

2023/2024

Thème : Puissance en régime forcé, transformateurs, contacteur

APPLICATIONS DIRECTES**1. Puissance moyenne consommée par un dipôle**

Soit un dipôle composé d'une résistance $R_1 = 5,0 \, \Omega$ en parallèle avec une résistance $R_2 = 5,0 \, \Omega$ associée en série avec un condensateur C tel que $1/C\omega = 4,0 \, \Omega$. Ce dipôle est alimenté par une tension sinusoïdale.

- Représenter le schéma du montage.
- Déterminer l'admittance complexe du dipôle, puis l'impédance complexe, qu'on écrira sous la forme $\underline{Z} = a + jb$ où a et b sont des réels dont on donnera les valeurs numériques.

La puissance moyenne consommée par ce dipôle est $P = 500 \, \text{W}$.

- Calculer la valeur du courant efficace qui traverse le dipôle.
- En déduire la valeur de la tension efficace aux bornes du dipôle.
- En déduire l'intensité efficace puis la valeur de la puissance dissipée dans R_1 .
- En déduire la puissance dissipée dans R_2 .
- En déduire la valeur efficace du courant qui traverse R_2 .

2. Transformateur parfait :

Le primaire d'un transformateur parfait est branché sur la ligne domestique de 220 V efficace.

Le secondaire est fermé sur une charge purement résistive est 3 kW en régime nominal. On mesure alors un courant secondaire $I_2 = 27,3 \, \text{A}$.

- Quel est le rapport de transformation ?

Ce même transformateur est branché maintenant sur une charge inductive ($\cos\phi_2 = 0,8$). On mesure une puissance $P_2 = 2,4 \, \text{kW}$.

- Quelle est la nouvelle valeur de l'intensité au secondaire ?
- Quelle est la valeur de l'intensité au primaire ?
- Quelle est la puissance fournie au primaire ?
- Quelle est la valeur du facteur de puissance au primaire ? Conclusion ?

3. Adaptation d'impédance à l'aide d'un transformateur

On considère un circuit simple, formé d'un générateur de fém e et de résistance interne R_G débitant sur une résistance de charge R_C .

1. Exprimer la puissance P reçue par R_C en fonction de e , R_G et R_C . Représenter graphiquement l'allure de P en fonction de R_C . Lorsque la puissance reçue par la charge est maximale on dit que les impédances sont adaptées. Pour quelle valeur de R_C le montage est-il adapté ? Quelle est alors la valeur de la puissance reçue par R_C ?

2. On considère maintenant le même générateur mis en communication avec la charge R'_C par l'intermédiaire d'un transformateur parfait, soit m le rapport de transformation des tensions.

a. Faire le schéma du montage. Exprimer la puissance P reçue par R'_C en fonction de m , R'_C et u_1 (tension au primaire), en déduire la valeur à donner à R_C de la question 1 pour avoir un circuit équivalent à celui de la question 1.

b. exprimer P reçue par R'_C en fonction de e , R'_C , R_G et m . Pour quelle valeur de R'_C le montage est-il adapté ? Quel est l'intérêt d'avoir un transformateur dont le secondaire a un nombre de spires réglables ?

3. Adaptation d'impédances

On désire alimenter un haut-parleur de $4 \, \Omega$ d'impédance, que l'on supposera purement résistive, par un générateur sinusoïdal de résistance interne égale à $50 \, \Omega$. Quel doit-être le rapport m du nombre de spires du secondaire à celui du primaire du transformateur utilisé pour que la puissance dissipée par le haut-parleur soit maximale ?

4. Pertes en ligne

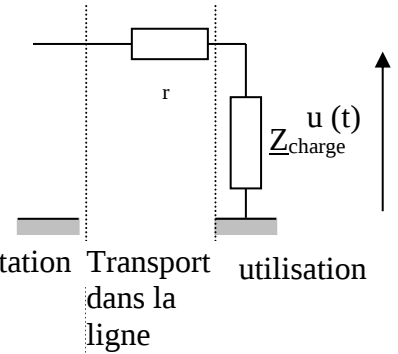
Nous allons déterminer les conditions qui permettent de minimiser les pertes par effet Joule dans une ligne de courant modélisée par une résistance r . On considère une installation électrique consommant une puissance moyenne P et un courant efficace I_{eff} sous une tension efficace U_{eff} .

On peut modéliser cette installation de la manière suivante :

$$u(t) = U_{\text{eff}}\sqrt{2} \cos(\omega t) \text{ et } i(t) = I_{\text{eff}}\sqrt{2} \cos(\omega t + \Phi)$$

Exprimer la puissance P_J des pertes par effet Joule dans la ligne en fonction du facteur de puissance, de la résistance totale de la ligne r , de la tension efficace d'alimentation U_{eff} et de la puissance consommée P .

Justifier l'importance du facteur de puissance dans les réseaux électriques. Quelle autre méthode peut-on proposer pour minimiser les pertes par effet Joule ?



5. Relèvement du facteur de puissance :

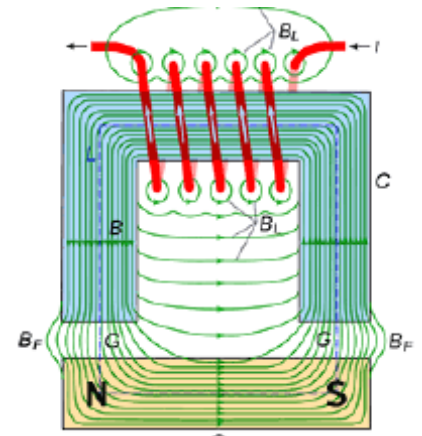
Une charge inductive, pouvant être modélisée par l'association en série d'une résistance et d'une inductance, consomme 2,4 kW lorsqu'elle est branchée sur le secteur. Le facteur de puissance vaut 0,8. Déterminer :

1. la valeur efficace du courant dans la charge.
2. le déphasage (valeur et signe) entre courant et tension.
3. La valeur de la résistance de la charge
4. La valeur de la réactance de la charge, puis la valeur de l'inductance.
5. La valeur du condensateur à placer en parallèle pour ramener le facteur de puissance à 1, la valeur du courant reçu alors par l'installation et conclure

6. Electroaimant de levage

On considère l'électroaimant représenté ci-contre.

- a) On suppose que le matériau ferromagnétique est parfait. Que peut-on en déduire quant aux lignes de champ ?
- b) Déterminer le champ magnétique créé par cet électroaimant. A-t-il la même valeur dans le fer et l'entrefer ?
- c) Que devient cette expression lorsque l'entrefer est nul ?
- d) Que devient cette expression lorsque l'entrefer n'est pas nul, mais la perméabilité du matériau infinie ?
- e) Rappeler la définition de l'inductance d'un circuit magnétique linéaire. L'exprimer en fonction des paramètres de ce circuit magnétique.
- f) La bobine a 200 spires. La section du matériau est carrée et vaut 10 mm * 10 mm, la distance entre les branches internes de l'électroaimant vaut 20 mm. La perméabilité relative du noyau est de 1500, l'entrefer de $e = 3$ mm, calculer l'inductance.
- g) En déduire l'expression de l'énergie magnétique de ce circuit. Comment varie-t-elle avec la taille de l'entrefer ?
- h) Quelle relation y-a-t-il entre l'énergie magnétique $\mathcal{E}_B$ et la densité d'énergie magnétique, dont on rappellera l'expression, pour ce circuit magnétique ? En déduire que l'énergie magnétique est localisée dans l'entrefer lorsque celui-ci existe.
- i) On veut soulever la pièce mobile inférieure. La force subie par cette pièce est donnée par $\vec{F} = d\mathcal{E}_B / dx \vec{u}_x$. Vérifier l'homogénéité de cette relation. Que représente x ? Où est l'origine de l'axe ? Dans quel sens est-il orienté ? Cette force dépend-elle du sens du courant ? Quel est le sens de variation de la force avec x ? Pour quelle valeur de x cette force est-elle la plus intense ?
- h) Calculer l'intensité à faire passer dans la bobine pour soulever la pièce, dans les conditions de la question f. Le fer a une masse volumique de 7 800 kg.m⁻³.



EXERCICES :

I. Séchoir électrique

Le circuit d'alimentation d'un séchoir électrique est composé d'une résistance R branchée en parallèle avec une branche comprenant en série une bobine d'inductance L et une résistance r sur le secteur 230 V, 50 Hz. Le séchoir admet 3 modes de fonctionnement :

Mode	froid	I	II
Puissance moyenne absorbée (W)	520	2800	10000
Déphasage de la tension par rapport au courant total	φ_F	φ_I	$\varphi_{II} = 49^\circ$
R	infinie	R_I	R_{II}

1. Faire le schéma du montage
2. Tracer l'allure du chronogramme de u(t) et i(t) courant global de l'installation.
3. Déterminer R_I et R_{II} en fonction des données et les calculer numériquement.
4. En utilisant le mode froid, montrer que $(L\omega)^2 + r^2 = 102.r$
5. Montrer que $\tan\varphi = \frac{L\omega R}{Rr + r^2 + (L\omega)^2}$
6. Calculer φ_F et φ_I .

II. Economiser de l'énergie

Un récepteur inductif de facteur de puissance 0,6 absorbe une intensité efficace de 50 A et fonctionne sous une tension efficace de 220 V. Ce récepteur est situé à l'extrémité d'une ligne bifilaire de 40 km de longueur dont chaque conducteur en cuivre de résistivité $1,6 \cdot 10^{-8} \Omega \cdot m$ a une section de 1 cm^2 .

1. Quelle est la tension appliquée à l'entrée des lignes ?

On utilise deux transformateurs parfaits identiques T_1 et T_2 afin de transporter le courant sous-haute tension. T_1 est un élévateur de tension et T_2 un abaisseur de tension. Le rapport du nombre de spire est 25.

2. Sous quelle tension doit-on alimenter T_1 ?
3. Déterminer la valeur du condensateur à mettre en parallèle du récepteur pour relever à 1 le facteur de puissance. En déduire la valeur du courant distribué dans l'installation. Conclure.

III. Pertes dans un transformateur

Le rapport de transformation d'un transformateur est $m = 0,12$. Sans charge, les tensions au primaire et au secondaire sont $U_1 = 220 \text{ V}$ et $U_2 = 24 \text{ V}$. Lorsqu'on place une résistance R au secondaire, elle est traversée par un courant $I_2 = 6,3 \text{ A}$. Les résistances des enroulements primaire et secondaire sont respectivement $R_1 = 9 \Omega$ $R_2 = 0,25 \Omega$.

1. La loi des tensions est-elle vérifiée ? Interpréter. En déduire la valeur du courant efficace au primaire lorsque le secondaire est ouvert.

Calculer en charge :

2. La chute de tension au secondaire lors de l'introduction de la charge.
3. La résistance de charge R
4. La puissance fournie au secondaire.
5. L'intensité efficace au primaire.
6. Les pertes par effet Joule.
7. Le rendement si les pertes fer sont $P_F = 8 \text{ W}$.
8. Qu'advient-il de la puissance fournie par le générateur lorsque le secondaire est en circuit ouvert ?

IV. Ventouse électromagnétique

On souhaite transporter une voiture de masse 1,5 tonnes avec un électroaimant en U de section moyenne 50 cm^2 , de longueur moyenne 1 m, de perméabilité relative 1 500 et entouré de 1 000 spires alimentées par un courant I. Déterminer un ordre de grandeur de la valeur minimale de I.