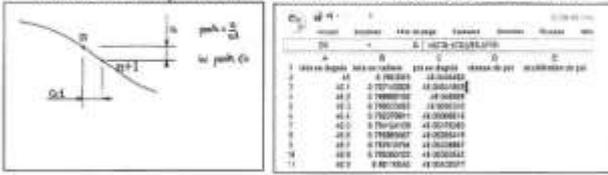


Utiliser Excel en créant un tableau (de 900 lignes) avec une colonne θ allant de 45° à 135° avec des pas de 0.1° puis une colonne où θ est en radians ; une troisième colonne avec le calcul de ψ et une dernière où l'angle ψ est en degrés. Tracer la courbe $\psi = f(\theta)$ en degrés.

Tracer maintenant la dérivée de ψ en fonction de θ allant de 45° à 135° avec des pas de 0.1° en utilisant les résultats précédents. Il vous faudra créer une nouvelle colonne où vous calculerez la pente de la courbe en faisant la différence entre deux points successifs. Ne pas oublier de diviser 0.1 par 16 tr/min afin de retomber sur la valeur mesurée sur la machine.



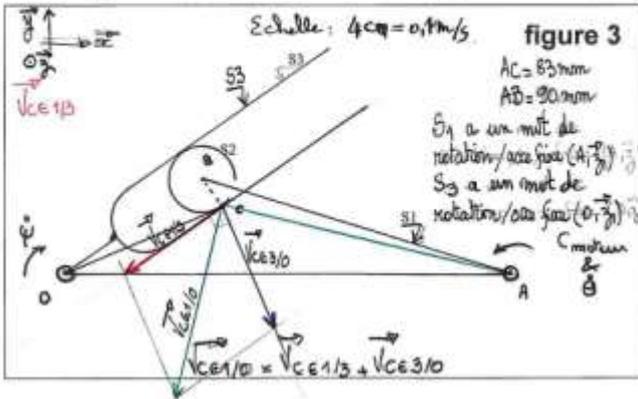
Même chose avec l'accélération (dérivée de la dérivée).

Méthode graphique :

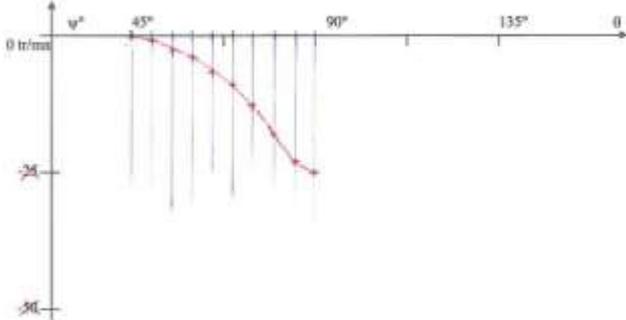
A partir du schéma ci-dessous (figure 3) et des cotés des pièces , déterminer la vitesse de C à l/RD sachant que la vitesse de rotation du maneton est constante et est égale à 16 tours/min. Détail de la procédure page suivante. Prenez une échelle de $0.1m/s = 1cm$.

$$\omega = \frac{16 \times 2\pi}{60}$$

$$V_{C \text{ à l/RD}} = \theta \cdot AC = \frac{16 \times 2\pi \times 16}{60} \times 0.083 = 0.14 \text{ m/s}$$



Tracer la courbe de l'évolution de $d\psi/dt = f(\theta)$.

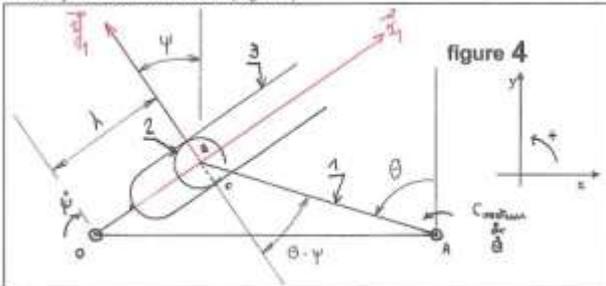


Comparer les courbes réelles avec les courbes analytiques « Excel » et les courbes ci-dessus. Conclusion :

5 - Modélisation statique de la Croix de Malte :

En utilisant le module simplifié de la capsuleuse, tracer l'évolution du couple moteur en entrée en fonction du temps. Faire la même chose avec le couple de sortie sur la Croix de Malte.

Nous allons d'abord étudier les actions mécaniques qui s'exercent sur la Croix de Malte dans la position donnée ci-dessous (figure 4) :



Grâce à une composition de vitesses et en considérant que le galet 2 est fixe par rapport au maneton 1, tracer et donner la vitesse de glissement de C à l/3 et la vitesse de ...

$$\|\vec{V}_{C \text{ à l/3}}\| = 0,092 \text{ m/s} \quad \|\vec{V}_{C \text{ à l/3}}\| = 0,085 \text{ m/s}$$

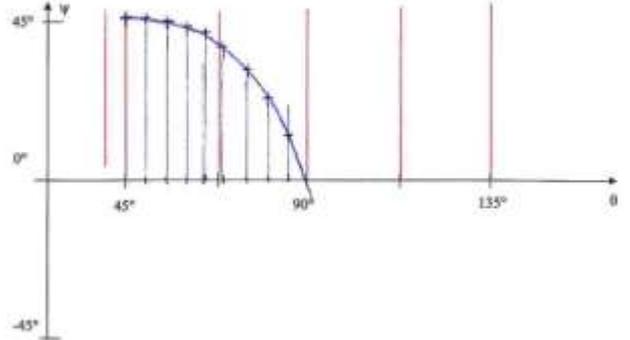
Déduire la vitesse de rotation de la croix 3/RD en tours/min.

$$v = \omega r \Rightarrow \omega = \frac{v}{r} \Rightarrow \dot{\psi} = \frac{\|\vec{V}_{C \text{ à l/3}}\|}{OC} = \frac{0,092}{0,048} = 1,92 \text{ rad/s} \Rightarrow \text{soit } 18,3 \text{ tr/min}$$

Pour simplifier la construction du montage graphique à réaliser, nous allons considérer $R2 = 0$ donc $C = B$. A l'aide du document A3 fourni, compléter l'épure à l'échelle 2 représentant la Croix de Malte sur 10 positions successives (θ allant de 45° à 90°). Déterminer pour chaque position la valeur de l'angle ψ et de la vitesse de rotation $\dot{\psi}$. Remplir le tableau ci-dessous :

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
θ	45°	50°	55°	60°	65°	70°	75°	80°	85°	90°
ψ (en $^\circ$)	50,8	45,6	45,6	43,5	41,7	37,2	31,4	23,5	12,4	0
$V_{C \text{ à l/3}}$ (m/s)	0,3	1	2,6	4,1	5,8	7,4	9,7	11,6	13,3	14
Distance OC (en cm)	8,9	8,1	7,3	6,6	5,6	5,1	4,5	4	3,5	3,5
$\dot{\psi}$ (rad/s)	3,10	0,12	0,36	0,62	1,03	1,45	2,10	2,9	3,69	4
$\dot{\psi}$ (tr/min)	1,18	0,48	1,3	2,2	3,7	5,2	7,6	10,5	13,3	15,7

Tracer la courbe de l'évolution de $\psi = f(\theta)$.



Hypothèse : On suppose que la liaison pivot entre 1 et 2 est parfaite.

La liaison en O a un couple résistant $C_r = 2Nm$.

La liaison pivot en A a un couple moteur d'entraînement C_m et un couple de frottement $C_f = -3Nm$.

Insérer la pièce 3 : au point « O »

Bilan : Liaison pivot en O : $\{X_0, Y_0, Z_0; L_0, M_0, N_0\}_{O, S_2}$

Couple résistant en O : $\{0, 0, 0; 0, 0, C_r\}$

Action en C de 2 sur 3 : $\{X_C, Y_C; 0\}_C$

Ecrire la somme des moments au point O :

$$\sum \vec{M}_{B/O} = C_r + \lambda Y_C \Rightarrow Y_C = \frac{C_r}{\lambda} \text{ selon } \vec{y}_1$$

Insérer la pièce 2 : au point « B »

Bilan : Action en C de 3 sur 2 : $\{Y_C, Z_C; 0\}_C$

Liaison pivot en B de 1 sur 2 : $\{X_B, Y_B, Z_B; L_B, M_B, N_B\}_{B, S_1}$

$$\sum \vec{F}_{C/B} \cdot \vec{y}_1 \Rightarrow Y_C + Y_B = 0 \Rightarrow Y_B = -\frac{C_r}{\lambda}$$

$$|\vec{B}_1| =$$

Insérer la pièce 1 : au point « A »

considérer R_1 négligeable devant R_2

Bilan : Liaison pivot 1 sur 1 en A : $\{X_A, Y_A, Z_A; L_A, M_A, N_A\}_{A, S_1}$

Couple moteur : $\{0; 0; C_m; \vec{y}_1\}$

Couple résistant : $\{0; 0; C_f; \vec{z}_1\}$

Liaison pivot en B de 2 sur 1 : $\{X_B, Y_B, Z_B; L_B, M_B, N_B\}_{B, S_2}$

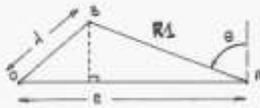
Ecrire la somme des moments au point A :

$$\vec{C}_m + \vec{C}_f - AB \cdot \sin(\theta + \psi) \cdot \vec{y}_2 = 0$$

$$\vec{C}_m + \vec{C}_f - AB \sin(\theta + \psi) \cdot \frac{C_r}{\lambda} = 0$$

$$\vec{C}_m = -\vec{C}_f + AB \sin(\theta + \psi) \cdot \frac{C_r}{\lambda}$$

Déterminer maintenant la relation qui lie λ et θ grâce à une figure suivante avec $AB=R_1$.



$$\lambda^2 = (R_1 \cos \theta)^2 + (e - R_1 \sin \theta)^2$$

$$\lambda = \sqrt{R_1^2 + e^2 - 2eR_1 \sin \theta} \quad \text{et} \quad \psi = \arctan \left[\frac{R_1 \cos \theta}{e - R_1 \sin \theta} \right]$$

En reprenant la valeur de $\psi = \psi(\theta, e, R_1)$ de la cinématique analytique, calculer le couple moteur

$$C_{\text{moteur}} \text{ en fonction de } \theta \quad \bar{C}_M = -\bar{C}_f + R_1 \sin(\theta - \psi) \cdot \frac{C_a}{\lambda}$$

$$\bar{C}_{\text{moteur}} = f(\theta) :$$

Tracer maintenant le couple moteur C_{moteur} en fonction de θ allant de 45° à 135° avec des pas de $0,1^\circ$ en utilisant les résultats précédents. Il vous faudra créer une nouvelle colonne où vous calculerez C_{moteur} .

Comparer avec les mesures réelles !

Pourquoi le couple devient-il négatif sur les courbes réelles ?

TP cinématique Capsuleuse de bocal

Echelle : 2

