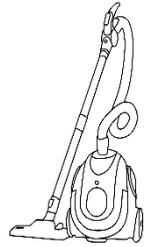


Capacités - Mesurer une puissance active P et apparente S en régime sinusoïdal
exigibles : - Calculer le facteur de puissance $k = P/S$ d'un récepteur en régime sinusoïdal

Bob, devenu apprenti électricien, cherche à vérifier que le facteur de puissance de son installation électrique est bien conforme à ce qu'impose son fournisseur d'électricité lorsqu'il utilise son aspirateur (voir doc. 1).



Document 1. Facteur de puissance trop faible : pénalités tarifaires !

Pour le distributeur d'électricité, un facteur de puissance k trop faible entraîne une mauvaise utilisation des installations. Des courants importants vont être véhiculés pour une faible puissance active consommée. Ces courants élevés vont entraîner des pertes joules élevées et il faudra surdimensionner la section des conducteurs de lignes, des transformateurs et des appareils de commande et de sécurité. Cela entraîne donc un surcoût élevé et une diminution du rendement des installations.

Le distributeur peut même appliquer des pénalités tarifaires importantes pour les consommateurs d'énergie électrique qui dépasse le seuil de $k \approx 0,93$. L'abonné (ou l'industriel) a donc intérêt à « relever » (augmenter) le facteur de puissance de son installation. Il peut pour cela utiliser des batteries de condensateurs qu'il installera en parallèle de son installation.

Pour l'étude suivante, l'installation électrique sera constituée du moteur de l'aspirateur (modélisé par une bobine d'inductance $L = 0,3$ H en dérivation d'une résistance $r = 60 \Omega$). Le réseau électrique sera modélisé par une alimentation délivrant une tension sinusoïdale de fréquence $f = 50$ Hz et de tension efficace $E \approx 12$ V.

1 Puissance en monophasé - Facteur de puissance

☞ Afin de se familiariser avec les différentes notions utiles pour la suite, visionner la courte vidéo de la série *Voyage en électricité* en lien ci-contre puis répondre aux questions.

Attention! Dans la vidéo (ancienne), le symbole du conducteur ohmique (résistance) est  au lieu de .

On parle également de puissance calorifique au lieu de puissance thermique.

✎ 1. Rappeler la relation entre la tension efficace U et l'amplitude d'un signal sinusoïdal \hat{U} . Avec quel appareil se mesure une tension efficace ?

☞ Utiliser, en plus de la vidéo, le document 2 pour répondre à la suite des questions :



<http://bit.ly/VIDelec25>

Document 2. Définitions

- La **puissance active**, notée P , s'exprime en watt (W) et **se mesure avec un wattmètre**. Elle correspond à la **valeur moyenne de la puissance instantanée** : $p(t) = u(t) \times i(t)$. Il s'agit en fait de la puissance réellement convertie en **puissance utile** (mécanique pour un moteur, thermique pour une résistance...).
- La **puissance apparente**, notée S , correspond au produit des **valeurs efficaces** de la tension et de l'intensité mesurées par un multimètre : **$S = U \times I$** . Elle s'exprime en volt-ampère (VA). C'est une grandeur de dimensionnement d'une installation ou d'un équipement électrique (fusible, ...).
- Le **facteur de puissance**, noté k , correspond au rapport : **$k = P/S$** . Il est sans unité. En régime sinusoïdal, **$k = \cos \varphi_{u/i}$** .

- 2. Quelle est la relation entre P et S dans le cas d'un récepteur purement résistif (conducteur ohmique) ?
- 3. Est-ce la même relation dans le cas d'un récepteur comportant une partie inductive (bobine issue d'un moteur par exemple) ?
- 4. Comment détermine-t-on expérimentalement P et S dans le cas d'un récepteur quelconque ?
- 5. Que facture le fournisseur d'électricité : l'énergie issue de la puissance apparente $S \times \Delta t$ ou l'énergie issue de la puissance active $P \times \Delta t$? Quel est alors l'intérêt pour le distributeur d'électricité d'avoir un facteur de puissance k le plus proche de 1 ? Expliquer.
- 6. Expliquer le rôle des batteries de condensateurs pour « relever » le facteur de puissance.

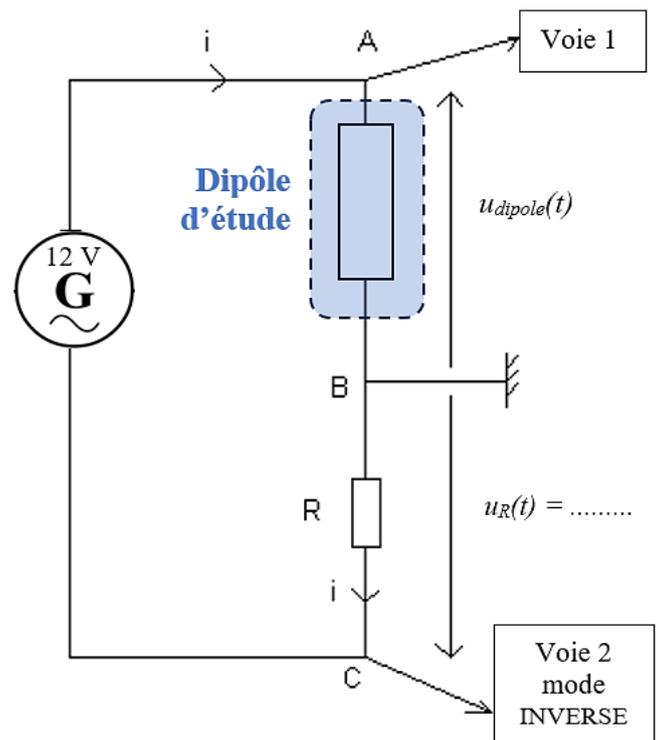
2 Mesures de puissances active et apparente

On considère le montage ci-contre, modélisant une installation électrique domestique (réseau électrique + moteur d'aspirateur).

Il est déjà monté sur votre paillasse MAIS SANS le dipôle récepteur d'étude (rhéostat seul puis bobine seule puis les 2 en dérivation).

NE PAS METTRE EN ROUTE L'ALIMENTATION tant que le professeur n'a pas vérifié le montage.

- 7. Quelle tension visualise-t-on sur la voie 1 de l'oscilloscope ? sur la voie 2 de l'oscilloscope ?
- 8. Rappeler la loi d'ohm aux bornes d'un conducteur ohmique de résistance R puis expliquer le rôle du conducteur ohmique de résistance très faible $R = 1 \Omega$. Compléter le schéma.



1. Cas d'une installation essentiellement résistive

On étudie d'abord comment se comporte le réseau électrique avec la seule résistance $r = 60 \Omega$ obtenue avec le rhéostat.

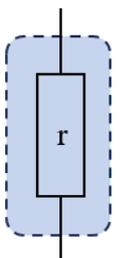
- Brancher un ohmmètre aux bornes du rhéostat pour régler le curseur de sorte à avoir $r = 60 \Omega$.
- Ajouter alors dans le circuit électrique le rhéostat.
- Brancher un wattmètre au niveau du point A (voltmètre aux bornes du dipôle et ampèremètre en amont du dipôle en série). Mettre en route l'oscilloscope.

Appeler le professeur pour qu'il vérifie votre montage puis allumer l'alimentation (12 V).

Pour les questions qui suivent : aidez-vous de l'ANNEXE distribuée (à compléter au fur et à mesure).

- 9. Sur l'annexe, reproduire les signaux observés (Run/Stop). Repasser le signal correspondant à $u(t)$ en rouge et celui associé à $i(t)$ en bleu. ATTENTION à bien régler les échelles verticales et horizontales !

- 10. Déterminer le **déphasage** $\varphi_{u/i}$ (en rad) de la tension u par rapport à l'intensité i . Calculer $\cos \varphi_{u/i}$. On rappelle que $\varphi_{u/i} = 2\pi \frac{\Delta t}{T}$ où Δt (exprimé en s) est l'avance ou le retard de u par rapport à i .



Voir le tutoriel !

- 11. Relever la valeur de la puissance active P mesurée par le wattmètre ainsi que le $\cos \varphi_{u/i}$ affiché. Est-ce cohérent avec la valeur obtenue à partir du déphasage à la question précédente ?

- 12. Relever les valeurs efficaces U et I au wattmètre. En déduire la valeur de la puissance apparente S.

- 13. Calculer la valeur du facteur de puissance k. Retrouve-t-on la valeur du $\cos \varphi_{u/i}$ affiché par le wattmètre ?

COUPER l'alimentation une fois les mesures effectuées.

Attention au conducteur ohmique $R = 1 \Omega$ qui peut être très chaud !

2. Cas d'une installation essentiellement inductive

On étudie ensuite comment se comporte le réseau électrique avec la bobine $L = 0,3 \text{ H}$.

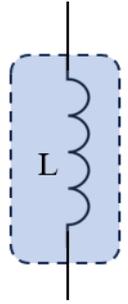
☞ Remplacer dans le circuit électrique le rhéostat par la bobine après avoir réglé celle-ci sur $0,3 \text{ H}$ à l'aide de la molette.

Appeler le professeur pour qu'il vérifie votre montage.

Attention au conducteur ohmique $R = 1 \Omega$ qui peut être très chaud !

☞ Allumer l'alimentation et **compléter l'annexe** en reprenant les questions 9 à 13.

☞ **COUPER l'alimentation** une fois les mesures effectuées.



3. Cas de l'installation réelle

On étudie enfin comment se comporte le réseau électrique lorsque le moteur de l'aspirateur est branché. On modélise pour cela le moteur par la bobine $L = 0,3 \text{ H}$ en dérivation avec la résistance $r = 60 \Omega$ du rhéostat.

☞ Ajouter le rhéostat en dérivation aux bornes de la bobine.

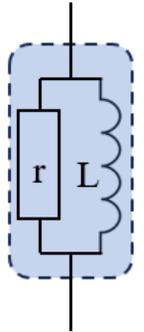
Appeler le professeur pour qu'il vérifie votre montage.

Attention au conducteur ohmique $R = 1 \Omega$ qui peut être très chaud !

☞ Allumer l'alimentation et **compléter l'annexe** en reprenant les questions 9 à 13.

☞ **COUPER l'alimentation** une fois les mesures effectuées.

☞ **14.** L'installation est-elle conforme en ce qui concerne le facteur de puissance ?



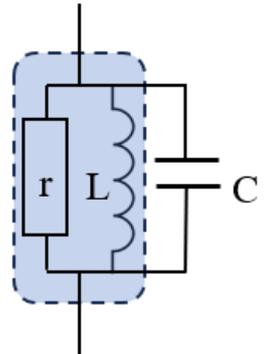
2 Relèvement du facteur de puissance : pour les plus rapides

Puisque le déphasage est positif, il faut « compenser » par l'ajout d'un déphasage négatif. C'est le rôle des condensateurs afin d'avoir un facteur de puissance supérieur à $0,93$!

☞ Ajouter deux condensateurs de capacité $C = 10 \mu\text{F}$ en parallèle du dipôle au circuit précédent. Alimenter.

☞ Compléter l'annexe en réalisant les mesures nécessaires.

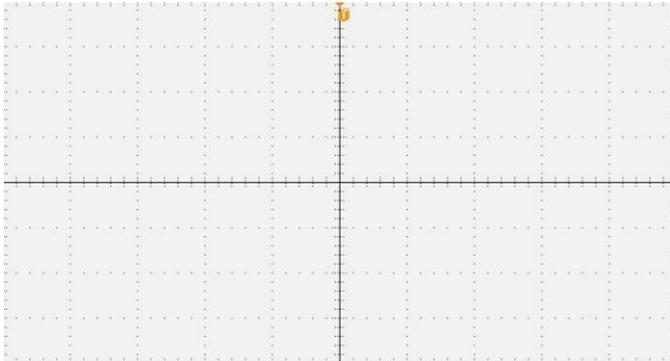
☞ **15.** Conclure.



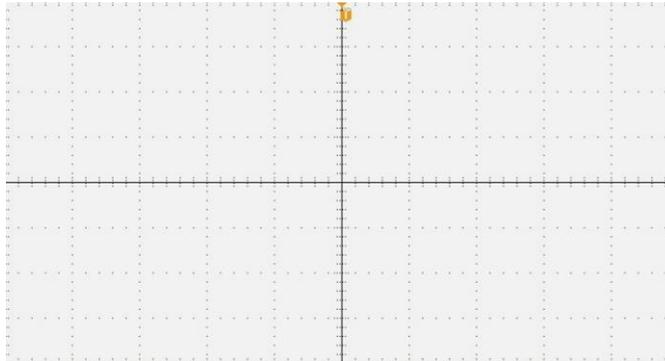
ANNEXE :

Sensibilité verticale : Voie 1 : 5 V/div et Voie 2 : 100 mV/div Base de temps : 5 ms/div

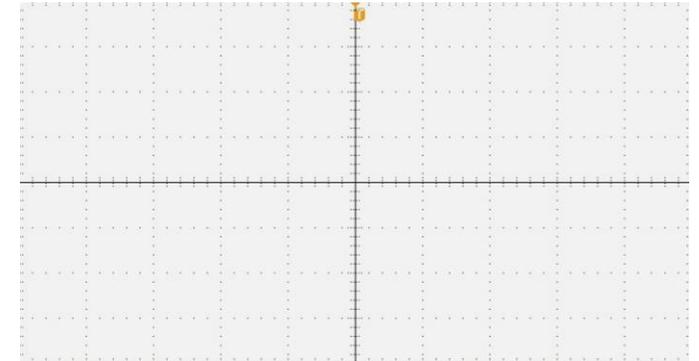
résistance $r = 60 \Omega$ (rhéostat)



Bobine $L = 0,3 \text{ H}$



$r = 60 \Omega$ et $L = 0,3 \text{ H}$ en dérivation



		Résistance $r = 60 \Omega$ (rhéostat)	Bobine $L = 0,3 \text{ H}$	$r = 60 \Omega$ et $L = 0,3$ en dérivation	Avec condensateurs (pour les plus rapides)
OSCILLOSCOPE	déphasage $\varphi_{u/i}$ (en rad)				
	$\cos \varphi_{u/i}$				
WATTMETRE	Puissance active P (en W)				
	$\cos \varphi_{u/i}$ - cohérent avec oscillo ?				
	Tension efficace U (en V)				
	Intensité efficace I (en A)				
CALCULS	Puissance apparente S (en V.A)				
	Facteur de puissance $k = P/S$ $k = \cos \varphi_{u/i}$?				