

Travail Contrôlé

ENTRAINEMENT A VITESSE

VARIABLE

MACHINE ASYNCHRONE

Présenté à :

Dr. Ragi Ghosn

Préparé par :

Louis Saad

Antoine Sfeir

Groupe no 23

Tout au long de ce document le terme MAS désigne la Machine Asynchrone.

Les paramètres de la Machine Asynchrone utilisée :

Pn (kW)	Nn (tr/min)	Nb (tr/min)	Cn (N.m)	In (A)	J (Kg.m ²)	Cos(Φ) _n	Un (V)	P	Fréq (Hz)	Pm (W)
200	2972	3000	643	336	1.92	0.9	400	1	50	1300

1)

Ls (mH)	Lr (mH)	Msr (mH)	Imr _{ref,n} (A)	f	Cem _n (N.m)	Rs (mΩ)	Rr (mΩ)	σ	Tr	Ts
7.7	7.7	7.5	169.37	0.0132	647.17	7.2	7.2	0.0541	1.073	1.073

$$Imr_{ref\ n} = \frac{U_n \sqrt{2}}{M_{sr} \times 2\pi 50}$$

Les valeurs de Ls – Lr – Msr – f – Cem_n – Rs – Rr – σ – Tr – Ts ont été déjà calculées dans le projet de Machine Electrique -II-

2) Après implémentation d'une résistance rotorique variable en but de simuler l'effet du l'échauffement de la MAS, et en ne changeant les régulateurs, on a obtenu des résultats erronés, la MAS sera instable et on observe des vitesses énormes de rotations.

3) Ces correcteurs sont calculés en imposant un couple Cr₀ proportionnel à la vitesse (kc = Cn/Ω_n) comme perturbation sur la MAS.

Flux

La fonction de transfert du flux est la suivante : $H_f = \frac{1/R_s}{\sigma \cdot T_s \cdot Tr \cdot p^2 + (Ts + Tr)p + 1}$

Le correcteur de flux Cp sera un PI ($Kp \cdot \frac{\tau \cdot p + 1}{\tau \cdot p}$) conçue par la méthode de compensation de pôles.

Avec $Kp = 0,02 \cdot 3/Tr$

$\tau = \frac{-1}{\text{pole de } H_f}$ en prenant le pôle de Hf le plus petit en valeur absolue et donc $\tau \approx 2,1179$

On aura un temps de montée du flux à 95% de 755 ms

Couple

La fonction de transfert du couple est la suivante : $H_c = \frac{P \cdot Msr^2 \cdot Imr_{ref} / (Rs \cdot Lr)}{(\sigma \cdot Ts \cdot p + 1) \cdot (TfBF \cdot p + 1)}$, TfBF est la constante de temps du flux en boucle fermée. (temps de montée du flux / 3)

Le correcteur du couple Cc sera un PI ($Kc \cdot \frac{\tau \cdot p + 1}{\tau \cdot p}$) et puisque le couple ne sera impliqué qu'après que le flux s'établi, et donc on peut négliger la composante $\frac{1}{TfBF \cdot p + 1}$ de Hc.

On concevra Cc avec $Kc = 1,6 \cdot 3 \cdot \frac{1}{P \cdot Msr^2 \cdot Imr_{ref} / (Rs \cdot Lr)}$ et $\tau = 0,0055$

On aura un temps de montée du couple à 95% de 45.4 ms

Vitesse

La fonction de transfert de la vitesse est $H_{\Omega BO} = \frac{1}{(Jp+f)(1+T_{CBFP})}$, T_{CBFP} es la constante de temps du couple en boucle fermée. (temps de monté du couple / 3)

Le correcteur de vitesse sera un PI ($Kv \cdot \frac{\tau p + 1}{\tau p}$) conçue par la méthode de compensation de pôles en compensant le pôle mécanique (f/J) Et donc $Kv = 3$ et $\tau = \frac{J}{f}$, avec J le moment d'inertie de la MAS et f le coefficient de frottement visqueux On aura un temps de monté de la vitesse à 95% de 2.78 secondes.

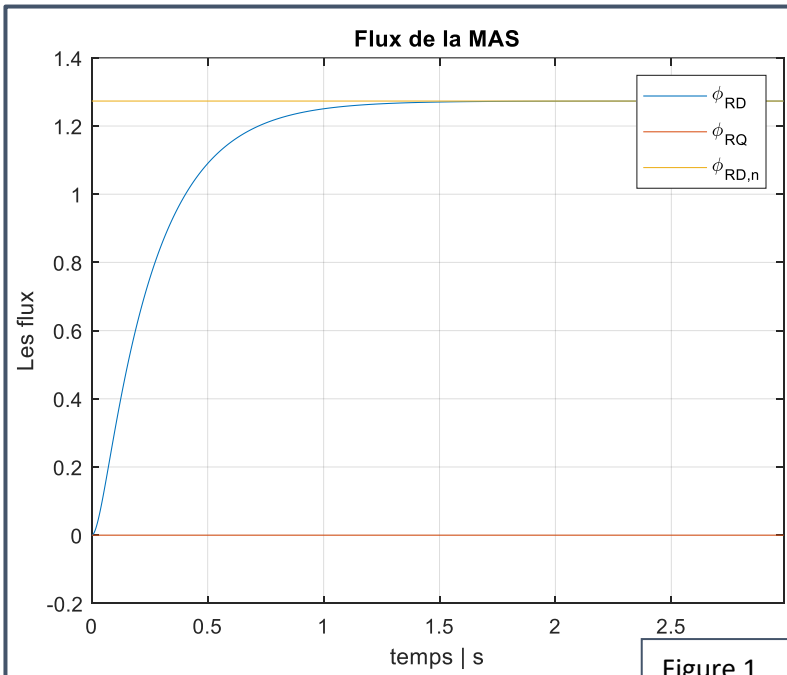


Figure 1

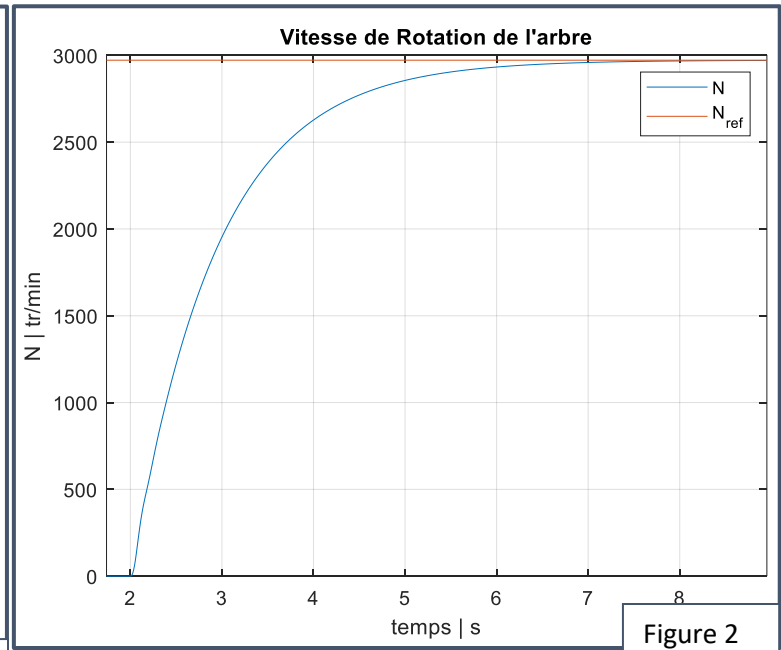


Figure 2

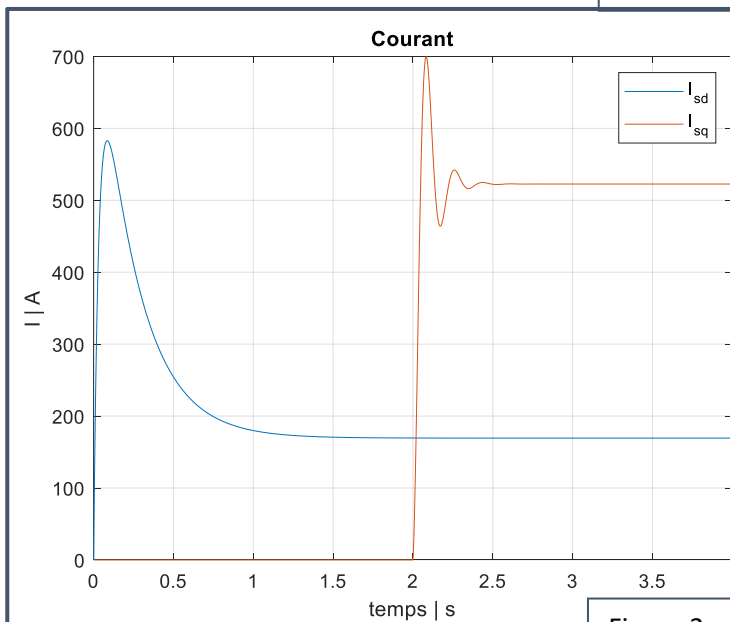


Figure 3

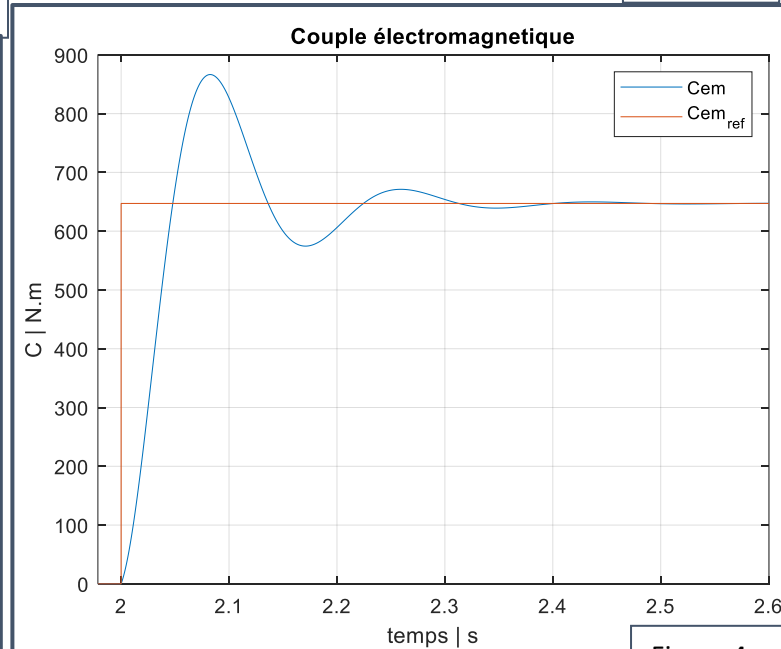


Figure 4

5 – En réalité, il y a un onduleur à l'entrée de la MAS. Jusqu'à maintenant cet onduleur est représenté par un gain 1. Maintenant on va le simuler par un gain $k_0 = \frac{V_n \cdot \sqrt{2}}{\varepsilon}$ avec $\varepsilon = 5 \text{ V}$. Donc $k_0 = 65,32$. Il faut aussi prendre en compte qu'à ce point on va simuler aussi le fait que la correction se fait sur une échelle différente. Ainsi il faut ajuster toutes les grandeurs arrivant aux correcteurs et ceux qui se compare après ces derniers, ceci explique la présence des gains de $\frac{1}{k_0}$ dans le modèle Simulink. Ensuite le convertisseur sera le gain k_0 avant l'entrée de la MAS.

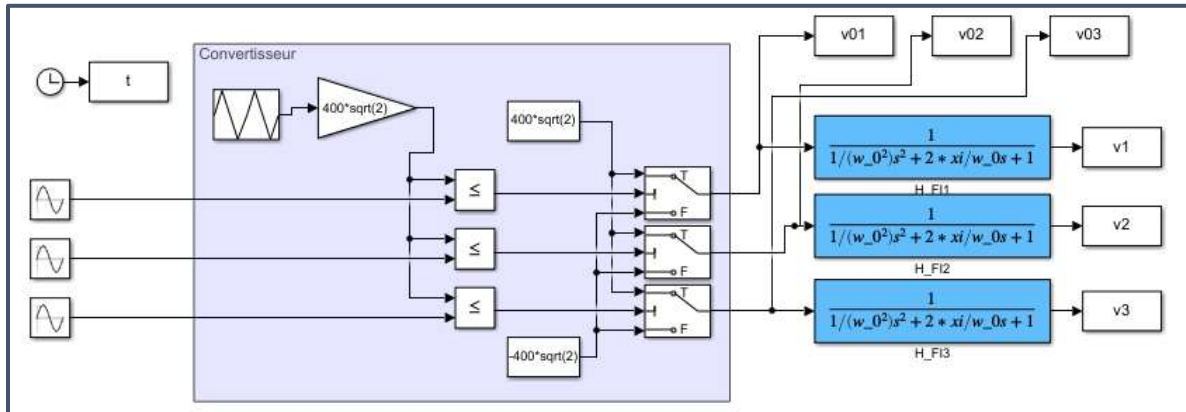


Figure 5

6 – Pour simuler le signal de sortie d'un convertisseur sous forme MLI on a procédé par la méthode Sinus-Triangle. On choisit l'indice de modulation $m = 15$. Donc on a $f_{tri} = 15 \cdot f = 750 \text{ Hz}$. Avec une amplitude du signal triangle $\hat{v}_{tri} = 400\sqrt{2}$

$u'_c(t)$: Le signal de référence : On souhaite avoir un signal de sortie semblable à $u'_c(t)$.

$v_{tri}(t)$: Le signal triangulaire de modulation.

Pour simuler l'onduleur on a comparé le signal de référence et de modulation à tous les instants et quand

$u'_c(t) \geq v_{tri}(t)$ on envoie $U_n \sqrt{2}$ et au cas contraire $u'_c(t) < v_{tri}(t)$ on envoie $-U_n \sqrt{2}$.

En effet, c'est une modulation Sinus- triangle semblable à la commande bipolaire.

Le résultat obtenu en demandant un signal sinusoïdal d'amplitude 400 est :

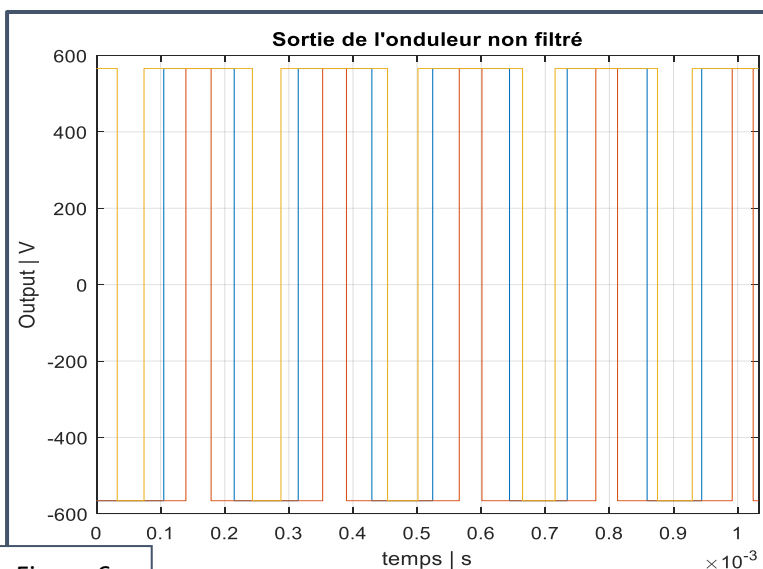


Figure 6

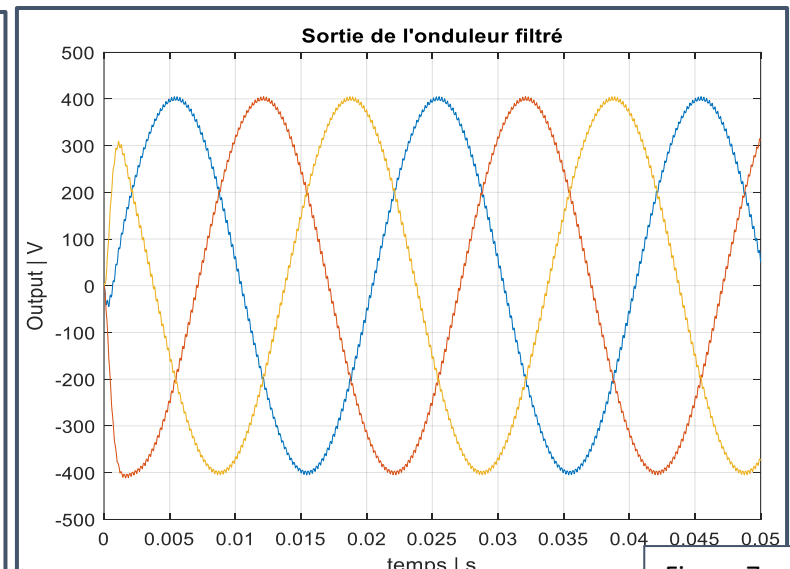


Figure 7

N.B : 1) Pour simuler le modèle contenant l'onduleur et les signaux en MLI. Il faut faire initialiser les paramètres avec le fichier **MAS23_init.m** puis fermer l'interface graphique qui apparaît parce que cette dernière ne simule pas ce cas. Puis faire tourner **MAS23_sim_convertisseur.slx**. Des scopes ont été mis pour visualiser le tout.

Ceci a été fait de cette façon à cause du temps considérable que Simulink prend pour simuler les signaux MLI, plus de 30 secondes.

2) Dans la question 6 le gain de l'onduleur est 1.

IMPORTANT

Pour le bon fonctionnement du code il est nécessaire d'extraire les fichiers du zipped folder

MAS23_init.m	Code d'initialisation des variables de la MAS et met en fonctionnement la totalité de la simulation
MAS23_sim_echelle.slx	Fichier Simulink pour la simulation de la MAS
MAS23_sim_convertisseur.slx	Fichier Simulink pour la simulation de la MAS avec implémentation du convertisseur
visualisation.m	M file qui initialise le fichier de simulation "MAS23_sim.slx" et donne les résultats de la simulation en graphes
Regulateurs.slx	Fichier Simulink pour la simulation de la MAS en utilisant ses fonctions de transferts
FluxCloche.m	M file contenant la relation qui donne la forme en cloche du flux de la MAS utiliser dans "MAS23_sim.slx" comme 'MATLAB function'
Omega_mr.m	M file contenant la relation de w_{mr} de la MAS utiliser dans "MAS23_sim.slx" comme 'MATLAB function'
app1.mlapp	Application contenant la GUI pour donner les conditions de fonctionnement de la MAS

Pour simuler la MAS et afficher les résultats et les graphes, veuillez ouvrir le fichier "MAS23_init.m" et compiler le code.

Merci de constater que la vitesse de référence ne s'implique qu'après 2 secondes, et le couple constant après 6 secondes

EXPLICATION DU CODE:

Après avoir compiler le code "MAS23_init.m", les paramètres d'initialisation de la MAS vont être sauvegarder dans le "Workspace" et va ouvrir une nouvelle fenêtre (GUI). De cette fenêtre, on peut spécifier les paramètres de simulation de la MAS (vitesse de référence, couple de charge, tps de simulation, résistance rotorique variable). Ensuite, en cliquant sur le bouton "SIMULATION", les paramètres choisis vont être sauvegarder et on va être rediriger vers le fichier "visualisation.m" qui va initialiser, à son tour, le fichier de simulation de la MAS, "MAS23_sim_echelle.slx", et ensuite afficher les résultats sous forme de graphes: la vitesse de l'arbre, le couple électromagnétique, les courant Id et Iq, et les Flux rotorique D et Q de la MAS.