

Les modèles automobiles actuels de haut et de moyenne gammes sont équipés de systèmes améliorant la tenue de route et le confort vibratoire des passagers. La suspension hydropneumatique de la Xantia Activa V6 permet un contrôle actif du roulis du véhicule qui maintient l'assiette horizontale de la voiture en ligne droite comme en virage – voir figure ci-contre –.

Voiture à suspension classique

Xantia Active

Principe (vérin avant)

Ligne droite

Amorce du virage

Virage prononcé

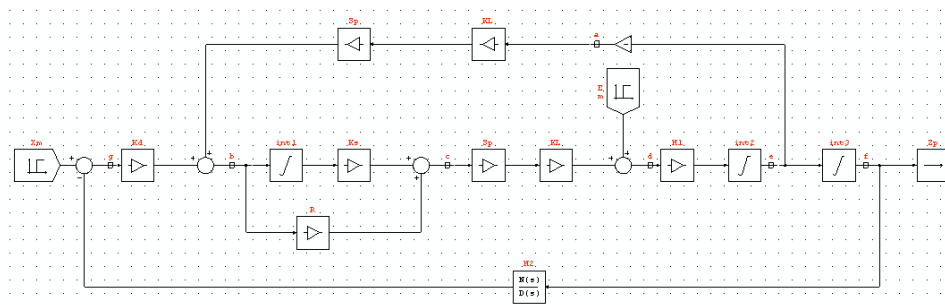
Virage à plat

Document Citroën

PX1014D

	Fonction de service	Critères	Niveaux
FT 12	Maintenir la garde au sol	• Stabilité • Rapidité • Amortissement • Précision	• Marge de gain • Temps de réponse à 5% < 18 s • Coefficient d'amortissement > 0,3 • Écart statique nul • Insensibilité aux perturbations

Le schéma illustre le fonctionnement d'une suspension hydropneumatique à correction de hauteur de caisse pour une roue arrière. À gauche, le **Correcteur de Hauteur** maintient une **Haute pression du liquide** à $P_{at} = 175 \text{ bars}$. Ce liquide est transféré via un **Tiroir** et une **Membrane en élastomère** vers la **SC-MAC** (Fermeture du robinet lors de l'arrêt du moteur thermique). La **SC-MAC** est connectée à une **pression P_C** qui agit sur une **Tringlerie** et un **Lever**. Le **Lever** est lié à la **Sphère de roue**, qui contient du **gaz** à **volume d'axe V_g** et du **liquide** à **pression P_L** . La **Sphère de roue** est reliée à la **Roue** (représentée par un cercle avec des points A , A' , M_3). La **Roue** est soumise à une **Perturbation E_m** le long de l'**axe Z_g** . La hauteur de la caisse est notée **Hauteur à réguler Z_p** . Le sol est représenté par une ligne horizontale à gauche.


$$\vee \quad \vee \quad \dots \quad \vee \quad \vee$$

1/6

Montrer, en utilisant successivement un critère graphique avec les diagrammes de Nyquist et de Black-Nichols que le système est stable.

Déterminer à l'aide des diagrammes de Bode la marge de gain du système.

Justifier que quelle que soit la perturbation, le système corrige la hauteur.

3 - Étude de la fonction technique : Assurer le confort vibratoire des occupants

L'objet de cette partie est de valider le choix retenu par les ingénieurs de PSA - PEUGEOT CITROEN pour assurer le confort vibratoire des occupants du véhicule Xantia Activa V6.

	Fonction de service	Critères	Niveaux
FT 11	Assurer le confort vibratoire des occupants	Fréquence de caisse	

Montrer que le modèle étudié présente une fréquence propre maximale inférieure à 1 Hz.

Remplir alors le tableau suivant :

FT11 : Assurer le confort vibratoire des occupants		FT12 : Assurer la garde au sol	
	Modèle, valeur numérique et unité	Validité par rapport au cahier des charges	
Marge de gain			
Amplitude maxi pour un échelon			
Fréquence propre maximum			
Temps de réponse à 5 %			

4 - Étude de la fonction technique : Assurer le confort postural des occupants et permettre au véhicule de «virer à plat»

4.1 - Sans utilisation du système SC/CAR

	Fonction de service	Critères	Niveaux
FT 13	Assurer le confort postural des occupants et permettre au véhicule de « virer à plat »	Asservir l'angle de roulis en fonction des conditions de circulation (ligne droite, amorce de virage ou virage prononcé)	- Angle de roulis jusqu'à 10° - d'accélération transversale - Écart statique nul - Insensibilité aux perturbations - Marge de gain > 8 dB - Marge de phase $> 60^\circ$ - Temps de retour à la position d'équilibre inférieur à 1 s

Le principe retenu est de piloter le déplacement angulaire de chaque barre anti-roulis en fonction de l'angle de roulis de la caisse du véhicule.

Les paramètres du véhicule sont donnés en annexe. En appliquant le PFD au véhicule, on obtient le système d'équations différentielles suivant (δ , angle de lacet, β , angle de dérive, ϕ , angle de roulis, γ , angle de braquage) :

Après avoir mis ce système sous forme matricielle et appliqué la transformation de Laplace autour du point de fonctionnement , le système d'équations algébriques s'écrit :

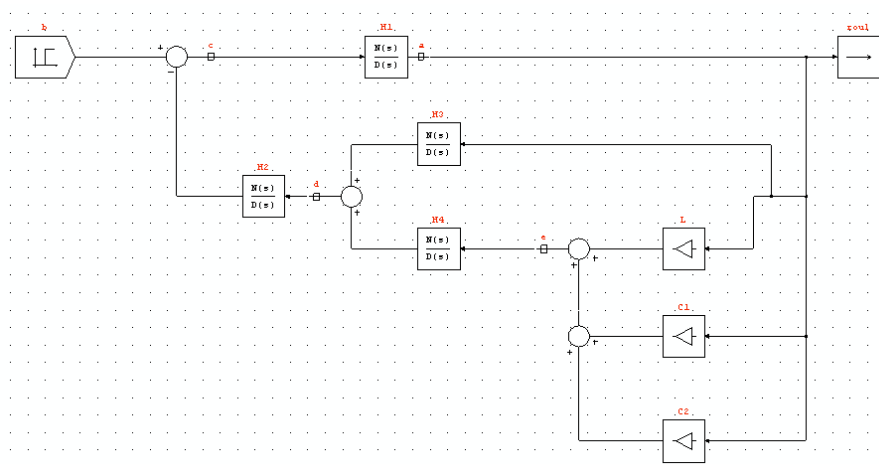
Cette matrice et les valeurs numériques ont été introduites dans MAPLE, avec un angle de braquage . On vous demande de **déterminer** la fonction de transfert relative au roulis du

véhicule : . **Déterminer** alors les pôles de cette fonction avec et sans barres anti-roulis –

pour ce dernier cas faire –. **Placer** les pôles dans le plan complexe sur MAPLE. Quel modèle peut-on **associer** au comportement en roulis du véhicule :

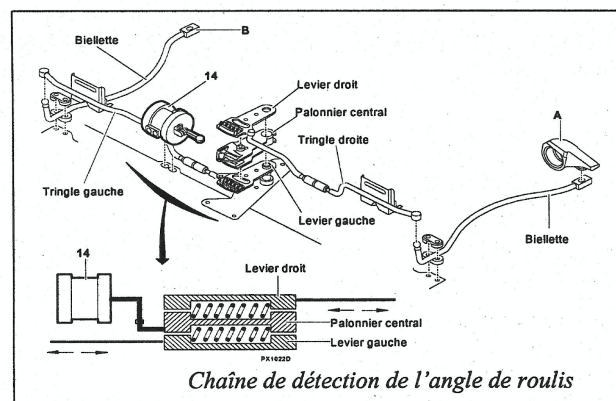
- en régime établi ?
- en régime transitoire ?

En utilisant Did'acsyde, **déterminer** la valeur du roulis atteint par le véhicule en régime permanent, sans SC/CAR pour un angle de braquage . **Retrouver** le résultat de manière calculatoire (il suffit d'appliquer un théorème classique).

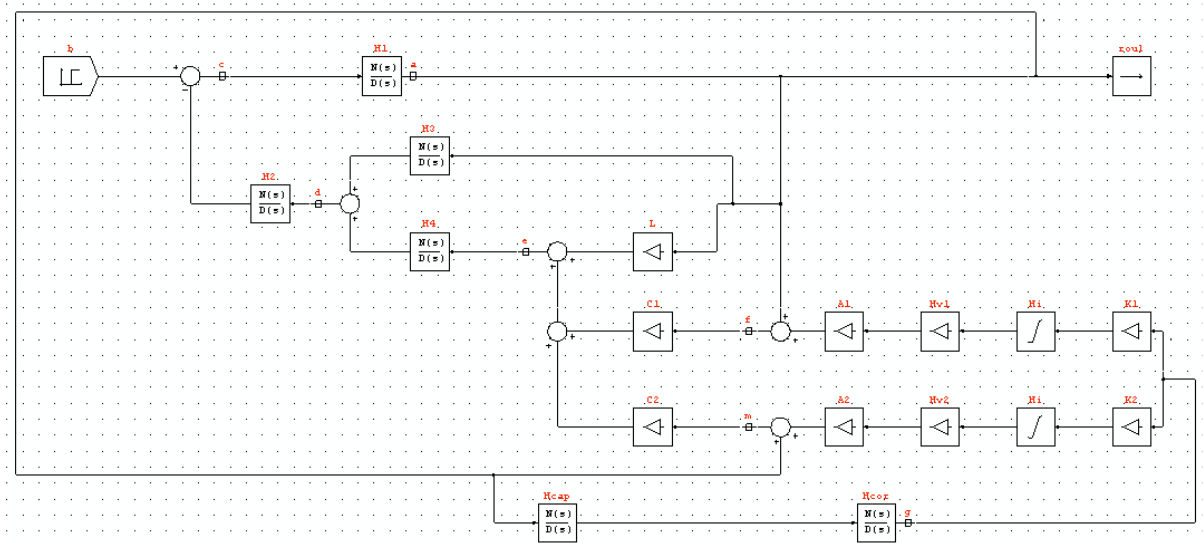


4.2 – Avec utilisation du système SC/CAR

L'angle de roulis est directement proportionnel au déplacement angulaire relatif des bras de suspension. L'ensemble de détection représenté ci-dessous est constitué de 2 biellettes, 2 tringles et un palonnier central. Cet ensemble transforme le déplacement angulaire relatif des bras de suspension droit et gauche en un déplacement axial de la tige de commande du correcteur SC/CAR.



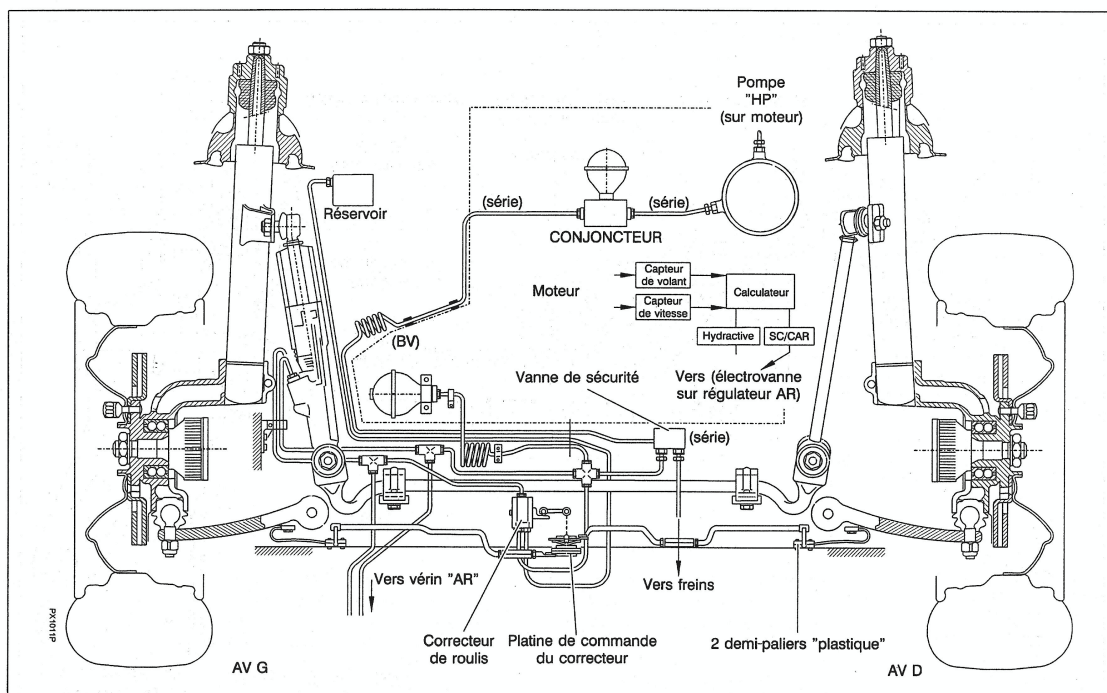
ES diagramme fonctionnel et trace code E2a.docx (voir également le document annexe) :



Donner la valeur maximum atteinte par le roulis en régime transitoire ? **Conclure** en tenant compte du cahier des charges. La correction n'a pas été réalisée dans le temps demandé. **Commenter** le résultat.

Déterminer la marge de gain et la marge de phase. **Conclure** en tenant compte du cahier des charges.

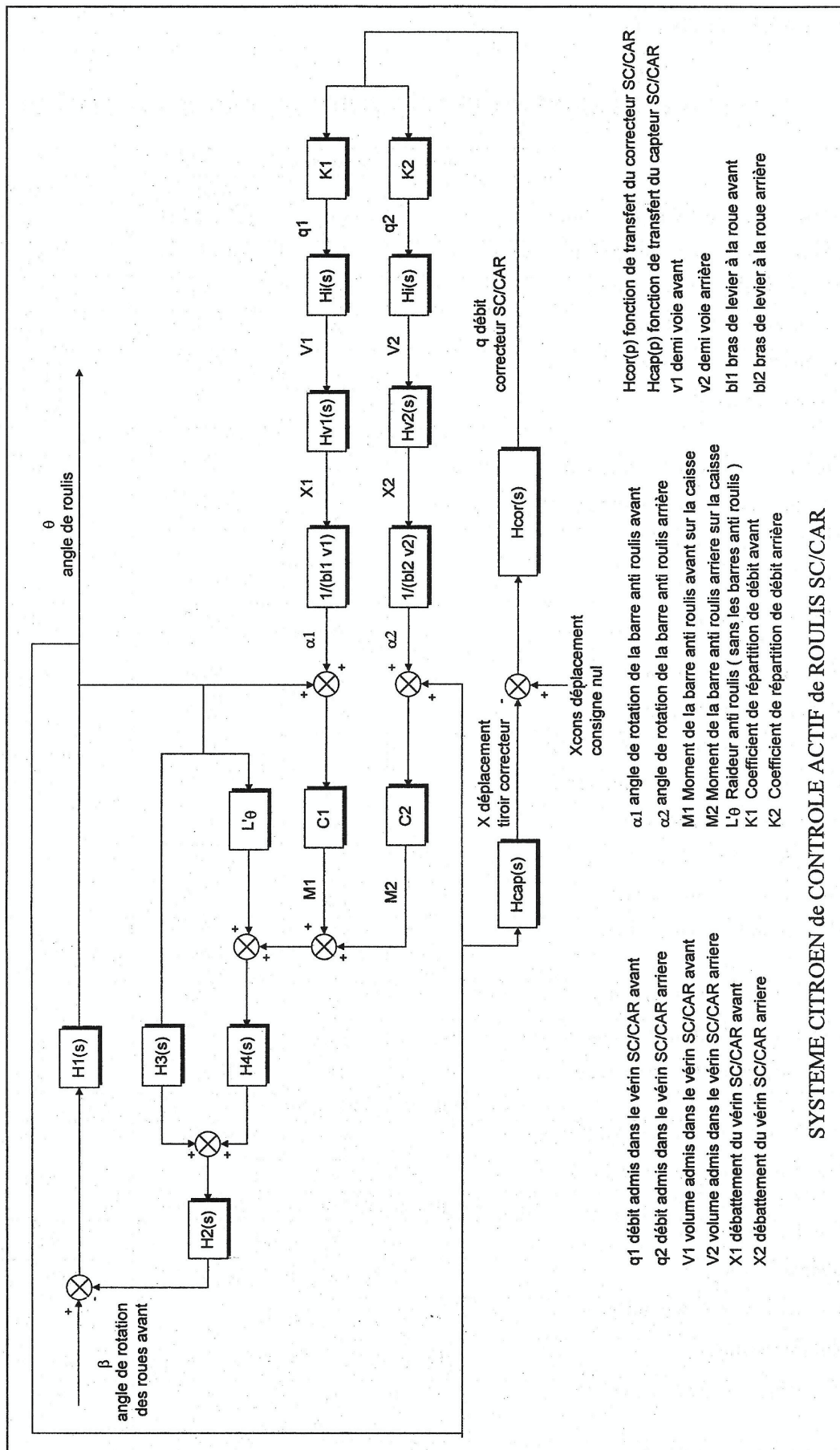
Documents annexes



CARACTERISTIQUES DU VEHICULE XANTIA ACTIVA V6

Masses et inerties			
		valeur	Unité S.I.
Masse totale (en charge/ à vide)	M_T	1771/1451	kg
Masse de la caisse (en charge/ à vide)	M	1617/1297	kg
Masse de l'ensemble roues	m	154	kg
Moment d'inertie roulis	A	510	kg m^2
Moment d'inertie lacet	C	3015	kg m^2
Produit d'inertie	E	50	kg m^2
Géométrie			
Distance G essieu avant (en charge/ à vide)	l_1	1,4/1,24	m
Distance G essieu arrière (en charge/ à vide)	l_2	1,34/1,50	m
Demi- voie avant	v_1	0,74	m
Demi- voie arrière	v_2	0,73	m
Distance de G au sol	h	0,535	m
Ressorts			
Raideur par roue avant	k_1	18000	N m^{-1}
Raideur par roue arrière	k_2	12000	N m^{-1}
Raideur de barre anti roulis avant	C_1	96305	m N rad^{-1}
Raideur de barre anti roulis arrière	C_2	87133	m N rad^{-1}
Section de vérin SC/CAR avant	S_1	$2 \cdot 10^{-4}$	m^2
Section de vérin SC/CAR arrière	S_2	$4 \cdot 10^{-4}$	m^2
Bras de levier roue avant	bl_1	0,90	m
Bras de levier roue arrière	bl_2	0,50	m
Amortisseurs			
Coefficient d'amortissement de roue avant	R_1	1660	$\text{N m}^{-1} \text{s}$
Coefficient d'amortissement de roue arrière	R_2	1150	$\text{N m}^{-1} \text{s}$
Coefficient de dérive de roue	D	28662	N rad^{-1}
Influence du conducteur			
Angle de braquage des roues avant	β_0	0,026	rad
Vitesse galiléenne du point O	V	25	m s^{-1}
Paramètres réduits			
Rigidité totale de dérive	$Y_\alpha = 4D$		N rad^{-1}
Rappel de lacet	$N_\alpha = 2D(l_1 - l_2)$		m N rad^{-1}
Pouvoir directeur du train avant	$Y_\beta = 2D$		N rad^{-1}
Raideur de roulis	$L_\theta = 2v_1^2 k_1 + 2v_2^2 k_2 + C_1 + C_2$		m N rad^{-1}
Amortissement total de roulis	$R_\theta = 2v_1^2 R_1 + 2v_2^2 R_2$		N m s
Amortissement de lacet	$N_r = 2D(l_1^2 + l_2^2)$		$\text{m}^2 \text{N rad}^{-1}$
Guidage du train avant	$N_\beta = 2Dl_1$		m N rad^{-1}

SCHEMA FONCTIONNEL DU SYSTEME SC/CAR



SYSTEME CITROEN de CONTROLE ACTIF de ROULIS SC/CAR