

TRAVAUX DIRIGÉS ETENP - MÉMENTO

cours et solutions sur www.numlor.fr/elearning/etenp

1 Formules utiles

$$x_{moy} = \frac{1}{T} \int_{t_0}^{t_0+T} x(t) dt$$

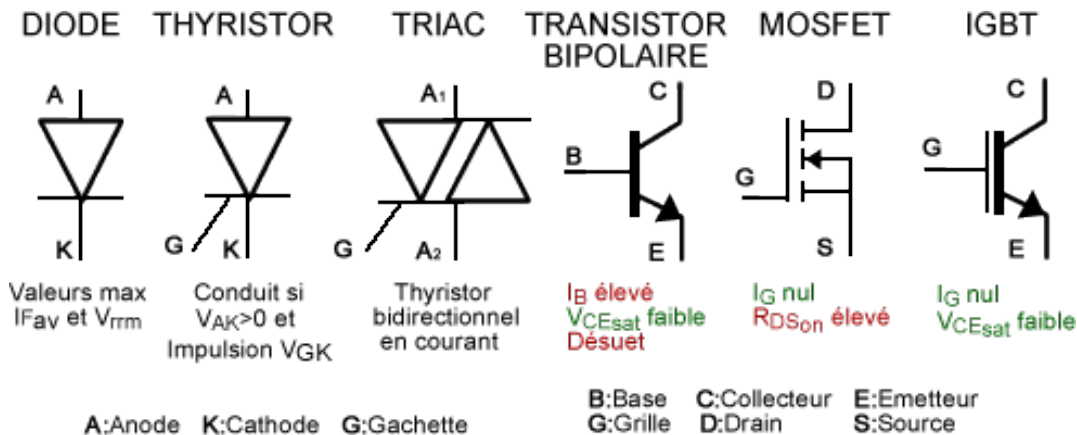
$$x_{eff} = \sqrt{\frac{1}{T} \int_{t_0}^{t_0+T} x^2(t) dt}$$

$$P_{moy} = \frac{1}{T} \int_{t_0}^{t_0+T} u(t)i(t) dt$$

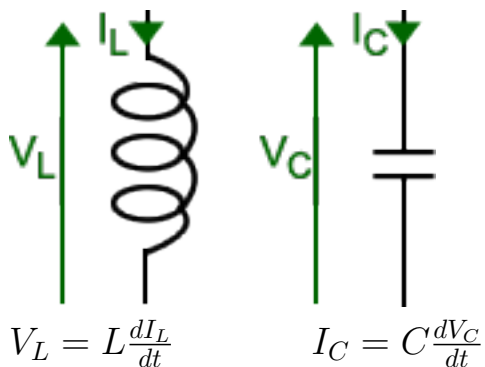
$S = V_{eff} I_{eff}$ en monophasé — $S = \sqrt{3} U_{eff} I_{eff} = 3 V_{eff} I_{eff}$ en triphasé

$$f_p = \frac{P}{S}$$

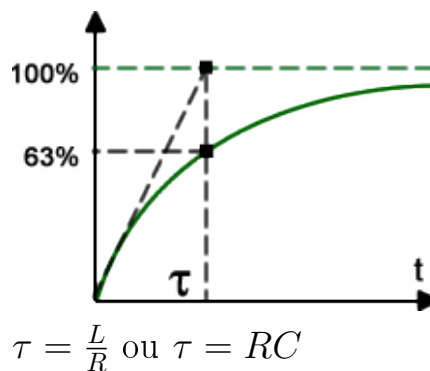
2 Composants actifs



3 Composants passifs

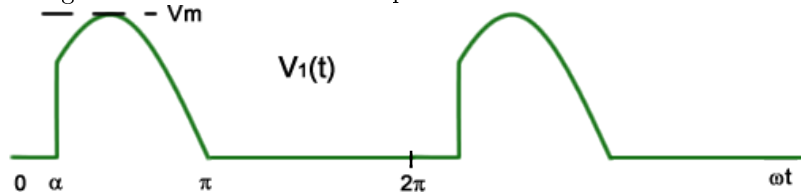


4 Exponentielle



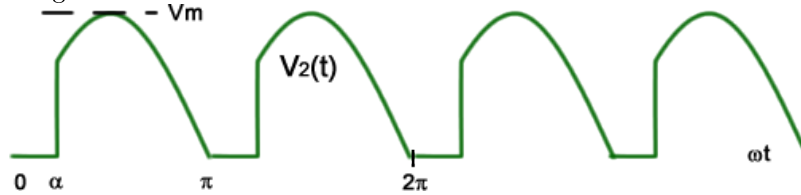
TD1 Calcul de valeurs moyennes et efficaces

1. Signal redressé commandé simple alternance



Exprimer V_{1moy} puis V_{1eff} en fonction de α

2. Signal redressé commandé double alternance



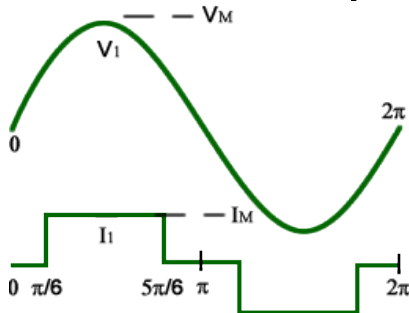
Exprimer V_{2moy} puis V_{2eff} en fonction de α

3. Calculer et tracer les facteurs de forme f_{f1} et f_{f2} de V_1 et V_2 pour α variant de 0 à π (*i* : *rappel* $f_f = \frac{V_{eff}}{V_{moy}}$)

4. Calculer et tracer les facteurs de crête f_{c1} et f_{c2} de V_1 et V_2 pour α variant de 0 à π (*i* : *rappel* $f_c = \frac{V_{max}}{V_{eff}}$)

TD2 Calcul de puissances

Les courant et tension sur la phase 1 d'un pont de diodes triphasé fonctionnant en conduction continue sont :



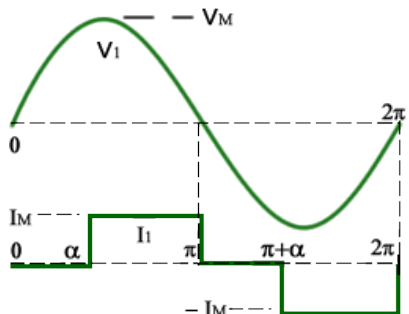
1. Calculer V_{1eff} et I_{1eff}

2. Calculer la puissance active absorbée par la phase 1

3. Calculer le facteur de puissance fp ($= \frac{P}{S}$) en entrée du pont triphasé

TD3 Calcul de puissances

Les courant et tension en entrée d'un pont mixte monophasé fonctionnant en conduction continue sont :



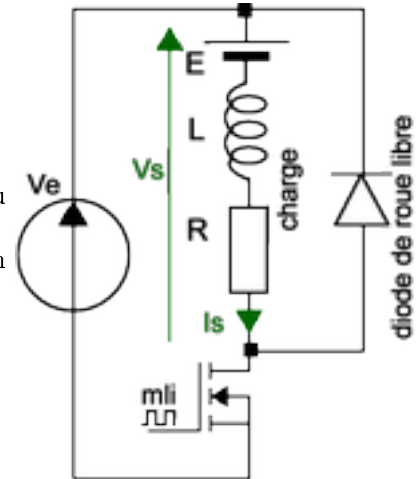
1. Calculer V_{1eff} et I_{1eff} en fonction de α

2. Calculez la puissance active absorbée par le pont

3. Calculez le facteur de puissance fp ($= \frac{P}{S}$) en entrée du pont

TD4 Hacheur

La charge RLE représente un moteur à courant continu, la commande du transistor en MLI permet de faire varier sa vitesse.
 Le transistor et la diode sont supposés parfaits et seront modélisés par un circuit ouvert ou circuit fermé.
 La conduction est continue

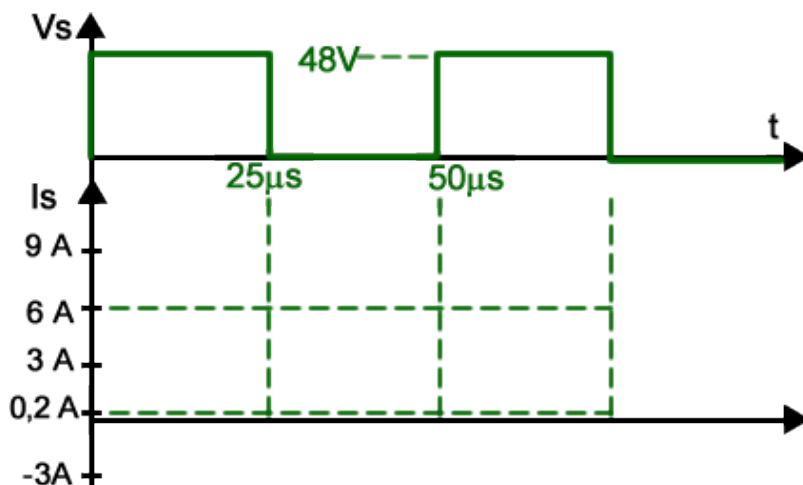


1. Représenter les 2 schémas équivalents de l'ensemble en modélisant diode et transistor lorsque le transistor est passant puis bloqué.
2. Que vaut la valeur asymptotique finale du courant dans la charge $I_{M\infty}$ lorsque le transistor est passant ?
 Que vaut la valeur asymptotique finale du courant dans la charge $I_{m\infty}$ lorsque le transistor est bloqué ?
3. Exprimer $V_{S\text{moy}}$ en fonction de V_e et du rapport cyclique α
4. En écrivant la loi des mailles dans la charge et en utilisant une propriété des inductances, exprimer $I_{S\text{moy}}$ en fonction de V_e , E , R et α

5. Caractéristiques du moteur
 $R=4\Omega$
 $E=12\text{ V}$ à la vitesse de l'essai
 $k_T=0,1\text{ Nm/A}$
 $L=100\mu\text{H}$
 $I_{\text{max}}=6\text{A}$
 $k_E=0,1\text{ V/(rd/s)}$

Caractéristiques de la commande
 $V_E=48\text{V}$
 $f_c=20\text{kHz}$
 $\alpha=0.5$

Les valeurs extrêmes du courant dans le moteur sont $I_{\text{max}}=5,8\text{A}$, $I_{\text{min}}=0,2\text{A}$;
 Calculer la constante de temps, puis tracer précisément l'évolution du courant dans le moteur sur une période de commande :



6. Comment évolue la vitesse du moteur si le couple résistant diminue (α restant inchangé)? Comment évolue alors $I_{S_{moy}}$? La conduction reste-t-elle continue?

7. En conduction discontinue, tracer l'allure de la tension et du courant dans le moteur

8. On rappelle les relations caractéristiques du moteur à courant continu :

$$E = k_E \Omega \text{ et } C = k_T I_{moy}$$

En conduction continue, exprimer le couple C en fonction de Ω et α

Tracer le réseau de caractéristiques mécaniques $C=f(\Omega)$ pour $\alpha = 0,2$, $\alpha = 0,5$ et $\alpha = 1$

Caractéristiques du moteur

$$R = 4\Omega$$

$E = 12 \text{ V}$ à la vitesse de l'essai

$$k_T = 0,1 \text{ Nm/A}$$

$$L = 100\mu\text{H}$$

$$I_{max} = 6\text{A}$$

$$k_E = 0,1 \text{ V/(rd/s)}$$

Caractéristiques de la commande

$$V_E = 48\text{V}$$

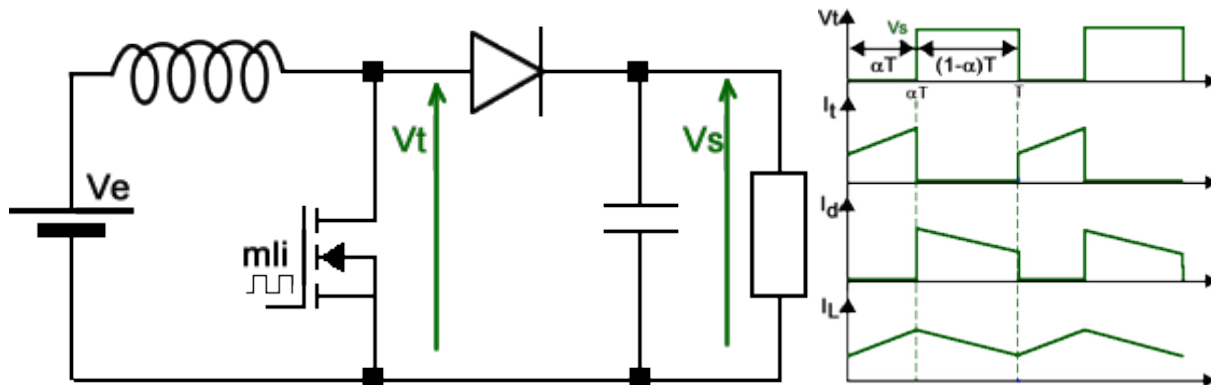
$$f_c = 20\text{kHz}$$

$$\alpha = 0,5$$

TD5 Hacheur élévateur

Dans cet exercice, sauf indication contraire, la conduction sera supposée continue : Le courant dans l'inductance ne s'annule jamais.

La tension de sortie sera supposée constante.



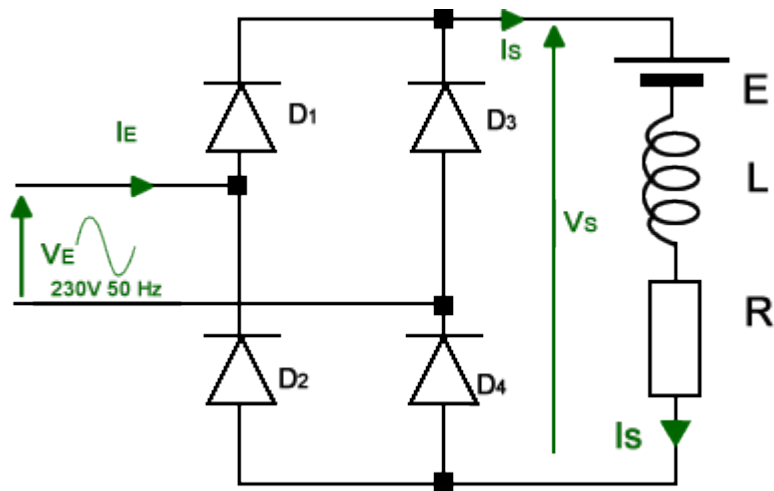
1. La tension V_e vaut 200V, on désire une tension de sortie V_s de 500V. Déterminez le rapport cyclique α nécessaire (*i* : la tension moyenne aux bornes d'une inductance est toujours nulle)

2. La fréquence de découpage est $f_c = 100\text{kHz}$, la valeur de l'inductance est $L = 1\text{mH}$ Calculez l'ondulation de courant ΔI dans l'inductance

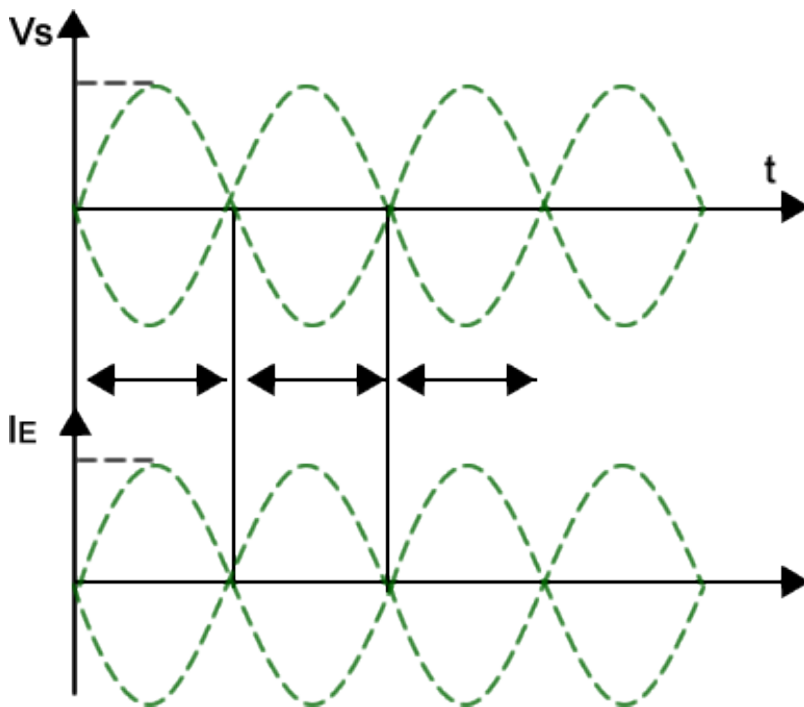
3. Que se passe-t-il si le courant consommé par la charge devient inférieur à 1,2 A? (étude complexe)

TD6 Redressement monophasé non commandé

On considère un pont de diode monophasé, connecté au réseau 230V 50Hz et débitant sur une charge RLE, avec $R=4.66 \Omega$



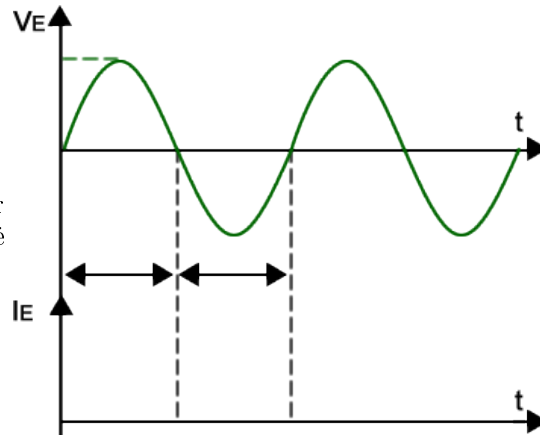
1. $L=0$ et $E=0$; Tracer $V_S(t)$, les intervalles de conduction de D_1 D_2 D_3 D_4 et $I_E(t)$



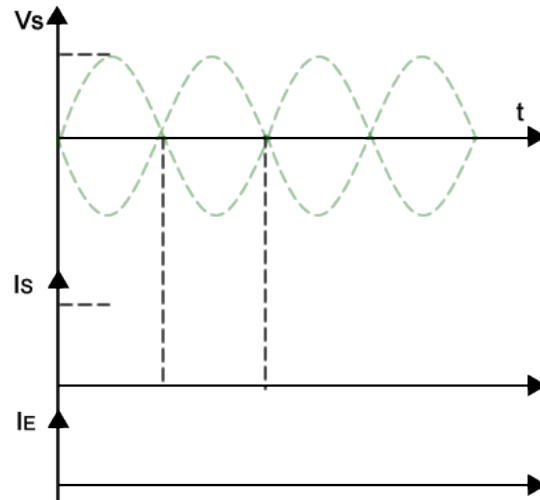
2. Calculer $V_S moy$ la valeur moyenne de la tension de sortie

3. Dimensionner les diodes

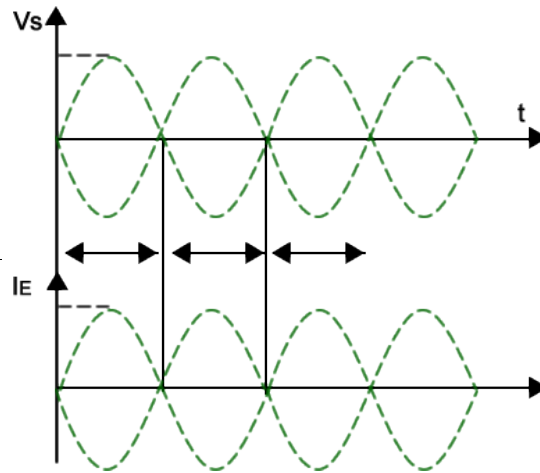
4. L'inductance possède une valeur suffisante pour que le courant de sortie soit parfaitement lissé (=constant), tracer $I_E(t)$



5. $L=0$ et $E=100V$.
Tracer $V_s(t)$, $I_s(t)$ et $I_E(t)$

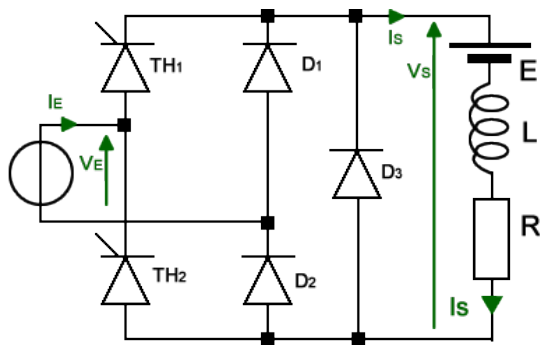


6. La diode D_3 est HS, toujours bloquée.
Tracer $V_s(t)$ et $I_s(t)$ dans les conditions de la question 1

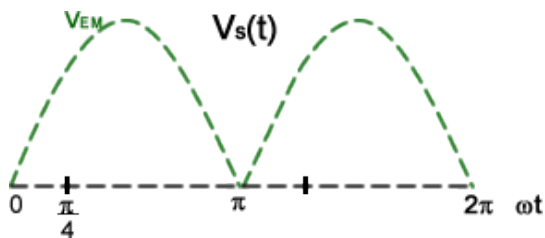


TD7 Pont mixte monophasé

Un pont mixte monophasé asymétrique relié au réseau 230V 50Hz alimente un moteur à courant continu modélisé par une charge RLE

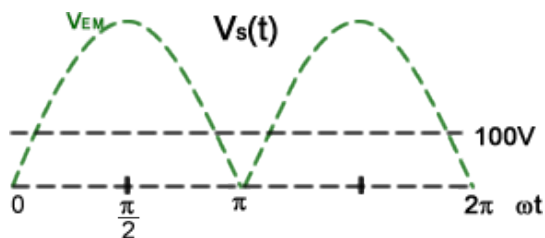


1. En conduction continue, représenter l'allure de $V_S(t)$ ainsi que les intervalles de conduction de tous les semi-conducteurs pour $\alpha=45^\circ$
Comparez aux intervalles de conduction du pont symétrique vus en cours

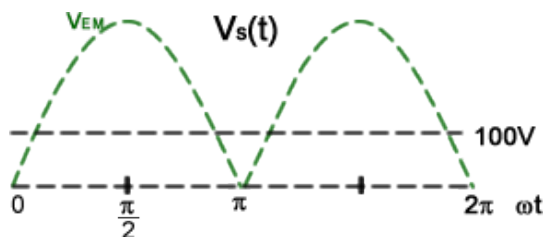


2. En conduction continue, $E=100V$, $L=10mH$, $R=10\Omega$ et $\alpha=60^\circ$ Calculer V_{smoy} , I_{smoy} puis la puissance envoyée à la fcm E (puissance électromagnétique)
Comment calculerait-on la puissance dissipée dans la résistance?

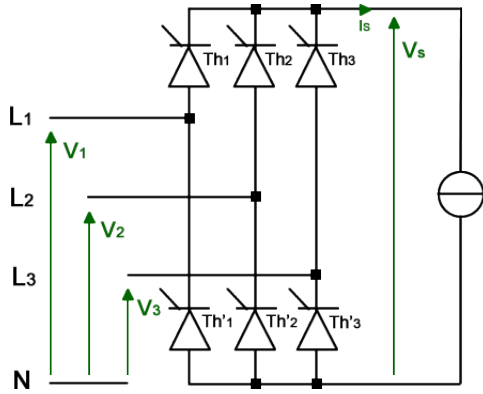
3. En conduction discontinue, pour $E=100V$, $L=0$, $R=10\Omega$ et $\alpha=90^\circ$ tracez $V_S(t)$ et $I_S(t)$



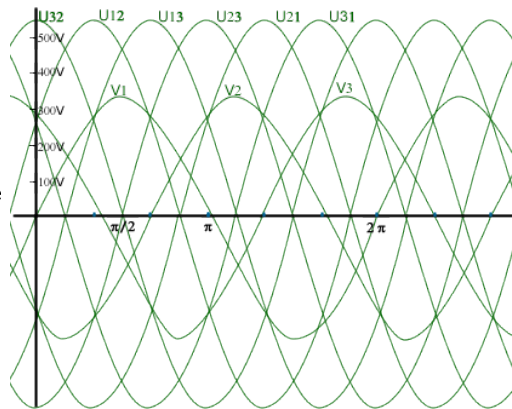
4. Pour $\alpha=60^\circ$ et pour une valeur de L non nulle mais insuffisante pour assurer une conduction continue, représentez l'allure de $V_S(t)$, $I_S(t)$, $I_E(t)$



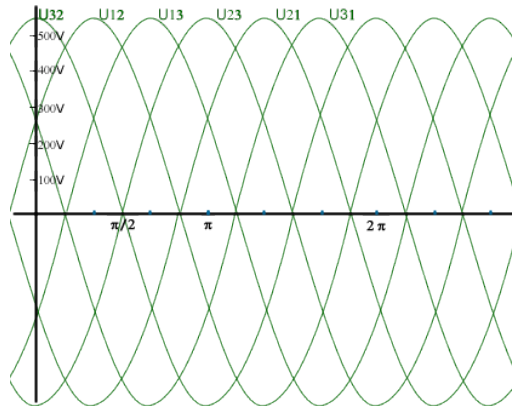
TD8 Pont triphasé commandé



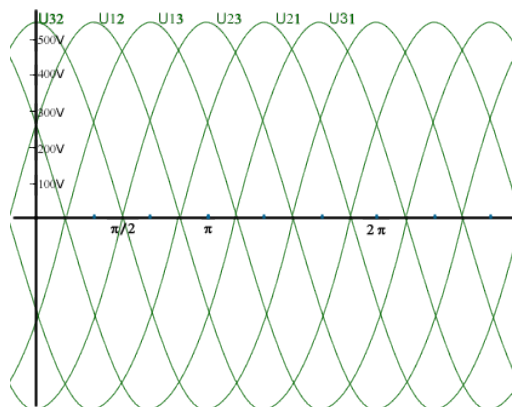
1. En conduction continue, représentez les intervalles de conduction des thyristors puis la tension de sortie V_S pour un angle de retard à l'amorçage $\alpha = 30^\circ$



2. Calculez $V_{S_{moy}}$ pour $\alpha = 30^\circ$



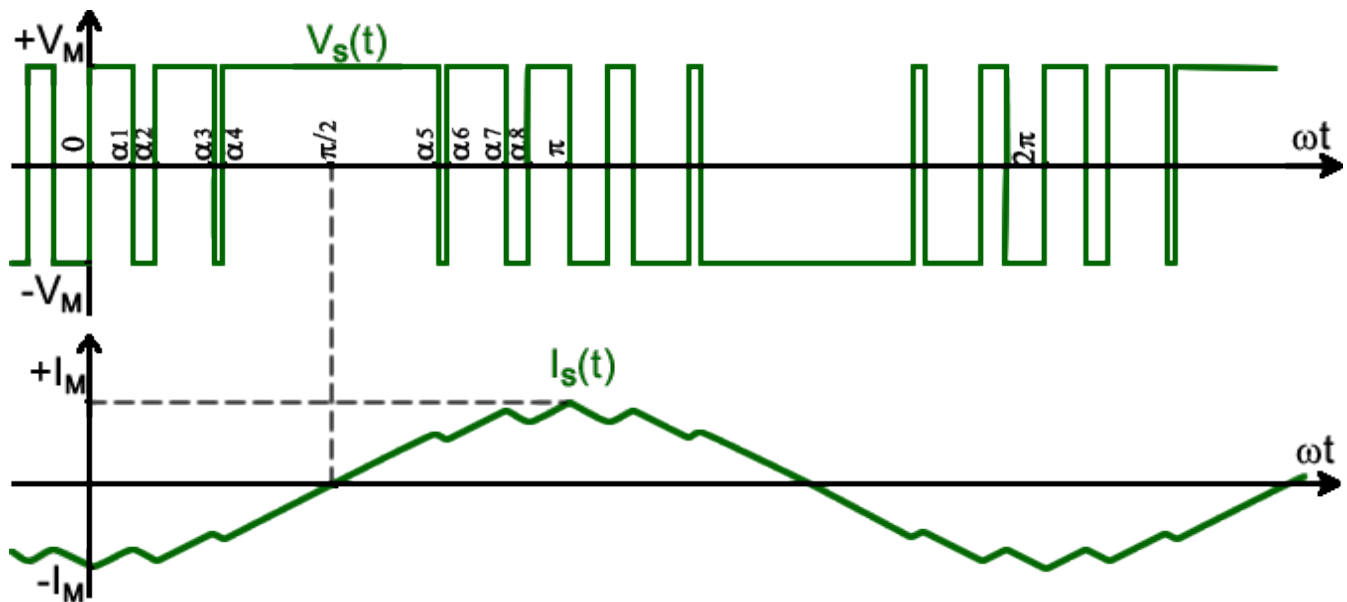
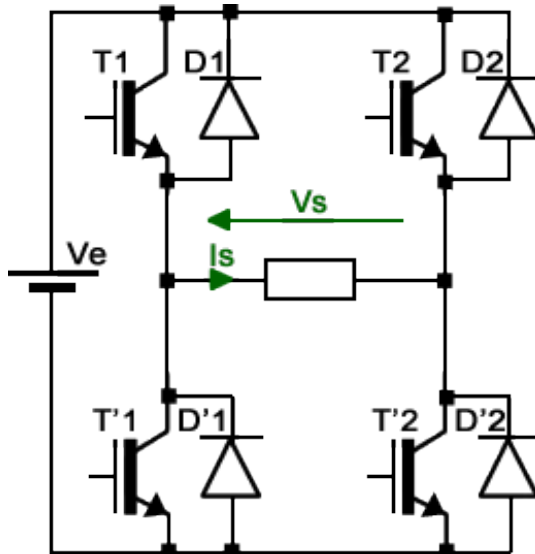
3. Représentez la tension V_{AK} aux bornes de Th1 pour $\alpha = 30^\circ$



4. Représentez la tension de sortie V_S lorsque le thyristor Th2 est hors service, toujours bloqué. ($\alpha = 30^\circ$)

TD9 Onduleur monophasé

L'observation des formes d'ondes de $I_s(t)$ et $V_s(t)$, en sortie d'un onduleur 50Hz, fait apparaître un courant lissé, formé d'une sinusoïde de période T sur laquelle se superpose une ondulation sensiblement triangulaire d'amplitude faible.



1. Complétez le tableau des intervalles de conduction des 8 semi-conducteurs sur une demi période $[0..π]$ des signaux de sortie

| $0..α_1$ | $α_1..α_2$ | $α_2..α_3$ | $α_3..α_4$ | $α_4..π/2$ | $π/2..α_5$ | $α_5..α_6$ | $α_6..α_7$ | $α_7..α_8$ | $α_8..π$ |
|----------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|----------|
| D1 | | | | | | | | | |
| D'2 | | | | | | | | | |

2. Déterminer les valeurs maximales des tensions et courants supportés par les transistors et les diodes. Déduire les critères de choix de ces composants. Choisira-t-on des diodes classiques ou rapides ?

3. Estimez le déphasage entre le fondamental de la tension et le fondamental du courant. La charge est donc de type résistive, inductive ou capacitive ?