

①9 RÉPUBLIQUE FRANÇAISE
INSTITUT NATIONAL
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE
PARIS

①1 N° de publication :

2 945 232

(à n'utiliser que pour les
commandes de reproduction)

②1 N° d'enregistrement national :

09 02181

⑤1 Int Cl⁸ : B 25 J 19/02 (2006.01)

①2

DEMANDE DE BREVET D'INVENTION

A1

②2 Date de dépôt : 06.05.09.

③0 Priorité :

④3 Date de mise à la disposition du public de la
demande : 12.11.10 Bulletin 10/45.

⑤6 Liste des documents cités dans le rapport de
recherche préliminaire : *Se reporter à la fin du
présent fascicule*

⑥0 Références à d'autres documents nationaux
apparentés :

⑦1 Demandeur(s) : COMMISSARIAT A L'ENERGIE ATO-
MIQUE Etablissement public à caractère industriel et
commercial — FR.

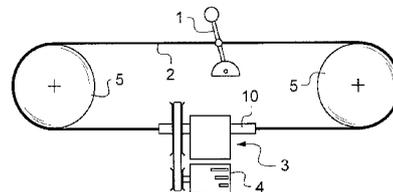
⑦2 Inventeur(s) : GARREC PHILIPPE.

⑦3 Titulaire(s) : COMMISSARIAT A L'ENERGIE ATOMI-
QUE Etablissement public à caractère industriel et com-
mercial.

⑦4 Mandataire(s) : CABINET BOETTCHER.

⑤4 PROCÉDE DE COMPENSATION DE FROTTEMENTS DANS UN DISPOSITIF A RETOUR D'EFFORT EQUIPE
D'UNE TRANSMISSION A CABLE.

⑤7 L'invention est relative à un procédé de compensation
de frottements dans un dispositif à retour d'effort compor-
tant un organe de commande (1) manipulé par un utilisateur
et attelé à un câble (2) tendu actionné par un motoréducteur
(3), lequel comporte les étapes de:
- détecter une variation de flèche du câble occasionnée
par une manipulation de l'organe de commande;
- en réponse à cette détection, commander le motoré-
ducteur pour qu'il développe un effort (Fa) compensant au
moins partiellement les frottements internes (Rsa) du moto-
réducteur s'opposant à un mouvement de l'organe de com-
mande manipulé par l'utilisateur



FR 2 945 232 - A1



L'invention est relative à un procédé de compensation de frottements dans un dispositif à retour d'effort équipé d'une transmission à câble.

ARRIERE-PLAN DE L'INVENTION

5 On connaît des dispositifs à retour d'effort, notamment dans le domaine des orthèses, ou des servomanipulateurs. Dans divers systèmes dans lesquels l'utilisateur manipule un levier de commande pour imposer des mouvements à un bras ou à tout autre dispositif
10 commandé, il est intéressant que l'utilisateur ressente dans le levier des efforts représentatifs des efforts s'exerçant sur le bras commandé. A cet effet, on utilise des dispositifs à retour d'effort qui sont attelés au levier de commande et qui exercent sur ceux-ci un effort
15 représentatif de l'effort subi par le bras commandé.

Dans le domaine particulier des servomanipulateurs commandés par un bras maître manipulé par l'utilisateur, il est connu d'équiper le bras maître d'actionneurs comportant un motoréducteur agissant sur un câble de
20 transmission.

La chaîne d'actionnement constituée par le motoréducteur et la transmission souffre de frottements internes qu'il est difficile de faire descendre en dessous de 5% de l'effort statique maximal de
25 l'actionneur. Ces frottements, notamment dus aux frottements internes du motoréducteur, peuvent perturber les sensations de l'utilisateur, puisqu'ils introduisent des discontinuités dans les mouvements du bras.

Il est connu de mettre en œuvre une compensation des
30 frottements s'opposant à la libre manœuvre du bras consistant à commander le motoréducteur pour qu'il exerce un effort compensant au moins partiellement lesdits frottements, en particulier les frottements internes du motoréducteur. Cependant, cette compensation n'est en
35 général mise en œuvre que lorsqu'il a été détecté que le

câble a effectivement été mis en mouvement et que les parties mobiles du motoréducteur attelées au câble ont été déplacées, ce qui suppose que l'utilisateur a déjà exercé un effort suffisant pour vaincre au moins les frottements internes du motoréducteur.

OBJET DE L'INVENTION

L'invention a pour objet de proposer un procédé pour compenser au moins partiellement les frottements dans un dispositif à retour d'effort à câble, permettant de diminuer les effets de seuil pouvant être ressentis par l'utilisateur.

BREVE DESCRIPTION DE L'INVENTION

A cet effet, on propose un procédé de compensation de frottements dans un dispositif à retour d'effort comportant un organe de commande manipulé par un utilisateur et attelé à un câble tendu actionné par un motoréducteur, lequel comporte les étapes de :

- détecter une variation de flèche du câble occasionnée par une manipulation de l'organe de commande ;
- en réponse à cette détection, commander le motoréducteur pour qu'il développe un effort compensant au moins partiellement les frottements internes du motoréducteur s'opposant à un mouvement de l'organe de commande manipulé par l'utilisateur.

On rappelle ici que le câble présente naturellement une flèche qui résulte du poids du câble, et, si le câble est monté en boucle sur des poulies, des moments de réaction de flexion résultant de la tension nécessaire pour courber le câble autour des poulies. Dans la mesure où la tension du câble est généralement élevée en comparaison de son poids, l'effet des moments de flexion prédomine et donne lieu à déplacements transversaux du câble qui se produisent surtout dans le plan des poulies et qui provoquent la flèche du câble.

Au tout début de la manipulation, lorsque l'organe de commande manipulé par l'utilisateur commence à bouger en entraînant avec lui la partie du câble attelée à l'organe de commande, les parties mobiles du motoréducteur attelées au câble n'ont pas encore eu le temps d'être mises en mouvement en étant entraînées par le câble. Cependant, la portion de câble s'étendant entre l'organe de commande et le motoréducteur (ou entre l'organe de commande et une poulie adjacente sur laquelle le câble est enroulé) subit un allongement ou un raccourcissement qui conduit à une variation de sa flèche.

La détection de cette variation de flèche est utilisée selon l'invention comme signal pour commander le motoréducteur de sorte qu'il développe rapidement une force qui compense au moins partiellement les efforts internes du motoréducteur susceptibles de s'opposer au mouvement de l'organe de commande voulu par l'utilisateur.

Cette compensation intervient alors même que les parties mobiles du motoréducteur n'ont pas encore été mises en mouvement, de sorte l'utilisateur ressent moins, ou plus du tout si la compensation est totale, les effets des frottements internes de l'actionneur, qui ont ainsi pu être compensés à temps. La compensation rend le dispositif à retour d'effort plus fidèle et il est plus agréable à manipuler.

BREVE DESCRIPTION DES FIGURES

L'invention sera mieux comprise à la lumière de la description qui suit des figures des dessins annexés, parmi lesquelles :

- la figure 1 représente de façon schématique un dispositif à retour d'effort à câble selon un mode particulier de réalisation de l'invention ;

- la figure 2 représente de façon schématique les diverses étapes du mouvement d'un dispositif à retour d'effort géré selon l'invention.

DESCRIPTION DETAILLEE DE L'INVENTION

5 La figure 1 représente un dispositif à retour d'effort comportant un organe de commande 1 (par exemple un levier, une poignée, ou encore un segment de bras maître), attelé à un câble 2 qui est actionné par un motoréducteur 3 équipé d'un moteur 4 adapté à déplacer
10 des parties mobiles du motoréducteur qui sont attelées au câble 2, en vue de faire défiler celui-ci dans un sens ou dans l'autre. Le câble 2 est ici monté entre deux poulies 5. Le dispositif comporte deux détecteurs de variation de flèche 6 du câble 2 qui sont disposés à proximité
15 immédiate du câble 2 au niveau de la sortie de la poulie adjacente.

Le fonctionnement du dispositif est maintenant expliqué en relation avec la figure 2 montrant six étapes (référencées de A à F) de la mise en mouvement du
20 dispositif. Sur cette figure les trois éléments de la chaîne d'actionnement sont représentés de façon symbolique. On reconnaît l'organe de commande 1 représenté sous la forme d'une masse soumise à des frottements, le câble 2 représenté schématiquement sous
25 la forme d'un lien s'étendant entre l'organe de commande 1 et les parties mobiles 10 du motoréducteur 3 (notamment le rotor du moteur 4 et tous les éléments entraînés par le moteur), qui sont également représentées sous la forme d'une masse soumise à frottements. Ici, la portion de
30 câble représentée à la figure 2 inclut celle qui, sur la figure 1, s'étend donc entre la poulie de gauche et le levier 1. On supposera que pour les besoins de l'explication, l'organe de commande 1 est, sur la figure 1, poussé de gauche à droite, comme indiqué par la
35 flèche.

Sur chacune des masses a été notée l'état de la vitesse (\dot{x}) et l'état de l'accélération (\ddot{x}) de l'élément concerné.

L'étape A représente le dispositif au repos complet. L'utilisateur ne manipule pas l'organe de commande 1, et le motoréducteur 3 n'est pas activé. La portion du câble s'étendant entre chaque poulie et le levier de commande présente une certaine flèche de repos y , résultant des effets de la gravité et de la flexion imposée au câble par la poulie adjacente.

A l'étape B, l'utilisateur a commencé à manipuler l'organe de commande 1 en appliquant un certain effort F_u sur l'organe de commande 1. Cependant, l'effort F_u reste inférieur à un seuil d'effort de frottement statique R_{su} s'opposant au mouvement de l'organe de commande 1 de sorte que celui-ci ne bouge pas encore.

A l'étape C, l'effort F_u appliqué par l'utilisateur sur l'organe de commande 1 a dépassé le seuil d'effort de frottement statique R_{su} de sorte que l'organe de commande a décollé et se met à bouger. Le frottement résistant diminue alors pour être égal au frottement cinématique, augmenté le cas échéant des frottements visqueux subis par l'organe de commande 1, et est noté R_u .

A l'étape D, l'organe de commande 1 est en mouvement alors que les parties mobiles 10 du motoréducteur 3 ne le sont pas encore. La portion de câble 2 représentée subit ici un allongement Δx qui est égal au déplacement du levier de commande 1 et qui provoque la transmission aux parties mobiles 10 du motoréducteur 3 d'un effort moteur F_m égal à la variation de longueur du câble Δx multiplié par la raideur K ($F_m = K \cdot \Delta x$). Cependant, cet effort moteur F_m est inférieur aux frottements statiques internes R_{sa} du motoréducteur 3 s'opposant au mouvement des parties mobiles 10 de celui-ci, de sorte que les parties mobiles 10 restent immobiles.

Selon l'invention, on détecte une variation de flèche Δy du câble 2 par rapport à sa flèche de repos, cette variation étant provoquée par la variation de longueur du câble. La variation de flèche Δy (ici une diminution de la flèche de repos) est détectée par le détecteur de variation de flèche 6 qui est adapté à délivrer un signal électrique représentatif de la valeur et du sens de la variation de la flèche. Ce signal constitue la détection d'une intention de mouvement de la part de l'utilisateur.

En réponse à cette détection, et comme cela est visible à l'étape E, le moteur 4 du motoréducteur 3 est alimenté pour qu'il exerce très rapidement sur le câble un effort F_a tendant à compenser les frottements statiques internes R_{sa} du motoréducteur. Pour ce faire, on élabore d'une consigne d'effort égale à l'effort de frottement statique interne R_{sa} du motoréducteur 3, auquel on retranchera avantageusement l'effort moteur F_m précité. Ce dernier peut être facilement estimé en mesurant la variation de longueur de la portion de câble concernée. Cette mesure fait par exemple appel à des signaux de capteurs de position des éléments auxquels la portion de câble concernée est attelée.

Ainsi, lorsque le motoréducteur développe un effort F_a égal à cette consigne d'effort, celui-ci ajoute ses effets à l'effort moteur F_m pour compenser les efforts de frottement statiques internes R_{sa} du motoréducteur 3, de sorte que celui-ci n'oppose aucune résistance à la mise en mouvement de ses parties mobiles.

A l'étape F, les parties mobiles 10 du motoréducteur se sont mises en mouvement, de sorte que le frottement R_{sa} s'opposant au mouvement des parties mobiles de l'actionneur est maintenant réduit au frottement cinématique qui est plus faible que le frottement statique, augmenté le cas échéant du frottement visqueux

lié à la vitesse de déplacement des parties mobiles de l'actionneur. Ce frottement est maintenant noté Ra. On veillera alors à ce que l'effort demandé au motoréducteur compense cet effort de frottement.

5 Après l'arrêt du dispositif, la commande de l'actionneur observe de nouveau le signal du détecteur de variation de flèche 6 pour détecter le prochain démarrage.

10 Si bien sûr l'utilisateur manœuvre l'organe de commande 1 dans l'autre sens, la portion du câble illustrée à la figure 2 subira alors un raccourcissement, et donc une augmentation de flèche. On peut de la même façon détecter cette variation de flèche (dont le sens indique le sens du mouvement demandé par l'utilisateur).

15 Alternativement, on peut utiliser le signal d'un deuxième capteur de variation de flèche, disposé pour détecter les variations de flèche d'une autre portion de câble qui se tend quand la première portion de câble s'allonge, et réciproquement.

20 Le ou les détecteurs de variation de flèche 6 peuvent bien sûr être de tout type (optique, magnétique...) En pratique, seul compte sa sensibilité, et non sa précision. Le détecteur de variation de flèche peut être disposé très librement le long du brin du câble, même si

25 la zone au voisinage des poulies est préférable. Il conviendra de traiter le signal du détecteur de sorte à filtrer le bruit du signal causé notamment par des vibrations du dispositif faisant varier la flèche du câble sans que l'utilisateur n'ait manipulé l'organe de

30 commande 1. En pratique, il est avantageux de prendre en compte le signal du détecteur uniquement au-delà d'un seuil de variation de flèche.

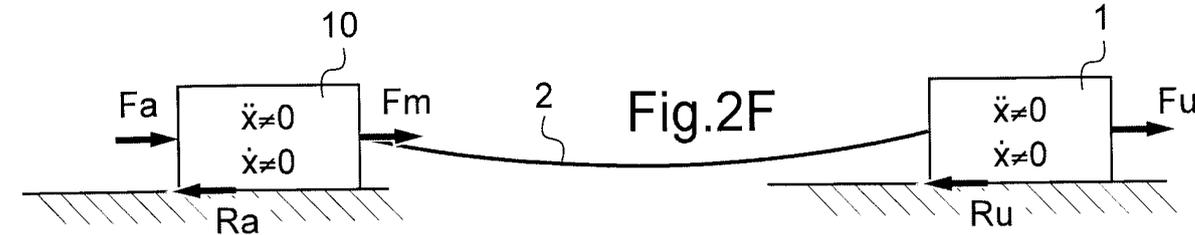
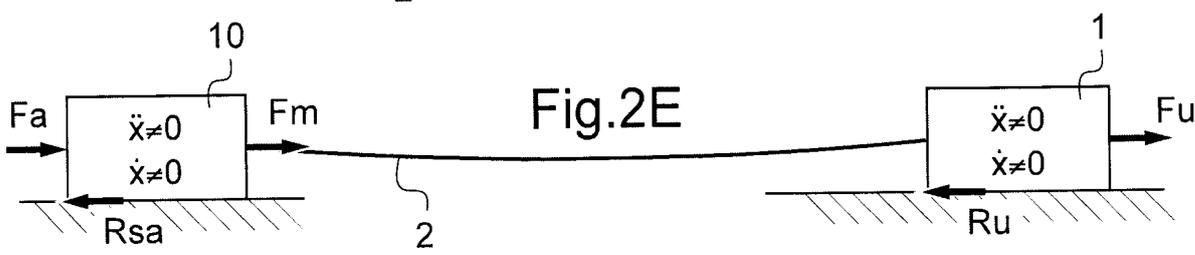
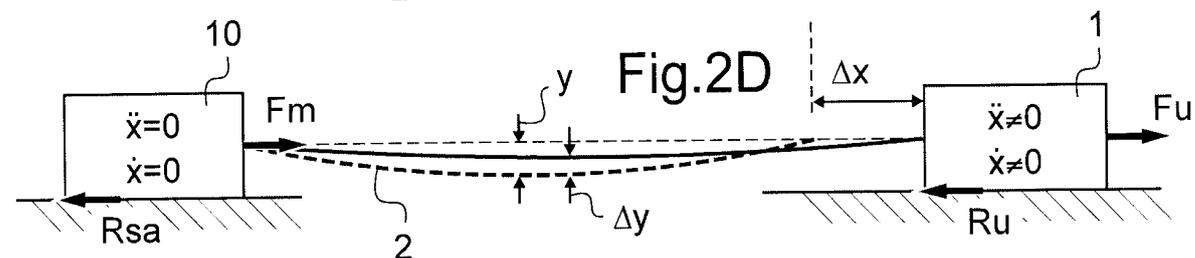
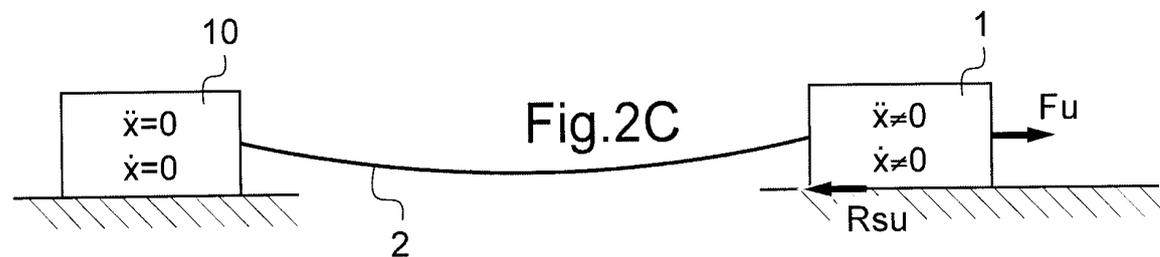
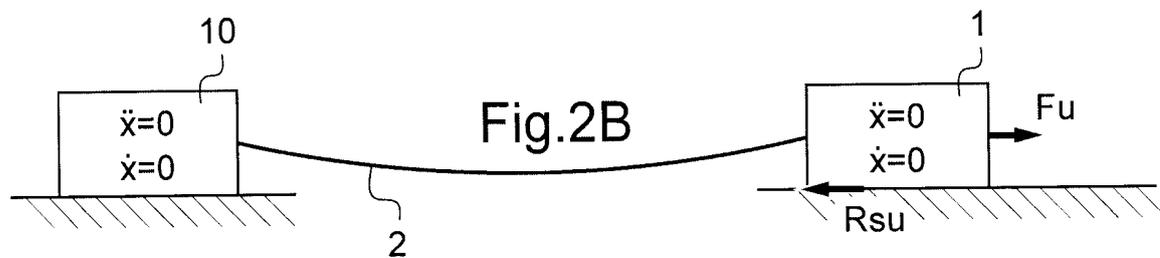
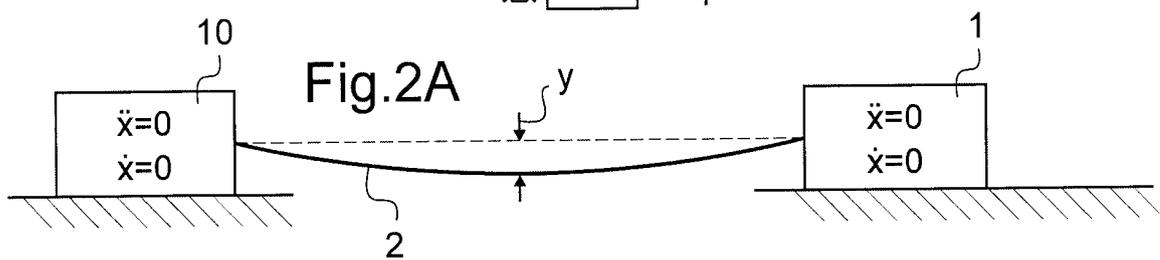
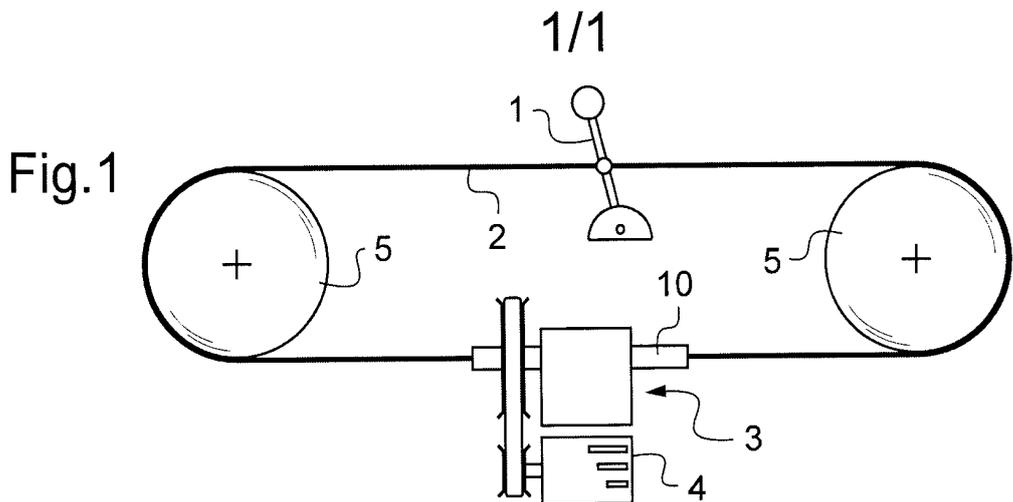
35 Il importe bien évidemment que le temps de réaction du motoréducteur à la détection de la variation de flèche du câble soit très court, compte tenu de la dynamique

rapide du mouvement de l'organe de commande, et notamment de son décollement. Il importe dès lors de disposer d'un asservissement stable, qui nécessite en général un signal de vitesse de qualité élevée. Différentes solutions sont
5 connues pour obtenir un tel signal : dérivation d'un signal d'un capteur de position à haute résolution, intégration du signal d'un accéléromètre.

L'invention n'est pas limitée à ce qui vient d'être décrit, mais englobe au contraire toute variante entrant
10 dans le cadre défini par les revendications.

REVENDEICATIONS

1. Procédé de compensation de frottements dans un dispositif à retour d'effort comportant un organe de commande (1) manipulé par un utilisateur et attelé à un câble (2) tendu actionné par un motoréducteur (3), lequel comporte les étapes de :
- détecter une variation de flèche du câble occasionnée par une manipulation de l'organe de commande ;
 - 10 - en réponse à cette détection, commander le motoréducteur pour qu'il développe un effort (F_a) compensant au moins partiellement les frottements internes (R_{sa}) du motoréducteur s'opposant à un mouvement de l'organe de commande manipulé par l'utilisateur.
- 15 2. Procédé selon la revendication 1, dans lequel la variation de flèche est détectée au moyen d'un détecteur (6) placé à proximité immédiate du câble.
- 20 3. Procédé selon la revendication 1, dans lequel en réponse à la détection de la variation de flèche, une consigne d'effort est élaborée qui est égale au frottement statique interne du motoréducteur diminué de l'effort moteur transmis par le câble.





**RAPPORT DE RECHERCHE
PRÉLIMINAIRE**

N° d'enregistrement
national

établi sur la base des dernières revendications
déposées avant le commencement de la recherche

FA 721853
FR 0902181

DOCUMENTS CONSIDÉRÉS COMME PERTINENTS		Revendication(s) concernée(s)	Classement attribué à l'invention par l'INPI
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes		
A	<p>P. GARREC, J.P. MARTINS, J.P. FRICONNEAU: "Une nouvelle technologie d'orthèse portable" CONFÉRENCE HANDICAP 2004 17 juin 2004 (2004-06-17), 18 juin 2004 (2004-06-18), XP002569233 Paris, France Extrait de l'Internet: URL:http://www-list.cea.fr/fr/publications /docs/si/robotique/fr/handicap_2004_garrec .pdf> [extrait le 2010-02-18] * figures 3,4 * * page 2, colonne de droite, dernière ligne - page 3, alinéa 2 * * page 5, colonne de gauche *</p>	1-3	B25J19/02
A	<p>FR 2 852 265 A1 (COMMISSARIAT ENERGIE ATOMIQUE [FR]) 17 septembre 2004 (2004-09-17) * abrégé; figure 1 * * page 1, ligne 10 - ligne 16 * * page 3, ligne 19 - ligne 26 *</p>	1-3	DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHÉS (IPC)
A	<p>JP 2005 052946 A (RICOH KK) 3 mars 2005 (2005-03-03) * abrégé; figure 1 *</p>	1-3	B25J F16H G05G G06F
A	<p>JP 09 081026 A (SHARP KK) 28 mars 1997 (1997-03-28) * abrégé; figures 1A,1B *</p>	1-3	
A	<p>JP 11 063126 A (MITSUBISHI ELECTRIC BILL TECH) 5 mars 1999 (1999-03-05) * abrégé; figures 1,2 *</p>	1-3	
Date d'achèvement de la recherche		Examineur	
18 février 2010		Lumineau, Stéphane	
CATÉGORIE DES DOCUMENTS CITÉS		T : théorie ou principe à la base de l'invention	
X : particulièrement pertinent à lui seul		E : document de brevet bénéficiant d'une date antérieure	
Y : particulièrement pertinent en combinaison avec un		à la date de dépôt et qui n'a été publié qu'à cette date	
autre document de la même catégorie		de dépôt ou qu'à une date postérieure.	
A : arrière-plan technologique		D : cité dans la demande	
O : divulgation non-écrite		L : cité pour d'autres raisons	
P : document intercalaire		
		& : membre de la même famille, document correspondant	

**ANNEXE AU RAPPORT DE RECHERCHE PRÉLIMINAIRE
RELATIF A LA DEMANDE DE BREVET FRANÇAIS NO. FR 0902181 FA 721853**

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

Les dits membres sont contenus au fichier informatique de l'Office européen des brevets à la date du **18-02-2010**

Les renseignements fournis sont donnés à titre indicatif et n'engagent pas la responsabilité de l'Office européen des brevets, ni de l'Administration française

Document brevet cité au rapport de recherche		Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
FR 2852265	A1	17-09-2004	EP 1603713 A1	14-12-2005
			WO 2004082901 A1	30-09-2004
			US 2006169086 A1	03-08-2006

JP 2005052946	A	03-03-2005	AUCUN	

JP 9081026	A	28-03-1997	AUCUN	

JP 11063126	A	05-03-1999	AUCUN	
