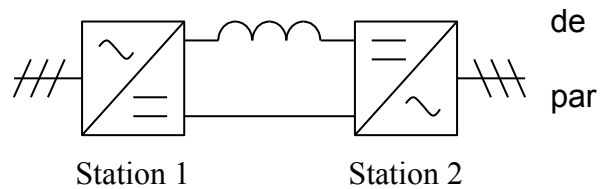


## TDN°6 : ETUDE D'UNE INSTALLATION.

### QUESTION N°1 : DESCRIPTION DE L'INSTALLATION.

Une Liaison à courant-continu est constituée deux stations de conversion, localisées à deux endroits différents. Elles s'échangent de l'énergie l'intermédiaire d'une liaison à courant continu.

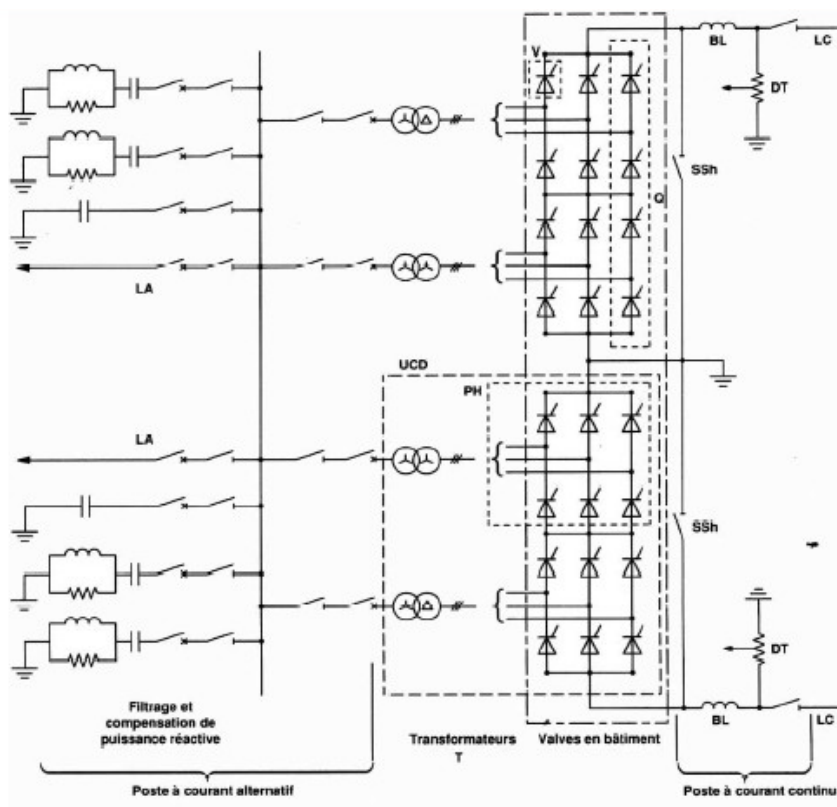


Le schéma d'une station d'IFA 2000 est donnée à la figure ci-contre.

Elle possède une capacité de 1000 MW, pour une tension de 270kV par pôle. La transmission se fait par câbles sous marin.

### Questions:

- 1/ Expliquez le fonctionnement de cette station.
- 2/ Donnez la définition et la fonction des blocs qui vous paraissent importants.
- 3/ La station possède un angle de retard à l'amorçage minimum  $\alpha_{\min}=7^\circ$ . En déduire la puissance réactive minimale  $Q_c$  à compenser.



### QUESTION N°2 : AVANTAGE DU MONTAGE DODÉCAPHASÉ.

Un montage dodécaphasé tel que celui-présenté ci dessus fait apparaître dans une même UCD deux ponts de Graëtz à 6 thyristors, et deux transformateurs couplés de manière différentes: étoile-triangle et étoile-étoile. L'objectif de cette partie est de montrer comment ce fractionnement judicieux de la puissance installée permet d'améliorer le facteur de puissance au primaire en réduisant les harmoniques de courant.

Au cours de cette partie, on suppose que les deux ponts d'une même UCD ont le même angle de retard à l'amorçage, qui sera pris égale à zéro ( $\alpha_1 = \alpha_2 = 0$ ).

- 1/ Le transformateur est couplé

sur le réseau 400kV. Donnez les rapports de transformation. En déduire  $N_2/N_1$ , le rapport de transformation par colonne, pour chaque transformateur.

2/ Tracez l'évolution du courant secondaire pour chaque transformateur. En déduire  $i_{p1}$  et  $i_{p2}$  les courants primaires de chaque transformateur, puis  $i_l$  le courant réseau.

3/ Donnez les facteurs de puissance secondaire puis coté réseau. Conclusion?

4/ Réaliser une décomposition en série de Fourier du courant appelé au réseau. En déduire le rang du premier harmonique. Comparez ce résultat avec celui d'  $i_{b1}$ .

### QUESTION N°3 : COMPENSATEUR STATIQUE ET FILTRAGE.

Le filtrage est réalisé à partir d'un filtre bouchon L-C. Ce filtre est dimensionné de telle manière qu'il compense  $Q_c$ .

1/ Calculez l'impédance de ce filtre pour le rang  $h$ . On note  $\omega$  la pulsation du réseau.

2/ En déduire une relation liant  $C, h, \omega, L$  et  $C$  pour l'accord de ce filtre pour le rang  $h$ .

3/ Calculez l'impédance de ce même filtre à la pulsation  $\omega$  en fonction de  $h, C$  et  $\omega$ . En

déduire que ce filtre est équivalent, pour le fondamental, à une capacité équivalente  $C_{eq} = \sqrt{\frac{h^2 - 1}{h^2}} C$ .

4/ Calculez  $C_{eq}$  afin de compenser  $Q_c$ . En déduire la valeur de  $C$ , puis de  $L$  pour annuler l'harmonique 11.

### QUESTION N°4 : LIMITES DE FONCTIONNEMENT.

Les thyristors possèdent des contraintes d'amorçage ou de blocage qui limitent l'évolution de l'angle de retard à l'amorçage. Passer outre ces limites peut provoquer un dysfonctionnement de la station. C'est pourquoi il est indispensable de bien évaluer les limites permises. Nous nous intéressons au fonctionnement en onduleur puis en redresseur.

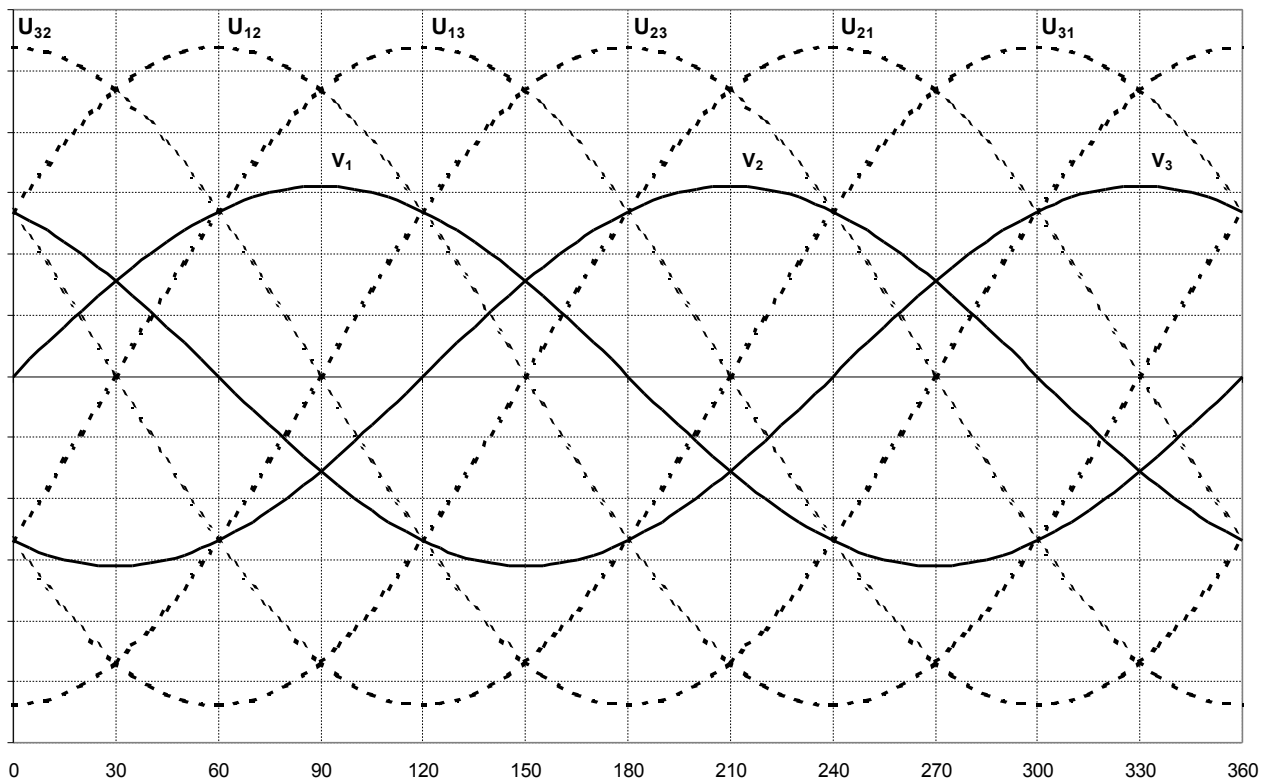
1/ Pour  $\alpha = 5\frac{\pi}{6}$ , tracez la forme d'onde en sortie d'un pont, puis aux bornes d'une valve de thyristor. Donnez, en fonction de  $\alpha$  la durée d'application de tension inverse au blocage d'une valve. Comment sont modifiées ces formes d'onde en présence d'empiètement?

2/ Les transformateurs possèdent en sortie une inductance de fuite équivalente à 98mH. Donnez la valeur de l'angle d'empiètement  $\mu$  pour le régime nominal. Donnez la valeur maximale de l'angle de retard à l'amorçage permis. En déduire l'angle de garde  $\gamma$ . On donne  $\gamma = 18^\circ$ . Est-ce une valeur acceptable?

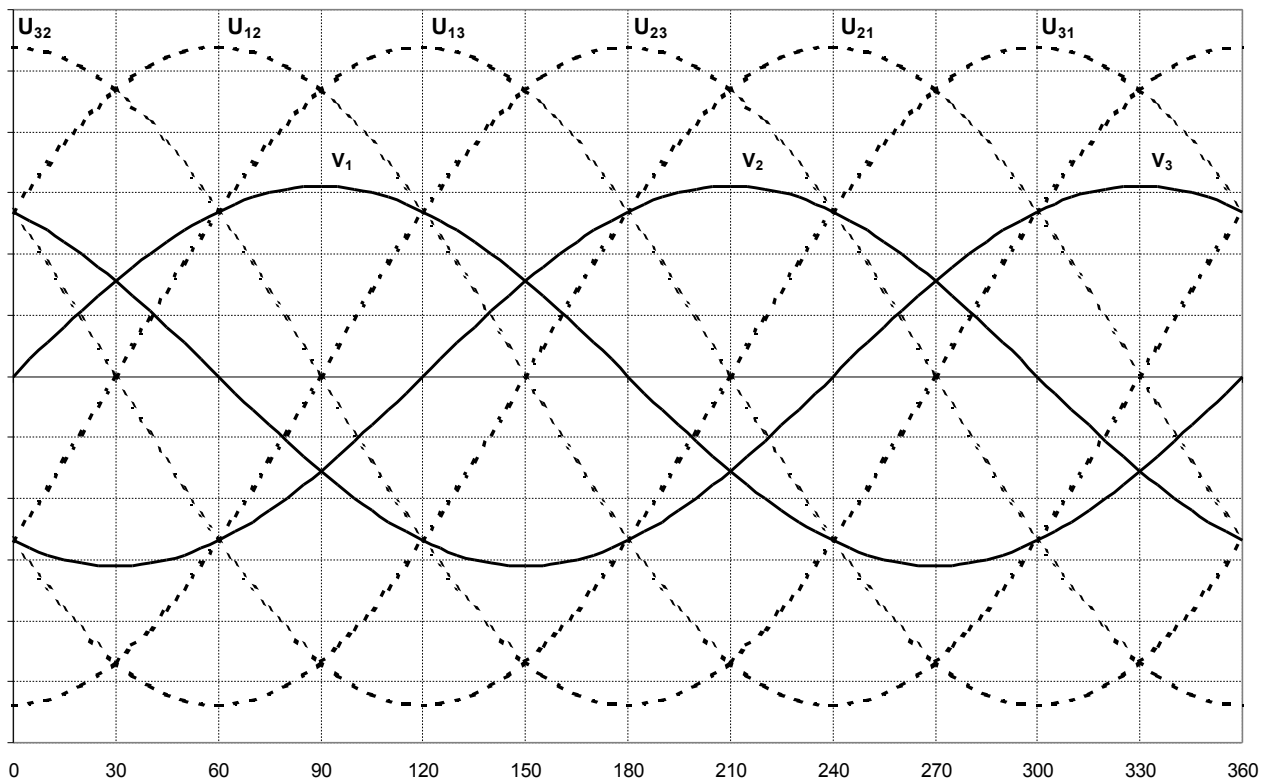
3/ Pour  $\alpha = \frac{\pi}{6}$ , tracez la forme d'onde en sortie d'un pont, puis aux bornes d'une valve de thyristor. Donnez, en fonction de  $\alpha$  la tension directe aux bornes d'une valve à l'amorçage  $V_T$ .

4/ On impose  $V_T > 50V$ . En déduire la valeur minimale de l'angle de retard à l'amorçage  $\alpha_{min}$ . Ce résultat est-il cohérent avec la valeur préconisée à la question 1?

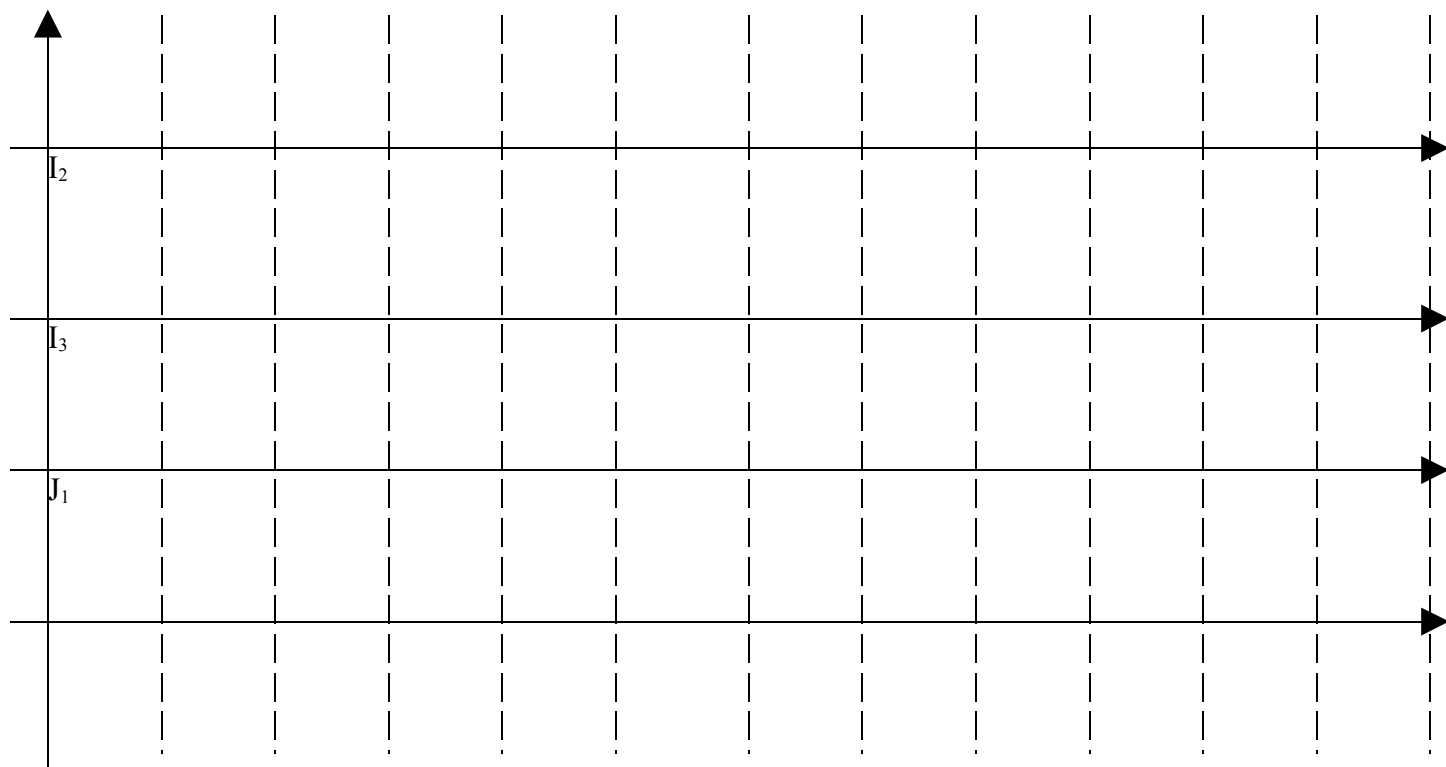
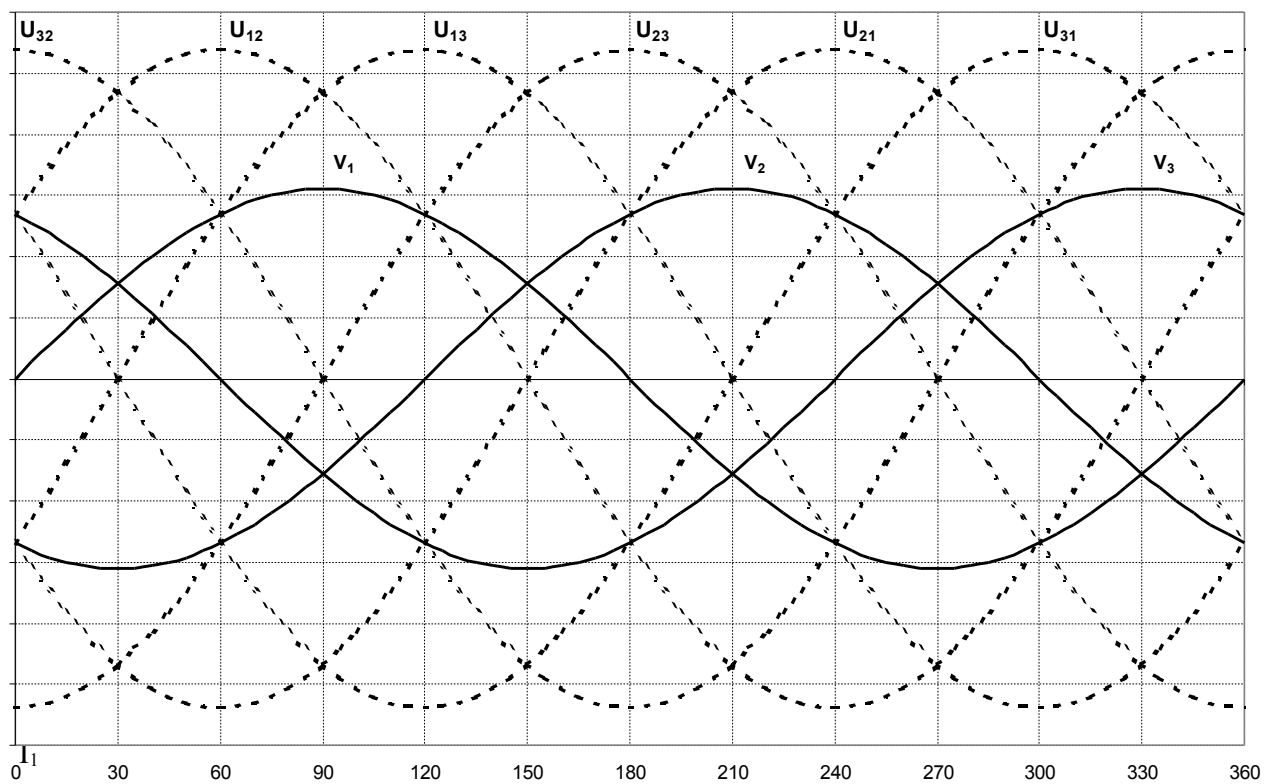
Réseau triphasé



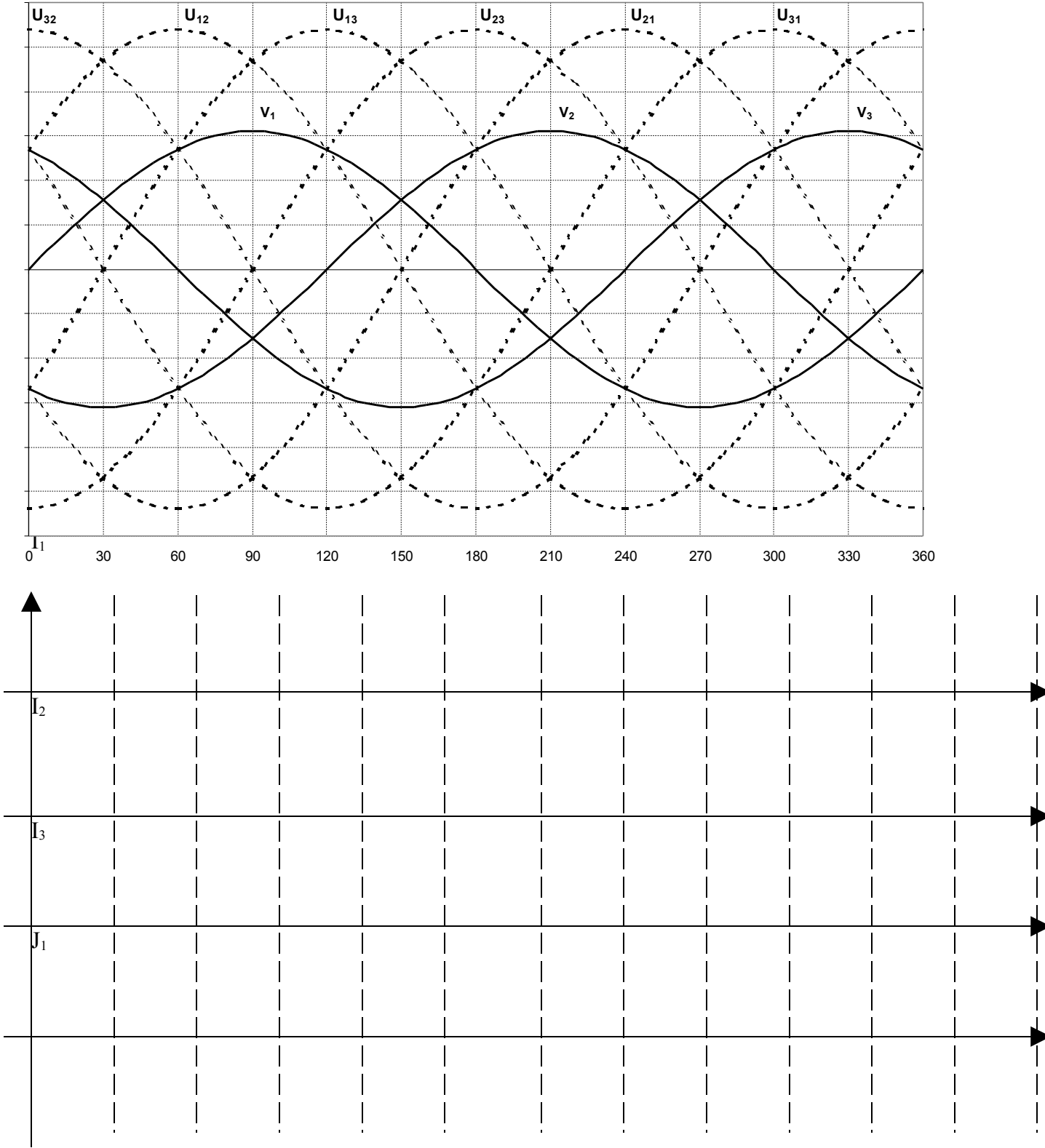
Réseau triphasé



# Réseau triphasé



Réseau triphasé



Réseau triphasé

