופן ישיר את התנגדותו של נגד R_4 ובצעו השוואה לערך שחישבתם.



תרשים 3: מעגל חיבורים עבור גשר ויטסטון

נספח א: תרשים ספק המתח



1. כפתור power.
2. חיבור ליציאת המתח (חיובי ושלילי).
3. לחצן output, רק לאחר לחיצה עליו תדלק נורית והמכשיר יוציא מתח. (יש ללחוץ רק לאחר אישור המעגל ע"י המדריך).

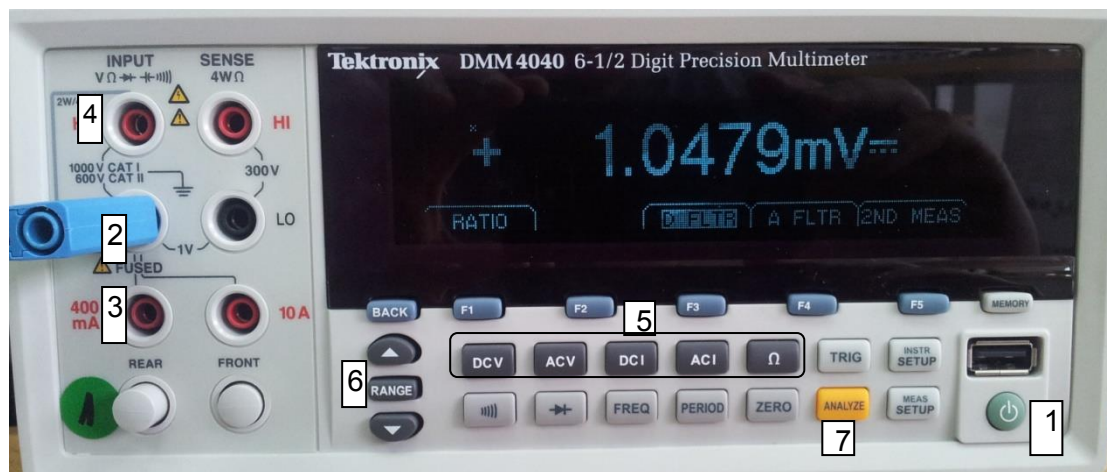
עמוד 5 מתוך 7

4. כיוון הגבלת זרם במעגל, בתחילת הניסוי יש לקבוע על 0.2A ולא לשנות במהלך הניסוי.

5. כיוון המתח.

6. כיוון עדין למתח.

נספח ב: תרשים מכשיר Tektronix המשמש כמד זרם, מתח או התנגדות



1. כפתור הדלקה/כיבוי

2. חיבור ההדק השלילי (מחובר לאדמה)

3. חיבור ההדק החיובי בעת מדידת זרם- כלומר כאשר המכשיר משמש כאמפרמטר

4. חיבור ההדק החיובי בעת מדידת מתח/התנגדות- כלומר כאשר המכשיר משמש כוולטמטר/אווה-מטר.

5. בחירת תיפקוד מכשיר

a. DCV- מדידת מתח ישר

b. DCI- מדידת זרם ישר

c. - מדידת זרם ישר

d. Ω - מדידת התנגדות

6. שינוי סקאלות ע"י לחיצה על החצים (למעלה/למטה)

7. תפריט ANALYZE – בתפריט זה אפשר לבחור לעשות אנליזה סטטיסטית למדידות. מאחר והערכים שאנו מודדים לא נשארים קבועים, נרצה לעשות מיצוע על פני מספר דגימות. בנוסף, נוכל להעריך גם את השגיאה הסטטיסטית. לחצו על כפתור זה עבור כל מדידה ובחרו ב STATS. (השתמשו בלחצני F) שם ניתן לקבוע גם את מספר הדגימות (תחת #SAMPLES). שימו לב שמספר דגימות רב אמנם מקטין את השגיאה אך עולה לנו בזמן. בחרו במספר דגימות סביר. ועבור כל מדידה חלצו את הערך הממוצע, סטיית התקן (SD) ואת מספר הדגימות. השגיאה הכוללת תהיה שגיאת המכשיר משוכללת עם השגיאה הסטטיסטית.