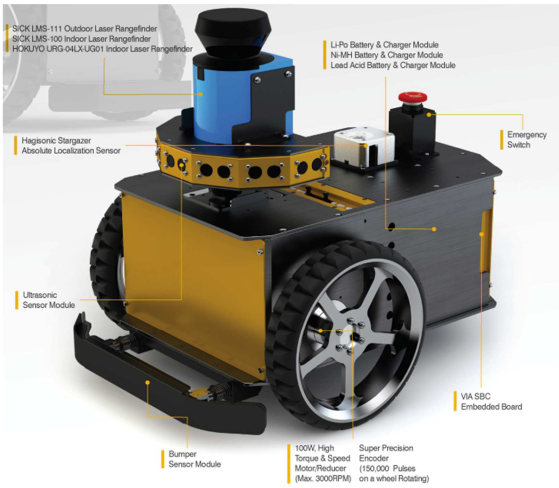
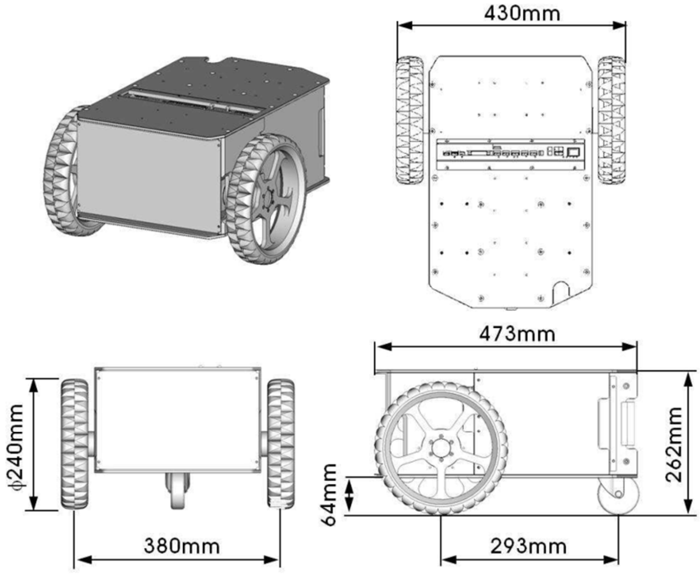
NOM : CORRIGÉ Prénom :

Guidage d'une roue motrice de base mobile

La base mobile Tetra DS® comporte deux roues motrices et une roue folle. Les deux roues motrices sont guidées par rapport au chassis et l'étude proposée concerne la faisabilité de l'utilisation de paliers lisses pour assurer ce guidage. Les dimensions pricipales de la base mobile vous sont indiquées ci-dessous.



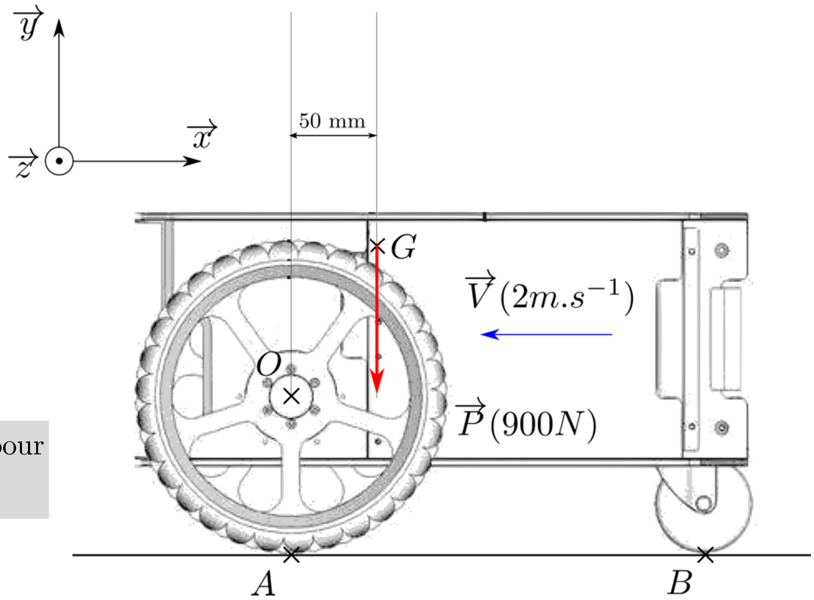


Étude préliminaire : détermination du chargement statique

Les poids cumulés de la base mobile et d'un équipage standard sont ramenés au point G indiqué ci-contre.

Q1. À partir des indications fournies sur les différentes figures, déterminer par une analyse statique la force radiale $\vec{F}_A$ s'exerçant sur chacun des deux guidages des roues motrices.

Quelle que soit la valeur trouvée, on prendra pour la suite $F_A = 400$ N

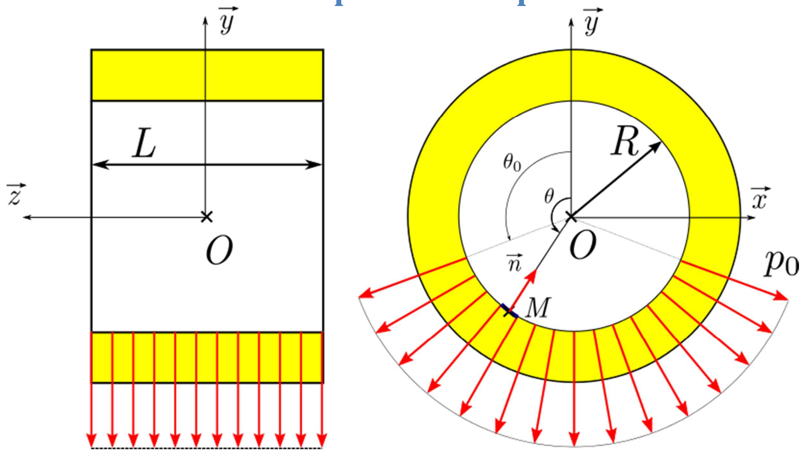


$$2\vec{F}_A + \vec{P} + \vec{F}_B = \vec{0}$$

$$-293F_B + 50P = 0 \Rightarrow F_B = 153,6N$$

$$\Rightarrow F_A = \frac{P - F_B}{2} = 373,2N$$

Détermination de la pression superficielle de contact



Pour prendre en considération le jeu radial de fonctionnement dans les paliers, on se propose de modifier légèrement le traditionnel dimensionnement à la pression diamétrale en introduisant un angle de contact différent de π comme l'indique la figure ci-contre. On conserve néanmoins une hypothèse de pression uniforme, notée p_0.

Q2. Écrire la composante normale de la force élémentaire de contact $d\vec{N}\left(M\right)$ s'appliquant au point M sur une suface infinitésimale dS, en projection sur la base $\left(\vec{x},\vec{y},\vec{z}\right)$

$$d\vec{N}\left(M\right) = -p_0\vec{n}dS = -p_0 R d\theta dz\left(\cos\theta\vec{y} - \sin\theta\vec{x}\right)$$

Q3. Écrire la relation entre la force élémentaire $d\vec{N}\left(M\right)$ et la force $\vec{F}_A$ déterminée à la question 1.

$$-\vec{F}_A = \int_S -p_0 R d\theta dz\left(\cos\theta\vec{y} - \sin\theta\vec{x}\right)$$

Q4. En déduire la relation entre la norme de $\vec{F}_A$, notée F_A (F_A>0), la pression p_0 et les caractéristiques géométriques

$$-F_A\vec{y} = p_0 RL\vec{x}\int_{\theta_0}^{2\pi-\theta_0}\cos\theta d\theta$$

$$F_A = -p_0 RL\left[\sin\Theta\right]_{\theta_0}^{2\pi-\theta_0} = 2p_0 RL\sin\theta_0$$

Q5. Retrouver, en choisissant la valeur appropriée de θ_0, la formule de pression diamétrale

$$\text{Pour } \theta_0 = \frac{\pi}{2},\ F_A = 2p_0 RL = p_0 DL$$

NOM : CORRIGÉ Prénom :

Validation du dimensionnement

Q6. Le diamètre de l'axe étant $D = 20$ mm, déterminer la vitesse de glissement v au contact du palier.

La vitesse de glissement s'écrit $v = R.\omega$ avec $\omega = \frac{V}{R_{roue}} = \frac{2}{0,12} = 16,7 rad.s^{-1}$

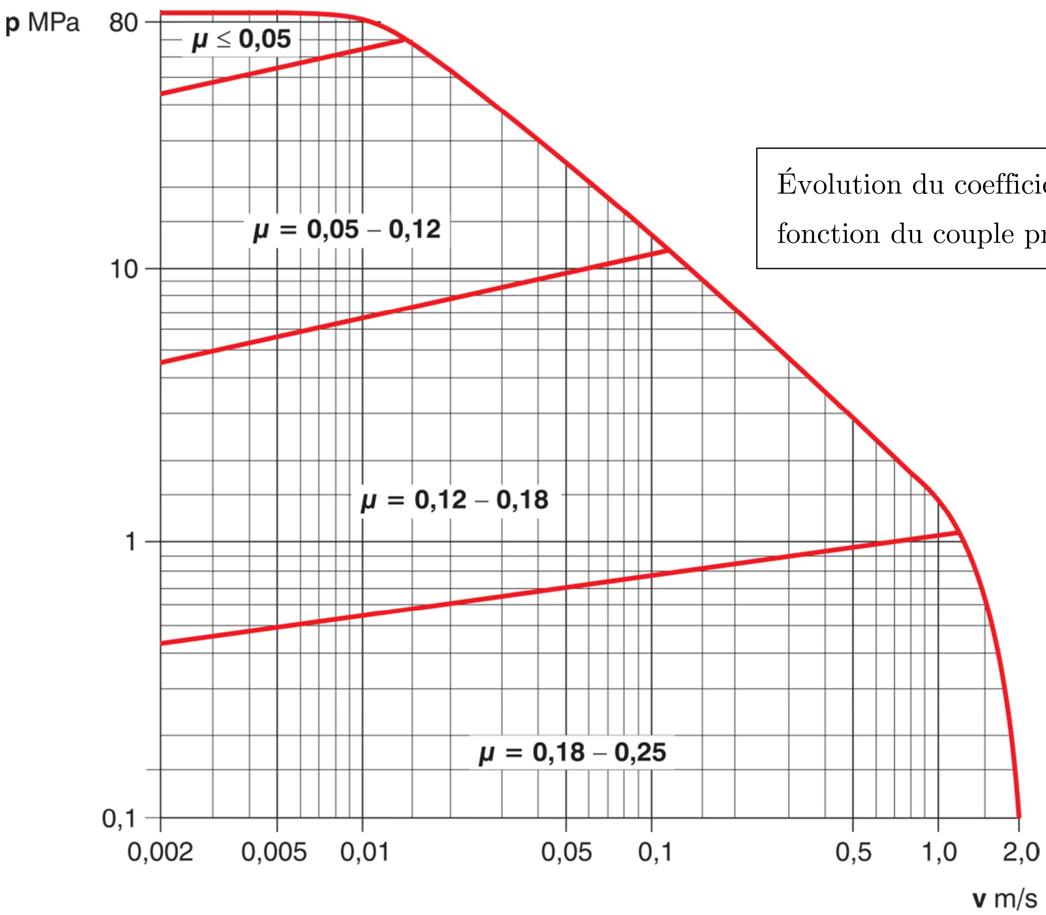
On trouve alors : $v = 0,01.16,7 = 0,167 m.s^{-1}$

Le palier qu'on envisage d'implanter a une longueur de 40 mm. Une analyse du jeu radial a permis de déterminer une valeur approximative de l'angle θ_0 de 100°.

Q7. Déterminer la pression de contact maximale (en cas d'échec à la question 5, on prendra la formule de pression diamétrale).

Le résultat de la question 5 donne $p_0 = \frac{F_A}{DL\sin\theta_0} = \frac{373,2}{20.40.\sin 100°} = 0,474\, MPa$

Le fabricant de paliers lisses fournit le graphe suivant :



Évolution du coefficient de frottement μ en fonction du couple pression / vitesse

Q8. Déterminer par lecture du graphe les valeurs approximatives des trois critères de dimensionnement d'un palier lisse.

Le graphe permet d'identifier la pression maximale (80 MPa), la vitesse de glissement maximale (2 m.s^{-1}) et le produit pV maximal (1,6 MPa.m.s^{-1})

Q9. Ce palier peut-il être implanté ? Justifier.

Le palier valide les 3 critères, il peut donc être implanté

Q10. Quel est le coefficient de frottement moyen ?

Par lecture sur le graphe, on détermine $\mu = 0{,}215$

La présence de frottement fait apparaitre une composante tangentiel au contact.

Q11. Déterminer par intégration et par application des lois de Coulomb, le moment de frottement en fonction de μ , de θ_0, de F_A et des caractéristiques gométriques. Faire l'application numérique.

Dans le cas du glissement, on peut écrire $\left\| d\vec{T}\left(M\right) \right\| = f \left\| d\vec{N}\left(M\right) \right\|$

On peut alors déterminer le moment de frottement par la formule :

$$\begin{aligned}
\vec{M}_f &= \int_S \overrightarrow{OM} \wedge d\vec{T}\left(M\right) \\
&= \int_S R\vec{n} \wedge \mu p_0 \vec{t} R d\theta dz \\
&= p_0 \mu R^2 L \vec{z} \int_{\theta_0}^{2\pi-\theta_0} d\theta \\
&= \left(2\pi - 2\theta_0\right) p_0 \mu R^2 L \vec{z} \\
&= \frac{\mu F_A R \left(\pi - \theta_0\right)}{\sin\theta_0} \vec{z}
\end{aligned}$$

AN : $M_f = 1{,}138 N.m$

Q12. En déduire la puissance dissipée par effet Joule. Faire l'application numérique.

La puissance dissipée par frottement est le produit de la vitesse angulaire de la roue et du moment de frottement : $P_f = M_f.\omega \simeq 19W$

Q13. En quoi cette valeur est-elle importante ?

Cette valeur permet de connaitre les pertes de puissance dans les guidages, valeur qu'il faudra ajouter à la puissance utile pour dimensionner l'actionneur.