



MINISTÈRE DES AFFAIRES ÉCONOMIQUES

NUMERO DE PUBLICATION : 1005591A3

NUMERO DE DEPOT : 09200103

Classif. Internat. : H02K

Date de délivrance le : 16 Novembre 1993

Le Ministre des Affaires Economiques,

Vu la Convention de Paris du 20 Mars 1883 pour la Protection de la propriété industrielle;

Vu la loi du 28 Mars 1984 sur les brevets d'invention, notamment l'article 22;

Vu l'arrêté royal du 2 Décembre 1986 relatif à la demande, à la délivrance et au maintien en vigueur des brevets d'invention, notamment l'article 28;

Vu le procès verbal dressé le 31 Janvier 1992 à 15H15 à l'Office de la Propriété Industrielle

## ARRETE :

ARTICLE 1.- Il est délivré à : WESTINGHOUSE ELECTRIC CORPORATION  
Westinghouse Building, Gateway Center, Pittsburgh, PENNSYLVANIA 15222(ETATS-UNIS  
D'AMERIQUE)

représenté(e)(s) par : VOSSWINKEL Philippe, BUREAU GEVERS S.A., Rue de Livourne 7 -  
B 1050 BRUXELLES.

un brevet d'invention d'une durée de 20 ans, sous réserve du paiement des taxes annuelles, pour : REGLAGE DE L'APPAREIL DE REFROIDISSEMENT DE L'HYDROGENE DANS LES GENERATRICES D'ELECTRICITE.

INVENTEUR(S) : Hargrove Homer Gay, Wellington Terrace 1225, Maitland, Florida 32751 (US); Montgomery Lon Walter, Courtland Loop 4990, Winter Springs, Florida 32708 (US); Pipkin James Robert, Fanghorn Road 11221, Orlando, Florida 32825 (US)

PRIORITE(S) 11.02.91 US USA 653575

ARTICLE 2.- Ce brevet est délivré sans examen préalable de la brevetabilité de l'invention, sans garantie du mérite de l'invention ou de l'exactitude de la description de celle-ci et aux risques et périls du(des) demandeur(s).

Bruxelles, le 16 Novembre 1993  
PAR DELEGATION SPECIALE :

WUYTS L  
Directeur

**"Réglage de l'appareil de refroidissement de l'hydrogène  
dans les génératrices d'électricité"**

La présente invention est relative au réglage ou contrôle du refroidissement des génératrices d'électricité, en particulier des génératrices qui sont refroidies par hydrogène.

5 Du fait des taux importants de chaleur produits dans les génératrices d'électricité utilisées dans les centrales électriques, ces génératrices doivent être refroidies de manière active et il est de pratique courante d'utiliser de l'hydrogène à cet effet et de séparer la chaleur de l'hydrogène dans des appareils de refroidissement d'hydrogène.

10 Les appareils normaux de refroidissement d'hydrogène sont constitués par des unités d'échange de chaleur de grande surface et à circulations croisées, ces unités transférant la chaleur de l'hydrogène gazeux vers une eau de refroidissement par un échange indirect de chaleur.

15 Lorsqu'on utilise cette technique, l'eau de refroidissement provient habituellement d'une rivière, d'un lac ou d'une tour de réfrigération, de sorte que la température d'entrée de l'eau de refroidissement subit des variations au moins à long terme.

20 Lorsque la température d'entrée de l'eau de refroidissement varie, des réglages doivent être réalisés pour empêcher des variations correspondantes dans le refroidissement de l'hydrogène gazeux. Un refroidissement excessif de l'hydrogène gazeux en circulation soulèverait des problèmes importants dans d'autres parties de la génératrice, tels qu'une diminution des tolérances et une augmentation de la condensation d'humidité. Un refroidissement insuffisant aurait par contre pour résultat une surchauffe dans d'autres parties de la génératrice.

25 Il est de pratique courante de compenser les changements se produisant dans la température de l'eau de refroidissement

en créant une variation de compensation dans la vitesse d'écoulement de l'eau de refroidissement. Toutefois, des modifications à la vitesse d'écoulement de l'eau de refroidissement soulèvent d'autres problèmes.

5 A titre d'exemple, il est connu qu'une mince pellicule de sédiment recouvre normalement les parois intérieures des tubes d'eau de refroidissement dans de tels appareils de refroidissement d'hydrogène et que, lorsque la vitesse d'écoulement de l'eau de refroidissement est réduite, en dessous d'environ un mètre par seconde, l'épaisseur de cette pellicule augmente et provoque une corrosion 10 et des piqûres qui sont des sources de fuites, tout en provoquant une résistance accrue par encrassement, qui interrompt un transfert efficace de chaleur.

15 Si, par contre, la vitesse d'écoulement de l'eau de refroidissement augmente, par exemple au-dessus d'environ trois mètres par seconde, les parois des tubes d'eau de refroidissement, qui sont habituellement réalisés en un alliage de cuivre, sont sujets à une érosion qui a pour résultat la formation d'alvéoles. En outre, 20 une augmentation des vitesses d'écoulement provoque des pertes indésirables de puissance de pompage.

25 Bien que de nombreux problèmes associés à des modifications dans la vitesse d'écoulement de l'eau de refroidissement puissent être évités par l'utilisation d'acier inoxydable pour les tubes d'eau de refroidissement, on préfère utiliser à cet effet des alliages comportant du cuivre en raison de leurs propriétés supérieures de transmission de chaleur. De plus, l'acier inoxydable est encore sujet à une corrosion sous tension. Par conséquent, un changement de la matière utilisée pour les tubes n'apporterait pas une solution complète aux problèmes créés par des variations dans la vitesse d'écoulement de l'eau de refroidissement.

30 Un but de la présente invention est d'éliminer, ou tout au moins de réduire au minimum, les problèmes créés par les changements dans la température d'entrée de l'eau de refroidissement dans des appareils de refroidissement d'hydrogène, en minimisant les variations dans la vitesse d'écoulement de l'eau de refroidissement, 35 tout en assurant le refroidissement désiré pour le système à hydrogène.

- 3 -

Les buts précédents et d'autres encore sont atteints, suivant la présente invention, grâce à un système de refroidissement de l'hydrogène qui est utilisé pour le refroidissement d'une génératrice d'électricité, le refroidissement de l'hydrogène étant effectué par transfert de chaleur depuis l'hydrogène quittant la génératrice vers une eau de refroidissement provenant d'une source qui a une température déterminée par des conditions extérieures, ce système comprenant : un échangeur indirect de chaleur, destiné à amener l'eau de refroidissement en communication d'échange de chaleur avec l'hydrogène quittant la génératrice; un premier dispositif d'alimentation d'eau, relié à l'échangeur de chaleur pour y alimenter une eau de refroidissement provenant de la source d'eau; un second dispositif d'alimentation d'eau, relié à l'échangeur de chaleur pour y recycler l'eau de refroidissement qui a quitté cet échangeur de chaleur; des moyens de surveillance de température, connectés pour fournir une indication de la température de l'eau de refroidissement prélevée de la source d'eau; et des moyens de réglage connectés aux moyens de surveillance de température et aux premier et second dispositifs d'alimentation d'eau pour régler la vitesse d'écoulement de l'eau depuis le premier et depuis le second dispositif d'alimentation d'eau de manière à refroidir l'hydrogène jusqu'à une température désirée, tout en entretenant une vitesse d'écoulement constante de l'eau de refroidissement vers l'échangeur de chaleur.

De la sorte, la présente invention permet de maintenir de conditions optimales d'échange de chaleur en réalisant un mélange contrôlé de l'eau de refroidissement prélevée de la source primaire avec l'eau de refroidissement chauffée, dans des proportions réglées pour maintenir à la fois la vitesse de circulation désirée de l'eau de refroidissement à travers l'appareil de refroidissement et la température d'entrée optimale de l'eau de refroidissement, nécessaire pour entretenir la température désirée de l'hydrogène.

La Figure unique est un schéma illustrant un système de réglage du fonctionnement d'un appareil de refroidissement d'hydrogène, suivant la présente invention.

La Figure illustre, sous forme d'un bloc, un appareil de refroidissement d'hydrogène 2 qui est en fait un échangeur de chaleur dans lequel un échange indirect de chaleur est réalisé entre l'hydrogène gazeux et une eau de refroidissement. L'appareil de refroidissement 2 comprend une entrée 4 d'eau de refroidissement, reliée à une source primaire d'eau de refroidissement, qui peut être une masse d'eau naturelle ou une tour de réfrigération. L'appareil de refroidissement 2 comprend en outre une sortie 6 d'eau de refroidissement, permettant le renvoi de l'eau de refroidissement chauffée vers sa source. L'hydrogène est amené à circuler à travers l'appareil de refroidissement 2 depuis l'entrée d'hydrogène 8 jusqu'à une sortie d'hydrogène 10.

Suivant la présente invention, un parcours d'écoulement en dérivation 14 est prévu pour renvoyer une partie choisie de l'eau de refroidissement quittant l'appareil de refroidissement 2 vers l'entrée 4 suivant un parcours qui comprend, dans la forme de réalisation illustrée, une pompe 16 et au moins une vanne 18 de réglage de mélange. En outre, une autre vanne de réglage de mélange 20 est prévue dans le conduit d'admission allant à l'entrée 4, et l'ouverture et la fermeture des vannes 18, 20 sont commandées par des signaux fournis par une unité régulatrice 24.

L'unité régulatrice 24 est à son tour commandée principalement par des signaux de température fournis par un détecteur de températures 30 monté dans le conduit allant à l'entrée 4 d'eau de refroidissement. L'unité régulatrice 24 fonctionne pour régler les vannes 18 et 20 d'une manière coordonnée afin que la vitesse totale de circulation de l'eau de refroidissement à travers l'appareil de refroidissement 2 soit maintenue pratiquement constante, tandis que la température à laquelle l'eau de refroidissement pénètre dans l'appareil de refroidissement d'hydrogène 2 est également maintenue à une valeur constante.

La variable principale utilisée pour commander le fonctionnement du système est la température de l'eau de refroidissement prélevée de la source primaire, température qui est contrôlée par un détecteur de température 30. Si cette température varie depuis

- 5 -

une valeur choisie, ou une gamme choisie, l'une des vannes 18 et 20 sera ouverte et l'autre fermée suivant des quantités coordonnées pour modifier la température de l'eau de refroidissement pénétrant dans l'appareil de refroidissement 2 d'une manière propre à établir 5 la température désirée de l'hydrogène à l'endroit du parcours de sortie 10.

L'ouverture et la fermeture respectives des vannes 18 et 20 doivent être seulement coordonnées, suivant la pression de débit régnant dans chaque conduit d'eau de refroidissement, pour 10 assurer qu'une diminution dans le débit-masse dans un parcours est contrebalancée pratiquement complètement par une augmentation du débit-masse dans l'autre parcours. Le degré auquel les réglages des vannes 18 et 20 varieront en réponse à une déviation dans la température de la source d'eau peut tenir compte de la température de 15 sortie de l'eau de refroidissement à l'endroit de la sortie 6 but pour lequel la sortie d'un détecteur de température 32 est connectée à l'unité régulatrice 24, et peut aussi tenir compte de la température de l'hydrogène à la sortie 10, où la sortie d'un détecteur de température 34 est également connectée à l'unité régulatrice 24.

Si, comme c'est habituellement le cas, il y a une charge constante de chaleur dans l'appareil de refroidissement 2, une température d'entrée et une vitesse d'écoulement constantes de l'eau de refroidissement donneront des températures constantes de sortie de l'eau de refroidissement et de l'hydrogène. Toutefois, 20 si la température de sortie de l'hydrogène devait varier, l'unité régulatrice 24 pourrait agir sur les vannes 18 et 20 en vue de provoquer un changement supplémentaire dans la température de l'eau de refroidissement à l'endroit de l'entrée 4. Si, par contre, la température 25 à la sortie 6 de l'eau de refroidissement devait varier, tandis que la température d'hydrogène à la sortie 10 aurait la valeur désirée, l'unité régulatrice 24 pourrait agir sur les vannes 18 et 20 pour maintenir, à la valeur désirée, la température de l'eau de refroidissement 30 à l'entrée 4.

Un réglage effectif suivant l'invention peut être 35 obtenu en modifiant simplement les vitesses d'écoulement à travers

les vannes 18 et 20 en réponse à un signal d'erreur proportionnel à la déviation existant dans la température de l'eau de refroidissement fournie par la source d'eau, par rapport à la température d'entrée désirée, ou nominale, de l'eau de refroidissement. Ce signal d'erreur 5 pourrait être utilisé pour modifier le réglage des deux vannes sur la base de relations prédéterminées entre le réglage des vannes et la vitesse d'écoulement associée.

L'unité régulatrice 24 n'est pas décrite de façon détaillée car elle peut être construite suivant des principes bien connus 10 en pratique, en se basant sur les considérations mentionnées ci-dessus. Si les vannes 18 et 20 peuvent être progressivement ouvertes et fermées, ou modulées, par des signaux électriques, l'unité régulatrice 24 peut être fabriquée sous forme d'un générateur de fonctions analogiques ou numériques, qui est préprogrammé pour émettre des signaux 15 de commande des vannes sur la base des diverses lectures de température et suivant des équations préalablement choisies.

La présente invention apporte l'avantage d'une augmentation de la flexibilité de fonctionnement d'une conception donnée d'appareil de refroidissement d'hydrogène, en ce sens qu'un 20 système donné d'appareil de refroidissement peut être utilisé en des endroits ayant des températures ambiantes largement variables de l'eau de refroidissement.

L'invention peut être mise en oeuvre dans la réadaptation d'installations existantes, qui ont présenté des problèmes de 25 température de l'eau de refroidissement.

La présente invention réduit sensiblement la corrosion et l'érosion des tubes, qui sont associées aux variations dans la vitesse d'écoulement des eaux de refroidissement, et elle augmente ainsi 30 grandement la durée de service d'installations de ce genre. Comme la suppression des variations de la vitesse d'écoulement de l'eau de refroidissement empêche une dégradation du transfert de chaleur, qui résulterait d'un encrassement accru des tubes, on entretient une efficacité à long terme du transfert de chaleur.

L'invention permet ainsi des avantages économiques 35 importants par augmentation de la vie utile des appareils de refroidis-

- 7 -

sement d'hydrogène et par élimination ainsi d'une source d'arrêt des génératrices.

5 Comme on le comprendra, un système suivant la présente invention devrait être conçu de manière que la température la plus élevée de la source d'eau de refroidissement, qui se présentera au cours d'une année, puisse assurer le refroidissement requis de l'hydrogène.

10

15

20

25

30

35

REVENDICATIONS

1. Système de refroidissement de l'hydrogène qui est utilisé, à son tour, pour le refroidissement d'une génératrice d'électricité, le refroidissement de l'hydrogène se faisant par transfert de chaleur depuis l'hydrogène quittant la génératrice vers une eau de refroidissement d'une source qui a une température déterminée par des conditions extérieures, caractérisé en ce qu'il comprend :
  - 5 un échangeur indirect de chaleur (2), destiné à amener l'eau de refroidissement en communication d'échange de chaleur avec l'hydrogène quittant la génératrice;
  - 10 un premier dispositif d'alimentation d'eau, relié à cet échangeur de chaleur (2) pour y fournir l'eau de refroidissement provenant de la source d'eau;
  - 15 un second dispositif d'alimentation d'eau (16) relié à cet échangeur de chaleur (2) pour y recycler de l'eau de refroidissement qui a quitté l'échangeur de chaleur (2);
  - 20 des moyens de surveillance de température (30, 32, 34) connectés pour fournir une indication de la température de l'eau de refroidissement provenant de la source;
  - 25 et des moyens de réglage (18, 20, 24) reliés aux moyens de surveillance de température (30, 32, 34) et aux premier et second dispositifs d'alimentation d'eau (16, 18, 20) pour régler la vitesse d'écoulement de l'eau provenant de ces premier et second moyens d'alimentation d'eau (16, 18, 20) de manière à refroidir l'hydrogène jusqu'à une température désirée, tout en entretenant une vitesse d'écoulement constante de l'eau de refroidissement vers l'échangeur de chaleur (2).
2. Système suivant la revendication 1, caractérisé en ce que les moyens de réglage comprennent une première vanne réglable (20) disposée de manière à régler la vitesse d'écoulement de l'eau fournie par le premier moyen d'alimentation d'eau susdit, et une seconde vanne réglable (18) disposée pour régler la vitesse d'écoulement de l'eau fournie par le second moyen susdit d'alimentation d'eau.
3. Système suivant la revendication 2, caractérisé en ce que les moyens de réglage (18, 20, 24) sont opérants, lorsque

l'hydrogène quittant l'échangeur de chaleur (2) a une valeur désirée, pour régler les vannes susdites (18, 20) de manière à maintenir, à une valeur constante, la température de l'eau de refroidissement fournie à cet échangeur de chaleur (2).

5                   4. Système suivant la revendication 3, caractérisé en ce que les moyens de surveillance de température susdits (30, 32, 34) sont reliés en outre pour fournir une indication de la température de l'eau de refroidissement quittant l'échangeur de chaleur (2).

10                  5. Système suivant la revendication 4, caractérisé en ce que les moyens susdits de surveillance de température (30, 32, 34) sont en outre connectés pour fournir une indication de la température de l'hydrogène quittant l'échangeur de chaleur (2), et les moyens de réglage susdits (18, 20, 24) sont opérants pour faire varier la température de l'eau de refroidissement alimentée à l'échangeur de chaleur (2) en réponse aux variations de la température de l'hydrogène quittant cet échangeur de chaleur (2), depuis une valeur désirée.

20                  6. Système suivant la revendication 2, caractérisé en ce que les moyens susdits de surveillance de température (30, 32, 34) sont en outre connectés pour fournir une indication de la température de l'eau de refroidissement quittant l'échangeur de chaleur (2).

25                  7. Système suivant la revendication 6, caractérisé en ce que les moyens susdits de surveillance de température (30, 32, 34) sont en outre connectés pour fournir une indication de la température de l'hydrogène quittant l'échangeur de chaleur (2), et les moyens de réglage susdits (18, 20, 24) sont opérants pour faire varier la température de l'eau de refroidissement alimentée à cet échangeur de chaleur (2) en réponse à des variations de la température de l'hydrogène quittant l'échangeur de chaleur (2), depuis une valeur désirée.

30                  8. Système suivant la revendication 2, caractérisé en ce que les moyens susdits de surveillance de température (30, 32, 34) sont en outre connectés pour fournir une indication de la température de l'hydrogène quittant l'échangeur de chaleur (2), et

- 10 -

les moyens de réglage susdits (18, 20, 24) sont opérants pour faire varier la température de l'eau de refroidissement fournie par l'échangeur de chaleur (2) en réponse à des variations de la température de l'hydrogène quittant cet échangeur de chaleur (2), depuis une valeur 5 désirée.

9. Procédé de refroidissement de l'hydrogène qui est utilisé pour refroidir une génératrice d'électricité, caractérisé en ce qu'il comprend :

10 la réalisation d'un échange de chaleur entre l'hydrogène quittant la génératrice et une eau de refroidissement, dans un échangeur de chaleur (2) comportant une entrée (4) et une sortie (6) d'eau de refroidissement;

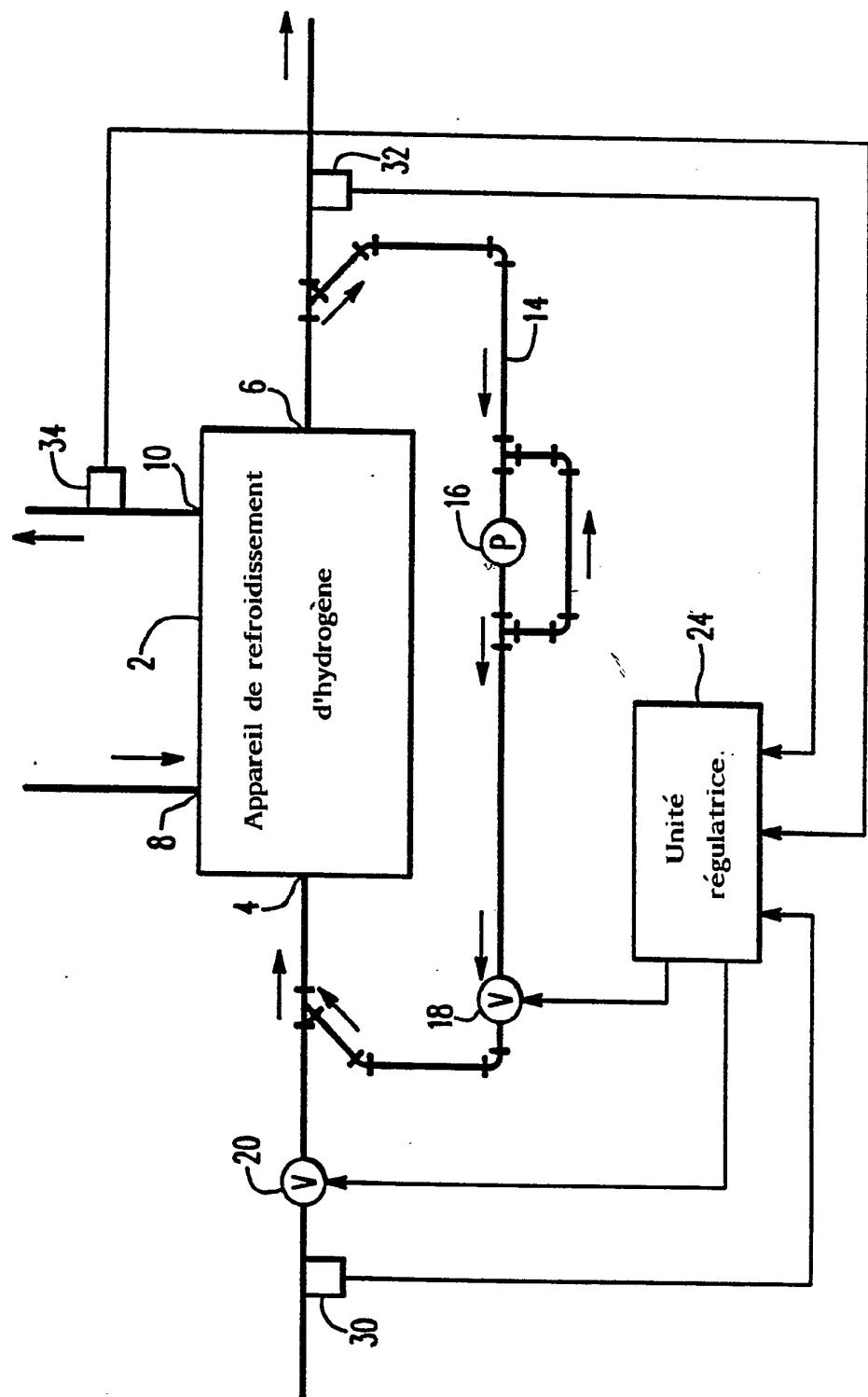
15 la connection de l'entrée d'eau de refroidissement de l'échangeur de chaleur (2) à une source d'eau de refroidissement;

la surveillance (30) de la température de l'eau de refroidissement 20 de la source d'eau;

l'alimentation (16) à l'entrée (4) d'eau de refroidissement de l'échangeur de chaleur (2), d'un mélange d'eau de refroidissement provenant de la source et d'eau de refroidissement quittant la sortie 25 (6) de l'échangeur de chaleur, suivant un rapport de mélange déterminé par la température de l'eau de refroidissement de la source en vue d'entretenir une vitesse d'écoulement pratiquement constante de l'eau de refroidissement vers l'entrée (4) d'eau de refroidissement de l'échangeur de chaleur (2), et une température pratiquement constante de l'hydrogène quittant l'échangeur de chaleur (2).

10. Procédé suivant la revendication 9, caractérisé en ce que la phase susdite de mélange est réalisée pour entretenir une température constante de l'eau de refroidissement à l'entrée (4) d'eau de refroidissement de l'échangeur de chaleur (2), lorsque 30 la température de l'hydrogène quittant l'échangeur de chaleur (2) a une valeur désirée.

- 11 -





RAPPORT DE RECHERCHE

établi en vertu de l'article 21 § 1 et 2  
de la loi belge sur les brevets d'invention  
du 28 mars 1984

Numéro de la demande  
nationale

BE 9200103  
BO 3336

DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS

Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes	Revendication concernée	CLASSEMENT DE LA DEMANDE (Int. Cl.5)		
X	DE-B-1 156 495 (SIEMENS) * le document en entier * ---	1-10	H02K9/10		
Y	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 6, no. 147 (E-123)(1025) 6 Août 1982 & JP-A-57 071 249 ( TOKYO SHIBAURA ) 4 Mai 1982 * abrégé * ---	1-3,8-10			
Y	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 013, no. 298 (E-784) 10 Juillet 1989 & JP-A-10 77 444 ( HITACHI ) 23 Mars 1989 * abrégé * ---	1-3,8-10			
A	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 7, no. 214 (E-199)(1359) 21 Septembre 1983 & JP-A-58 107 043 ( TOKYO SHIBAURA ) 25 Juin 1983 * abrégé * -----	1,9			
			DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHES (Int. Cl.5)		
			H02K		
2					
Date d'achèvement de la recherche		Examinateur			
03 FEVRIER 1993		ZANICHELLI F.			
CATEGORIE DES DOCUMENTS CITES					
X : particulièrement pertinent à lui seul Y : particulièrement pertinent en combinaison avec un autre document de la même catégorie A : arrière-plan technologique O : divulgation non-écrite P : document intercalaire					
T : théorie ou principe à la base de l'invention E : document de brevet antérieur, mais publié à la date de dépôt ou après cette date D : cité dans la demande L : cité pour d'autres raisons ..... & : membre de la même famille, document correspondant					

**ANNEXE AU RAPPORT DE RECHERCHE  
RELATIF A LA DEMANDE DE BREVET BELGE NO.**

BE 9200103  
BO 3336

La présente annexe indique les membres de la famille de brevets relatifs aux documents brevets cités dans le rapport de recherche visé ci-dessus.

Lesdits membres sont contenus au fichier informatique de l'Office européen des brevets à la date du  
Les renseignements fournis sont donnés à titre indicatif et n'engagent pas la responsabilité de l'Office européen des brevets. 03/02/93

Document brevet cité au rapport de recherche	Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
DE-B-1156495		Aucun	