

DEVOIR DE CONTROLE
MECANIQUE DES SOLIDES INDEFORMABLES

1^{er} Nov. 2024

Durée : 45 min

Aucun document n'est autorisé

1- Présentation

La pince de préhension d'un robot ci-dessous est utilisée dans le domaine industriel pour prendre puis déplacer des pièces mécaniques. Ce système est constitué, comme l'illustre le schéma cinématique (Figure 1), des deux bras (S_1) et (S_2) articulés respectivement sur le support (S_0) en O et en A. Ces deux bras sont reliés par le vérin (V_1). Le corps (S_3) du vérin (V_1) est articulé en B sur le bras (S_2) alors que sa tige (S_4) est articulée en C au bras (S_1). Les deux bras sont également articulés respectivement aux points E et D sur la bielle (S_5).

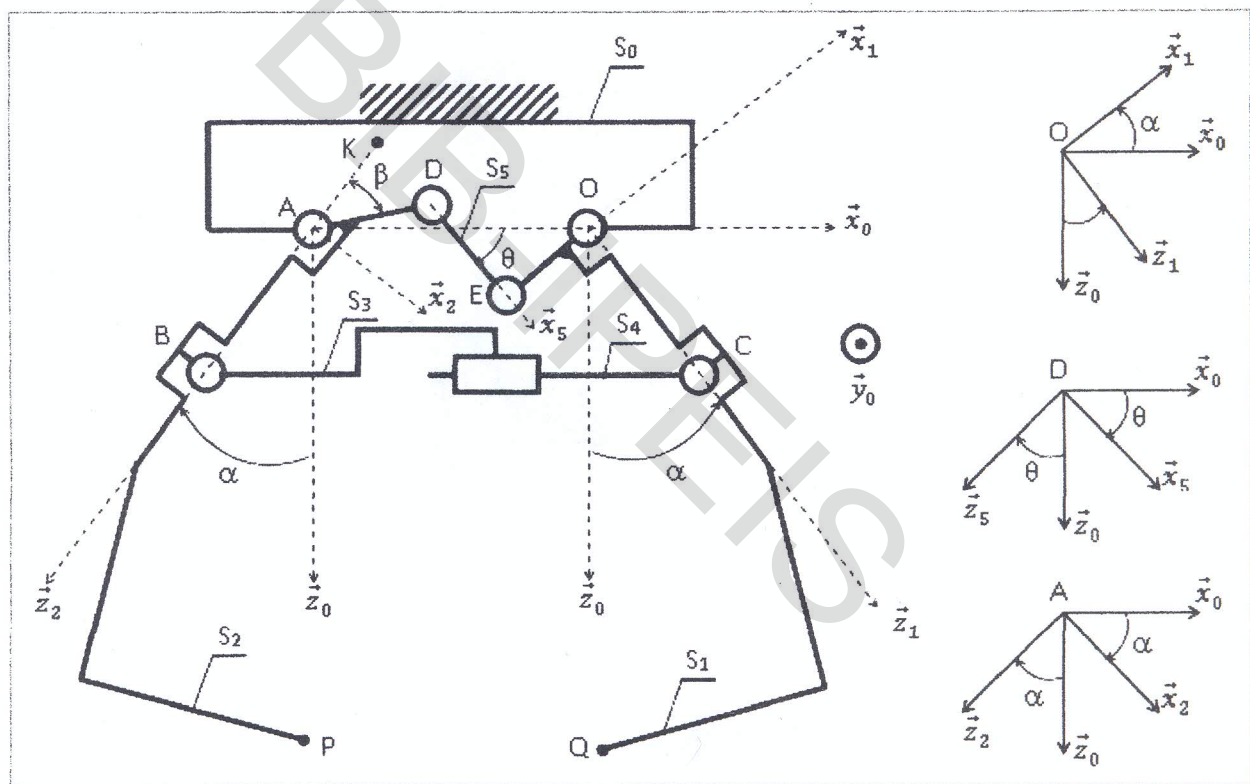


Figure 1 : Schéma cinématique plan de la pince

2- Fonctionnement

Dans toute l'étude, on retiendra les hypothèses et les notations suivantes :

- On suppose que le système mécanique à étudier est en mouvement plan de normale $(O, \vec{y}_0)$ et que les solides S_0 , S_1 (E,O,C,Q), S_2 (D,A,B,P), S_3 , S_4 , et S_5 sont indéformables.
- L'action du vérin V_1 (S_3 - S_4) entraîne en rotation d'axes $(O, \vec{y}_0)$ et $(A, \vec{y}_0)$ le mouvement des deux bras (S_1) et (S_2) par rapport au support S_0 auquel est lié le repère $R_0(O, \vec{x}_0, \vec{y}_0, \vec{z}_0)$. Vu la symétrie du système les mouvements des deux bras (S_1) et (S_2) sont paramétrés par le même angle $\alpha = (\vec{x}_0, \vec{x}_1) = (\vec{z}_0, \vec{z}_1) = (\vec{x}_0, \vec{x}_2) = (\vec{z}_0, \vec{z}_2)$.

- Le bras S_1 lié au repère $R_1(O, \vec{x}_1, \vec{y}_0, \vec{z}_1)$ est en liaison pivot d'axe $(O, \vec{y}_0)$ avec la bielle S_5 liée au repère $R_5(D, \vec{x}_5, \vec{y}_0, \vec{z}_5)$.
- Le mouvement de la bielle S_5 est paramétré par l'angle $\theta = (\vec{x}_0, \vec{x}_5) = (\vec{z}_0, \vec{z}_5)$.
- Ce solide S_1 est aussi en liaison pivot, au point C, avec la tige S_4 du vérin (V_1).
- Le bras S_2 lié au repère $R_2(A, \vec{x}_2, \vec{y}_0, \vec{z}_2)$ est en liaison pivot d'axe $(D, \vec{y}_0)$ avec la bielle S_5 .
- Ce solide S_2 est aussi en liaison pivot, au point B, avec le corps S_3 du vérin (V_1).
- La tige S_4 du vérin (V_1) est en liaison glissière d'axe $(B, \vec{x}_0)$ avec son corps S_3 .

3- But de l'étude

- On se propose de déterminer la course et la vitesse maximale du vérin (V_1) qui satisfait le cahier des charges fonctionnel du mécanisme.
 - La préhension des pièces mécaniques est assurée par les extrémités des deux bras (S_1) et (S_2) (points P et Q).
- On donne ci-dessous un extrait du cahier des charges fonctionnel.

Fonction	Critère	Niveau
FS1 : Assurer la préhension des pièces mécaniques	Position angulaire des bras (S_1) et (S_2)	$\alpha(t) \in [0 ; \frac{\pi}{2}]$
	Vitesse de l'extrémité P en fin de course ($\alpha = 0$)	$\ \vec{V}(P)_{/R_0} \ \leq 0.1 \text{ m/s}$

- Les données géométriques du mécanisme sont exprimées par les relations vectorielles suivantes :

$$\vec{EO} = a \vec{x}_1 ; \vec{DE} = b \vec{x}_5 ; \vec{AB} = d \vec{z}_2 ; \vec{AD} = c \vec{x}_2 - c \vec{z}_2 ; \vec{OC} = d \vec{z}_1 \text{ et } \vec{BC} = \lambda(t) \vec{x}_0 ; \vec{AO} = e \vec{x}_0$$

et $\vec{AP} = f \vec{x}_2 + g \vec{z}_2$

- De plus : $\| \vec{AD} \| = c\sqrt{2}$ et $(\vec{AD}, \vec{AK}) = \beta$ avec a, b, c, d, e, f, g et β sont des constantes

- Finalement, on donne : $d = 27 \text{ cm}$; $f = 30 \text{ cm}$; $g = 8 \text{ cm}$ et $\beta = \frac{\pi}{4}$

INSTITUT PREPARATOIRE AUX ETUDES D'INGENIEUR DE SFAX Partie A : Mécanique des solides indéformables	Nom :
	Prénom :
	Classe :
	CIN ou Pass :



PARTIE I : ETUDE PARAMETRIQUE

1. Donner le graphe de liaison du système et donner son type.

S_0

S_1

S_5

Liaisons (L_{ij} : entre les solides S_i et S_j)	
L_{01} :	
..... :	
..... :	
..... :	
..... :	
..... :	
..... :	

Type de la chaîne :

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

Paramètre(s) d'entrée :

Paramètre(s) de sortie :

3. a) Ecrire l'équation vectorielle traduisant la fermeture géométrique de la boucle ($S_0 - S_1 - S_4 - S_3 - S_2 - S_0$)

.....

.....

.....

- b) Dédurre le système d'équations scalaires qui en découle.

.....

.....

.....

- c) En déduire la relation $\lambda = f(\alpha)$

.....



Ne rien écrire ici

4. Déterminer la course du vérin $\Delta\lambda$ qui satisfait le critère du cahier des charges fonctionnel.

PARTIE II : ETUDE CINEMATIQUE :

1. Déterminer les vecteurs instantanés de rotation suivants :

$\vec{\Omega}_{S_1/S_0} =$	$\vec{\Omega}_{S_2/S_0} =$	$\vec{\Omega}_{S_5/S_0} =$	$\vec{\Omega}_{S_2/S_1} =$
----------------------------	----------------------------	----------------------------	----------------------------

2. Déterminer par **cinématique** des solides, le vecteur vitesse du point **D** appartenant à **S₂** dans son mouvement par rapport à **S₀**.

$\vec{V}(D \in S_2/S_0) =$

3. Déterminer par **dérivation** des solides, le vecteur vitesse du point **E** appartenant à **S₁** dans son mouvement par rapport à **S₀**.

$\vec{V}(E \in S_1/S_0) =$



- $$\vec{V}(D \in S_5 / S_0) = \dots\dots\dots$$

5. En appliquant la condition cinématique au niveau de la liaison pivot, au point **D**, entre les deux solides S_2 et S_5 , écrire le système d'équations qui en découle (projeté dans la base du repère R_0)



Ne rien écrire ici

6. Déterminer par **dérivation** du solide, le vecteur vitesse du point **P** appartenant à **S₂** dans son mouvement par rapport à **S₀**.

$$\vec{V}(P \in S_2 / S_0) = \dots\dots\dots$$

7. Donner l'expression de la norme du vecteur $(\vec{V}(P \in S_2 / S_0))$.

$$\|\vec{V}(P \in S_2 / S_0)\| = \dots\dots\dots$$

8. Trouver la valeur maximale ($\dot{\lambda}_{max}$) de la vitesse du vérin pour respecter le cahier de charge (pour $\alpha = 0$)

$$\dot{\lambda}_{max} = \dots\dots\dots$$