

Contrôle de cinématique

L'ascenseur du pilier nord de la tour Eiffel

La tour Eiffel est actuellement le monument payant le plus visité au monde avec plus de six millions de visiteurs par an. En plus des mille six cent soixante-cinq marches d'escalier, la tour Eiffel est actuellement desservie par six ascenseurs et un monte-charge. Les parcours annuels cumulés des ascenseurs sont, d'après le site officiel de la tour Eiffel, équivalents à deux fois et demie le tour de la Terre, soit plus de 103 000 km.

On cherche à déterminer le temps total pour atteindre le deuxième étage sachant que l'ascenseur s'arrête au premier étage et subit donc une phase de décélération et une phase d'accélération intermédiaire.

Données

Vitesse nominale (V_n): 2m/s ; Accélération (γ_a): 0,5 m/s² ; Décélération (γ_d): 0,33 m/s²

On notera :

x_{a1} : la distance d'accélération pour le parcours rez-de-chaussée / premier étage

x_{d1} : la distance de décélération pour le parcours rez-de-chaussée / premier étage

d_1 : la distance du parcours rez-de-chaussée / premier étage

x_{a2} : la distance d'accélération pour le parcours premier étage / deuxième étage

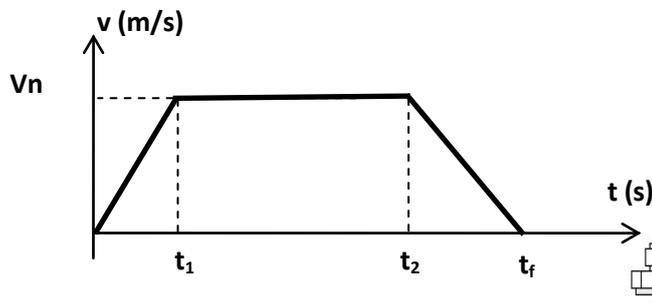
x_{d2} : la distance de décélération pour le parcours premier étage / deuxième étage

d_2 : la distance du parcours premier étage / deuxième étage

Altitude du 1^{er} étage : $Z_1 = 57,63$ m ;

Altitude du 2^{eme} étage : $Z_2 = 115,73$ m

Les moteurs sont commandés en vitesse suivant des lois en trapèze



Trajet du chariot tracteur le long du profil du pilier nord



Questions :

1) A l'aide des données du sujet déterminez :

- la distance entre le rez-de-chaussée et le premier étage
- la distance entre le premier étage et le deuxième étage

2) Déterminez les lois du mouvement (espace, vitesse, accélération en fonction de V_n , γ_a , γ_d , t_1 , t_2 , t , x_{a1} , x_{d1} , d_1) pour le parcours rez-de-chaussée / premier étage .

Ecrire les équations de l'espace parcouru, de la vitesse et de l'accélération avec les données numériques pour chacune des phases du mouvement

Déterminez la durée totale pour effectuer ce parcours .

Tracez les graphes (espace, vitesse, accélération)

3) Déterminez les lois du mouvement (espace, vitesse, accélération en fonction de V_n , γ_a , γ_d , t_1 , t_2 , t , x_{a2} , x_{d2} , d_2) pour le parcours premier étage / deuxième étage

Ecrire les équations de l'espace parcouru, de la vitesse et de l'accélération avec les données numériques pour chacune des phases du mouvement

Déterminez la durée pour effectuer ce parcours .

Tracez les graphes (espace, vitesse, accélération)

4) Déterminez le temps total pour effectuer le parcours rez-de-chaussée / deuxième étage

L'ascenseur du pilier nord est constitué :

- d'un **chariot tracteur** sur lequel sont fixées les deux cabines destinées à transporter les visiteurs ;
- de deux ensembles de deux **câbles** en acier situés de part et d'autre du chariot ;
- de deux **poulies réceptrices** ;
- de deux **poulies motrices** qui entraînent les câbles (la masse d'une poulie est de 4280 kg) ;
- d'un **contrepoids** de 45 tonnes (45 103 kg) qui évolue entre le rez-de-chaussée et le premier étage, avec une inclinaison de 54° ;
- d'un **système de mouflage** qui modifie la distance parcourue par le contrepoids ;
- d'un **moteur à courant continu**, de puissance utile nominale 360 kW et de **vitesse nominale ω_m** qui assure l'entraînement des poulies motrices ;
- d'un **réducteur différentiel** situé entre le **moteur et la poulie motrice**, de type roue et vis sans fin de **rapport de transmission de 116/3** ;

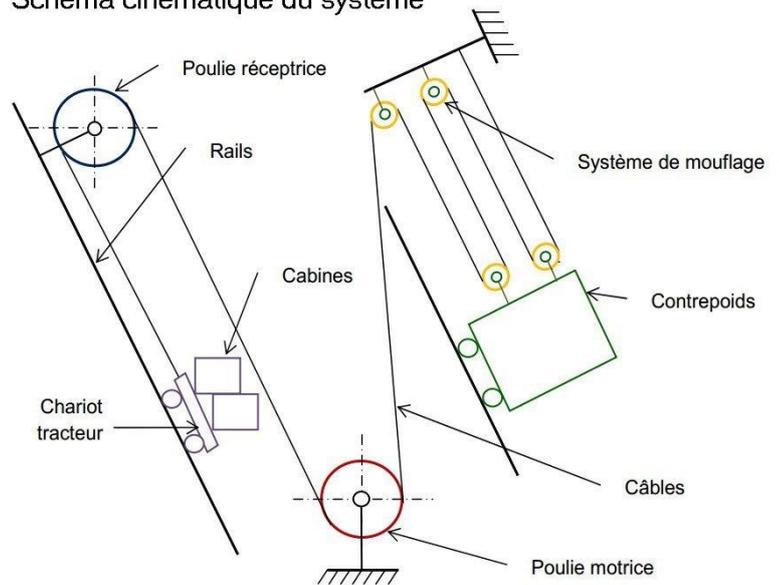
Le rayon de la poulie motrice égal à celui de la poulie réceptrice, $R_{pm} = R_{pr} = 1,382 \text{ m}$.

Le rayon des poulies du système de mouflage est $R_m = 0,48 \text{ m}$

On se place au cours de la phase de déplacement de la cabine à vitesse constante $V_n = 2 \text{ m/s}$

- 5) Déterminer la vitesse de rotation de la poulie motrice ω_{pm} et la vitesse de rotation de la poulie réceptrice ω_{pr}
- 6) Déterminer la vitesse de rotation des poulies du système de mouflage ω_{pmf}
- 7) A l'aide du schéma expliquant le principe de fonctionnement d'un système à poulies et câble déterminer la vitesse de translation du contrepoids V_{cp}
- 8) A partir de la vitesse de rotation de la poulie motrice ω_{pm} et des données du sujet déterminer la vitesse de rotation du moteur à courant continu ω_m

Schéma cinématique du système



Fonctionnement d'un système à poulies et câbles

