CH 644 703 A5

(19) CONFÉDÉRATION SUISSE
OFFICE FÉDÉRAL DE LA PROPRIÉTÉ INTELLECTUELLE

(51) Int. Cl.³: G 05 D 9/12
F 22 D 5/26

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) **644 703**

(21) Numéro de la demande: 5628/81

(22) Date de dépôt: 01.09.1981

(30) Priorité(s): 02.09.1980 US 182957

(24) Brevet délivré le: 15.08.1984

(45) Fascicule du brevet publié le: 15.08.1984

(73) Titulaire(s):
General Electric Company, Schenectady/NY (US)

(72) Inventeur(s):
Donald Edward Labbe, Woburn/MA (US)
Joseph Emmanuel Dutremble, Ipswich/MA (US)

(74) Mandataire:
Dr. A.R. Egli & Co., Patentanwälte, Zürich

(54) Dispositif de commande du niveau d'eau d'un désaérateur pour centrale électrique à turbine à vapeur.

(57) Ce dispositif répond rapidement aux modifications transitoires de charge dans une centrale électrique.

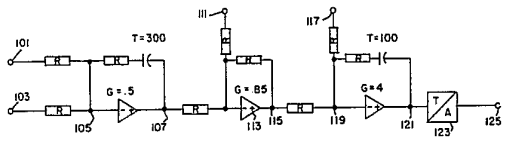
Il comprend:

des premiers moyens (101, 103 - 105, 107) fournissant un signal d'erreur de niveau d'eau proportionnel à la différence entre le niveau d'eau réel dans le désaérateur et une valeur fixe pré-établie de niveau;

des moyens de sommation (115) fournissant un signal de demande de débit formé à partir du signal d'erreur de niveau d'eau et d'un signal de charge de la turbine;

des seconds moyens (119, 121, 123, 125) fournissant un signal de position de vanne formé à partir de la différence entre le signal de demande de débit et un signal de débit de condensat.

Application aux centrales à cycles combinés.



REVENDICATIONS

1. Dispositif de commande du niveau d'eau d'un désaérateur pour centrale électrique à turbine à vapeur (15) comportant une turbine à vapeur et un condenseur (23) fournissant un condensat à un désaérateur de vapeur (39), le dispositif de commande réglant la position d'une vanne de réglage de débit de condensat disposée en amont du désaérateur et étant caractérisé en ce qu'il comporte X, pour former un signal de commande de la vanne, un circuit de commande (61) comprenant:

des premiers moyens (101, 103-105, 107) fournissant un signal d'erreur de niveau d'eau proportionnel à la différence entre le niveau d'eau réel dans le désaérateur et une valeur fixe pré-établie de niveau;

des moyens de sommation (115) fournissant un signal de demande de débit formé à partir du signal d'erreur de niveau d'eau et d'un signal de charge de la turbine (69); et

des seconds moyens (119, 121, 123, 125) fournissant un signal de position de vanne (63) formé à partir de la différence entre le signal de demande de débit et un signal de débit de condensat (117 ou 65).

2. Dispositif selon la revendication 1, caractérisé en ce que le signal de charge de la turbine est formé à partir de la pression de cuve du premier étage de cette turbine.

3. Dispositif selon la revendication 1, caractérisé en ce que le signal de charge de la turbine est formé à partir du débit de vapeur à l'entrée de la turbine.

4. Dispositif selon l'une des revendications 1 à 3, caractérisé en ce que

les premiers moyens comportent un premier circuit d'intégration (107) avec comparateur (105) pour comparer le niveau d'eau dans le désaérateur (101) avec une valeur fixe préétablie de niveau d'eau (103) et former un signal d'erreur de niveau d'eau;

les moyens de sommation comportent un circuit de sommation (115) combinant le signal d'erreur de niveau d'eau à un signal de pression de turbine (111) pour former un signal de demande de débit; et

les seconds moyens comportent un second circuit intégrateur (121) avec comparateur (119) pour comparer le signal de débit de condensat (117) avec le signal de demande de débit, afin de former le signal de commande de vanne de débit de condensat.

L'invention concerne, d'une manière générale, les centrales électriques utilisant un désaérateur pour chauffer l'eau d'alimentation de ces centrales et pour éliminer l'oxygène de cette eau d'alimentation; elle a trait, en particulier, à un appareillage de commande pour réduire le débit de condensat vers le désaérateur lors de conditions transitoires, par exemple lors de réductions de charge.

Dans une centrale électrique, le désaérateur est un dispositif de conditionnement de l'eau d'alimentation qui provoque l'élimination de l'oxygène du condensat de turbine et le chauffage de l'eau d'alimentation par contact direct. Le désaérateur est placé entre le condenseur de turbine et le bouilleur de la centrale électrique et reçoit, en conséquence, le condensat et l'eau d'alimentation de sortie. Le désaérateur peut être constitué par un récipient sous pression à deux enceintes, avec une partie de désaération et un réservoir de stockage. La partie de désaération et le réservoir de stockage sont raccordés par des compensateurs de pression et un drain. Normalement, la partie désaération est alimentée par de la vapeur en provenance d'un réservoir de détente ou d'un orifice d'extraction de turbine.

S'il y a réduction de la charge de la turbine, il y aura également réduction de la vapeur d'alimentation disponible pour le désaérateur. Cette modification de la pression de vapeur est immédiatement transmise, par l'intermédiaire des compensateurs, au réservoir de stockage qui est en condition de saturation. Le liquide dans le réservoir de stockage commence à libérer de la vapeur qui monte alors dans les compensateurs. Si la chute de pression dans les compensateurs devient supérieure à la pression statique dans la section de désaération, le condensat entrant sera refoulé et viendra noyer la partie «plateau de vaporisation» du désaérateur. Ce phénomène se traduit par la dislocation des plateaux de vaporisation.

Lorsqu'il y a perte de charge sur la turbine, tout réchauffeur d'eau d'alimentation en amont du désaérateur ne disposera plus de sa source de chaleur en provenance de la turbine, soit la vapeur d'extraction. Cela se traduira par une diminution de la température du condensat qui aggravera encore le syndrome détente-réduction de pression. Le manque de chaleur de l'eau d'alimentation entrante peut atteindre trois fois la différence de température normale. Cela signifie que le débit de vapeur devrait être grossièrement triplé pour compenser la perte de chauffage de l'eau d'alimentation. La chute de pression au niveau des plateaux est proportionnelle au carré du débit, ce qui signifie que l'accroissement de la chute de pression est environ neuf fois la valeur normale.

Ces problèmes sont encore aggravés du fait que le niveau d'eau du réservoir de stockage descend puisque le drainage du condensat dans ce réservoir est bloqué, alors que la demande de la pompe d'alimentation du bouilleur reste la même. Le dispositif de réglage du niveau d'eau constatera que le niveau descend et tentera de remédier à cette situation en augmentant le débit d'entrée de condensat, ce qui augmentera encore la demande d'énergie sur le système. On voit donc que la commande d'un seul élément, soit la commande du niveau, est inadaptée sauf dans des conditions de fonctionnement stable. Dans les conditions décrites, une commande sur trois éléments: débit d'entrée, débit de sortie et niveau, est également inadaptée.

L'invention concerne un dispositif de commande de débit de condensat qui mesure le niveau, le débit de condensat et la charge de la turbine. Un signal d'erreur de niveau d'eau est combiné à un signal représentatif de la charge de la turbine pour créer un signal de demande de débit de condensat. Le signal de débit de condensat est comparé au signal de demande pour former un signal d'erreur de débit de condensat qui est traduit en un signal de demande de nouvelle position de vanne. Il est recommandé de prendre, comme signal représentatif de la charge de la turbine, la pression de cuve du premier étage.

L'invention a donc pour objectif un dispositif de commande de niveau pour désaérateur qui répond rapidement aux modifications transitoires de charge dans une centrale électrique.

L'invention a également pour objectif de réduire les chutes de pression dans le désaérateur lors de pertes transitoires de charge.

L'invention a de plus pour objectif de diminuer le débit d'entrée du condensat dans le désaérateur lors d'une réduction de charge de la turbine.

Le dispositif objet de l'invention est défini à la revendication 1.

La suite de la description se réfère aux dessins annexés qui représentent:

· figure 1, schéma simplifié d'une centrale d'énergie dans laquelle est incorporé le dispositif conforme à l'invention;

· la figure 2, le diagramme logique d'un circuit de commande de niveau trois éléments;

· la figure 3, le diagramme linéaire d'un circuit électrique pouvant être utilisé dans le dispositif de l'invention.

On a représenté figure 1 une centrale électrique à cycle

combiné 11 qui comporte au moins une centrale d'énergie 13 turbine à gaz-générateur et au moins une centrale d'énergie 15 turbine à vapeur-générateur. Les gaz de sortie chauds de la centrale à turbine à gaz sont introduits dans un bouilleur à chaleur de récupération ou générateur de vapeur à récupération de chaleur 17, de manière à former de la vapeur pour la turbine à vapeur. Le rendement de la centrale électrique 11 est très élevé puisque les gaz de sortie chauds de la centrale à turbine à gaz, qui seraient autrement perdus, sont utilisés dans le générateur 17 pour former de la vapeur qui se retrouve dans le collecteur principal de vapeur 19. Le collecteur de dérivation 21 est utilisé lors de la mise en route, et lorsqu-il est souhaitable de diriger de la vapeur directement dans le condenseur de turbine 23. Une pompe à condensat 25 pompe le condensat par l'intermédiaire d'un réchauffeur d'eau d'alimentation 27 qui reçoit de la chaleur de la conduite d'extraction 29. Une première boucle de recirculation 31 dirige le condensat vers le condenseur en fonction de la position de la vanne de débit de condensat 33. Une seconde boucle de recirculation 35 et la pompe 37 dirige le condensat de la conduite d'extraction vers le condenseur de la turbine à vapeur.

L'eau préchauffée sortant du réchauffeur d'eau d'alimentation 27 est introduite dans un désaérateur 39. Le désaérateur est un récipient sous pression à deux enceintes qui comporte une partie de désaération 41 et un réservoir de stockage 43. Le désaérateur fait partie d'une boucle de réchauffeur de vapeur de désaération qui fournit dans la ligne 45 allant au générateur 17 de l'eau d'alimentation traitée qui est encore chauffée dans un économiseur basse pression (non représenté). La sortie de l'économiseur basse pression est reliée au réservoir de détente 49 par l'intermédiaire de la conduite 47. Le réservoir de détente fournit de la vapeur à la partie de désaération 41 par l'intermédiaire de la conduite d'alimentation en vapeur 51. La conduite 53 permet d'ajuster le niveau d'eau dans le réservoir de détente.

Une seconde sortie du réservoir de détente du désaérateur est raccordée à une pompe de soutirage de bouilleur (conduite 55). Le liquide est envoyé dans le générateur 17 où il est transformé en vapeur de manière classique.

Le désaérateur 39 comporte, de plus, des compensateurs de pression 57 qui, en état d'équilibre, amène le liquide du réservoir de stockage à saturation. Les compensateurs de pression forment également un raccord-support entre les deux parties du désaérateur ainsi qu'un raccord de drain. Lors d'une dépressurisation rapide dans la partie de désaération 41, la vapeur montera dans cette partie de désaération, par l'intermédiaire des compensateurs, et chauffera le condensat entrant. La partie de désaération comporte, de plus, des plateaux de vaporisation 58 qui contribuent au processus de désaération ainsi que des pulvérisateurs 59 raccordés à la conduite de condensat. Le débit du condensat dans le désaérateur est réglé par la vanne de réglage de débit de condensat 33 qui est commandée par un circuit de commande représenté en 61. Le signal de position de vanne est fourni sur la conduite 63, le circuit de commande recevant un signal de niveau d'eau de désaérateur 65, un singal de débit de condensat 67 et un signal de pression de vapeur du premier étage 69.

On a représenté figure 2, le diagramme logique d'une commande de niveau conforme à l'invention. Le niveau d'eau 101 dans le réservoir de stockage du désaérateur (signal 65 de la figure 1) est comparé, dans un dispositif comparateur 105, à une valeur fixe de niveau d'eau. Le signal de sortie du comparateur représenté la différence entre cette valeur fixe et le niveau d'eau réel, et il est fourni à un dispositif d'intégration proportionnelle 107 pour obtenir un signal de sortie proportionnel à la différence de niveau mesurée.

Le signal de pression 111 (69 de la figure 1) est formé à partir de la pression de cuve du premier étage dans la turbine à vapeur. On peut utiliser en variante, comme paramètre de substitution, le débit de vapeur d'entrée, la puissance de sortie du générateur ou toute autre valeur indiquant la charge de la turbine. Ce signal est multiplié par un facteur K dans le dispositif 113 pour le rendre compatible avec le signal de débit de condensat. Il s'est avéré, par exemple, que le débit de condensat était inférieur, mais directement proportionnel, au débit de vapeur ou pression, du fait que plusieurs conduites d'extraction peuvent suivre les mesureurs de pression du premier étage. En conséquence, le facteur K est un signal de polarisation fonction de la configuration de l'installation de la turbine. Le signal d'erreur de niveau et le signal de pression sont transférés dans un dispositif de sommation 115 qui fournir en sortie un signal de commande de débit du condensat entrant dans le désaérateur.

Le signal 117 correspond au signal de débit de condensat 67 de la figure 1. Comme pour les mesures de pression et de niveau, on peut utiliser tout transducteur approprié fournissant un signal proportionnel au débit. Le signal de demande de débit en sortie du dispositif de sommation 115 est, par essence, un signal de référence auquel doit s'adapter le signal de débit de condensat, ce dernier étant, en conséquence, un signal de rétroaction en provenance du système. Les deux signaux sont transmis à un comparateur 119 qui fournit en sortie un signal de différence par rapport au signal de référence, soit le signal de demande de débit. Le signal de sortie du comparateur 119 est donc transmis à un dispositif d'intégration proportionnelle 121 qui est transformé en signal de commande de vanne dans le dispositif de commande de vanne 125, auquel il est transféré par l'intermédiaire du circuit de transfert manuel/automatique 123. Sur la figure 1, le signal de sortie du dispositif de commande de soupape 125 est le signal apparaissant sur la conduite 63 pour commander la vanne 33. La vanne 33, en amont du désaérateur 39, règle le débit de condensat dans le désaérateur.

On a représenté figure 3, le schéma d'un circuit électrique de mise en oeuvre de l'invention. On a reporté sur cette figure les références de la figure 2. On donne au circuit de formation du signal d'erreur de niveau (101 à 107) une constante de temps relativement élevée, soit de 300 s, et un faible gain. Cela permet d'éliminer les fluctuations rapides du signal de niveau et de réduire les variations temporaires dans le mauvais sens. Par exemple, lorsqu'il y a vaporisation dans le réservoir de stockage et que le condensat ne peut pas être drainé de ce réservoir, il peut y avoir réduction temporaire du niveau de l'eau. Mais, dans ces conditions, il est souhaitable de limiter le débit de condensat afin de ne pas accroître la vaporisation. On donne en conséquence au signal de niveau un faible poids sur cette courte période afin que le système puisse amortir ces phénomènes transitoires.

Pour le circuit de traitement du signal de pression (111 à 115), le facteur de gain $R = 0{,}85$ tient compte des pertes de vapeur dans la turbine dues aux orifices d'extraction de vapeur. Enfin, dans la partie de traitement du signal de débit de condensat jusqu' à la sortie (117 à 125), le facteur de gain est important, de sorte que les variations de pression de vapeur et de débit de condensat peuvent être rapidement prises en compte par la soupape de réglage de débit. Autrement dit, le circuit réagit lentement par rapport à l'effet, soit le niveau, et plus rapidement par rapport aux causes, soit le débit de condensat ou la pression de vapeur de turbine.

En fonctionnement, le dispositif de commande de niveau mesure le débit de condensat, le niveau de l'eau et un paramètre représentatif de la charge de la turbine; il fournit un signal de sortie à une vanne de réglage dans le trajet du condensat en amont du désaérateur. Un signal d'erreur de niveau est formé en comparant à une valeur fixe établie le niveau réel dans le réservoir de stockage. Ce signal d'erreur est intégré et com-

paré à un signal de pression de turbine pour former un signal de demande de débit de condensat. Ce dernier signal est comparé à un signal de débit de condensat pour former un signal de position de vanne, fonction de la différence entre les deux signaux, et la vanne est ajustée en conséquence.

On peut en variante utiliser le débit de vapeur à l'entrée de la turbine ou un signal de sortie électrique comme signal de charge, au lieu d'utiliser la pression de cuve du premier étage.

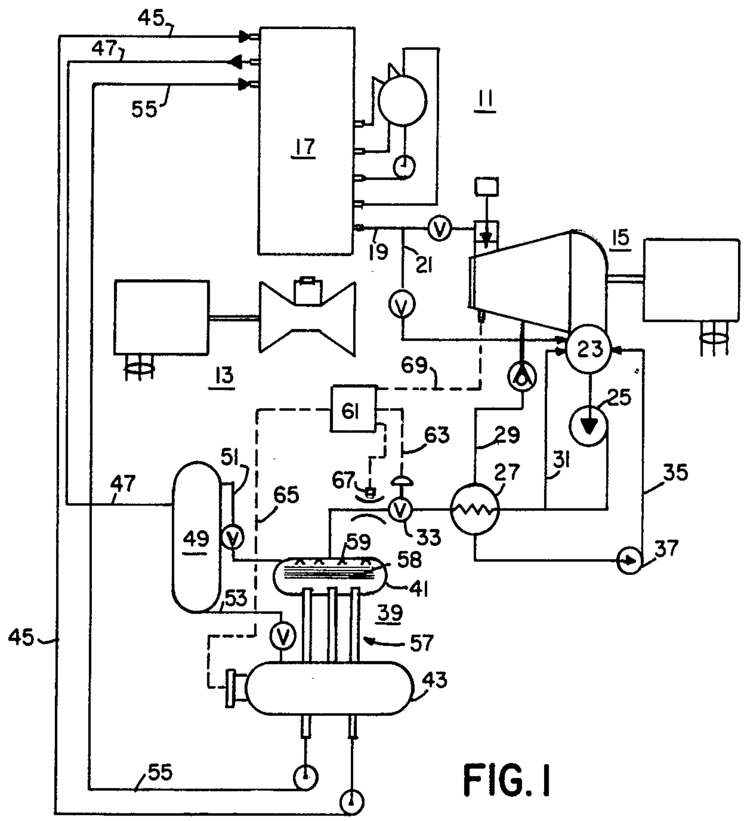

45
47
55
17
11
15
19
21
23
13
69
61
63
25
29
27
31
35
67
51
47
65
33
49
59
58
37
41
53
39
57
45
43
55

FIG. 1

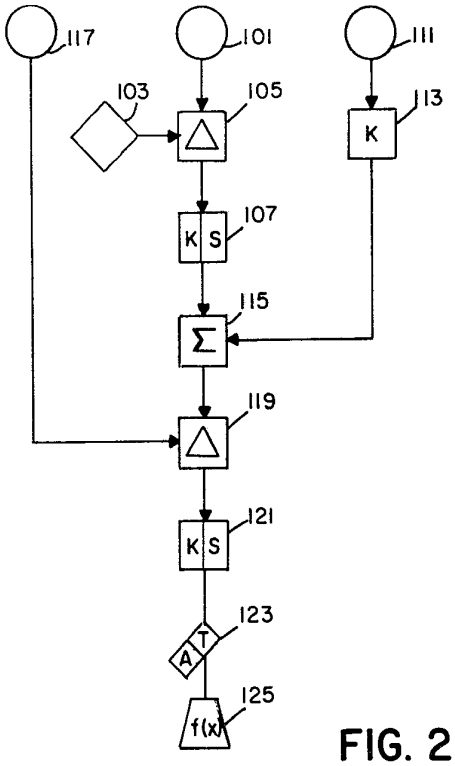

117
101
111
103
105
113
K
107
K S
115
Σ
119
121
K S
123
T
A
125
f(x)

FIG. 2

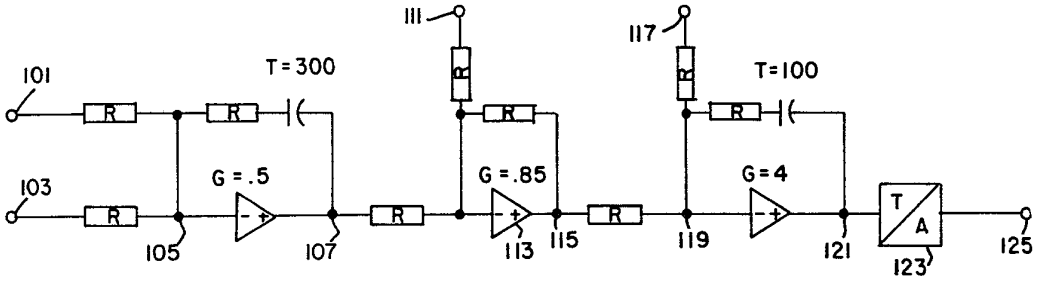

111
117
101
T=300
T=100
R
R
R
R
103
G=.5
G=.85
G=4
R
R
R
T
A
105
107
113
115
119
121
123
125

FIG. 3