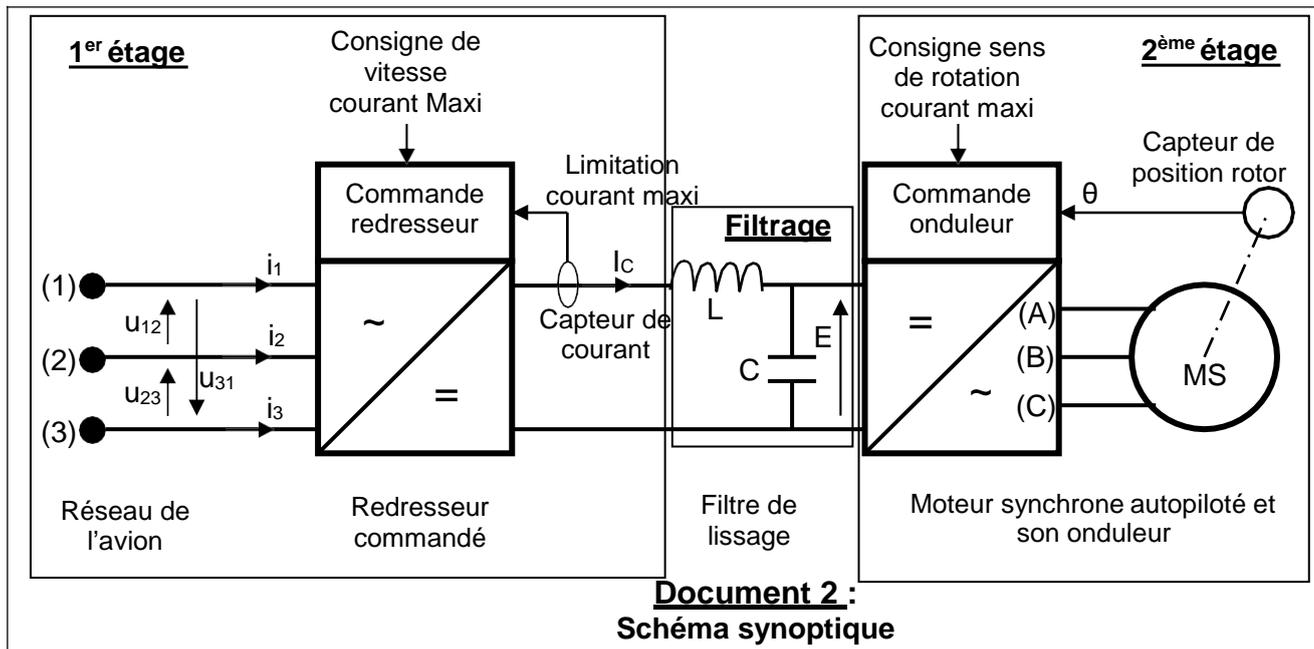


PARTIE 2 : ÉTUDE ÉLECTRIQUE

Chaque moteur électrique est un moteur synchrone autopiloté (moteur "brushless"), dont le rotor est constitué d'aimants permanents à haute performance, et dont le stator est constitué de trois enroulements, chargés de créer un champ magnétique tournant entraînant le rotor.

Chaque moteur est associé à un convertisseur statique constitué de deux étages, dont le schéma synoptique global est présenté sur le **document 2** .



Le premier étage du convertisseur est chargé d'opérer, à partir du réseau de l'avion, une conversion alternatif \rightarrow continu. Cette conversion, réalisée par redressement commandé, fournit une tension redressée réglable en fonction de la vitesse désirée du moteur (consigne de vitesse).

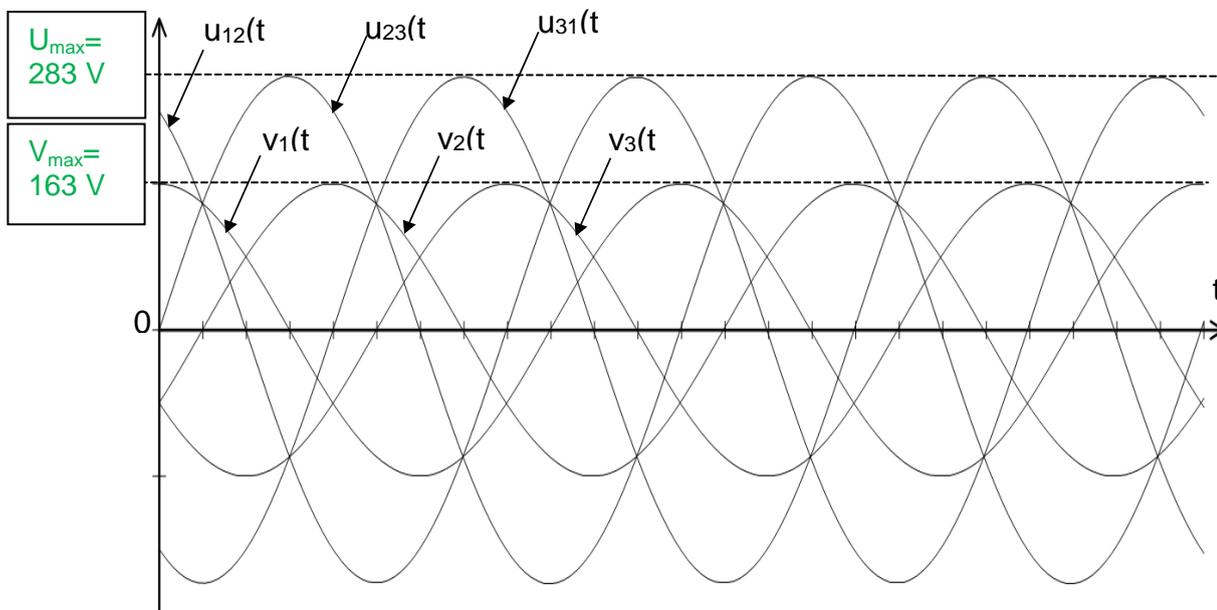
Le second étage est un onduleur triphasé, chargé d'élaborer les tensions appliquées aux trois enroulements statoriques du moteur. Un capteur de position angulaire du rotor assure le pilotage de l'onduleur.

Entre les deux étages se trouve un filtre (L et C), dont le rôle est de lisser la tension fournie par le redresseur commandé, et de lisser également le courant consommé par l'onduleur.

1 - Étude du 1^{er} étage : conversion alternatif \rightarrow continu

L'APU de l'avion alimente le réseau électrique triphasé **115/200 V - 400 Hz** de l'appareil. Les tensions simples v_1, v_2, v_3 et les tensions composées u_{12}, u_{23} et u_{31} de ce réseau sont représentées en fonction du temps sur le **document réponse n° 1 page 6/7**.

Q.1 - Sur le **document réponse n° 1 page 6/7 à rendre avec la copie**, dans les deux cases prévues à cet effet, indiquer les valeurs numériques des tensions correspondant aux ordonnées représentées en pointillés.



$$U_{\max} = U \times \sqrt{2}$$

Le redresseur commandé est alimenté par le réseau électrique de l'avion. Ce redresseur commandé se comporte vis-à-vis du réseau comme une **charge résistive équilibrée**.

Lorsque le dispositif est utilisé à sa puissance maximale, le redresseur commandé consomme une puissance active $P_c = 35 \text{ kW}$.

Q.2 - Quelle est la valeur du facteur de puissance du redresseur commandé ? (Justifier).

Le redresseur commandé se comporte comme une charge résistive équilibrée donc

$$k = \cos(\varphi) = 1$$

Q.3 - Exprimer puis calculer la valeur efficace I_1 de l'intensité du courant i_1 appelé sur la phase 1.

Charge équilibrée: $I_1 = I_2 = I_3$

$P_c = P_1 + P_2 + P_3$ et $P_1 = P_2 = P_3$

Donc $P_1 = P_c/3$

$$P_1 = UI\sqrt{3} \cos(\varphi)$$

$$I_1 = \frac{P_1}{U\sqrt{3}}$$

$$\text{A.N : } I_1 = \frac{35 \cdot 10^3}{3 \times 200 \sqrt{3}}$$

$$I_1 = 34 \text{ A}$$

Q.4 - Compléter le second graphe du **document réponse n° 1 page 6/7 à rendre avec la copie** en représentant l'allure de l'intensité du courant i_1 , **en concordance de temps avec le premier graphe**.

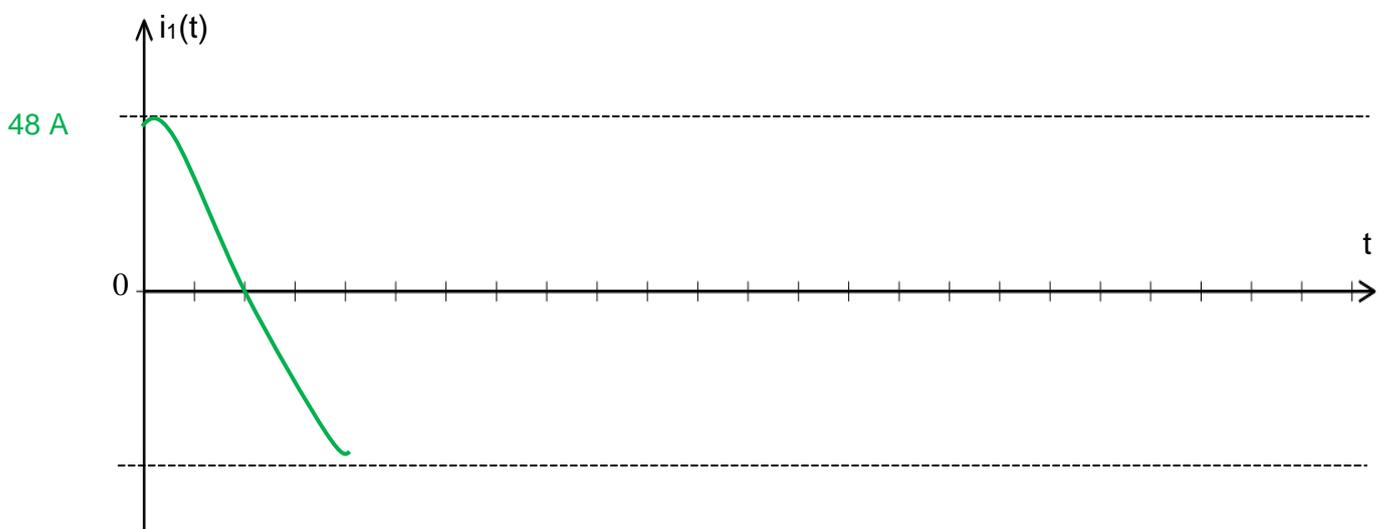
$$I_{1 \max} = I_1 \times \sqrt{2}$$

AN:

$$I_{1 \max} = 34 \times \sqrt{2}$$

$$I_{1 \max} = 48 \text{ A}$$

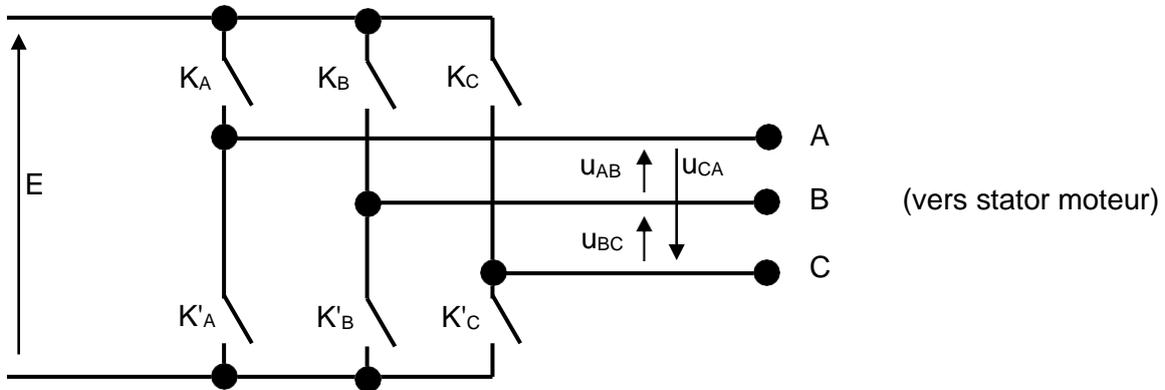
Il n'y a pas de déphasage: v_1 et i_1 sont en phase:



Q.5 - La cellule LC doit-elle réaliser un filtrage passe-bande, passe-bas, ou passe-haut ?

La cellule LC doit réaliser un filtrage passe-bas pour laisser passer la tension continu.

2 - Étude du 2^{ème} étage : conversion continu → alternatif



L'onduleur triphasé comprend trois voies (A, B et C), chacune constituée de deux interrupteurs électroniques K et K', commandés de façon complémentaire : lorsque K est fermé, K' est ouvert, et inversement.

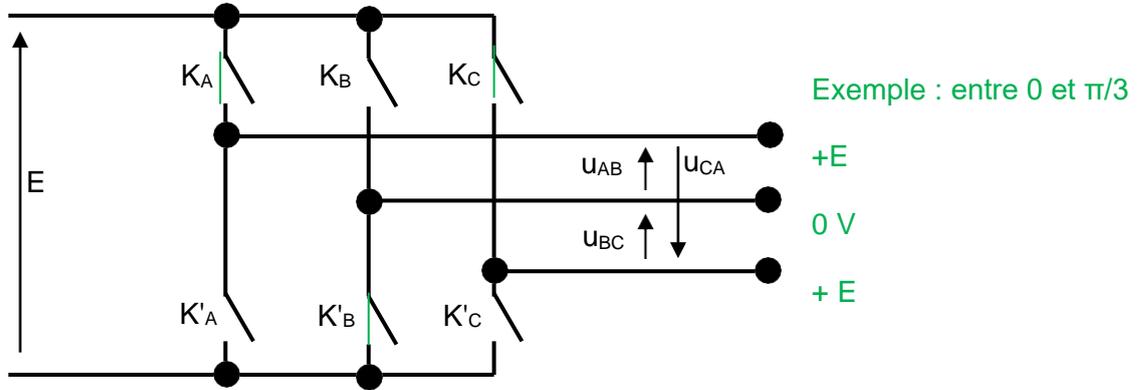
La séquence de commande des six interrupteurs est déroulée en fonction de la position angulaire de l'axe du moteur. Le stator engendre alors un champ magnétique tournant qui entretient la rotation du rotor.

Cette séquence de commande figure sur le **document réponse n° 2 page 7/7 à rendre avec la copie**, ainsi que la forme d'onde de la tension composée $u_{AB}(\theta)$ engendrée.

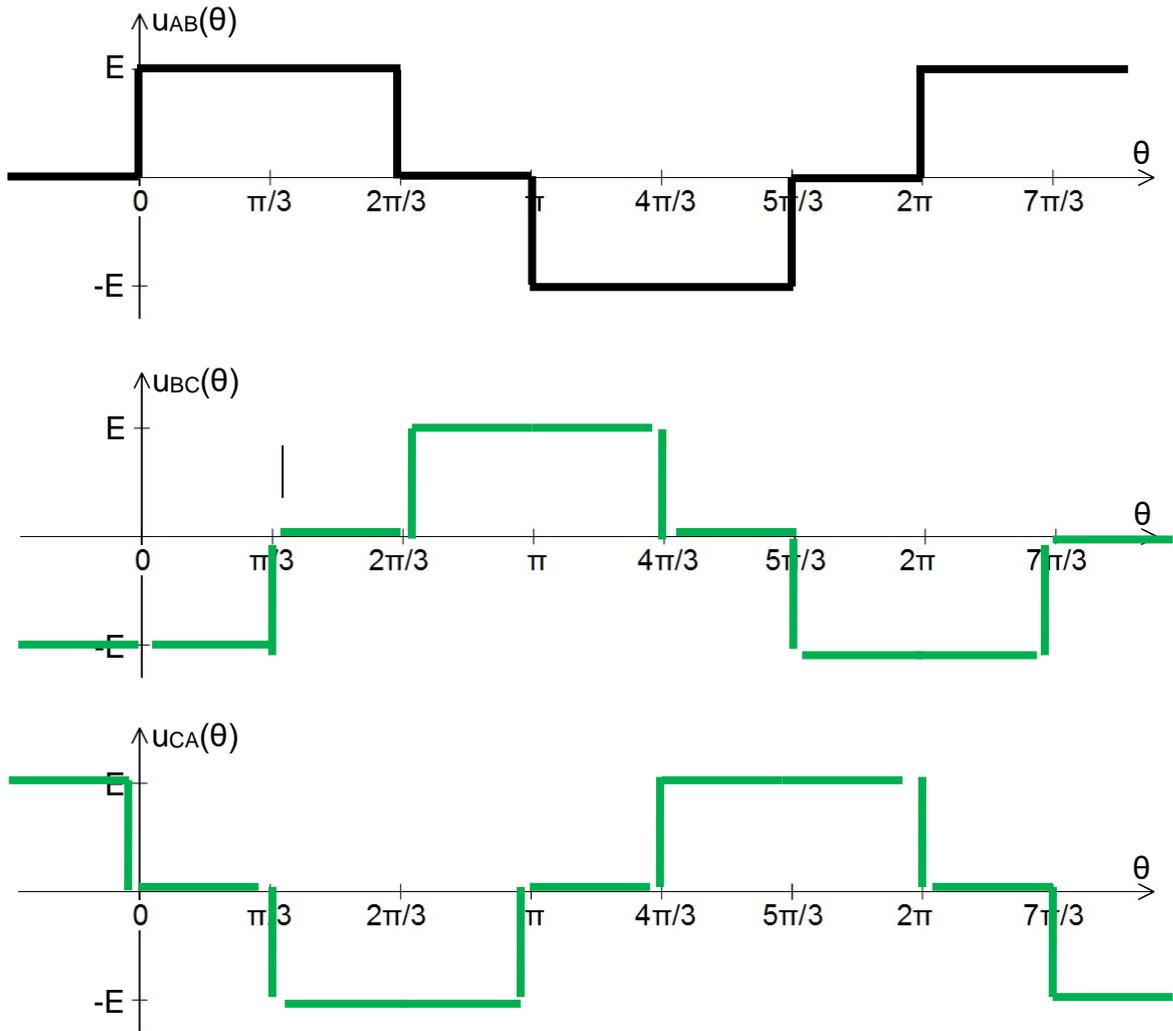
Q.6 - Compléter les diagrammes du **document réponse n° 2 page 7/7 à rendre avec la copie** en y représentant les formes d'onde des tensions composées $u_{BC}(\theta)$ et $u_{CA}(\theta)$.

Séquence de commande des interrupteurs :

θ (rad)	0	$\pi/3$	$2\pi/3$	π	$4\pi/3$	$5\pi/3$	2π	$7\pi/3$
K_A	Ouvert	Fermé			Ouvert			Fermé
K'_A	Fermé	Ouvert			Fermé			Ouvert
K_B	Ouvert			Fermé			Ouvert	
K'_B	Fermé			Ouvert			Fermé	
K_C	Fermé	Ouvert			Fermé			Ouvert
K'_C	Ouvert	Fermé			Ouvert			Fermé



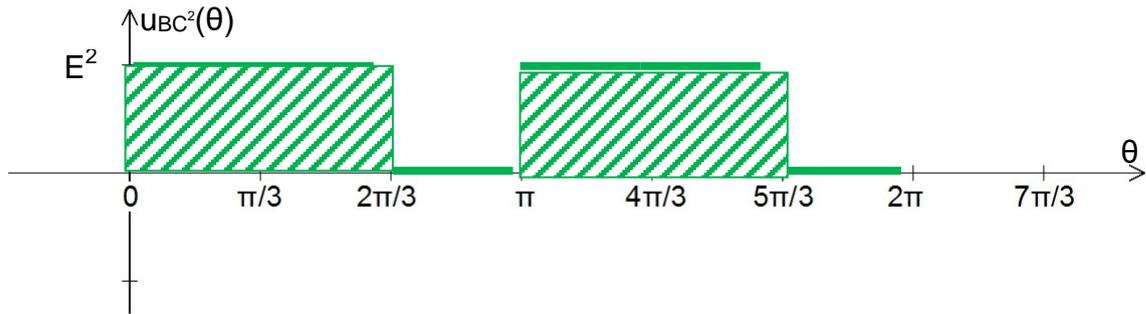
Diagrammes :



Q.7 - Pour un régime de fonctionnement donné, la tension continue E vaut : $E = 150$ V. Montrer que la valeur efficace de la tension u_{AB} a pour expression :
l'application numérique.

La valeur efficace est égale à la valeur moyenne de la tension au carré

$$U_{AB} = \sqrt{\langle u^2 \rangle}$$



$$U_{AB} = \sqrt{\frac{\text{aire sous la courbe de } u^2}{T}}$$

$$U_{AB} = \sqrt{\frac{2 \times E^2 \times 2\pi/3}{2\pi}}$$

$$U_{AB} = \sqrt{\frac{2 \times E^2}{3}}$$

$$U_{AB} = \sqrt{\frac{2}{3}} E$$

A.N:

$$U_{AB} = \sqrt{\frac{2}{3}} 150$$

$$U_{AB} = 122 \text{ V}$$