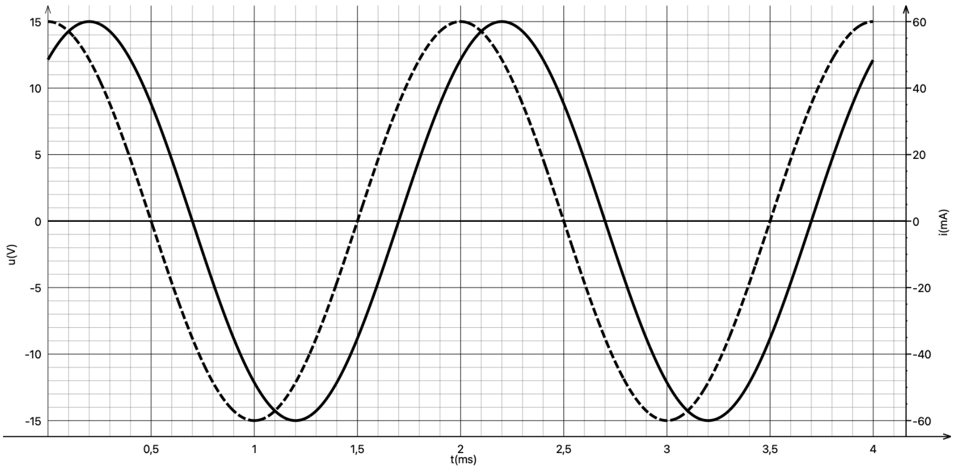
Chapitre 07 – Impédances électriques. Adaptation d'impédances.

Travaux dirigés.

Exercice 01 :

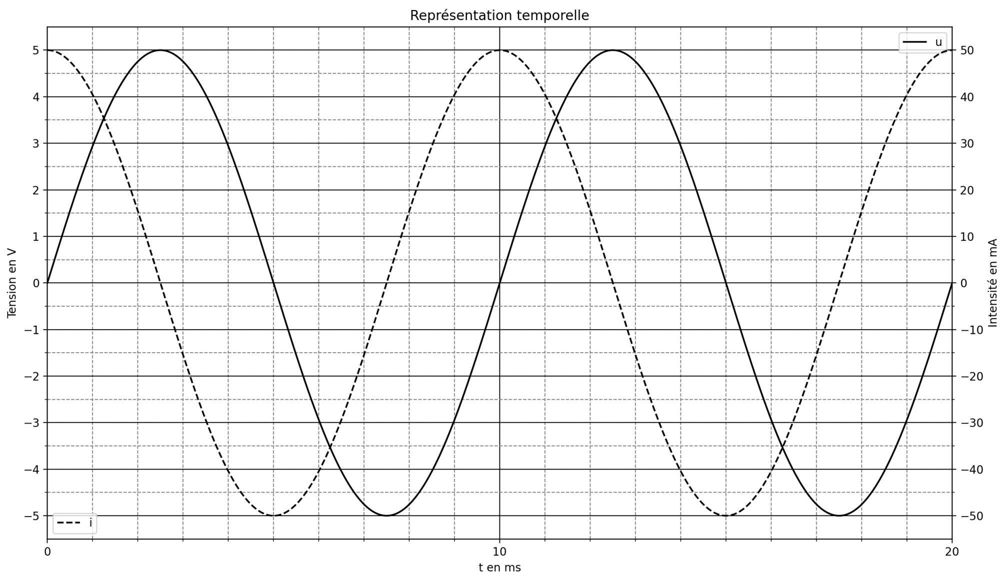
On donne ci-dessous les chronogrammes de la tension $u(t)$ aux bornes d'un dipôle (en trait plein) et de l'intensité $i(t)$ (en pointillé) traversant ce même dipôle.



1. Déterminer l'expression numérique complexe des deux signaux $\underline{u}$ et $\underline{i}$
2. Déterminer l'expression numérique de l'impédance complexe de ce dipôle.
3. Déterminer la puissance active reçue par ce dipôle.

Exercice 02 :

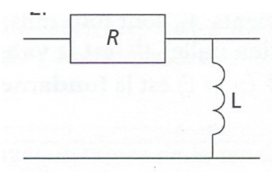
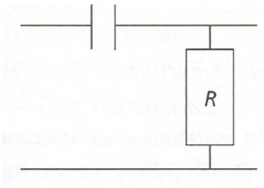
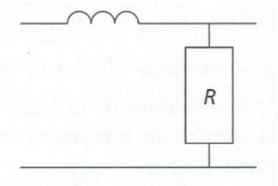
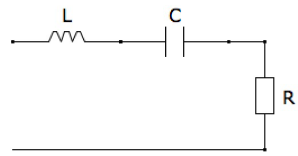
On donne ci-dessous les chronogrammes de la tension $u(t)$ aux bornes d'un dipôle (en trait plein) et de l'intensité $i(t)$ (en pointillé) traversant ce même dipôle.



1. Déterminer l'expression numérique complexe des deux signaux $\underline{u}$ et $\underline{i}$
2. Déterminer l'expression numérique de l'impédance complexe de ce dipôle.
3. Déterminer la puissance active reçue par ce dipôle.
4. Rappeler les impédances complexes des trois dipôles usuels sous la forme algébrique et sous la forme trigonométrique.
5. En déduire la nature du dipôle (capacitive, inductive ou résistive) étudié dans cet exercice.

Exercice 03 : autocorrection

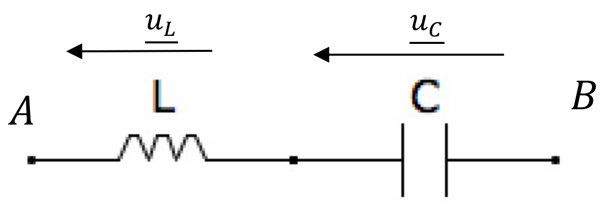
A l'aide d'une étude à basses fréquences et à hautes fréquences, déterminer la nature du filtrage réalisé par les système suivant (le signal de sortie est à droite du circuit) :

Système A	Système B	Système C	Système D
			

Pour chaque circuit, on justifiera son raisonnement à l'aide de deux schémas électriques, en complétant le document fourni en annexe.

Exercice 04 : autocorrection

On étudie le dipôle AB suivant, composé d'une bobine idéale $L = 1{,}00\ H$ en série avec un condensateur de capacité $C = 100\ nF$. On nomme $\underline{i}$, l'intensité traversant le dipôle bobine idéale en convention récepteur.



1. Sur le schéma, flécher l'intensité $\underline{i}$.
2. Donner la formule littérale, nommée loi d'Ohm généralisée, liant $\underline{u_L}$ et $\underline{i}$.
3. Donner la formule littérale, nommée loi d'Ohm généralisée, liant $\underline{u_C}$ et $\underline{i}$.

On appelle $\underline{u}$, la tension électrique aux bornes de ce dipôle AB, en convention récepteur.

4. Sur le schéma, flécher la tension $\underline{u}$.
5. Donner la formule littérale, nommée loi d'Ohm généralisée, liant $\underline{u}$ et $\underline{i}$.
6. Appliquer la loi des mailles afin de déterminer la formule littérale liant les tensions $\underline{u}$, $\underline{u_L}$ et $\underline{u_C}$.
7. En déduire l'expression littérale de l'impédance complexe équivalente $\underline{Z_{éq}}$ au dipôle AB.

8. Déterminer la valeur de la résistance de ce dipôle et démontrer que l'expression de sa réactance est :
$$X = L\omega - \frac{1}{C\omega}$$
9. Pour quelle valeur de ω, la réactance X est nulle ?

Pour la suite de l'exercice, on suppose que $L\omega > \frac{1}{C\omega}$:

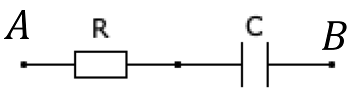
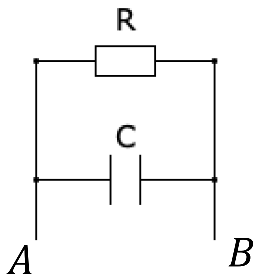
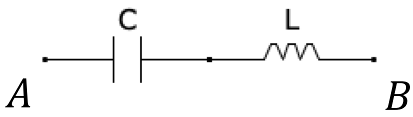
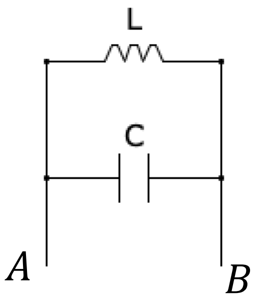
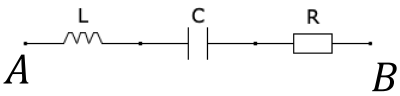
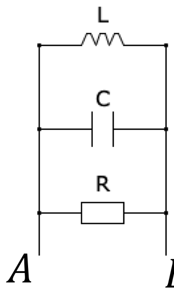
10. Déterminer l'expression littérale du module de l'impédance complexe $\left|\underline{Z_{éq}}\right|$.
11. Donner la forme trigonométrique de $\underline{Z_{éq}}$.
12. Déterminer alors le déphasage ϕ de la tension aux bornes du dipôle AB, u par rapport à l'intensité i.
13. La tension u est elle en avance ou en retard par rapport à l'intensité i ? Justifier votre réponse.

Pour la suite de l'exercice, on suppose que $L\omega < \frac{1}{C\omega}$:

14. Déterminer l'expression littérale du module de l'impédance complexe $\left|\underline{Z_{éq}}\right|$.
15. Donner la forme trigonométrique de $\underline{Z_{éq}}$.
16. Déterminer alors le déphasage ϕ de la tension aux bornes du dipôle AB, u par rapport à l'intensité i.
17. La tension u est elle en avance ou en retard par rapport à l'intensité i ? Justifier votre réponse.
18. Tracer pour conclure l'allure du graphe $\phi(\omega)$.

Exercice 05 : autocorrection

1. Pour chaque cas, déterminer l'expression littérale de l'impédance complexe équivalente $\underline{Z_{éq}}$ au dipôle AB suivant :

Cas A	Cas B	Cas C
		
Cas D	**Cas E**	**Cas F**
		

2. Pour les cas A et E, déterminer la valeur de l'impédance $Z_{éq}$ (en $k\Omega$) pour un signal sinusoïdal alternatif de fréquence $1000\ Hz$ et avec les caractéristiques suivantes $R = 10\ k\Omega;\ C = 10\ \mu F\ et\ L = 0{,}10\ H$:

Exercice 06 :

Un technicien possède trois conducteurs ohmiques, de résistance identique $R = 10k\Omega$. Il a besoin d'une résistance de $15k\Omega$.

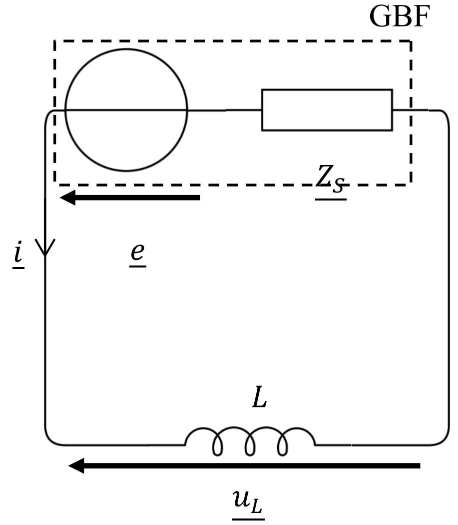
1. Comment peut-il former une résistance de $15k\Omega$ à partir de 3 résistances de $R = 10k\Omega$? On explicitera sa réponse à l'aide d'un calcul détaillé et d'un schéma.

Un technicien possède trois condensateurs idéaux, de capacité identique $C = 100\ nF$. Il a besoin d'une capacité de $150\ nF$.

2. Comment peut-il former d'une capacité de $150\ nF$ à partir de 3 capacités identiques $C = 100\ nF$? On explicitera sa réponse à l'aide d'un calcul détaillé et d'un schéma

Exercice 07 : adaptation d'impédances en tension (autocorrection)

Un générateur basses fréquences possède une impédance interne de $Z_s = 50\Omega$. Il délivre un signal sinusoïdal alternatif de fréquence $10\ Hz$ aux bornes d'une bobine idéale dont l'inductance est $L = 1{,}0\ H$.



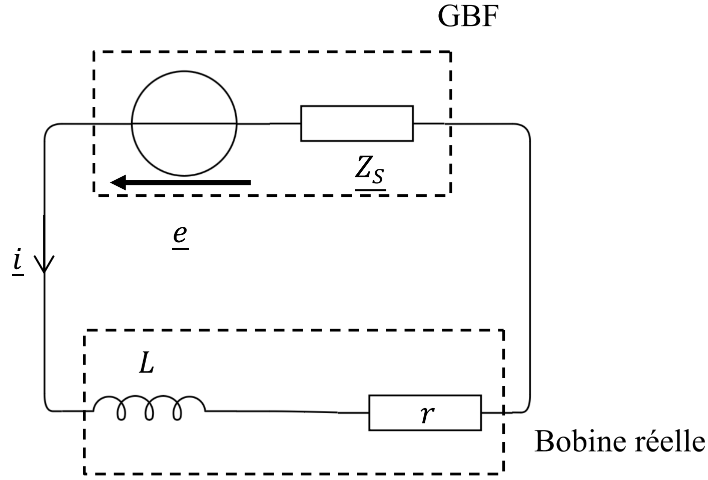
1. Rappeler la formule littérale de l'impédance complexe d'une bobine idéale, notée $\underline{Z_L}$.
2. Appliquer la formule du pont diviseur de tension au système étudié, pour aboutir à une formule littérale liant $\underline{u_L}$ et $\underline{e}$.

Le technicien souhaite réaliser une adaptation d'impédances en tension (entre le GBF et la bobine) :

3. Quelle condition doit-il respecter afin de réaliser cette adaptation ?
4. Déterminer la valeur de l'impédance de la bobine, notée Z_L, en ohm (Ω).
5. La condition permettant d'obtenir une adaptation d'impédances en tension est-elle respectée ici ?
6. Proposer une solution permettant de réaliser l'adaptation d'impédances en tension, sans changer de bobine idéale, ni de GBF.

Exercice 08 : adaptation d'impédances en puissance (autocorrection)

Un générateur basses fréquences possède une impédance interne de $Z_s = 50\Omega$. Il délivre un signal sinusoïdal alternatif de fréquence $10\ Hz$ aux bornes d'une bobine réelle dont l'inductance est $L = 1{,}0\ H$ et la résistance interne est $r = 25\Omega$.



1. Déterminer l'expression littérale de l'impédance complexe équivalente $\underline{Z_{éq}}$ de la bobine réelle.

Le technicien souhaite réaliser une adaptation d'impédances en puissance (entre le GBF et la bobine) :

2. Quelle condition doit-il respecter afin de réaliser cette adaptation ?
3. Déterminer la valeur de l'impédance de la bobine réelle, notée $Z_{éq}$, en ohm (Ω).
4. La condition permettant d'obtenir une adaptation d'impédances en puissance est-elle respectée ici ?
5. Déterminer la valeur de l'inductance L permettant d'obtenir une adaptation d'impédances en puissance.

Exercice 09 : Facteur de puissance

Une installation électrique possède les caractéristiques suivantes : $f = 50\ Hz$, $I_{eff} = 20{,}0\ A$, $U_{eff} = 380V$ et la puissance moyenne reçue est $\langle P \rangle = 5{,}0\ kW$.

1. Déterminer la valeur de $\cos \phi$, nommé facteur de puissance de l'installation.
2. Sachant que l'installation est composée d'un moteur électrique modélisable par une inductance $L = 45{,}3\ mH$ en série avec une résistance $R = 12{,}5\ \Omega$, déterminer l'expression de l'impédance complexe équivalente.

Le fournisseur d'électricité demande à l'utilisateur d'améliorer le facteur de puissance de son installation. Il faut pour cela augmenter au maximum, le facteur de puissance.

3. Quelle est la valeur maximale du facteur de puissance ? A quel déphasage entre la tension et l'intensité cela correspond-il ?

L'utilisateur décide alors de placer un condensateur en dérivation aux bornes du moteur électrique.

4. Déterminer l'expression de l'impédance complexe équivalente à sa nouvelle installation. La mettre sous forme algébrique.
5. En déduire la valeur de la capacité à placer en dérivation afin d'avoir un facteur de puissance maximum.