

ANALYSE TEMPORELLE DES SLCI

TD

CPGE

Compétences visées: A3-12, B2-06, C1-01, C2-01
Séquence 6 - Systèmes linéaires continus et invariants

v1

Lycée Jean Zay - 21 rue Jean Zay - 63300 Thiers - Académie de Clermont-Ferrand

ASSERVISSEMENT DE VITESSE D'UN TÉLÉSCOPE

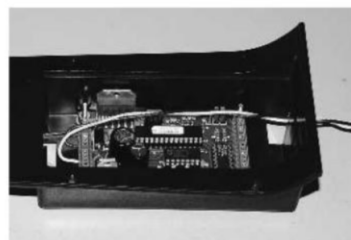
Le télescope LX200 ACF 14" est un télescope Schmidt-Cassegrain semi-professionnel (10 000 euros) permettant des prises de vue exceptionnelles tout en restant relativement transportable (40 kg). Les prises de vue du ciel avec un fort grossissement ($\times 850$) nécessitent des temps de pose longs.

Dans ces conditions, il est nécessaire de compenser la rotation de la terre pour obtenir des images nettes.

La monture azimutale, plus pratique à régler qu'une monture équatoriale, est motorisée sur les deux axes de rotation. Un contrôleur dédié permet d'asservir les moteurs de façon à compenser parfaitement la rotation de la terre.



Lors de l'observation, les vitesses des axes sont asservies de façon à compenser exactement la rotation de la terre et assurer une position parfaitement fixe des étoiles observées par rapport à l'observatoire.

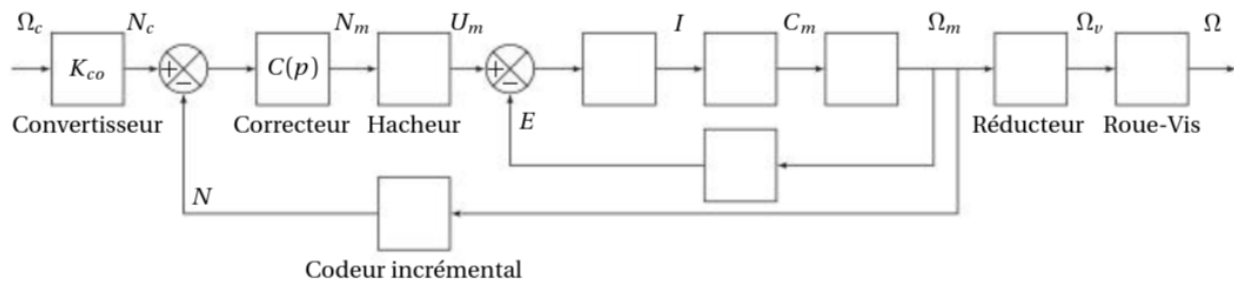


La photographie précédente montre le moteur à courant continu associé à un premier réducteur à axes parallèles et un second réducteur à roue et vis sans fin. Un codeur, de gain K_c , à 30 fentes par tour est installé sur l'arbre moteur, permettant la mesure de la vitesse (et de la position). La carte de commande est équipée d'un micro-contrôleur PIC, détectant 4 impulsions par fente du codeur à 2,5 MHz maximum et d'un hacheur, de gain K_h , alimenté sous 12 V et commandé par un générateur PWM 20 kHz sur 10 bits.

Les caractéristiques du moteur sont les suivantes : résistance $R = 2 \Omega$, inductance négligeable, inertie du rotor $J = 4 \cdot 10^{-6} \text{ kg}\cdot\text{m}^2$, constante de couple $K_m = 40 \cdot 10^{-3} \text{ N}\cdot\text{m}\cdot\text{A}^{-1}$. Le réducteur à axes parallèles a pour

rapport de réduction $k = 1/50$, la roue présente $Z = 180$ dents et la vis, un seul filet, c'est-à-dire qu'à chaque tour de vis, la roue se décale d'une dent.

Le schéma bloc de l'asservissement en vitesse du télescope peut se mettre sous la forme suivante :



- Q1** Compléter le schéma-blocs de l'asservissement proposé à l'aide des caractéristiques techniques. Quelle valeur faut-il implanter dans le convertisseur pour que l'écart ε soit nul lorsque la valeur consigne est atteinte : $\Omega = \Omega_c$?
- Q2** Déterminer la fonction de transfert du moteur $H_m(p) = \frac{\Omega_m(p)}{U_m(p)}$
- Q3** Déterminer la vitesse maximale du moteur et vérifier la compatibilité du codeur. En déduire la vitesse maximale de l'axe de site du télescope. Cette valeur est-elle cohérente avec la vitesse de rotation de la terre ? Expliquez la raison d'un tel écart
- Q4** Dans un premier temps, le correcteur est modélisé par un simple gain $C(p) = K_p$. Déterminer la fonction de transfert globale de l'axe de site.
- Q5** Déterminer si le système est stable, s'il est précis et s'il présente des dépassements pour une consigne de vitesse en échelon. Calculer le temps de réponse à 5 % en supposant que $K_p = 1$.
- Q6** Afin d'améliorer les performances, une correction intégrale est implantée dans le micro-contrôleur. Le bloc correcteur est modélisé par une fonction de transfert $C(p) = \frac{1}{p}$. En admettant que le système soit toujours stable, déterminer s'il est précis