

TP N=°2B Mesure de capacité d'un condensateur Pont de Sauty

1- Principe de la méthode

Parmi les méthodes de mesure des capacités on a le pont de Sauty. Il comprend essentiellement une tête de pont constituée par deux résistances R_1 et R_v et deux capacités pures C et C_x . R_1 , R_v , C_v et C_x sont disposées en série suivant le parallélogramme ABCD.

Dans l'une des diagonales du pont, AC par exemple, se trouve une source de courant sinusoïdal de fréquence f . Dans l'autre diagonale se place un détecteur de zéro, dans le cas présent un ampèremètre sensible aux courants de fréquence f et susceptible de déceler l'extinction du courant dans la diagonale correspondante. Lorsqu'il y a extinction du courant, on dit que le pont est équilibré. Un détecteur de tension sensible comme l'oscilloscope numérique peut aussi être utilisé.

A l'équilibre, il ne passe donc aucun courant dans la branche BD, on a : $u_{BD} = 0$

Démonstration théorique :

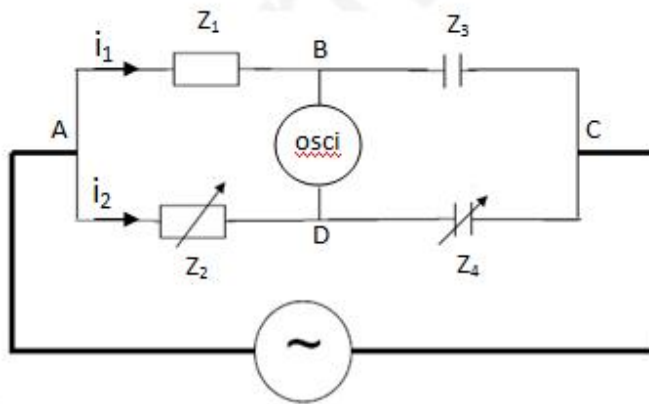


Fig.1- Schéma du pont d'un pont d'impédance

Soient i_1 et i_2 les valeurs instantanées des intensités dans les branches ABC et ADC.

Utilisons la notation complexe

$$\bar{u}_{AB} = \bar{Z}_1 \bar{i}_1 \quad , \quad \bar{u}_{AD} = \bar{Z}_2 \bar{i}_2$$

$$\bar{u}_{BC} = \bar{Z}_3 \bar{i}_1 \quad , \quad \bar{u}_{DC} = \bar{Z}_4 \bar{i}_2$$

$$\bar{u}_{AB} = \bar{u}_{AD} \quad \text{et} \quad \bar{u}_{BC} = \bar{u}_{DC} \quad \Rightarrow \quad \frac{\bar{u}_{AB}}{\bar{u}_{BC}} = \frac{\bar{u}_{AD}}{\bar{u}_{DC}} \quad \Rightarrow \quad \frac{\bar{Z}_1}{\bar{Z}_3} = \frac{\bar{Z}_2}{\bar{Z}_4}$$

$$\bar{Z}_1 \bar{Z}_4 = \bar{Z}_2 \bar{Z}_3$$

Si on écrit les impédances complexes pour le pont de sauty (Fig.2) :

$$\bar{Z}_1 = R_1, \quad \bar{Z}_2 = R_v, \quad \bar{Z}_3 = \frac{1}{jC_x \omega}, \quad \bar{Z}_4 = \frac{1}{jC_v \omega}$$

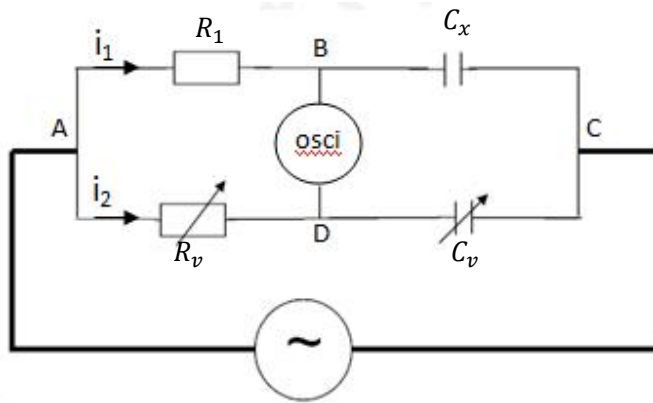


Fig.2- Schéma du pont de sauty pour la mesure d'une capacité

La relation d'équilibre devient :

$$\frac{R_1}{C_v} = \frac{R_v}{C_x}$$

Le principe est de fixer le rapport $\frac{R_1}{C_v}$ et de faire varier R_v jusqu'à l'obtention de l'équilibre ($u_{BD}=0$) et en déduire C_x .

2- Manipulation

Mode opératoire

- Le pont de Sauty peut être réalisé de deux façons différentes en utilisant :
- un montage "capacité variable",
- un montage "résistance variable".

La capacité inconnue est C_x . Dans le montage utilisé, qui est un montage à la fois à "capacité variable" et à "résistance variable", on place en série avec C_v une résistance variable R_v .

- Le générateur de fréquence sinusoïdale est régler sur environ 10 V et une fréquence de 5 KHz.

- On fixe $R_1=100 \Omega$ pour toute la manipulation. On fixe aussi C_V à une valeur de 10 nF et on fait varier la résistance R_V de manière à obtenir une tension minimale sur l'oscilloscope (équilibre du pont). Relever R_V . Faire varier la capacité C_V puis équilibrer le pont de nouveau à l'aide de R_V .
- Détailler les calculs des incertitudes ΔR_V et $\Delta(R_1 / C_V)$ et remplir le tableau suivant.

Tableau de mesure 3: mesure de C_x par la méthode du pont de sauty

C_V (nF)	10	20	40	50	60	70
$\frac{\Delta C_V}{C_V}$ (%)						
R_1 (Ω)						
$\frac{\Delta R_1}{R_1}$ (%)						
$K = \frac{R_1}{C_V}$						
ΔK						
R_V (Ω)						
ΔR_V (Ω)						

(*) Détailler le calcul d'incertitudes.

- Relever sur un graphe ,en utilisant du papier millimétré, les points expérimentaux de la fonction $R_V = f(K)$. quelle est l'allure de ce graphe ?
Tracer, sur microrordinateur, la courbe de tendance des points expérimentaux en utilisant Excel graphique.
Relever l'équation de cette courbe ainsi que la pente a. Que représente a ?

$$y = ax + b$$

Tracer cette courbe de tendance sur le papier millimétré.

- A partir de l'abscisse K ,en utilisant l'équation de la courbe de tendance, Déterminer par calcul les coordonnées du point transposé A' du premier point expérimental A (coté origine) et B' celui du dernier point B (coté infini) sur la courbe de tendance (fig.3).

$$A(\dots, \dots) \Rightarrow A'(\dots, \dots)$$

$$B(\dots, \dots) \Rightarrow B'(\dots, \dots)$$

- Trouver les coordonnées des points extrêmes A_1 et B_1 de la droite de plus grande pente.

$$A' (\dots, \dots) \Rightarrow A_1(\dots, \dots)$$

$$B' (\dots, \dots) \Rightarrow B_1(\dots, \dots)$$

Calculer la valeur de la pente a_{max} . $a_{max} = \dots$

- Trouver les coordonnées des points extrêmes A_2 et B_2 de la droite de plus petite pente.

$$A' (\dots, \dots) \Rightarrow A_2(\dots, \dots)$$

$$B' (\dots, \dots) \Rightarrow B_2(\dots, \dots)$$

Calculer la valeur de la pente a_{min} . $a_{min} = \dots$

- En déduire la valeur approchée de la pente $a_{moy} = \frac{a_{max} + a_{min}}{2}$

Ainsi que l'incertitude sur la mesure de la pente $\Delta a = \frac{a_{max} - a_{min}}{2}$

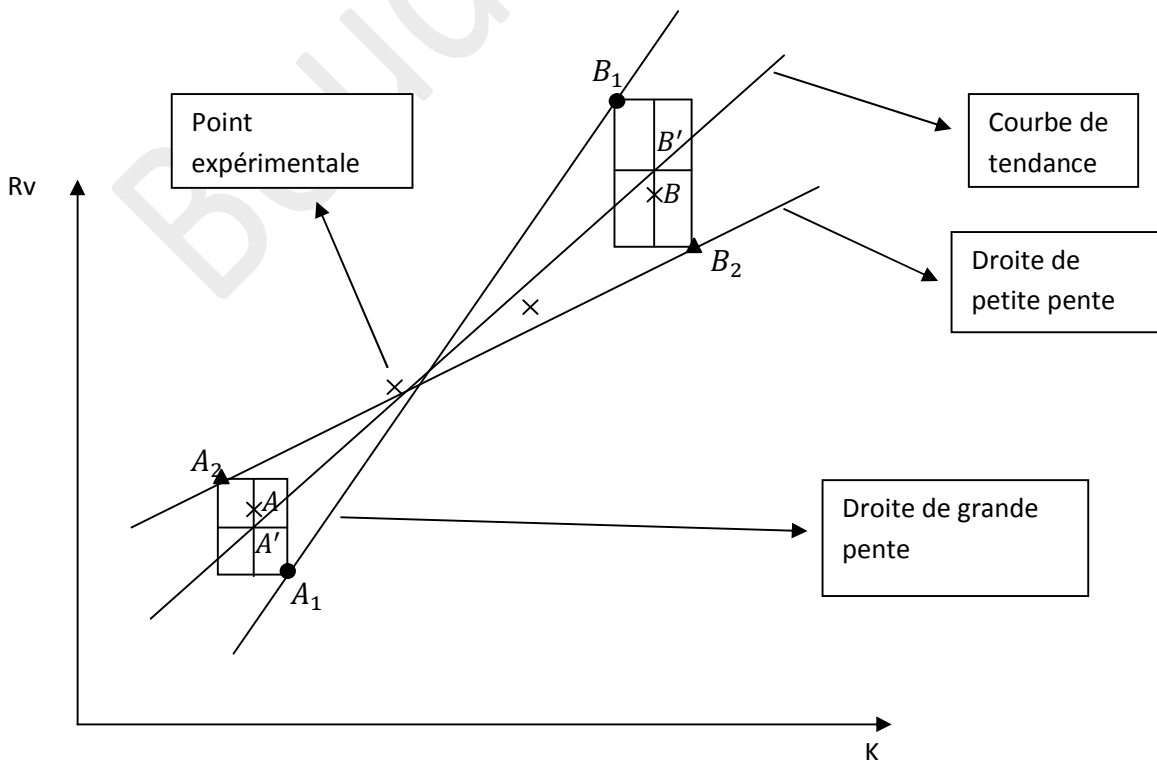
Ecrire le résultat sous la forme :

$$C_x = \dots \pm \dots \text{ (unité)}$$

$$\frac{\Delta C_x}{C_x} = \dots$$

Le Condensateur C_x est l'association de deux condensateurs C_{x1} et C_{x2} de même capacités. Qu'elle est le type de branchement ? en déduire leurs valeurs avec les incertitudes.

$$C_{x1} = C_{x2} = \dots \pm \dots \text{ (unité)}$$



3- Conclusions

- Discuter et commenter les résultats obtenus.

4- Questions sur le TP à la fin de la séance (écrite ou orale et réponse individuelle) ?

- Une question sur le montage.
- Une question sur la mesure et les formules.
- une question sur les incertitudes.

Boudemagh F.