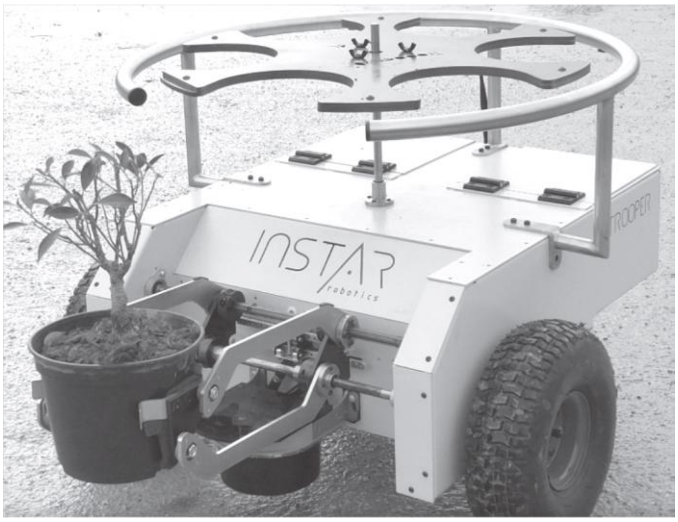
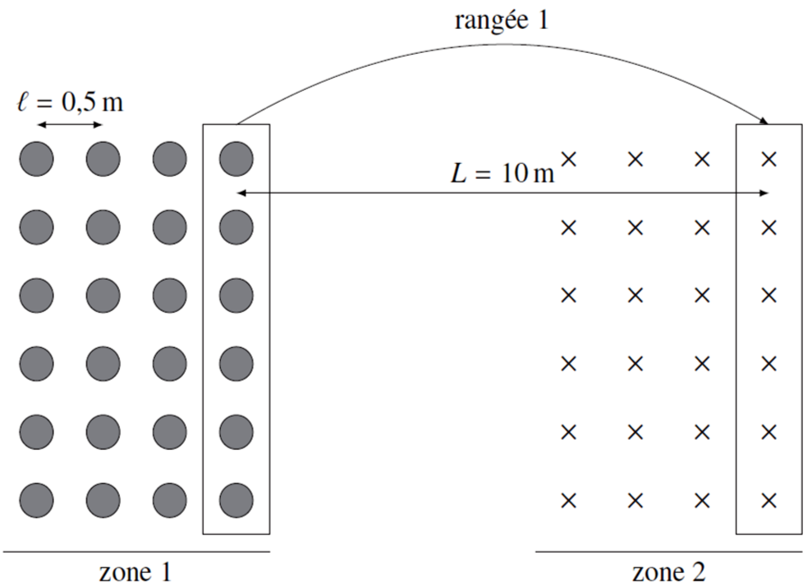
Contrôle continu de cinématique

Étude du robot TROOPER

En culture hors-sol , il faut constamment déplacer les pots pour profiter de la lumière, pour regrouper les cultures, isoler celles qui posent problème, ...
Ce travail est pénible physiquement et les pépiniéristes peinent à trouver de la main d'oeuvre pour réaliser ces tâches quotidiennes difficiles.
La Startup INSTAR ROBOTICS, spécialisée dans le développement de robots d'assistance, a conçu le robot TROOPER qui permet de répondre à ce besoin



Un exemple de tâche à réaliser consiste à déplacer 4 rangées de 6 pots d'une zone à une autre. Le **robot doit prendre les 6 pots** de la rangée 1 de la zone 1, puis les déplacer dans la rangée 1 de la zone 2, de même pour les autres rangées.
On note **T_P le temps de prise d'une rangée de 6 pots**, égal au temps de dépose (ce temps inclut toutes les manoeuvres et est **estimé à 30 s**). On suppose que le robot se déplace à **la vitesse constante V** en ligne droite sur une distance L = 10 m séparant les rangées de chaque zone .
La distance entre deux rangées d'une zone est notée ℓ = 50 cm.



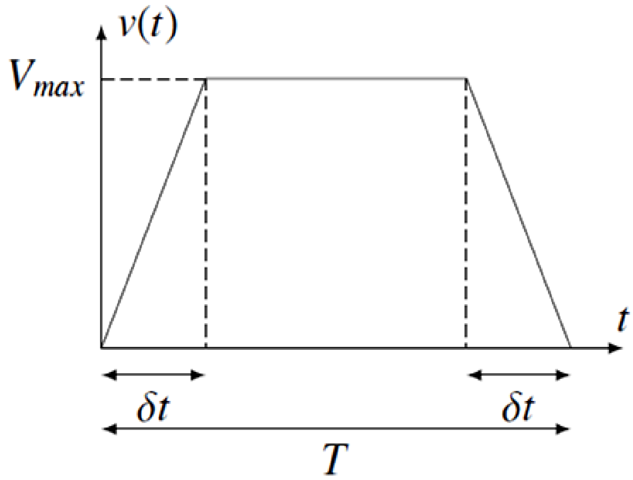
Questions

1) Déterminer la vitesse *V*, supposée constante, à laquelle doit se déplacer le robot en ligne droite pour réaliser la tâche au maximum en *Tm* secondes en fonction de *L*, *ℓ* , *Tm* et *Tp*.
Faire l'application numérique pour une durée *Tm* de 320 secondes.
La vitesse maximale étant de 4 km/h ≈ 1,1 m/s, respecte-t-on cette condition ?

Chaque roue motorisée du robot a pour **rayon *r* = 14 cm** et le **rapport de réduction** du **réducteur** associé à chaque moteur vaut ***kr* = 1/40** .La vitesse maximale du moteur égale à Nm = 3 000 tr·min−1.

2) Déterminer l'expression de la vitesse de déplacement en translation maximale V_M du robot en fonction de Nm, Kr et r.
Vérifier que les éléments choisis permettent de respecter le critère de vitesse maximale de 1,1 m/s

On souhaite que le robot se déplace selon une loi trapèze de vitesse avec *Vmax* la vitesse maximale du robot (Vmax= 1,1 m/s) pour parcourir une distance *D* = 10 m.
On donne le temps total *T* = 10 s et on cherche la durée d'accélération égale à la durée de décélération δ*t*. Pour la question suivante, on suppose, de manière simpliée, que le robot suit parfaitement cette consigne.



3) A partir du diagramme des vitesses, écrire la relation exprimant D en fonction de Vmax, T et δ*t*

4) Déterminer l'expression du temps δ*t* pour respecter le déplacement souhaité en fonction de *D*, *T* et *Vmax*. Faire l'application numérique

5) Sachant qu'à t = 0 la distance parcourue est nulle, déterminer les lois des espaces et des accélérations pour chaque phase du mouvement

6) Tracer les diagrammes des espaces et des accélérations correspondants

En se plaçant dans le cas le plus défavorable, la décélération est supposée constante de valeur
$a_{Gx} = -9$ m.s^{-2}.
Le robot, en début de phase de freinage, a comme vitesse initiale sa vitesse maximale Vmax = 1,1 m/s.

7) Déterminer le temps mis par le robot pour s'arrêter ainsi que la distance parcourue durant cette phase de freinage d'urgence

Pour la même distance parcourue et la même accélération, on veut limiter Vmax à 1 m/s

8) Déterminer la durée T qui permet de respecter cette nouvelle condition

<u>Comportement du robot en virage</u>

Pour pouvoir se déplacer dans toutes les directions, il faut contrôler le comportement du robot et notamment définir correctement les consignes de vitesse de chaque roue motorisée.

Le paramétrage du robot est donné sur la figure 8.

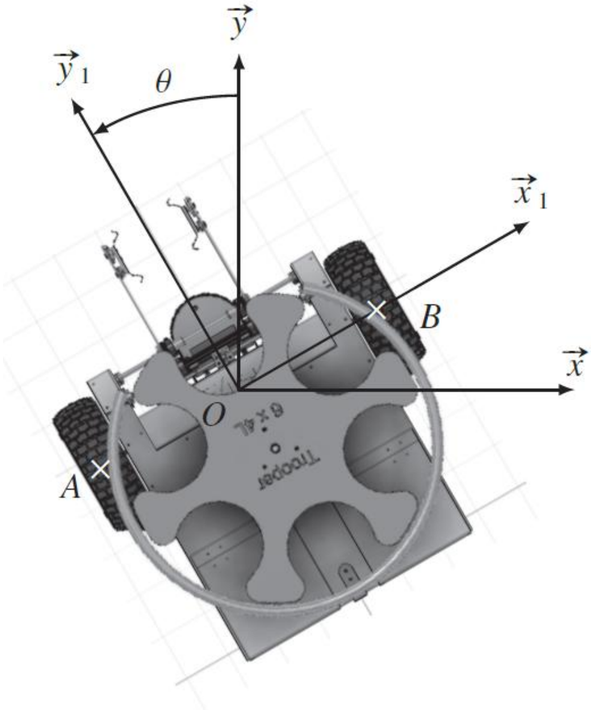
La distance séparant les centres des roues motrices au point O est notée e = AO = OB. Le rayon d'une roue est noté r.

On suppose que le mouvement du robot noté 1 par rapport au sol noté 0 est défini par le torseur

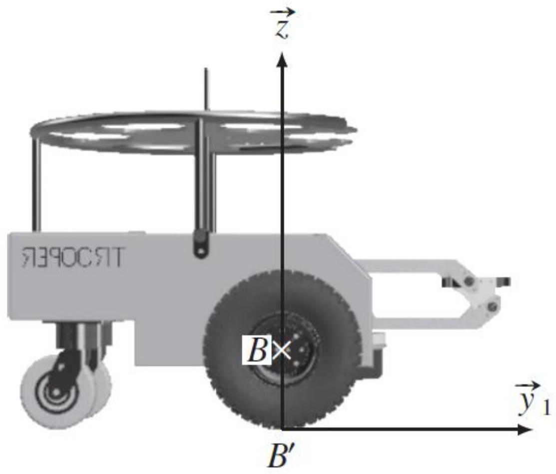
Cinématique : $\{\boldsymbol{v_{1/0}}\}$ = $_{\boldsymbol{O}}\left\{\begin{matrix} \overrightarrow{\boldsymbol{\Omega_{1/0}}} = \dot{\boldsymbol{\theta}}.\vec{z} \\ \overrightarrow{\boldsymbol{V_{O_{1/0}}}} = \boldsymbol{V}.\overrightarrow{y_1} \end{matrix}\right\}$

On note A' le point de contact de la roue gauche avec le sol et B' le point de contact de la roue droite avec le sol.

On note ω_d (respectivement ω_g) les vitesses de rotation des roues **droite** (notée **d)** et **gauche** (notée **g**) par rapport au robot 1.



Paramétrage du robot en virage



9) Déterminer la vitesse $\overrightarrow{\boldsymbol{V_{A'\ g/0}}}$ en fonction de V, ω_g, $\dot{\theta}$, e et r. De même, sans détailler les calculs, donner l'expression de $\overrightarrow{\boldsymbol{V_{B'\ g/0}}}$ en fonction de V, ω_d, $\dot{\theta}$, e et r.

10) En utilisant l'hypothèse de roulement sans glissement en A' et en B', montrer que $\dot{\theta} = C_1(\omega_g - \omega_d)$ et $V = -C_2(\omega d + \omega g)$ où C_1 et C_2 sont des constantes positives à exprimer en fonction des données.