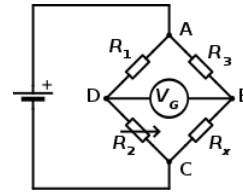




Lycée Joliot-Curie  
Rennes

# FICHE DE COURS

## Les composants



SIN  
CC-R6

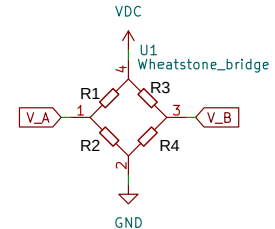
### Les résistances - 6 – Pont de Wheatstone

Objectifs : les ponts de Wheatstone permettent de mesurer finement des températures, des masses ...

Principe : Ils utilisent le principe de variation de résistance liée à la température ou à la pression.

Prérequis : pont diviseur.

On mesure ensuite la différence de potentiel entre  $V_A$  et  $V_B$



## Schéma général

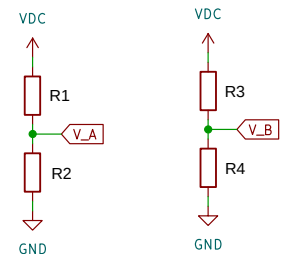
La tension de sortie du pont de Wheatstone est la tension différentielle  $V_A - V_B$ .

Le pont de Wheatstone peut se voir comme deux ponts diviseurs

$$V_A = \frac{R_2}{R_1 + R_2} \times V_{DC}$$

$$V_B = \frac{R_4}{R_3 + R_4} \times V_{DC}$$

$$V_A - V_B = \left( \frac{R_2}{R_1 + R_2} - \frac{R_4}{R_3 + R_4} \right) \times V_{DC}$$



On a parmi ces 4 résistances au moins une résistance variable, la résistance varie suivant la température, la masse appliquée, la pression ...

On a donc un point de repos qui correspond à un pont équilibré soit  $V_A - V_B = 0$ , comme la tension  $V_{DC}$  est non nulle, cela correspond à

$$V_A - V_B = 0 \Leftrightarrow \frac{R_2}{R_1 + R_2} = \frac{R_4}{R_3 + R_4} \Leftrightarrow R_2 \times (R_3 + R_4) = R_4 \times (R_1 + R_2) \Leftrightarrow R_2 \times R_3 = R_1 \times R_4$$

## Cas particulier

### Montage simple

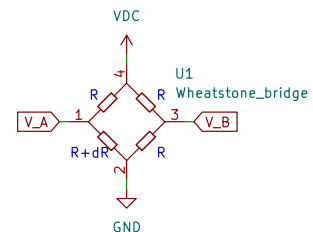
$$V_A = \frac{R + \Delta R}{R + \Delta R + R} \times V_{DC} = \frac{R + \Delta R}{2R + \Delta R} \times V_{DC} \quad V_B = \frac{R}{R + R} \times V_{DC} = \frac{1}{2} \times V_{DC}$$

$$V_A - V_B = \frac{R + \Delta R}{2R + \Delta R} \times V_{DC} - \frac{1}{2} \times V_{DC} = \frac{2 \times (R + \Delta R) - (2R + \Delta R)}{2 \times (2R + \Delta R)} \times V_{DC}$$

$$V_A - V_B = \frac{2R + 2\Delta R - 2R - \Delta R}{2 \times (2R + \Delta R)} \times V_{DC} = \frac{\Delta R}{2 \times (2R + \Delta R)} \times V_{DC}$$

Si  $\Delta R$  est petit devant  $R$  ( $\Delta R \ll R$ ) alors  $2R + \Delta R \approx 2R$  ;

$$V_{AB} = V_A - V_B = \frac{\Delta R}{2 \times (2R + \Delta R)} \times V_{DC} \approx \frac{\Delta R}{4 \times R} \times V_{DC}$$



Ce pont de Wheatstone sera nécessairement relié à un circuit spécialisé qui amplifiera ce signal  $V_{AB}$ .

## Circuit spécialisé HX711

Le pont de Wheatstone est représenté par Load cell

Le signal  $V_{AB}$  arrivera sur INA+, INA-

Suivant le type de capteur, on pourra choisir un gain de 32, 64 ou 128.

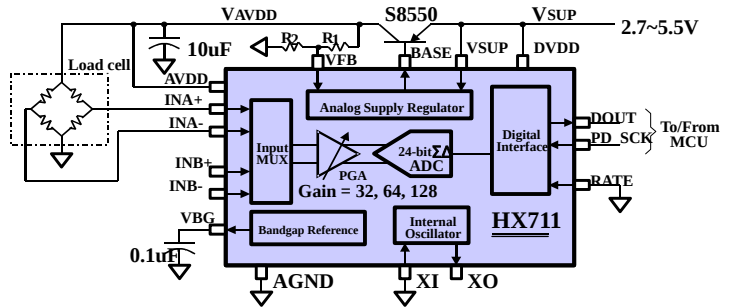


Fig. 1 Typical weigh scale application block diagram

La sortie se fait avec une liaison série synchrone spécialisée : signaux PD\_SCK et Dout

## Montage double pour des jauges de contrainte.

$$V_A = \frac{R + \Delta R}{R + \Delta R + R} \times V_{DC} = \frac{R + \Delta R}{2R + \Delta R} \times V_{DC}$$

$$V_B = \frac{R}{R + R + \Delta R} \times V_{DC} = \frac{R}{2R + \Delta R} \times V_{DC}$$

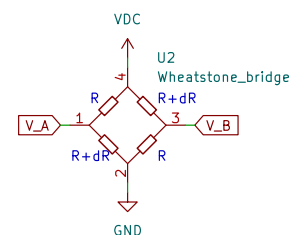
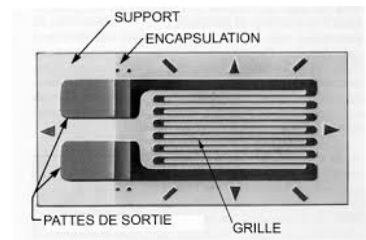
$$V_A - V_B = \frac{R + \Delta R}{2R + \Delta R} \times V_{DC} - \frac{R}{2R + \Delta R} \times V_{DC} = \frac{\Delta R}{2R + \Delta R} \times V_{DC}$$

Si  $\Delta R$  est petit devant  $R$  ( $\Delta R \ll R$ ) alors  $2R + \Delta R \approx 2R$  ;

$$V_{AB} = V_A - V_B = \frac{\Delta R}{2R + \Delta R} \times V_{DC} \approx \frac{\Delta R}{2 \times R} \times V_{DC}$$

Soit une tension double au montage précédent.

Attention il faut que le montage mécanique soit très bien fait pour que l'effort soit le même sur les 2 jauges de contraintes.



## Montage avec 4 jauges de contrainte

$R_1 = R - \Delta R$  compression la résistance diminue

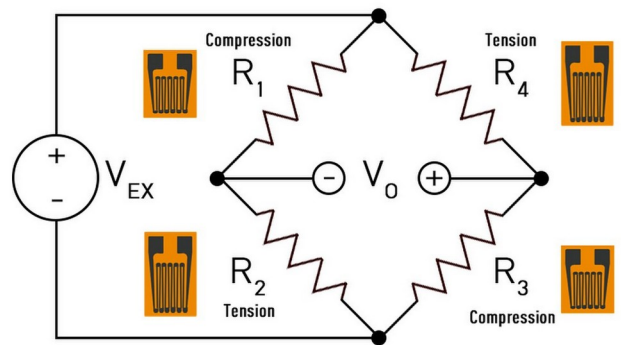
$R_2 = R + \Delta R$  extension la résistance augmente

$R_3 = R - \Delta R$  ;  $R_4 = R + \Delta R$

$$V_- = \frac{R_2}{R_1 + R_2} \times V_{EX} = \frac{R + \Delta R}{R + \Delta R + R - \Delta R} \times V_{EX} = \frac{R + \Delta R}{2 \times R} \times V_{EX}$$

$$V_+ = \frac{R_3}{R_3 + R_4} \times V_{EX} = \frac{R - \Delta R}{R - \Delta R + R + \Delta R} \times V_{EX} = \frac{R - \Delta R}{2 \times R} \times V_{EX}$$

$$V_0 = V_+ - V_- = \frac{R - \Delta R}{2 \times R} \times V_{EX} - \frac{R + \Delta R}{2 \times R} \times V_{EX} = \frac{R - \Delta R - R - \Delta R}{2 \times R} \times V_{EX} = \frac{-2 \times \Delta R}{2 \times R} \times V_{EX} = \frac{-\Delta R}{R} \times V_{EX}$$



**Attention** Il faut que les efforts soient identiques sur les 4 jauges !