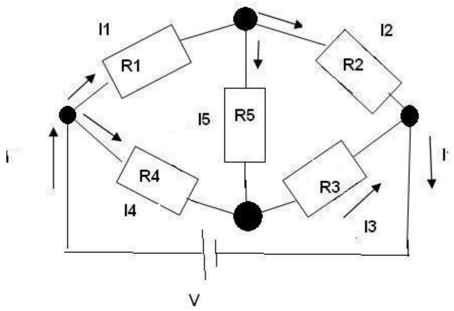
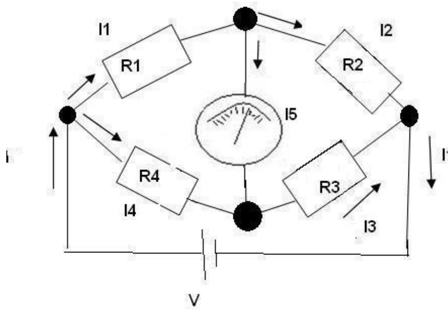
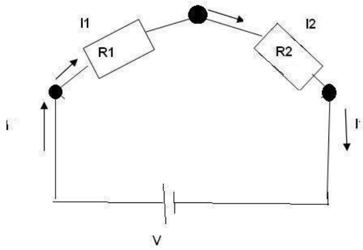
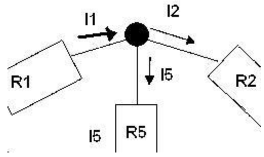
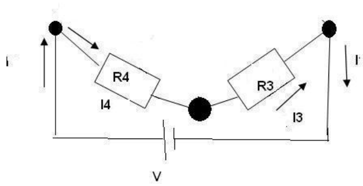
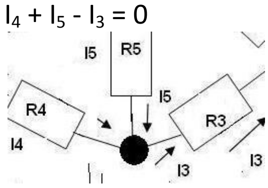
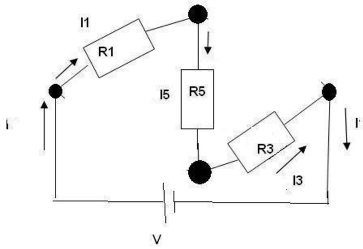
EL PUENTE DE WHEATSTONE

Está formado por 5 resistencia, originalmente se utilizaba para medir exactamente el valor de una resistencia incógnita.





Establecemos las ecuaciones de Kirtchhoff: Si el galvanómetro da 0 entonces $R_3 = R_4 \cdot R_2 / R_1$

<table>
<tr><th>La KVL Ley del voltaje de Kirchhoff</th><th>La KCL Ley de la corriente de Kirchhoff</th></tr>
<tr><td>Consideramos la malla R_1 i R_2
$V - I_1 \cdot R_1 - I_2 \cdot R_2 = 0$
</td><td>Consideramos el nodo superior
$I_1 - I_2 - I_5 = 0$
</td></tr>
<tr><td>Consideramos la malla R_4 i R_3
$V - I_4 \cdot R_4 - I_3 \cdot R_3 = 0$
</td><td>Consideramos el nodo inferior
$I_4 + I_5 - I_3 = 0$
</td></tr>
<tr><td>Consideramos la malla R_1, R_5 i R_3
$V - I_1 \cdot R_1 - I_5 \cdot R_5 - I_3 \cdot R_3 = 0$
</td><td></td></tr>
</table>

De la ecuación de la Malla 1 despejamos la I_1
$I_1 = (V - I_2 \cdot R_2) / R_1$

De la ecuación de la Malla 2 despejamos la I_3
$I_4 = (V - I_3 \cdot R_3) / R_4$
Sustituimos la I_1 de la malla 1 en la ecuación del nodo1
$I_1 = I_2 + I_5$
$(V - I_2 \cdot R_2) / R_1 = I_2 + I_5$

De esta ecuación despejamos I_2
$\mathbf{I_2 = (V - I_5 \cdot R_1) / (R_1+R_2)}$

Sustituimos la I_4 de la malla 2 en la ecuación del nodo2
$I_3 = I_4 + I_5$
$I_3 = (V - I_3 \cdot R_3) / R_4 + I_5$
De esta ecuación despejamos I_3
$\mathbf{I_3 = (V + I_5 \cdot R_4) / (R_3+R_4)}$
Del nodo 1 tenemos también:
$\mathbf{I_1} = I_2 + I_5 = \mathbf{(V - I_5 \cdot R_1) / (R_1+R_2) + I_5}$
A partir de la ecuación de la Malla 3 tenemos:
$V - \mathbf{I_1} \cdot R_1 - I_5 \cdot R_5 - \mathbf{I_3} \cdot R_3 = 0$
$V - (\mathbf{(V - I_5 \cdot R_1) / (R_1+R_2) + I_5}) \cdot R_1 - I_5 \cdot R_5 - \mathbf{(V + I_5 \cdot R_4) / (R_3+R_4)} \cdot R_3 = 0$
$V - V \cdot R_1/(R_1+R_2) - I_5 \cdot R_1^2/ (R_1+R_2) + I_5 \cdot R_1 - I_5 \cdot R_5 - V \cdot R_3 /(R_3+R_4) - I_5 \cdot R_4 \cdot R_3 / (R_3+R_4) = 0$

Despejamos la I_5
$\mathbf{I_5 = (V - V \cdot R_1/(R_1+R_2) - V \cdot R_3 /(R_3+R_4)) / (R_1^2/ (R_1+R_2) - R_1 - R_5 + V \cdot R_3 /(R_3+R_4) + R_4 \cdot R_3 / (R_3+R_4))}$

Una vez sabemos I_5, podemos calcular todas las otras intensidades
$\mathbf{I_1 = (V - I_5 \cdot R_1) / (R_1+R_2) - I_5}$
$\mathbf{I_3 = (V + I_5 \cdot R_4) / (R_3+R_4)}$
$\mathbf{I_2 = (V - I_5 \cdot R_1) / (R_1+R_2)}$
$\mathbf{I_4 = (V - I_3 \cdot R_3) / R_4}$

<table>
<tr><td>Si en el ejercicio práctico V = 10 V, R_1 = 2 Ω, R_2 = 2 Ω, R_3 = 3 Ω, R_4 = 3 Ω, R_5 = 1 Ω</td><td>Si en el ejercicio práctico V = 10 V, R_1 = 5 Ω, R_2 = 4 Ω, R_3 = 3 Ω, R_4 = 2 Ω, R_5 = 1 Ω</td></tr>
<tr><td>$I_5 = (V - V \cdot R_1/(R_1+R_2) - V \cdot R_3 /(R_3+R_4)) / (R_1^2/ (R_1+R_2) + R_1 - R_5 + V \cdot R_3 /(R_3+R_4) + R_4 \cdot R_3 / (R_3+R_4))$
$I_5 = (10 - 10 \cdot 2/(2+2) - 10 \cdot 3 /(3+3)) / (2^2/ (2+2) + 2 - 1 + 10 \cdot 3 /(3+3) + 3 \cdot 3 / (3+3))$
$\mathbf{I_5 = (10 - 5 - 5) / (1 + 2 - 1 + 5 + 6{,}66) = 0\ A}$
$I_1 = (V - I_5 \cdot R_1) / (R_1+R_2) - I_5$
$\mathbf{I_1 = (10 - 0 \cdot 2) / (2+2) - 0 = 2{,}5\ A}$
$I_3 = (V + I_5 \cdot R_4) / (R_3+R_4)$
$\mathbf{I_3 = (10 + 0 \cdot 3) / (3+3) = 1{,}666\ A}$
$I_2 = (V - I_5 \cdot R_1) / (R_1+R_2)$
$\mathbf{I_2 = (10 - 0 \cdot 2) / (2+2) = 2{,}5\ A}$
$\mathbf{I_4 = (V - I_3 \cdot R_3) / R_4}$
$\mathbf{I_4 = (10 - 1{,}666 \cdot 3) / 3 = 1{,}666\ A}$</td><td>$I_5 = (V - V \cdot R_1/(R_1+R_2) - V \cdot R_3 /(R_3+R_4)) / (R_1^2/ (R_1+R_2) + R_1 - R_5 + V \cdot R_3 /(R_3+R_4) + R_4 \cdot R_3 / (R_3+R_4))$
$I_5 = (10 - 10 \cdot 5/(5+4) - 10 \cdot 3 /(3+2)) / (5^2/ (5+4) + 5 - 1 + 10 \cdot 3 /(1+2) + 2 \cdot 3 / (2+3))$
$\mathbf{I_5 = (10 - 50/9 - 30/5) / (25/9 + 5 - 1 + 30/3 + 6/6) = -1{,}5555/(2{,}777+4+10+1)=-0{,}0875\ A}$
$I_1 = (V - I_5 \cdot R_1) / (R_1+R_2) - I_5$
$\mathbf{I_1 = (10 -(- 0{,}0875 \cdot 5)) / (5+4) - (-0{,}0875) = 1{,}208\ A}$
$I_3 = (V + I_5 \cdot R_4) / (R_3+R_4)$
$\mathbf{I_3 = (10 + -0{,}0875 \cdot 3) / (3+2) = 1{,}947\ A}$
$I_2 = (V - I_5 \cdot R_1) / (R_1+R_2)$
$\mathbf{I_2 = (10 - (-0{,}0875 \cdot 5)) / (5+4) = 1{,}12\ A}$
$\mathbf{I_4 = (V - I_3 \cdot R_3) / R_4}$
$\mathbf{I_4 = (10 - 1{,}947 \cdot 3) / 2 = 2{,}0795\ A}$</td></tr>
</table>