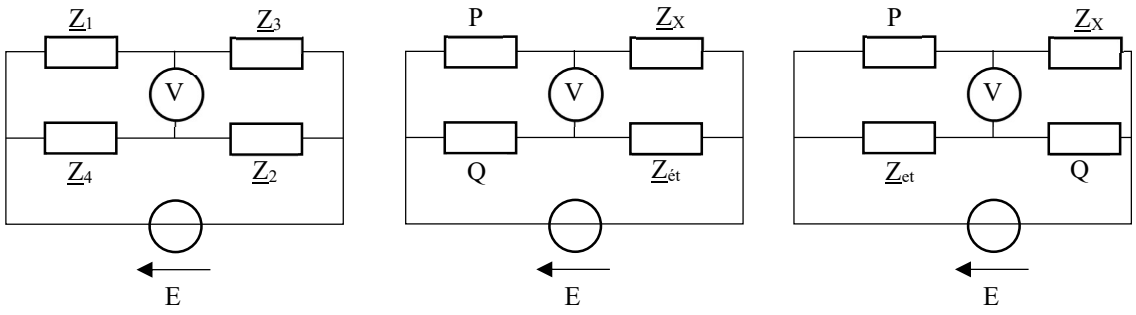
Mesures d'impédances

I- Préparation

Les composants réactifs, bobines et condensateurs, ne sont jamais parfaits. Leur valeur dépend de la fréquence et les pertes ne sont jamais nulles dans un composant réel. On modélisera un condensateur (respectivement une bobine) par un schéma équivalent R-C (respectivement R-L). On effectuera toutes les mesures à la fréquence de 1 kHz.
Au cours de cette manipulation, on utilisera des résistances et des condensateurs étalonnés. On appelle pont P/Q et pont P.Q les dispositifs de la figure 1. Le montage P/Q permet de caractériser un composant de même nature que celui utilisé comme étalon (ici il s'agira d'un condensateur). Le montage P.Q permet de caractériser un composant dual de l'étalon (ici, une bobine)



Pont de Wheatstone — Pont P/Q — Pont P.Q

Figure 1

a- Montrer que le pont est équilibré (tension mesurée au voltmètre nulle), en régime sinusoïdal forcé, si les impédances vérifient la relation $\underline{Z_1}.\underline{Z_2} = \underline{Z_3}.\underline{Z_4}$

b- En déduire pour chaque montage l'expression donnant $\underline{Z_X}$ en fonction de P, Q et $\underline{Z_{et}}$

c- On considère deux bobines, d'inductances propres respectives L_1 et L_2 et d'inductance mutuelle M. Montrer que l'inductance équivalente à l'association en série de ces deux bobines est données par l'expression $L_{eq} = L_1 + L_2 \pm 2|M|$.

II- Mesure de capacité au pont de Sauty

Le condensateur à étudier est considéré comme l'association en série d'une capacité C_X et d'une résistance r_X. On utilise donc un pont P/Q dans lequel $\underline{Z_{et}}$ contient les composant R_{et} et C_{et} en série.

Concrètement, P et Q sont des boîtes de résistances AOIP X1000, R_{et} est un ensemble de deux boîtes AOIP X10 et X1 et une boîte de capacités.

a- On cherche à déterminer les caractéristiques d'un condensateur portant l'indication 100 nF. Pour choisir les valeurs de P et Q, il faut savoir que la sensibilité est maximale lorsque les 4 branches ont la même impédance. Montrer que $P = Q = 1000\,\Omega$ est un choix raisonnable.
Assembler le dispositif et procéder comme suit :
- R_{et} étant nulle, ajuster C_{et} jusqu'à obtenir une tension minimale aux bornes du voltmètre.
- Chercher alors R_{et} qui donne un minimum plus faible ; puis retoucher C_{et} et ainsi de suite (la méthode converge rapidement)

- En déduire r_X et C_X. On montrera que $r_X = R_{ét}.\frac{P}{Q}$ et $C_X = C_{ét}.\frac{Q}{P}$

b- Noter les variations $R_{ét}$ et $C_{ét}$ qui ne permettent pas d'observer une variation sensible de la tension au voisinage du réglage optimal et évaluer la précision de la mesure.

III- Mesure d'inductance au pont de Maxwell

Les bobines à considérer sont considérées comme associations en série d'un inductance L_X et d'une résistance r_X. On utilise donc un pont P.Q dans lequel $\underline{Z_{ét}}$ contient les composants $R_{ét}$ et $C_{ét}$ en parallèle.

a- On cherche à déterminer les caractéristiques de chacune des deux bobines disponibles ($L = 40\,mH$ environ pour chacune). On choisira $P = Q = 500\,\Omega$ (à justifier). La procédure de réglage de $R_{ét}$ et $C_{ét}$ s'inspire des principes utilisés au II-, à ceci près qu'il convient de commencer avec $R_{ét}$ **maximale** (car placée en parallèle). Le choix de $R_{ét}$ doit être reconsidéré par rapport au cas précédent.
Déterminer expérimentalement les caractéristiques des deux bobines disponibles.

b- Câbler l'association en série des deux bobines. Les placer au contact l'une de l'autre de façon à ce que leurs axes soient confondus. Justifier que cette disposition correspond à la valeur accessible de $|M|$ la plus élevée. Réaliser, par la méthode du pont de Maxwell, une mesure des caractéristiques du dipôle ainsi constitué. En déduire la valeur de $|M|$ ainsi que celle du coefficient de couplage inductif entre les deux bobines, noté $k = \frac{|M|}{\sqrt{L_1 L_2}}$

c- En itérant toujours le même processus de mesure, étudier l'évolution de k en fonction de la distance entre bobines, d'axes toujours confondus.