

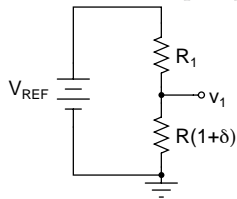
Análisis del Circuito Puente

Manuel Toledo
ECE Dept. UPRM

21 de septiembre de 2009

Circuito con un transductor

Considere un sensor que consiste de una resistencia cuyo valor varia con la cantidad que se desea medir. Un circuito simple que permite convertir el cambio en resistencia a un cambio en voltaje es



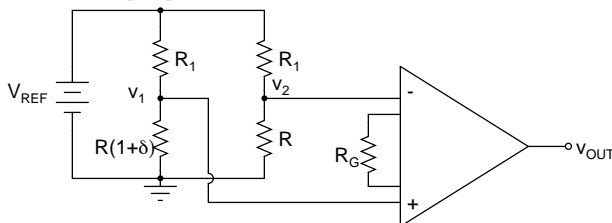
Aplicando la regla del divisor de voltaje

$$\begin{aligned} \frac{v_1}{V_{REF}} &= \frac{R(1+\delta)}{R_1 + R + \delta R} \\ &= \frac{R}{R + R_1} \times \frac{(1+\delta)(R + R_1)}{R_1 + R + \delta R} \\ &= \frac{R}{R + R_1} \times \frac{R_1 + R + \delta R + \delta R_1}{R_1 + R + \delta R} \\ &= \frac{R}{R + R_1} \times \left(1 + \frac{\delta R_1}{R_1 + R + \delta R} \right) \\ &= \frac{R}{R + R_1} \times \left(1 + \frac{\delta R_1}{R_1 + (1+\delta)R} \right) \end{aligned}$$

Si el cambio relativo $\delta = \Delta R/R$ es mucho menor que 1,

$$\begin{aligned} \frac{v_1}{V_{REF}} &= \frac{R}{R + R_1} \times \left(1 + \frac{\delta R_1}{R_1 + R} \right) \\ &= \frac{R}{R + R_1} + \frac{\delta R R_1}{2R R_1 + R^2 + R_1^2} \\ &= \frac{R}{R + R_1} + \frac{\delta}{2 + R/R_1 + R_1/R} \end{aligned}$$

Podemos usar un amplificador de instrumentación para restar el primer termino y obtener una salida aproximadamente proporcional al cambio en resistencia, como muestra el siguiente diagrama.



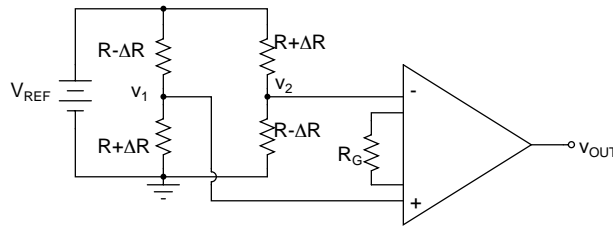
Ejemplo: Considere un *detector de temperatura de Platino (Platinum resistance temperature detector, o RTD)*¹ con un coeficiente de temperatura $\alpha = 0.00392/^\circ C$ y $R = 100\Omega$ a $0^\circ C$, de tal modo que

$$R(T) = 100\Omega \times (1 + \alpha T)$$

1. Cuanto es la resistencia a temperatura ambiente y a $100^\circ C$?
2. Si $V_{REF} = 15V$ y se desea limitar la potencia disipada en el sensor por debajo de $0.1mW$ para evitar errores debido al auto-calentamiento, diseñe un circuito como el que se muestra para obtener una sensibilidad de $0.1V/^\circ C$.
3. Estime el error en que se incurre cuando $T = 100^\circ C$ y se utiliza la ecuación aproximada para estimar el voltaje de salida.

Load Cell

En cierto tipo de aplicaciones, como cuando se mide esfuerzo mecánico usando *strain gauges*, es común usar un arreglo de dos transductores como el que se muestra en el siguiente diagrama.



Observando que

$$v_1 = \frac{R + \Delta R}{R + \Delta R + R - \Delta R} v_{REF} = \frac{R + \Delta R}{2R} v_{REF}$$

y

$$v_2 = \frac{R - \Delta R}{2R} v_{REF}$$

se obtiene la salida

$$v_{OUT} = A v_{REF} \frac{\Delta R}{R}$$

Los sensores consisten de alambres delgados cuya resistencia esta dada por la ecuación

$$R = \rho l / S$$

donde ρ representa la resistividad del material, l es el largo y S el área transversal. La R después de la deformación del alambre puede expresarse como

$$R + \Delta R = \rho \frac{l + \Delta l}{S - \Delta S}$$

Dado que el volumen del alambre debe seguir siendo el mismo,

$$S \times l = (l + \delta l)(S - \Delta S) \rightarrow S - \Delta S = \frac{S \times l}{l + \Delta l}$$

¹Para mas información sobre RTDs, consulte el siguiente enlace del internet: <http://www.omega.com/temperature/Z/pdf/z033-035.pdf>

O sea que

$$\begin{aligned}
 \Delta R &= \rho \frac{l + \Delta l}{S - \Delta S} - R \\
 &= \rho \frac{(l + \Delta l)^2}{S \times l} - \rho \frac{l}{S} \\
 &= \rho \frac{l}{S} \left(\frac{(l + \Delta l)^2}{l^2} - 1 \right) \\
 &= R \left((1 + \Delta l/l)^2 - 1 \right) \\
 &= R \left(1 + 2\Delta l/l + (\Delta l/l)^2 - 1 \right) \\
 &= R \left(2\Delta l/l + (\Delta l/l)^2 \right) \\
 &\approx 2 \frac{\Delta l}{l} R
 \end{aligned}$$

Como consecuencia, el voltaje de salida del circuito anterior es proporcional a la deformación del alambre.

Otras configuraciones

