

TD 2 : Télésiège débrayable 6 places (CCP 2016)

A- Présentation

Les télésièges sont des remontées mécaniques utilisées dans les stations de sports d'hiver, principalement pour le ski alpin. Ils comportent des sièges suspendus à un câble tracteur soutenu par des pylônes, en mouvement continu. Il existe des modèles à attaches fixes et des modèles débrayables, ces derniers permettant un embarquement à vitesse réduite sans ralentir le câble. L'étude porte sur le télésiège débrayable 6 places « Biollay » de Courchevel, conçu par Poma. Il remplace un ancien modèle et répond aux nouveaux standards de confort, avec un débit maximal de 3 300 personnes par heure. La gare motrice, située en amont, entraîne la poulie par un moteur électrique principal et un réducteur. Deux moteurs de secours et un groupe électrogène assurent la continuité en cas de panne. Trois freins assurent la sécurité du système.



B- Validation des performances en vitesse du câble

Objectif : Vérifier le débit du télésiège de 3 300 p.h-1 (personnes par heure) quand le câble atteint sa vitesse maximale souhaitée de 5,5 m.s-1 et de proposer un modèle de connaissance de l'asservissement en vitesse afin de vérifier les performances du télésiège.

Les différentes grandeurs et valeurs numériques utiles à cette partie sont regroupées dans le tableau suivant.

Éléments	Caractéristiques et notations
Télésiège TSD6	Débit de skieurs souhaité : $Q_s = 3\,300 \text{ p.h}^{-1}$ (personnes par heure)
	Dénivelé : $H = 364 \text{ m}$
	Longueur de câble à la montée : $L = 1\,668 \text{ m}$
	Longueur de câble à la descente : $L = 1\,668 \text{ m}$
	Nombre de pylônes : 14
Moteur électrique principal LAKC 4355C	Couple moteur : C_m
	Inertie arbre moteur : $I_{am} = 17,3 \text{ kg.m}^2$
	Vitesse de rotation : ω_m
	Inertie : $I_v = 20 \text{ kg.m}^2$
Volant d'inertie	Vitesse de rotation : ω_m
	Rendement : $\eta = 1$
Réducteur principal	Inertie équivalente ramenée à l'arbre moteur : $I_r = 4 \text{ kg.m}^2$
	Rapport de réduction : $r = \omega_m/\omega_p = 59,1$
	Inertie : $I_{pm} = 16\,108 \text{ kg.m}^2$
Poulie motrice	Rayon : $R_p = 2,45 \text{ m}$
	Vitesse de rotation : ω_p
	Inertie : $I_{pr} = 14\,134 \text{ kg.m}^2$
Poulie réceptrice	Rayon : $R_p = 2,45 \text{ m}$
	Vitesse de rotation : ω_p
Câble	Masse linéique : $\mu_c = 8 \text{ kg.m}^{-1}$
	Vitesse : v
Siège	Vitesse consigne d'exploitation : $v_c = 5,5 \text{ m.s}^{-1}$
	Capacité : $N_p = 6$ personnes
	Distance moyenne entre deux sièges : $d = 36 \text{ m}$
	Masse à vide : $m_v = 530 \text{ kg}$
	Masse de 6 personnes : $m_{6p} = 480 \text{ kg}$

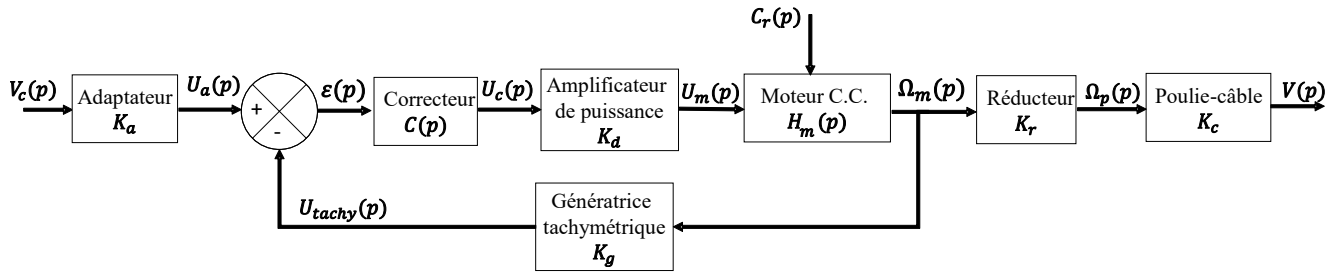
1- Respect du critère de débit

La vérification porte sur l'atteinte du débit prévu de skieurs lorsque la vitesse du câble est maintenue à **5,5 m/s**.

- **Question 1 :** À partir des données du tableau ci-dessus, établir la relation permettant d'exprimer le débit de personnes transportées **Q_s** (en personnes par seconde), en fonction de la vitesse du câble **v_c** (en m/s), du nombre de places par siège **N_p** , et de l'entraxe **d** entre deux sièges (en mètres).

2- Modélisation de la structure d'asservissement

Pour assurer la vitesse quel que soit le nombre de personnes à transporter, la vitesse du câble est asservie. Le modèle retenu sous forme de schéma-bloc est défini figure suivant :

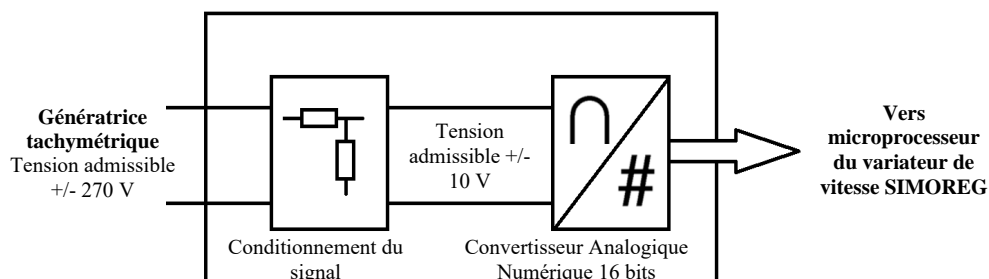


Où :

- $V_c(p)$ est la transformée de Laplace de la vitesse de consigne du câble ;
- $U_a(p)$ est la transformée de Laplace de la tension de consigne en sortie de l'adaptateur $u_a(t)$;
- $U_{tachy}(p)$ est la transformée de Laplace de la tension en sortie de la dynamo tachymétrique $u_{tachy}(t)$;
- $\mathcal{E}(p)$ est la transformée de Laplace de l'écart $\mathcal{E}(t) = u_a(t) - u_{tachy}(t)$;
- $U_c(p)$ est la transformée de Laplace de la tension en sortie du correcteur $u_c(t)$;
- $U_m(p)$ est la transformée de Laplace de la tension d'alimentation $u_m(t)$ de l'induit du moteur ;
- $C_r(p)$ est la transformée de Laplace du couple résistant $C_r(t)$;
- $\Omega_m(p)$ est la transformée de Laplace de la vitesse de rotation $\omega_m(t)$ du moteur ;
- $\Omega_p(p)$ est la transformée de Laplace de la vitesse de rotation $\omega_p(t)$ de la poulie motrice ;
- $V(p)$ est la transformée de Laplace de la vitesse du câble $v(t)$.

- **Question 2 :** À partir du tableau, page 1, donner les expressions littérales et les valeurs numériques en U.S.I. (Unités du Système International) des gains K_r du réducteur et K_c du système poulie câble dans l'hypothèse de non glissement.

La vitesse de rotation du moteur est mesurée à l'aide d'une génératrice tachymétrique **RE.0444R**, fixée sur l'arbre moteur. Elle délivre **30 V** pour **1 000 tr/min**. Sa tension de sortie, comprise entre **-270 V** et **+270 V**, est abaissée, puis numérisée par un convertisseur analogique-numérique **16 bits**, connecté à la carte d'entrées analogiques du variateur **SIMOREG 6RA7095** :



- **Question 3 :** Donner la valeur numérique en U.S.I. (Unité du Système International) du gain K_g de la génératrice tachymétrique.
- **Question 4 :** Justifier que le gain K_a de l'adaptateur de consigne soit égal à $\frac{K_g}{K_r \cdot K_c}$ pour que les tensions $u_a(t)$ et $u_{tachy}(t)$ soient comparables.
- **Question 5 :** Calculer le gain de réduction réalisé par le conditionneur du signal ? proposer une solution avec calculs.
- **Question 6 :** Pour une résolution de la mesure de vitesse du câble de $R_v = 5.10^{-3} \text{ m.s}^{-1}$, déterminer la résolution attendue de la mesure de la vitesse de rotation R_m en tours par minute de la génératrice tachymétrique.
- **Question 7 :** Déterminer le quantum q du convertisseur analogique numérique. En déduire la résolution en tours par minute obtenue.
- **Question 8 :** Que vaut alors la résolution de la mesure de vitesse du câble ? Conclure sur le choix de la génératrice tachymétrique (capteur de vitesse).

Annexe

