

## Etude de système/Modélisation BTS 1

### SYSTEME: Kart électrique

**Durée : 4  
Séquences**

**Modélisation et détermination des  
performances de vitesse en régime  
permanent**

## Kart électrique



#### **Domaine électrotechnique :**

- Mise en œuvre d'un moteur à courant continu et de son variateur de vitesse.

#### **Domaine Physique appliquée :**

- Déterminer par des mesures le rapport de transmission et le coefficient  $K\Phi$  et  $r_{\text{induit}}$  de la machine à courant continu.
- Estimation de la vitesse à vide.
- Estimation de la vitesse en pente.

A l'aide du modèle de la machine à courant continu, établir les performances de vitesse du kart.

Estimation de la vitesse sur route avec une pente de 1,3,5 et 10%

Estimation de la vitesse sur route horizontale

Détermination de la vitesse à vide

Détermination du coefficient  $K\Phi$

Détermination du rapport de réduction

Détermination de la résistance d'induit

*Mise en situation :*

*Nous disposons d'un kart électrique fonctionnel.  
Ce kart est entraîné par une machine à courant continu.*



*Grâce à un ensemble de mesure, nous allons prédéterminer la vitesse en situation réelle.*



## **1. Modélisation de la machine.**

### **1.1. Mesure de la résistance.**

*En prenant garde de placer le commutateur de mise sous tension sur OFF, on désire brancher une alimentation stabilisée aux bornes du moteur.*

*En mesurant le courant et la tension présentée, on pourra déterminer la résistance d'induit.*

1.1.1. Dessiner le schéma de montage.

1.1.2. Régler le courant à 2A et mesurer la valeur de U ( directement aux bornes du moteur).

1.1.3. Calculer la résistance d'induit.

## 1.2. Détermination de $K\Phi$ .

La manipulation envisagée va consister à mettre le moteur en pleine vitesse et à en mesurer le courant consommé, la tension d'induit et la vitesse de rotation du moteur.

En ce qui concerne la vitesse de rotation du moteur, il est très difficile de la mesurer sur l'arbre, par conséquent, on utilisera un tachymètre muni d'une roue de  $D_{tach} = 30$  mm de diamètre.

La poulie entraînant la courroie sur laquelle, on va capter la mesure de la vitesse possède un diamètre de  $D_{mot} = 58$  mm.

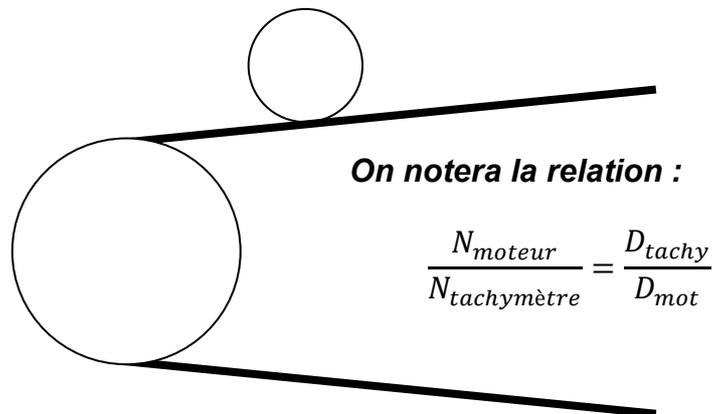


Figure 1

- 1.2.1. Dessiner le schéma de montage.
- 1.2.2. Réaliser le montage.
- 1.2.3. Mettre à pleine vitesse et mesurer  $U, I$  et  $N_{tachy}$ .
- 1.2.4. Calculer la vitesse  $N_{moteur}$ .

On va considérer le modèle de la machine à courant continu en régime permanent par le schéma  $R, E$  suivant :

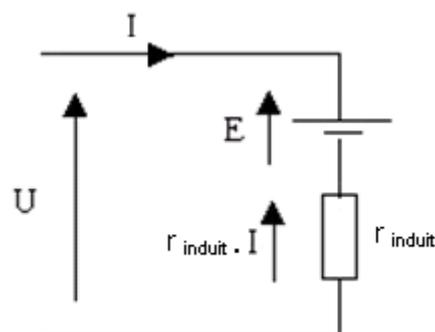


Figure 2

- 1.2.5. Ecrire la loi des mailles du schéma figure 2 .
- 1.2.6. A l'aide des mesures effectuées précédemment, calculer E.
- 1.2.7. Vérifier votre calcul en réalisant un essai à pleine vitesse et en mettant le bouton sur OFF. la mesure de la tension sera E car le courant sera nul dans le moteur.
- 1.2.8. Rappeler la relation entre la vitesse angulaire du moteur  $\Omega_{mot}$  en  $\text{rad.s}^{-1}$  et la vitesse de rotation  $N_{mot}$  en  $\text{tr.min}^{-1}$ .
- 1.2.9. Sachant que  $E = K \cdot \Phi \cdot \Omega_{mot}$  , calculer la valeur de  $K \cdot \Phi$ .

### 1.3. Détermination de la vitesse linéaire à vide.

On notera que les roues arrière sont entraînées par un système de transmission par courroie dentée. Les pignons ont un diamètre de  $D_{\text{pignon roue}} = 210 \text{ mm}$  et  $D_{\text{moteur}} = 58 \text{ mm}$ .

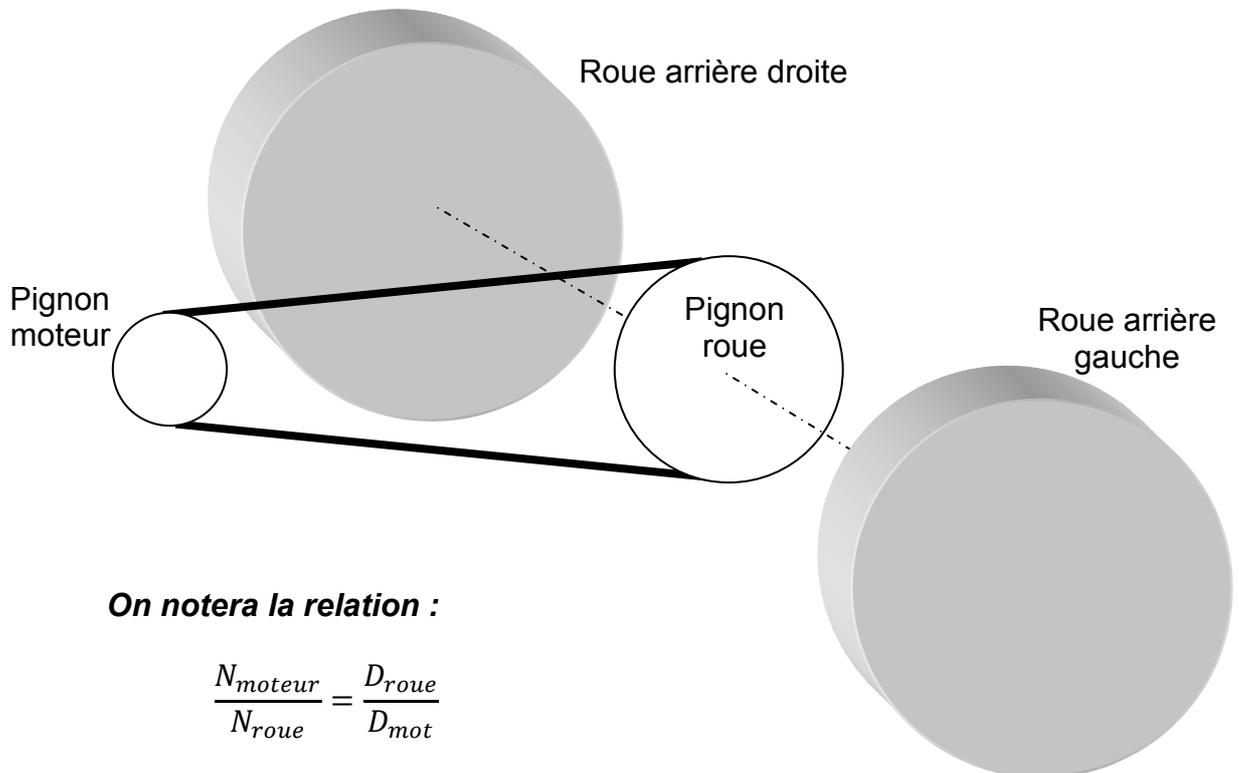


Figure 3

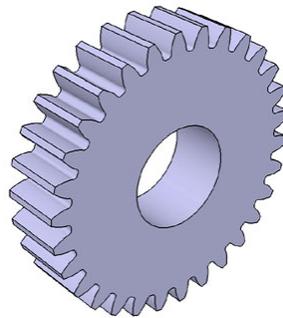
- 1.3.1. En utilisant les relevés précédents, calculer la valeur de la vitesse de rotation des roues noté  $N_{roue}$  en  $tr.min^{-1}$ .

*Le système de transmission par courroie dentée correspond à un réducteur de vitesse dont le rapport de réduction est noté par la relation :*

$$k = \frac{N_{roue}}{N_{mot}}$$

- 1.3.2. Calculer ce rapport de transmission noté  $k$ .

*Les pignons possèdent des nombres de dents différents.*



*On notera que  $N_{dent\ mot} = 80$  et  $N_{dent\ pignon\ roue} = 22$ .*

**Figure 4**

- 1.3.3. Vérifier que le rapport de réduction correspond au rapport du nombre de dents des pignons notés en figure 4.
- 1.3.4. Exprimer le rapport de réduction  $k$  en fonction de  $N_{dent\ mot}$  et de  $N_{dent\ pignon\ roue}$ .
- 1.3.5. Avec un mètre à ruban, mesurer la circonférence d'une roue arrière.
- 1.3.6. Rappeler la relation qui relie la circonférence d'un cercle noté  $C$  avec le rayon  $R$ .
- 1.3.7. Calculer le rayon moyen de la roue arrière.
- 1.3.8. Rappeler la relation qui lie la vitesse de déplacement du kart noté  $V$  au rayon de la roue  $R$  et de la vitesse angulaire  $\Omega_{roue}$ .
- 1.3.9. Calculer alors la valeur de la vitesse théorique  $V_{vide}$  que le kart devrait atteindre.

*Cette vitesse est la limite maximum que le kart pourra atteindre car sur la route, il y a des frottements non négligeables qui ne permettront pas d'atteindre cette vitesse limite.*

#### 1.4. Estimation de la vitesse du kart sur la route à 0% de pente.

Des essais ont été réalisés dans la cours du lycée, en plaçant une pince de courant sur un data logger.

Les résultats de la mesure ont donné le graphique suivant :

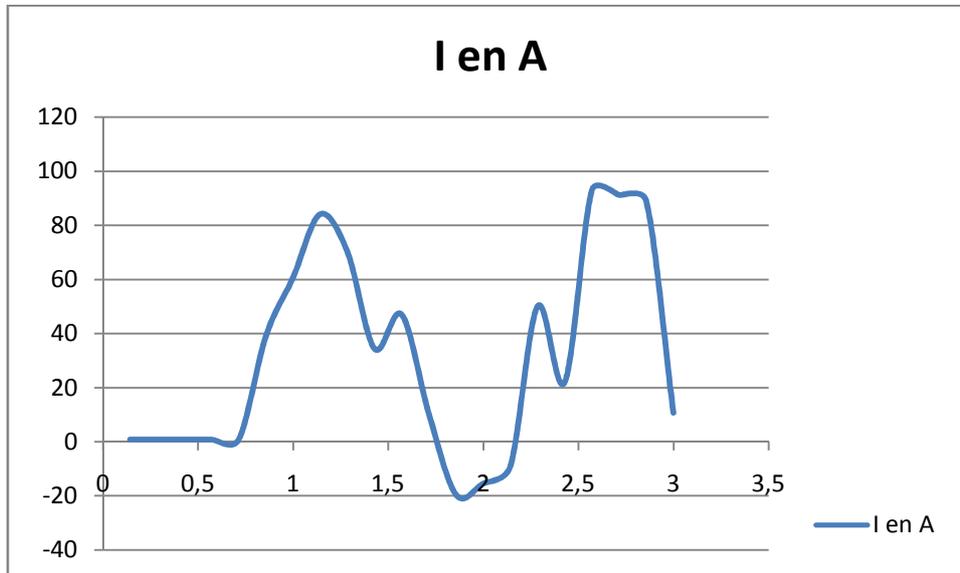


Figure 5

- 1.4.1. Rappeler les valeurs trouvées précédemment  $r_{\text{induit}}$  et  $K\Phi$ .
- 1.4.2. Noter la valeur du courant consommé par le moteur lors des essais sur route à l'aide de la figure 5.
- 1.4.3. A l'aide de la loi des mailles et en considérant que  $U = 30V$  à cause de la résistance interne de la batterie, calculer la valeur de  $E$ .
- 1.4.4. Déterminer alors la valeur de  $\Omega_{\text{mot}}$ .
- 1.4.5. A l'aide du rapport de réduction déterminer la valeur de  $\Omega_{\text{roue}}$ .
- 1.4.6. A l'aide de la valeur du rayon de la roue déterminer la valeur de  $V_{\text{kart}}$  sur la route à 0% de pente.

### 1.5. Estimation de la vitesse du kart sur la route à 3% de pente.

Le kart se trouve dans une pente à 3%, ce qui signifie qu'en roulant sur 100m, on monte de 3 m en altitude. ( $\sin(\alpha) = \frac{3}{100}$ )

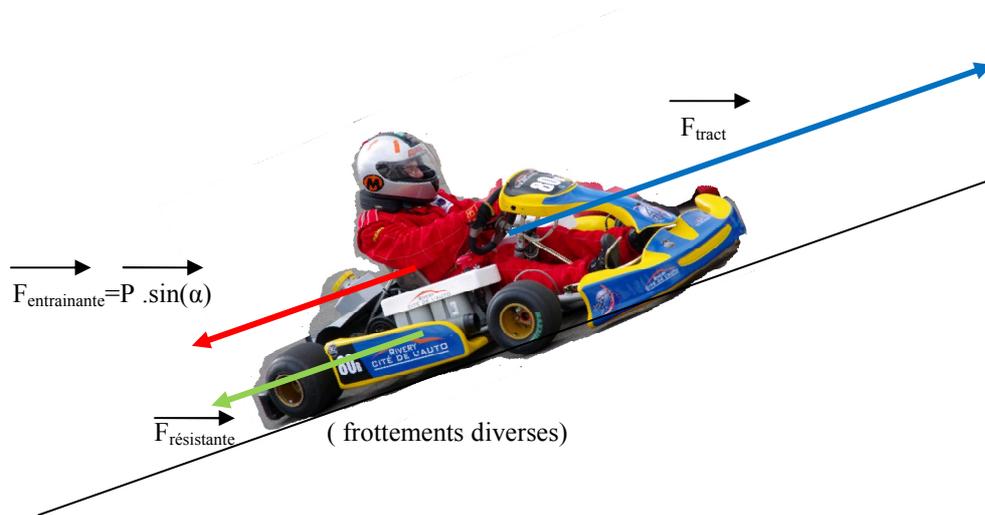


Figure 6

En première approche, on va considérer que le couple  $T_{roue}$  que doit fournir le kart dans cette configuration correspond à celui fournit sur une pente à 0% qui est évalué à  $T_{frot} = 46\text{Nm}$ , additionné de celui demandé par la force entrainante  $T_{entr}$ .

La masse totale du pilote et du kart est estimée à : 210 Kg et que l'accélération due à la pesanteur est  $g = 9,81 \text{ m.s}^{-2}$ .

On sait que le couple électromagnétique  $T_{em} = K\Phi.I$ .

- 1.5.1. Calculer la valeur de  $F_{entrainante}$ .
- 1.5.2. Calculer la valeur du couple  $T_{entr}$  demandé au kart pour compenser intégralement cette force. ( $T = F.R_{roue}$ )
- 1.5.3. Calculer alors le couple total noté  $T_{roue}$  demandé au kart en régime établi.

Le réducteur (pignons-courroie) est représenté par le schéma suivant :

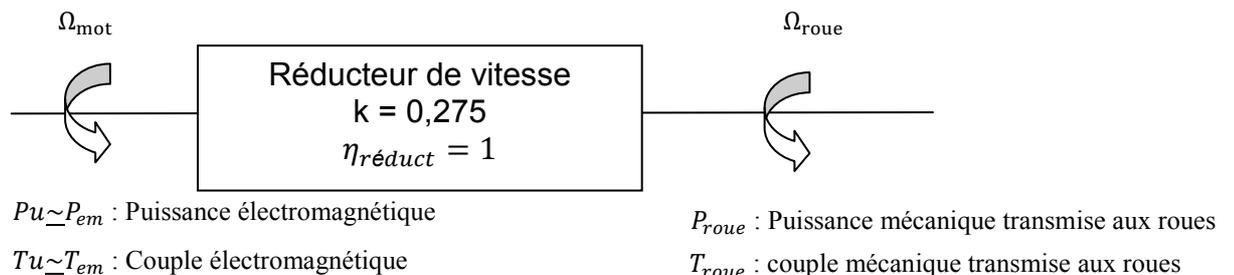


Figure 7

- 1.5.4. Rappeler la relation entre la puissance  $P$  , le couple  $T$  et la vitesse angulaire.
- 1.5.5. En considérant que  $P_{em} = P_{roue}$  , exprimer  $T_{em}$  en fonction de  $T_{roue}$ , et  $k$ .
- 1.5.6. Calculer alors la valeur de  $T_{em}$ .
- 1.5.7. A l'aide du coefficient  $K\Phi$ , calculer la valeur de  $I$ .
- 1.5.8. En utilisant, la démarche employée de 1.4.3. à 1.4.6. , déterminer la vitesse du kart dans cette configuration.
- 1.5.9. A l'aide de la fiche Excel mise à votre disposition, insérer les relations utilisées précédemment afin d'obtenir le calcul automatique de la vitesse attendue.

### Modélisation kart électrique en régime établi

résistance induit	0,06 $\Omega$	force entrainante	N
$K\Phi$	0,134 V,s,rad-1	$T_u$ total	Nm
U induit	30 V	$T_{em}$	Nm
rapport de réduction		$I$	Nm
k	0,276	E	V
rayon de la roue		$\Omega_{mot}$	rad,s-1
R	0,1385 m	$\Omega_{roue}$	rad,s-1
penete	20 %	V	km.h-1
masse pilote + kart			
m	210 Kg		
Couple frottement			
$T_{frott}$	46 Nm		

- 1.5.10. Sachant que le courant nominal est à 140A, quelle est la pente maximum que l'on peut gravir et quelle sera la vitesse de déplacement du kart.