**Zeitschrift:** Bulletin technique de la Suisse romande
**Band:** 77 (1951)
**Heft:** 17

**Artikel:** Réglages automatiques de vitesses
**Autor:** Maillefer, Ch.
**DOI:** https://doi.org/10.5169/seals-58160

**Nutzungsbedingungen**
Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Mehr erfahren

**Conditions d'utilisation**
L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. En savoir plus

**Terms of use**
The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. Find out more

**Download PDF:** 08.12.2025

**ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, https://www.e-periodica.ch**

# RÉGLAGES AUTOMATIQUES DE VITESSES

par CH. MAILLEFER, ingénieur E.P.L.

Un problème particulier, d'apparence assez simple, a conduit à des développements généraux intéressants que nous donnons ci-après.

Il consiste dans l'attaque d'un bobinoir dit à tension constante. Le rôle de cette machine est de recevoir, sur une bobine, un fil ou un câble qui vient de subir une opération sur une autre machine (fig. 1).

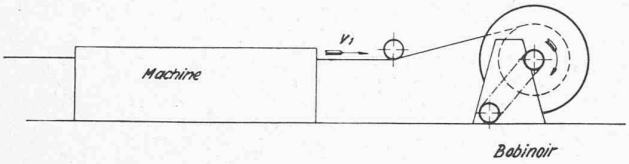


Fig. 1.

La vitesse de rotation de la bobine ne dépend pas seulement de la vitesse linéaire du fil, mais du diamètre d'enroulement de la bobine qui varie suivant son état de remplissage. D'autre part, comme ce fil ou câble est délicat et ne supporte pas de gros efforts de traction, on ne peut pas lui demander de régler la rotation de la bobine qui serait entraînée par une friction.

Force nous est d'introduire un système de réglage basé sur la flèche du fil. Lorsque la flèche est grande, la vitesse de la bobine doit être augmentée, et vice versa.

Au point de vue de la construction du bobinoir, le système le plus simple est d'introduire un embrayage et un frein qui fonctionnent respectivement lorsque la flèche est grande ou lorsqu'elle est petite (fig. 2).

Ce système, une fois réalisé, a présenté un grand inconvénient : l'instabilité, ce qui nous a engagés à étudier le problème plus en détail (fig. 3).

Prenons un galet de réglage 3, mobile le long d'une verticale, et reportons le long du fil, à partir du point 1, une longueur constante qui aboutit à 4 ou 4′, suivant que le galet mobile est à 3 ou 3′. Appelons $L$ la distance entre 4 et 4′.

$L$ est donc la différence de la longueur du fil qui est entré dans le système de contrôle, moins la longueur qui en est sortie. C'est la variable à régler

$$L = L_1 - L_2$$

en dérivant par rapport au temps.

$$\frac{dL}{dt} = v_1 - v_2 \quad \text{et} \quad \frac{d^2L}{dt^2} = \frac{dv_1}{dt} - \frac{dv_2}{dt}.$$

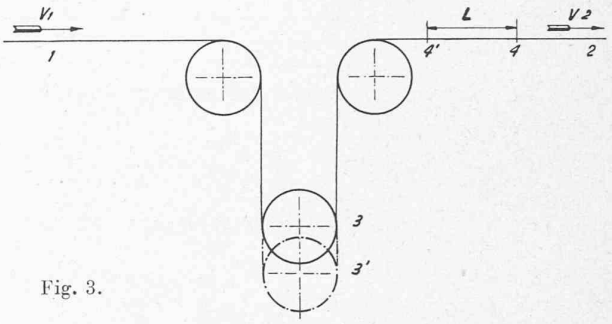


Fig. 3.

Si la vitesse de la machine débitrice est constante

$$\frac{dv_1}{dt} = 0 \qquad \frac{d^2L}{dt^2} = -\frac{dv_2}{dt}. \tag{1}$$

D'autre part, le diamètre d'enroulement de la bobine réceptrice n'augmente que lentement, c'est pourquoi on peut poser :

Vitesse de rotation de la bobine = proportionnelle à $v_2$ dans le temps relativement court du réglage.

Les accélérations du point $L$ sont proportionnelles à celles de la bobine.

La position du galet 3, caractérisée par le paramètre $a = f(L)$ agit sur l'embrayage ou le frein, déterminant ainsi la coupe d'attaque de la bobine

$$a = f(L) \tag{2}$$

$$f(a) = \text{Couple moteur} = \frac{dv_2}{dt} \cdot m' \tag{3}$$

$m'$ = coefficient dépendant des masses mobiles.

Donc (2) (3) $\frac{dv_2}{dt} = f(L)$ (4)

ou bien (1) (4) $\frac{d^2L}{dt^2} + f(L) = 0$. Equation différentielle du mouvement du point $L$.

Si par une construction adéquate on s'arrange pour avoir la proportionnalité entre $L$ et les accélérations, on a

$$\frac{d^2L}{dt^2} + kL = 0$$

dont la solution est

$L = A \cdot \sin(\omega t - \omega_0)$ Mouvement sinusoïdal non amorti.

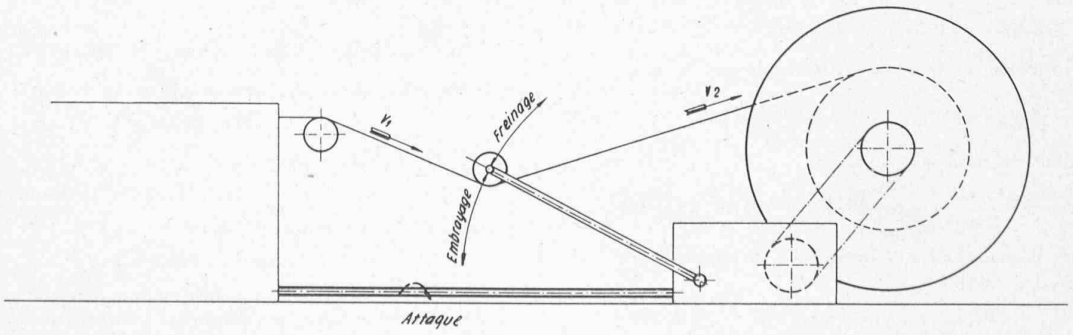


Fig. 2.

De toute façon, l'équation

$$\frac{d^2L}{dt^2} - f(L) = 0$$

est l'équation caractéristique des systèmes oscillants.

Une bille, oscillant sous l'effet de la pesanteur et sans frottement dans une gorge de forme quelconque, représente le même problème (fig. 4). On ne peut pas éviter les phénomènes périodiques en changeant le profil. Dans notre cas, cela revient à dire que, en changeant $f(L)$, pratiquement en introduisant des cames ou des leviers (donnant toujours une liaison positive) transmettant $L$ à l'embrayage sous une forme plus ou moins compliquée, on ne stabilisera jamais l'ensemble.

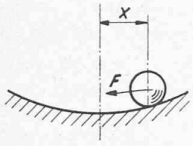


Fig. 4.

Dans le cas de la bille dans la gorge, il en va autrement si l'on introduit un frottement. Les oscillations seront amorties. Cela revient à introduire dans l'équation différentielle un terme en $\frac{dL}{dt}$. Si le frottement est dû à l'air par exemple, le frottement est bien fonction de la vitesse. Si l'on a un frottement solide, le sens de la force, soit son signe, dépend de la direction du mouvement, donc la force est fonction de la vitesse.

L'équation différentielle devient

$$\frac{d^2L}{dt^2} + f_1\left(\frac{dL}{dt}\right) + f_2(L) = 0.$$

Forces d'accélérations + forces de frottement + forces extérieures = 0.

La forme linéaire

$$k\frac{d^2L}{dt^2} + A\frac{dL}{dt} + W.L = 0$$

représente l'équation classique des oscillations amorties dont la solution est

$$L = C_1.e^{s_1t} + C.e^{s_2t}$$

où $S_1$ et $S_2$ sont les solutions de l'équation caractéristique

$$s = -\frac{A}{2k} \pm \sqrt{\frac{A^2}{4k^2} - \frac{W}{k}}.$$

Si $\frac{A^2}{4k^2} < \frac{W}{k}$, la solution s'écrit

$$L = e^{-\frac{A}{2k}.t}.C.\sin(\omega t + \varphi).$$

C'est un mouvement pendulaire d'autant plus amorti que $\frac{A}{2k}$ est grand, que les frottements sont grands par rapport aux accélérations.

Remarquons en passant que si le terme en $\frac{d^2L}{dt^2}$ ne figure pas dans l'équation différentielle, sa solution devient

$$L = C.e^{-\frac{W}{A}.t}.$$

Le terme en $\frac{d^2L}{dt^2}$ introduit les phénomènes périodiques, celui en $\frac{dL}{dt}$ la stabilisation.

Il nous faut donc trouver un moyen de faire intervenir $f\frac{dL}{dt}$ dans notre mécanisme. On y parvient facilement en intercalant,

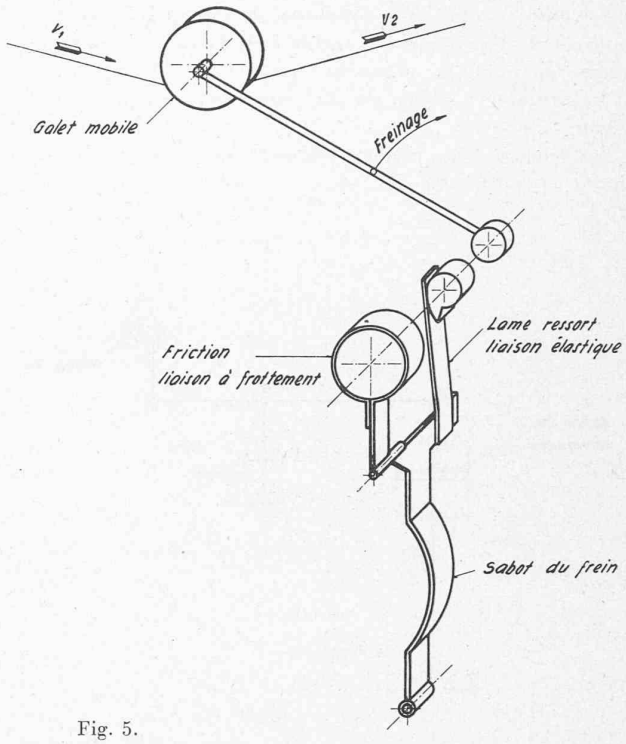


Fig. 5.

entre le mouvement de 3 et son action sur l'embrayage et le frein, un élément à frottement comme un dashpot, un amortisseur hydraulique ou une friction.

Le système a été réalisé avec friction de la façon suivante pour le frein, par exemple (fig. 5).

Mécaniquement, on réalise ainsi, en plus du fonctionnement primitif :

| | |
|---|---|
| Galet 3 en haut : | action sur le frein. |
| Galet 3 en bas : | action sur l'embrayage. |

Mais encore :

| | |
|---|---|
| Galet 3 en montant : | action sur le frein. |
| Galet 3 en descendant : | action sur l'embrayage. |

Ceci donne, comme on peut s'en rendre compte par une analyse des mouvements et positions, et comme le prouvent les essais, un mouvement à oscillations amorties. En serrant plus ou moins la friction, on obtient un fort ou un faible amortissement. Si l'amortissement est trop fort ou si l'on supprime la liaison élastique, on n'a plus d'oscillations, mais un réglage asymptotique. L'inconvénient est la suppression de la position de référence du galet 3. Sa position, réglage fait, est arbitraire. Le statisme est trop grand.

On a donc gardé la liaison élastique et la friction. Si cette dernière est remplacée par un amortisseur hydraulique, la position vers laquelle tend le galet 3 sera mieux définie et on aura toujours un amortissement des oscillations (fig. 6 et 6 *bis*).

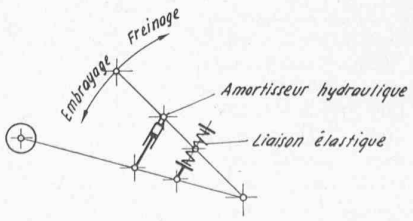


Fig. 6.

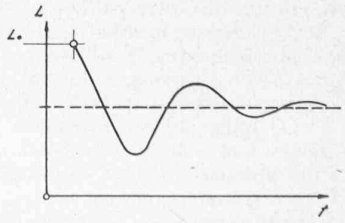


Fig. 6 bis.

Ce problème présente beaucoup d'analogie avec le réglage indirect de la vitesse des turbines et l'analyse montre qu'il s'agit, au fond, du même problème.

La variable à régler est une vitesse et non plus une longueur.

Le schéma d'un réglage indirect avec asservissement est donné ci-contre (fig. 7).

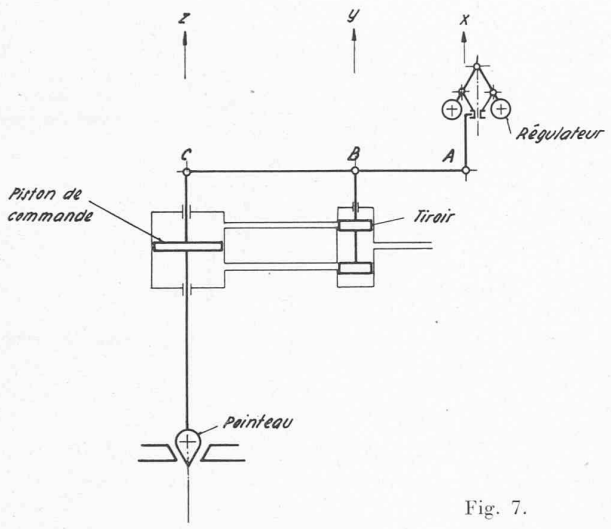


Fig. 7.

Les trois points $A$, $B$ et $C$ sont mobiles. Prenons respectivement $x$, $y$ et $z$ comme paramètres.

$x = f(v)$ Régulateur.

$$z = f\,(\text{débit}) = f\,(\text{couple}) = f\left(\frac{dv}{dt}\right)$$

$$y = f\,(\text{variation de } z) = f\left(\frac{dz}{dt}\right) = f\left(\frac{d^2v}{dt^2}\right).$$

Si l'on n'a pas d'asservissement, c'est-à-dire si le point $C$ est fixe

$$x + b.y = 0$$

$$v + f\left(\frac{d^2v}{dt^2}\right) = 0$$

équation caractérisant les systèmes oscillatoires non amortis. Ce système de réglage est reconnu comme instable.

En introduisant l'asservissement

$$ax + by + cz = 0$$

$$\frac{d^2v}{dt^2} + f_1\left(\frac{dv}{dt}\right) + f_2(v) = 0$$

on obtient bien le cas des oscillations amorties. Ce système est reconnu stable.

L'introduction d'un élément élastique et d'un amortisseur hydraulique aboutit au réglage indirect classique.

L'asservissement ou le problème de l'amortissement des oscillations est aussi résolu par l'introduction d'un terme fonction de la dérivée première de la valeur à régler.

*Réglage direct*

Si, pour régler la vitesse de la turbine, le système était direct, c'est-à-dire si le régulateur agissait directement sur la tige du pointeau, point $B$ fixe, on aurait

$$x + z = 0$$

cela donnerait

$$v + f\left(\frac{dv}{dt}\right) = 0$$

c'est-à-dire qu'on s'approcherait de la position de stabilisation d'une manière asymptotique. Le statisme serait évidemment plus grand, mais un système stabilisateur est superflu.

Dans le cas du bobinoir, on aboutit à cette équation si le galet mobile 3 agit *directement* sur un changement de vitesse continu ou variateur.

On aurait, en effet

$$a = f(L) = f(v_2) = f\left(\frac{dL}{dt}\right)$$

$$L - f\left(\frac{dL}{dt}\right) = 0.$$

Le réglage n'aurait ainsi jamais d'oscillations et la position d'équilibre serait atteinte asymptotiquement. Elle dépendrait de $v_2$, ce qui, pour nous, n'est pas un inconvénient (fig. 8).

Si l'on agit *indirectement* sur le variateur par un servo-moteur, on retombe dans le cas des oscillations, car l'équation redevient du 2e ordre.

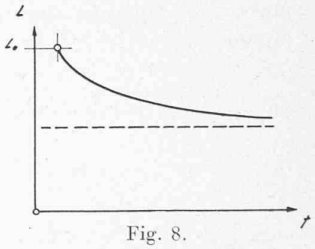


Fig. 8.

## BIBLIOGRAPHIE

**Compte rendu officiel du VIIe Congrès international des géomètres (1949).** Rédacteur : Dr *W. K. Bachmann*, professeur à l'Ecole polytechnique de l'Université de Lausanne. — Un volume 18×25 cm, 714 pages, illustrations. En vente au Secrétariat de la Fédération internationale des géomètres, chemin Eugène Grasset 8, Lausanne, au prix de 10 fr.

Ce volumineux mémorial renferme les résultats des travaux et manifestations professionnelles du VIIe Congrès organisé par la Fédération internationale des géomètres et tenu à l'Ecole polytechnique et à l'Université de Lausanne du 23 au 27 août 1949. Ce congrès fut la conséquence des décisions du Comité permanent de la F. I. G. qui, lors de ses réunions des 2 et 3 juillet 1948 à Stockholm, en confia l'organisation à la Société suisse des mensurations et améliorations foncières.

Le but premier du VIIe Congrès international des géomètres était de regrouper une organisation professionnelle jusqu'ici très vivante, mais que le récent conflit mondial avait disloquée. Ce but fut en grande partie atteint puisque le congrès groupa à Lausanne plus de cinq cents participants venant de dix-neuf pays.

Le compte rendu du congrès donne une vue d'ensemble des activités professionnelles de la F. I. G. sur les divers plans scientifique, pratique et économique, à la fois dans les domaines du cadastre, du génie rural, de l'urbanisme, comme ceux de la géométrie dans ses applications multiples. Il se compose de deux parties.

La *première partie* (pages 1 à 134) présente un caractère administratif et l'on y trouve notamment la composition des divers comités, des commissions d'études, les listes des délégués officiels, des participants et des exposants, ainsi que le programme général. Cette première partie décrit en outre les diverses manifestations organisées à l'occasion du congrès et reproduit les allocutions, conférences et discours prononcés lors des séances plénières.

La *deuxième partie* (pages 135 à 714) résume les études faites par les dix commissions scientifiques désignées à Stockholm, soit :

1. Dictionnaire technique.
2. Méthodes, instruments et photogrammétrie.