

Boitier d'appareil photographique numérique (Centrale 2019)

L'autofocus (AF) est le terme anglais pour désigner la mise au point automatique. C'est une fonction qui permet la mise au point automatique de certains systèmes optiques comme les appareils photo, leur permettant de régler la netteté du sujet. Cette mise au point est réalisée grâce à l'association d'un boitier et d'un objectif photographiques.



Figure 1 Boitier et objectif photographiques

Le principe consiste à déplacer une lentille afin que les rayons de l'image à photographier convergent sur le capteur. Si ce n'est pas le cas, l'image sera floue. Sur la figure 2, la lentille est bien positionnée uniquement sur le schéma du milieu : les rayons convergent parfaitement sur le capteur.

Mise en situation

Le mouvement de la lentille est donné par l'architecture représentée figure 3.

L'architecture détaillée est donnée en figure 4. La modélisation acausale correspondante de l'objectif photographique est donnée figure 5.

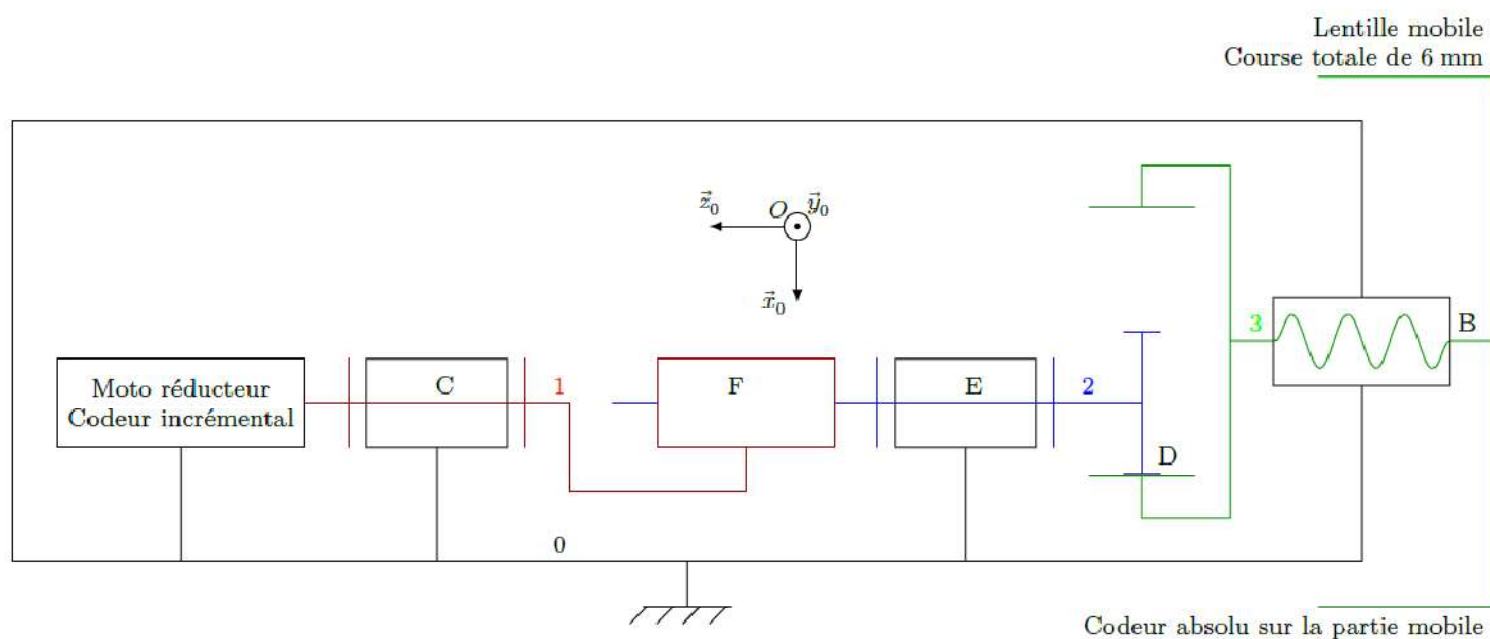


Figure 3 Architecture du dispositif de déplacement de la lentille

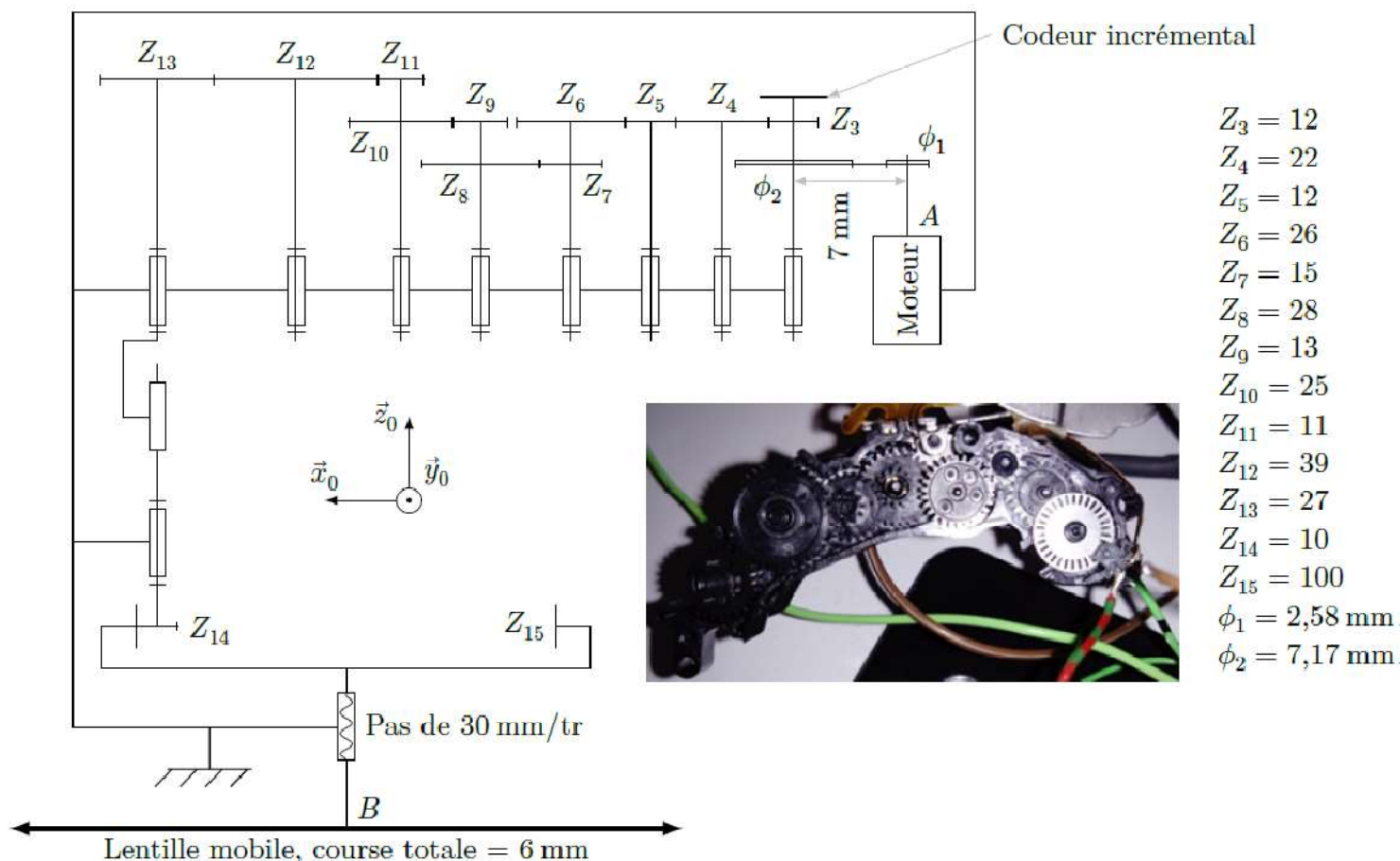


Figure 4 Schéma cinématique du mécanisme de déplacement de la lentille

Validation de la structure de mise en mouvement de la lentille

Objectif

Valider la structure qui permet de faire translater la lentille mobile et de déterminer les différents paramètres du modèle multi-physique de l'objectif photographique.

Afin de vérifier et d'améliorer les performances de l'objectif photographique, il est nécessaire de déterminer les différents paramètres du modèle multi-physique donné précédemment. La démarche adoptée ici est la suivante :

- détermination de l'équation de mouvement au niveau de la MCC ;
- détermination des paramètres du modèle de la MCC ;
- modélisation du frottement sec et du frottement visqueux.

1. Détermination de l'équation du mouvement

Objectif

Déterminer l'équation de mouvement qui sera utilisé dans le modèle de la commande.

Le dispositif permettant de mouvoir la lentille mobile ainsi que toutes ses caractéristiques sont données en figure 4.

Hypothèses et notations

Les hypothèses sont :

- la courroie ne glisse pas ;
- l'action de la pesanteur est négligée.

Les seules masses et inertie à prendre en compte sont :

- la masse de la lentille notée M ;
- l'inertie de la lentille autour de son axe de rotation notée I ;
- l'inertie de la MCC autour de son axe de rotation notée I_m .

Les seules actions mécaniques à prendre en compte sont :

- l'action de la MCC sur la poulie motrice $\{\mathcal{T}_{\text{mot} \rightarrow \text{poulie}}\}_A = \left\{ \begin{array}{c} \vec{0} \\ C_m \vec{z}_0 \end{array} \right\}_A$;
- l'action des frottements secs ramenés sur la poulie motrice $\{\mathcal{T}_{C_r \rightarrow \text{poulie}}\}_A = \left\{ \begin{array}{c} \vec{0} \\ -C_0 \vec{z}_0 \end{array} \right\}_A$;
- l'action des frottements fluides ramenés sur la poulie motrice $\{\mathcal{T}_{f \rightarrow \text{poulie}}\}_A = \left\{ \begin{array}{c} \vec{0} \\ -f \omega_m \vec{z}_0 \end{array} \right\}_A$.

Les mouvements sont :

- $\{\mathcal{V}_{\text{mot}/0}\}_A = \left\{ \begin{array}{c} \omega_m \vec{z}_0 \\ \vec{0} \end{array} \right\}_A$;
- $\{\mathcal{V}_{\text{lentille}/0}\}_B = \left\{ \begin{array}{c} \omega_l \vec{z}_0 \\ V_l \vec{z}_0 \end{array} \right\}_B$.

Q1. Calculer la valeur numérique du rapport de réduction du réducteur $k = \frac{\omega_l}{\omega_m}$.

L'ensemble isolé est constitué de toutes les pièces mobiles de la figure 4.

Q2. Donner l'expression de l'inertie équivalente ramenée sur l'arbre de la MCC qui sera notée J .

Q3. En utilisant le théorème de l'énergie cinétique, montrer que l'équation de mouvement s'écrit :

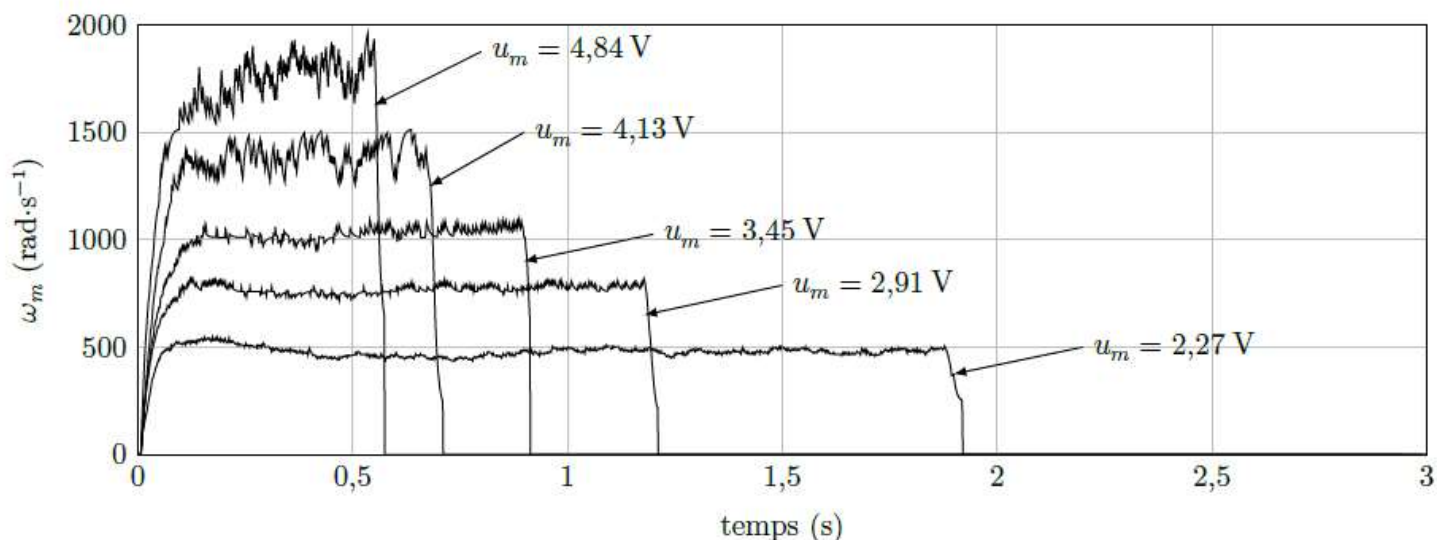
$$C_m - C_0 = J \frac{d\omega_m}{dt} + f \omega_m.$$

2. Modélisation du frottement

Le réglage de la lentille nécessite un asservissement en position. Dans ce cas le frottement qui induit une non linéarité avec un seuil va perturber le système. Ainsi, il est primordial de quantifier les coefficients pour pouvoir régler la commande. Des essais ont été réalisés sur un prototype pour déterminer les valeurs des couples de frottement sec C_0 et visqueux f .

Quelle que soit la valeur trouvée précédemment, on prendra pour valeur de la constante de couple K_T de la MCC, $K_T = 0,0019 \text{ N}\cdot\text{m}\cdot\text{A}^{-1}$.

Différents essais sont effectués pour plusieurs tensions d'alimentation de la MCC. Les résultats sont donnés sur la figure 13.



U_m (V)	vitesse finale moyennée ω_∞ (rad·s ⁻¹)	incertitude $\Delta\omega_\infty$ (rad·s ⁻¹)
2,27	480	40
2,91	750	50
3,45	1050	50
4,13	1400	150
4,84	1800	200

Figure 13 Mesures de vitesses angulaire du moteur pour différentes tensions d'induit

Q4. Déterminer l'expression de la vitesse de rotation de la MCC en régime permanent notée ω_∞ en fonction des paramètres U_m , C_0 , K_T , K_e , R_m et f .

Le tableau de la figure 13 donne la vitesse en régime permanent ω_∞ ainsi que l'incertitude sur la mesure $\Delta\omega_\infty$.

Q5. Tracer sur le document réponse la courbe $\omega_\infty(U_m)$

Q6. En déduire les valeurs numériques de C_0 et f .

Q7. Placer sur la courbe les incertitudes dues à la dispersion des mesures.

Q8. En tenant compte des incertitudes dans la mesure de vitesse, donner un encadrement de C_0 et de f .

Document réponse

