



Samedi 8 avril 2023

OPTION : SCIENCES INDUSTRIELLES

MP - MPI - PC - PSI - PT - TSI

Durée : 2 heures

Conditions particulières

Calculatrice interdite

Documents interdits

Indiquez votre code candidat SCEI sur la page 6 à insérer dans votre copie d'examen

Concours EPITA-IPSA-ESME

Option Sciences Industrielles pour l'Ingénieur

Système anti-franchissement de ligne

Durée : 2 heures

L'utilisation de calculatrices est interdite. La consultation de documents est interdite.

Le sujet comporte 6 pages (La dernière page est à rendre avec la copie).

Notations

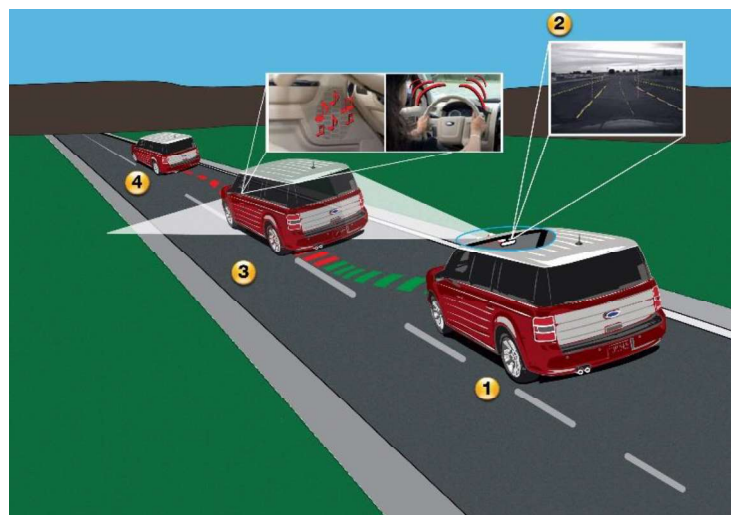
On notera :

- Le torseur cinématique du solide i par rapport au solide j : $V_{i/j} = \{\vec{\Omega}_{i/j} | \vec{V}_{P,i/j}\}_P$ où $\vec{\Omega}_{i/j}$ représente le vecteur taux de rotation du solide i par rapport au solide j et $\vec{V}_{P,i/j}$ le vecteur vitesse du point P dans le mouvement du solide i par rapport au solide j .
- Le torseur de l'action mécanique du solide i sur le solide j : $T_{i \rightarrow j} = \{\vec{R}_{i \rightarrow j} | \vec{M}_{P,i \rightarrow j}\}_P$ où $\vec{R}_{i \rightarrow j}$ représente la résultante de l'action mécanique du solide i sur le solide j et $\vec{M}_{P,i \rightarrow j}$ le moment en P de l'action mécanique du solide i sur le solide j .

Présentation

L'aide à la conduite automobile a été marquée de nombreux progrès ces dernières années. On pourra citer la direction assistée, le système ABS, l'ESP, l'allumage automatique de feux, la géolocalisation du véhicule et le guidage routier, le régulateur de vitesse, le régulateur de vitesse adaptatif, l'assistance au freinage d'urgence, la reconnaissance des panneaux de signalisation, ... Tous ces dispositifs ont pour but de faciliter la conduite en la rendant moins fatigante et plus agréable, mais surtout en la rendant plus sûre.

On s'intéresse dans ce sujet au système anti-franchissement de ligne. Ce système permet de remettre le véhicule dans la voie de circulation en cas de franchissement de ligne. Ce système comporte une caméra fixée au pare choc avant ou sur le pare-brise et qui filme la route. Un ordinateur analyse les images fournies à la caméra et en déduit la position de la voiture par rapport à la ligne. En cas de franchissement de ligne, un signal sonore est émis dans l'habitacle et une action sur la direction est donnée pour ramener le véhicule dans sa voie de circulation.



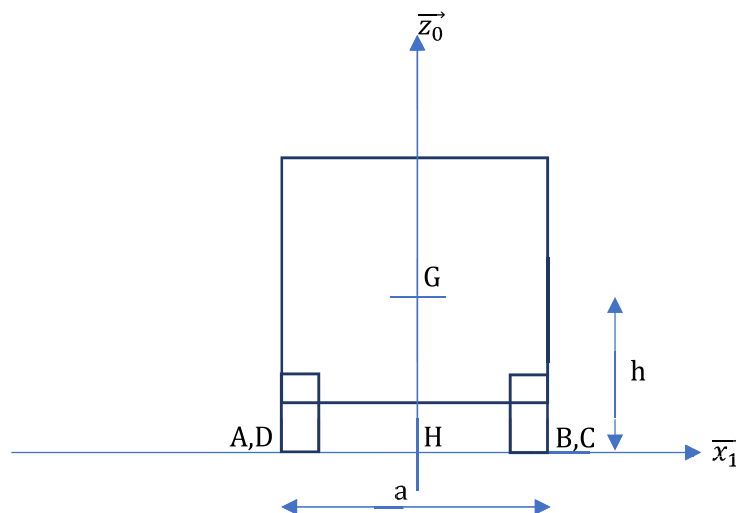
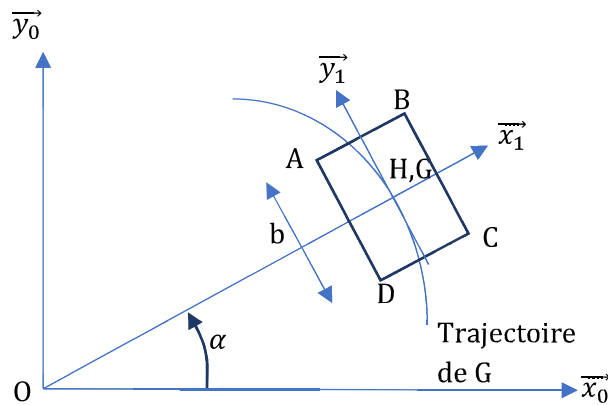
Partie 1 : conditions de non basculement et de non glissement

L'action du dispositif sur la direction doit être bornée. En effet, pour des raisons de sécurité, il n'est pas concevable que cette action sur la direction provoque un glissement ou un basculement du véhicule.

On considère dans cette partie que le véhicule (noté S) est en virage par rapport à la Terre (notée 0). On note le repère $(O, \vec{x}_0, \vec{y}_0, \vec{z}_0)$ un repère lié à la Terre dont on supposera le référentiel associé comme galiléen. Le centre de gravité du véhicule est noté G. Le mouvement du véhicule S par rapport à la Terre 0 est une rotation d'axe (O, \vec{z}_0) . Le repère $(O, \vec{x}_1, \vec{y}_1, \vec{z}_0)$ est lié au véhicule. La trajectoire de G par rapport à 0 est un cercle de rayon R.

On approxime le contact des roues du véhicule avec le sol comme des contacts ponctuels en A, B, C et D. On note $\overrightarrow{AB} = \overrightarrow{DC} = a \cdot \vec{x}_1$, $\overrightarrow{DA} = \overrightarrow{CB} = b \cdot \vec{y}_1$, $\overrightarrow{HG} = h \cdot \vec{z}_0$, $\overrightarrow{OH} = R \cdot \vec{x}_1$, $\alpha = (\vec{x}_0, \vec{x}_1)$. La masse de la voiture S est notée m, la matrice d'inertie de la voiture en G est notée $I_{S,G} = \begin{bmatrix} A & 0 & 0 \\ 0 & B & 0 \\ 0 & 0 & C \end{bmatrix}_{(\vec{x}_1, \vec{y}_1, \vec{z}_0)}$. On considérera que $\dot{\alpha}$ est constant.

L'action du sol sur la voiture est décomposée en 4 actions mécaniques s'appliquant en A (respectivement B, C et D) notée $T_{0 \rightarrow S}^A = \{T_A \cdot \vec{x}_1 + N_A \cdot \vec{z}_0 | \vec{0}\}_A$ (respectivement $T_{0 \rightarrow S}^B = \{T_B \cdot \vec{x}_1 + N_B \cdot \vec{z}_0 | \vec{0}\}_B$, $T_{0 \rightarrow S}^C = \{T_C \cdot \vec{x}_1 + N_C \cdot \vec{z}_0 | \vec{0}\}_C$ et $T_{0 \rightarrow S}^D = \{T_D \cdot \vec{x}_1 + N_D \cdot \vec{z}_0 | \vec{0}\}_D$). Le coefficient de frottement entre les roues et la route est de $f = 0,8$.



1. Déterminer $V_{S/0}$ le torseur cinématique de la voiture S par rapport à la terre 0 en fonction de α , de ses dérivées et des constantes du problème. On évaluera la vitesse de ce torseur en G.
2. Déterminer $\overrightarrow{\sigma_{G,S/0}}$ le moment cinétique en G de la voiture par rapport au sol.
3. Déterminer $\overrightarrow{a_{G,S/0}}$ le vecteur accélération de G de la voiture S par rapport à la terre en fonction de α , de ses dérivées et des constantes du problème.
4. Déterminer $\overrightarrow{\delta_{G,S/0}}$ le moment dynamique en G de la voiture S par rapport à la terre 0 en fonction de α , de ses dérivées et des constantes du problème.
5. Appliquer le Principe Fondamental de la Dynamique à la voiture par rapport au sol et donner les équations reliant l'angle α , ses dérivées, les constantes du problème et les réactions du sol sur la voiture.
6. Déterminer les quantités $N_A + N_D$ et $N_B + N_C$ du sol sur la voiture.

La souplesse de la suspension d'une voiture impose que $N_A = N_D$ et $N_B = N_C$.

7. Vérifier que cette condition est bien vérifiée dans les équations de la question 5 et déterminer N_A , N_B , N_C et N_D .
8. Déterminer la condition de non basculement. En déduire $\dot{\alpha}_b$ la vitesse de rotation maximale évitant le basculement du véhicule.
9. Déterminer la condition d'adhérence du véhicule sur le sol. En déduire $\dot{\alpha}_g$ la vitesse de rotation maximale évitant le glissement du véhicule.

Partie 2 : Stabilité et correction de l'asservissement du système

La partie précédente a permis d'établir des bornes sur l'angle de braquage des roues évitant le basculement et le glissement du véhicule. On cherche maintenant à asservir la position du véhicule par rapport à la ligne de signalisation horizontale. La caméra mesure en permanence la distance noté y entre le véhicule et la ligne de signalisation. La direction agit sur l'angle de braquage des roues noté θ . Lorsque les roues touchent une ligne de signalisation horizontale, le système demande à la direction d'agir de manière à ce que la distance entre le véhicule et la ligne soit une distance de consigne y_c . La composante de vitesse suivant x est constante.

