

Etude de la chaîne d'information de l'ascenseur de la tour Eiffel

L'ascenseur du pilier nord de la tour Eiffel 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 réduit par quatre la distance parcourue par le contrepoids ;
- d'une machine à courant continu, de puissance utile nominale 360 kW et de vitesse nominale 520 tr/min qui assure l'entraînement des poulies motrices
- d'un réducteur différentiel, de type roue et vis sans fin de rapport de transmission de 116/3 ;
- d'un vérin électrique d'isonivelage qui corrige la variation de longueur des câbles lors de la montée et de la descente des visiteurs par une rotation de plus ou moins 5 ° de l'ensemble réducteur et machine à courant continu.

Lors du démarrage du chariot tracteur, la séquence décrite ci-dessous permet, afin d'assurer le confort et la sécurité des passagers, de maintenir le chariot tracteur à l'équilibre durant le déblocage des freins hydrauliques, puis d'imposer une mise en vitesse progressive.

En l'absence d'arrêt d'urgence, les freins de sécurité sont desserrés (voir figure 7). Lors de la montée et de la descente des passagers dans les cabines de l'ascenseur, le chariot tracteur est maintenu à l'arrêt par deux freins hydrauliques.

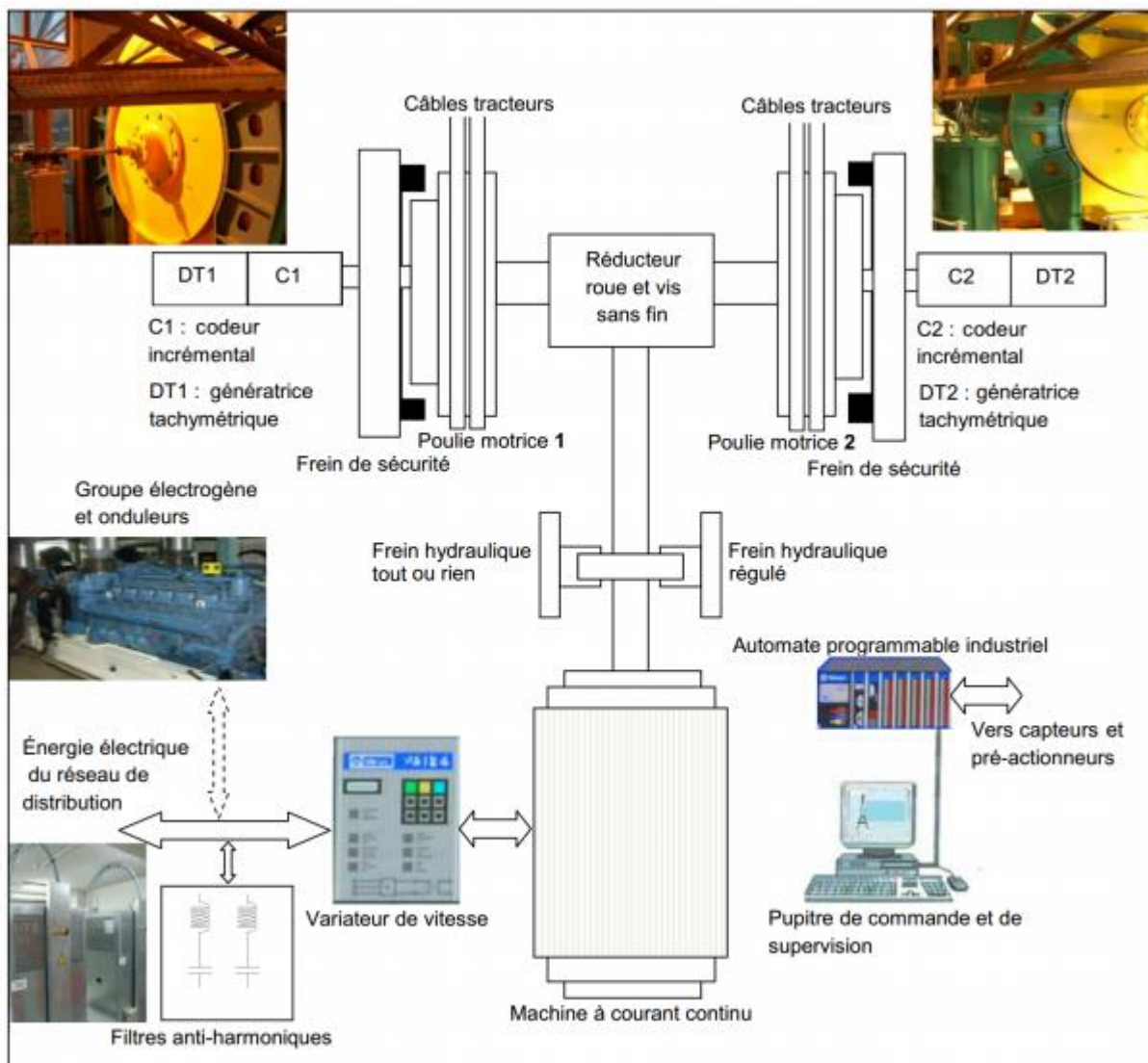
I.C.1) Séquence de démarrage

Lorsque les conditions initiales sont respectées (aucune surcharge dans les cabines, portes palières et portes des cabines fermées et verrouillées) et sur ordre de déplacement du chariot tracteur cohérent avec sa position courante, la séquence de déblocage des freins hydrauliques débute :

- la mesure du différentiel de charge entre le chariot tracteur et le contrepoids est acquise à l'aide d'un peson ;
- cette mesure permet de calculer le courant d'induit à imposer à la machine à courant continu afin de maintenir le chariot tracteur à vitesse nulle lors du déblocage des freins hydrauliques

- l'ordre de déverrouiller le variateur est donné ; l'inducteur de la machine à courant continu est alimenté sous tension nominale, le courant d'induit est asservi à la valeur de consigne calculée à partir de la mesure du différentiel de charge ;
- au bout d'une seconde, l'ordre de desserrer d'abord le frein hydraulique régulé puis le frein hydraulique tout ou rien est donné ;
- le chariot tracteur reste à l'arrêt, le couple de maintien étant uniquement délivré par la machine à courant continu ;
- après une temporisation d'une seconde, la consigne de vitesse est envoyée au variateur afin de permettre un démarrage progressif du chariot tracteur (rampe d'accélération de $0,5 \text{ m} \cdot \text{s}^{-2}$).

On donne ci-dessous un synoptique décrivant les composants réalisant l'entraînement des poulies motrices.



Solutions techniques permettant l'entraînement des poulies motrices

- 1) À l'aide de la description du fonctionnement de l'ascenseur, de la séquence de démarrage et de la figure page précédente, compléter le diagramme FAST en page 5.
- 2) Le réglage de vitesse se fait notamment en modulant le courant d'excitation du moteur. Un asservissement de courant est donc mis en place. Quel composant de la chaîne d'information faut-il ajouter à l'automate afin de réaliser cet asservissement ? Vous proposerez une technologie que vous justifierez.
- 3) La tension en sortie de ce capteur contient des oscillations de fréquences 300 Hz. Proposer un montage permettant de réduire ces oscillations par 10.

À chaque étage de la tour, des capteurs permettent de détecter la présence du chariot tracteur. Pour des raisons de sécurité, il est nécessaire de connaître à tout instant la position de celui-ci afin de générer la consigne de vitesse.

Les zones de ralentissement sont déterminées à partir des informations issues des codeurs incrémentaux C 1 et C 2 accouplés aux poulies motrices. Les distances de ralentissement sont de 20 m avant chaque étage, en montée et en descente.

Durant toute cette partie, on considère que :

- les poulies motrices tournent à la même vitesse lors du déplacement du chariot tracteur et entraînent les câbles sans glissement ;
- les diamètres d'enroulement des câbles sur les poulies motrices 1 et 2 sont égaux, $\phi_{pm} = 2,764$ m.

Objectif

Vérifier que les codeurs permettent de détecter un déplacement du chariot tracteur inférieur à un centimètre puis déterminer la configuration de l'interface de comptage.

Chaque codeur délivre deux signaux logiques A et B décalés d'un quart de période ; A est en avance sur B lors de la montée du chariot tracteur.

- 4) Représenter les signaux A et B en montée puis en descente du chariot.

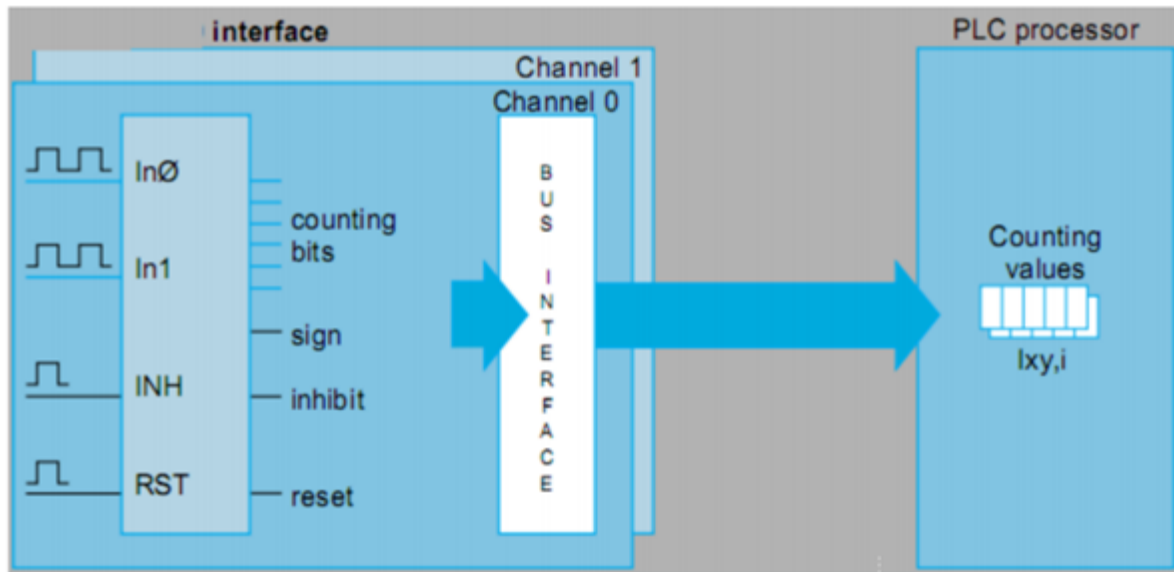
Le codeur C 1 est associé au compteur programmé COMPT1. À chaque front montant du signal voie A, COMPT1 est incrémenté (+1) si le chariot tracteur monte et décrémenté (-1) si celui-ci descend.

- 5) Les codeurs C 1 et C 2 ayant 1000 points par tour, calculer la résolution de déplacement δl obtenue et conclure par rapport à l'objectif.

Les signaux issus des codeurs ont des périodes minimales non compatibles avec les périodes de rafraîchissement des tâches automates. On utilise pour résoudre ce problème une interface de comptage rapide offrant deux voies indépendantes, Channel 1 et Channel 0 (voir figure page suivante).

Pour chaque voie, les valeurs courantes sont disponibles pour le programme utilisateur sous la forme de huit bits, « counting bits » (7 bits) et « sign » (1 bit, 0 pour positif, 1 pour négatif). L'acquisition des

bits de comptage est effectuée automatiquement dans le programme utilisateur en début de tâche automate. Cette acquisition provoque automatiquement la remise à zéro des huit bits.



Interface de comptage « rapide »

Le programme utilisateur consiste à mémoriser, à chaque cycle de la tâche automate les bits de comptage transmis et à en faire la somme dans le mot COMPT1 de deux octets. La fréquence maximale des impulsions que l'on peut compter ou décompter est fonction de la périodicité d'exécution de la tâche automate T_c , dans laquelle l'interface de comptage est configurée ($T_{c_{\min}} = 5$ ms en tâche rapide, $T_{c_{\max}} = 100$ ms en tâche maître).

L'acquisition doit permettre une étendue de mesure jusqu'à une vitesse théorique maximale du chariot tracteur de $V_{\max} = 3,5 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$.

- 6) Définir comment doit être configurée l'interface de comptage (en tâche rapide ou en tâche maître).

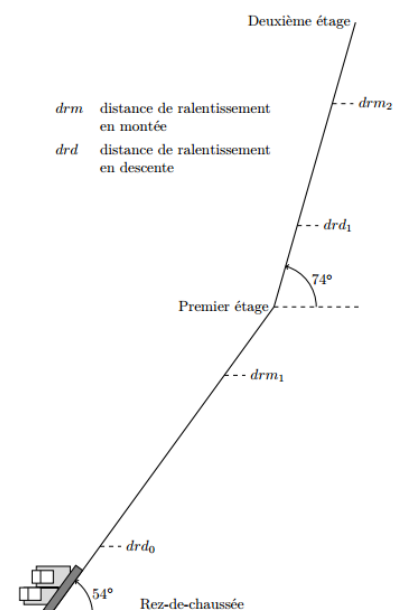
Après chaque isonivelage, COMPT1 est remis à zéro à l'aide des informations délivrées par les capteurs tout ou rien situés à chaque étage de la tour. La distance parcourue par le chariot tracteur entre le rez-de-chaussée et le premier étage est de $d_{01} = 67,79$ m.

Objectif :

Vérifier le seuil de ralentissement programmé drm_1 et déterminer d_{rd_0} .

Lors du déplacement du chariot tracteur, les distances maximales de ralentissement sont de $d_{r_{\max}} = 20$ m avant chaque étage, en montée et en descente ; les seuils correspondants sont notés drm_1, drm_2 en montée et d_{rd_0}, d_{rd_1} en descente (voir ci contre). Le seuil de ralentissement programmé drm_1 correspond à $COMPT1 = 0x1580$

(base hexadécimale).



- 7) Déterminer la distance maximale qui peut être codée dans le mot COMPT1. Vérifier que le seuil programmé $drm1$ correspond bien à la distance de ralentissement prévue par le cahier des charges. Déterminer la valeur décimale de COMPT1 qui correspond au seuil programmé $drd0$.

En cas de survitesse du chariot tracteur ($V_{max} = 3,5 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$), il y a déclenchement de griffes mobiles dans les dents d'une crémaillère placée tout le long du parcours du chariot tracteur. Deux vérins situés sur le chariot tracteur servent alors à amortir l'arrêt d'urgence afin d'éviter toute blessure aux personnes situées dans les cabines.

Quel que soit le sens de rotation, en fonctionnement normal, la vitesse théorique maximale des poulies est de $|n_{pm \max}| = 24,18 \text{ tr} \cdot \text{min}^{-1}$.

- 8) Déterminer la fréquence des signaux en sortie des codeurs lorsque $|n_{pm}| = 24,18 \text{ tr/min}$. En déduire une solution simple permettant de détecter, à l'aide des codeurs, une survitesse du chariot en l'absence de glissement des câbles sur les poulies motrices.

En plus des codeurs, afin de détecter une survitesse, une génératrice tachymétrique est accouplée à chaque poulie motrice.

- 9) Quelle est la nature des signaux d'entrées et de sortie de la génératrice tachymétrique ? Donner la différence avec le codeur incrémental.

Ces génératrices tachymétriques délivrent 90 V pour 1000 tr /min. On ne considère que le signal provenant d'une seule poulie.

- 10) Proposer un schéma électrique utilisant deux comparateurs simples afin de générer, à partir du signal analogique issu d'une génératrice tachymétrique, un signal logique de niveau haut lorsque $|n_{pm}| > 24,18 \text{ tr/min}$. (indiquer précisément les seuils de basculement).

FS1 Transporter les visiteurs du rez-de-chaussée au deuxième étage de la tour Eiffel

