

Ponte de Wheatstone

1. INTRODUÇÃO

As pontes de medida são circuitos com um gerador, para os quais, para uma determinada relação entre os seus parâmetros, se verifica o anulamento da corrente num dos seus ramos. Utilizam-se para a medição de grandezas de carácter eléctrico: resistências (pontes de Wheatstone¹ e de Kelvin²), autoinductões (pontes de Maxwell³ e de Hay), capacidades (pontes de Schering⁴ e de Wien⁵), induções mútuas (ponte de Campbell), frequências (ponte de Wien-Robinson), entre outros.

Numa ponte de medida, a variação do parâmetro sob medida é convertida numa variação de corrente Δi , ou de tensão Δu , facilmente mensuráveis com um amperímetro, um voltímetro ou um sistema de aquisição de dados. A ponte pode ainda ser utilizada como detector de desvio de zero, sendo este o modo que interessa na instrumentação.

Na instrumentação industrial tem grande interesse a medição de resistências (ou as suas variações), por estas estarem relacionadas com as grandezas físicas a medir. Por exemplo, numa termorresistência existe uma relação bem definida entre a temperatura e a resistência eléctrica do elemento de medida, num termistor a resistência varia com a temperatura, num extensómetro há uma relação entre a deformação e a sua resistência eléctrica, num elemento piezorresistivo a relação é entre a pressão aplicada e a resistência eléctrica do elemento. Pelo facto da medida de resistência ser muito importante em instrumentação, concentrar-se-á a atenção na ponte de Wheatstone óhmica, utilizada para medir resistências dentro do intervalo de medição entre 1 Ω e 1 M Ω .

2. PONTE DE WHEATSTONE

A ponte de Wheatstone óhmica, utilizada para a medição de resistências, tem a configuração indicada na Figura 1 e é um dos muitos tipos de pontes de medida utilizados na determinação de grandezas eléctricas. É alimentada por uma tensão contínua, alternada ou pulsada. Devido ao facto de na sua constituição entrarem apenas elementos resistivos, as relações entre tensões e correntes verificam-se quer em valores instantâneos quer em valores eficazes. A ponte de Wheatstone também pode ser alimentada em corrente. Em qualquer dos casos, a alimentação deverá ter uma amplitude constante.

¹ Sir Charles Wheatstone, cientista e inventor inglês, 1802–1875, que popularizou a invenção original de Samuel Hunter Christie, outro físico e cientista inglês, 1784–1865.

² William Thompson (Lord Kelvin), físico, matemático e engenheiro de origem escocesa-irlandesa, 1824–1907.

³ James Clerk Maxwell, cientista escocês criador da teoria clássica da radiação eletromagnética, 1831–1879.

⁴ Harald Schering, físico alemão, 1880–1959.

⁵ Max Karl Werner Wien, físico alemão, 1866–1938.

“

Na instrumentação industrial tem grande interesse a medição de resistências (ou as suas variações), por estas estarem relacionadas com as grandezas físicas a medir.

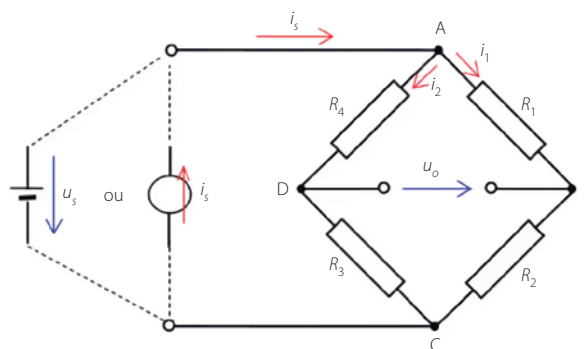


Figura 1. Ponte de Wheatstone óhmica.

3. PONTE DE WHEATSTONE ALIMENTADA A TENSÃO CONSTANTE

Para o caso em que a ponte de Wheatstone é alimentada a tensão constante, da observação da Figura 1, pode escrever-se

$$\begin{cases} u_{AB} = \frac{R_1}{R_1 + R_2} u_s \\ u_{AD} = \frac{R_4}{R_3 + R_4} u_s \end{cases} \quad (1)$$

Como a tensão de saída é dada por $u_o = u_{AB} - u_{AD}$, vem

$$u_o = \frac{R_1 R_3 - R_2 R_4}{(R_1 + R_2)(R_3 + R_4)} u_s \quad (2)$$

A condição de equilíbrio da ponte de Wheatstone obtém-se a partir da equação anterior quando $u_o = 0$ V, ou seja, quando $R_1 R_3 = R_2 R_4$. De notar que a equação (2) não é linear com as resistências. Na Figura 2 representa-se a tensão de desvio $u_o(R_1)$, para $R_2 = R_3 = R_4 = 100 \Omega$ e $u_s = 5$ V sendo R_1 variável de 0 Ω a 500 Ω . Observe-se a forte não-linearidade. Na Figura 3 faz-se a mesma representação, mas com R_1 variando apenas 10% para cada lado do valor de equilíbrio (100 Ω). A saída é agora muito mais linear, apresentando um desvio máximo de 1,25% para a ponte alimentada em tensão e de 0,65% para a ponte alimentada em corrente.