iutenligne

Le catalogue de ressources de l'enseignement technologique universitaire.

Ponts de mesures

Hugues Ott
Maître de Conférences à l'IUT Robert Schuman
Université de Strasbourg Département Chimie

INTERET

- Circuit électrique destiné à la mesure des
  - → résistances en régime continu
  - → impédances en régime alternatif

- La mesure se fait par une méthode de zéro

CONSTITUTION

Circuit électrique constitué

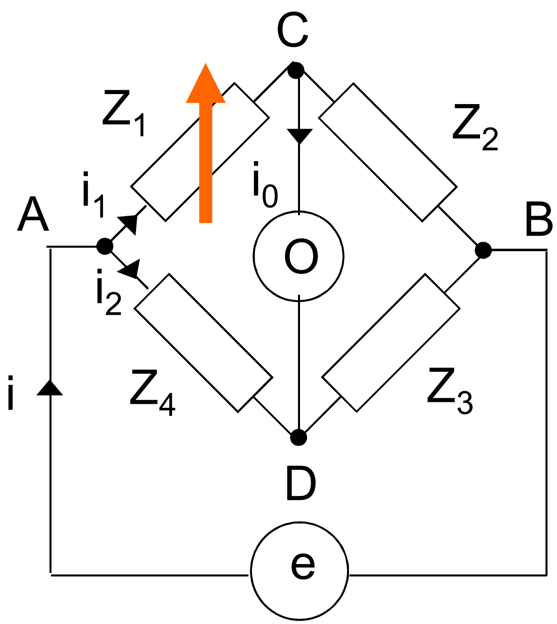
→ de quatre branches

- 2 conducteurs ohmiques
- 1 impédance variable
- 1 dipôle inconnu

→ d'un détecteur de zéro

- galvanomètre
- oscilloscope

PRINCIPE



On règle Z_1 pour obtenir $i_0 = 0$

On dit alors que le pont est équilibré

$$\mathbf{V_C = V_D \qquad \Rightarrow U_{CD} = 0}$$

$$U_{AC} = U_{AD} \quad \text{Þ} \qquad Z_1.i_1 = Z_4.i_2$$

$$U_{CB} = U_{DB} \quad \text{Þ} \qquad Z_2.i_1 = Z_3.i_2$$

En faisant le rapport membre à membre, on obtient

$$\mathbf{\frac{Z_1}{Z_2} = \frac{Z_4}{Z_3} \qquad \Rightarrow \qquad \boxed{Z_1 Z_3 = Z_2 Z_4}}$$

APPLICATIONS

Deux branches sont généralement des résistances pures

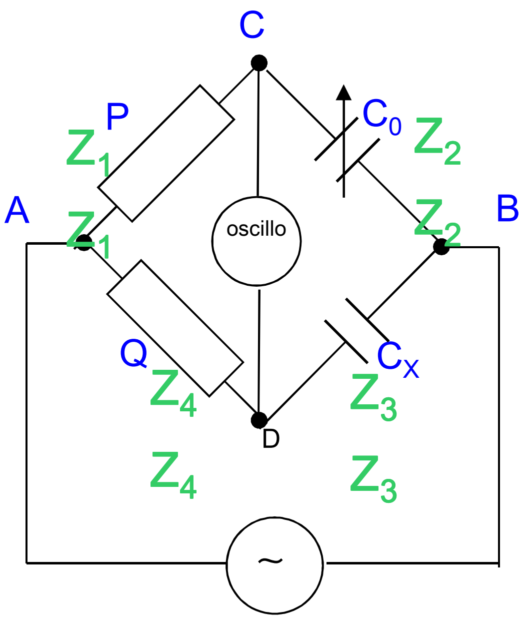
On les notera P et Q

- Mesures de résistances → Pont de Wheatstone
- Mesures de capacités → Pont de Sauty, Pont de Wien
- Mesures d'inductances → Pont de Hay, Pont de Maxwell

PONT DE SAUTY

(mesure de capacité pure)

On équilibre le pont en agissant sur la capacité étalon C_0



$$\boxed{Z_1 Z_3 = Z_2 Z_4}$$

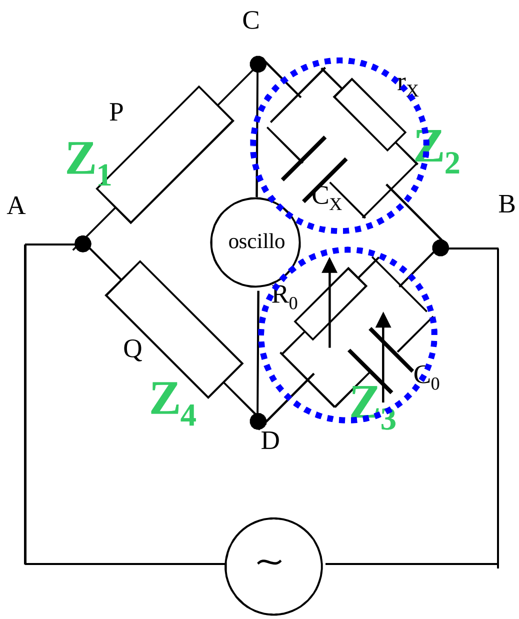
$$P.Z_{C_X} = Q.Z_{C_0} \Rightarrow$$

$$P.\left(\frac{1}{\cancel{j}.C_X.\cancel{\omega}}\right) = Q.\left(\frac{1}{\cancel{j}.C_0.\cancel{\omega}}\right)$$

$$\frac{P}{C_X} = \frac{Q}{C_0} \Rightarrow \boxed{C_X = \frac{P}{Q} C_0}$$

PONT DE WIEN

(mesures des capacités à pertes)



$$\boxed{Z_1\, Z_3 = Z_2\, Z_4}$$

$$\frac{1}{Z} = \frac{1}{Z_1} + \frac{1}{Z_2}$$

$$P.Z_0 = Q.Z_X \Rightarrow P.\frac{1}{Z_X} = Q.\frac{1}{Z_0}$$

$$P.\left(\frac{1}{r_X} + jC_X\omega\right) = Q.\left(\frac{1}{R_0} + jC_0\omega\right)$$

Deux nombres complexes sont égaux si

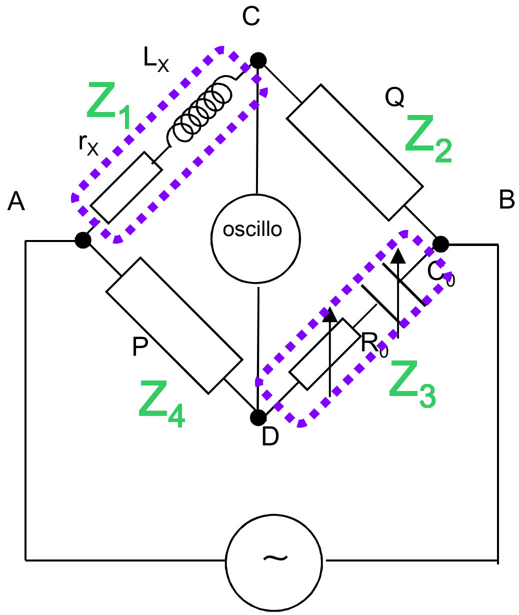
- si les parties réelles sont égales
- si les parties imaginaires sont égales

$$\frac{P}{r_X} = \frac{Q}{R_0} \Rightarrow \boxed{r_X = \frac{P}{Q} R_0}$$

$$P.C_X.\omega = Q.C_0.\omega \Rightarrow \boxed{C_X = \frac{Q}{P} C_0}$$

PONT DE HAY

Pour des inductances dont le facteur de qualité $\dfrac{L\omega}{r}$ est élevé



$$\mathbf{P.Q = Z_X.Z_O}$$

$$\boxed{\mathbf{P.Q}} = \left(\mathbf{r_X + jL_X\omega}\right).\left(\mathbf{R_0 - \frac{j}{C_0\omega}}\right)$$

Deux nombres complexes sont égaux si

- si les parties réelles sont égales
- si les parties imaginaires sont égales

$$\left\{\begin{array}{l} \mathbf{P.Q = r_X R_0 + \dfrac{L_X.\cancel{\omega}}{C_0.\cancel{\omega}}} \\ \mathbf{0 = -r_X.\dfrac{1}{C_0\omega} + L_X.\omega.R_O} \end{array}\right.$$

$$\boxed{L_X = (P.Q - r_X R_0)C_O}$$

$$\Rightarrow \boxed{\mathbf{r_X = R_0 L_X C_0 \omega^2}}$$

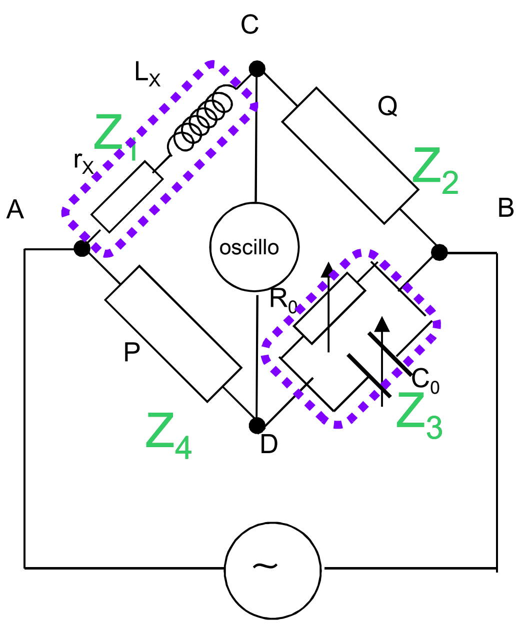
$$\boxed{\mathbf{Z_1 Z_3 = Z_2 Z_4}}$$

$$\boxed{\mathbf{r_X = \frac{P.Q.R_0.C_0^2\omega^2}{1 + R_0^2.C_0^2\omega^2}}}$$

$$\boxed{L_X = \frac{P.Q.C_0}{1 + R_0^2.C_0^2.\omega^2}}$$

PONT DE MAXWELL

Pour des inductances dont le facteur de qualité $\frac{L\omega}{r}$ n 'est pas trop élevé



$$P.Q = Z_0 Z_X \Rightarrow P.Q.\frac{1}{Z_0} = Z_X$$

$$P.Q.\left(\frac{1}{R_0} + jC_0\omega\right) = r_X + j.L_X.\omega$$

Deux nombres complexes sont égaux si

- si les parties réelles sont égales
- si les parties imaginaires sont égales

$$\frac{P.Q}{R_0} = r_X$$

$$P.Q.C_0.\cancel{\omega} = L_X.\cancel{\omega}$$

$$Z_1 Z_3 = Z_2 Z_4 \qquad \frac{1}{Z} = \frac{1}{Z_1} + \frac{1}{Z_2}$$

L_x et r_x ne dépendent pas de la fréquence ;
au contraire de ce qui se passe pour le pont de Hay