

Dernière mise à jour	Actions dynamiques des liaisons et	Denis DEFAUCHY
22/03/2017	équations différentielles du mouvement	TD3 - Sujet

Actions dynamiques des liaisons et équations différentielles du mouvement

TD3

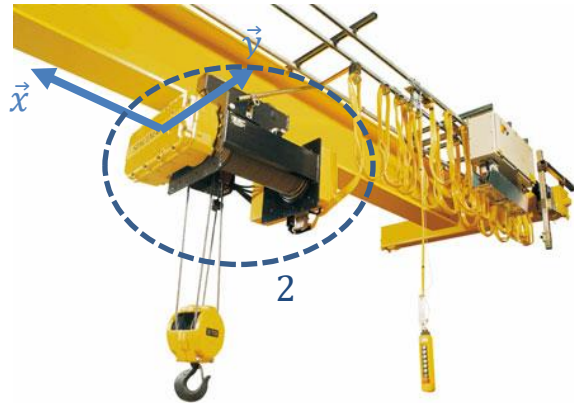
Théorème de l'Energie Cinétique

Programme - Compétences		
C12	RESOUDRE	Choix des isolements Choix des méthodes de résolution Equations différentielles du mouvement
B223	MODELISER	Puissances des actions intérieures et extérieures par rapport à un référentiel galiléen
B224	MODELISER	Théorème de l'énergie cinétique pour la détermination d'actions d'équations différentielles du mouvement

Dernière mise à jour	Actions dynamiques des liaisons et équations différentielles du mouvement	Denis DEFAUCHY
22/03/2017		TD3 - Sujet

Exercice 1: Pont roulant

Le pont roulant est un système mécanique permettant de déplacer des charges d'un point à un autre.



Un pont roulant est généralement composé de deux ensembles mobiles : un chariot 2 est en liaison glissière avec un pont 1 (direction \vec{x}), lui-même en liaison glissière avec le bâti 0 (direction \vec{y}). Il est généralement composé de trois à quatre motorisations. Un moteur permet de déplacer le chariot 2 sur le pont 1 dans la direction \vec{x} , un à deux moteurs permettent de déplacer l'ensemble du pont 1 par rapport au bâti dans la direction \vec{y} et un moteur sur le chariot permet de lever la charge.

Dans cette étude, nous nous intéressons au dimensionnement de la motorisation du chariot 2 et de son système de freinage. Nous considérerons une charge accrochée au crochet du treuil, la masse totale de l'ensemble mobile est notée M . Pour simplifier l'étude, nous négligerons les effets d'accélération de la charge accrochée au câble et tendant à créer un mouvement de balance. Nous supposerons donc que le câble est un solide rigide lié au chariot 2. Nous considérerons par ailleurs que la liaison glissière entre le chariot 2 et le pont 1 est parfaite et que le mouvement est horizontal.

Le déplacement du chariot sur le pont supposé fixe dans notre étude est réalisé à l'aide d'un moteur de couple moteur C_m et de vitesse de rotation ω_m , d'un réducteur de rapport de réduction k , de 4 roues de rayons r et de vitesse de rotation ω_r supportant le poids de l'ensemble et réalisant la liaison glissière horizontale avec le pont 1 et d'une roue de rayon R , de vitesse de rotation ω_R ($\frac{\omega_R}{\omega_m} = k$) qui roule sans glisser sur un rail horizontal fixé au pont 1. Nous supposerons que la liaison entre la roue et le rail est parfaite. L'arbre moteur est équipé d'un système de freinage du type frein à disque de couple de frottement C_f .

Nous allons déterminer le couple moteur C_m et le couple de freinage C_f permettant de choisir les composants qui équiperont le pont roulant dans le but de répondre au besoin défini à l'aide des critères du tableau ci-dessous extraits du cahier des charges :

Critère	Niveau	Flexibilité
Masse en mouvement	$M = 1$ tonnes	\leq
Accélération	$a_a = 0,1$ m/s ²	\leq
Freinage	$a_f = -1$ m/s ²	\leq
Vitesse de déplacement	$V_D = 1$ m/s	\leq
Distance d'arrêt	$D_f = 0,5$ m	\leq
Temps d'arrêt	$t_f = 2$ s	\leq
Distance d'accélération	$D_a = 6$ m	\leq

Dernière mise à jour	Actions dynamiques des liaisons et	Denis DEFAUCHY
22/03/2017	équations différentielles du mouvement	TD3 - Sujet

On note J_m l'inertie de l'arbre moteur, J_k l'inertie des éléments du réducteur ramenée à l'arbre moteur, J_f l'inertie des éléments tournants du système de freinage liés à l'arbre moteur, et J_R l'inertie de la roue motorisée sur son arbre et J_r l'inertie de chacune des 4 roues de guidage.

On suppose que les couples $C_m > 0$ et $C_f < 0$ sont soit nuls, soit constants. On appelle V la vitesse de translation du chariot et a son accélération.

Données :

$R = 0,2 \text{ m}$	$r = 0,1 \text{ m}$	$k = 0,1$	$J_r = 0,4 \text{ Kgm}^2$
$J_m = 12 \cdot 10^{-3} \text{ Kgm}^2$	$J_k = 15 \cdot 10^{-3} \text{ Kgm}^2$	$J_f = 0,3 \cdot 10^{-3} \text{ Kgm}^2$	$J_R = 1,25 \text{ Kgm}^2$

Théorème

Question 1: Proposer le théorème, ses hypothèses, le système isolé et les équations correspondantes permettant d'étudier les lois d'accélération du pont roulant

Question 2: Exprimer l'énergie cinétique de l'ensemble des pièces en mouvement

Question 3: Déterminer l'expression et la valeur numérique de l'inertie équivalente du système ramenée à l'arbre moteur

Couples moteur et frein

Question 4: Déterminer l'expression des couples C_m et C_f en fonction de J_{eq} , a_f , a_a , R , et k

Question 5: En déduire expressions et valeurs numériques de ces couples pour répondre au cahier des charges

On suppose dans la suite que ces couples sont appliqués de manière constante en phase d'accélération et en phase de freinage. On prendra :

$$\begin{aligned} C_m &= 2,52 \text{ Nm} \\ C_f &= -25,24 \text{ Nm} \end{aligned}$$

Evidemment, on supposera que le frein n'est pas utilisé lors de l'accélération et que le moteur n'est pas utilisé lors du freinage.

Dernière mise à jour	Actions dynamiques des liaisons et	Denis DEFAUCHY
22/03/2017	équations différentielles du mouvement	TD3 - Sujet

Validation de la phase de freinage

Question 6: Exprimer le temps d'arrêt t_f lors de la phase de freinage de la vitesse V_D à une vitesse nulle en fonction de la vitesse initiale V_D et de l'accélération a_f

Question 7: Vérifier que ce temps respecte le cahier des charges

Question 8: Exprimer la distance D_f parcourue lors de la phase de freinage de la vitesse V_D à une vitesse nulle en fonction de la vitesse initiale V_D et de l'accélération a_f

Question 9: En déduire la distance parcourue lors de la phase de freinage et vérifier le critère du cahier des charges

Validation de la phase d'accélération

Question 10: Exprimer la distance D_a parcourue lors de la phase d'accélération d'une vitesse nulle à la vitesse V_D en fonction de la vitesse initiale V_D et de l'accélération a_f

Question 11: En déduire la distance parcourue lors de la phase d'accélération et vérifier le critère du cahier des charges

Etude du moteur

Question 12: Déterminer l'expression littérale et la valeur numérique de la vitesse de rotation maximale du moteur ?

Question 13: En déduire la puissance moteur maximale nécessaire au bon fonctionnement du système étudié

Bilan

Question 14: Conclure sur le choix des équipements permettant de répondre au cahier des charges