

Objectifs :

- Renseigner par la mesure le paramétrage associé à l'alimentation d'un moteur à courant continu autour d'un point de fonctionnement
- Décoder le modèle et identifier les paramètres influents
- Simuler le fonctionnement d'un moteur et comparer les résultats au réel

Ressources :

- Documentation technique (partielle) du moteur MY7712 de l'Elektor OSPV
- Documentation technique sur deux moteurs ENGEL GNM80
- Un PC avec Matlab/Simulink, un tableur, un logiciel de montage video (Ex : Avidemux)

Organisation :

- Travail en équipe (2h) avec rédaction d'un compte rendu (1h)

Critères d'évaluation :

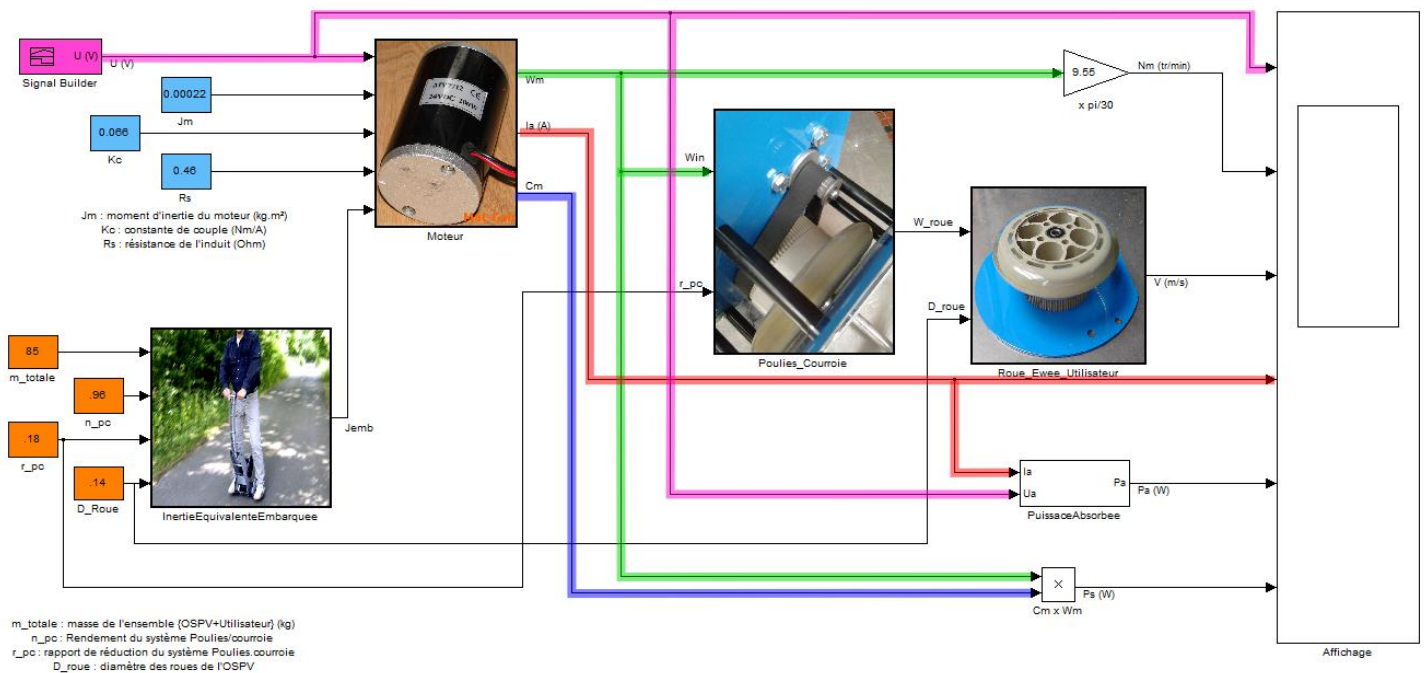
- Pertinence des réponses apportées
- Soin apporté à la rédaction
- Comportement durant la séance et participation au travail demandé
- Autonomie et respect des consignes

1 PROBLEMATIQUE

En observant les différents modèles de gyropode, nous pouvons remarquer une disparité importante dans les choix des constructeurs concernant les dimensions des roues, ainsi que les puissances des moteurs.

L'objectif de ce TP est d'estimer par une simulation globale lequel de ces gyropode maximise l'autonomie du système pour un usage donné.

2 PRESENTATION DU MODELE GLOBAL

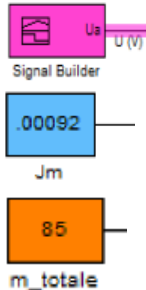


2.1 PRINCIPE DE FONCTIONNEMENT DU MODELE GLOBAL :

Le schéma ci-dessus représente le modèle MATLAB/SIMULINK de l'ensemble $E=\{\text{Elektor Ospv}+\text{Utilisateur}\}$. Ce modèle permet de simuler le comportement de cet ensemble dans les conditions suivantes :

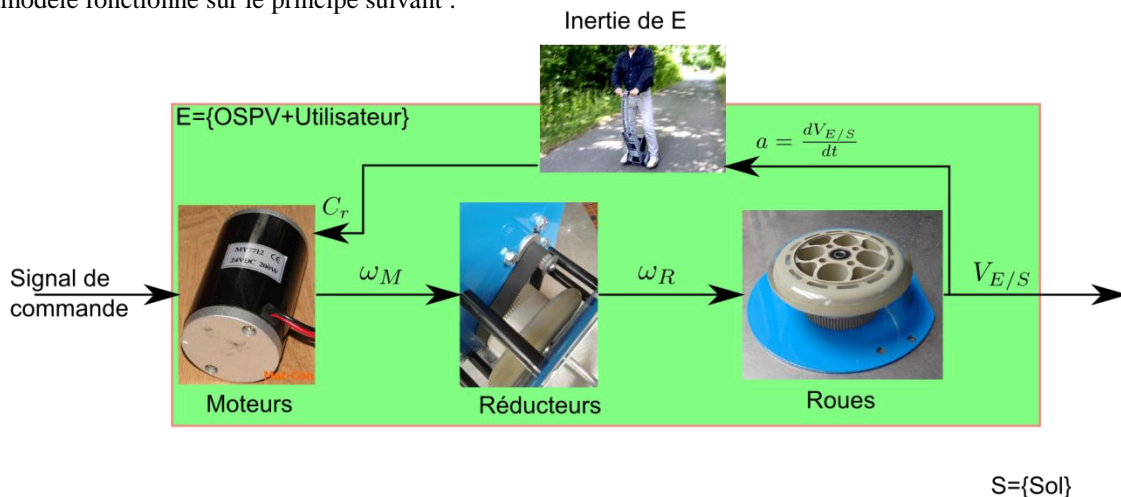
- L'utilisateur progresse en ligne droite avec une position verticale stabilisée (la partie « contrôle de stabilité » n'est pas simulée dans ce modèle).
- La progression en ligne droite permet de se limiter à l'observation d'un seul moteur.

Tous les paramètres de ce modèle sont situés sur la gauche du diagramme :



- Le « signal builder » permet de choisir une loi de commande en tension du moteur ;
- Les trois blocs constants rattachés au moteur permettent de choisir les caractéristiques intrinsèques du moteur ;
- Les quatre blocs constants rattachés au bloc « InertieEquivalenteEmbarquee » permettent de choisir les caractéristiques ayant une influence sur le comportement mécanique du gyropode considéré (masse totale embarquée, caractéristiques de la transmission, diamètre des roues).

Le modèle fonctionne sur le principe suivant :



Le signal de commande permet de contrôler la vitesse de rotation ω_M d'un moteur. Ce mouvement est transmis à la roue correspondante par le réducteur à poulies/courroie. Le non-glissement de la roue par rapport au sol permet de transformer la rotation en mouvement de translation de l'ensemble $E=\{\text{Elektor Ospv}+\text{Utilisateur}\}$ avec une vitesse $V_{E/sol}$. Les variations de cette vitesse au cours du temps induisent des effets d'inertie de l'ensemble mobile qui se traduisent par la présence d'un couple résistant C_r sur l'axe moteur.

Le module de visualisation des résultats de simulation est présent sur la droite du modèles SIMULINK.

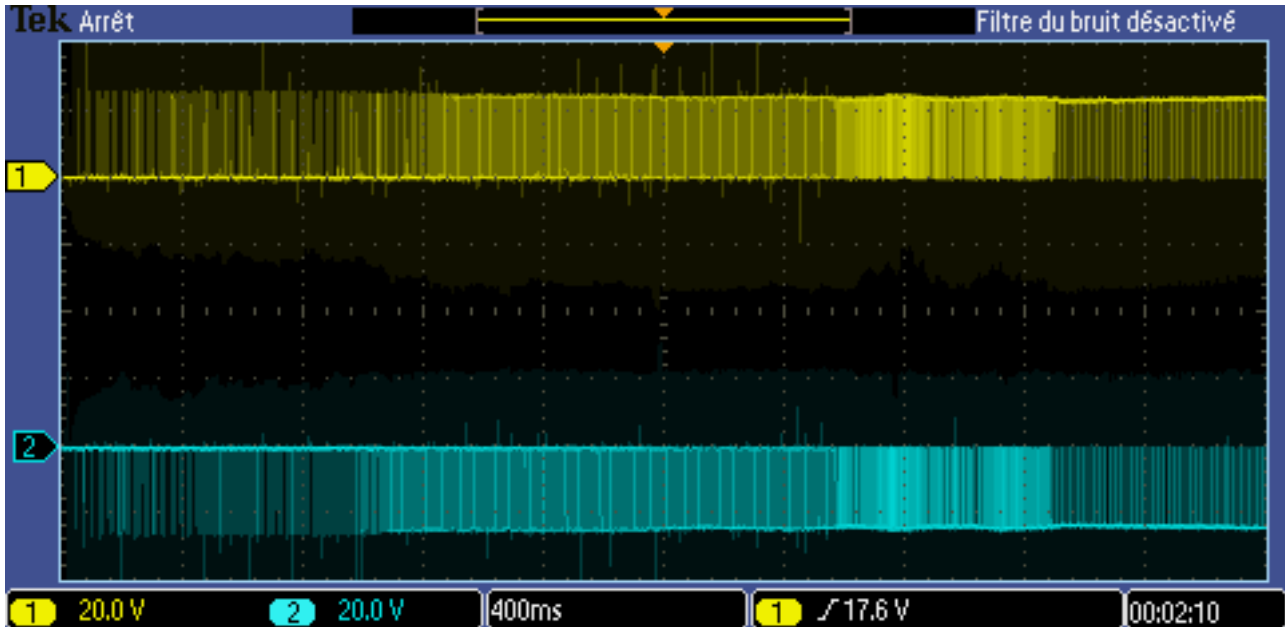
De haut en bas les grandeurs affichées sont :

- U : la tension d'alimentation du moteur (en V)
- N_M : la vitesse de rotation du moteur (en tr/min)
- V : la vitesse de translation de l'ensemble E (en m/s)
- I_a : le courant d'alimentation du moteur (en A)
- P_a : la puissance absorbée par le moteur (en W)
- P_s : la puissance mécanique en sortie du moteur (en W).

3 MESURE DES SIGNAUX DE COMMANDE

3.1 REALISATION D'UNE MESURE (OPTIONNEL)

On visualise en cours d'utilisation de l'Elektor Ospi la tension aux bornes des 2 moteurs lors d'une marche avant en ligne droite avec phase d'accélération. Voici le relevé obtenu:



3.2 EXPLOITATION DE MESURES PRECEDENTES

Objectif : Récupérer les données du fichier *ReleveAcceleration.csv* et les organiser dans un fichier *Umoy_Mesuree.xls* afin de générer le signal d'entrée de la simulation.

- ***En suivant le didacticiel *Determination_Rapport_Cyclique*, faire des zooms significatifs dans Matlab afin de visualiser les chronogrammes des signaux de commande des deux moteurs sur trois intervalles de temps représentatifs:***

$$\Delta T1 = [1 ; 1,02]$$

$$\Delta T2 = [2 ; 2,02]$$

$$\Delta T3 = [3,5 ; 3,504]$$

Relever les chronogrammes obtenus des signaux en P.W.M. (Pulse Width Modulation).

- ***Caractériser, sur chaque intervalle de temps, les signaux de commande des moteurs relevés en indiquant le type de signal de commande obtenu, son amplitude ainsi que sa fréquence. Vous prendrez soin de justifier vos résultats.***

- ***Justifier le signe des tensions observées sur les moteurs compte tenu de leurs positions respectives sur le gyropode.***
- ***Indiquer la relation qui permet de définir la valeur du rapport cyclique d'un signal en fonction de sa période et de sa durée à l'état haut.***
- ***Calculer, sur chaque intervalle de temps, le rapport cyclique de chacun des signaux et la valeur de la tension moyenne associée de chaque signal P.W.M..***
- ***Compléter le fichier `Umoy_mesuree.xls` en saisissant dans les cases bleues les valeurs de tension moyenne calculée avec cette méthode.***
Penser à enregistrer ce fichier, il vous servira comme signal d'entrée de vos simulations (c'est la raison pour laquelle il n'y a aucun entête et une seule feuille dans ce fichier).
- ***Indiquer le déphasage existant entre les signaux de commande des deux moteurs sur l'intervalle ΔT_2 .***
- ***Indiquer l'intérêt de ce type de commande.***

Lors du relevé des signaux de commande du moteur de l'Elektor Ospv, une vidéo a été réalisée afin de visualiser le mouvement de la courroie. Les caractéristiques de la partie transmission sont les suivantes:

$D_{\text{roue}} = 140 \text{ mm}$

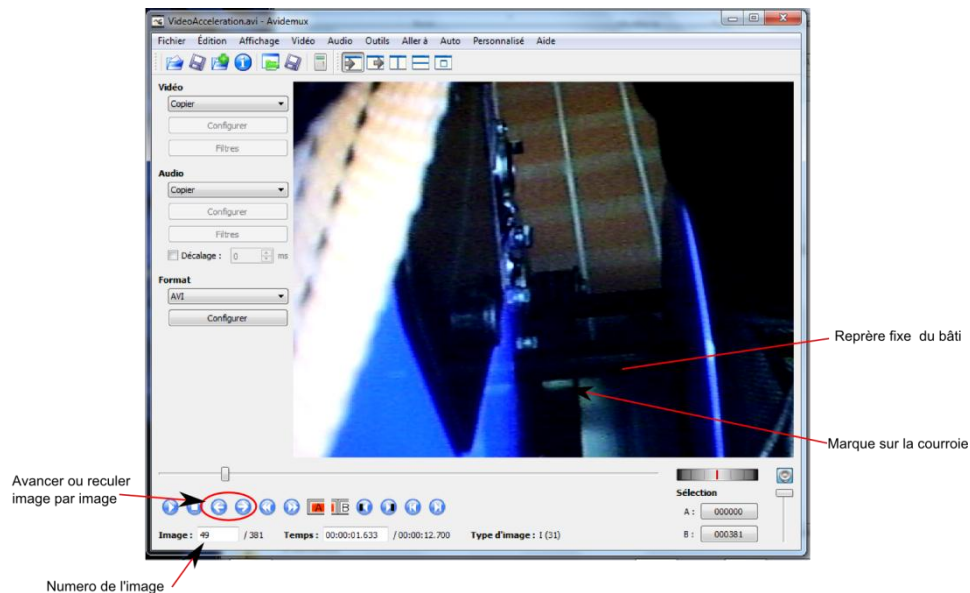
$D_{\text{poulie réceptrice}} = 84 \text{ mm}$

$D_{\text{poulie motrice}} = 15,3 \text{ mm}$

$L_{\text{courroie}} = 348 \text{ mm}$

- ***Lancer l'application Avidemux et charger le film `Video_Acceleration.avi`.***
Repérer les numéros d'images pour lesquelles la marque faite sur la courroie passe devant un repère fixe du bâti.

Indication : le film n'étant pas d'une excellente qualité, on peut s'aider des larges bandes d'inscriptions sur la courroie et qui sont placées juste à côté de la marque blanche.



Ouvrir le fichier *Mesures_Vitesses.xls* afin d'en compléter les items.

- **Compléter le champ relatif au numéro de l'image sur laquelle vous visualisez la marque de la courroie.**
- **Donner la formule vous permettant de calculer le temps entre deux passages de la marque au niveau de la courroie dans le champ *t(s)*. Copier cette formule dans toutes les cases de la colonne afférente.**
- **Donner la formule vous permettant de calculer la vitesse linéaire d'un point de la courroie dans le champ *VitesseCourroie(m/s)*. Copier cette formule dans toutes les cases de la colonne afférente.**
- **Donner la formule vous permettant de calculer la vitesse linéaire du gyropode dans le champ *VitesseGyropode(m/s)*. Copier cette formule dans toutes les cases de la colonne afférente.**
- **Tracer sous excel la courbe représentative de l'évolution de la vitesse du Gyropode en fonction du temps.**

Afin de pouvoir conclure, il est nécessaire d'obtenir la courbe de vitesse déterminée par la simulation. Cela va nous permettre par la suite de vérifier que notre modèle de simulation est correct.

4 SIMULATION

Pour réaliser les simulations, nous considérerons une commande des moteurs par un signal à tension continue image de la valeur moyenne de notre signal P.W.M. de commande de moteur.

Le but est de comprendre les modifications techniques qui ont été réalisées afin de satisfaire aux évolutions souhaitées par Elektor.

Dans le modèle Matlab-Simulink "Elektor_OSPV_SimulationGlobale.mdl", vous allez réaliser des simulations correspondant aux différentes configurations matérielles envisagées.

4.1 CAS DU WHEELIE ELEKTOR

4.1.1 Paramétrage

- ***Dans le modèle Simulink, paramétrer les caractéristiques du moteur GNM8070 à partir de la documentation technique des moteurs Engel.***
- ***Paramétrer les caractéristiques du bloc inertie équivalente.***

Visualiser le didacticiel **Définition de Signal** permettant d'importer le signal de commande des moteurs dans le modèle Simulink.

- ***Importer le fichier Umoy_Mesuree.xls et lancer la simulation.***

Visualiser les résultats et faire des copies d'écrans afin d'illustrer au mieux votre compte rendu.

4.1.2 Analyse des résultats.

- ***Comparer les allures des signaux de sortie du bloc affichage.***
- ***Donner la valeur de la vitesse maximale en Km/h atteinte par le gyropode.***
- ***Donner la valeur de la puissance électrique maximale absorbée par le véhicule.***

Au regard de l'utilisation courante du gyropode, une vitesse aussi importante n'est pas un critère déterminant. Sachant qu'on souhaite baisser le prix de revient du véhicule, une des pistes d'investigation est le changement du moteur.

4.2 CAS DE LA STRUCTURE MECANIQUE DU WHEELIE ELEKTOR AVEC LE MOTEUR MY7712 DE L'OSPV.

4.2.1 Paramétrage

- *Dans le modèle Simulink, paramétrer les caractéristiques du moteur MY7712:*

$$J_m = 2.2 \cdot 10^{-4} \text{ Kg.m}^2$$

$$R_s = 0.46 \, \Omega$$

$$K_c = 0,066$$

$$P_{max} = 200 \text{ W}$$

$$N = 4000 \text{ tr/min}$$

Les caractéristiques du bloc inertie équivalente restent inchangées.

Relancer la simulation et visualiser les résultats et faire des copies d'écrans afin d'illustrer au mieux votre compte rendu.

4.2.2 Analyse des résultats.

- *Donner la valeur de la vitesse maximale en Km/h atteinte par le gyropode et indiquer si son ordre de grandeur reste cohérent avec une utilisation courante du véhicule.*
- *Donner la valeur de la puissance électrique maximale absorbée par le véhicule et la comparer à celle de la puissance mécanique.*
- *Calculer le rendement du moteur électrique à cet instant.*

On souhaite s'approcher du point de fonctionnement nominal du moteur afin d'en améliorer le rendement.

4.3 CAS DE LA STRUCTURE ELEKTOR OSPV.

4.3.1 Paramétrage

- ***Modifier les caractéristiques de rapport de réduction et de diamètre de roue du bloc inertie équivalente. Pour ce faire vous utiliserez les paramètres indiqués dans la partie 3.2.***

Relancer la simulation et visualiser les résultats et faire des copies d'écrans afin d'illustrer au mieux votre compte rendu.

4.3.2 Analyse des résultats.

- ***Donner la valeur de la vitesse maximale en Km/h atteinte par le gyropode et indiquer si son ordre de grandeur reste cohérent avec une utilisation courante du véhicule.***
- ***Donner la valeur de la puissance électrique maximale absorbée par le véhicule et la comparer à celle de la puissance mécanique.***
- ***Calculer le rendement du moteur électrique à cet instant.***
- ***Comparer la valeur maximale en Km/h atteinte par le gyropode au cours de la simulation à celle mesurée grâce à la vidéo.***

5 CONCLUSION

- ***Conclure en 5 lignes sur cette activité pratique en comparant les performances des deux modèles de gyropode et en mettant en évidence le compromis réalisé par le constructeur.***