



**Brevet d'invention délivré pour la Suisse et le Liechtenstein**  
Traité sur les brevets, du 22 décembre 1978, entre la Suisse et le Liechtenstein

**⑫ FASCICULE DU BREVET A5**

⑪

**644 671**

② Numéro de la demande: 7321/81

⑦<sup>3</sup> Titulaire(s):  
Neypic, Grenoble (FR)

②<sup>2</sup> Date de dépôt: 13.11.1981

③<sup>0</sup> Priorité(s): 25.11.1980 FR 80 25388

⑦<sup>2</sup> Inventeur(s):  
Gérard Dautremay, Grenoble (FR)

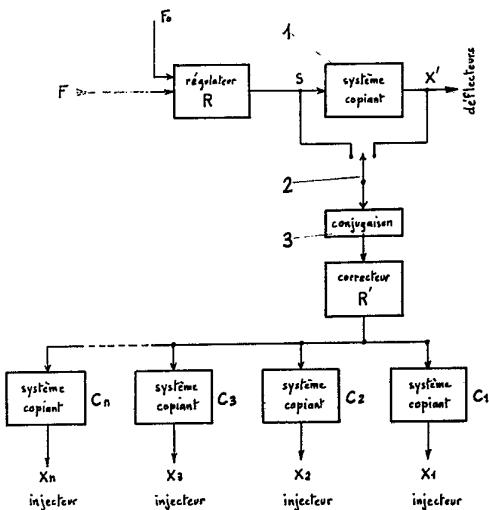
④<sup>4</sup> Brevet délivré le: 15.08.1984

⑤<sup>5</sup> Fascicule du brevet  
publié le: 15.08.1984

⑦<sup>4</sup> Mandataire:  
Bovard AG, Bern 25

**⑥<sup>4</sup> Dispositif de régulation de la vitesse de rotation d'une turbine ou pompe à réglage double.**

⑦<sup>5</sup> Le dispositif de régulation d'une turbine PELTON à double réglage comporte un régulateur (R) à paramètres uniquement adaptés aux déflecteurs ( $X'$ ) et agissant aussi sur les injecteurs ( $X_1$  à  $X_n$ ) par l'intermédiaire d'une conjugaison (3) et d'un correcteur ( $R'$ ) chargé de fournir aux injecteurs la loi de variation optimale.



## REVENDICATIONS

1. Dispositif de régulation de la vitesse d'une turbine ou pompe à double réglage, telle qu'une turbine PELTON, comportant un régulateur (R) agissant sur le premier type d'organe de réglage en réalisant une fonction (S) de l'écart ( $F - F_o$ ) des vitesses réelles et de consigne et de la dérivée par rapport au temps de cet écart, ledit régulateur agissant également, par l'intermédiaire d'un circuit comportant une liaison de conjugaison (3), sur le second type d'organes de réglage, caractérisé en ce que le régulateur est muni de paramètres adaptés uniquement aux premiers organes de réglage, et en ce que le circuit comportant une liaison de conjugaison (3) comporte également un circuit de correction ( $R'$ ) dont les paramètres sont choisis de manière à obtenir une loi déterminée de variation des seconds organes de réglage.

2. Dispositif de régulation selon la revendication 1, caractérisé en ce que le circuit de correction est composé d'un amplificateur différentiel (J) muni d'un circuit de contre-réaction comportant un filtre passe-bas (K), un circuit à action dérivée (L) et un circuit d'écrétage (M).

La présente invention se rapporte à la régulation de la vitesse de rotation des turbines ou pompes à deux éléments de réglage, telles que les turbines PELTON, les turbines KAP-LAN, les groupes bulbe ou les turbines-pompes axiales.

On connaît des dispositifs de régulation de turbines PELTON qui comportent par exemple un régulateur de turbine actionnant le ou les déflecteurs par l'intermédiaire d'un premier servo-moteur qui lui-même actionne le ou les servomoteurs de réglage du ou des injecteurs par l'intermédiaire d'un dispositif de conjugaison, constitué par exemple d'une came associée à une roue suiveuse et à un tiroir distributeur comportant un dispositif de temporisation. Un tel dispositif connu est par exemple schématisé sur la figure 1 du brevet français 1 248 997. Dans le cas des turbines PELTON, le dispositif de conjugaison a, outre son rôle éventuel de temporisation réglée destiné à éviter les coups de bâlier dans la conduite forcée, le rôle de maintenir, en régime statique établi, le bec de chaque déflecteur hors du jet correspondant et à une faible distance de celui-ci.

Pour ces dispositifs connus, le régulateur unique utilisé réagit à un écart de vitesse  $\epsilon$  selon une fonction de cet écart instantané, de sa dérivée par rapport au temps et de son intégrale en fonction du temps, dont les paramètres sont réglés de manière à assurer un compromis entre ceux qui seraient nécessaires à l'optimum pour les réglages transitoires de la vitesse par les injecteurs et par les déflecteurs respectivement.

Ce compromis se traduit par une médiocre précision dynamique de réglage de la vitesse de rotation de la turbine, étant donné que les possibilités dynamiques des injecteurs d'une part, et des déflecteurs d'autre part, ne sont pas utilisées à l'optimum, ainsi que par une perte de rendement.

On connaît par ailleurs des dispositifs de régulation plus récents, tels que ceux décrits par exemple dans le brevet FR 2073 756 munis de régulateurs totalement séparés pour les injecteurs d'une part et pour les déflecteurs d'autre part. De tels dispositifs, bien que munis de paramètres bien adaptés, ne donnent cependant pas entière satisfaction car les mouvements des déflecteurs et des injecteurs ne sont pas liés par une liaison de conjugaison comme c'était le cas pour les dispositifs plus anciens.

L'invention a pour but de réaliser de manière particulièrement simple la double régulation souhaitée avec les paramètres optima pour chaque organe de réglage, par exemple pour les injecteurs et pour les déflecteurs respectivement dans le cas d'une turbine PELTON.

Elle a pour objet un dispositif tel que défini dans la revendication 1. Dans le cas d'une turbine PELTON par exemple, le premier type d'organe de réglage sera le ou les déflecteurs et le régulateur agira également, par l'intermédiaire du circuit comportant une liaison de conjugaison, sur le second type d'organe de réglage, qui sera le ou les injecteurs.

La loi déterminée de variation des seconds organes de réglage peut être la loi optimale de variations de ces organes, tels que l'injecteur unique ou les injecteurs dans le cas d'une turbine PELTON, que l'homme de l'art sait établir sur la base des données fondamentales de l'installation.

Le circuit de correction peut être placé soit immédiatement en amont, soit immédiatement en aval du circuit réalisant la conjugaison, les réglages dudit circuit de correction étant alors différents pour chacun de ces deux cas.

L'invention sera mieux comprise à l'aide de la description suivante d'un exemple de réalisation appliquée à la régulation de vitesse d'une turbine PELTON, en référence aux dessins annexés dans lesquels:

20 – la figure 1 est un schéma d'ensemble du dispositif de régulation de l'invention

– la figure 2 est une représentation schématique du régulateur d'entrée équipant le dispositif de la figure 1

– la figure 3 est une représentation schématique d'un des 25 systèmes copiant équipant le dispositif de la figure 1

– la figure 4 représente schématiquement le circuit de correction équipant, conformément à l'invention, le dispositif de la figure 1.

Sur la figure 1, on a désigné par  $F$  le signal de mesure de la 30 vitesse de la turbine PELTON, qui peut être par exemple une mesure de fréquence de rotation, et par  $F_o$  le signal de consigne correspondant à la vitesse à maintenir en régime statique. Les signaux  $F$  et  $F_o$  sont entrés dans un régulateur R qui réalise une fonction S de l'écart  $\epsilon = (F - F_o)$  des vitesses réelle et 35 consignée et de la dérivée par rapport au temps de cet écart, le signal de sortie S représentant la correction de position à apporter au vérin X' de commande des déflecteurs de la turbine pour annuler l'écart. De manière classique, le signal S est transformé en un signal convenable pour manœuvrer le vérin 40 X' à l'aide d'un système-copiant 1 classique. Par exemple, le régulateur R est un régulateur de type PID classique, tel que représenté sur la figure 2, dans laquelle:

– E est un amplificateur différentiel

– F est un circuit à action proportionnelle

– G est un circuit à action dérivée

– H est un circuit à action intégrale

– I est un sommateur

et le système-copiant 1 est un circuit classique tel que schématisé sur la figure 3, dans laquelle:

50 – A est un amplificateur différentiel

– B est un actuateur

– C est un tiroir de distribution

– D est un servomoteur à huile

Dans les systèmes anciens comportant un seul régulateur

55 tel que R pour les déflecteurs et les injecteurs, les paramètres de ce régulateur étaient ajustés de manière à réaliser un compromis entre les valeurs relatives aux déflecteurs et celles relatives aux injecteurs. Dans la réalisation de l'invention au contraire, ces paramètres sont ajustés à leur valeur optimale pour 60 la régulation de la turbine à l'aide des déflecteurs seuls.

Comme on le voit sur la figure 1, le signal S, ou le signal de commande directe du vérin X', selon la position choisie pour le commutateur à deux positions 2, est entré dans un circuit de conjugaison 3 qui peut-être un circuit à came et roue suiveuse 65 tel que décrit dans le brevet français 1 248 997 précité, ou un circuit électronique réalisant la fonction de conjugaison souhaitée entre le déplacement des déflecteurs et celui des injecteurs.

Le signal de sortie du circuit de conjugaison 3 est entré, conformément à l'invention, dans un circuit correcteur R', constitué par exemple par un circuit tel que schématisé sur la figure 4 et comportant un amplificateur différentiel d'entrée J muni d'un circuit de contre-réaction dans lequel se trouvent placés en série:

- un filtre passe-bas K
- un circuit à action dérivée L
- un circuit écrêteur M fonctionnant en écrétage positif et

en écrétage négatif.

Les paramètres du correcteur R' sont, conformément à l'invention, ajustés, par le calcul ou expérimentalement, de manière à ce que les signaux de commande des vérins d'injecteurs (X1, X2, X3... Xn), en provenance dudit correcteur R' à travers les systèmes-copiants (C1, C2, C3,... Cn) correspondants, correspondent à ceux fournissant la loi optimale de variation d'ouverture des injecteurs en régime transitoire.

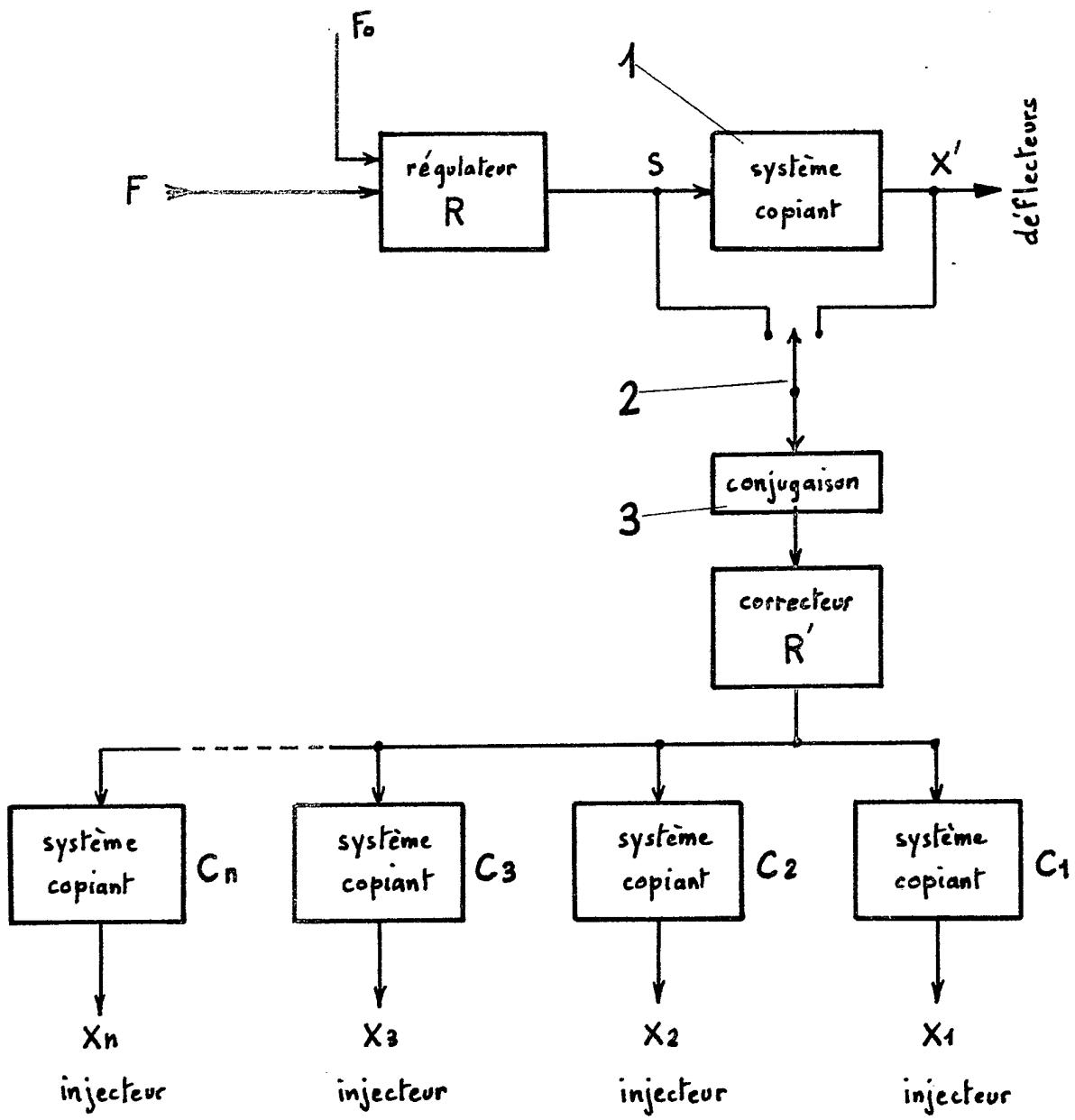


Fig. 1

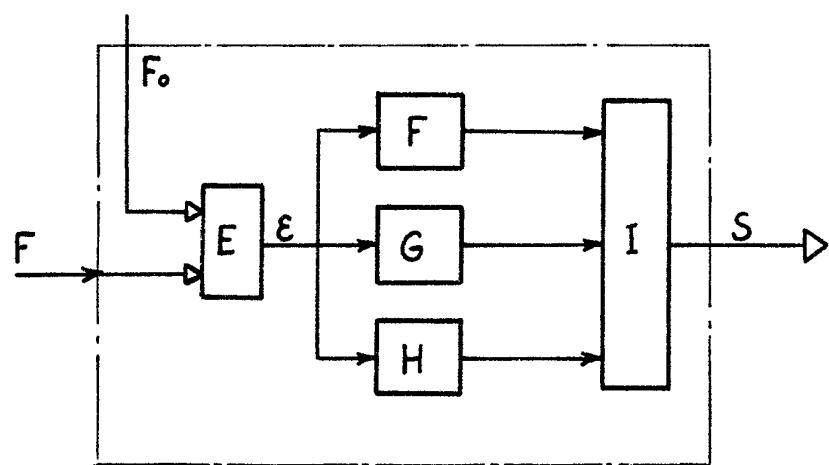


Fig . 2

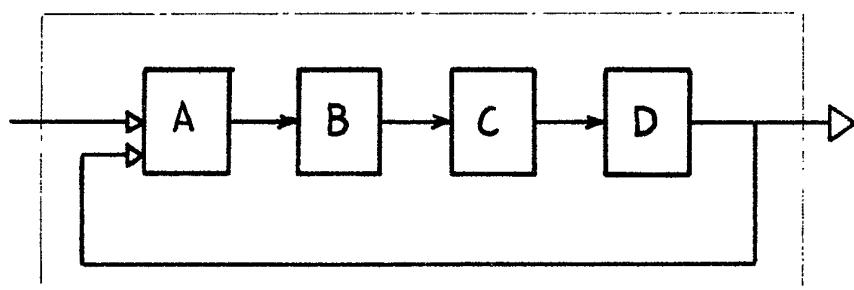


Fig . 3

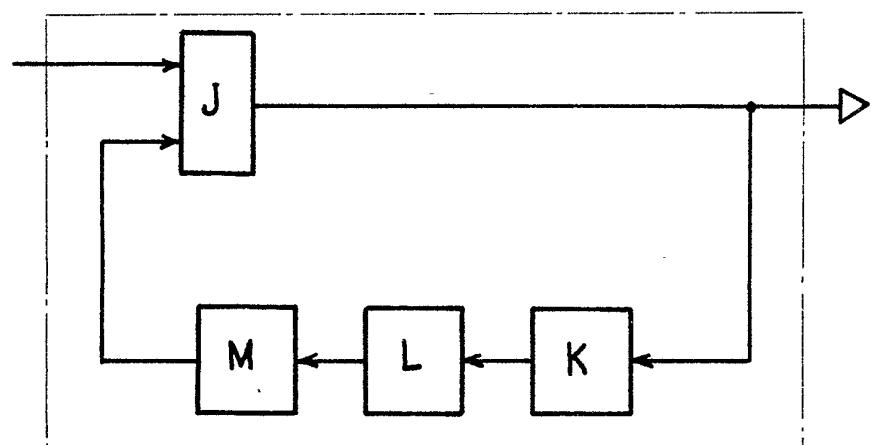


Fig . 4