

אוריאל שי בע"מ  
רח' אימבר 23 , קרית-אריה , פתח-תקוה  
טל: 03-923361 פקס: 039234601  
[Shay@uriel-shay.com](mailto:Shay@uriel-shay.com) , [www.uriel-shay.com](http://www.uriel-shay.com)

## מאמר בנושא מדידת התנגדויות נמוכות מאד

### מה היא התנגדות נמוכה

התנגדות נמוכה תהיה בדרך כלל בתחומי המיקרוואהמים או המיליאוהמים  
 $1 \text{ microohm} = 0.000001 \text{ Ohm}$  ,  $1 \text{ miliohm} = 0.001 \text{ Ohm}$   
מיליוניות של אוהם או אלפיות של אוהם

### למה צריך למדוד התנגדויות נמוכות מאד

חיבורים מכל סוג שהוא עלולים להוות נקודת תורפה כאשר ההתנגדות שלהם אינה מספיק נמוכה.  
התנגדות גבוהה היא שוות ערך להתחממות במקרה של חיבור חשמלי או נקודת התרופפות במקרה של חיבור מכני.  
הכשל שעלול לקרות במקרים של נקודות חיבור קריטיות הינו בעל השלכות של היווצרות נזק רב ולפעמים ממש הרוות אסון.  
חיבורים בעלי התנגדות גבוהה עלולים להיווצר מהתקנה לקויה , או התהוות לאחר זמן כתוצאה מרעידות, שינויי טמפרטורה, קורוזיה , לחות רטיבות וכו' .  
בדיקות של התנגדויות נמוכות אחרי התקנה או אחרי שיפוץ מצד אחד , ובתור אחזקה מונעת באופן רוטיני בפרקי זמן יכולה למנוע נזקים לציוד לבני אדם ונזקים כספיים עצומים.

### היכן יש למדוד התנגדויות נמוכות

הצורך במדידת התנגדויות נמוכות קיים בתעשיות רבות למשל :  
חברות חשמל יצור והולכה , מפעלים פטרוכימיים , בתי זיקוק , מסילות ברזל , חברות תקשורת , יצור מכונות ורכב, תעשיות אויריות , משתמשי מצברים ואלפסק.  
דוגמאות לציוד הדורש בדיקות התנגדויות נמוכות :  
חיבורי מסילות, חברי הארקה, מגעי מפסקי זרם, מפסקים, שנאים, חיבורי מצברים , ליפופי מנוע ושנאי, מוטות כלובי מנועים , פסי צבירה עם חיבורי כבלים , חיבורים של חלקי מטוסים.  
כיצד מתבצעת מדידת התנגדות נמוכה  
ניתן למדוד התנגדויות על ידי 2 חוטים , 3 חוטים או 4 חוטים ( מינוח מקובל הוא גם 2 או 3 או 4 הדקים )  
( הבדיקה המדויקת ביותר היא של 4 חוטים שמתאימה לתחום של פחות מ 10 אוהם. בדיקה ב 4 חוטים מנטרלת את השפעת התנגדות החוטים והחיבורים.  
4 חוטים הם 2 הדקי זרם ו2 הדקי פוטנציאל (מתח ) ראה תמונה 11 + 12 . C1/C2 הם הדקי הזרם אשר מזרימים את הזרם לאורך ההתנגדות. P1/P2 הם הדקי המתח אשר מודדים את המתח בין 2 ההדקים. ההתנגדות מחושבת מחישוב חוק אוהם של  $R=U/I$  .

**אוריאל שי בע"מ**  
**רח' אימבר 23 , קרית-אריה , פתח-תקוה**  
**טל: 03-923361 פקס: 039234601**  
[Shay@uriel-shay.com](mailto:Shay@uriel-shay.com) , [www.uriel-shay.com](http://www.uriel-shay.com)

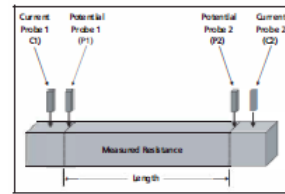


Figure 11: Simplified Example of a 4-Wire Measurement

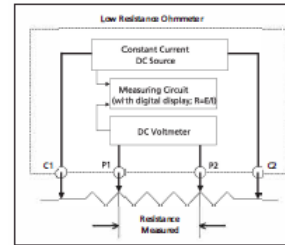


Figure 12: Basic Operation Diagram

### מדוע הזרם צריך להיות גבוה

שאלה נפוצה : יש לי רב מודד עם תחומי מדידה של מיליאוהמים . למה אני צריך מודד מיוחד .

נניח של לנו התנגדות של 0.001 אוהם ( 2 מיליאוהם ) ונניח שזרם הבדיקה בבדיקה על ידי רב מודד היא של 100 מיליאמפר ( 0.1 אמפר )  
 $0.1A \times 0.001ohm = 0.0001 V = 0.1 mV$   
 ברור שרמות הדיוק של המכשיר במפל מתח כזה אינן מאפשרות קבלת תוצאה רלוונטית אשר תסטה במאות אחוזים מהתוצאה האמיתית.  
 בדיקה ב 10 אמפר תגדיל פי 1000 את תוצאת מפל המתח ושיטת 4 הדקים תנטרל את השפעת החוטים והחיבורים.

### מתי צריך דגם עם זרמים גבוהים יותר

ישנם דגמים עם זרם בדיקה של 100 200 600 אמפר . ל למשל בבדיקה של מפסקי זרם אשר מנתקים זרמים גבוהים נדרשת בדיקה עם מכשיר בעל זרם גבוה .