Cours de Physique des Capteurs : Conditionneurs des capteurs passifs

A. Arciniegas
N. Wilkie-Chancellier
G. Sauderais

IUT Cergy-Pontoise, Dep GEII, site de Neuville

Plan du cours

1. Caractéristiques générales
2. Montage potentiométrique
3. Les ponts

Caractéristiques générales

Principaux types de conditionneurs (1/2)

Les *variations de l'impédance* Z_c *d'un capteur passif* (notées ΔZ_c) liées aux *variations d'un mesurande* m (notées Δm) ne peuvent être traduites sous la forme d'un signal électrique qu'en associant au capteur :

Principaux types de conditionneurs (1/2)

Les *variations de l'impédance* Z_c *d'un capteur passif* (notées ΔZ_c) liées aux *variations d'un mesurande* m (notées Δm) ne peuvent être traduites sous la forme d'un signal électrique qu'en associant au capteur :

- une source de tension v_g (ou de courant i_g)

Principaux types de conditionneurs (1/2)

Les *variations de l'impédance* Z_c *d'un capteur passif* (notées ΔZ_c) liées aux *variations d'un mesurande* m (notées Δm) ne peuvent être traduites sous la forme d'un signal électrique qu'en associant au capteur :

- une source de tension v_g (ou de courant i_g)
- et généralement d'autres impédances Z_k constituant alors le conditionneur du capteur.

Principaux types de conditionneurs (1/2)

Les *variations de l'impédance* Z_c *d'un capteur passif* (notées ΔZ_c) liées aux *variations d'un mesurande m* (notées Δm) ne peuvent être traduites sous la forme d'un signal électrique qu'en associant au capteur :

- une source de tension v_g (ou de courant i_g)
- et généralement d'autres impédances Z_k constituant alors le conditionneur du capteur.

On peut distinguer deux groupes **principaux** de **conditionneurs** selon qu'ils transfèrent l'information liée aux ΔZ_c, soit sur :

Principaux types de conditionneurs (1/2)

Les *variations de l'impédance* Z_c *d'un capteur passif* (notées ΔZ_c) liées aux *variations d'un mesurande m* (notées Δm) ne peuvent être traduites sous la forme d'un signal électrique qu'en associant au capteur :

- une source de tension v_g (ou de courant i_g)
- et généralement d'autres impédances Z_k constituant alors le conditionneur du capteur.

On peut distinguer deux groupes **principaux** de **conditionneurs** selon qu'ils transfèrent l'information liée aux ΔZ_c, soit sur :

- l'*amplitude* du signal de mesure, $v_m = v_g \cdot F(Z_k, Z_c)$; **montages potentiométriques et ponts**

Principaux types de conditionneurs (1/2)

Les *variations de l'impédance* Z_c *d'un capteur passif* (notées ΔZ_c) liées aux *variations d'un mesurande* m (notées Δm) ne peuvent être traduites sous la forme d'un signal électrique qu'en associant au capteur :

- une source de tension v_g (ou de courant i_g)
- et généralement d'autres impédances Z_k constituant alors le conditionneur du capteur.

On peut distinguer deux groupes **principaux** de **conditionneurs** selon qu'ils transfèrent l'information liée aux ΔZ_c, soit sur :

- l'*amplitude* du signal de mesure, $v_m = v_g \cdot F(Z_k, Z_c)$; **montages potentiométriques et ponts**
- la *fréquence* du signal de mesure, $f_m = G(Z_c, Z_k)$; **oscillateurs**

Principaux types de conditionneurs (1/2)

Les *variations de l'impédance* Z_c *d'un capteur passif* (notées ΔZ_c) liées aux *variations d'un mesurande m* (notées Δm) ne peuvent être traduites sous la forme d'un signal électrique qu'en associant au capteur :

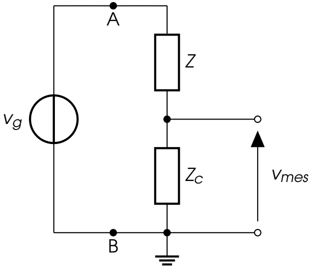
- une source de tension v_g (ou de courant i_g)
- et généralement d'autres impédances Z_k constituant alors le conditionneur du capteur.

On peut distinguer deux groupes **principaux** de **conditionneurs** selon qu'ils transfèrent l'information liée aux ΔZ_c, soit sur :

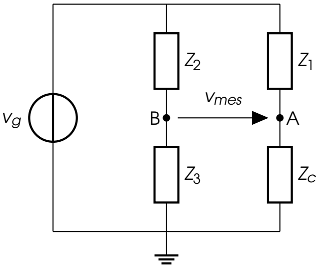
- l'*amplitude* du signal de mesure, $v_m = v_g \cdot F(Z_k, Z_c)$; **montages potentiométriques et ponts**
- la *fréquence* du signal de mesure, $f_m = G(Z_c, Z_k)$; **oscillateurs**

Dans ce module ne seront abordés que les **montages potentiométriques et les ponts**.

Principaux types de conditionneurs (2/2)



Montage Potentiométrique



Montage en pont

Qualités d'un ensemble capteur-conditionneur

Sensibilité

- Sensibilité du capteur : $S_C = \frac{\Delta Z_C}{\Delta m}$

Sensibilité

- Sensibilité du capteur : $S_c = \frac{\Delta Z_c}{\Delta m}$
- Sensibilité du conditionneur : $S_{cond} = \frac{\Delta v_m}{\Delta Z_c}$

Sensibilité

- Sensibilité du capteur : $S_c = \frac{\Delta Z_c}{\Delta m}$
- Sensibilité du conditionneur : $S_{cond} = \frac{\Delta v_m}{\Delta Z_c}$
- Sensibilité de la mesure : $S = S_c \cdot S_{cond} = \frac{\Delta Z_c}{\Delta m} \cdot \frac{\Delta v_m}{\Delta Z_c} = \frac{\Delta v_m}{\Delta m}$

Qualités d'un ensemble capteur-conditionneur

Sensibilité

- Sensibilité du capteur : $S_c = \frac{\Delta Z_c}{\Delta m}$
- Sensibilité du conditionneur : $S_{cond} = \frac{\Delta v_m}{\Delta Z_c}$
- Sensibilité de la mesure : $S = S_c \cdot S_{cond} = \frac{\Delta Z_c}{\Delta m} \cdot \frac{\Delta v_m}{\Delta Z_c} = \frac{\Delta v_m}{\Delta m}$

Remarques

- Le conditionneur est dit linéaire si S_{cond} est indépendante de Z_c (constante).

Qualités d'un ensemble capteur-conditionneur

Sensibilité

- Sensibilité du capteur : $S_c = \frac{\Delta Z_c}{\Delta m}$
- Sensibilité du conditionneur : $S_{cond} = \frac{\Delta v_m}{\Delta Z_c}$
- Sensibilité de la mesure : $S = S_c \cdot S_{cond} = \frac{\Delta Z_c}{\Delta m} \cdot \frac{\Delta v_m}{\Delta Z_c} = \frac{\Delta v_m}{\Delta m}$

Remarques

- Le conditionneur est dit linéaire si S_{cond} est indépendante de Z_c (constante).
- L'association d'un conditionneur linéaire et d'un capteur linéaire délivre un signal de mesure proportionnel aux variations du mesurande.

Qualités d'un ensemble capteur-conditionneur

Sensibilité

- Sensibilité du capteur : $S_c = \frac{\Delta Z_c}{\Delta m}$
- Sensibilité du conditionneur : $S_{cond} = \frac{\Delta v_m}{\Delta Z_c}$
- Sensibilité de la mesure : $S = S_c \cdot S_{cond} = \frac{\Delta Z_c}{\Delta m} \cdot \frac{\Delta v_m}{\Delta Z_c} = \frac{\Delta v_m}{\Delta m}$

Remarques

- Le conditionneur est dit linéaire si S_{cond} est indépendante de Z_c (constante).
- L'association d'un conditionneur linéaire et d'un capteur linéaire délivre un signal de mesure proportionnel aux variations du mesurande.
- Si le conditionneur n'est pas linéaire, il peut être linéarisé (montage « PUSH-PULL »).

Qualités d'un ensemble capteur-conditionneur

Sensibilité

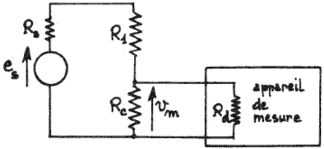
- Sensibilité du capteur : $S_c = \frac{\Delta Z_c}{\Delta m}$
- Sensibilité du conditionneur : $S_{cond} = \frac{\Delta v_m}{\Delta Z_c}$
- Sensibilité de la mesure : $S = S_c \cdot S_{cond} = \frac{\Delta Z_c}{\Delta m} \cdot \frac{\Delta v_m}{\Delta Z_c} = \frac{\Delta v_m}{\Delta m}$

Remarques

- Le conditionneur est dit linéaire si S_{cond} est indépendante de Z_c (constante).
- L'association d'un conditionneur linéaire et d'un capteur linéaire délivre un signal de mesure proportionnel aux variations du mesurande.
- Si le conditionneur n'est pas linéaire, il peut être linéarisé (montage « PUSH-PULL »).
- Lorsque le capteur lui-même n'est pas linéaire, il est quelquefois possible de compenser sa non-linéarité par une non-linéarité opposée du conditionneur, l'ensemble ayant un fonctionnement qui est quasi-linéaire, au moins dans une plage limitée du mesurande.

Montage potentiométrique

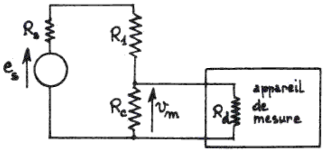
On étudie le montage suivant :



Solution

Montage potentiométrique (1/2)

On étudie le montage suivant :



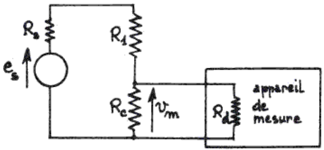
Solution

- On voit que R_c et R_d sont en parallèle. La résistance équivalente est donc :

$$R_{eq} = R_c // R_d = \frac{R_c R_d}{R_c + R_d}$$

Montage potentiométrique (1/2)

On étudie le montage suivant :



Solution

- On voit que R_c et R_d sont en parallèle. La résistance équivalente est donc :

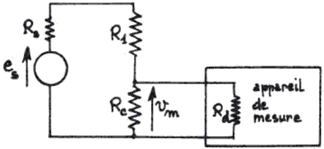
$$R_{eq} = R_c // R_d = \frac{R_c R_d}{R_c + R_d}$$

- Un pont diviseur de tension permet d'exprimer v_m par :

$$v_m = \frac{R_{eq}}{R_g + R_1 + R_{eq}} \cdot e_g$$

Montage potentiométrique (1/2)

On étudie le montage suivant :



Solution

- On voit que R_c et R_d sont en parallèle. La résistance équivalente est donc :

$$R_{eq} = R_c // R_d = \frac{R_c R_d}{R_c + R_d}$$

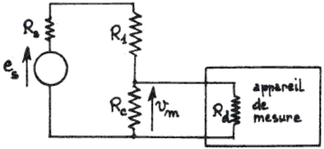
- Un pont diviseur de tension permet d'exprimer v_m par :

$$v_m = \frac{R_{eq}}{R_g + R_1 + R_{eq}} \cdot e_g$$

- Dans le cas d'un générateur et un appareil de mesures idéaux, on a $R_g \to 0$ et $R_d \to \infty$, et donc :

Montage potentiométrique (1/2)

On étudie le montage suivant :



Solution

- On voit que R_C et R_d sont en parallèle. La résistance équivalente est donc :

$$R_{eq} = R_C // R_d = \frac{R_C R_d}{R_C + R_d}$$

- Un pont diviseur de tension permet d'exprimer v_m par :

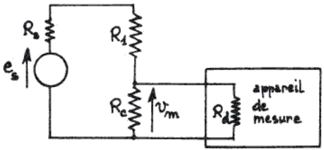
$$v_m = \frac{R_{eq}}{R_g + R_1 + R_{eq}} \cdot e_g$$

- Dans le cas d'un générateur et un appareil de mesures idéaux, on a $R_g \to 0$ et $R_d \to \infty$, et donc :

$$R_{eq} = \frac{R_C R_d}{R_C + R_d} \to R_C$$

Montage potentiométrique (1/2)

On étudie le montage suivant :



Solution

- On voit que R_c et R_d sont en parallèle. La résistance équivalente est donc :

$$R_{eq} = R_c // R_d = \frac{R_c R_d}{R_c + R_d}$$

- Un pont diviseur de tension permet d'exprimer v_m par :

$$v_m = \frac{R_{eq}}{R_g + R_1 + R_{eq}} \cdot e_g$$

- Dans le cas d'un générateur et un appareil de mesures idéaux, on a $R_g \to 0$ et $R_d \to \infty$, et donc :

$$R_{eq} = \frac{R_c R_d}{R_c + R_d} \to R_c$$

$$v_m = \frac{R_c}{R_1 + R_c} \cdot e_g$$

Montage potentiométrique (2/2)

La tension v_m n'est pas une fonction linéaire de R_c.

La tension v_m n'est pas une fonction linéaire de R_c.

- Si le capteur est linéaire et R_1 fixe, le conditionnement n'est pas linéaire.

Montage potentiométrique (2/2)

La tension v_m n'est pas une fonction linéaire de R_c.

- Si le capteur est linéaire et R_1 fixe, le conditionnement n'est pas linéaire.
- Si le capteur est linéaire et que R_1 est une résistance variable tel que $R_1 + R_c = cte$ alors le conditionnement est linéaire (montage « PUSH-PULL »).

Montage potentiométrique (2/2)

La tension v_m n'est pas une fonction linéaire de R_c.

- Si le capteur est linéaire et R_1 fixe, le conditionnement n'est pas linéaire.
- Si le capteur est linéaire et que R_1 est une résistance variable tel que $R_1 + R_c = cte$ alors le conditionnement est linéaire (montage « PUSH-PULL »).
- Si le capteur n'est pas linéaire on peut linéariser la mesure autour d'une valeur m_0 du mesurande.

Montage potentiométrique (2/2)

La tension v_m n'est pas une fonction linéaire de R_c.

- Si le capteur est linéaire et R_1 fixe, le conditionnement n'est pas linéaire.
- Si le capteur est linéaire et que R_1 est une résistance variable tel que $R_1 + R_c = cte$ alors le conditionnement est linéaire (montage « PUSH-PULL »).
- Si le capteur n'est pas linéaire on peut linéariser la mesure autour d'une valeur m_0 du mesurande.

Inconvénient

La difficulté majeure lors de l'utilisation du montage potentiométrique risque de venir de sa sensibilité aux dérives de la source et aux parasites.

Les ponts

Ponts de mesure

- L'utilisation d'un montage potentiométrique présente le défaut d'avoir en sortie la présence d'une tension continue, et ceci en l'absence de variations du mesurande ($v_m \neq 0$ quand $m = 0$).

Ponts de mesure

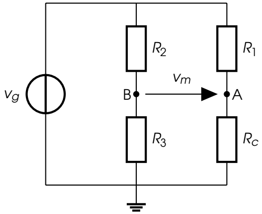
- L'utilisation d'un montage potentiométrique présente le défaut d'avoir en sortie la présence d'une tension continue, et ceci en l'absence de variations du mesurande ($v_m \neq 0$ quand $m = 0$).
- Le montage en pont permet de s'affranchir de cette tension continue.

Ponts de mesure

- L'utilisation d'un montage potentiométrique présente le défaut d'avoir en sortie la présence d'une tension continue, et ceci en l'absence de variations du mesurande ($v_m \neq 0$ quand $m = 0$).
- Le montage en pont permet de s'affranchir de cette tension continue.
- L'idée est de faire une mesure de tension basée sur une différence de deux tensions (mesure différentielle).

$$v_m = V_A - V_B$$

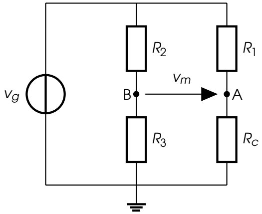
Pont de Wheatstone (1/2)



Montage en 1/4 de pont

Principe

On s'intéresse ici au montage en 1/4 de pont avec :



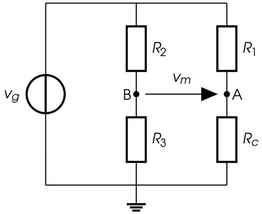
Montage en 1/4 de pont

Principe

On s'intéresse ici au montage en 1/4 de pont avec :

- 1 capteur résistif $R_c = R_{c0} + \Delta R$

Pont de Wheatstone (1/2)

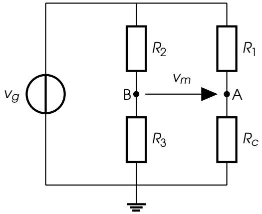


Montage en 1/4 de pont

Principe

On s'intéresse ici au montage en 1/4 de pont avec :

- 1 capteur résistif $R_c = R_{c0} + \Delta R$
- 3 résistances R_1, R_2 et R_3



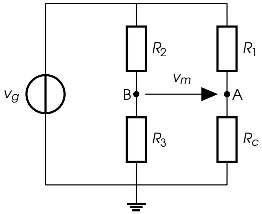
Montage en 1/4 de pont

Principe

On s'intéresse ici au montage en 1/4 de pont avec :

- 1 capteur résistif $R_c = R_{c0} + \Delta R$
- 3 résistances R_1, R_2 et R_3
- 1 générateur de tension

Pont de Wheatstone (1/2)



Montage en 1/4 de pont

Principe

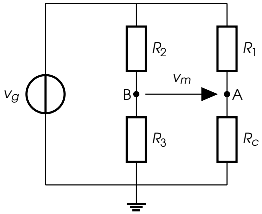
On s'intéresse ici au montage en 1/4 de pont avec :

- 1 capteur résistif $R_c = R_{c0} + \Delta R$
- 3 résistances R_1, R_2 et R_3
- 1 générateur de tension

La tension de mesure ou tension d'équilibre est :

$$v_m = V_A - V_B$$

Pont de Wheatstone (1/2)

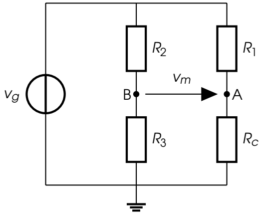


Montage en 1/4 de pont

Tension d'équilibre (1/2)

En appliquant 2 ponts diviseurs de tensions, on peut exprimer les potentiels V_A et V_B :

Pont de Wheatstone (1/2)



Montage en 1/4 de pont

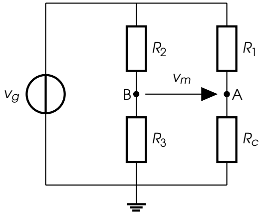
Tension d'équilibre (1/2)

En appliquant 2 ponts diviseurs de tensions, on peut exprimer les potentiels V_A et V_B :

$$V_A = \frac{R_c}{R_c + R_1} \cdot v_g$$

$$V_B = \frac{R_3}{R_2 + R_3} \cdot v_g$$

et on obtient alors une tension de mesure :



Montage en 1/4 de pont

Tension d'équilibre (1/2)

En appliquant 2 ponts diviseurs de tensions, on peut exprimer les potentiels V_A et V_B :

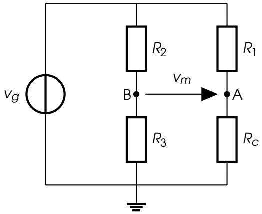
$$V_A = \frac{R_c}{R_c + R_1} \cdot v_g$$

$$V_B = \frac{R_3}{R_2 + R_3} \cdot v_g$$

et on obtient alors une tension de mesure :

$$v_m = V_A - V_B = \frac{R_c R_2 - R_1 R_3}{(R_c + R_1)(R_2 + R_3)} \cdot v_g$$

Pont de Wheatstone (1/2)



Montage en 1/4 de pont

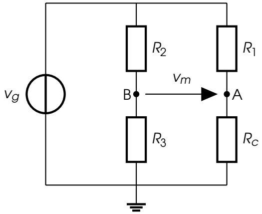
Tension d'équilibre (2/2)

Rappel :

$$v_m = V_A - V_B = \frac{R_c R_2 - R_1 R_3}{(R_c + R_1)(R_2 + R_3)} \cdot v_g$$

avec $R_c = R_{c0} + \Delta R$

Pont de Wheatstone (1/2)



Montage en 1/4 de pont

Tension d'équilibre (2/2)

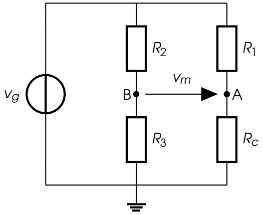
Rappel :

$$v_m = V_A - V_B = \frac{R_c R_2 - R_1 R_3}{(R_c + R_1)(R_2 + R_3)} \cdot v_g$$

avec $R_c = R_{c0} + \Delta R$

Pour assurer $v_m = 0$ lorsque $m = 0$ (cas stable où $\Delta R = 0$ et donc $R_c = R_{c0}$), on trouve la condition d'équilibre d'un pont de Wheatstone :

Pont de Wheatstone (1/2)



Montage en 1/4 de pont

Tension d'équilibre (2/2)

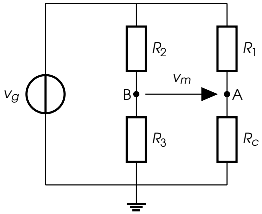
Rappel :

$$v_m = V_A - V_B = \frac{R_c R_2 - R_1 R_3}{(R_c + R_1)(R_2 + R_3)} \cdot v_g$$

avec $R_c = R_{c0} + \Delta R$

Pour assurer $v_m = 0$ lorsque $m = 0$ (cas stable où $\Delta R = 0$ et donc $R_c = R_{c0}$), on trouve la condition d'équilibre d'un pont de Wheatstone :

$$R_{c0} R_2 = R_1 R_3$$



Montage en 1/4 de pont

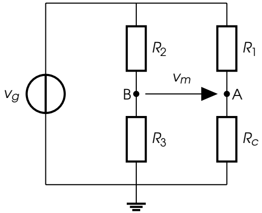
Tension de déséquilibre

Rappel :

$$v_m = V_A - V_B = \frac{R_c R_2 - R_1 R_3}{(R_c + R_1)(R_2 + R_3)} \cdot v_g$$

avec $R_c = R_{c0} + \Delta R$

Pont de Wheatstone (1/2)



Montage en 1/4 de pont

Tension de déséquilibre

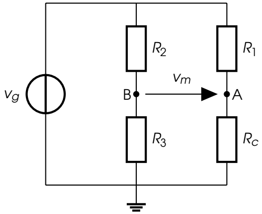
Rappel :

$$v_m = V_A - V_B = \frac{R_c R_2 - R_1 R_3}{(R_c + R_1)(R_2 + R_3)} \cdot v_g$$

avec $R_c = R_{c0} + \Delta R$

Prenons maintenant le cas où $R_{c0} = R_1 = R_2 = R_3 = R$ **:** cela correspond à une sensibilité maximum pour le cas de la branche potentiométrique, et l'on suppose que le mesurande évolue autour d'une valeur R_{c0} : $R_c - R_{c0} = \Delta R$, avec $R_{c0} = R$.

Pont de Wheatstone (1/2)



Montage en 1/4 de pont

Tension de déséquilibre

Rappel :

$$v_m = V_A - V_B = \frac{R_c R_2 - R_1 R_3}{(R_c + R_1)(R_2 + R_3)} \cdot v_g$$

avec $R_c = R_{c0} + \Delta R$

Avec $R_{c0} = R_1 = R_2 = R_3 = R$ on obtient alors :

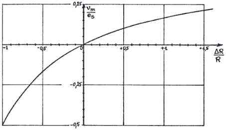
$$v_A = \frac{1+\frac{\Delta R}{R}}{1+\frac{\Delta R}{2R}} \cdot \frac{v_g}{2} \text{ et } v_B = \frac{v_g}{2}$$

$$v_m = \frac{\frac{\Delta R}{R}}{1 + \frac{\Delta R}{2R}} \cdot \frac{v_g}{4}$$

Pont de Wheatstone (2/2)

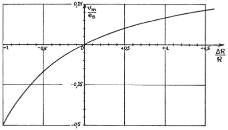
La tension v_m n'est pas une fonction linéaire de $\frac{\Delta R}{R}$.

$$v_m = \frac{\frac{\Delta R}{R}}{1 + \frac{\Delta R}{2R}} \cdot \frac{v_g}{4}$$



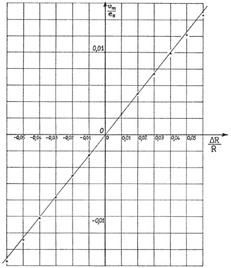
La tension v_m n'est pas une fonction linéaire de $\frac{\Delta R}{R}$.

$$v_m = \frac{\frac{\Delta R}{R}}{1 + \frac{\Delta R}{2R}} \cdot \frac{v_g}{4}$$



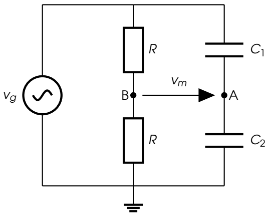
Cependant, pour de très faibles variations de R_c, en faisant une étude autour du voisinage de zéro (avec $\frac{\Delta R}{R} \ll 1$), **on peut linéariser la relation entre v_m et ΔR :**

$$v_m = \frac{\Delta R}{R} \cdot \frac{v_g}{4}$$



Pont de Sauty

Dans le cas très fréquent où le capteur est un condensateur dont le diélectrique est l'air, les pertes sont négligeables et l'impédance se réduit à celle de la capacité.



Pont de Sauty

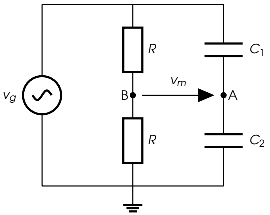
Tension de déséquilibre (1/2)

D'après le schéma, $v_A = \frac{Z_{c2}}{Z_{c1}+Z_{c2}} \cdot v_g$ et $v_B = \frac{v_g}{2}$, alors :

$$v_m = v_A - v_B$$

Pont de Sauty

Dans le cas très fréquent où le capteur est un condensateur dont le diélectrique est l'air, les pertes sont négligeables et l'impédance se réduit à celle de la capacité.



Pont de Sauty

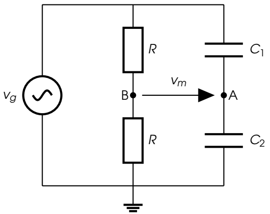
Tension de déséquilibre (1/2)

D'après le schéma, $v_A = \frac{Z_{c2}}{Z_{c1}+Z_{c2}} \cdot v_g$ et $v_B = \frac{v_g}{2}$, alors :

$$v_m = v_A - v_B$$

$$v_m = \frac{Z_{c2} - Z_{c1}}{Z_{c1} + Z_{c2}} \cdot \frac{v_g}{2}$$

Dans le cas très fréquent où le capteur est un condensateur dont le diélectrique est l'air, les pertes sont négligeables et l'impédance se réduit à celle de la capacité.



Pont de Sauty

Tension de déséquilibre (1/2)

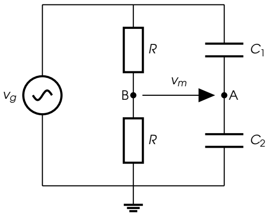
D'après le schéma, $v_A = \frac{Z_{c2}}{Z_{c1}+Z_{c2}} \cdot v_g$ et $v_B = \frac{v_g}{2}$, alors :

$$v_m = v_A - v_B$$

$$v_m = \frac{\frac{1}{j\omega C_2} - \frac{1}{j\omega C_1}}{\frac{1}{j\omega C_1} + \frac{1}{j\omega C_2}} \cdot \frac{v_g}{2}$$

Pont de Sauty

Dans le cas très fréquent où le capteur est un condensateur dont le diélectrique est l'air, les pertes sont négligeables et l'impédance se réduit à celle de la capacité.



Pont de Sauty

Tension de déséquilibre (1/2)

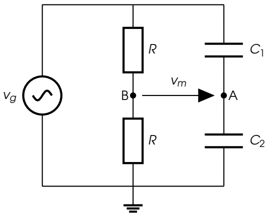
D'après le schéma, $v_A = \frac{Z_{c2}}{Z_{c1}+Z_{c2}} \cdot v_g$ et $v_B = \frac{v_g}{2}$, alors :

$$v_m = v_A - v_B$$

$$v_m = \frac{\frac{1}{C_2} - \frac{1}{C_1}}{\frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2}} \cdot \frac{v_g}{2}$$

Pont de Sauty

Dans le cas très fréquent où le capteur est un condensateur dont le diélectrique est l'air, les pertes sont négligeables et l'impédance se réduit à celle de la capacité.



Pont de Sauty

Tension de déséquilibre (1/2)

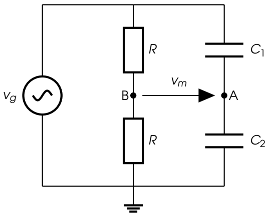
D'après le schéma, $v_A = \frac{Z_{c2}}{Z_{c1}+Z_{c2}} \cdot v_g$ et $v_B = \frac{v_g}{2}$, alors :

$$v_m = v_A - v_B$$

$$v_m = \frac{C_1 - C_2}{C_1 + C_2} \cdot \frac{v_g}{2}$$

Pont de Sauty

Dans le cas très fréquent où le capteur est un condensateur dont le diélectrique est l'air, les pertes sont négligeables et l'impédance se réduit à celle de la capacité.



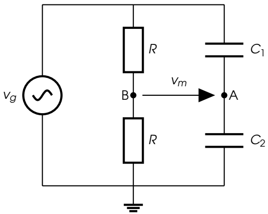
Pont de Sauty

Tension de déséquilibre (2/2)

Si $C_2 = C_0 + \Delta C$ et $C_1 = C_0$,

Pont de Sauty

Dans le cas très fréquent où le capteur est un condensateur dont le diélectrique est l'air, les pertes sont négligeables et l'impédance se réduit à celle de la capacité.



Pont de Sauty

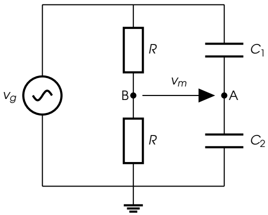
Tension de déséquilibre (2/2)

Si $C_2 = C_0 + \Delta C$ et $C_1 = C_0$,

$$v_m = \frac{-\Delta C}{2C_0 + \Delta C} \cdot \frac{v_g}{2}$$

Pont de Sauty

Dans le cas très fréquent où le capteur est un condensateur dont le diélectrique est l'air, les pertes sont négligeables et l'impédance se réduit à celle de la capacité.



Pont de Sauty

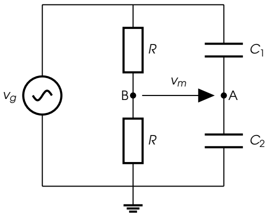
Tension de déséquilibre (2/2)

Si $C_2 = C_0 + \Delta C$ et $C_1 = C_0$,

$$v_m = -\frac{\Delta C}{C_0\left(1 + \frac{\Delta C}{2C_0}\right)} \cdot \frac{v_g}{4}$$

Pont de Sauty

Dans le cas très fréquent où le capteur est un condensateur dont le diélectrique est l'air, les pertes sont négligeables et l'impédance se réduit à celle de la capacité.



Pont de Sauty

Tension de déséquilibre (2/2)

Si $C_2 = C_0 + \Delta C$ et $C_1 = C_0$,

$$v_m = -\frac{\Delta C}{C_0\left(1 + \frac{\Delta C}{2C_0}\right)} \cdot \frac{v_g}{4}$$

dont l'approximation linéaire est :

$$v_m = -\frac{\Delta C}{C_0} \cdot \frac{v_g}{4}$$