Determinarea rezistențelor prin metoda punții Wheatstone

Scopul lucrării:

- Determinarea rezistențelor cu ajutorul punții Wheatstone în curent continuu;

- Calculul rezistivității electrice a unor materiale;

- Calculul erorilor de măsurare în cazul măsurătorilor indirecte.

Aspecte teoretice:

Puntea Wheatstone reprezintă un circuit electric ce permite determinarea rezistenței electrice necunoscute, Rx, prin balansarea a două părți ale unei punți. Metoda permite realizarea unor măsurători foarte precise.

Puntea Wheatstone a fost inventată de Samule Hunter Christie în 1833, dar a fost îmbunătăţită şi popularizată de Sir Charles Wheatstone în 1843.

A diagram of a diagram

Description automatically generated

In figura 1 este reprezentată schema electrică de principiu a unei punţi Wheatstone. După cum se vede, avem de a face cu un patrulater (ACBD) având 4 rezistori pe cele 4 laturi. Pe o diagonală (AB) se leagă o sursa de tensiune continuă, iar pe cealaltă diagonală (CD) se leagă un galvanometru. Galvanometrul este un aparat de măsură pentru intensitatea curentului electric foarte sensibil şi cu zero-ul la mijlocul scalei.

Cursorul din punctul C ne ajută să modificăm aportul rezistenţelor r1/r2, ajungând la un moment dat ca puntea sa fie echilibrată şi galvanometrul să indice un curent de intensitate nulă. Se utilizează un singur rezistor de rezistenţă cunoscută: RN (rezistenţa nominală).

Folosind relatia:

(1)

putem determina valoarea rezistenţei necunoscute dacă dispunem de un

rezistor de rezistenţă cunoscută şi de un instrument pentru măsurarea lungimilor (ruletă, liniar, riglă gradată etc).

Tehnica experimentală și efectuarea măsuratorilor

Dat fiind faptul că, în practică, un curent prea intens care ar trece prin galvanometru (instrument extrem de sensibil) ar putea duce la distrugerea acestuia, înseamnă că trebuie să completăm circuitul cu elemente de protecţie. Vom pune pe diagonala CD, în serie cugalvanometrul, un rezistor variabil şi un întrerupător.

Intrerupătorul ne va ajuta să închidem circuitul prin această diagonală pentru timpi foarte scurţi, atunci când curentul este mare, sau să îl lăsăm închis atunci când curentul este mai mic decât valoarea maximă măsurabilă cu galvanometrul pe care îl avem la dispoziţie, timp în care vom face un reglaj fin din cursorul C, cu scopul de a obţine curent nul prin ramura CD.

Rezistorul variabil, R, permite modificarea sensibilităţii circuitului: dacă între punctele C şi D este o diferenţă de potenţial UCD, atunci intensitatea curentului prin această ramură, deci şi indicaţia galvanometrului, este invers proporţională cu rezistenţa ramurii. Aşadar vom începe experimentul utilizând o valoare mare a rezistenţei R, pentru ca prin galvanometru să nu treacă un curent foarte mare. După ce echilibrăm puntea vom scădea valoarea lui R, crescând astfel sensibilitatea şi putând face un reglaj mai fin al echilibrării punţii.

A diagram of a triangle

Description automatically generated

Folosind (1),

unde reprezinta diferenta maxima dintre și valoarea medie și

putem completa tabelele unde au fost măsurate și calculate valorile pentru puntea Wheatstone:

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  |  |  |  |  |  |  | < > | ε |
| [Ω] | [cm] | [cm] | [Ω] | [Ω] | [Ω] | [Ωm] | [Ωm] | % |
| 0,5 | 53 | 47 | 0,56 | 0,01 | 0,57 | 0,4396 | 0,4494 | 1 |
| 0,7 | 45,1 | 54,9 | 0,57 | 0,00 | 0,57 | 0,4474 | 0,4494 | 0 |
| 0,9 | 39,3 | 60,7 | 0,58 | 0,01 | 0,57 | 0,4553 | 0,4494 | 1 |
| 1,1 | 34,8 | 65,2 | 0,58 | 0,01 | 0,57 | 0,4553 | 0,4494 | 1 |

**Tabelul 1.0** : Valori măsurate și calculate pentru puntea Wheatstone folosind fir Konstantan de 1mm

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  |  |  |  |  |  |  | < > | ε |
| [Ω] | [cm] | [cm] | [Ω] | [Ω] | [Ω] | [Ωm] | [Ωm] | % |
| 0,5 | 69 | 30,5 | 1,14 | 0,03 | 1,17 | 0,1923 | 0,30 | 2,56 |
| 0,7 | 62,6 | 37,4 | 1,17 | 0,00 | 1,17 | 0,2692 | 0,30 | 0 |
| 0,9 | 56,8 | 43,2 | 1,18 | 0,01 | 1,17 | 0,3461 | 0,30 | 0,85 |
| 1,1 | 52 | 48 | 1,19 | 0,02 | 1,17 | 0,4231 | 0,30 | 1,7 |

**Tabelul 1.1:** Valori măsurate și calculate pentru puntea Wheatstone folosind fir Konstantan de 0,7mm

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  |  |  |  |  |  |  | < > | ε |
| [Ω] | [cm] | [cm] | [Ω] | [Ω] | [Ω] | [Ωm] | [Ωm] | % |
| 1 | 70,3 | 29,7 | 2,36 | 0,01 | 2,37 | 0,1962 | 0,2158 | 0,42 |
| 0,8 | 74,5 | 25,5 | 2,33 | 0,04 | 2,37 | 0,157 | 0,2158 | 1,68 |
| 1,2 | 66,6 | 33,4 | 2,39 | 0,02 | 2,37 | 0,2355 | 0,2158 | 0,84 |
| 1,4 | 63,2 | 36,8 | 2,40 | 0,03 | 2,37 | 0,2747 | 0,2158 | 1,26 |

**Tabelul 1.2:** Valori măsurate și calculate pentru puntea Wheatstone folosind fir Konstantan de 0,5mm

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  |  |  |  |  |  |  | < > | ε |
| [Ω] | [cm] | [cm] | [Ω] | [Ω] | [Ω] | [Ωm] | [Ωm] | % |
| 1,4 | 77,6 | 22,4 | 4,85 | 0,04 | 4,89 | 0,1346 | 0,2018 | 0,81 |
| 1,8 | 73,1 | 26,9 | 4,89 | 0,00 | 4,89 | 0,1730 | 0,2018 | 0 |
| 2,4 | 67,1 | 32,9 | 4,89 | 0,00 | 4,89 | 0,2307 | 0,2018 | 0 |
| 2,8 | 63,8 | 36,2 | 4,93 | 0,04 | 4,89 | 0,2692 | 0,2018 | 0,81 |

**Tabelul 1.3:** Valori măsurate și calculate pentru puntea Wheatstone folosind fir Konstantan de 0,35mm

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  |  |  |  |  |  |  | < > | ε |
| [Ω] | [cm] | [cm] | [Ω] | [Ω] | [Ω] | [Ωm] | [Ωm] | % |
| 0,8 | 29,9 | 70,1 | 0,34 | 0,02 | 0,32 | 0,1570 | 0,0967 | 6,25 |
| 0,6 | 35,5 | 64,5 | 0,33 | 0,01 | 0,32 | 0,1177 | 0,0967 | 3,12 |
| 0,4 | 44,2 | 55,8 | 0,31 | 0,01 | 0,32 | 0,0785 | 0,0967 | 3,12 |
| 0,3 | 50,5 | 49,5 | 0,30 | 0,02 | 0,32 | 0,0588 | 0,0967 | 6,25 |

**Tabelul 1.4:** Valori măsurate și calculate pentru puntea Wheatstone folosind fir Alamă de 0,5mm

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| d |  | r |  |  |
| [mm] | [Ω] | [mm] |  | ] |
| 0,35 | 4,89 | 0,17 | 0,03 | 34,6 |
| 0,50 | 2,37 | 0,25 | 0,06 | 16 |
| 0,70 | 1,17 | 0,35 | 0,012 | 8,16 |
| 1,00 | 0,57 | 0,50 | 0,25 | 4 |

**Tabelul 2:** Rezistența electrică în funcție de raza firelor de constantan

A graph with a line

Description automatically generated

Concluzii:

Metoda punții Wheatstone este una dintre cele mai eficiente pentru măsurarea rezistențelor necunoscute și determinarea caracteristicilor materialelor. Precizia acesteia depinde de acuratețea măsurătorilor și de echilibrarea atentă a punții. Rezultatele experimentale confirmă relația invers proporțională dintre rezistență și pătratul razei secțiunii transversale, iar erorile obținute sunt minime, ceea ce indică validitatea metodei pentru aplicații practice.