

Devoir de Synthèse
MECANIQUE DES SOLIDES INDEFORMABLES

Date : 14/12/2024

Durée : 1h 30min

Aucun document n'est autorisé

Description du mécanisme

Le mécanisme étudié est une porte de garage basculante, illustrée à la **figure 1**. Son fonctionnement repose sur deux vérins, placés de part et d'autre de la porte. Pour simplifier le modèle, cette étude se concentre sur l'analyse d'un seul côté, en utilisant un seul vérin.

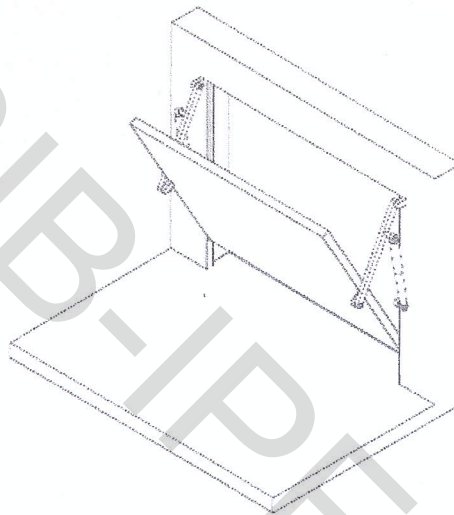


Figure 1 : Porte basculante

La porte de garage basculante (voir **figure 2**) se compose d'un panneau (S_1) articulé en A sur une barre (S_2). Cette barre (S_2) est articulée au point C par rapport aux rails de guidage verticaux (S_0) fixe par rapport au sol. Le panneau (S_1) est lié au point E à un patin de guidage (S_5). Le patin (S_5) coulisse verticalement suivant l'axe $(C, \vec{x}_0)$.

Le vérin constitué de l'ensemble corps (S_3) et tige (S_4) et qui assure le mouvement de levage du panneau (S_1). La tige du vérin est articulée en D par rapport au rail (S_0) et en B par rapport à la barre (S_2).

Les liaisons en A, B, C, D et E sont des liaisons pivots.

Le schéma cinématique du dispositif étudié, représenté à la **figure 2**, est composé des éléments décrits ci-dessous.

- Le solide (S_1) lié au repère $R_1(E, \vec{x}_1, \vec{y}_1, \vec{z}_0)$ et en liaison pivot d'axe $(E, \vec{z}_0)$ avec le solide (S_5)
Le solide (S_1) est paramétré par l'angle $\alpha = (\vec{x}_0, \vec{x}_1) = (\vec{y}_0, \vec{y}_1)$ qui définit la position de la porte par rapport au mur.

- La barre (S₂) liée au repère $R_2(C, \vec{x}_2, \vec{y}_2, \vec{z}_0)$ et en liaison pivot d'axe (A, $\vec{z}_0$) avec (S₁), et en liaison pivot d'axe (C, $\vec{z}_0$) avec le bâti (S₀). Son mouvement est paramétré par le même angle $\alpha = (\vec{x}_0, \vec{x}_2) = (\vec{y}_0, \vec{y}_2)$.
- Le vérin {S₃, S₄} dont la tige (S₄) liée au repère $R_3(D, \vec{x}_3, \vec{y}_3, \vec{z}_0)$ est en liaison pivot par rapport à (S₀) d'axe (D, $\vec{z}_0$). Son mouvement est paramétré par l'angle $\varphi = (\vec{x}_0, \vec{x}_3) = (\vec{y}_0, \vec{y}_3)$.
- Le corps du vérin (S₃) est en liaison pivot par rapport à (S₂) d'axe (B, $\vec{z}_0$).
- Le corps du vérin (S₃) est en liaison glissière (paramétrée par $\lambda(t)$) avec la tige de vérin (S₄) d'axe (D, $\vec{x}_3$).
- Le patin (S₅) lié au repère $R_0(C, \vec{x}_0, \vec{y}_0, \vec{z}_0)$ est en liaison glissière (paramétrée par $\eta(t)$) par rapport à (S₀) d'axe (C, $\vec{x}_0$) et dont le centre de liaison est le point E.

On se limite dans cette étude à la phase d'ouverture de la porte.

Pour des raisons de sécurité, l'accélération en fin de course (position horizontale de la porte) ne doit pas excéder 0,1 m/s². L'objectif de ce travail est de s'assurer que la condition de sécurité est respectée.

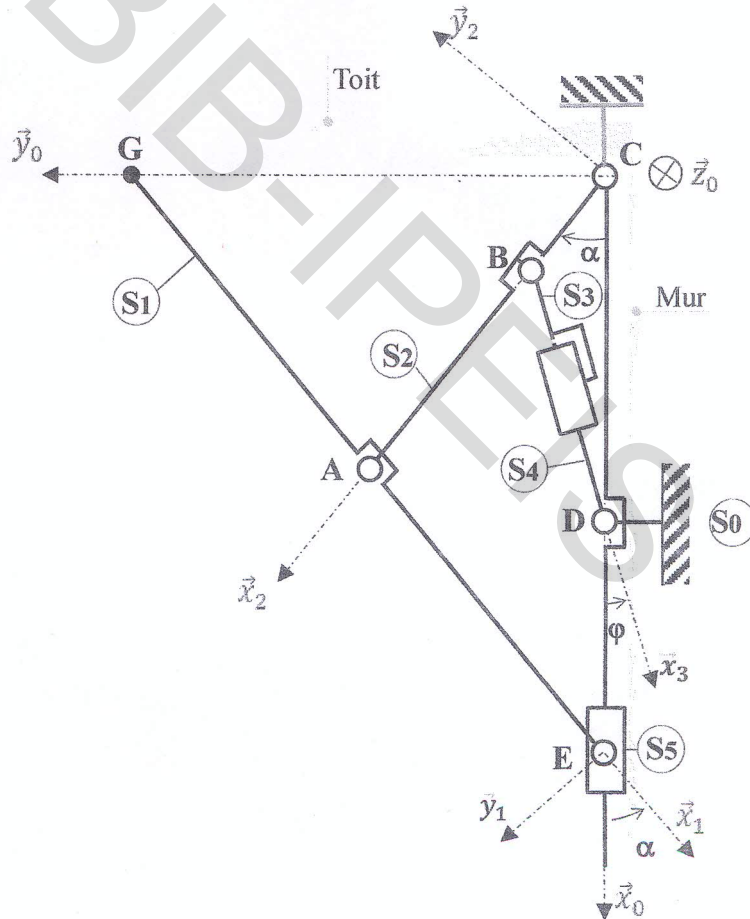


Figure 2 : Schéma cinématique minimal de la porte basculante

Données et caractéristiques géométriques du mécanisme

$$\overrightarrow{BD} = \lambda(t) \vec{x}_3, \overrightarrow{BA} = a\vec{x}_2, \overrightarrow{CD} = b\vec{x}_0, \overrightarrow{CB} = (L - a)\vec{x}_2, \overrightarrow{GA} = \overrightarrow{AE} = L\vec{x}_1, \overrightarrow{CA} = L\vec{x}_2, \overrightarrow{CE} = \eta(t)\vec{x}_0$$

Avec a, b, L sont des constantes

a=0,7m	b=0,8m	L=1,1m	$0^\circ \leq \alpha \leq 90^\circ$
--------	--------	--------	-------------------------------------

**AVIS IMPORTANT AUX ETUDIANTS**

1. Chacune des feuilles de votre copie doit comporter une étiquette code à barres placée à l'endroit indiqué «coller ici votre code à barres»
2. Une copie d'examen comporte une seule «feuille principale» et des «feuilles suites» Sur chacune de vos feuilles, le code à barres est obligatoire
3. Cette feuille d'examen est strictement personnelle Elle ne doit comporter aucun signe distinctif Elle doit être écrite en noir et/ou bleu
4. Le non respect de l'une de ces exigences peut faire attribuer la note ZERO à l'épreuve

NOTEColler ici votre
code à barre

00	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20

00	25	50	75

Matière : MECANIQUE DES SOLIDES INDEFORMABLES

- 1) Représenter le graphe de liaison du système et donner son type.

 S_2 S_0 **Liaisons**

.....

.....

.....

L₃₄ :

.....

.....

.....

.....

Type de la chaîne :



2) Donner le paramètre d'entrée et le paramètre de sortie de ce système.

Paramètre d'entrée :

Paramètre de sortie :

3) a) Ecrire, dans la base du repère R_0 , l'équation vectorielle traduisant la fermeture géométrique 0-2-3-4-0 et donner le système d'équations qui en découle. Déduire $\lambda(t) = f(\alpha)$.

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

b) Calculer la course $\Delta\lambda$ du vérin lors de l'ouverture de la porte.

.....

.....

.....

- 4) Ecrire, dans la base du repère R_0 , l'équation vectorielle traduisant la fermeture géométrique 0-2-1-5-0 et déterminer la course du patin (S_5).

.....

.....

.....

.....

.....

- 5) Déterminer les vecteurs instantanés de rotation suivants :

$\vec{\Omega}_{1/0} = \dots\dots\dots$	$\vec{\Omega}_{2/0} = \dots\dots\dots$	$\vec{\Omega}_{4/3} = \dots\dots\dots$	$\vec{\Omega}_{3/0} = \dots\dots\dots$
$\vec{\Omega}_{4/0} = \dots\dots\dots$	$\vec{\Omega}_{2/1} = \dots\dots\dots$	$\vec{\Omega}_{5/0} = \dots\dots\dots$	$\vec{\Omega}_{5/1} = \dots\dots\dots$

- 6) Déterminer par dérivation le vecteur vitesse du point B: $\vec{V}(B \in 3/4)$.

.....

.....

$\vec{V}(B \in 3/4) = \dots\dots\dots$

- 7) Déterminer par composition du mouvement le vecteur vitesse du point B, $\vec{V}(B \in 3/0)$ du mouvement du solide (S_3) par rapport à (S_0).

.....

.....

.....

.....

.....

$\vec{V}(B \in 3/0) = \dots\dots\dots$

- 8) Déterminer par cinématique du solide, au point B, le torseur cinématique du mouvement du solide (S₂) par rapport à (S₀). Donner sa nature, son axe central s'il existe.

.....

.....

.....

$$\left\{ V_{S_2/S_0} \right\}_B =$$

- Nature du torseur : - Justifier :

- Axe central :

- 9) Ecrire la condition cinématique au point B, et déduire par projection dans le repère R₃ le système d'équation qui en découle. Montrer que $\dot{\lambda} = \dot{\alpha}(L-a) \sin(\varphi+\alpha)$.

.....

.....

.....

- 10) Déterminer par cinématique, au point A, le torseur cinématique du solide (S₂) par rapport à (S₀).

.....

.....

.....

.....

- Type du mouvement :

- Trajectoire du point A :

$$\left\{ V_{S_2/S_0} \right\}_A =$$

**SUITE**

Coller ici votre
code à barre

- 11) Déterminer par cinématique, le torseur cinématique du solide (S_1) par rapport à (S_0) au point E. Donner sa nature, son axe central s'il existe.

.....

.....

.....

.....

.....

$$\left\{ V_{S_1/S_0} \right\}_E =$$

-Nature du torseur :-Justifier :

- 12) Déterminer le torseur cinématique du solide (S_5) par rapport à (S_0) au point E. Donner sa nature, son axe central s'il existe et le type du mouvement.

.....

.....

.....

$$\left\{ V_{S_5/S_0} \right\}_E =$$

-Nature du torseur :-Justifier :

-Axe central :-Type du mouvement.



- 13) a) Ecrire la condition cinématique au point E , et déduire par projection dans de repère R_0 l'équation qui en découle.

.....

.....

.....

.....

- b) Quelle est la relation de ce dernier résultat et celui de la question 4).

.....

.....

- 14) a) Déterminer au point G le vecteur vitesse $\vec{V}(G \in 1/0)$ en fonction de $\dot{\alpha}(t)$ et $\dot{\eta}(t)$.

.....

.....

.....

$\vec{V}(G \in 1/0) =$

- b) Déduire la vitesse du point G du mouvement du solide (S_1) par rapport à (S_0) dans la base B_0 du repère R_0 .

.....

.....

.....

.....

$\vec{V}(G \in 1/0) =$

15) Soit I un point de l'axe central du mouvement du solide (S_1) par rapport à R_0 , appartenant au plan $(C, \vec{x}_0, \vec{y}_0)$.

-Déterminer la vitesse du point I : $\vec{V}(I/0) = \dots\dots\dots$

-Déterminer le vecteur $\vec{GI} = \dots\dots\dots$
 $\dots\dots\dots$

16) Déterminer puis calculer la norme de l'accélération $\vec{\gamma}(G \in 1/0)$ en fin de course, sachant que la vitesse angulaire est constante et égale à $\dot{\alpha} = 0,2 \text{ rad/s}$.

$\dots\dots\dots$
 $\dots\dots\dots$
 $\dots\dots\dots$

$\vec{\gamma}(G \in 1/0) = \dots\dots\dots$ $\|\vec{\gamma}(G \in 1/0)\| = \dots\dots\dots \text{ms}^{-2}$

-Conclure par rapport à l'exigence de sécurité : $\dots\dots\dots$