L'épreuve comporte quatre exercices pouvant être traités indépendamment. Traiter chaque partie abordée de façon cohérente et ne pas se disperser dans l'ensemble.
Bonne Chance !

Exercice 1 : Modélisation Machine : Couple électromagnétique
On considère une machine asynchrone à rotor à cage dont le schéma équivalent à branche magnétisante commune est le suivant:

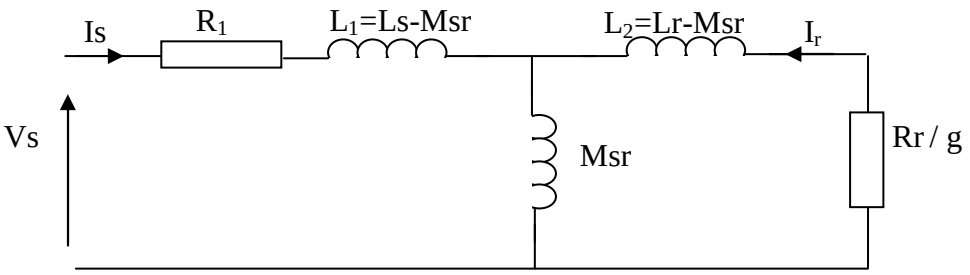


Schéma équivalent 1

1/ Donner le schéma équivalent aux fuites totalisées au rotor. Quelle condition faut-il remplir pour négliger la résistance stator R1 ?

2/ Montrer que $Ir = -\frac{1}{Rr}\frac{Msr}{Ls}\frac{V_S}{ws}\frac{wr}{1+j\cdot\sigma\cdot Tr\cdot wr}$ en supposant la résistance stator R1 négligeable. Que signifie Tr ?

3/ Sachant que la puissance transmise au rotor est $P_{TR} = Cem\cdot\Omega s = 3\frac{Rr}{g}Ir^2$

Montrer que le couple électromagnétique peut s'exprimer sous la forme : $Cem = K\cdot\phi s^2\cdot\frac{wr}{1+(\sigma\cdot Tr\cdot wr)^2}$

Exprimer K, ϕs : le flux stator.

4/ En déduire l'expression du couple électromagnétique maximal de la machine Cmax. Quel type de régulation il est important de faire afin de maintenir Cmax disponible quelque soit la fréquence.

Exercice 2 : Modélisation Machine : Fonctionnement en défluxage

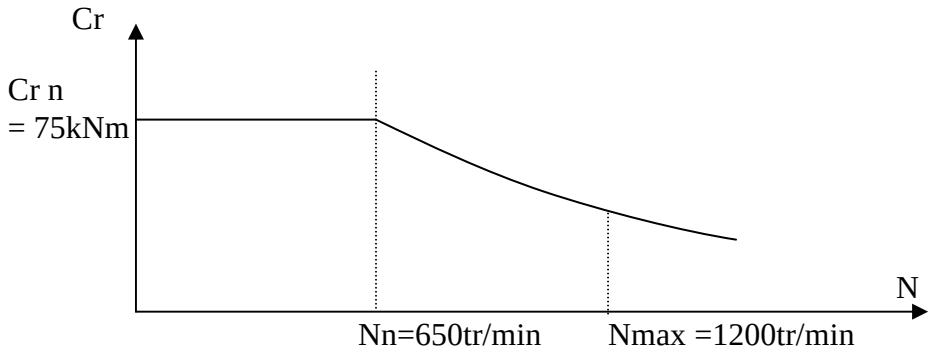
On donne l'expression du couple électromagnétique de la machine asynchrone :

$Cem = 2\cdot C\max\cdot\frac{1}{\frac{g}{g\max}+\frac{g\max}{g}}$ avec

$C\max = \frac{1}{2}\cdot K\cdot\Phi_s^{\ 2}\cdot\frac{1}{\sigma\cdot Tr}$; $g\max = \frac{1}{\sigma\cdot Tr\varpi s}$

On donne : $K = 385\Omega^{-1}$; $\Phi s = \frac{Vs}{\varpi s}$; $Usn = 3300V$; $fsn = 32.7Hz$; $Nn = 650tr/\min$; $N\max = 1200tr/\min$; $\sigma = 0.068$; $Tr = 1.39s$

1/ On souhaite maintenir la puissance du moteur constante entre la vitesse nominale Nn et la vitesse maximale Nmax en maintenant la tension stator constante Vs=Vsn. Comment appelle-t-on cette plage de fonctionnement? Comment évolue le couple maximal Cmax de la machine dans cette plage de fonctionnement entre Nn et Nmax ?
2/ Calculer le couple électromagnétique maximal de la machine aux points de fonctionnement Nn et Nmax.
3/ On utilise ce moteur dans le procédé ayant le couple résistant Cr suivant :

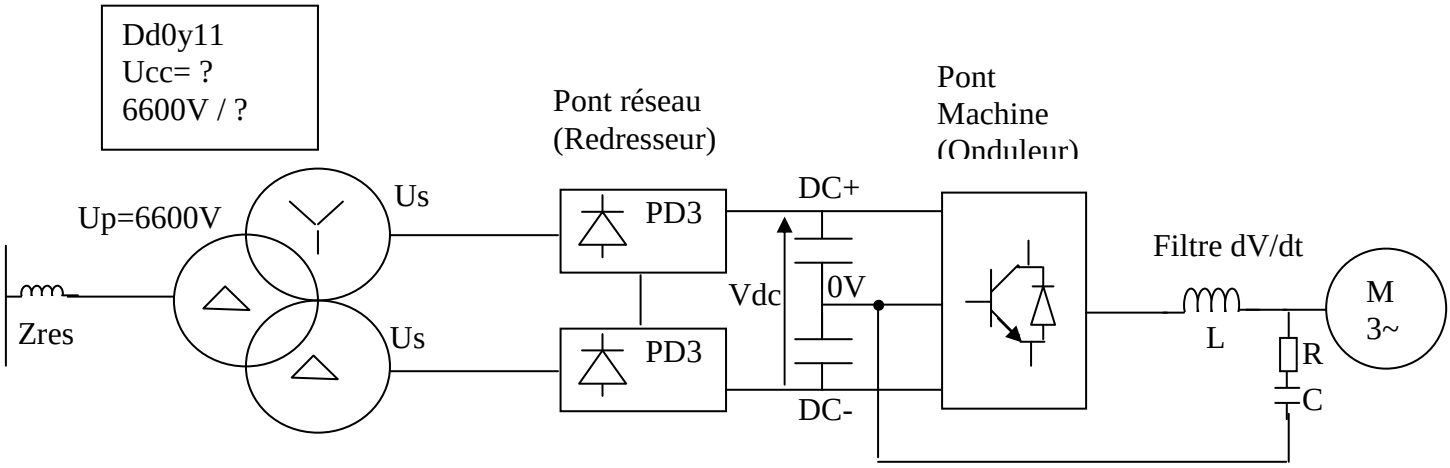


Calculer le couple de charge Cr à la vitesse maximale Nmax.

4/ Ce moteur convient-il pour ce procédé ? Justifier.

<u>Exercice 3</u> : Convertisseur : Pont Réseau

Soit le schéma d'alimentation de la machine asynchrone suivant :



1/ Comment appelle-ton le montage côté réseau ? A quoi sert ce transformateur à deux secondaires décalés de 30°?

2/ La tension nominale du moteur est de 3150V. La variation de tension du réseau est de ± 5%. Calculer la tension à chaque secondaire du transformateur afin de pouvoir fournir la tension nominale du moteur avec un taux de modulation maximal m=0.98 si le réseau est à son niveau bas.

Vdc=Ured1+Ured2 avec $Ured_i = \frac{3\sqrt{2}}{\pi} Us_i$

3/ La puissance de court-circuit du réseau est Scc=350MVA. La puissance de chaque secondaire du transformateur est de S_n=3500KVA.
L'impédance totale vue par chaque pont de diode est Ztot=Z_{res}+Z_{TR} . Montrer que

$$Ztot = \frac{Us^2}{Sn}\left(Ucc + \frac{Sn}{Scc}\right)$$

4/ Pour Ztot=10% de l'impédance de base $Zb = \frac{Us^2}{Sn}$, calculer l'Ucc du transformateur.

<u>Exercice 4</u> : Convertisseur : Pont Machine

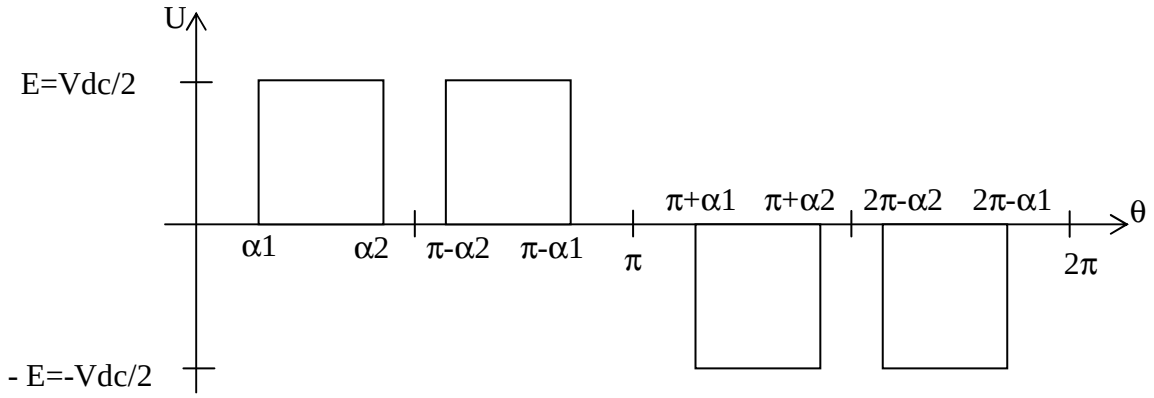
On alimente une machine asynchrone de caractéristiques :
Usn=3150V ; In=1250A ; fsn=40Hz
à l'aide d'un onduleur de tension 3 niveaux à base d'IGBT dont la tension du bus continu est de Vdc=4800V.

1/ Dessiner un bras de l'onduleur (une phase).
Compléter le tableau de commande du DR1.
Que signifie le sigle IGBT ? Quels sont les avantages de l'IGBT sur l'IGCT ?

2/ Calculer le taux de modulation m pour alimenter la machine à flux nominal à la fréquence stator 40Hz.

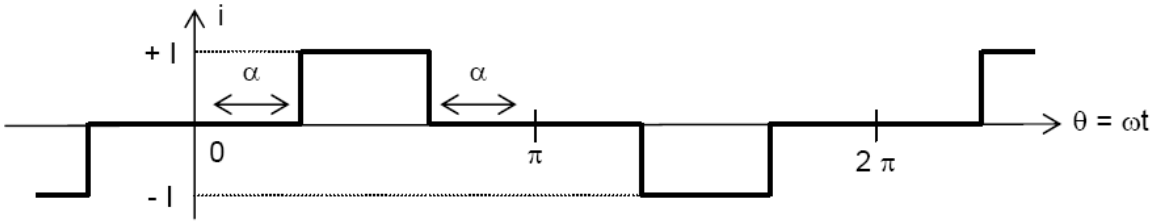
3/ On adopte une MLI de type H3. Que signifie cette MLI ?
Tracer sur le Document Réponse DR1 les impulsions de commande des composants de la phase U.
Tracer la forme d'onde du potentiel de la phase U sur le document réponse DR1.

4/ On adopte une MLI de type Synchrone pré-calculée 2 pulses. Le signal du potentiel de la phase U est :



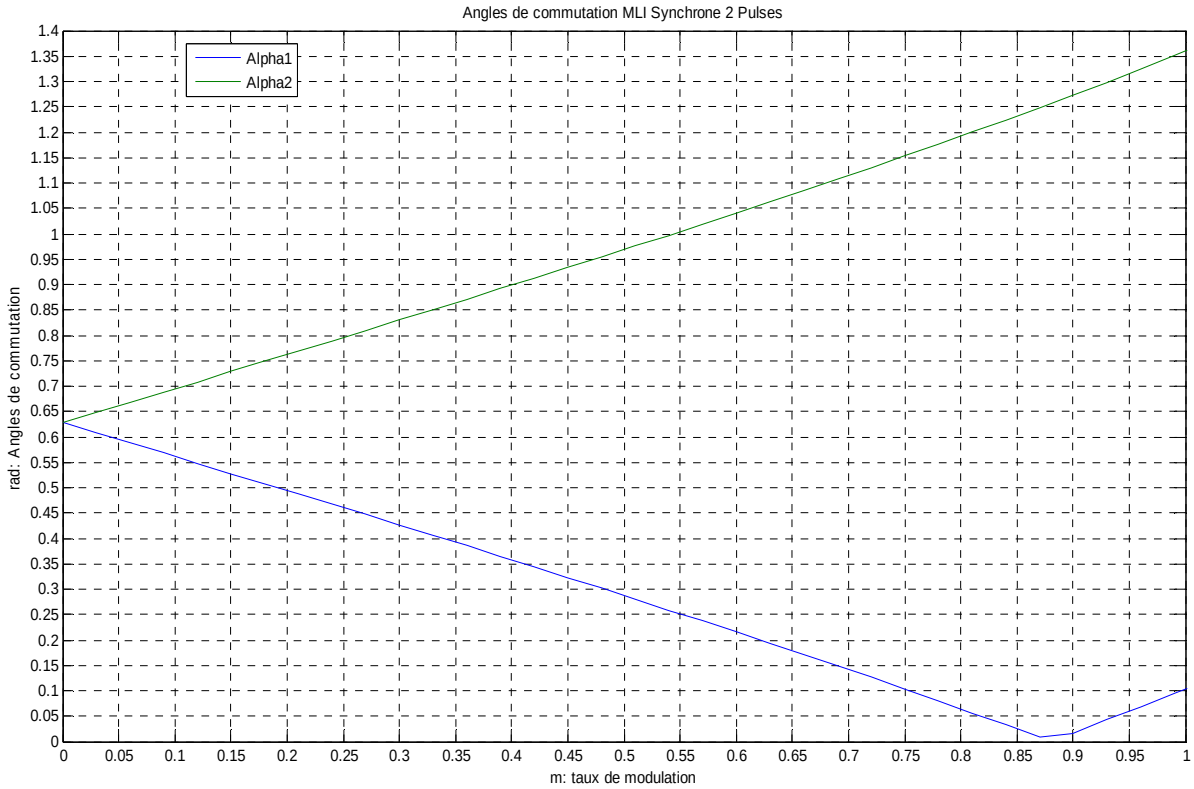
En vous aidant de la transformée de fourrier du signal en annexe 1, déduire l'expression de la décomposition en séries de Fourrier du signal U.
Ecrire le système d'équations permettant de calculer les angles α1 et α2 si on décide d'annuler l'harmonique 5.
Pour le taux de modulation calculé précédemment au point nominal (question 2), déterminer les angles α1 et α2 à partir de l'annexe 2.

Annexe 1:

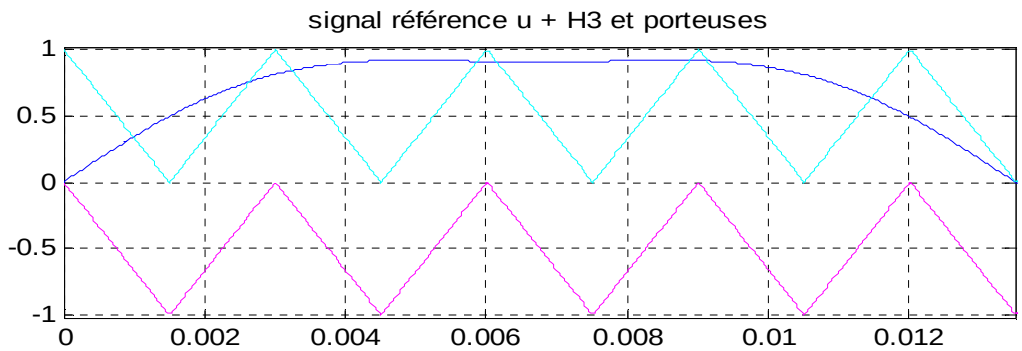
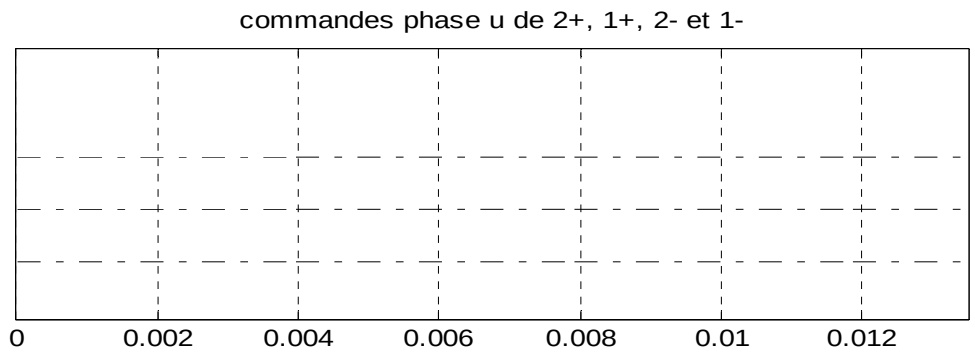
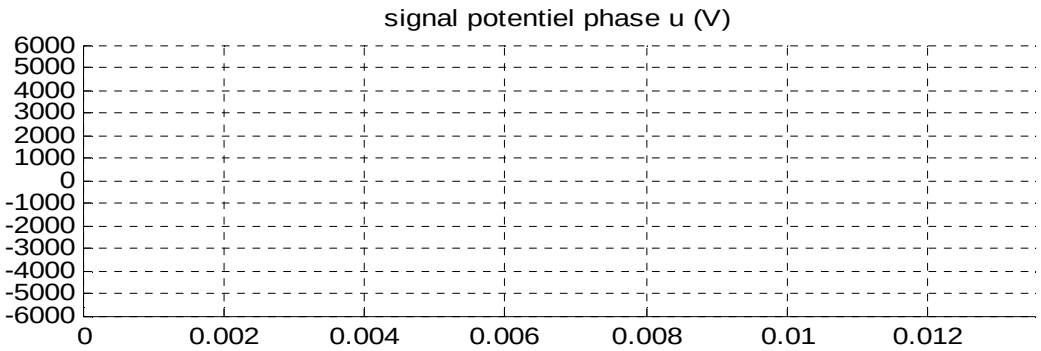


$$i(t) = \sum_{k=0}^{k=\infty} \frac{4 \cdot I}{\pi} \cdot \frac{\cos((2.k+1).\alpha)}{2.k+1} \cdot \sin((2.k+1).\omega.t)$$

Annexe 2 :



DR1

Nom :	Signature :
Prénom :	

Composants	Etats		
2+		Off	
1+			
2-		On	
1-			
Potentiel U	-Vdc/2		Vdc/2