Zeitschrift: Bulletin technique de la Suisse romande
Band: 52 (1926)
Heft: 13

Artikel: Les régulateurs de vitesse à action accéléro-tachymétrique
Autor: Volet, E.
DOI: https://doi.org/10.5169/seals-40296

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: 10.07.2025

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

52e année 19 juin 1926 N° 13

BULLETIN TECHNIQUE
DE LA SUISSE ROMANDE

Réd. : Dr H. Demierre, ing. Paraissant tous les 15 jours

ORGANE DE PUBLICATION DE LA COMMISSION CENTRALE POUR LA NAVIGATION DU RHIN
ORGANE DE L'ASSOCIATION SUISSE D'HYGIÈNE ET DE TECHNIQUE URBAINES
ORGANE EN LANGUE FRANÇAISE DE LA SOCIÉTÉ SUISSE DES INGÉNIEURS ET DES ARCHITECTES

SOMMAIRE : *Les régulateurs de vitesse à action accéléro-tachymétrique*, par M. E. Volet, ingénieur aux Ateliers des Charmilles S. A., à Genève. — *La nouvelle automotrice à un seul agent, du chemin de fer Berne-Worb*, par A.-E. Muller, ingénieur, à Genève (suite). — *Deuxième concours restreint pour l'étude du nouveau bâtiment aux voyageurs à Genève-Cornavin.* — *Acier « bonifié » ou acier courant pour les constructions métalliques.* — *Congrès international de l'habitation et de l'aménagement des villes. Vienne 14-19 septembre 1926.* — Bibliographie. — Sociétés : *Hygiénistes et Techniciens Municipaux.* — *Société suisse des Ingénieurs et des Architectes.* — *Société vaudoise des Ingénieurs et des Architectes.* — Carnet des concours. — *Service de placement.*

Les régulateurs de vitesse à action accéléro-tachymétrique,

par M. E. VOLET, ingénieur aux *Ateliers des Charmilles*, S. A., à Genève.

Les régulateurs de vitesse à action accéléro-tachymétrique sont loin d'être d'origine aussi moderne qu'on semble le croire en général : en 1845 déjà, les frères *Siemens* avaient construit un régulateur utilisant les effets de l'accélération et ils en publièrent à cette date les caractéristiques et les avantages dans le *Dingler's Polytechnisches Journal*. C'était là une première tentative et c'est à eux que revient l'honneur d'avoir su mettre en évidence tout le parti que l'on pouvait tirer, pour le réglage de la vitesse des machines motrices, des avantages que présentent les effets de l'accélération.

Ces précurseurs eurent bientôt une foule d'adeptes, qui de perfectionnement en perfectionnement, aboutirent à la construction des régulateurs d'inertie, bien connus des constructeurs de machines à vapeur. C'est en Amérique surtout que ce mode de réglage a été particulièrement développé, mais il a trouvé partout un grand nombre de partisans et l'on peut dire, sans crainte d'être démenti, qu'au début de ce siècle, rares étaient les constructeurs n'équipant pas leurs machines à vapeur avec un régulateur d'inertie.

Parmi ces régulateurs, il en est quelques-uns qui ont donné satisfaction à leurs propriétaires, mais il en est beaucoup d'autres qui, au contraire, ne leur ont procuré que des ennuis. C'est à cette dernière catégorie d'appareils que l'on doit attribuer la disgrâce dans laquelle ce type de régulateur est tombé aujourd'hui.

Il est donc intéressant de connaître les causes de cet échec pour pouvoir mieux juger de toute nouvelle construction et, dans ce but, il convient de remarquer que les régulateurs d'inertie ou régulateurs-volants ne sont pas seuls à pécher par la base. Une quantité de brevets ont été déposés pour protéger des régulateurs ne se différenciant des constructions ordinaires que par l'adjonction d'un organe spécial destiné à déceler l'accélération, soit par sa mesure directe, soit, indirectement, par la mesure de la vitesse de déplacement du manchon du tachymètre et la plupart de ces régulateurs présentent les mêmes défauts.

Constatons tout d'abord que l'accélération tangentielle qu'il s'agit de mesurer ne s'élève (au centre de gravité de la masse) qu'à 7 ou 8 m/sec² au maximum, dans le cas d'un régulateur-volant et lors d'une violente perturbation. L'accélération centrifuge ($\omega^2 R$) dépasse par contre, dans les mêmes conditions, le chiffre de 300 m/sec².

Si les deux efforts A et C agissaient de la même façon (sur les mêmes masses) fig. 1, l'action due à l'accélération

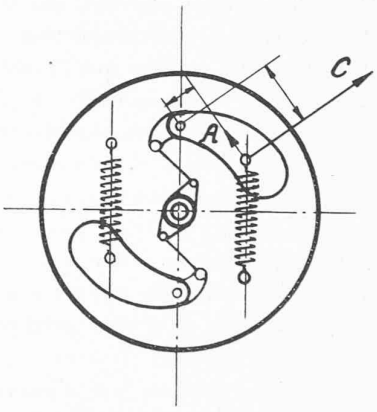

Fig. 1. — Régulateur-volant avec action accéléro-tachymétrique.

angulaire serait donc 40 fois plus faible que l'action due à la force centrifuge : ce rapport est rendu souvent plus défavorable encore par une mauvaise combinaison des bras de leviers et c'est là une première erreur d'avoir voulu ajouter ou opposer à la force centrifuge un effort qui n'en représente qu'une infime partie. Mais ce n'est pas tout ; dans ce cas, comme aussi dans celui où la masse accélérométrique est choisie beaucoup plus grande que la masse centrifuge, l'influence des frottements est si grande que l'accéléromètre ne peut entrer en action que lors d'une brusque variation de charge, il restera sans cela immobile et nuira plutôt au fonctionnement du tachymètre. L'accéléromètre est donc affecté en général d'un énorme coefficient d'insensibilité comme c'était

le cas jadis pour les anciens régulateurs à force centrifuge. Mais il ne viendrait plus à l'idée de personne aujourd'hui de construire, intentionnellement, un tachymètre n'obéissant pas d'emblée à la moindre variation de vitesse[1]; ce qui serait donc profondément illogique pour un régulateur à force centrifuge l'est certainement plus

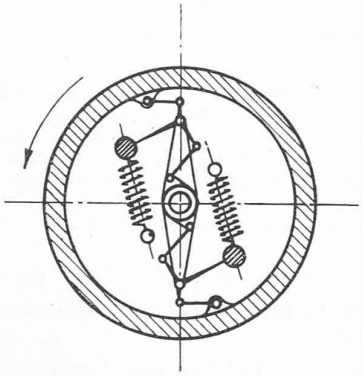

Fig. 2. — Régulateur d'inertie.

encore pour un accéléromètre dont le rôle est d'améliorer l'action du tachymètre et non pas de l'entraver.

Ce que nous venons de dire au sujet des régulateurs d'inertie s'applique avec plus de force encore aux nombreuses solutions, dont nous avons déjà parlé, dans lesquelles l'accélération est décelée par l'intermédiaire du tachymètre. Plus encore en effet que dans les premières constructions, il y a disproportion entre l'effort disponible au tachymètre et celui que l'accélération peut provoquer. (La vitesse ascensionnelle du manchon ne dépasse pas en général, dans les régulateurs modernes, un maximum de 0,1 m/sec.). Si même cet effort, dû à l'accélération, est parfois suffisant pour pouvoir déplacer un organe de réglage, il n'en reste pas moins vrai que l'accélération ne déploiera ses effets que lorsque sa valeur dépassera notablement celle se présentant lors d'une variation de vitesse telle qu'il s'en produit en service normal.

La mesure de l'accélération par l'intermédiaire du tachymètre présente encore un autre inconvénient; lors d'une rupture d'équilibre, la vitesse peut varier momentanément de ± 25 % et même plus; il est donc nécessaire, si l'on veut mesurer l'accélération pendant toute la durée de cette variation de vitesse, de construire le tachymètre spécialement pour que son statisme (coefficient d'irrégularité) soit d'au moins 50 %. Cette augmentation de statisme réduit considérablement la sensibilité du tachymètre et elle diminue encore la vitesse de déplacement du manchon, déjà si faible, indiquée ci-dessus. L'accéléromètre n'agira donc que pour de fortes variations de charges.

Lors d'une décharge par exemple, si le statisme du tachymètre est maintenu dans les limites normales, soit 16 à 20 %, le mouvement du manchon cessera avant que le maximum de survitesse soit atteint. L'accéléromètre, enregistrant en A (fig. 3) cet arrêt du manchon reviendra en position moyenne et interrompra le processus de réglage bien avant l'instant t_4 déterminé par la théorie. La variation de vitesse sera donc plus grande qu'elle ne le serait si le tachymètre seul était en jeu.

L'unique moyen d'éviter une survitesse excessive est de prévoir une tringlerie spéciale, permettant au tachymètre de maintenir le distributeur soulevé aussi longtemps que le manchon restera à fond de course. Pendant toute cette période (entre les points A et B, fig. 3), le rôle de l'accéléromètre est anéanti. La majeure partie de la variation de vitesse s'effectue donc sans contrôle puisque l'accéléromètre occupe sa position moyenne quelle que soit l'accélération qui devrait le faire agir et puisque le tachymètre reste lui-même bloqué dans une position extrême. Ce n'est qu'à partir du point B que l'accéléromètre agit de nouveau correctement mais il lui est souvent difficile alors, malgré une action énergique, de rétablir l'équilibre dans le court intervalle séparant B de t_5.

La fig. 3 donne :

1° en trait plein, l'allure de la courbe des vitesses telle qu'on la désire,

2° en trait mixte, l'allure de cette courbe lorsque le distributeur reste sous la dépendance de l'accéléromètre seul, le tachymètre étant bloqué en position extrême,

3° en trait divisé, l'allure de la courbe lorsque le tachymètre est muni d'un dispositif spécial destiné à éviter une survitesse excessive.

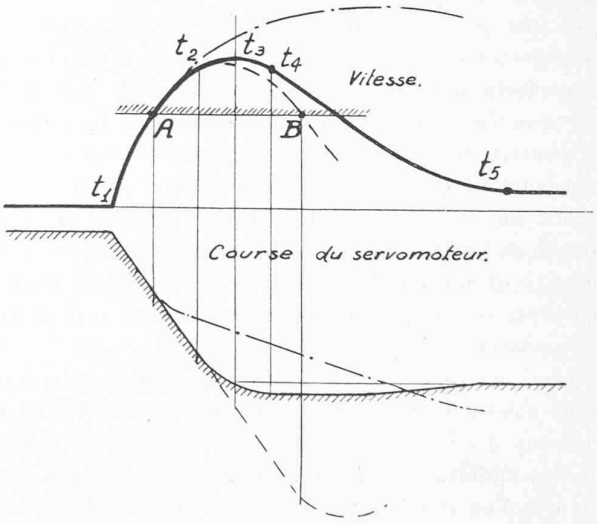

Fig. 3. — La ligne A-B représente la levée maximum du manchon du tachymètre.

Il résulte de ce qui précède que l'accéléromètre n'agit qu'exceptionnellement et qu'il peut même être nuisible. Ce sont là d'anciennes méthodes, n'ayant plus droit de cité. Les procédés qui ont conduit au vieux fer tant de régulateurs, pendant le cours des quatre-vingts dernières années, doivent, définitivement, être abandonnés.

On s'est souvent trompé, d'autre part, sur le but et

[1] Nous pensons ici aux machines rotatives en général et aux turbines hydrauliques en particulier.

le rôle de l'accéléromètre. Cet organe peut et doit contribuer puissamment à la simplification du régulateur, tout en améliorant sa marche. Il ne doit pas se borner à jouer le rôle d'un simple amortisseur, car il ne serait alors qu'une complication nouvelle ajoutée à celles qui existent déjà. Un bon amortisseur de la courbe de vitesse est certainement désirable, mais il faut bien le dire, on est arrivé depuis longtemps, et par des moyens plus simples, à réaliser un retour apériodique de la vitesse à sa valeur de régime.

Quelques beaux tachogrammes ont été relevés par exemple, il y a quinze ans déjà, sur les turbines de l'Usine de Kandergrund. Ces tachogrammes ont été publiés dans le *Bulletin technique* les 10 et 25 novembre 1911. D'autre part, la *Revue technique suisse* a publié en 1916 (numéros 25 et 30) une série de jolies courbes de vitesse obtenues à l'Usine de Massaboden qui fournit l'énergie nécessaire à la traction électrique à travers le tunnel du Simplon.

Les bons résultats sont généralement dus à la présence d'un *dash-pot*, judicieusement construit, qui assure, en même temps, la stabilité du réglage et la possibilité de marcher avec un statisme positif très faible ou même parfois, avec un léger statisme négatif.

Mais un *dash-pot*, si bien construit soit-il, constitue toujours un organe très délicat du régulateur ; il fonctionne différemment suivant la fluidité de l'huile et il s'oppose toujours plus ou moins aux déplacements du tachymètre. Les inconvénients qui en résultent sont, il est vrai, relativement peu importants lors de fortes décharges, mais il n'en est pas de même lors des décharges fractionnaires qui, elles surtout, présentent un intérêt pratique. La décharge complète ne se présente guère, en effet, qu'en cas d'accident, tandis que les décharges fractionnaires sont, au contraire, fréquentes sur un réseau ; c'est donc dans ces conditions que le bon fonctionnement du régulateur a une grande importance. La survitesse doit être maintenue dans des limites aussi faibles que possible et le retour à la vitesse de régime doit être correct et rapide. Mais, lors de décharges fractionnaires, le déplacement du manchon du tachymètre est faible, le tiroir de distribution ne découvre que peu les ouvertures de réglage et le servomoteur ne se déplace pas aussi rapidement qu'il devrait le faire. La vitesse monte donc beaucoup plus haut que le calcul ne l'indique et cette ascension est d'autant plus forte que le *dash-pot* agit plus énergiquement sur le manchon du tachymètre.

Les inconvénients du *dash-pot* sont si évidents qu'on a cherché depuis longtemps à en diminuer de plus en plus l'importance, et plusieurs constructeurs, partisans du progrès, se sont appliqués à le supprimer complètement. Il peut donc paraître étrange de voir construire aujourd'hui des régulateurs dans lesquels on donne à l'un de ces organes le rôle important de l'accéléromètre, tandis qu'un deuxième *dash-pot*, qui doit être asservi aux mouvements du servomoteur, est en tous cas nécessaire pour assurer, en régime normal et lorsque le statisme est faible, la stabilité du régulateur. Ces deux organes ont, l'un et l'autre, pour effet de réduire l'amplitude normale des déplacements du tiroir de distribution puisque l'un d'eux s'oppose directement aux déplacements du tachymètre, tandis que l'autre n'en transmet qu'une fraction aux organes de liaison. Si nous ajoutons que dans ces régulateurs l'accélération est mesurée par la vitesse de déplacement du tachymètre, nous aurons bien le droit d'être surpris qu'il s'agisse là d'une nouvelle construction.

Nous connaissons donc maintenant quels sont les défauts qu'il faudra éviter à tout prix dans l'étude d'un nouveau régulateur et il nous sera facile, si nous tenons compte des observations qui précèdent, de poser les principes fondamentaux devant servir de base à toute nouvelle construction. Il faudra :

1. Supprimer aussi complètement que possible toute cause d'insensibilité de l'accéléromètre aussi bien que du tachymètre, c'est-à-dire supprimer tout frottement dans les parties réglantes du régulateur.
2. Mesurer directement l'accélération c'est-à-dire effectuer cette mesure sans passer par l'intermédiaire du tachymètre.
3. Proportionner les effets du tachymètre et de l'accéléromètre de façon à ne pas rendre leur combinaison illusoire.
4. Réaliser cette combinaison de façon que chaque organe participe en tout temps à l'amélioration du réglage, c'est-à-dire faire agir l'accéléromètre de telle sorte qu'il amplifie l'action du tachymètre au moment de la rupture d'équilibre, (afin de réduire la valeur de la survitesse) et qu'il s'oppose à cette action lors du retour à la vitesse de régime.
5. Supprimer tout *dash-pot* ou organe similaire.

Rappelons que ces principes sont basés sur l'étude objective des faits. Nous ne pensons donc pas que l'on puisse s'en écarter sans danger et nous nous ferons un plaisir de montrer encore, dans un prochain article, comment il est possible de construire un régulateur accéléro-tachymétrique, tenant compte de toutes les observations que nous venons de formuler.

(A suivre.)

La nouvelle automotrice à un seul agent,

du chemin de fer Berne-Worb.

Par A.-E. MULLER, ingénieur, à Genève.

(Suite [1]*).*

Les moteurs de traction, non ventilés, sont du type série à suspension par le nez. La carcasse hermétiquement fermée en acier coulé d'une seule pièce est pourvue de quatre pôles principaux et de quatre pôles auxiliaires. Les figures 7-9 donnent la vue d'ensemble et les coupes

[1] Voir *Bulletin technique* du 22 mai 1926, page 125.