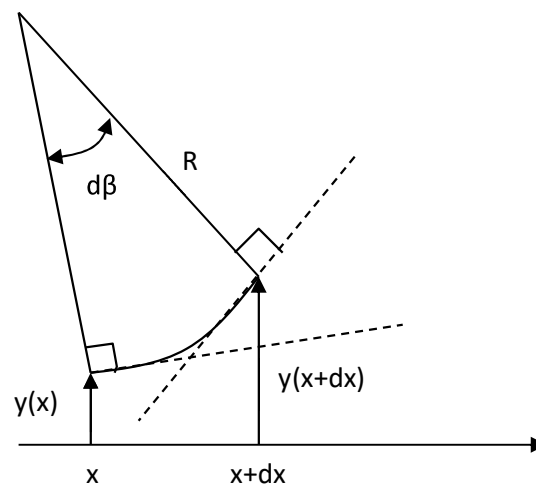


On considère que l'angle de braquage des roues avant du véhicule est lié au rayon de courbure du véhicule comme ci-contre. On néglige la largeur de la voiture devant le rayon de courbure  $R$ , c'est-à-dire  $OC = OB = R$  et  $OD = OA$ . On considère que l'angle de braquage  $\theta$  des deux roues avant est le même. L'écart entre les essieux est noté  $AB = b$ .

10. Déterminer la relation entre  $R$ ,  $\theta$  et  $b$ .

On considère que le véhicule est en virage de rayon de courbure  $R$ . On cherche une relation entre  $R$  et la distance à la ligne de circulation  $y$ . La figure suivante présente la trajectoire entre deux instants  $t$  et  $t+dt$ , durant lesquels le véhicule a avancé entre les positions  $x$  et  $x+dx$ . Pendant cet instant, le véhicule a fait un virage d'angle infinitésimal  $d\beta$ .



11. Déterminer l'équation liant  $y$  à  $R$ .

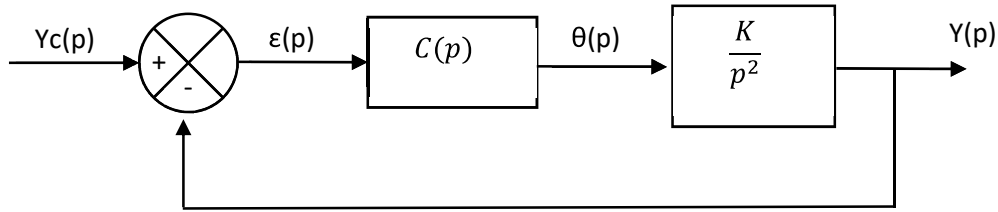
12. En combinant avec la relation de la question 10, et en considérant l'angle  $\theta$  petit, donner une relation entre  $y$  et  $\theta$ . Exprimer cette relation dans le domaine de Laplace.

L'asservissement de la distance entre la ligne et le véhicule doit respecter le cahier des charges suivant :

Stabilité	Marge de phase de $45^\circ$ .
Précision	Ecart statique indiciel nul en boucle fermée.
Rapidité	Temps de réponse du système en boucle fermée à 5% égal à 0,3 s.

Un comparateur compare la distance de consigne  $y_c(t)$  et la distance mesurée  $y(t)$  pour donner un écart  $\varepsilon(t)$ . Cet écart est corrigé et amplifié pour donner une commande aux roues  $\theta(t)$ .

Le système asservi est modélisable par le schéma-bloc suivant :



13. Déterminer si le système non corrigé (avec  $C(p) = 1$ ) vérifie le cahier des charges. Justifier.
14. Déterminer la Fonction de Transfert en Boucle Ouverte du système non corrigé (avec  $C(p) = 1$ ) notée FTBO(p). Tracer le diagramme de Bode sur votre copie.
15. En faisant l'analogie avec un système du 1<sup>er</sup> ordre, déterminer  $\omega_{0dB}$  la pulsation à 0dB de la fonction de transfert en boucle ouverte du système non corrigé.

On met en place un correcteur à avance de phase de fonction de transfert  $C(p) = K_c \cdot \frac{1+d \cdot T \cdot p}{1+T \cdot p}$  où  $K_c$ ,  $T$  et  $d > 1$  sont des coefficients du correcteur.

16. Tracer l'allure du diagramme de Bode de  $C(p)$  en fonction des paramètres.
  17. Justifier l'utilisation de ce correcteur.
- La phase du diagramme de Bode de la question 16 présente un maximum  $\varphi_m$  pour une pulsation  $\omega_m$ .
18. Déterminer l'apport maximum de phase  $\varphi_m$  et la pulsation  $\omega_m$  en fonction de  $d$  et  $T$ .
  19. Déterminer  $\varphi_m$  en degrés pour que la marge de phase corresponde au cahier des charges. En déduire la valeur numérique de  $d$ .
  20. Déterminer  $T$  pour que l'apport maximum de phase du correcteur soit à  $\omega_{0dB}$  du système corrigé.
  21. Déterminer  $K_c$  (sous forme d'une puissance de 10) pour vérifier la condition de la question 15.
  22. Tracer sur le Document Réponses le diagramme asymptotique ainsi que l'allure du diagramme de Bode de la Fonction de Transfert en Boucle Ouverte corrigée. Conclure.

FIN de l'épreuve.