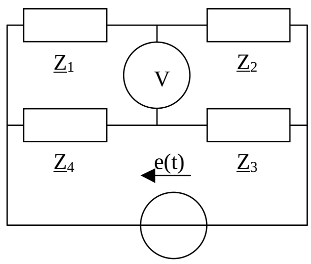
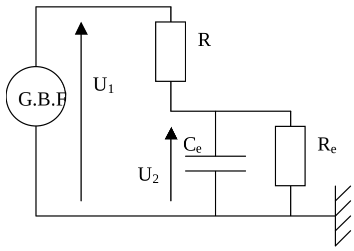
Régime Sinusoïdal Forcé (2° série) – Réseaux, Résonance, Puissance.

1. Etude d'un pont de mesure :

On considère le circuit suivant, alimenté sous une tension sinusoïdale e(t). Calculer la tension V mesurée par le voltmètre et montrer qu'elle s'annule si la relation : $\underline{Z}_1.\underline{Z}_3 = \underline{Z}_2.\underline{Z}_4$ est vérifiée. (Condition d'équilibre du pont).
Application : pont de Maxwell.
Le circuit est monté avec pour $\underline{Z}_1$ une bobine réelle (L,r) dont on cherche les caractéristiques, $\underline{Z}_2$= P (résistor), $\underline{Z}_3$ obtenu par l'association d'un condensateur C et d'un résistor R en parallèle, et $\underline{Z}_4$ = Q (résistor).
Montrer que le relevé des valeurs de C et R pour lequel le pont est équilibré donne accès à L et r.





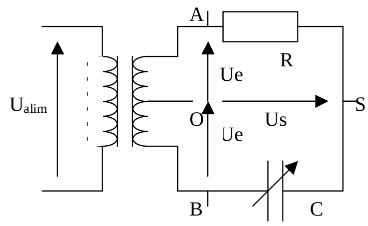
2. Mesure de l'impédance d'entrée d'un oscilloscope :

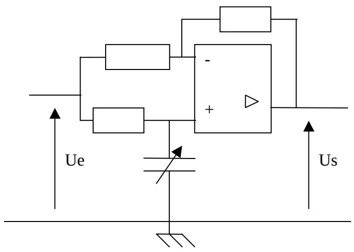
L'entrée d'un oscilloscope peut être modélisée par l'association en parallèle d'un condensateur C_e et d'un résistor R_e. Le montage ci-contre, permet de déterminer R_e et C_e. On relève la valeur à donner à R pour que l'on ait $U_2 = U_1/2$. En régime permanent $R = R_p = 1{,}00$ MΩ. En R.S.F., à la fréquence f = 10,0 kHz , $R = R_S = 840$ kΩ .

a) Montrer que $R_p = R_e$.
b) Calculer C_e.
Rép : diviseur de tension. C_e = 15,0 pF.

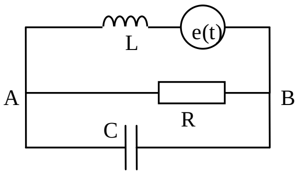
3. Circuits déphaseurs :

1°) Le dispositif situé en amont des points A, B et O est un transformateur à point milieu. Les tensions $U_{AO}(t)$ et $U_{OB}(t)$ sont égales à chaque instant et sinusoïdales de pulsation ω. Etablir l'expression complexe du rapport des tensions U_S/U_e. En déduire l'expression du module et de l'argument de ce rapport. Quelle est la fonction de ce montage ?



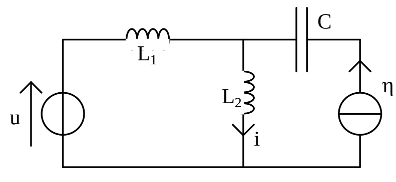


2°) La mise en équation d'un circuit avec A.O. se fait avec la même méthode en RSF qu'en régime permanent, puisque l'emploi des impédances complexes permet d'introduire une relation linéaire entre courants et tensions. Les résistances sont toutes égales à R, on note C la capacité du condensateur.
Etablir l'expression complexe du rapport U_S / U_e pour le circuit ci-contre, l'AO étant supposé idéal. En déduire le module et l'argument de ce rapport. Quelle est la fonction de ce montage ?

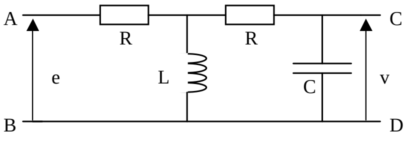


4. a) Représenter le circuit de Norton équivalent au dipôle AB contenant le générateur. En déduire l'intensité efficace et le déphasage du courant i(t) traversant le résistor R.
b) Pour quelle pulsation ω_o i(t) est-il indépendant de R ?
Rép : $\omega_o = 1/\sqrt{LC}$.

5. Calculer i(t) par le théorème de superposition, ou en utilisant la représentation de Norton.
On donne : $u(t) = 220\sqrt{2}\cos 100\pi t$ (Volt) ; L_1 = 1,0 H ; L_2 = 2,0 H ; C = 10 μF ; $\eta(t) = \sqrt{2}\sin 100\pi t$ (Ampère).
Rép : $i(t) = 0{,}57\sqrt{2}\sin 100\pi t$.



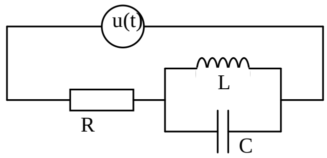
6. On envisage le circuit suivant, alimenté entre A et B par une source de tension sinusoïdale e(t) = E.cos (ω.t)



a) Calculer l'impédance d'entrée Z_e du montage, c'est à dire l'impédance vue des points A et B.
b) Exprimer la tension complexe $\underline{v}$ en fonction de $\underline{e}$, R, L, C et ω.

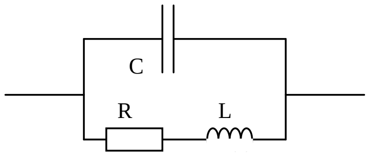
R : a) $Ze = R + jL\omega(1 + jRC\omega) / (jRC\omega + 1 - LC\omega^2)$ (b) deux méthodes envisageables : en introduisant des courants et écrivant les lois de noeud et de maille ou en utilisant les représentations de Thévenin et Norton pour simplifier le circuit : $\underline{v} = \dfrac{\underline{e}.jL\omega / R}{1 - LC\omega^2 + jRC\omega + (jL\omega / R)(1 + jRC\omega)}$

7. Circuit "bouchon" : on considère le montage suivant :
le générateur délivre une tension de la forme : $u(t) = U \cos \omega.t$.
Exprimer l'admittance du circuit en fonction de ω, puis représenter l'amplitude de l'intensité I traversant R en fonction de ω.
A quel comportement correspond ici le phénomène de résonance ?
R : à la résonance, minimum d'intensité, pour $\omega = 1/(\sqrt{LC})$



8. Etude d'une association RLC :

On étudie expérimentalement un dipôle constitué d'une association d'un condensateur, d'une bobine et d'une résistance selon le schéma ci-contre.

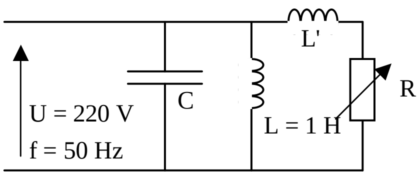


1°) On souhaite accéder expérimentalement à la mesure de l'impédance de ce dipôle, c'est à dire au module de cette impédance et à son argument. Concevez un montage permettant les mesures nécessaires à l'aide d'un oscilloscope.

2°) Exprimer l'impédance Z du dipôle et son module |Z|. Représenter sommairement $|Z| = f(\omega)$ où ω est la pulsation imposée au dipôle par le générateur.

3°) On admettra que |Z| passe par un extrémum pour $\omega = \omega_o = 1/\sqrt{LC}$ (soit $\omega_o^2 = 1/LC$). On relève alors la valeur du module de l'impédance : $|Z_o| = 8{,}26$ kΩ, correspondant à une fréquence de 14,0 kHz. Sachant que la mesure du module de l'impédance pour $\omega = 0$ conduit à $|Z|(\omega = 0) = 3{,}14$ kΩ, en déduire les valeurs de C et de L.
Rép : C = 2,45 nF ; L = 53,0 mH

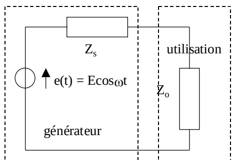
9. Puissance dans un réseau :
La puissance consommée par le circuit ci-contre est maximale pour R = 12 Ω. Pour une valeur de R supérieure à 12 Ω, le facteur de puissance vaut 1 et P = 0,80 kW.
Calculer P_{Max}, L', C et la valeur de R réalisant P = 800 W.
Rép : L' = 38 mH ; R = 58 Ω ; C = 21 µF.



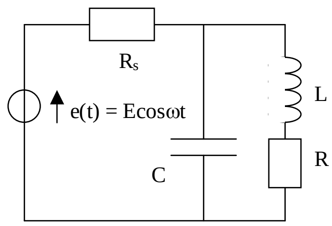
10. Puissance active. Facteur de puissance. Méthode des trois ampèremètres.
Un moteur électrique, alimenté par tension alternative sinusoïdale de fréquence 50 Hz, sous une tension efficace de 220 V, absorbe la puissance active $P_a = 5{,}5$ kW ; l'intensité efficace qui le traverse vaut 32 A.
1°) Calculer le facteur de puissance de ce moteur.
2°) Pour améliorer le facteur de puissance de l'installation, on place un condensateur en dérivation aux bornes de ce moteur. Déterminer la capacité C du condensateur permettant de porter le facteur de puissance de l'ensemble à la valeur 0,92 , ainsi que l'intensité efficace I_r qui parcourt le réseau d'alimentation :
(a) en utilisant le diagramme vectoriel des intensités ; (b) en utilisant la méthode des complexes.
3°) Montrer comment on peut déterminer le facteur de puissance et la puissance active consommée par le moteur à l'aide de trois ampèremètres et d'une résistance étalonnée R placée en dérivation sur le moteur.
R : 1°) a) $\cos\varphi = 0{,}78$. 2°) $C = 1{,}4.10^2$ µF. $I_r = 27$ A. 3°) voir la méthode des trois V-m, traitée en TP placer R en dérivation sur le moteur M, mesurer les intensités efficaces des courants traversant R, M et celle du courant total. $P = UI_M.\cos\varphi = RI_RI_M.\cos\varphi = (R/2).(I_{tot}^2 - I_R^2 - I_M^2)$.

11. Adaptation d'impédance :

On envisage le circuit suivant, constitué d'un amplificateur, modélisable comme l'association série d'un générateur de tension sinusoïdale et d'une impédance de sortie $Z_s = R_s + j.X_s$, alimentant un haut parleur d'impédance $Z = R + j.X$.



a) Déterminer la puissance active P fournie au haut-parleur.
b) Comment choisir Z afin que P soit maximale ? On dit alors que Z est adaptée à l'impédance de sortie Zs. L'amplificateur est doté de $Z_s = R_s$ et l'on modélise le haut-parleur par l'assciation en parallèle d'un condensateur C avec une bobine réelle (L,R).
Déterminer L et C en fonction de R_S , R et de la pulsation ω pour avoir adaptation d'impédance. Quelle condition doit vérifier R ? Calculer la puissance maximale obtenue.



R : écrire l'intensité dans Z. puis $P = RI^2$. P sera minimale pour $Z_s = Z^*$ (conjugué).

$$C\omega = \frac{1}{\sqrt{R.R_S}}\sqrt{1-\frac{R}{R_S}}\ ;\ L\omega = \sqrt{R.R_S}\sqrt{1-\frac{R}{R_S}}$$ *qui n'existent que si* $R < R_S$.