



مناهج عربية

arabeducationsite.com

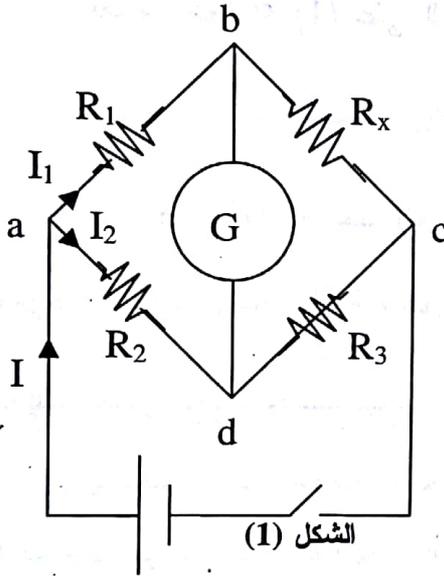
التجربة الثانية

قياس المقاومات الكهربائية باستخدام الجسر الوتري (جسر وطسطن)

(1) الغاية من التجربة:

قياس بعض المقاومات المجهولة باستخدام دارة جسر وطسطن والتحقق من قوانين وصل المقاومات على التسلسل والتفرع

(2) الموجز النظري:



يمكن قياس قيمة مقاومة ما بتطبيق مباشر لقانون أوم حيث نحصل على قيمة غير دقيقة للمقاومة بسبب وجود مقاومات داخلية للمقاييس الكهربائية، لذلك صممت بعض الدارات الكهربائية من أجل قياس دقيق لقيمة المقاومات المجهولة، من أهم هذه الدارات هي دارة جسر وطسطن، صمم هذه الدارة العالم الانكليزي تشارلز وطسطن عام 1843، حيث يتألف الجسر من أربع مقاومات، ثلاثة منها معلومة R_1, R_2, R_3

إحداها متغير ومقاومة رابعة مجهولة R_x ، مرتبطة مع بعضها كما في الدارة الموضحة في الشكل رقم (1)

توصل النقطتين a, c المتقابلتين قطرياً بقاطعة ومولد للتيار المستمر، أما النقطتين b, d فتوصلان ببعضهما عن طريق مقياس غلفاني G ، يتوازن الجسر عندما يشير مقياس الغلفاني إلى الصفر، أي عندما يصبح فرق الكمون بين النقطتين b, d معدوماً، وفي هذه الحالة يمر في الفرع abc تياراً شدته I_1 وفي الفرع adc تياراً شدته I_2 وتطبيق قانون أوم نجد أن:

$$V_a - V_b = R_1 \cdot I_1$$

$$V_a - V_d = R_2 \cdot I_2$$

وعندما يتوازن الجسر يكون $V_d = V_b$ أي أن:

$$R_1 \cdot I_1 = R_2 \cdot I_2 \quad (1)$$

وبشكل مشابه نجد:

$$V_b - V_c = R_x \cdot I_1$$

$$V_d - V_c = R_3 \cdot I_2$$

وعندما يتوازن الجسر يكون:

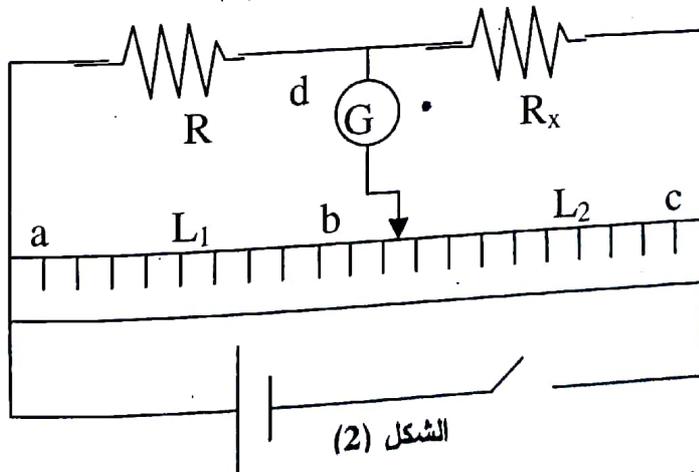
$$R_x \cdot I_1 = R_3 \cdot I_2 \quad (2)$$

بقسمة العلاقة (1) على العلاقة (2) نجد:

$$\frac{R_1}{R_x} = \frac{R_2}{R_3} \quad (3)$$

من هذه العلاقة نجد أنه إذا كانت لدينا قيم ثلاث مقاومات معلومة فإنه يمكن معرفة قيمة مقاومة رابعة مجهولة. وغالباً ما نجعل النسبة $\frac{R_1}{R_2}$ ثابتة أثناء القياس بحيث نختار قيمتها حسب قيمة المقاومة المجهولة R_x .

يستعاض في معظم الأحيان عن المقاومتين R_2 , R_3 بسلك متجانس مقاوم، فنحصل على ما يسمى بالجسر الوتري كما في الشكل (2)



تعطى مقاومة ناقل متجانس ذي مقطع ثابت بالعلاقة:

$$R = \rho \cdot \frac{l}{S}$$

حيث l طول الناقل، S مساحة مقطع الناقل، ρ المقاومة النوعية وتقدر بوحدة (أوم.متر)، فإذا كان الناقل abc في الدارة الموضحة بالشكل (2) هو سلك ناقل متجانس فإن R_2 و R_3 مقاومتين لهما نفس المقطع ومصنوعتين من نفس المادة وبالتالي فإن:

$$\left. \begin{array}{l} R_2 = \rho \frac{l_1}{S} \\ R_3 = \rho \frac{l_2}{S} \end{array} \right\} \Rightarrow \frac{R_2}{R_3} = \frac{l_1}{l_2} \quad (4)$$

بالتعويض عن النسبة $\frac{R_2}{R_3}$ من العلاقة (3) نجد أن:

$$\frac{R_1}{R_x} = \frac{l_1}{l_2} \quad (5)$$

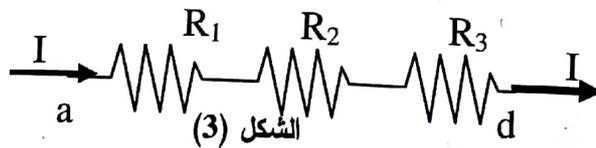
أي بعد معرفة الطولين l_1 و l_2 والمقاومة R_1 يمكن معرفة المقاومة R_x .

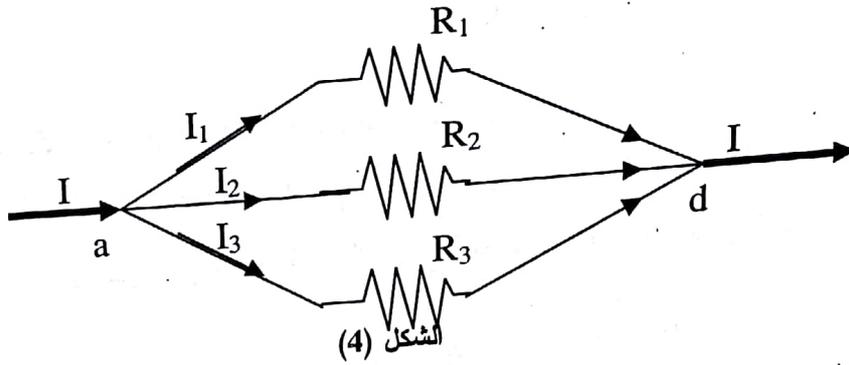
وصل المقاومات على التسلسل وعلى التوازي:

إن معظم الدارات الكهربائية لا تقتصر على مولد واحد للقوة المحركة الكهربائية ومقاومة خارجية واحدة بل تتألف من عدد من الأجهزة الموصولة ببعضها البعض بطريقة تتفاوت في التعقيد من حالة إلى أخرى، سنأتي فيما يلي على بعض الحالات البسيطة التي توصل فيها المقاومات مع بعضها البعض.

يوضح الشكل (3) طريقتين مختلفتين في كيفية وصل ثلاث مقاومات R_1 , R_2 ,

R_3 بين نقطتين a و d .





ففي الشكل (3) تؤلف المقاومات الثلاث طريقاً واحداً بين النقطتين a و d لذلك فهي موصولة على التسلسل، في هذه الحالة فإن التيار يكون واحداً في جميع المقاومات وهو يساوي التيار في الدارة، لذلك يكون:

$$V_{ab} = R_1 \cdot I + R_2 \cdot I + R_3 \cdot I = (R_1 + R_2 + R_3) \cdot I$$

$$\frac{V_{ab}}{I} = (R_1 + R_2 + R_3) = R \quad (6)$$

أي أن المقاومة المكافئة R لأي عدد من المقاومات الموصولة على التسلسل تساوي إلى مجموع تلك المقاومات.

أما في الشكل (4) فإن المقاومات قد وصلت على التوازي بين النقطتين a و d ، فكل مقاومة تؤلف طريقاً متفرعاً بين النقطتين a و d ، أي أن فرق الكمون بين طرفي كل مقاومة منها يساوي V_{ad} فإذا رمزنا لشدات التيار المارة فيها I_1, I_2, I_3 لكان لدينا:

$$I = I_1 + I_2 + I_3 = \frac{V_{ad}}{R_1} + \frac{V_{ad}}{R_2} + \frac{V_{ad}}{R_3}$$

$$\frac{I}{V_{ad}} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3}$$

ومنه نجد:

$$\frac{1}{R} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} \quad (7)$$

أي أن مقلوب المقاومة المكافئة $\frac{1}{R}$ تساوي مجموع مقلوب قيم هذه المقاومات

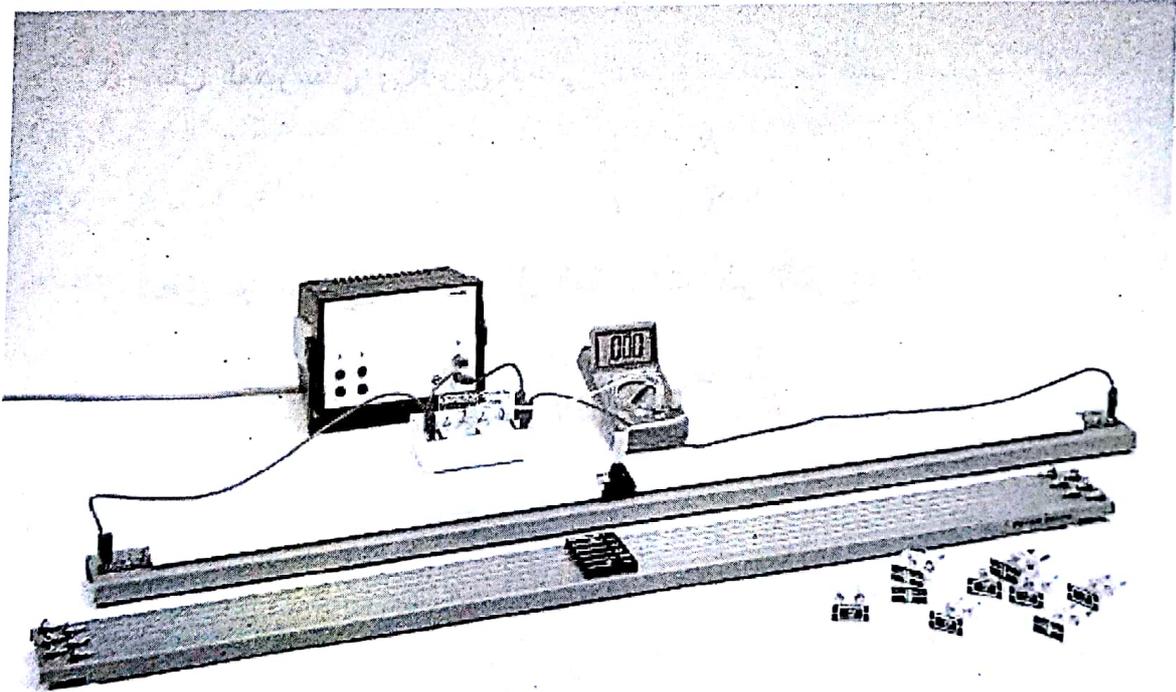
R_1, R_2, R_3

(3) الأجهزة والأدوات:

- 1- الجسر الوتري: ويتألف من لوحة خشبية يثبت عليها مسطرة مدرجة طولها متر واحد يربط بين طرفيها سلكاً معدنياً رفيعاً منتظماً المقطع (سطح مقطعه دائري)، يتصل طرفي السلك بقطعة نحاسية مجهزة في نهايتها بماخذ كهربائية.
- 2- مغذي استطاعة للتيار المستمر.
- 3- مجموعة مقاومات ذات قيم مختلفة.
- 4- مقياس غلفاني صفره في المنتصف.
- 5- أسلاك توصيل، زالقة، قاطعة.
- 6- قاعدة لتثبيت المقاومات عليها ليتم وصلها بأجزاء الدارة.

(4) طريقة العمل:

- 1- صل الدارة كما في الشكل (5):



الشكل (5)

- 2- خذ قيمة معلومة للمقاومة من علبة المقاومات ولتكن $R_1 = 100 \Omega$ ، وحرك الزالقة على السلك حتى يشير مقياس الغلفاني إلى الصفر،

3- سجل قيمة الطولين l_1 و l_2 في حالة التوازن، واحسب قيمة المقاومة المجهولة R_{x1} ، وذلك حسب العلاقة:

$$\frac{R_1}{R_{x1}} = \frac{l_1}{l_2}$$

4- استبدل المقاومة المجهولة السابقة بمقاومة مجهولة أخرى R_{x2} ، وأعد نفس الخطوات السابقة وعين مرة ثانية الطولين l_1 و l_2 ثم عوض قيمهم في نفس العلاقة السابقة

5- صل المقاومتين R_{x1} و R_{x2} على التسلسل ضمن الدارة ثم احسب المقاومة المكافئة R_{x3} عملياً من العلاقة:

$$\frac{R_1}{R_{x3}} = \frac{l_1}{l_2}$$

وتأكد من صحة القانون النظري لوصل المقاومات على التسلسل حسب العلاقة:

$$R_{x3} = R_{x1} + R_{x2}$$

6- صل المقاومتين R_{x1} و R_{x2} على التفرع ثم احسب قيمة المقاومة المكافئة R_{x4}

$$\frac{R_1}{R_{x4}} = \frac{l_1}{l_2}$$

7- تحقق من صحة قانون وصل المقاومات على التفرع:

$$\frac{1}{R_{x4}} = \frac{1}{R_{x1}} + \frac{1}{R_{x2}}$$