

Brevet de Technicien Supérieur
MAINTENANCE INDUSTRIELLE

Session 2004

CORRIGE PERSO

Modélisation des éléments mécaniques
Calcul des grandeurs caractéristiques
(Sous-épreuve E 4-1)

Q1 : statique → 20 pt / 40

Q2 : cinématique → 10 pt / 40

Q3 : RDM → 10 pt / 40

Documents réponses

Ce dossier contient le document DR 1

Ces documents-réponses sont à rendre en totalité (même vierges) dans une feuille de copie double servant de chemise et portant l'identité du candidat

E41 MODELISATION DES ELEMENTS DE MECANISMES CALCUL DES GRANDEURS CARACTERISTIQUES

Corrigé perso

Q1 : Détermination des caractéristiques du vérin d'après les analyses d'effort(20 pt)

1.1 Actions mécaniques mises en jeu dans l'ensemble de bottelage si la tension de sangle est Fmaxi

1.1.1 Définir les deux types de liaisons mécaniques au vue du schéma cinématique minimal → Q 1/5

Types de liaisons : pivot et pivot glissant

1.1.2 Définir les torseurs des actions mécaniques de 1/2 en A et de 2/3 en B au vue du schéma cinématique minimal → Q 1/5

Hypothèses : Pb plan (x,y), liaisons parfaites

$$\begin{array}{c} \mathbf{T}_{1/2} \\ \mathbf{A} \end{array} \left\{ \begin{array}{cc} \mathbf{X}_{1/2} & \mathbf{L}_{1/2} \\ 0 & 0 \\ \mathbf{Z}_{1/2} & \mathbf{N}_{1/2} \end{array} \right\} \rightarrow \text{pb plan (x, y)} \left\{ \begin{array}{cc} \mathbf{X}_{1/2} & 0 \\ 0 & 0 \\ 0 & \mathbf{N}_{1/2} \end{array} \right\}$$

$$\begin{array}{c} \mathbf{T}_{2/3} \\ \mathbf{B} \end{array} \left\{ \begin{array}{cc} \mathbf{X}_{2/3} & \mathbf{L}_{2/3} \\ \mathbf{Y}_{2/3} & \mathbf{M}_{2/3} \\ \mathbf{Z}_{2/3} & 0 \end{array} \right\} \rightarrow \text{pb plan (x, y)} \left\{ \begin{array}{cc} \mathbf{X}_{2/3} & 0 \\ \mathbf{Y}_{2/3} & 0 \\ 0 & 0 \end{array} \right\}$$

1.2 Evaluation des efforts supportés par la pince 4

1.2.a (résolution algébrique)

1.2.1 Bilan des actions mécaniques sur la pince 4 en position fermée → DT 2/4

$$\begin{array}{c} \mathbf{T}_{5/4} \\ \mathbf{E} \end{array} \left\{ \begin{array}{cc} 2000 \cdot \cos 15^\circ & 0 \\ -2000 \cdot \sin 15^\circ & 0 \\ 0 & 0 \end{array} \right\} \quad \begin{array}{c} \mathbf{T}_{3/4} \\ \mathbf{C} \end{array} \left\{ \begin{array}{cc} \mathbf{XC}_{3/4} & 0 \\ \mathbf{YC}_{3/4} & 0 \\ 0 & 0 \end{array} \right\} \quad \begin{array}{c} \mathbf{T}_{0/4} \\ \mathbf{D} \end{array} \left\{ \begin{array}{cc} \mathbf{XD}_{0/4} & 0 \\ \mathbf{YD}_{0/4} & 0 \\ 0 & 0 \end{array} \right\}$$

1.2.2 PFS sur la pince 4

$$\mathbf{T}_{D\ 5/4} + \mathbf{T}_{D\ 3/4} + \mathbf{T}_{D\ 0/4} = \mathbf{T}_{D\ nul}$$

1.2.3 Expression de ces trois torseurs au point D

$$\mathbf{T}_{5/4} \begin{Bmatrix} 1931.9\text{N} & 0 \\ -517.6\text{N} & 0 \\ 0 & (110*517.6-238*1931.9) \end{Bmatrix} \quad \mathbf{T}_{3/4} \begin{Bmatrix} \mathbf{XC}_{3/4} & 0 \\ \mathbf{YC}_{3/4} & 0 \\ 0 & 110\mathbf{YC}-84\mathbf{XC} \end{Bmatrix} \quad \mathbf{T}_{0/4} \begin{Bmatrix} \mathbf{XD}_{0/4} & 0 \\ \mathbf{YD}_{0/4} & 0 \\ 0 & 0 \end{Bmatrix}$$

1.2.4 Equations de projection du théorème de la résultante statique pour l'équilibre de la pince 4.

$$\begin{aligned}
 \text{Sur } O_x : 1931.9 + \mathbf{XC}_{3/4} + \mathbf{XD}_{0/4} &= 0 \\
 \text{Sur } O_y : -517.6 + \mathbf{YC}_{3/4} + \mathbf{YD}_{0/4} &= 0
 \end{aligned}$$

1.2.5 Equations de projection du théorème du moment résultant statique en D .

$$\text{Sur } O_z : (110*517.6 - 238*1931.9) + 110\mathbf{YC}_{3/4} - 84\mathbf{XC}_{3/4} = 0$$

1.2.6 Composantes de E5/4.

Voir réponses 1.2.1

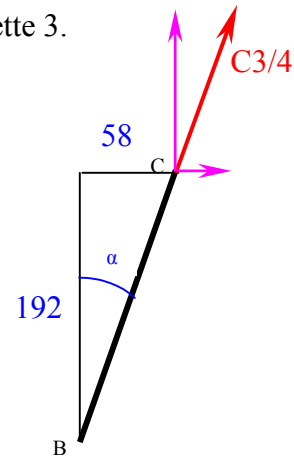
$$\mathbf{XE}_{5/4} = 1931.9\text{N}$$

$$\mathbf{YE}_{5/4} = -517.6\text{N}$$

1.2.7 Equation algébrique due à une étude partielle de l'équilibre de la biellette 3.

2 AM sur la biellette 3 → direct opposées → CB : support des deux AM

$$\begin{aligned}
 \mathbf{XC}_{3/4} &= \mathbf{YC}_{3/4} * \tan \alpha \\
 \mathbf{XC}_{3/4} &= 0.302 * \mathbf{YC}_{3/4}
 \end{aligned}$$



1.2.8 Déterminer toutes les inconnues de liaison

$$\begin{cases}
 1931.9 + \mathbf{XC}_{3/4} + \mathbf{XD}_{0/4} = 0 \\
 -517.6 + \mathbf{YC}_{3/4} + \mathbf{YD}_{0/4} = 0 \\
 (110*517.6 - 238*1931.9) + 110*\mathbf{YC}_{3/4} - 84*\mathbf{XC}_{3/4} = 0 \\
 \mathbf{XC}_{3/4} = 0.302*\mathbf{YC}_{3/4}
 \end{cases}$$

$$\begin{cases}
 1931.9 + \mathbf{XC}_{3/4} + \mathbf{XD}_{0/4} = 0 \\
 -517.6 + \mathbf{YC}_{3/4} + \mathbf{YD}_{0/4} = 0 \\
 (110*517.6 - 238*1931.9) + 110*\mathbf{YC}_{3/4} - 84*0.302*\mathbf{YC}_{3/4} = 0
 \end{cases}$$

| |
|--|
| $ \begin{aligned} \mathbf{YC}_{3/4} &= 4760\text{N} \\ \mathbf{XC}_{3/4} &= 1437.5\text{N} \\ \mathbf{C}_{3/4} &= 4972\text{N} \\ \\ \mathbf{XD}_{0/4} &= -3369\text{N} \\ \mathbf{YD}_{0/4} &= -4242\text{N} \\ \mathbf{D}_{0/4} &= 5418\text{N} \end{aligned} $ |
|--|

1.2.9 Tracer les résultantes sur le DR1

Voir DR1

Repère de l'épreuve :

Épreuve/sous-épreuve :

(Préciser, s'il y a lieu, le sujet choisi)

placez les feuil
intercalaires da
bon sens.

Note : 20

Appréciation du correcteur (uniquement s'il s'agit d'un examen) :

1.2-b

* Equil de 3 → 2 AM dir opp
CB : support B2/3 et de C4/3

*** Equil de 4 → 3 AM**

direct Cc en 1 même point → I₁
triangle des forces fermé

1.3

*** Equil de 2 → 3 AM**

direct Cc en 1 même point → I₂
triangle des forces fermé

1.4

1.4.1

*** diamètre d'alésage**

$F_{réelle} = p \cdot S \cdot T$

$S = F_{réelle} / (p \cdot T)$

$S = 9500N / (1Mpa \cdot 0.8)$

$S = 11\,875mm^2$

$D = 123mm$

1.4.2

Sur le DT3/4 → $D = 150mm$

1.4.3

Sur le DT3/4 → Type IC1

Condition à remplir :

$C_{mini} = 2.5 \cdot \text{Long d'amort}$

$C_{mini} = 2.5 \cdot 60mm = 150mm$

C vérin = 200mm > 150 → OK

1.4.4

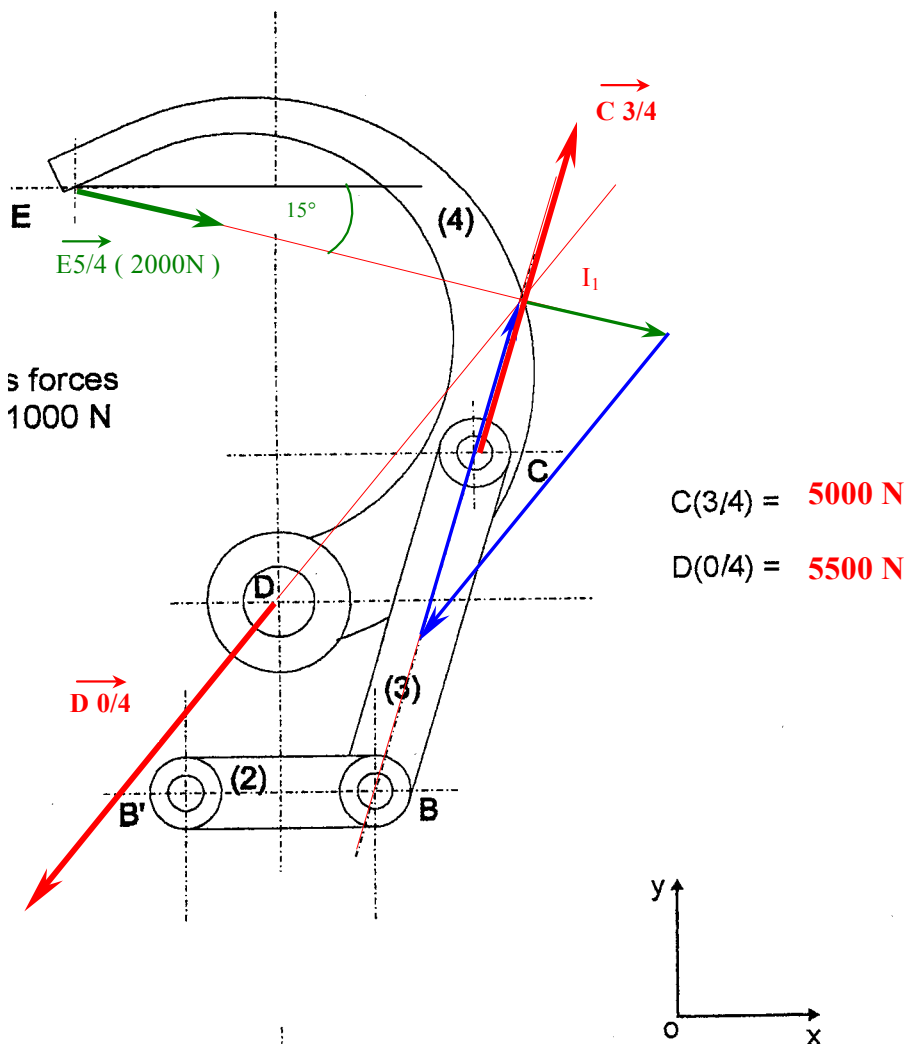
Pour un vérin de diamètre 171,

$C_{mini} = 2.5 \cdot 65mm = 165mm$

C vérin = 200mm > 165 → OK

Avantage : bonne réserve de puissance

DOCUMENT REPONSE DR1



$C(3/4) = 5000\,N$

$D(0/4) = 5500\,N$

Echelle des forces
1 cm pour 1000 N

$A (A_{ir}/2) = 9000\,N$

$B(3/2) = 4800\,N$

$B'(3'/2) = 4800\,N$

Q2 : Identification des caractéristiques du circuit pneumatique en fonction du cycle(10 pt)

2.1 Grandeurs cinématiques à évaluer pour respecter le temps du cycle

2.1.1 Déterminer l'accélération angulaire de la pince 4 durant la phase 1 (démarrage)

$$\omega_{\text{pince}} = VE_{4/0} / DE$$

$$\omega_{\text{pince}} = 250\text{mm/s} / (238^2 + 110^2)^{1/2}$$

$$\omega_{\text{pince}} = 250\text{mm/s} / 262.2\text{mm}$$

$$\omega_{\text{pince}} = 0.9535 \text{ rd/s}$$

$$\omega'_{\text{pince}} = \omega_{\text{pince}} / td = \text{tang } \alpha$$

$$\omega'_{\text{pince}} = 0.953\text{rd/s} / 0.5\text{s}$$

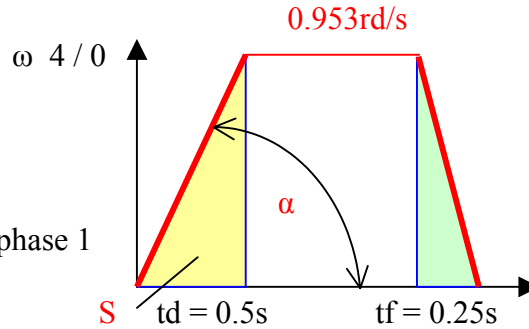
$$\omega'_{\text{pince}} = 1.9 \text{ rd/s}^2$$

2.1.2 Déterminer le déplacement angulaire pour la phase 1

$$\theta_d = \frac{1}{2} \omega_{\text{pince}} * td = S = \frac{1}{2} \omega'_{\text{pince}} * td^2$$

$$\theta_d = \frac{1}{2} 0.9535\text{rd/s} * 0.5\text{s}$$

$$\theta_d = 0.238 \text{ rd}$$



2.1.3 Déterminer le déplacement angulaire de la pince 4 pour la phase 3 (freinage)

$$\theta_f = \frac{1}{2} \omega_{\text{pince}} * tf = \text{aire du rectangle en vert}$$

$$\theta_f = \frac{1}{2} 0.9535\text{rd/s} * 0.25\text{s}$$

$$\theta_f = 0.119 \text{ rd}$$

2.1.4 Déterminer le déplacement angulaire de la pince 4 pour la phase 2 (uniforme)

$$\theta_{\text{unif}} = \theta_{\text{total}} - (\theta_d + \theta_f) = \text{aire du rectangle en blanc}$$

$$\theta_{\text{unif}} = 1.83 - (0.238 + 0.119)$$

$$\theta_{\text{unif}} = 1.413 \text{ rd}$$

2.1.5 Déterminer le temps mis par la pince 4 pour la phase 2 (uniforme), puis le temps total et conclure ?

$$t_{\text{unif}} = \theta_{\text{unif}} / \omega_{\text{pince}} = \text{aire du rectangle en blanc} / \text{hauteur}$$

$$t_{\text{unif}} = 1.413 \text{ rd} / 0.9535 \text{ rd/s}$$

$$t_{\text{unif}} = 1.48 \text{ s}$$

$$t_{\text{total du cycle}} = td + tu + tf$$

$$t_{\text{total du cycle}} = 0.5 + 1.48 + 0.25$$

$$t_{\text{total du cycle}} = 2.23\text{s} < 3\text{s} \rightarrow \text{OK}$$

2.2 Evaluation du débit utile du vérin pour assurer une vitesse VE4/0 de 0.25 m/s

2.2.1 Calculer VC4/0

$$VC_{4/0} = \omega_{4/0} * DC$$

$$VC_{4/0} = 0.9535 \text{ rd/s} * (84^2 + 110^2)^{1/2}$$

$$VC_{4/0} = 132 \text{ mm/s} = 0.132\text{m/s}$$

2.2.1 Déterminer le débit du vérin en l/s pour un diamètre de 100mm et une vitesse de 0.08 m/s

$$VB_{2/0} = 8 \text{ cm/s} \rightarrow DT_{4/4} \rightarrow Q_v = 0.6 \text{ l/s}$$

$$\text{Remarque : par le calcul} \rightarrow Q_v = S * V = \pi * 0.5^2 \text{ dm}^2 * 0.8 \text{ dm/s} = 0.628 \text{ l/s}$$

Q3 : Vérification dimensionnelle de l'axe d'articulation entre la tige 2 et la biellette 3(10 pt)

3.1 Vérification au cisaillement de l'axe

3.1.1 Déterminer l'aire de la section cisailée en fonction du diamètre d

voir DT1

$$S = 2 (\pi d^2 / 4)$$

$$S = 2 (\pi * 12^2 / 4)$$

$$S = 226.2 \text{ mm}^2$$

3.1.2 Ecrire la condition de résistance et conclure.

Condition de résistance au cisaillement

$$T / S < (\text{Reg} / s)$$

$$5000\text{N} / 226.2 \text{ mm}^2 < (200 / 4)$$

$$22.1\text{Mpa} < 50 \text{ Mpa} \rightarrow \text{OK (l'axe convient)}$$

3.2 Vérification du non matage de l'axe

3.2.1 Déterminer l'aire de la surface de l'axe soumise au matage.

Voir DT1

$$S_m = e * d$$

$$S_m = 15 * 12$$

$$S_m = 180 \text{ mm}^2$$

3.2.2 Ecrire la condition de non matage et conclure.

Condition de non matage

$$B2/3 / S_m < p \text{ adm}$$

$$5000 \text{ N} / 180 \text{ mm}^2 < 35 \text{ Mpa}$$

$$27.8 \text{ Mpa} < 35 \text{ Mpa} \rightarrow \text{OK (l'axe convient)}$$

$$e \text{ mini} = 5000\text{N} / (12\text{mm} * 35 \text{ MPa}) = 11.9 \text{ mm}$$

Remarque sur cette question : bien « payée » pour 10 pt par rapport à la question de cinématique Q2