ÉCOLE POLYTECHNIQUE
FÉDÉRALE DE LAUSANNE

MÉTHODES EN RÉGIME ALTERNATIF

RÉSOLUTION PAR LES PUISSANCES

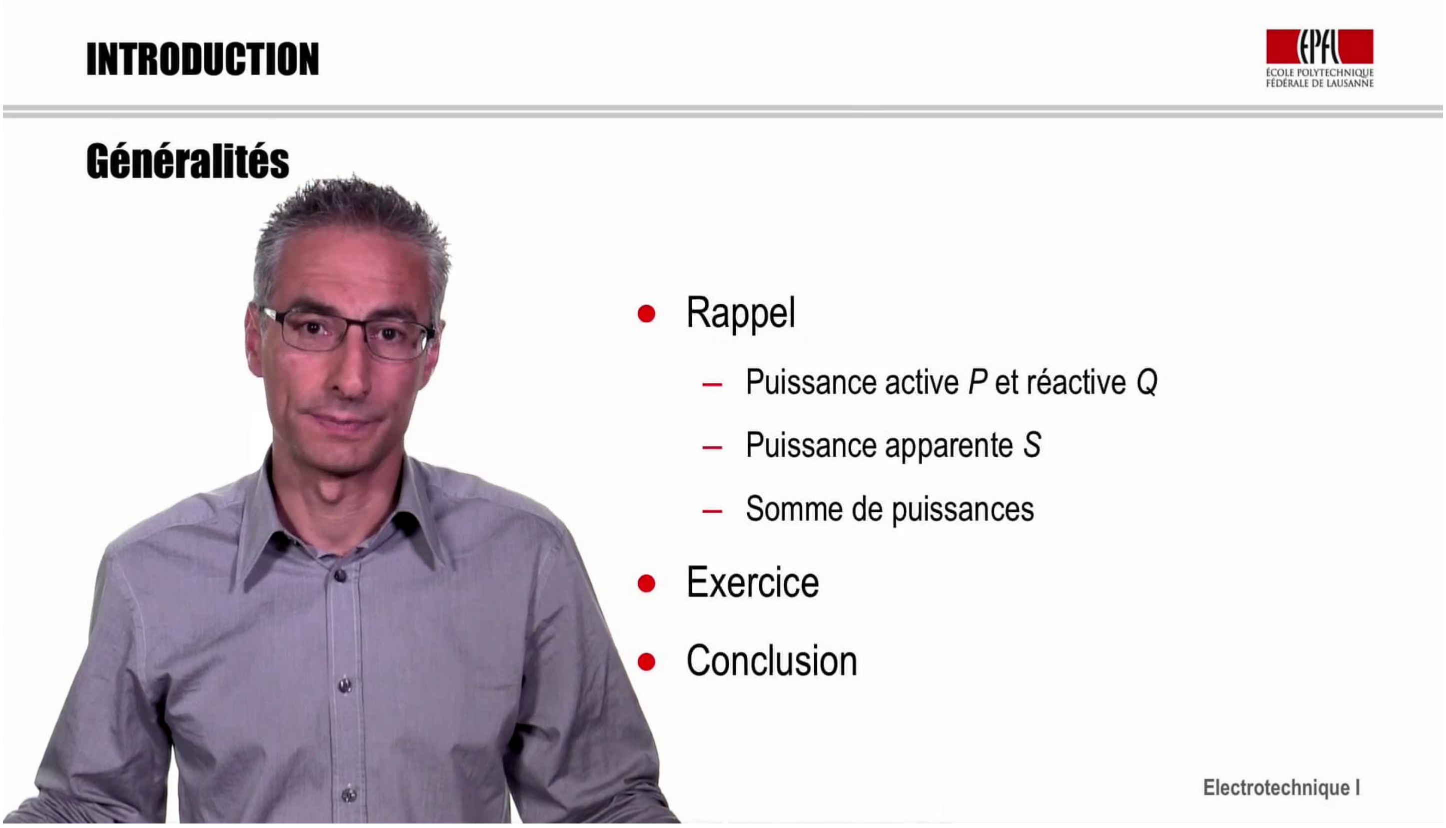
LEÇON 18

Électrotechnique I
Yves PERRIARD & Paolo GERMANO
Laboratoire d'Actionneurs Intégrés

Search MOOC

Video

EPFL

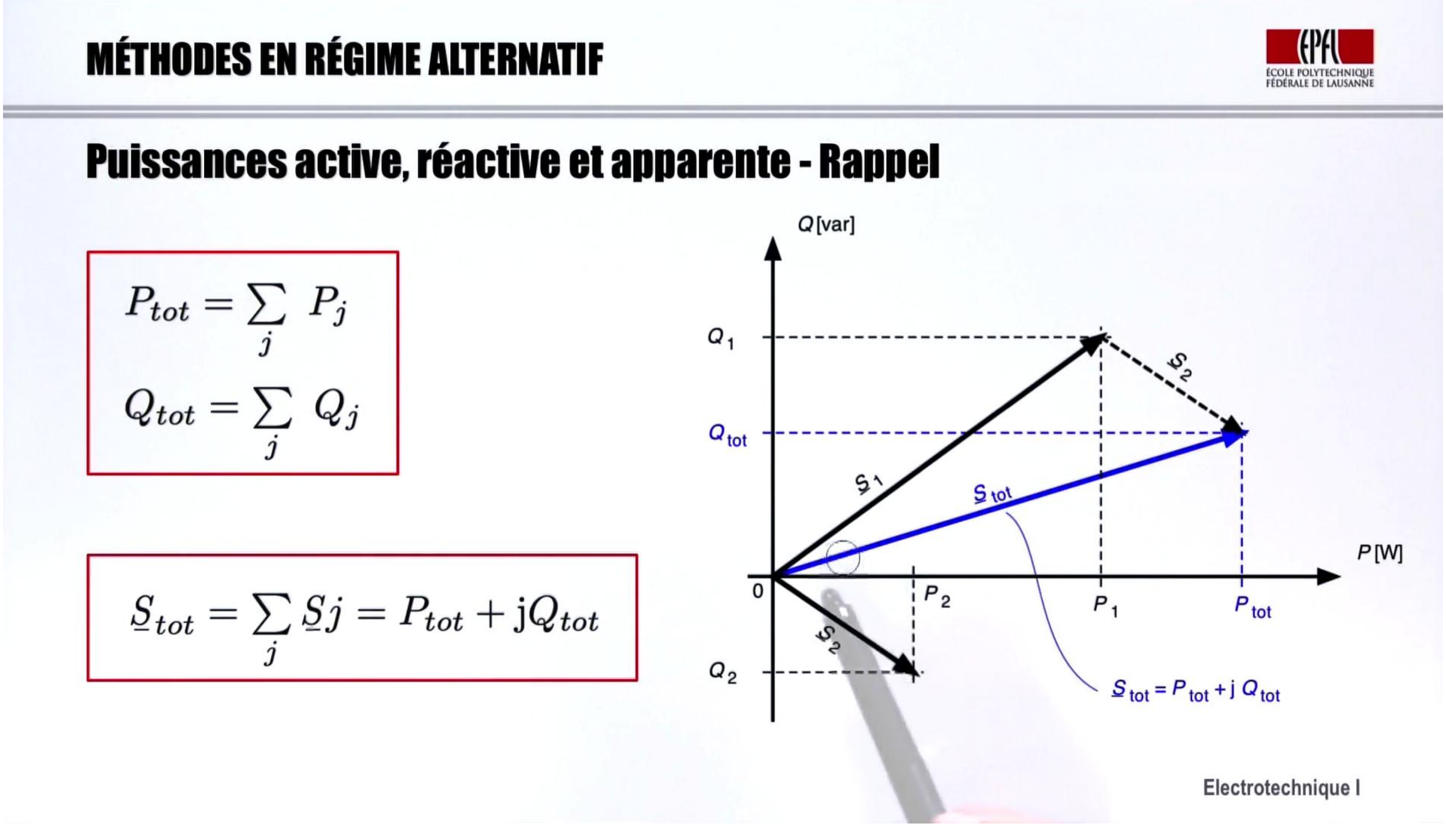


Bonjour, bienvenue à cette nouvelle leçon du cours d'électrotechnique. Aujourd'hui, nous allons résoudre un exercice par la méthode des puissances en n'utilisant que partiellement le calcul complexe pour la détermination des impédances, courants et tensions. Nous allons commencer par un très bref rappel des notions acquises sur les puissances et les règles d'additivité qui les régissent. Nous passerons ensuite à un exemple concret.

Notes

Summary

0m 04s



Alors, pour rappel, la puissance active P est représentée sur l'axe réel du plan complexe et la puissance réactive Q sur l'axe imaginaire de ce même plan complexe. La règle d'additivité pour un système qui a plusieurs éléments dit que : la puissance active totale est la somme des puissances pour chaque système. Idem pour la puissance réactive totale : c'est la somme algébrique des puissances réactives unitaires. On peut faire cette addition algébriquement, pourquoi? Parce que ces grandeurs sont colinéaires Dans cet exemple-là, on voit qu'on a deux systèmes : le système S1 et le système S2, qui consomment chacun une puissance, chacun une puissance active, P1 et P2, on va pouvoir les additionner; et une puissance réactive Q1 et Q2. Ici, - il faut faire attention - Q2 est négatif, et on peut également additionner les puissances réactives. En ce qui concerne la puissance apparente, on peut également faire une addition, mais c'est une addition vectorielle. On voit ici que la puissance apparente totale, c'est la somme de la puissance apparente S1 plus la puissance apparente S2, vectoriellement.

Notes

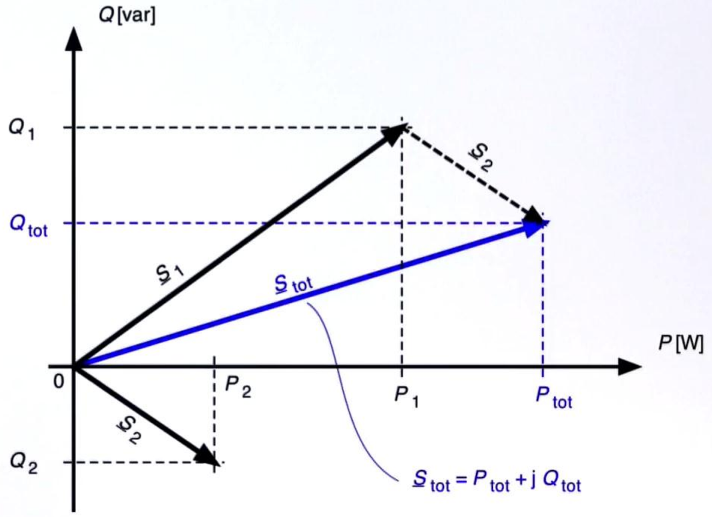
Summary

0m 29s

Puissances active, réactive et apparente - Rappel

$$\boxed{\begin{aligned} P_{tot} &= \sum_j P_j \\ Q_{tot} &= \sum_j Q_j \end{aligned}}$$

$$\boxed{\underline{S}_{tot} = \sum_j \underline{S}j = P_{tot} + \mathrm{j}Q_{tot}}$$



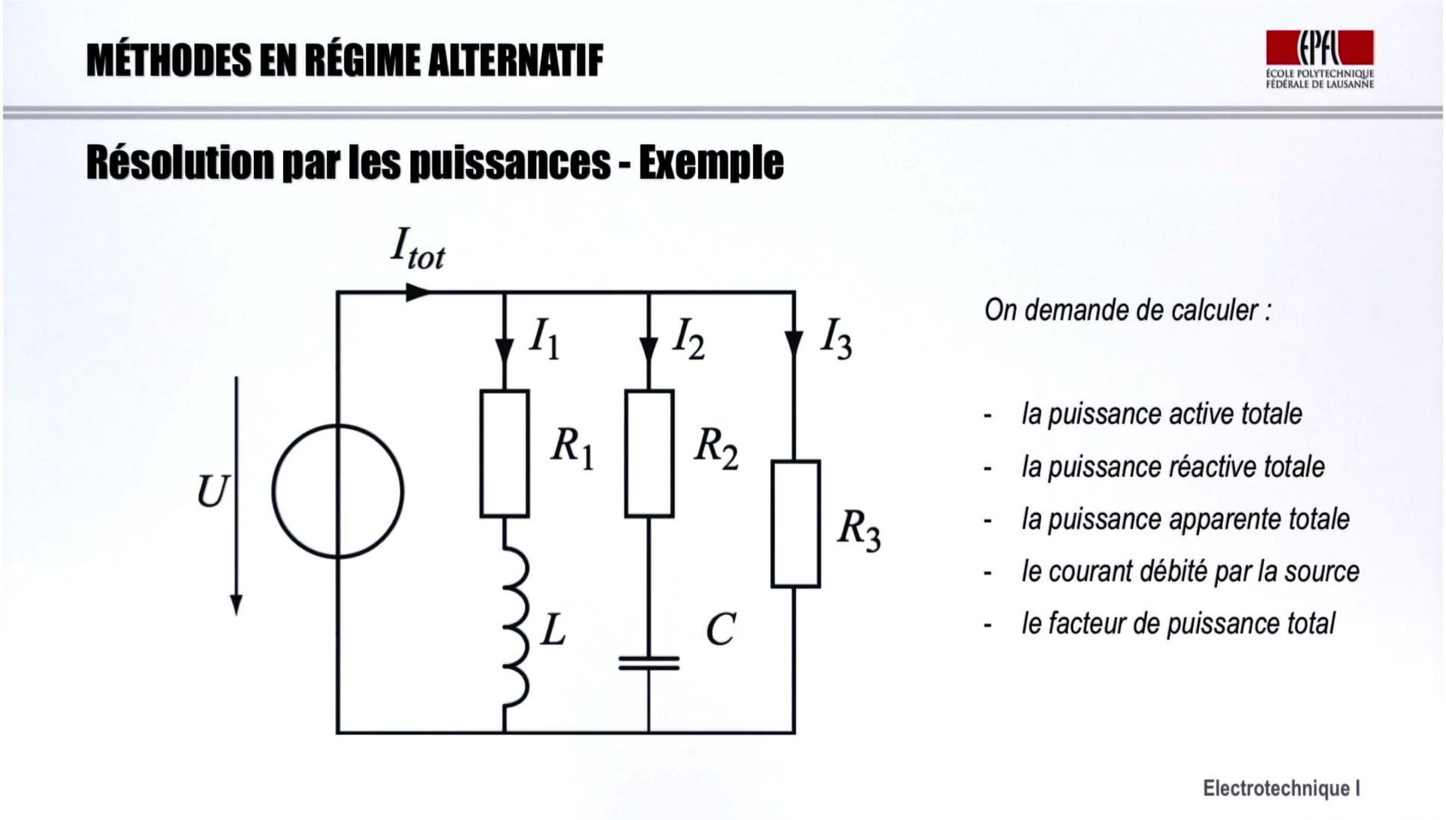
Electrotechnique I

Et puis on peut trouver la puissance totale, la puissance active totale, comme étant la somme de P1 et de P2 : on voit que ça correspond bien à la partie réelle de la puissance apparente complexe, c'est ce terme-là. Idem pour la puissance réactive totale, c'est la somme de Q1 et de Q2, Q2 qui est négative, et ça correspond bien à la partie imaginaire de la puissance apparente complexe.

Notes

Summary

1m 53s

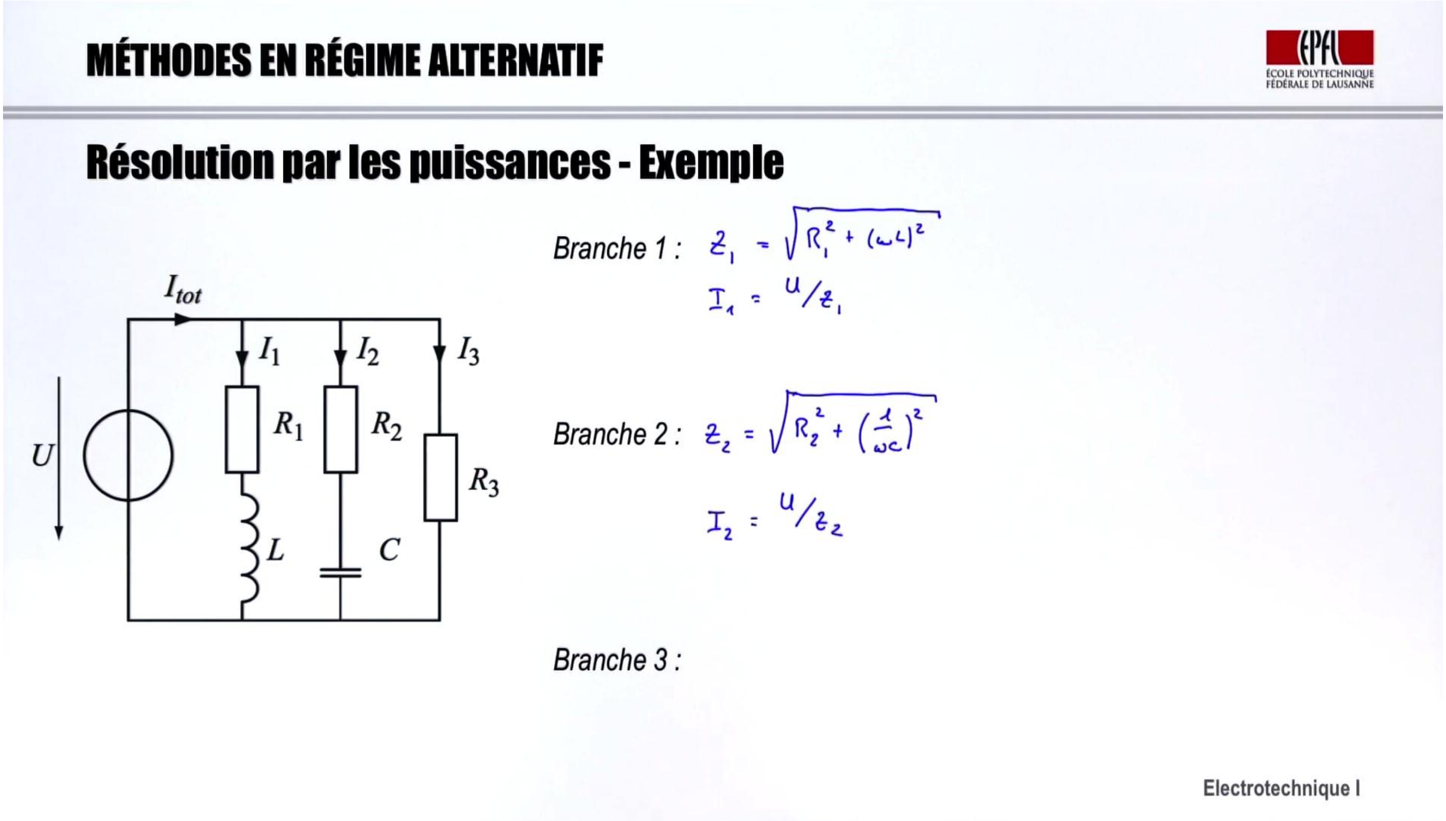


Voilà, nous passons maintenant à un exemple concret, on a le circuit suivant qui est constitué d'une excitation, une tension U alternative qui va alimenter trois branches d'un circuit une branche RL, une branche RC, et une troisième branche qui est uniquement consituée par une résistance. Et dans chacune de ces branches va circuler un courant I1, I2 et I3, et on demande de calculer la puissance active totale de tout le circuit, la puissance réactive totale également, ainsi que la puissance apparente totale, enfin, on demande le courant total débité par la source.

Notes

Summary

2m 22s

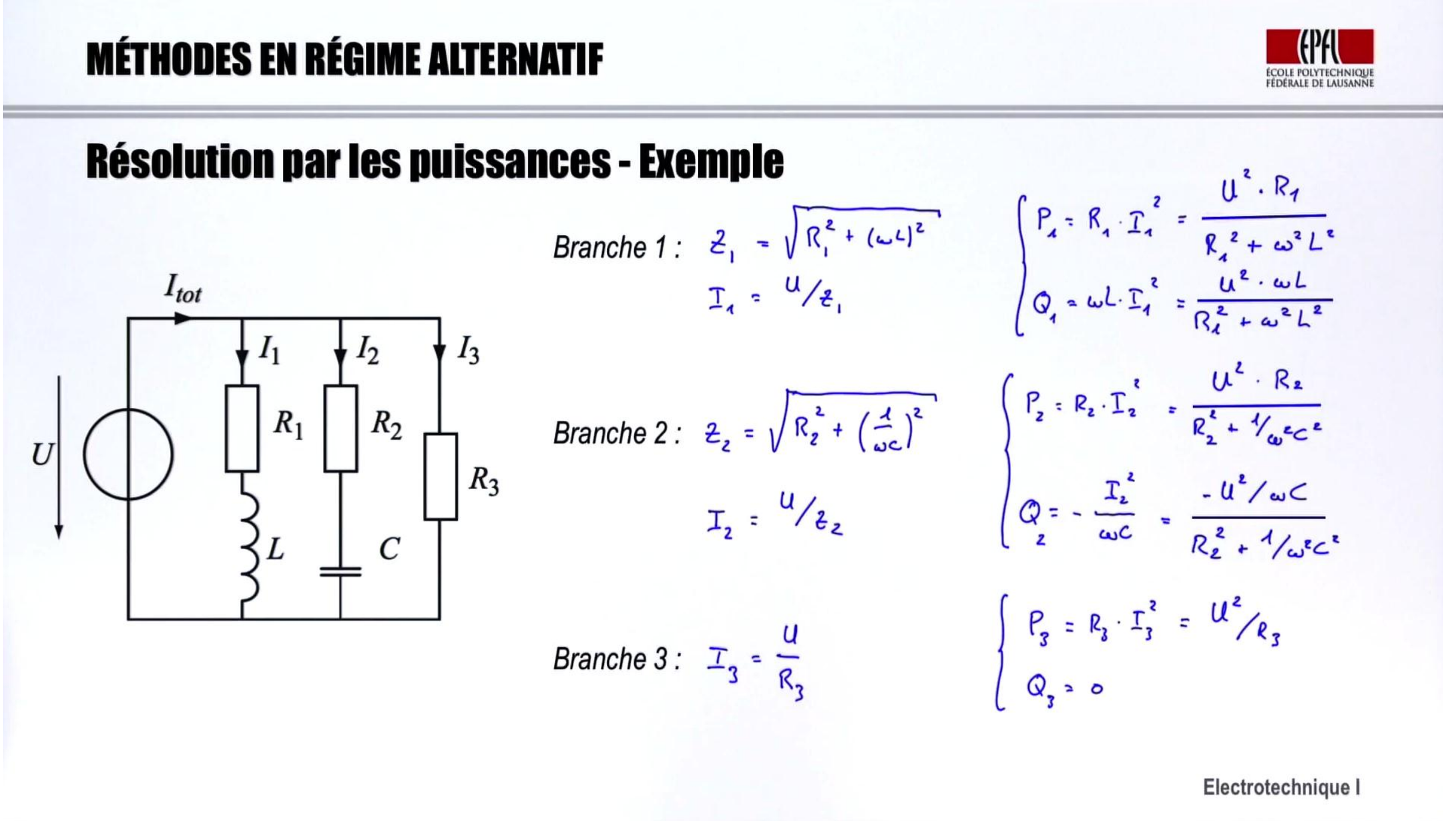


Finalement, on demande également, le facteur de puissance totale, c'est-à-dire, le facteur de puissance vu par cette source U Pour résoudre cet exercice, on va calculer les trois courants I1, I2, I3 qui traversent chacune des branches et on va calculer uniquement la norme du courant; pourquoi? Parce que pour déterminer la puissance active, il suffit de connaître : I; l'élever au carré, multiplier par R pour avoir cette puissance active. Idem pour la puissance réactive qui vaut x multiplié par I². Pour déterminer le courant, on a tout de même besoin de connaître l'impédance Z1, cette impédance Z1 est donnée par : pythagore R1² plus x1, c'est-à-dire, ω.L au carré. Ça, c'est la valeur de la norme de l'impédance. Et donc, la norme du courant sera égale à U divisée par Z1. Idem pour la branche n°2. La norme de l'impédance, Z2 est égale à la racine de la partie réelle au carré c'est-à-dire R2² de l'impédance Z2 plus la partie imaginaire donc c'est un condensateur, c'est 1/ωC au carré. Et donc, la norme du courant I2 est donnée par U/Z2. Finalement, pour la troisième branche, c'est un peu plus simple parce qu'on a qu'une partie résistive, on a le courant I3 qui est donné par : U / Z3 ou R3.

Notes

Summary

3m 07s



La partie imaginaire est nulle. On peut donc calculer maintenant toutes les puissances actives et réactives pour chacune de ces trois branches. On a que P1, c'est égal à R1 fois I1², et ceci, c'est égal à R1 multiplié par le courant au carré, c'est-à-dire, qu'on va développer ce terme, qui vaut donc U² divisé par Z au carré, donc c'est R1² plus ω²L², multiplié par la résistance R1. Pour la puissance réactive, dans cette première branche toujours, on a que c'est égal à x1 multiplié par I1², donc x c'est ωL multiplié par I1². Et c'est égal, en développant de nouveau le courant I1, U² sur Z au carré, multiplié par x1, c'est-à-dire, ωL. Pour la puissance active dans la deuxième branche, on a que P2 vaut R2 fois I2², la norme de I2 au carré, et c'est égal à I², c'est-à-dire U² divisé par Z², c'est-à-dire; R² + 1 / ω²C², multiplié par R2. Pour la puissance réactive, c'est x la partie réactive de la branche, c'est-à-dire, négatif. Moins un sur ωC multiplié par I2². Et ceci, c'est égal à -U² / ωC divisé par la norme au carré, de Z2, c'est-à-dire R2² + 1/ω²C². Finalement, pour la troisième branche, la puissance active est égale à R3 fois I3², c'est égal à U²/R3. Et la partie réactive est égale à zéro parce qu'il n'y a pas de réactance dans cette branche.

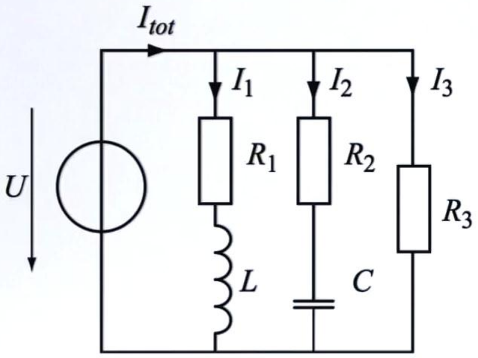
Notes

Summary

5m 05s

MÉTHODES EN RÉGIME ALTERNATIF

Résolution par les puissances - Exemple



Puissance active totale :

$$P_{tot} = \sum_{j=1}^{3} P_j = \frac{U^2 R_1}{R_1^2 + \omega^2 L^2} + \frac{U^2 R_2}{R_2^2 + 1/\omega^2 C^2} + \frac{U^2}{R_3}$$

Puissance réactive totale :

$$Q_{tot} = \sum_{j=1}^{3} Q_j = \frac{U^2 \omega L}{R_1^2 + \omega^2 L^2} - \frac{U^2/\omega C}{R_2^2 + 1/\omega^2 C^2}$$

Puissance apparente totale, courant total et facteur de puissance :

$$S_{tot} = \sqrt{P_{tot}^2 + Q_{tot}^2} \quad ; \quad I_{tot} = \frac{S_{tot}}{U} \quad ; \quad \cos\varphi = \frac{P_{tot}}{S_{tot}}$$

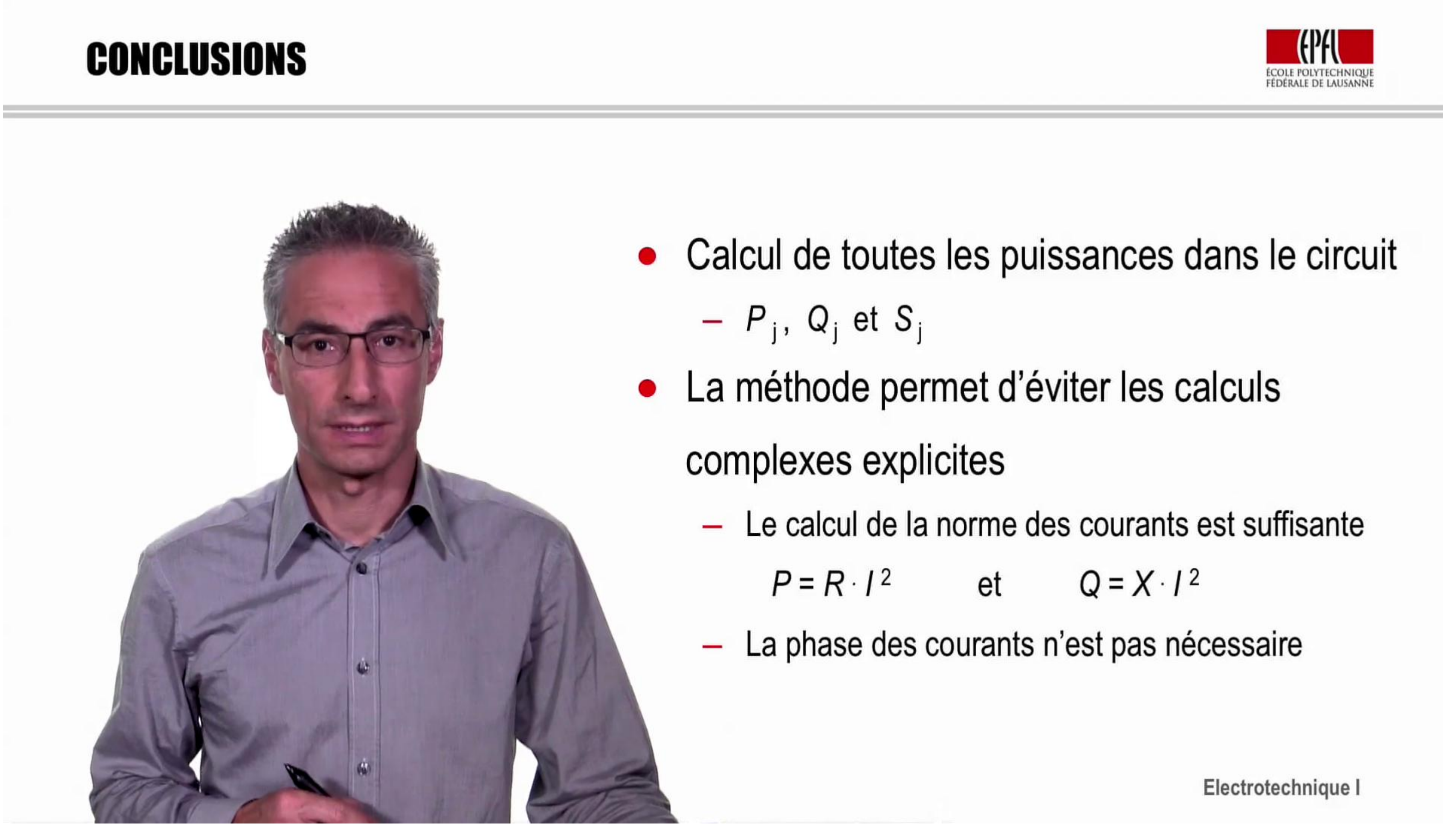
Electrotechnique I

La puissance active totale consommée par le circuit est donnée par la relation que la puissance totale c'est la somme de toutes les puissances actives, et c'est égal à : [écrit au tableau] Ceci est le résultat. Pour la puissance réactive totale, on peut également sommer toutes les puissances réactives présentes dans le circuit. Et c'est égal : [écrit au tableau] Voilà le résultat pour la puissance réactive totale. Maintenant, il est très simple par Pythagore, d'extraire la puissance apparente dans le circuit. Elle est donnée par la racine de Ptot² + Qtot². Ce résultat nous permet de déterminer très facilement la norme du courant total en sachant que la puissance apparente, c'est U fois I, donc le courant Utot c'est égal à la puissance apparente totale divisée par U. On voit à ce niveau-là qu'on a réussi à déterminer la norme du courant total sans devoir effectuer la somme vectorielle des trois courants unitaires. Et, on arrive à la dernière question de l'exercice. C'est calculer le cosφ global du circuit. Et il est donné, on l'a vu, par la puissance active totale divisée par la puissance apparente totale. On pourrait déterminer la valeur du cosφ en calculant l'impédance équivalente de ces cinq impédances, et on trouverait le même résultat, le même cosφ, mais certainement le calcul est plus long.

Notes

Summary

8m 01s



Voilà, on a calculé toutes les puissances dans le circuit : - La puissance active P qui est la somme algébrique de toutes les puissances actives des éléments. - La puissance réactive Q qui est également la somme algébrique de toutes les puissances réactives de tous les éléments. - Et la puissance apparente S qui est, cette fois-ci, la somme vectorielle de toutes les puissances apparentes dans le circuit. La méthode permet d'éviter les calculs complexes explicites, seule la norme des courants est suffisante; pourquoi ? Parce que les puissances se calculent uniquement avec la norme du courant avec la puissance active, c'est RI²; la puissance réactive c'est x fois I². La phase des courants et des impédances, il n'est pas nécessaire de la calculer. Merci de votre attention.

Notes

Summary

10m 37s