

TRAVAIL DEMANDE

1 – PREMIERE VERIFICATION (Etude portant sur la C2 VTR 1.6i-16S puis la C2 Super 1600)

11 – Décélération du véhicule de série C2 VTR 1.6i-16S

La documentation technique page 3 donne les valeurs des distances minimales de freinage mesurées à grande vitesse lors des essais d'arrêts d'urgence sur piste asphaltée sèche. Les relevés sont effectués par du matériel électronique embarqué qui mesure la distance de freinage dès l'action du pied sur la pédale de frein jusqu'à l'arrêt complet du véhicule avec ses deux personnes à bord. **Le temps de réaction t_r est ainsi nul.**

Etude théorique d'après les essais (voir page 3) et l'extrait des normes sur la décélération et la distance d'arrêt des véhicules routiers (voir page 4 paragraphe IV).

Question 111 (littérale et application numérique)

Calculer pour les deux essais effectués à 130 et 160 km/h, les distances x_{m130} , x_{m160} , x_{f130} et x_{f160} parcourues pendant le temps mort t_m et les temps de freinage t_{f130} et t_{f160} (voir extrait page 4 paragraphe IV pour le calcul de t_m).

Question 112 (littérale et application numérique)

Calculer pour les deux essais effectués à 130 et 160 km/h, la décélération maximale γ_{\max} en m/s^2 et en nombre de g ($g=9,81m/s^2$: accélération de la pesanteur) en faisant l'hypothèse que le véhicule s'arrête d'un mouvement uniformément décéléré.

Question 113

L'hypothèse de décélération constante posée pour la résolution du problème est-elle vérifiée ? Justifier la réponse.

12 – Décélération du véhicule C2 Super 1600

La limite supérieure de la décélération est déterminée par l'adhérence longitudinale $\mu_{L\text{ sol/pneu}}$ entre les pneus et la route.

Etude théorique d'après les données techniques pages 3, 4 et la figure paragraphe VIII page 8.

Hypothèses :

- La voiture freine (ici décélération $\gamma < 0$) sur une route plane inclinée d'un angle α telle que :
- $-11,3^\circ \leq \alpha \leq +11,3^\circ$;
- le plan (x, y) est un plan de symétrie géométrique et mécanique ;
- l'accélération de la pesanteur est $g = 9,81 \text{ m/s}^2$;
- la masse de la voiture avec son équipage à bord est notée M égale à 1150 kg ;
- $R(O, x, y, z)$ repère galiléen lié au sol et G centre d'inertie ;
- les forces aérodynamiques, les résistances aux roulements et le frein moteur ne sont pas prises en compte dans cette étude (si le dispositif de freinage s'avère bien dimensionné pour permettre de freiner l'auto à la limite du blocage des roues alors la reprise de cette étude prenant en compte les efforts passifs ne sera pas nécessaire) ;
- rotation du véhicule au freinage (tangage) et moments d'inertie de la transmission et des roues négligés ;
- équiadhérence des roues avant en A et arrière en B et le pilote freine le véhicule à la limite de l'adhérence ;

- le système de freinage permet de freiner l'auto à la limite du blocage des roues et ceci quelle que soit l'adhérence. A cet effet, pour vérifier ce dispositif, on prendra un coefficient maximal d'adhérence longitudinale en A et en B : $f = \mu_{L \text{ sol/pneu } \text{maxi}} = \tan \varphi_{\text{maxi}} = 1,8$.

Question 121 (littérale)

Ecrire le torseur dynamique de la voiture V en mouvement par rapport au sol S en G dans la base inclinée (x_i, y_i, z_i) .

Question 122 (littérale)

Ecrire le torseur dynamique de la voiture V en mouvement par rapport au sol S en B dans la base inclinée (x_i, y_i, z_i) .

Question 123 (littérale)

Isoler le véhicule V (figure paragraphe VIII page 8). Faire le bilan des actions mécaniques extérieures au véhicule V. Appliquer le principe fondamental de la dynamique au véhicule V en mouvement par rapport au sol S au point B et en déduire les équations de projection dans la base inclinée (x_i, y_i, z_i) .

En tenant compte de l'hypothèse d'équiadhérence des roues, écrire les deux équations supplémentaires donnant les relations entre les composantes tangentielles T_A, T_B , les composantes normales N_A, N_B et le coefficient d'adhérence longitudinale maximal f .

Question 124 (littérale)

Déduire du système d'équations de la question 123, la décélération γ .
Montrer qu'elle peut se mettre sous la forme : $\gamma = -g (f \cos\alpha + \sin\alpha)$.

Question 125 (application numérique)

Calculer les décélérations $\gamma_{11,3^\circ}$, γ_{0° et $\gamma_{-11,3^\circ}$ en m/s^2 et en nombre de g dans le cas où le véhicule freine sur une route inclinée de $11,3^\circ$, horizontale et inclinée de $-11,3^\circ$.

Question 126 (vérification)

Comparer la décélération sur piste horizontale de la C2 S1600 avec celle de la C2 VTR 1.6i-16S. Conclure.

2 – DEUXIEME VERIFICATION (Etude portant uniquement sur la C2 Super 1600)

Etude du pédalier de frein

Hypothèses :

- Le pédalier est actionné par le pilote et est dans la position du schéma cinématique figure paragraphe V.13 page 5 ;
- le mécanisme est en équilibre
- les liaisons sont supposées être parfaites
- le poids propre des pièces est négligeable par rapport aux efforts connus.
- les actions des ressorts de rappels des maîtres-cylindres sont négligeables par rapport aux efforts connus.
- les actions des fluides sur les pistons des maîtres cylindres AV et AR seront notées FAV et FAR .

Question 21 (littérale)

Isoler l'ensemble $\Sigma = \{2 + 3 + 4 + 6 + 7\}$ et montrer que Σ est soumis à trois actions qui appartiennent au plan (A, x, z). Que peut-on conclure sur $Y_{A1 \rightarrow 2}$, $Y_{E5 \rightarrow 4}$ et $Y_{K8 \rightarrow 7}$?

Ecrire les équations de la résultante statique.

Question 22 (littérale)

Isoler 5 et écrire l'équation de la résultante statique en projection sur l'axe x pour en déduire $X_{E4 \rightarrow 5}$. Par analogie isoler 8 et en déduire $X_{K7 \rightarrow 8}$.

Question 23 (littérale)

Reprendre le système matériel isolé $\Sigma = \{2 + 3 + 4 + 6 + 7\}$ pour en déduire le torseur des actions en A de 1 sur 2 : $[T_{A1 \rightarrow 2}]$.

Question 24 (littérale)

Isoler 1 et écrire le principe fondamental de la statique au point O pour en déduire la force exercée par le pilote sur la pédale.

Question 25 (application numérique et vérification)

Vérifier que l'action exercée par le pilote sur la pédale soit inférieure à 20 daN.

On prendra les valeurs des actions des fluides sur les pistons des maîtres-cylindres AV et AR :

$$F_{AV} = 341 \text{ N et } F_{AR} = 131 \text{ N}$$

Question 26 (littérale)

Reprendre le système matériel isolé $\Sigma = \{2 + 3 + 4 + 6 + 7\}$ en posant l'hypothèse de plan de symétrie géométrique et mécanique (A, x, z).

Ecrire le principe fondamental de la statique au point A pour en déduire la position z_A du répartiteur.

Quels que soient les résultats trouvés précédemment on prendra $X_{E5 \rightarrow 4} = F_{AV}$ et $X_{K8 \rightarrow 7} = F_{AR}$.

Question 27 (application numérique et vérification)

Calculer la valeur de la position z_A du répartiteur et vérifier si le réglage est possible. Justifier la réponse.

3 – TROISIEME VERIFICATION (Etude portant uniquement sur la C2 Super 1600)

Etude du frein à main hydraulique vertical devant bloquer les roues AR et du dispositif de freinage AR (disques et étriers) voir figures paragraphe V.32, VI, VII et VIII page 6,7 et 8)

Hypothèses :

- La voiture freine (décélération $\gamma < 0$) sur une route plane inclinée d'un angle α telle que :
- $-11,3^\circ \leq \alpha \leq +11,3^\circ$
- le plan (x, y) est un plan de symétrie géométrique et mécanique ;
- l'accélération de la pesanteur, $g = 9,81 \text{ m/s}^2$;
- la masse de la voiture avec son équipage à bord est notée M égale à 1150 kg ;
- R (O, x, y, z) repère galiléen lié au sol et G centre d'inertie ;
- les forces aérodynamiques, les résistances aux roulements sont négligeables (petite vitesse)

- rotation du véhicule au freinage (tangage) et moments d'inertie de la transmission et des roues négligées ;
- seules les roues arrières sont freinées jusqu'au blocage (pas de freinage sur les roues AV)
- le frein à main hydraulique actionné bloque les roues uniquement AR (limite de l'adhérence) et ceci quelle que soit l'adhérence. A cet effet pour vérifier le dispositif on prend un coefficient maximal d'adhérence longitudinale en B : $f = \mu L_{\text{sol/pneu maxi}} = \tan \phi_{\text{maxi}} = 1,8$

Question 31 (littérale)

En faisant l'hypothèse que seules les roues arrière sont freinées (roues AV non freinées « $T_A = 0$ »), écrire les équations déduites du principe fondamental de la dynamique à la voiture V en mouvement par rapport au sol S au point B.

Ecrire l'équation supplémentaire donnant la relation entre la composante tangentielle de frottement T_B , la composante normale N_B et le coefficient de frottement longitudinal maxi f .

On pourra reprendre l'étude dynamique en décélération du véhicule C2 Super 1600 réalisée en première vérification (à partir du paragraphe 12 page 9) en faisant l'hypothèse que seules les roues arrières sont freinées (pas de freinage sur les roues AV « $T_A = 0$ ») et sont à la limite de l'adhérence longitudinale maxi (voir figure paragraphe VIII page 8).

Question 32 (littérale)

Déduire du système d'équations de la question 31, la décélération γ .

Montrer qu'elle peut se mettre sous la forme : $\gamma = \frac{g f}{L + f h} [-\sin \alpha \left(\frac{L}{f} + h\right) + \cos \alpha (b - L)]$

Question 33 (application numérique)

Calculer les décélération $\gamma_{11,3^\circ}$, γ_{0° et $\gamma_{-11,3^\circ}$ en m/s^2 dans le cas où le véhicule freine sur une route inclinée de $11,3^\circ$, horizontale et inclinée de $-11,3^\circ$. (Valeurs numériques de a, b, L et h à prendre dans le tableau page 3/13)

Question 34 (littérale)

Déduire du système d'équations de la question 31 la composante tangentielle T_B .

Montrer qu'elle peut se mettre sous la forme : $T_B = -f M \left[g \cos \alpha + \frac{1}{L} (h \gamma + h g \sin \alpha - b g \cos \alpha) \right]$

Question 35 (application numérique)

Calculer la composante tangentielle $T_{B 11,3^\circ}$, $T_{B 0^\circ}$, $T_{B -11,3^\circ}$ dans le cas où le véhicule bloque les roues arrières sur une route inclinée de $11,3^\circ$, horizontale et inclinée de $-11,3^\circ$.

Question 36 (littérale)

L'écriture de l'équation du moment dynamique en projection sur l'axe z pour une roue AR avec son disque de frein (voir figure paragraphe VII page 8) donne : $M_f = T \cdot R_j$

Le module du moment de frottement M_f (N.mm) exercé par les plaquettes sur le disque de frein est donné par la relation suivante : $M_f = A \cdot \mu \cdot R_{\text{moyen}} \cdot n$

A = force axiale piston sur plaquette (N)

μ = coefficient frottement plaquettes/disques

R_{moyen} = rayon moyen contact disque/plaquette (mm)

n = nombre de surfaces de frottement

Déterminer à l'aide de la figure paragraphe VI page 7 la pression p dans le circuit de frein AR et l'exprimer en fonction de T , R_j , R_{moyen} , μ , n et S_{TP} . « S_{TP} = section droite d'un piston d'étrier (mm^2) »

A l'aide de la figure paragraphe VI page 7 en déduire l'action du fluide F à exercer sur le piston du maître-cylindre en fonction de T , R_j , R_{moyen} , μ , n , S_{TP} , S_{MC} .

« S_{MC} = section droite du piston du maître-cylindre (mm^2) »

Question 37 (application numérique)

Calculer la pression p_{AR} dans le circuit de frein AR et calculer l'action du fluide F_{AR} sur le maître-cylindre du frein à main hydraulique.

Quels que soient les résultats trouvés précédemment, on prendra $|T_B| = 6476 \text{ N}$ soit $T = 3238 \text{ N}$ pour une roue.

Question 38 (littérale et application numérique)

La bielle étant dans l'axe du piston, isoler le levier et écrire l'équation du moment statique au point A en projection sur l'axe z. Résoudre par la méthode de votre choix afin de déterminer l'action que doit exercer le pilote sur le levier.

Hypothèses :

- Le frein à main dans la position du schéma cinématique (voir figure paragraphe V.32 page 6) est actionné par le pilote ;
- le mécanisme est en équilibre, les liaisons sont parfaites ;
- le plan (A, x, y) est un plan de symétrie géométrique et mécanique pour le frein à main hydraulique ;
- le poids propre des pièces est négligeable par rapport à l'effort connu ;
- l'action du ressort de rappel du maître-cylindre est négligeable par rapport à l'effort connu.
- l'action du fluide sur le piston du maître-cylindre RE fluide $\rightarrow 3 = F_{AR} = 1754 \text{ N}$.

Question 39 (vérification)

Le frein à main à commande hydraulique conçu pour la C2 S1600, peut-il assurer le blocage des roues arrière quelles que soient les conditions ?

Justifier la réponse.