

# DYNAMIQUE DES SYSTEMES MECANIQUES

## Exercices semaine 4 (v2)

### Exercice 1: Rapport de vitesse optimal pour le démarrage

Objectifs d'apprentissage : Optimisation de lois d'espace

#### Enoncé

Soit un moteur électrique à couple  $Q_m$  constant qui entraîne une inertie constante à travers une transmission à rapport de vitesse  $i$  constant. Un couple résistant également constant  $Q_e$  s'oppose au mouvement.

Déterminez le rapport de vitesse  $i$  optimal pour :

1. Maximiser l'accélération du récepteur (et donc sa réactivité) pour un couple moteur donné (utiliser l'arbre du récepteur comme coordonnée généralisée). Exprimer l'accélération maximale lorsque l'effort résistant est négligeable par rapport au couple moteur.
2. Formuler une règle de dimensionnement pour maximiser l'accélération d'un mécanisme dont on connaît le moteur ainsi que le système à entraîner.
3. Minimiser le couple du moteur (et donc sa taille et son poids) pour une accélération imposée.

## Exercice 2 : Démarrage d'un rotor d'hélicoptère

Objectifs d'apprentissage : Détermination de temps d'accélération de groupes

### Enoncé

Soit le groupe constitué par la turbine, le réducteur et le rotor d'une Alouette III (Figure 1). La turbine et le rotor sont caractérisés par des inerties  $J_T = 0.26 \text{ kg} \cdot \text{m}^2$  et  $J_R = 1332 \text{ kg} \cdot \text{m}^2$  constantes ainsi que des couples  $M_T$  et  $M_R$  dépendant des vitesses angulaires  $\omega_T$  et  $\omega_R$  respectivement. Le réducteur garantie quant à lui un rapport de transmission  $i = 15$  uniforme. Tous les éléments sont considérés comme infiniment rigides et les efforts gravifiques comme négligeables.

Déterminer le point de fonctionnement du groupe puis identifier le temps de démarrage (99% de la vitesse nominale) pour les fonctions de couple suivantes :

$$M_T(\omega_T) = -0.00196\omega_T^2 + 2.14\omega_T + 195 \quad [\text{N} \cdot \text{m}]$$
$$M_R(\omega_R) = 8.84\omega_R^2 \quad [\text{N} \cdot \text{m}]$$

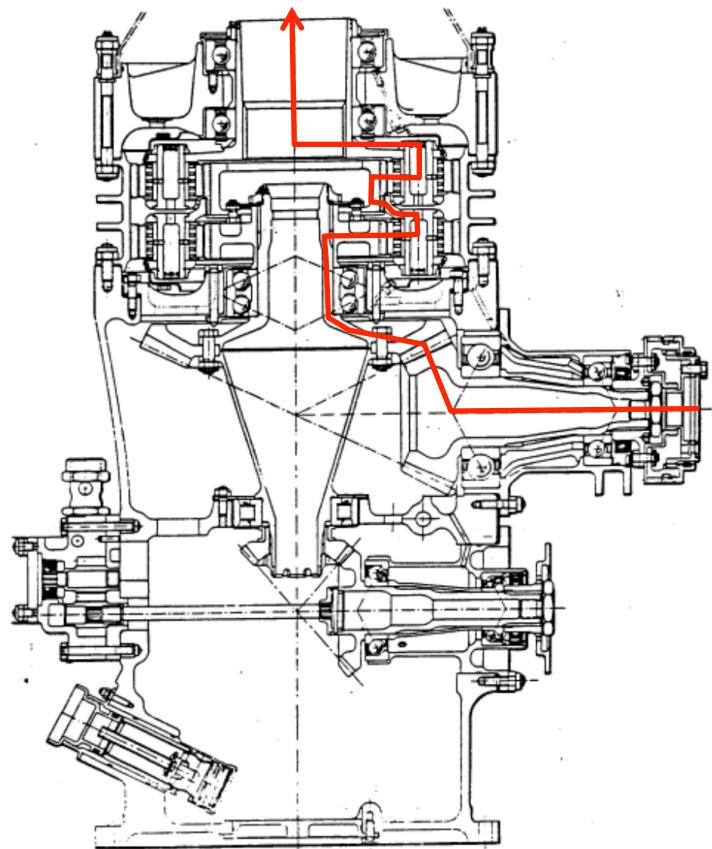


Figure 1 : Une Alouette III avec son réducteur à double train épicycloïdal

# Exercice 3 : Conception de volant d'inertie pour un moteur monocylindre à quatre temps

Objectifs d'apprentissage : Dimensionnement de systèmes dynamiques, utilisation d'outils numériques pour cas réels

## Enoncé

Le tableau ci-dessous correspond au diagramme de couple d'un moteur monocylindre à quatre temps, en régime stationnaire. La vitesse nominale du moteur est de 250 rad/s et sa vitesse initiale ( $\theta=0^\circ$ ) de 235.6 rad/s. Les données sont disponibles dans un fichier Excel téléchargeable sur moodle, et utile aux intégrations numériques. Pour les calculs, on négligera la variation de l'inertie réduite, induite par la non-uniformité du mouvement du piston.

- Trouver l'énergie nette livrée par le moteur pendant un cycle (2 tours).
- Déterminer le couple moyen.
- Trouver la valeur de l'inertie du système, pour satisfaire un facteur d'irrégularité de 0.1.
- Calculer  $\omega_{min}$  et  $\omega_{max}$ .

$\theta$ , deg	$T$ , N m						
0	0	195	-12	375	-9.6	555	-12
15	316	210	-23	390	-14	570	-23
30	236	225	-29	405	-10	585	-33
45	274	240	-36	420	1	600	-40
60	244	255	-35	435	14	615	-42
75	207	270	-27	450	27	630	-41
90	179	285	-14	465	35	645	-35
105	136	300	-1	480	36	660	-30
120	120	315	10	495	31	675	-31
135	90	330	14	510	23	690	-62
150	60	345	9.6	525	12	705	-86
165	20	360	0	540	12	720	0
180	0						

Figure 1 - Mechanical Engineering Design, Shigley and Mischke, 6th edition

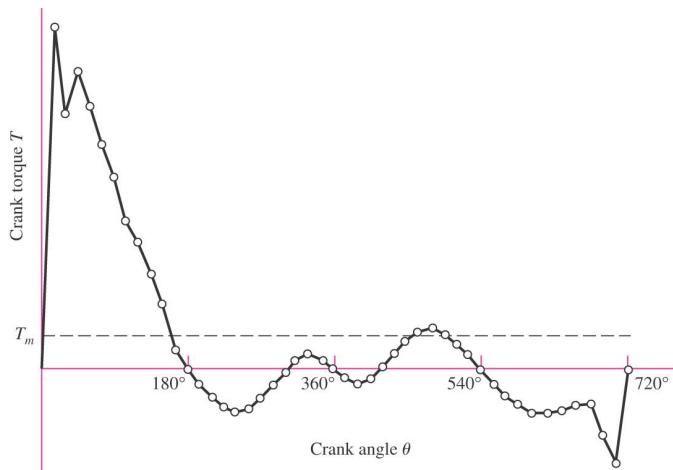


Figure 2 - Mechanical Engineering Design, Shigley and Mischke, 6th edition