

# Configuración de celda de carga como circuito puente Wheatstone

Sensores y actuadores  
Grado en Ingeniería en Robótica Software  
GSyC, Universidad Rey Juan Carlos



(CC) Julio Vega

## 1. Introducción

Como ya hemos visto anteriormente, es frecuente usar un circuito puente de Wheatstone en condición de desequilibrio para medir cantidades físicas como deformación, presión o temperatura, como analizamos en el Tema 6. En este caso el enfoque reside en emplear un puente Wheatstone desequilibrado como medidor de deformación para medir ciertas fuerzas.

Un medidor de deformación es un dispositivo que exhibe un cambio de resistencia cuando se comprime o alarga por la aplicación de una fuerza externa. A medida que cambia la resistencia del medidor de deformación, el puente previamente equilibrado se desequilibra. Este desequilibrio provoca que cambie el voltaje de salida a partir de cero, y este cambio puede ser medido para determinar la cantidad de deformación. En medidores de deformación, la resistencia es extremadamente pequeña. Este cambio minúsculo desequilibra un puente Wheatstone debido a su alta sensibilidad. Por ejemplo, comúnmente se utilizan puentes Wheatstone con medidores en básculas de peso.

## 2. La celda de carga como composición de galgas extensiométricas

Algunos transductores resistivos experimentan cambios de resistencia extremadamente pequeños, y estos cambios son difíciles de medir con precisión por medición directa. En particular, las galgas extensiométricas (SG, *strain gages*) o medidores de deformación son uno de los transductores resistivos más útiles que convierten el alargamiento o compresión de un alambre fino en un cambio de resistencia. Cuando la deformación provoca que el alambre instalado en la galga se alargue, la resistencia se incrementa en una pequeña cantidad, pues el diámetro del alambre se hace más estrecho; y cuando el alambre se comprime (se achata), la resistencia disminuye.

Se utilizan galgas extensiométricas en muchos tipos de básculas, desde las empleadas para pesar piezas pequeñas hasta aquellas para pesar enormes camiones. En general, las galgas se montan sobre un bloque especial de aluminio que se deforma cuando hay algún peso sobre la báscula. Estas galgas son extremadamente delicadas y deben montarse apropiadamente de modo que, en general, todo el ensamble se prepare como una sola unidad llamada celda de carga (Figura 1).

Como ya hemos visto en la teoría, existe una amplia variedad de celdas de carga de diferentes formas y tamaños, según la aplicación. Una celda típica es en forma de cubo, como la mostrada en la Figura 1, aunque también la podemos encontrar en forma de S, utilizada para pesar y provista de cuatro galgas extensiométricas.

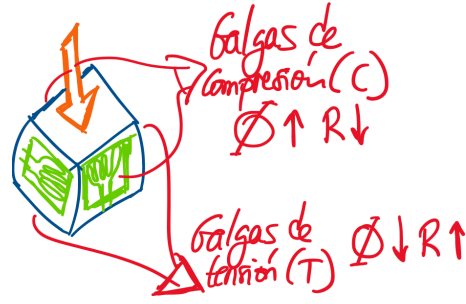


Figura 1: Celda de carga

### 3. Configuración de celda de carga como puente Wheatstone

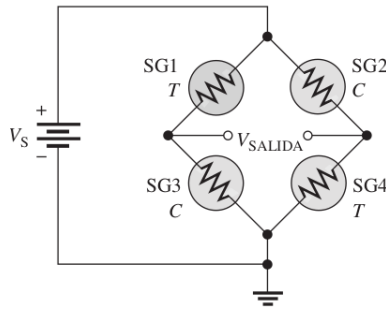


Figura 2: Circuito Wheatstone de una celda de carga

Ya hemos estudiado también que las galgas extensiométricas se montan en la celda de carga de manera que dos de ellas se alarguen (tensión) cuando se coloca una carga sobre la báscula y las otras dos se compriman. Y, casi siempre, estas celdas de carga se configuran como puente Wheatstone tal como indica la Figura 2; esto es, con las galgas a tensión (T) y a compresión (C) en brazos diagonales opuestos. De este modo siempre tendremos un  $V_{SALIDA}$  positivo, cuyo cálculo se realiza según la siguiente fórmula:

$$V_{SALIDA} = V_S \frac{SG_3^C}{SG_3^C + SG_1^T} - V_S \frac{SG_4^T}{SG_4^T + SG_2^C} \quad (1)$$

La salida del puente normalmente se digitaliza y convierte en una lectura que aparece en pantalla o es enviada a un ordenador para su procesamiento. La ventaja principal del circuito puente Wheatstone es que es capaz de medir con precisión diferencias de resistencia muy pequeñas. El uso de cuatro transductores activos incrementa la sensibilidad de la medición y hace del puente el circuito ideal para instrumentación. El circuito puente Wheatstone tiene el beneficio agregado de compensar en cuanto a variaciones de temperatura y resistencia de los alambres conectores, que de lo contrario contribuirían a provocar imprecisiones.

Además de en básculas, las galgas extensiométricas se utilizan con puentes Wheatstone en otros tipos de medición que incluyen mediciones de presión, desplazamiento, y aceleración, por mencionar algunas. En mediciones de presión, los medidores de deformación se pegan a una diafragma flexible que se alarga cuando al transductor se le aplica presión. La cantidad de flexión está relacionada con la presión, la que de nuevo se transforma en un muy pequeño cambio de resistencia.

## 4. Ejercicio

Calcula el valor de la tensión de salida ( $V_{SALIDA}$ ) del puente mostrado en la Figura 2 considerando los siguientes datos:

- $V_S = 15V$
- $R_0$  ( $R$  inicial de las galgas) =  $350\Omega$
- $GF = 2$
- $\varepsilon = 1\%$

**Solución** Calculamos en primer lugar la resistencia de las galgas, aplicando el factor de galga y teniendo en cuenta cuáles son de tensión y cuáles de compresión. Para ello, hacemos uso de la ecuación de factor de galga vista en teoría:

$$GF = \frac{\Delta R/R_0}{\varepsilon} \implies R = R_0 \cdot (1 + GF \cdot \varepsilon) \quad (2)$$

Por tanto, nos quedan las siguientes resistencias:

$$R_{SG_1^T} = R_{SG_4^T} = 350(1 + GF \cdot \varepsilon) = 350(1 + 0,02)\Omega = 357\Omega \quad (3)$$

$$R_{SG_2^C} = R_{SG_3^C} = 350(1 - GF \cdot \varepsilon) = 350(1 - 0,02)\Omega = 343\Omega \quad (4)$$

A continuación calculamos la tensión de ambos lados del puente (izdo. y dcho.):

$$V_{izdo.} = V_S \frac{R_{SG_3^C}}{R_{SG_3^C} + R_{SG_1^T}} = 7,35V \quad (5)$$

$$V_{dcho.} = V_S \frac{R_{SG_4^T}}{R_{SG_4^T} + R_{SG_2^C}} = 7,65V \quad (6)$$

Por tanto,  $V_{SALIDA}$  resulta:

$$V_{salida} = V_{dcho.} - V_{izdo.} = (7,65 - 7,35)V = 0,3V = 300mV \quad (7)$$