

Bridges and Their Application

Bridge circuit are extensively used for measuring component values, such as resistance, inductance, capacitance, and other circuit parameters directly derived from component values such as frequency, phase angle, and temperature. Bridge accuracy measurements are very high because their circuit compares the value of an unknown component to that of an accurately known component (a standard).

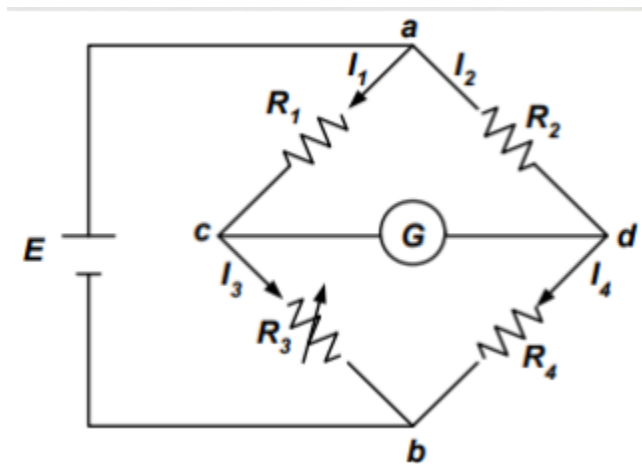
القناطر وتطبيقاتها: تُستخدم دائرة القنطرة على نطاق واسع لقياس قيم المكونات، مثل المقاومة، والحث، والسعة، ومعلومات الدائرة الأخرى المشتقة مباشرة من قيم المكونات مثل التردد وزاوية الطور ودرجة الحرارة. قياسات دقة القنطرة تكون عالية جداً لأن دوائرها تقارن قيمة مكون غير معروف بقيمة مكون معروف بدقة (قياسي).

1- D.c Bridges: The basic D.c bridges consist of four resistive arms with a source of emf (a battery) and a detector usually galvanometer or other sensitive current meter. D.c bridges are generally used for the measurement of resistance values.

قناطر التيار المستمر: تتكون قناطر التيار المستمر الأساسية من أربعة أذرع مقاومة مع مصدر (بطارية) وكاشف كالكلفانومتر أو أي مقياس تيار حساس آخر. تستخدم قناطر التيار المستمر بشكل عام لقياس قيم المقاومة.

a) **Wheatstone Bridge:** This is the best and commonest method of measuring medium resistance values in the range of 1Ω to the low (megohm). The current through the galvanometer depends on potential difference between point (c) and (d). The bridge is said to be balance when potential difference across the galvanometer is zero volts, so there is no current through the galvanometer ($I_g=0$). This condition occurs when $V_{ca}=V_{da}$ or $V_{cb}=V_{db}$ hence the bridge is balance when

قنطرة ويتستون :هي الطريقة الأفضل والأكثر شيوعاً لقياس قيم المقاومة المتوسطة في النطاق من 1Ω إلى أقل ميكا اوم. يعتمد التيار خلال الكلفانوميتر على فرق الجهد بين النقطة (c) و (d) القنطرة تكون متوازنا عندما يكون فرق الجهد التيار عبر الكلفانوميتر صفر فولت، لذلك لا يوجد تيار يمر خالل الكلفانوميتر ($I_g = 0$) تحدث هذه الحالة عندما يكون $V_{da} = V_{ca}$ أو $V_{db} = V_{cb}$ وبالتالي تكون القنطرة متوازنا عندما



$V_1 = V_2 \dots (1)$ Since $I_g = 0$ so by voltage divider rule

$$V_1 = E \frac{R_1}{R_1 + R_3} \dots (2) \text{ and } V_2 = E \frac{R_2}{R_2 + R_4} \dots (3)$$

Substitute equations (2) & (3) in equ. (1)

$$\frac{R_1}{R_1 + R_3} = \frac{R_2}{R_2 + R_4}$$

Thus $R_1 R_4 = R_2 R_3$ is the balance equation for Wheatstone bridge. So, if three of resistance values are known, the fourth unknown one can be determined

$$R_4 = \frac{R_2 R_3}{R_1}$$

وبالتالي، $R_3 R_2 = R_4 R_1$ هي معادلة التوازن لقنطرة ويتستون، لذلك، إذا كانت ثلاثة من قيم المقاومة معروفة، فيمكن تحديد القيم غير المعروفة الرابعة.

R_3 are called the standard arm of the bridge and resistors R_2 and R_1 are called the ratio arms.

تسمى R_3 الذراع القياسي للقنطرة وتسمى المقاومات R_2 و R_1 الأذرع النسبية.

b) **Kelvin Bridge:** Kelvin bridge is a modification of the Wheatstone bridge and provides greatly increased accuracy in the measurement of low value resistance, generally below (1Ω) . It is eliminate errors due to contact and leads resistance. (R_y) represent the resistance of the connecting lead from R_3 to R_4 . Two galvanometer connections are possible, to point (m) or to point (n).

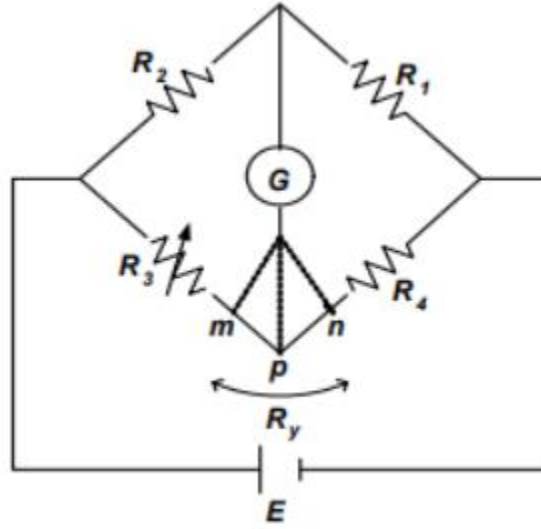
- 1- If the galvanometer connect to point (m) then $R_4 = R_x + R_y$ therefore unknown resistance will be higher than its actual value by R_y
- 2- If the galvanometer connect to point (n) then $R_4 = R_3 + R_y$ therefore unknown resistance will be lower than its actual value by R_y

قنطرة كيلفن: قنطرة كلفن هو تعديل لقنطرة ويتستون لتوفر دقة كبير في قياس قيمة المقاومة منخفضة والتي تكون أقل من (1Ω) . لأنه يزيل أخطاء مقاومة الأسلاك . R_y يمثل مقاومة السلك الموصل من R_3 إلى R_4 . يمكن توصيل اثنين بالكلفانومتر، النقطة m أو النقطة n

١- إذا كان الكلفانومتر متصل بالنقطة m فإن $R_y + R_x = R_4$ وبالتالي فإن المقاومة غير المعروفة ستكون أعلى من قيمتها الفعلية بواسطة R_y

٢- إذا كان الكلفانومتر متصل بالنقطة n فإن $R_y + R_3 = R_4$ وبالتالي فإن المقاومة غير المعروفة ستكون أقل من قيمتها الفعلية بواسطة R_y

3- If the galvanometer connect to point (p) such that



$$\frac{R_{np}}{R_{mp}} = \frac{R_1}{R_2} \dots (1) \quad \text{At balance condition}$$

$$R_2 (R_X + R_{np}) = R_1 (R_3 + R_{mp}) \dots (2)$$

Substituting equ.(1) in to equ.(2) we obtain

$$R_X + \left[\frac{R_1}{R_1 + R_2} \right] R_y = \frac{R_1}{R_2} \left[R_3 + \left(\frac{R_1}{R_1 + R_2} \right) R_y \right]$$

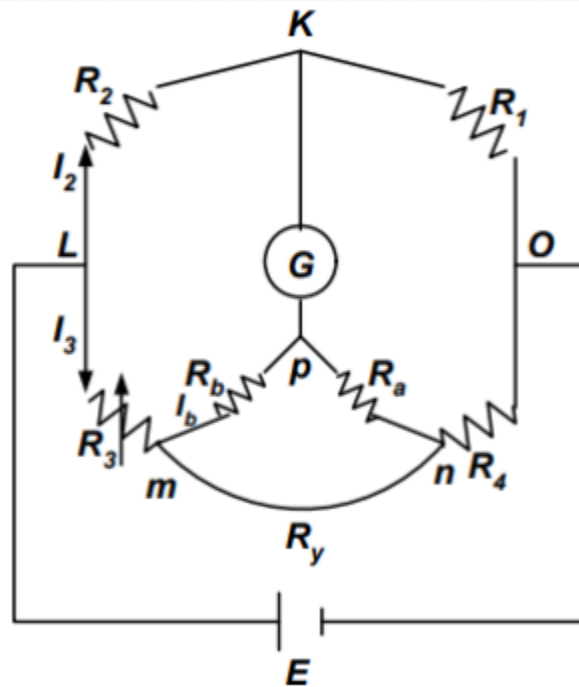
This reduces to

$$R_X = \frac{R_1}{R_2} R_3$$

So the effect of the resistance of the connecting lead from point (m) to point (n) has been eliminated by connecting the galvanometer to the intermediate position (p).

لذلك تم القضاء على تأثير مقاومة السلك الموصل من النقطة m إلى النقطة n عن طريق توصيل الكلفانومتر بالموضع الوسيط p.

c) **Kelvin Double Bridge:** Kelvin double bridge is used for measuring very low resistance values from approximately (1Ω to as low as $1 \times 10^{-5}\Omega$). The term double bridge is used because the circuit contains a second set of ratio arms labelled R_a and R_b . If the galvanometer is connect to point (p) to eliminates the effect of (yoke resistance R_y).



$$\frac{R_a}{R_b} = \frac{R_1}{R_2} \quad \text{At balance } V_2 = V_3 + V_b \quad \dots(1)$$

$$V_2 = E \frac{R_2}{R_1 + R_2} \quad \dots(2)$$

$$V_3 = I_3 R_3 \quad \text{and} \quad V_b = I_b R_b \quad \dots(3)$$

$$I_b = I_3 \frac{R_y}{(R_a + R_b) + R_y} \quad \dots(4)$$

$$E = I_3 \left[R_3 + \frac{(R_a + R_b) R_y}{(R_a + R_b) + R_y} + R_4 \right] \quad \dots(5)$$

Sub.equ. (5) in to equ. (2) and equ. (4) into equ.(3) then substitute the result in equ.(1), we get

$$I_3 \left[R_3 + \frac{(R_a + R_b) R_y}{(R_a + R_b) + R_y} + R_4 \right] \frac{R_2}{R_1 + R_2} = I_3 R_3 + I_3 \frac{R_y}{(R_a + R_b) + R_y} R_b$$

$$R_X = \frac{R_3 R_1}{R_2} + \frac{R_y R_b}{(R_a + R_b) + R_y} \left[\frac{R_1}{R_2} + 1 - 1 - \frac{R_a}{R_b} \right]$$

$$R_X = \frac{R_3 R_1}{R_2} + \frac{R_y R_b}{(R_a + R_b) + R_y} \left[\frac{R_1}{R_2} - \frac{R_a}{R_b} \right] \quad \text{This is the balanced equation}$$

If $\frac{R_a}{R_b} = \frac{R_1}{R_2}$ then $R_X = \frac{R_3 R_1}{R_2}$