

Toutes les réponses seront faites sur le document réponse joint au sujet. Le barème donné par exercice est approximatif et pourra être modifié. Toute valeur numérique devra être affectée d'une unité.

Les 3 exercices proposent d'étudier les caractéristiques principales d'un ascenseur.

Le déplacement d'une cabine d'ascenseur est obtenu par un treuil constitué d'un câble s'enroulant sur une poulie entraînée par un moteur électrique couplé à un réducteur. La figure 1 ci-contre décrit l'architecture de ce type de système. On remarque en particulier la cabine, un contrepoids et le local machine où se trouvent le treuil et l'ensemble moteur et réducteur.

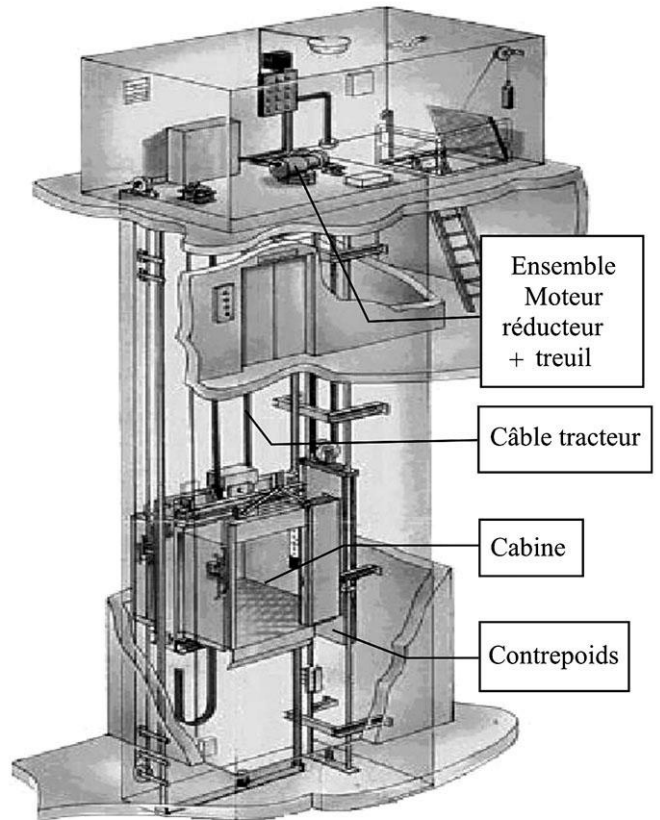


Fig. 1 Architecture de l'ascenseur

Données, hypothèses et notations :

- Le repère $R(A, \vec{x}, \vec{y})$ est lié à la terre, on considère le problème plan (voir figure 2).
- La direction \vec{y} représente la verticale ascendante, on note \mathbf{g} l'accélération de la pesanteur et on prendra $g = 10 \text{ m.s}^{-2}$.
- L'immeuble étudié possède 5 étages, la hauteur totale d'élévation de la cabine est de 16 m.
- **0** : bâti fixe lié au bâtiment.
- **1** : cabine de masse $m_1 = 600 \text{ kg}$ en charge, de centre de gravité G_1 .
- **2** : contrepoids de masse $m_2 = 400 \text{ kg}$, de centre de gravité G_2 .
- **3** : poulie motrice de centre de gravité A de masse $m_3 = 80 \text{ kg}$, de diamètre $d_3 = 0,5 \text{ m}$, entraînée par l'ensemble moteur + réducteur qui délivre à la poulie un couple noté C_r représenté sur la figure 5.
- **4** : câble tracteur.
- L'action mécanique exercée par le bâti **0** sur la cabine **1** dans la liaison glissière est modélisée par : la force $\vec{X} = X \vec{x}$ et le moment \mathbf{N} représentés sur la figure 4.
- L'action mécanique exercée par le bâti **0** sur la poulie **3** dans la liaison pivot est modélisée : par la force $\vec{Y} = Y \vec{y}$ représentée sur la figure 5.
- \vec{P}_1 : vecteur force du poids de **1**.
- \vec{P}_2 : vecteur force du poids de **2**.
- $\vec{T}_{4 \rightarrow 1} = \vec{T}_1 = T_1 \vec{y}$: tension du câble **4** sur la cabine **1**.
- $\vec{T}_{4 \rightarrow 2} = \vec{T}_2 = T_2 \vec{y}$: tension du câble **4** sur le contrepoids **2**.

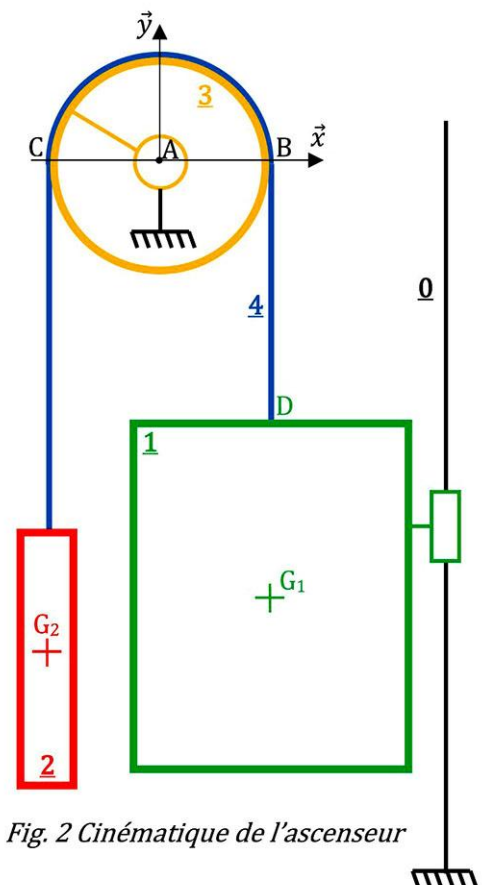


Fig. 2 Cinématique de l'ascenseur

EXERCICE 1 (sur 14 points)

La figure 3 représente le graphe de vitesse d'ascension de la cabine lors du déplacement maximal (16 m) de l'ascenseur entre le rez-de-chaussée et le 5^{ème} étage.

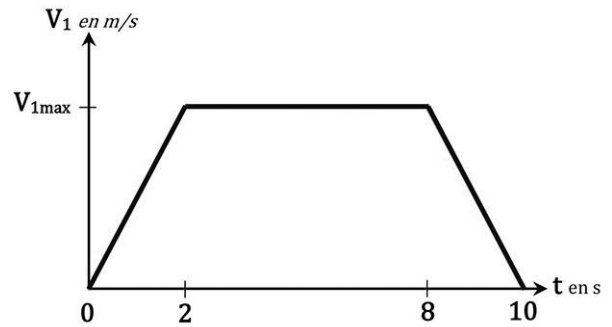


Fig. 3 Graphe de vitesse de la cabine

Q1 : Sachant que l'aire sous la courbe de vitesse représente la valeur du déplacement maximal réalisé par l'ascenseur, déterminer la valeur de la vitesse maximale V_{1max} en m/s atteinte par l'ascenseur. Justifier la réponse.

Q2 : En déduire la valeur de l'accélération de l'ascenseur a_1 en m/s^2 pendant la phase de démarrage.

On souhaite déterminer l'intensité de la force \vec{Y} au point A dans la liaison pivot entre le bâti 0 et la poulie 3 durant la phase d'accélération ($0s < t < 2s$), voir figure 5.

Pour cela, on isole la cabine 1 en vue d'étudier son équilibre dynamique.

Q3 : Représenter et nommer sur le schéma du document réponse, sans souci d'échelle, les vecteurs forces manquants issus du bilan des actions mécaniques qu'elle subit.

Q4 : Écrire le théorème de la résultante dynamique (PFD) appliqué à la cabine 1 en projection sur \vec{y} , puis exprimer T_1 en fonction de m_1 , g et a_1 puis calculer sa valeur numérique.

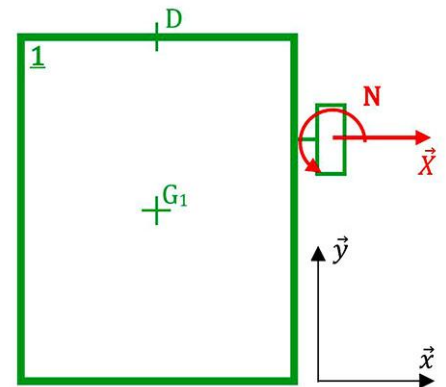


Fig. 4 Cabine 1 isolée

Un calcul analogue appliqué au contrepoids 2 permettrait de montrer que $T_2 = 3600 N$.

On isole l'ensemble $\underline{S} = \{\text{poulie } \underline{3} + \text{câble } \underline{4}\}$ dans lequel on néglige la masse du câble 4. La figure 5 montre toutes les actions mécaniques subies par l'ensemble S.

Q5 : Écrire le théorème de la résultante dynamique (équivalent, pour l'ensemble S, au théorème de la résultante statique) appliqué à l'ensemble S en projection sur \vec{y} , déterminer l'expression de la force \vec{Y} exercée par le bâti 0 sur la poulie 3 dans la liaison pivot puis calculer sa valeur.

On souhaite maintenant dimensionner le moteur d'entraînement durant la phase de déplacement à vitesse constante ($2s < t < 8s$).

Dans cette phase, les effets dynamiques sont nuls, ce qui engendre une modification des efforts exercés par le câble 4 sur la cabine 1 et le contrepoids 2.

On note ces nouveaux efforts T_1' et T_2' et on donne : $T_1' = 6000 N$ et $T_2' = 4000 N$.

Q6 : On isole l'ensemble $\underline{S} = \{\text{poulie } \underline{3} + \text{câble } \underline{4}\}$, voir figure 5.

Écrire le théorème du moment statique (PFS) appliqué à S au point A, en déduire l'expression du couple noté C_r que le réducteur doit exercer en régime établi sur la poulie 3 puis calculer sa valeur.

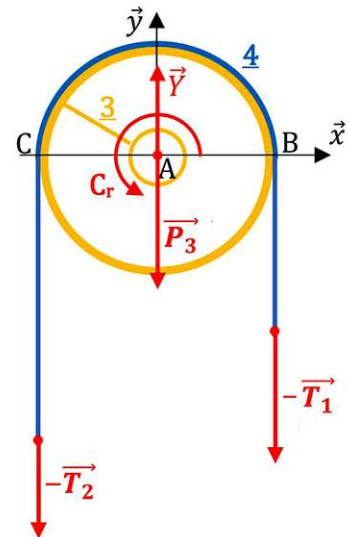


Fig. 5 Ensemble S isolé

EXERCICE 2 (sur 11 points)

La chaîne de puissance de la transmission entre le réseau électrique et la poulie **3** est représentée sur la figure 6 et met en évidence quelques grandeurs de flux et d'effort des puissances mises en jeu.

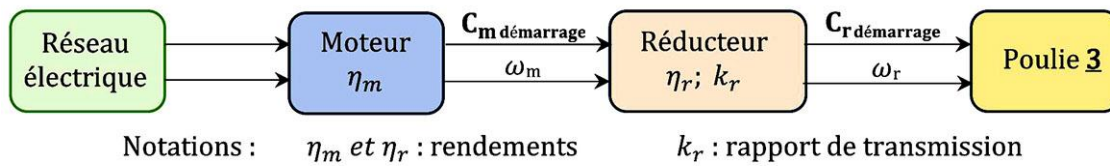


Fig. 6 Chaîne de puissance

Q7 : Compléter le schéma bloc en indiquant les grandeurs de flux et d'effort manquantes, ainsi que leur unité.

À la fin de la phase de démarrage ($t = 2s$), la poulie **3** tourne à la vitesse angulaire $\omega_3 = \omega_r = 8 \text{ rad/s}$ et reçoit un couple exercé par le réducteur $C_r \text{ démarrage} = 750 \text{ N.m}$

Q8 : Donner l'expression de la puissance notée P_3 fournie par le réducteur à la poulie **3** à la fin de la phase de démarrage puis calculer sa valeur.

Q9 : Donner, en fonction de P_3 et des notations fournies sur la figure 6, l'expression de la puissance électrique notée P_e fournie par le réseau électrique au moteur à la fin de la phase de démarrage.

La tension efficace fournie par le réseau électrique qui alimente le moteur est $U_{eff} = 150 \text{ V}$.

Le rendement global de la chaîne de puissance $\eta_g = 0,5$.

Q10 : Donner l'expression du courant efficace i_{eff} puis calculer sa valeur.

Entourer dans la liste fournie le disjoncteur adapté à la protection de l'installation.

Q11 : Calculer la fréquence de rotation de la poulie **3** notée N_3 en tr/min. Prendre $\pi \approx 3$ pour simplifier le calcul.

Q12 : Sachant que le moteur choisi tourne en régime permanent (donc à la fin de la phase de démarrage) à $N_{moteur} = 1440 \text{ tr/min}$, donner l'expression du rapport de transmission k_r que doit avoir le réducteur. Calculer k_r exprimé sous la forme $\frac{1}{\dots}$.

EXERCICE 3 (sur 15 points)

Vérification de l'exigence du cahier des charges concernant la mise en sécurité des personnes en cas de coupure du réseau.

- Les phases d'accélération et de décélération seront négligées.
- La puissance mécanique utile lors de la montée de 5 étages par l'ascenseur vaut $P_{méca} = 3600 \text{ W}$.
- Le temps total de montée des 5 étages est de 10 s.
- Le rendement global du système vaut $\eta_g = 0,5$.

Q13 : Exprimer puis calculer la quantité d'énergie mécanique $E_{méca}$ dépensée lors de la montée des 5 étages.

En déduire la valeur de la quantité d'énergie électrique E_{elec} fournie par le réseau lors de la montée des 5 étages.

Les normes de sécurité de l'habitat résidentiel imposent un système autonome électrique permettant aux secours d'utiliser l'ascenseur même en cas de coupure du réseau.

Ce système électrique autonome est constitué d'un pack de batteries et d'un onduleur.

- Le pack de batteries fonctionne sous une tension de 24 V.
- Chaque batterie composant le pack a une capacité de 100 A.h et fonctionne sous une tension de 24 V.
- Le système électrique de secours doit avoir une autonomie minimale équivalente à 240 montées totales du bâtiment (1 montée = 5 étages de bas en haut).

Q14 : Exprimer, en fonction de la tension délivrée par la batterie et de la quantité d'énergie électrique nécessaire, la capacité C_{pack} en A.h que doit avoir le pack de batteries puis calculer cette capacité.

Q15 : Par précaution, on envisage de constituer le pack avec 3 batteries ! Faut-il les brancher en série ou en dérivation (parallèle) ? Justifier votre choix en complétant les éléments demandés sur le document réponse.

Programme de gestion d'appel et de mouvement de l'ascenseur : Diagramme d'état (State Flow)

Par souci de simplification, pour réduire la taille du diagramme, cette étude se limite à 3 niveaux, 1 rez-de-chaussée et 2 étages. Le système possède (voit figure 7) :

- 1 bouton **appel** de l'ascenseur
- 3 boutons de choix de l'étage inscrit dans la variable **e** : $e=0$, $e=1$ et $e=2$
- 3 capteurs de niveau d'étage : **n0**, **n1** et **n2**
- 1 capteur de fermeture de porte **off** (porte fermée \hat{U} off = 1)
- 1 actionneur pour ouvrir la porte (**OUVRE**) et 1 actionneur pour fermer la porte (**FERME**)
- 1 actionneur pour monter l'ascenseur (**UP**) et 1 actionneur pour descendre l'ascenseur (**DOWN**)
- 1 action mémoire (**RESET**) pour vider la variable du choix d'étage **e**

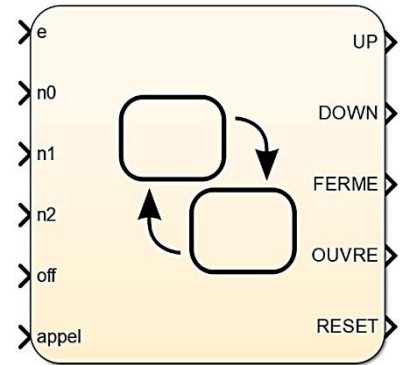


Fig. 7 Diagramme Gestion Ascenseur

Le diagramme d'état (State Flow) de gestion du fonctionnement de l'ascenseur pour les 3 niveaux uniquement est présenté incomplet sur la figure 8. L'état actif au démarrage est celui nommé ATTENTE.

Q16 : Compléter les actions manquantes dans les 3 états incomplets.

Q17 : Compléter les 2 conditions de transition manquantes.

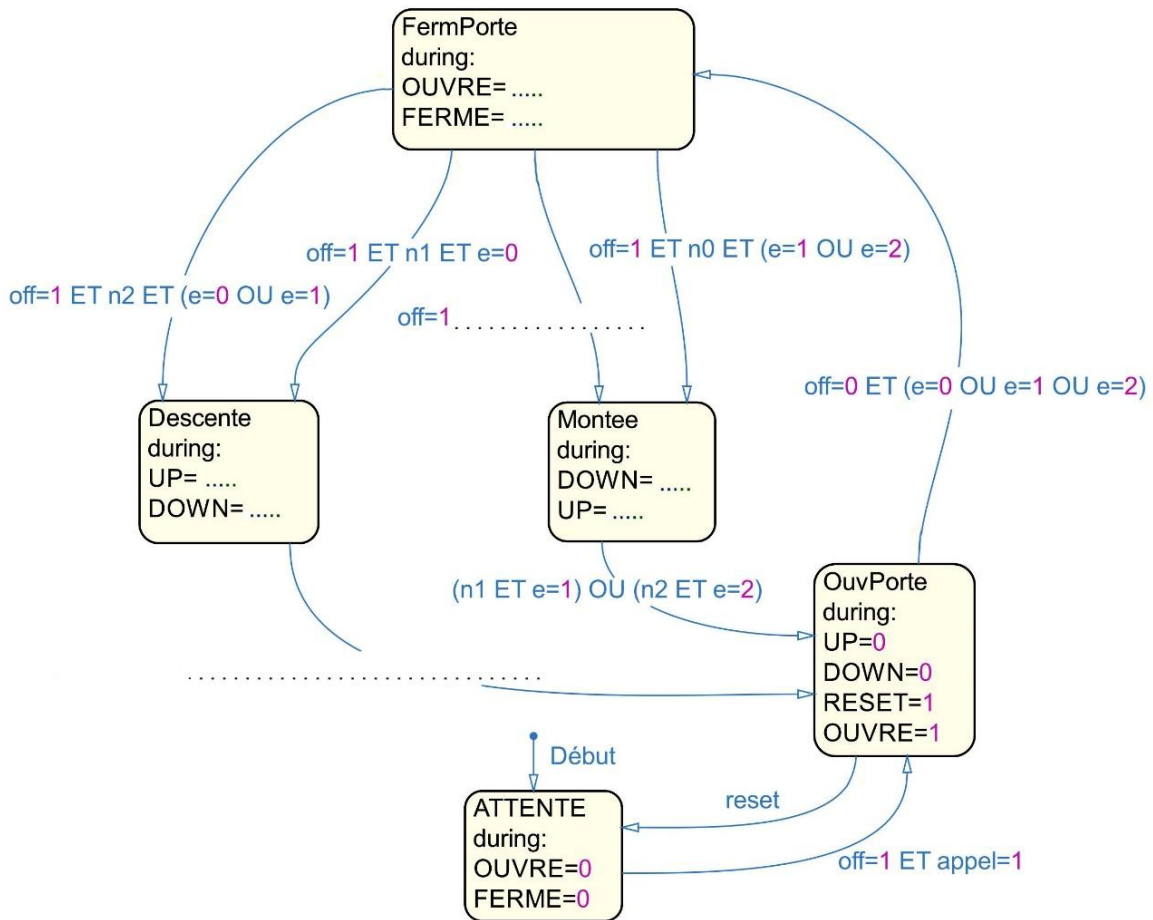


Fig. 8 Diagramme d'état de gestion de l'ascenseur incomplet

Nom de famille :

Prénom(s) :

Numéro Candidat :

Né(e) le : / /

(Le numéro est celui qui figure sur la convocation ou la feuille d'émargement)

CONSIGNES

- Remplir soigneusement, sur CHAQUE feuille officielle, la zone d'identification en MAJUSCULES.
- Ne pas signer la composition et ne pas y apporter de signe distinctif.
- Rédiger avec un stylo à encre foncée (bleue ou noire) ; éviter le stylo plume à encre noire.
- N'effectuer aucun collage ou découpage de sujets ou de feuille officielle. Ne joindre aucun brouillon.



Document réponse de : PHYS SVT NSI SI MATHS

Document réponses Sciences de l'ingénieur

<p>Q1 - $V_{1max} =$ <input type="text"/> m/s</p> <p>Justification:</p>	<p>Q3 -</p>
<p>Q2 -</p> <p>$a_1 =$ <input type="text"/> m/s²</p>	
<p>Q4 -</p> <p>Expression littérale : $T_1 =$ <input type="text"/></p> <p>Application numérique : $T_1 =$ <input type="text"/></p>	
<p>Q5 -</p> <p>Expression littérale : $Y =$ <input type="text"/></p> <p>Application numérique : $Y =$ <input type="text"/></p>	
<p>Q6 -</p> <p>Expression littérale : $C_{r\text{établi}} =$ <input type="text"/></p> <p>Application numérique : $C_{r\text{établi}} =$ <input type="text"/></p>	
<p>Q7 -</p>	<p>Q8 -</p> <p>Expression littérale : $P_3 =$ <input type="text"/></p> <p>Application numérique : $P_3 =$ <input type="text"/></p>
<p>Q9 -</p> <p>$P_e =$ <input type="text"/></p>	<p>Q10 - Expression littérale : $I_{eff} =$ <input type="text"/></p> <p>Application numérique : $I_{eff} =$ <input type="text"/></p> <p style="text-align: center;">32 A 40 A 50 A 63 A 75 A 100 A 125 A</p>

NE RIEN ÉCRIRE

DANS CE CADRE

Q11 -

$N_3 =$ tr/min

Q12 - Expression littérale : $k_r =$

Application numérique : $k_r = \frac{1}{\dots}$

Q13 - Expression littérale : $E_{méca} :$

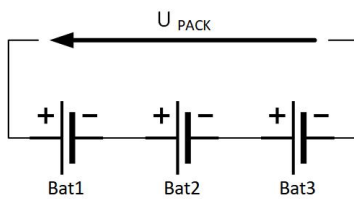
Application numérique : $E_{méca} =$

$E_{élec} =$

Q14 - Expression littérale : $C_{pack} =$

Application numérique : $C_{pack} =$

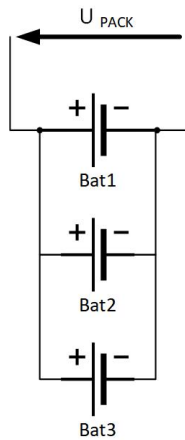
Q15 -



Tension U aux bornes du PACK =

Capacité du PACK =

Le PACK de batteries est adapté : OUI NON



Tension U aux bornes du PACK =

Capacité du PACK =

Le PACK de batteries est adapté :

OUI NON

Q16-

FermPorte
during:
OUVRE=
FERME=

Descente
during:
UP=
DOWN=

Montee
during:
DOWN=
UP=

Q17-

off=1

.....