

LYCÉE LA MARTINIÈRE MONPLAISIR LYON

SCIENCES INDUSTRIELLES POUR L'INGÉNIEUR

CLASSE PRÉPARATOIRE M.P.S.I. ET M.P.I.I.

ANNÉE 2024 - 2025



C5 : ANALYSE ET RÉOLUTION POUR DÉTERMINER LES
PERFORMANCES CINÉMATIQUES DES SYSTÈMES COMPOSÉS
DE CHAINES DE SOLIDE

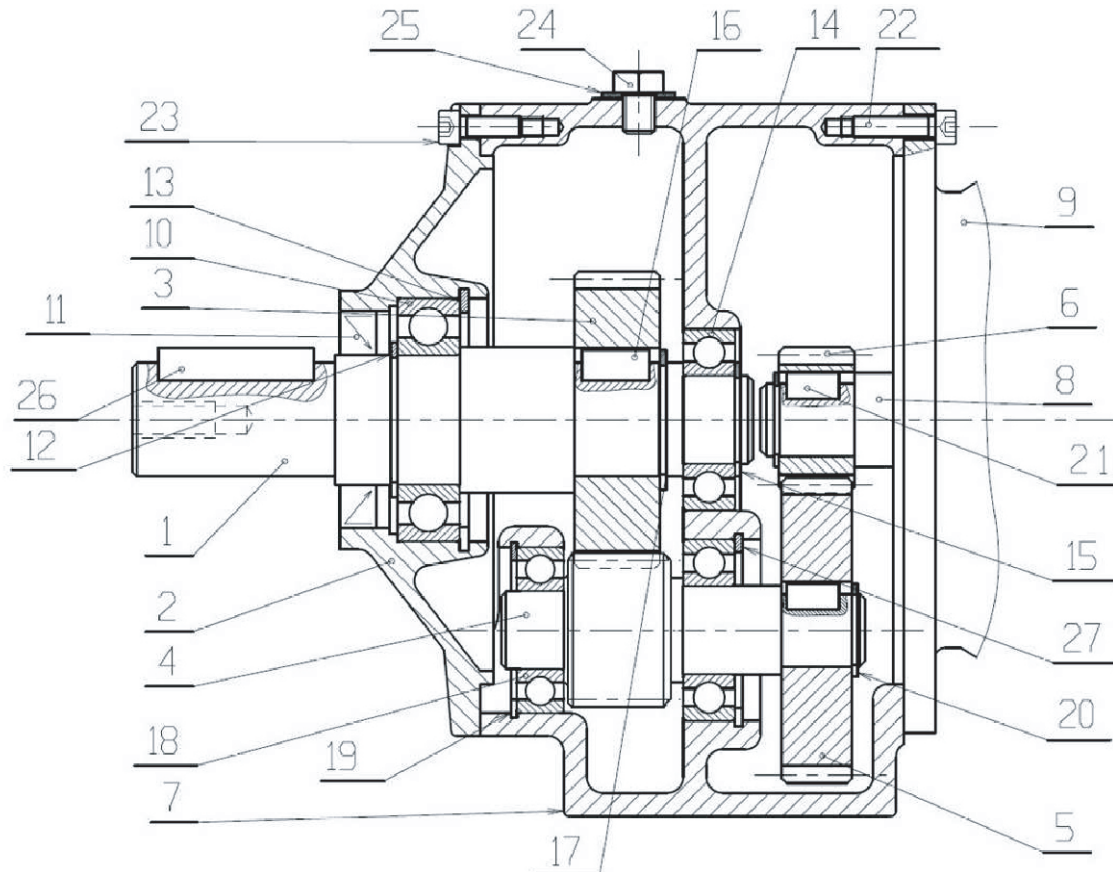
TD 12 - Transmission de puissance (C5-2)

Compétences

- **Analyser**
 - Associer les fonctions aux constituants.
- **Modéliser**
 - Vérifier la cohérence du modèle choisi en confrontant les résultats analytiques et/ou numériques aux résultats expérimentaux.
- **Résoudre**
 - Déterminer les relations entre les grandeurs géométriques ou cinématiques.
 - Mener une simulation numérique.

Exercice 1 :

1 Réducteur simple à deux étages



Données : $Z_6 = 20$, $Z_5 = 46$, $Z_{5'} = 22$ et $Z_3 = 44$.

Q 1 : Identifier l'arbre d'entrée et l'arbre de sortie.

Q 2 : Dessiner le schéma cinématique du système.

Q 3 : Identifier les roues menées et les roues menantes.

Q 4 : Donner le rapport de réduction du système.

Exercice 2 : Étude de la transmission de puissance d'un système d'élévation d'une rame de Tram

Source : CCP PSI 2011

1 Présentation

L'étude repose sur un système permettant de soulever une rame de Tramway du sol. On souhaite dimensionner le moteur pour avoir une vitesse de levée de 10 mm/s (diagramme des exigences partiel figure 1). On donne le schéma cinématique de la transformation de mouvement du système d'élévation d'une rame de Tram.

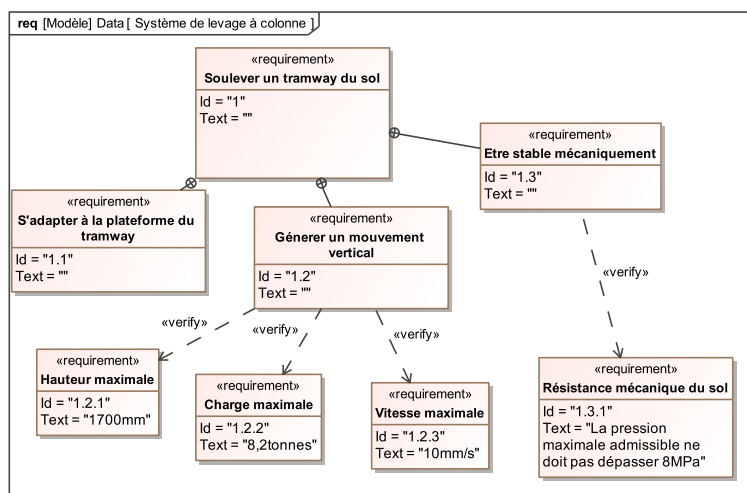
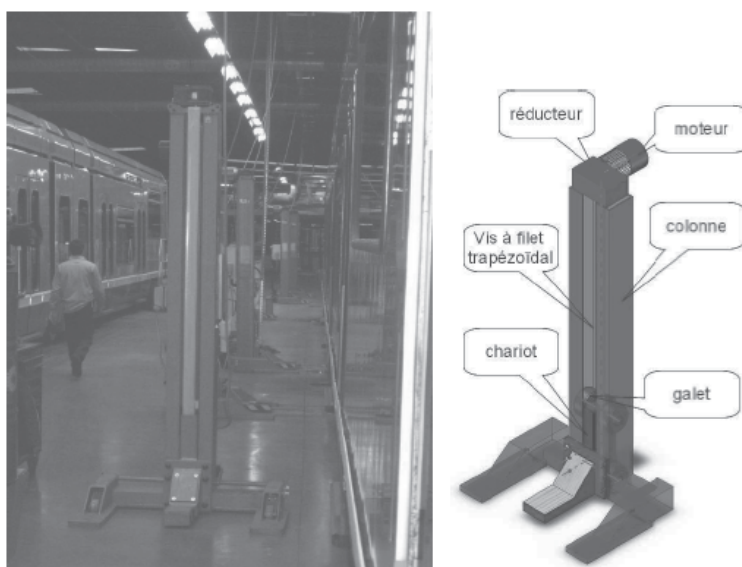
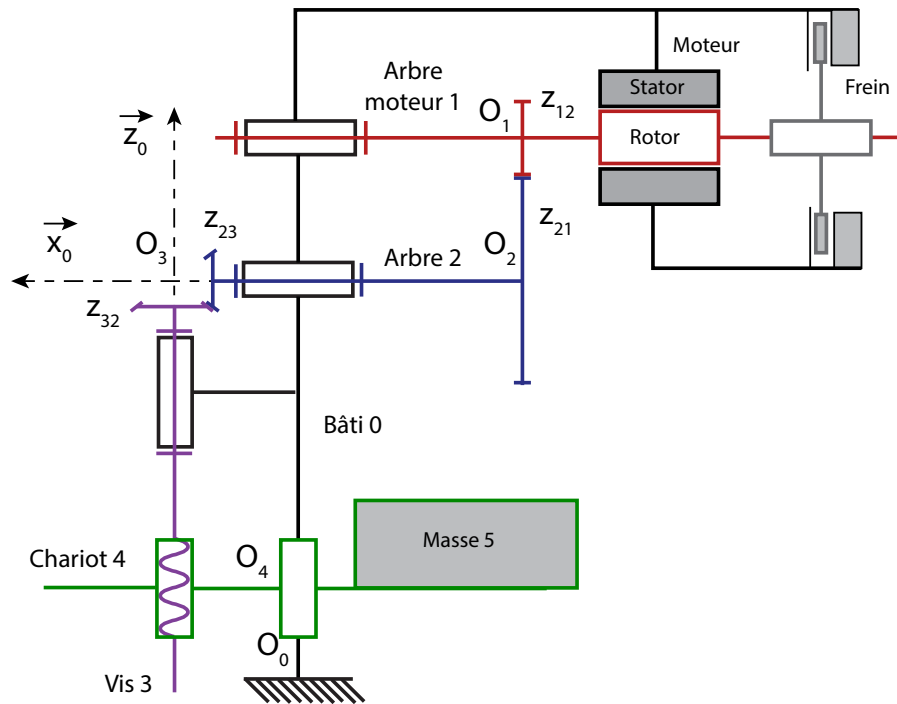


FIGURE 1 – Diagramme des exigences partiel





On note $\vec{\Omega}_{10} = \omega_{10} \cdot \vec{x}_0 = \dot{\theta}_1 \cdot \vec{x}_0$

2 Données sur les liaisons

- Liaison L_{12} :
 - Pignon de l'arbre 1 engrenant avec l'arbre 2 : nombre de dents : $Z_{12} = 15$,
 - Pignon de l'arbre 2 engrenant avec l'arbre 1 : nombre de dents : $Z_{21} = 75$,
- Liaison L_{23} :
 - Pignon de l'arbre 2 engrenant avec la vis 3 : nombre de dents : $Z_{23} = 14$,
 - Pignon de la vis 3 engrenant avec l'arbre 2 : nombre de dents : $Z_{32} = 35$,
- Liaison L_{34} : pas du système vis-écrou : $p_{34} = 5 \text{ mm}$

3 Étude du réducteur de vitesse

Q 5 : Déterminer en fonction de $\dot{\theta}_1$ et des données concernant les roues dentées et le système vis-écrou les vitesses de rotation :

1. $\vec{\Omega}_{2/0}$,
2. $\vec{\Omega}_{3/0}$.

Q 6 : Déterminer numériquement les rapports :

1. $r_{12} = \frac{\omega_{20}}{\omega_{10}}$,
2. $r_{23} = \frac{\omega_{30}}{\omega_{20}}$,

4 Étude du système de transformation de mouvement

Q 7 : Tracer le graph des liaisons du système de transformation de mouvement constitué des solides 0 – 3 – 4.

Q 8 : Écrire le torseurs cinématiques associé à chaque liaison en précisant les lieux d'invariance.

Q 9 : Écrire la fermeture cinématique.

Q 10 : En déduire une relation entre la vitesse de levée : $V_L = \vec{V}(O_4 \in 4/0) \cdot \vec{z}_0$ et $\omega_{30} = \vec{\Omega}_{3/0} \cdot \vec{z}_0$

Q 11 : En déduire les rapports :

$$1. r_{34} = \frac{V_L}{\omega_{30}},$$

$$2. r_g = \frac{V_L}{\omega_{10}}.$$

Q 12 : Déterminer la vitesse de rotation du moteur souhaitée (à exprimer en tours par minute) pour obtenir une vitesse de levée conforme au cahier des charges.

Exercice 3 : Etude d'un train épicycloïdal

Source : Emilien DURIF

Les trains épicycloïdaux sont composés de trains d'engrenage classiquement utilisée dans les boîtes de vitesses automatiques ou à variation continu mais aussi dans les différentiels de vitesses.

La figure ci-dessous donne la représentation d'un train épicycloïdal qui est constitué :

- d'un planétaire 1;
- d'un satellite 3;
- d'un porte-satellite 4;
- d'un planétaire extérieur ou couronne 5.

Les liaisons $L_{1/0}$, $L_{4/0}$, $L_{2/4}$ et $L_{3/4}$ sont des liaisons pivots d'axe \vec{z} .

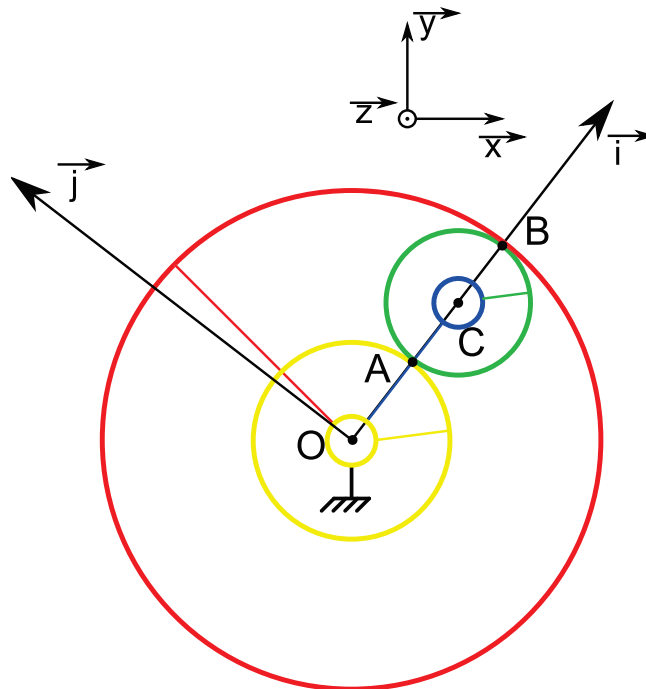
On pose $\vec{\Omega}(1/0) = \omega_1 \vec{z}$, $\vec{\Omega}(2/0) = \omega_2 \vec{z}$ et $\vec{\Omega}(4/0) = \omega_4 \vec{z}$.

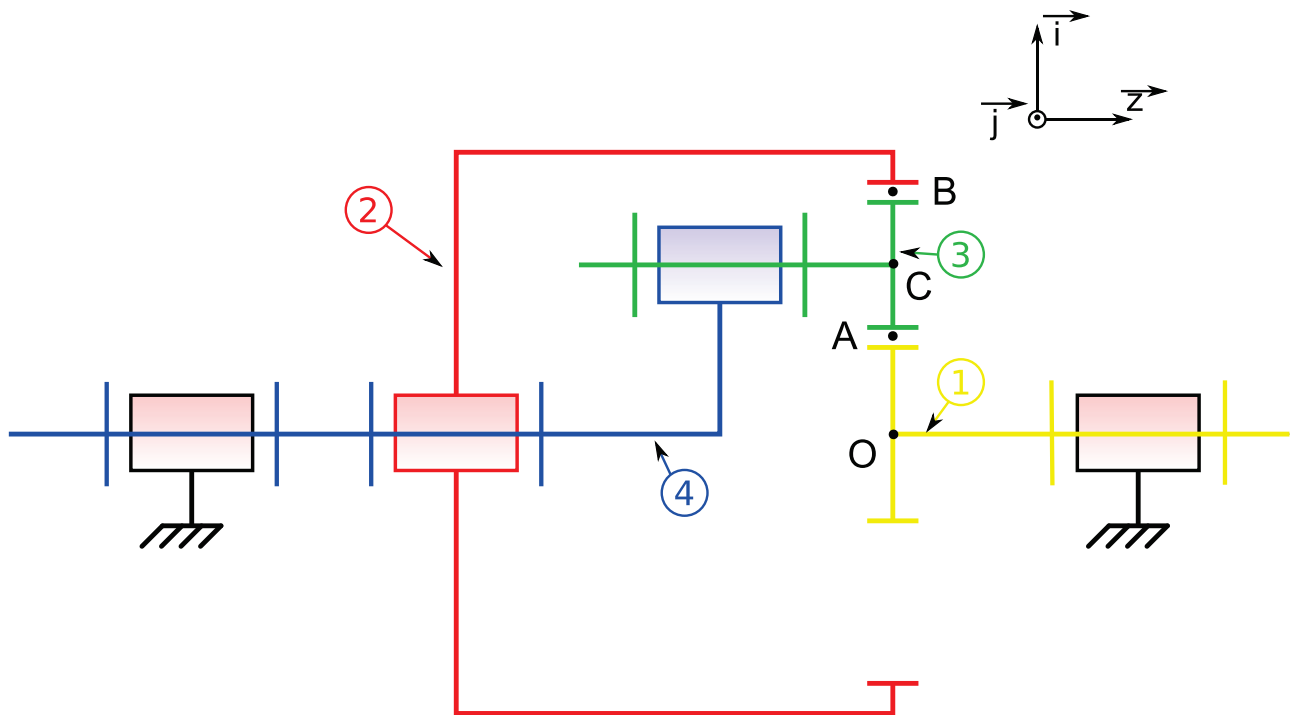
Les rotations sont toutes suivant le même axe \vec{z} , ainsi on note ω_{ij} la norme de la rotation relative entre le solide i et le solide j suivant \vec{z}

$$\omega_{ij} = \vec{\Omega}(i/0) \cdot \vec{z} - \vec{\Omega}(j/0) \cdot \vec{z}$$

Le satellite 3 de centre C roule sans glisser en A sur 1 et en B sur 2. Soit le repère $R_i(O, \vec{i}, \vec{j}, \vec{z})$ le repère tel que \vec{i} ait même direction et même sens que OC .

On appelle Z_1 , Z_2 et Z_3 les nombres de dents des roues 1, 2 et 3 et m leur module.





Q 13 : Donner l'expression de $\frac{\omega_{34}}{\omega_{14}}$.

Q 14 : Donner l'expression de $\frac{\omega_{24}}{\omega_{34}}$.

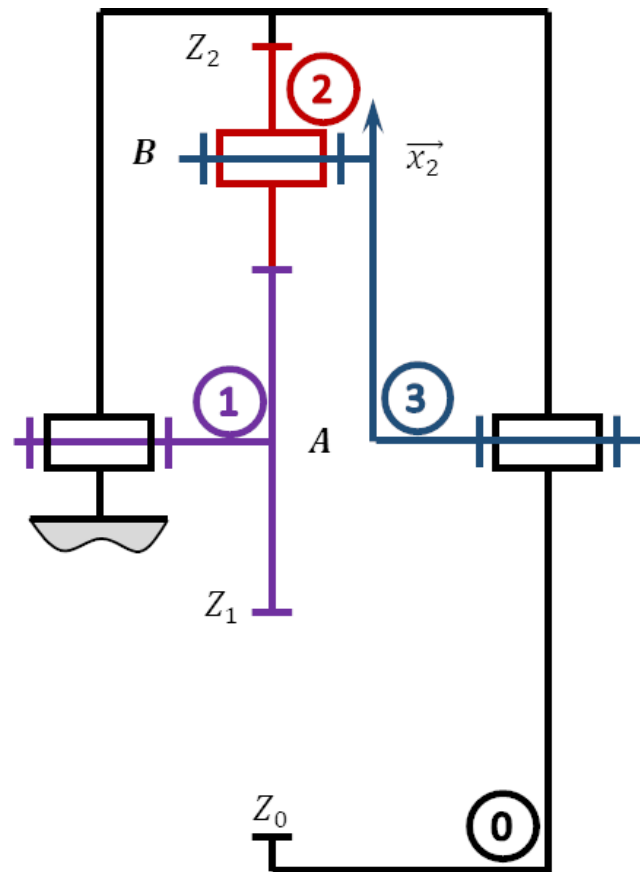
Q 15 : Déterminer une relation entre ω_1 , ω_2 et ω_4 .

Exercice 4 : Etude d'un train épicycloïdal

Source : Emilien DURIF

1 Train épicycloïdal

On donne le réducteur suivant :



Q 16 : Préciser de quel type de réducteur il s'agit ?

Q 17 : Définir le rapport de réduction

Q 18 : Le calculer.