CORRECTION DU Problème 1
Suspension hydractive à contrôle actif de roulis
de la Citroën Xantia Activa V6

Question 1: Quelle accélération verticale maximale peut supporter le corps humain, sollicité avec une fréquence comprise entre 4 Hz et 8 Hz pendant 30 minutes, sans être incommodé?

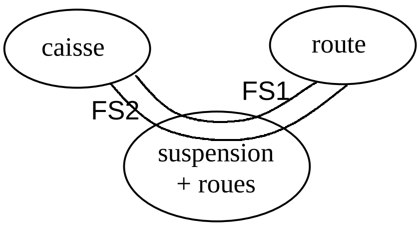
La figure 2 montre que l'accélération verticale maximale est de 0,4 m/s².

Comment se comporte le corps humain sollicité par une vibration verticale de fréquence voisine de 1 Hz?
C'est à une fréquence de 1 Hz (correspondant à une marche normale, soit un pas à la seconde) que le corps humain est le moins indisposé.

Question 2: Donner les principales caractéristiques fonctionnelles de la suspension Activa.

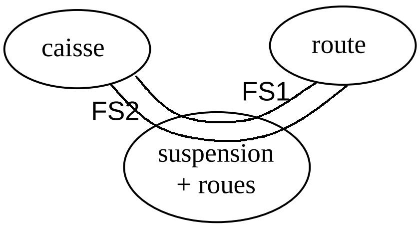
Le diagramme pieuvre est bien adapté pour répondre à cette question (faire un diagramme par phase du cycle de vie) sans oublier d'expliciter et de caractériser (critères + valeurs) les fonctions de service.

Phase du cycle de vie: en ligne droite



	Fonctions de service	critères	valeurs
FS1	assurer le confort des passagers	accélération verticale	maxi
		garde au sol	constante
FS2	assurer la tenue de route	actions mécaniques	constantes et mini

Phase du cycle de vie: en virage



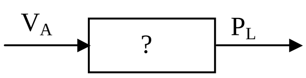
	Fonctions de service	critères	valeurs
FS1	assurer le confort des passagers	accélération verticale	maxi
		garde au sol	constante
		angle de roulis	<?
FS2	assurer la tenue de route	actions mécaniques	constantes et mini

Il faut gérer des compromis car une même fonction de service peut avoir des critères et des valeurs différents suivant les phases du cycle de vie (mode souple ou ferme pour la fonction FS1 par exemple).

Question 3: Calculer le volume d'azote V_S dans la sphère lorsque la caisse est à l'équilibre.

$$P_S V_S = P_0 V_0 \Rightarrow V_S = \frac{P_0 . V_0}{(M_r . g)/K_L . S_P} = \frac{4.10^6 . 4{,}5.10^{-4}}{1{,}043.10^7} = 1{,}725.10^{-4}\,m^3$$

Question 4: Etablir la fonction de transfert du bloc b3 traduisant le comportement de l'azote dans la sphère.



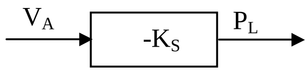
$$P_A(t).V_A(t)^{\gamma} = P_S.V_S{}^{\gamma} \Rightarrow (P_S + p(t)).(V_S + v(t))^{\gamma} = P_S.V_S{}^{\gamma}$$

$$P_S.(1+\frac{p(t)}{P_S}).V_S{}^{\gamma}.(1+\frac{v(t)}{V_S})^{\gamma} = P_S.V_S{}^{\gamma} \quad \Rightarrow \quad (\frac{p(t)}{P_S}+1).(\frac{v(t)}{V_S}+1)^{\gamma} = 1$$

En linéarisant au 1er ordre: $\frac{p(t)}{P_S}+\gamma\frac{v(t)}{V_S}+1=1$ d'où $\frac{p(t)}{P_S}+\gamma\frac{v(t)}{V_S}=0$ soit $p(t)=-\gamma.P_S.\frac{v(t)}{V_S}$

La transformée de Laplace de cette expression avec les conditions initiales fournies donne:

$$\boxed{P_L(s) = -\gamma.\frac{P_S}{V_S}V_A(s) = -K_S V_A(s)}$$

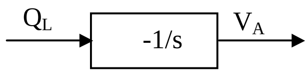


A.N. : Ks = + 8,34.10^{10} N.m^5

<u>Question 5</u>: Justifier que la variation de volume du liquide dans la sphère s'écrit v(t) = -∫Q$_L$(t)dt.

Le volume de liquide qui entre dans la sphère diminue le volume d'azote d'autant (d'où le signe moins) et le débit de liquide entrant dans la sphère est $Q_L = \frac{dv}{dt}$

Etablir la fonction de transfert du bloc b2 traduisant le comportement du liquide dans la sphère.



<u>Question 6</u>: Etablir la relation entre Q$_D$(s), X$_C$(s) et P$_L$(s) et représenter ce modèle (bloc b1) sous forme de schéma-bloc.

$$Q_D(t) = K\,X_C(t).\sqrt{P_{al} - P_C(t)} = K\,(x_0 + x(t))\,(P_{al} - p(t) - P_S)^{1/2}$$

soit $q_0 + q(t) = K\,x_0\,(P_{al} - P_S)^{1/2}(1 + \frac{x(t)}{x_0})(1 - \frac{p(t)}{P_{al} - P_S})^{1/2}$

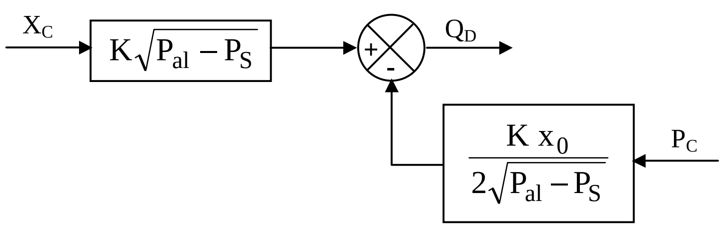
en linéarisant au 1er ordre, on obtient $q_0 + q(t) = K\,x_0\,(P_{al} - P_S)^{1/2}\,(1 + \frac{x(t)}{x_0} - \frac{p(t)}{2(P_{al} - P_S)})$

Grâce à la membrane interne de la sphère, les pressions de l'azote et du liquide sont identiques :

$q_0 = K\,x_0\,(P_{al} - P_S)^{1/2} \quad \Rightarrow \quad q(t) = K.x(t).\sqrt{(P_{al} - P_S)} - \frac{x_0.K}{2.\sqrt{(P_{al} - P_S)}}p(t)$

Les conditions initiales étant nulles: $\boxed{Q_D(s) = K.X_C(s).\sqrt{(P_{al} - P_S)} - \frac{x_0.K}{2.\sqrt{(Pal - P_S)}}P_C(s)}$

d'où le schéma-bloc b1:



avec x_0 = 0: