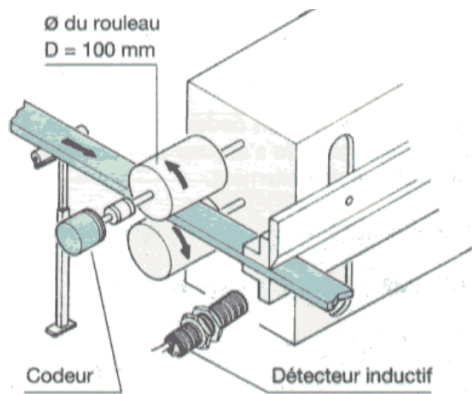


# Devoir de vacances PSI/MP

## À préparer pour la rentrée.

### Petits exercices

#### Résolution codeur



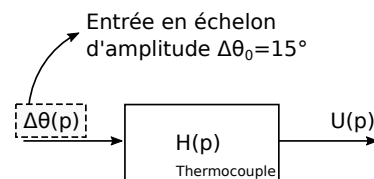
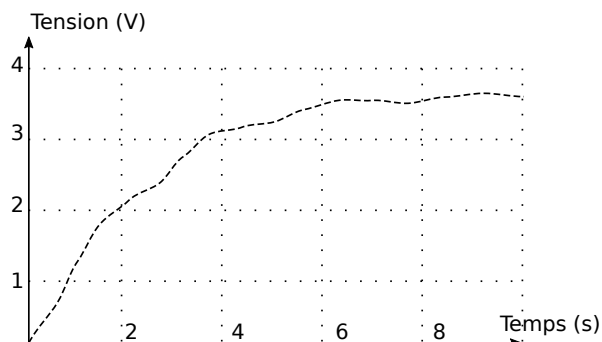
Une tige métallique est ici entraînée par deux galets. Un de ces galets est équipé d'un codeur.

On considère que le codeur est un codeur incrémental possédant deux voies de mesures avec une piste de 512 fentes et qu'il y a détection des fronts montants et descendants.

Déterminer quelle est la plus petite distance d'avance de la tige détectable avec ce codeur.

Combien de pistes seraient nécessaires pour avoir la même précision avec un codeur absolu.

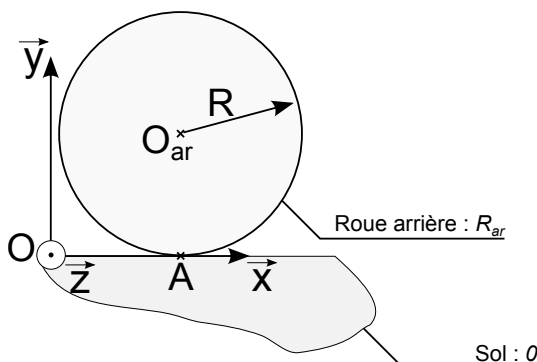
#### Identification fonction de transfert



On souhaite étalonner un capteur de température (thermocouple). On réalise donc le relevé de la tension fournie par le thermocouple pour une entrée en échelon de température.

Identifier la fonction de transfert  $H(p)$  à partir des résultats fournis.

#### Roulement sans glissement

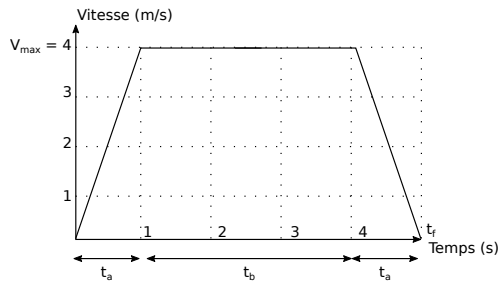


On considère que la roue (notée  $R_{ar}$ ) roule sans glisser sur le sol (noté 0). Cette roue tourne à une vitesse  $\omega_r$  par rapport à un châssis non-représenté autour de l'axe  $(O_{ar}, \vec{z})$ . Le point  $O_{ar}$  possède une vitesse  $\vec{V}_{O_{ar} \in R_{ar} / 0} = V \vec{x}$ .

Exprimer la condition de roulement sans glissement puis en déduire une relation entre  $V$  et  $\omega_r$ .



## Trapèze de vitesse



On considère qu'un solide se déplace en translation rectiligne et que sa vitesse vérifie le trapèze de vitesse donné ci-contre.

**Donner l'allure de l'accélération et de la position en fonction du temps.**

**Déterminer la distance parcourue par le solide lorsque  $t = t_f$ .**

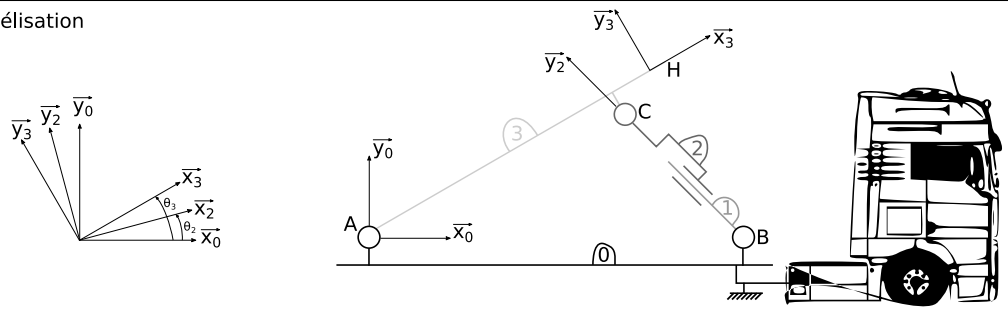


## Loi entrée-sortie



Système réel

Modélisation



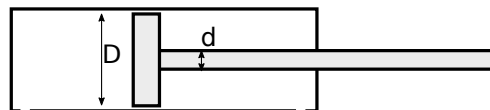
Paramétrage :

- $\vec{AB} = l_0 \vec{x}_0$        $\vec{AC} = l_{3x} \vec{x}_3 + l_{3y} \vec{y}_3$        $\vec{BC} = \lambda(t) \vec{y}_2$        $\vec{AH} = l_H \vec{x}_3$
- $\theta_2 = (\vec{x}_0, \vec{x}_2) = (\vec{y}_0, \vec{y}_2)$        $\theta_3 = (\vec{x}_0, \vec{x}_3) = (\vec{y}_0, \vec{y}_3)$

**Donner une relation liant  $\theta_3$  et  $\lambda$ .**



## Transmission de puissance



En sortie de tige du vérin, déterminer la relation entre  $\vec{F}_{fluide \rightarrow tige}$  et la pression dans la chambre arrière. Déterminer les relations entre le débit de refoulement et la vitesse de sortie de tige puis entre le débit d'admission et la vitesse de sortie de tige.

En rentrée de tige du vérin, déterminer la relation entre  $\vec{F}_{fluide \rightarrow tige}$  et la pression dans la chambre avant. Déterminer les relations entre le débit de refoulement et la vitesse de rentrée de tige puis entre le débit d'admission et la vitesse de rentrée de tige.

# Problème

## Motorisation d'un trépied de télescope

**Problématique :** La société T-SCOPE cherche à fournir un produit nouveau. Il s'agit d'un trépied de télescope motorisé. Cette motorisation permet de gérer la visée des étoiles au cours du temps (les étoiles étant mobiles par rapport au référentiel terrestre). La société fait appel à vous pour pré-dimensionner les actionneurs du système.

La solution s'appuie sur les trépieds standards non-motorisés déjà existants (figure 1).



Figure 1: Trépied non-motorisé

Une solution avec deux actionneurs est privilégiée dans cette phase de préconception (figure 2). Les deux actionneurs choisis sont deux moteurs électriques. L'un est un moteur linéaire et l'autre un motoréducteur rotatif (documentation fournie en fin de sujet).

Le bâti (0) est un trépied fixe par rapport au sol. Le trépied est en liaison ponctuelle avec le sol en  $J$  et en  $K$ . Un coulisseau (1), en liaison glissière avec le bâti (0), permet de monter ou de descendre le télescope encastré sur le porte-télescope (2). Un moteur linéaire, fixé au bâti, exerce un effort vertical  $\vec{F}_v = F_v \vec{y}$  sur le coulisseau. On souhaite que la course du coulisseau soit d'au moins 1 mètre. Ce coulisseau est en liaison pivot d'axe  $(A, \vec{z}_0)$  avec le porte-télescope. Un motoréducteur, dont le stator est solidaire du coulisseau, exerce un couple  $C_m$  sur le porte-télescope (2). L'orientation de la pièce (2) est notée  $\theta$ . Le télescope (T), de masse  $M_T$ , est encastré sur le porte-télescope.

On néglige toutes les masses hormis celle du télescope. La position du télescope est définie par son centre de gravité  $G_T$  qui vérifie  $\vec{AG}_T = l \vec{y}_2$  et sa longueur est définie par  $\vec{BG}_T = l_1 \vec{x}_2$ .

**Données :**

$$l_1 = 30 \text{ cm}$$

$$l = 7 \text{ cm}$$

$$M_T = 14,5 \text{ kg}$$

$$L = 40 \text{ cm}$$

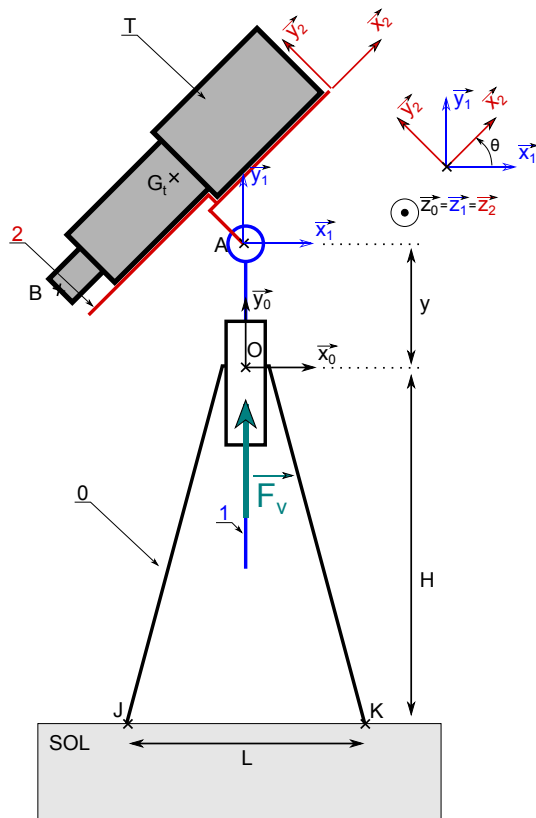


Figure 2: Modèle de prédimensionnement pour le trépied motorisé

### • Activité préliminaire :

**Question 1.** Faire un graphe d'analyse (liaisons et actions mécaniques).

**Question 2.** Écrire les torseurs d'actions mécaniques transmissibles au niveau de la liaison pivot, au niveau de la liaison glissière et au niveau des contacts avec le sol.

### • Objectif 1 - Choix du moteur linéaire :

**Question 3.** Déterminer l'effort à fournir par le moteur linéaire pour maintenir le système en équilibre. On fera attention à la qualité de la rédaction en respectant les étapes suivantes :

- Isolement effectué ?
- Bilan des actions mécaniques extérieures ?
- Théorème utilisé (et éventuellement choix du point) ? Projection ?

**Question 4.** En déduire la gamme de moteur linéaire à choisir dans le catalogue de la société LinMot® (moteurs standards, moteurs HP, moteurs courts...).

### • Objectif 2 - Choix du motoréducteur :

◦ **Point de vue actions mécaniques transmissibles :**

**Question 5.** Déterminer, en faisant attention à la rédaction, le couple à fournir par le motoréducteur rotatif pour maintenir le système en équilibre.

**Question 6.** En déduire le motoréducteur à choisir dans le catalogue de la société Technic-Achat® (se placer dans le pire des cas).

◦ **Point de vue cinématique :** Le client, pour des besoins de sécurité, souhaite limiter la vitesse au niveau de l'oculaire

(point B sur le schéma). Le cahier des charges impose donc  $\|\overrightarrow{V_{B \in 2/1}}\| \leq 5.10^{-3}$  m/s.

**Question 7.** Calculer  $\|\overrightarrow{V_{B \in 2/1}}\|$ .

**Question 8.** La vitesse en sortie du motoréducteur est-elle compatible avec le cahier des charges ? Proposez, si nécessaire, une solution afin de valider le cahier des charges.

• **Objectif 3 - Asservissement en position angulaire :**

On envisage l'asservissement de l'axe de rotation du télescope en s'appuyant sur le schéma bloc suivant :

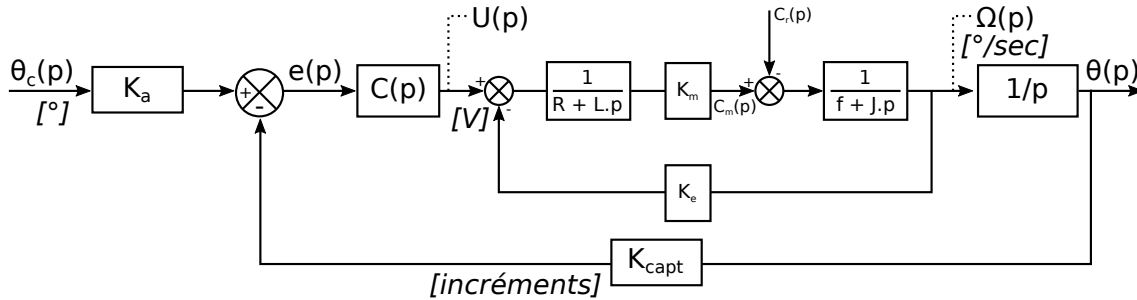


Figure 3: Structure de l'asservissement envisagé

La boucle interne du schéma bloc correspond à la modélisation du moteur à courant continu. Le couple résistant ramené sur l'arbre moteur a été évalué à  $C_{r0} = 0.2$  N.m. On suppose dans un premier temps que le système asservi n'est pas corrigé. Cela signifie donc que  $C(p) = 1$ . Les données numériques de l'asservissement sont les suivantes :

Résistance de l'induit moteur : $R$	2.3 ohms
Inductance de l'induit moteur : $L$	1.1 mH
Constante de couple : $K_m$	0.043 N.m/A
Constante de vitesse : $K_e$	0.043 V/(rad/s)
Coefficient de frottement visqueux : $f$	$1.2 \times 10^{-5}$ N.m/(rad/s)
Inertie équivalente : $J$	$1.5 \times 10^{-6}$ kg.m <sup>2</sup>
Gain du capteur : $K_{capt}$	1.2 inc/°

On cherche à connaître les performances de l'asservissement (rapidité et précision) pour valider la solution retenue.

**Question 9.** Déterminer  $K_a$  de telle sorte que  $e(p) = 0$  si  $\theta_c(p) = \theta(p)$ . On prendra pour la suite  $K_a = K_{capt} = 1.2$  inc/°.

**Question 10.** Exprimer  $H_1(p)$  et  $H_2(p)$ , deux fonctions de transfert telles que  $\theta(p) = H_1(p).\theta_c(p) + H_2(p).C_r(p)$ .

**Question 11.** Déterminer  $\varepsilon_{\theta S} = \lim_{t \rightarrow +\infty} [\theta_c(t) - \theta(t)]$  pour deux entrées (consigne et perturbation) en échelon d'amplitudes respectives  $\theta_{c0}$  et  $C_{r0}$ .

**Question 12.** Le système est-il précis vis-à-vis de l'entrée ? Est-il sensible à la perturbation ?

On donne ci-dessous la réponse d'une simulation du modèle effectuée sur *Scilab*. L'amplitude de l'échelon de consigne était de  $\theta_{c0} = 45^\circ$  et celui de la perturbation  $C_{r0} = 0.2$  N.m.

**Question 13.** La réponse obtenue est-elle cohérente avec le résultat obtenu à la question précédente ?

**Question 14.** Mesurer le temps de réponse à 5 %.

**Question 15.** Cette valeur obtenue vous semble-t-elle cohérente avec l'utilisation envisagée ?

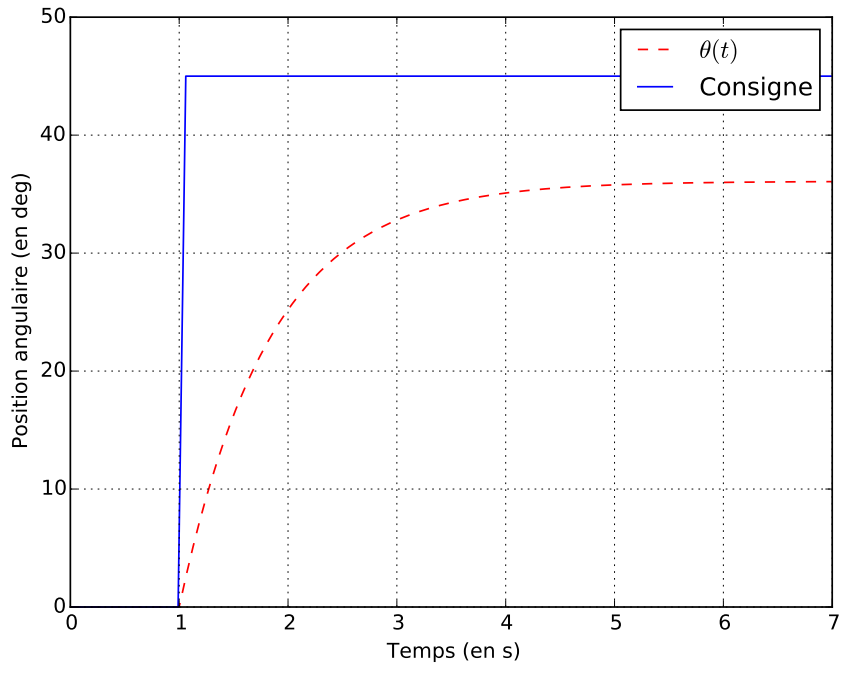


Figure 4: Simulation effectuée

**Moteurs standards**  
Universels



- » Entraînements extrêmement dynamiques
- » Plage de courses étendue
- » Disponible avec sortie câble ou avec connecteur orientable
- » En option, avec refroidissement par air
- » Gamme étendue d'applications dans la manipulation ainsi que dans les installations industrielles et les machines de production

Course maxi	mm	1830
Force maxi	N	23-1024
Force nominale	N	9-354
Vitesse maxi	m/s	6,9
Accélération maxi	m/s <sup>2</sup>	500
Répétabilité	mm	0,05/0,01
Longueur du stator	mm	162-410
Long. du slider	mm	130-2000

**Moteurs HP**  
Hautes Performances



- » Force magnétique plus importante
- » Augmentation de la force et de l'accélération
- » Permet d'atteindre des températures de service plus élevées
- » Comparativement aux moteurs standards, un moteur HP plus petit peut être utilisé avec la même charge.

Course maxi	mm	1480
Force maxi	N	21-255
Force nominale	N	15-92
Vitesse maxi	m/s	7,3
Accélération maxi	m/s <sup>2</sup>	780
Répétabilité	mm	0,05/0,01
Longueur du stator	mm	162-257
Long. du slider	mm	170-1600

**Moteurs P10-70**  
Moteurs 400 V



**Moteurs en inox**  
Hygiéniques



- » Protection inox EN 1.4404/AISI 316
- » Conception hygiénique
- » Raccords soudés, pas de joints
- » Entièrement étanche (IP69K)
- » Refroidissement par eau en option
- » Destinés aux secteurs agroalimentaire et pharmaceutique

Course maxi	mm	980
Force maxi	N	210-888
Force nominale	N	24-360
Vitesse maxi	m/s	3,4
Accélération maxi	m/s <sup>2</sup>	440
Répétabilité	mm	0,05/0,01
Longueur du stator	mm	256/395/515
Long. du slider	mm	395-1400

**Moteurs ATEX**  
Encapsulés



- » Raccords soudés, pas de joints
- » Entièrement encapsulés (IP69K)
- » Refroidissement par eau en option
- » Contrôle de température supplémentaire redondant
- » Destinés aux zones 1/2 (g/z)
- » Convient pour les zones 21/22 (poussières)

Course maxi	mm	980
Force maxi	N	210-888
Force nominale	N	24-360
Vitesse maxi	m/s	3,4
Accélération maxi	m/s <sup>2</sup>	440
Répétabilité	mm	0,05/0,01
Longueur du stator	mm	256/395/515
Long. du slider	mm	395-1400

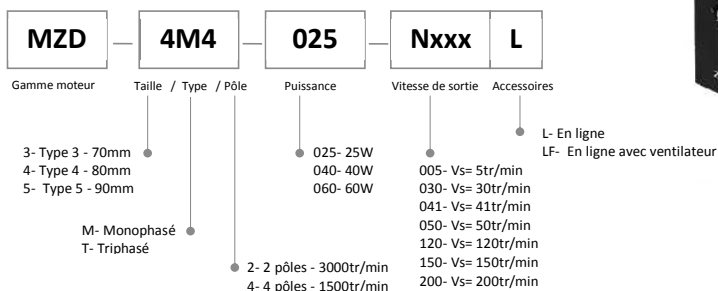
- » Technologie 400 VAC triphasé
- » Force maxi : jusqu'à 2700 N
- » Accélérations très importantes
- » Connecteurs séparés pour le retour de position et le câble de puissance.
- » Pilotables par d'autres variateurs standard du marché.

Course maxi	mm	1770
Force maxi	N	557-2703
Force nominale	N	65-862
Vitesse maxi	m/s	7,4
Accélération maxi	m/s <sup>2</sup>	975
Répétabilité	mm	0,05/0,01
Longueur du stator	mm	190-500
Long. du slider	mm	290-1990

## MOTO REDUCTEUR COMPACT 220V

Type 4 – taille 80 mm – 25W :

Référence :



- Les réducteurs et les réducteurs décimaux sont vendus séparément
- Indique le même sens de rotation du moteur alors que les autres pivotent dans la direction opposée.
- La vitesse est donnée par division de la vitesse du moteur synchrone (50hz : 1500r/min) Par le rapport de réduction du réducteur. La vitesse réelle est de 2% à 20% inférieure à la valeur théorique, en fonction de la charge.
- Pour une vitesse au-delà du rapport de celles indiquées dans le tableau, joindre un réducteur décimal (rapport de transmission: 10) entre le réducteur et le moteur. Dans ce cas, le couple autorisé est de 8N.m.

Notre gamme :

Référence MZD 4M4 025 ..	Réf réducteur	Vitesse de sortie tr/min nominale (min à max)	Couple de sortie N.m mini maxi	Rapport
.._N005L	4GN300K	5 (0,3 à 4,5)	8 à 80	N 300:1
.._N030L	4GN50K	30 (1,8 à 27)	6,6 à 67	N 50:1
.._N050L	4GN30K	50 (3 à 45)	4,4 à 44,9	N 30:1
.._N120L	4GN12K5	120 (7,2 à 108)	2 à 20,4	N 12,5:1
Articles associés				
US425W	Variateur ZD	25W		
4GN10XK	Réducteur décimal	Rapport 1 :10		

Moteur : Peut être utilisé en 220 V avec un condensateur, ou avec le variateur USW... (Utiliser l'un ou l'autre)

MODELE – TYPE	Puissance Nominale W	VOLTAGE V	FREQUENCE HZ	Couple démarrage N.m	Courant A	Capacité µF	Utilisation pour Variateur			
							Vitesse réglable tr/min	Couple admissible N.m		
Arbre cannelé							1200tr/min	90tr/min		
4IK25RGN-C	25	1ph230	50	0.088	0.35	1.5	90~1400	0.190	0.088	

Réducteur 4GNOK: pour 50hz avec moteur ci dessus

Rapport	3	3.6	5	6	7.5	9	12.5	15	18	25	30	36	50	60	75	90	100	120	150	180	200
Vitesse tr/min	500	417	300	250	200	166	120	100	83	60	50	41	30	25	20	16	15	12.5	10	8.3	7.5
couple	0.4	0.48	0.67	0.80	1.0	1.2	1.7	2.0	2.4	3.0	3.6	4.3	5.4	6.5	8	8	8	8	8	8	8