



(11) **EP 1 178 169 A1**

(12) **DEMANDE DE BREVET EUROPEEN**

(43) Date de publication:
06.02.2002 Bulletin 2002/06

(51) Int Cl.7: **E05B 49/00**

(21) Numéro de dépôt: **01402079.6**

(22) Date de dépôt: **01.08.2001**

(84) Etats contractants désignés:
AT BE CH CY DE DK ES FI FR GB GR IE IT LI LU
MC NL PT SE TR
 Etats d'extension désignés:
AL LT LV MK RO SI

(71) Demandeur: **Delphi Technologies, Inc.**
Troy, MI 48007 (US)

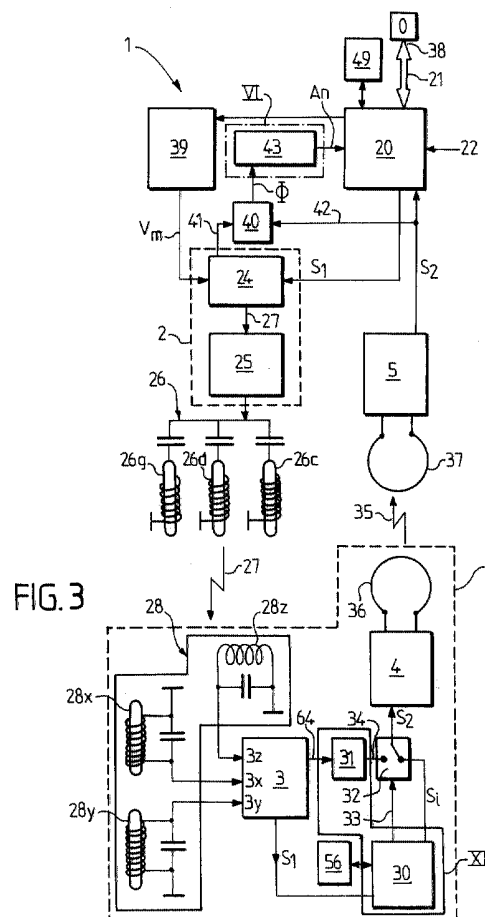
(72) Inventeur: **Lelandais, Guy**
91190 Gif-sur-Yvette (FR)

(30) Priorité: **03.08.2000 FR 0010248**

(74) Mandataire: **Abello, Michel**
Cabinet Peuscet, 78, avenue Raymond Poincaré
75116 Paris (FR)

(54) **Procédé anti-piratage de commande à distance pour véhicule automobile et système pour sa mise en oeuvre**

(57) Ce procédé de commande à distance pour commander un organe (O) d'un véhicule, consistant à établir un dialogue bidirectionnel entre une unité centrale (1) portée par ledit véhicule et un dispositif d'identification (I) destiné à être porté par un utilisateur, ledit dialogue comportant au moins une première communication, d'un premier signal (S_1) émis depuis ladite unité centrale vers ledit dispositif d'identification et une seconde communication, d'un second signal (S_2) émis depuis ledit dispositif d'identification vers ladite unité centrale, est caractérisé par le fait qu'il comporte les étapes consistant en : le déclenchement de ladite première communication; le déclenchement de ladite seconde communication ; l'émission d'un ordre d'activation (38) ; une étape de comparaisons successives de phase, simultanément avec lesdites première et seconde communications, ladite émission d'ordre d'activation étant interdit dès que le résultat desdites comparaisons successives (Φ) remplit un critère prédéterminé.



Description

[0001] La présente invention concerne un procédé de commande à distance d'un organe d'un véhicule automobile, notamment un organe de condamnation de l'accès audit véhicule et/ou un organe de démarrage, et aussi un système de commande pour la mise en oeuvre de ce procédé. Un tel système de commande est par exemple utilisé pour permettre l'accès dit mains libres à un véhicule, et/ou le démarrage dit mains libres dudit véhicule ; « mains libres » signifiant qu'il n'est pas nécessaire d'utiliser une clé pour ces opérations.

[0002] Comme visible à la figure 1, un tel système comporte généralement un dispositif d'identification I destiné à être porté par un utilisateur U et apte à établir un dialogue bidirectionnel à distance et sans fil avec une unité centrale de commande 1 embarquée sur le véhicule V, pour authentifier l'utilisateur et commander des moyens de condamnation/décondamnation des serrures des ouvrants lorsque l'utilisateur a été reconnu authentique. L'initialisation du protocole de communication peut être activée en actionnant la poignée extérieure de porte, pour l'accès mains libres, ou en appuyant sur un bouton de démarrage, dans le mode démarrage mains libres. En variante, cette initialisation peut être déclenchée en actionnant un bouton de commande du dispositif d'identification I.

[0003] Un système couramment proposé consiste à utiliser des ondes porteuses à basse fréquence, de l'ordre de 125 kHz pour la communication depuis le véhicule vers le dispositif d'identification I, et des ondes porteuses à ultra haute fréquence, par exemple de l'ordre de 434 ou 868 MHz, pour la zone Europe, et de 315 ou 902 MHz pour la zone USA, pour la communication depuis le dispositif d'identification I vers le véhicule V. Le dispositif d'identification I doit comporter une pile pour alimenter ses circuits électroniques propres. Pour minimiser la consommation électrique, on peut prévoir, à titre d'exemple, que le dispositif d'identification soit en sommeil pendant 9 ms et en éveil 1 ms, pendant des périodes de 10 ms.

[0004] Comme visible à la figure 1, le dialogue bidirectionnel comprend une première communication d'un premier signal S_1 émis par un premier émetteur 2 de l'unité centrale 1 vers un premier récepteur 3 dudit dispositif d'identification I et une seconde communication d'un second signal S_2 émis par un second émetteur 4 dudit dispositif d'identification I vers un second récepteur 5 de l'unité centrale 1. Ici, le terme de signal est employé pour désigner une séquence, continue ou interrompue, de données.

[0005] La puissance des émetteurs 2 et 4 et l'efficacité des récepteurs 3 et 5 est telle que les première et seconde communications ne peuvent s'opérer que lorsque le dispositif d'identification I est à une distance inférieure ou égale à une distance de communication prédéterminée d_c du véhicule V, généralement de l'ordre de quelques mètres, pour éviter, d'une part, les interférences

avec d'autres sources de signaux de l'environnement, et, d'autre part, pour éviter le fonctionnement du système à une distance telle que l'utilisateur U est trop éloigné du véhicule V pour être conscient des opérations effectuées par ledit système.

[0006] A des fins d'authentification de l'utilisateur, ledit premier signal S_1 comporte des données caractéristiques dudit véhicule pour être reconnues par ledit dispositif d'identification et/ou le second signal S_2 comporte des données caractéristiques dudit dispositif d'identification pour être reconnues par ledit véhicule. Le dialogue bidirectionnel entre le véhicule et le dispositif d'identification peut être crypté, afin d'éviter tout fonctionnement intempestif du système et pour le sécuriser vis à vis des malfaiteurs.

[0007] Toutefois, malgré l'éventuel cryptage, il existe une façon de pirater le système sans connaître lesdites données caractéristiques. Ce procédé de piratage est représenté sur la figure 2. Selon ce procédé, on suppose que l'utilisateur U qui porte le dispositif d'identification I est situé à une distance d_ℓ du véhicule V supérieure à la distance de communication autorisée d_c , par exemple de 10 à 100 m de distance du véhicule. Dans ce cas, un pirate équipé d'un premier boîtier-relais 6 peut s'approcher du véhicule V à une distance d_c' suffisante pour communiquer avec celui-ci, par exemple à une distance de l'ordre de 1 à 5 m. Ce pirate actionne le début de la communication, par exemple en tirant sur la poignée extérieure de portière. Ceci déclenche l'émission dudit premier signal S_1 par le véhicule V vers le boîtier-relais 6. Ce signal S_1 envoyé par le véhicule est reçu par le boîtier-relais 6, qui comprend un récepteur 8 à 125 kHz. Ce récepteur 8 est relié à un émetteur 9 à haute fréquence, de l'ordre de plusieurs MHz. L'émetteur 9 émet, comme représenté par la flèche 10, vers un deuxième boîtier-relais 11, qui est porté par un autre pirate qui suit l'utilisateur U à une distance d_u de l'ordre de quelques mètres. L'échange d'informations entre les deux boîtiers-relais 6 et 11 s'effectuant à très haute fréquence, il est possible d'effectuer cette communication à une distance d_p très grande, de l'ordre de plusieurs dizaines ou centaines de mètres par exemple.

[0008] Le deuxième boîtier-relais 11 comporte un récepteur 12 à la même fréquence que l'émetteur 9 du premier boîtier-relais 6. Le signal 10 ainsi reçu est retransmis à la fréquence de 125 kHz par un émetteur 13 afin d'envoyer un signal 14 vers le dispositif d'identification I qui soit conforme au signal S_1 émis par le véhicule. Le signal 14 étant la répétition du signal authentique S_1 du véhicule, le dispositif d'identification I va le reconnaître et émettre à son tour son signal de réponse S_2 , ledit signal de réponse S_2 étant envoyé à haute fréquence, par exemple à 434 MHz et reçu par un récepteur 15 du deuxième boîtier-relais 11, qui va convertir le signal à 434 MHz en un signal à une fréquence différente, par exemple à 315 MHz. Le signal converti 17 est alors émis par un émetteur 16 vers le premier boîtier-relais 6, cette différence de fréquence étant nécessaire pour que les

différents signaux n'interfèrent pas entre eux. Bien entendu, la fréquence du signal 17 est différente à la fois de la fréquence du signal 10 et du signal S_2 . Ce signal 17 est capté par le premier boîtier-relais 6, qui comporte un récepteur 18 de la même fréquence que l'émetteur 16. Le récepteur 18 est relié à un émetteur 19 qui transforme le signal à 315 MHz en un signal S_2' à 434 MHz, conforme au signal S_2 émis par le dispositif d'identification I, qui est envoyé vers le véhicule V.

[0009] Pour détecter un tel piratage et interrompre la communication, une solution pourrait consister à utiliser des communications ultra-rapides par hyperfréquences. Cependant, un tel système ultra-rapide utilisant des hyperfréquences aurait un surcoût important. Il y a un intérêt économique important à conserver les systèmes existants utilisant les fréquences de l'ordre de 125 kHz.

[0010] Les risques de piratage par le procédé décrit ci-dessus tiennent au fait qu'il peut être mis en oeuvre à l'aide de composants électroniques disponibles de manière courante dans le commerce, dans des équipements vidéo par exemple. Un boîtier-relais conçu avec de tels composants aurait une bande passante limitée, par exemple inférieure à 1 MHz. Le temps de traitement nécessaire entre la réception par le récepteur 8 du boîtier-relais 6 d'une donnée portée par le signal S_1 et l'émission par l'émetteur 9 de cette même donnée dans le signal 10 serait alors de l'ordre d'une microseconde (μs).

[0011] Ainsi, le signal S_2' , reçu par le récepteur 5 dans le cas de la tentative de piratage représentée à la figure 2, présenterait, par rapport au signal S_2 qui aurait été reçu dans le cas d'une utilisation normale dudit système de commande, telle que représentée à la figure 1, un retard de transmission Δt de l'ordre de 4 à 5 μs . Le calcul du retard de transmission Δt généré par le procédé de piratage décrit ci-dessus sera détaillé plus bas. Le retard de transmission Δt est négligeable en comparaison avec les constantes de temps nécessaires pour la transmission normale autorisée. A titre d'exemple, la communication totale peut être de l'ordre de 20 à 40 millisecondes (ms), et la durée totale du fonctionnement du système pour déclencher la décondamnation ou la condamnation des serrures électriques peut être de l'ordre de 100 ms. En revanche, le retard de transmission Δt est de l'ordre de la moitié de la période T_{BF} de l'onde porteuse à basse fréquence à 125 kHz.

[0012] La présente invention a pour but d'éliminer les inconvénients précités et de proposer un procédé et un système de commande à distance pour véhicule automobile permettant d'empêcher un piratage du système, notamment par l'intermédiaire de boîtiers-relais, en prenant en compte le temps de propagation et de traitement du signal entre le véhicule et le dispositif d'identification. Le système de commande proposé peut être réalisé à partir des systèmes existants fonctionnant à une fréquence de 125 kHz.

[0013] Pour cela, l'invention fournit un procédé de commande à distance pour commander un organe d'un

véhicule automobile, notamment un moyen de condamnation de l'accès audit véhicule et/ou un moyen de démarrage dudit véhicule, consistant à établir un dialogue bidirectionnel par voie hertzienne entre une unité centrale portée par ledit véhicule et un dispositif portable d'identification destiné à être porté par un utilisateur, ledit dialogue comportant au moins une première communication, continue ou interrompue, d'un premier signal émis depuis un premier émetteur de ladite unité centrale vers un premier récepteur dudit dispositif d'identification et une seconde communication, continue ou interrompue, d'un second signal émis depuis un second émetteur dudit dispositif d'identification vers un second récepteur de ladite unité centrale, ledit dialogue ne pouvant s'établir que si la distance séparant ladite unité centrale dudit dispositif d'identification est sensiblement inférieure à une distance de communication prédéterminée, ledit procédé étant caractérisé par le fait qu'il comporte les étapes consistant en :

(i) le déclenchement de ladite première communication, ledit premier signal étant porté par une première onde porteuse ;

(ii) le déclenchement de ladite seconde communication, ladite seconde communication se déroulant au moins partiellement pendant que ladite première communication se poursuit, ledit second signal comportant un signal d'identification dudit dispositif d'identification et un signal de phase dit image, représentant la phase de ladite première onde porteuse reçue par ledit dispositif d'identification,

(iii) l'émission d'un ordre d'activation pour activer ledit organe après réception dudit signal d'identification par ladite unité centrale ;

ledit procédé comportant également, simultanément avec lesdites première et seconde communications, une étape de comparaisons successives entre la valeur actuelle de la phase représentée par ledit signal de phase image reçu par ledit second récepteur, et la valeur actuelle de la phase d'un signal de référence, conforme à l'onde porteuse en cours d'émission par ledit premier émetteur retardée d'un retard de référence prédéterminé, nul ou non nul ; la phase représentée par ledit signal de phase image présentant, lors de ladite étape de comparaisons, un retard de transmission par rapport à la phase de ladite onde porteuse en cours d'émission par ledit premier émetteur, ladite émission d'ordre d'activation étant interdite dès que le résultat desdites comparaisons successives remplit un critère d'annulation prédéterminé.

[0014] De préférence, la phase de ladite première onde porteuse subit une modulation aléatoire pendant la durée de son émission.

[0015] Dans ce cas, ladite modulation aléatoire comprend avantageusement l'introduction de sauts de phase dans ladite première onde porteuse à des instants

aléatoires se succédant à des intervalles irréguliers supérieurs ou égaux à une période de modulation prédéterminée.

[0016] Avantageusement, ladite période de modulation est sensiblement supérieure à la période de ladite première onde porteuse ; de préférence de l'ordre de 5 à 10 fois la période de ladite première onde porteuse.

[0017] De préférence, l'amplitude desdits saut de phase est sensiblement fixe.

[0018] De préférence dans ce cas, le rapport entre ladite amplitude et ladite période de modulation est nettement inférieur à la fréquence fondamentale de ladite première onde porteuse, de préférence inférieur à $1/5^e$ de cette fréquence fondamentale.

[0019] De préférence, la phase représentée par ledit signal de phase image présente, par rapport à la phase de ladite onde porteuse, des altérations introduites par le dispositif d'identification en fonction desdits sauts de phase selon un algorithme prédéterminé connu de ladite unité centrale.

[0020] Selon une autre caractéristique de l'invention, ledit retard de transmission étant dépendant du temps nécessaire au trajet dudit premier signal entre ladite unité centrale et ledit dispositif d'identification et du temps nécessaire au trajet dudit second signal entre ledit dispositif d'identification et ladite unité centrale, ledit retard de référence est choisi sensiblement égal à un retard normal prédéterminé, ledit retard normal étant la valeur sensiblement fixe dudit retard de transmission lorsque la distance séparant ladite unité centrale dudit dispositif d'identification est sensiblement inférieure à ladite distance de communication prédéterminée.

[0021] Dans un mode de réalisation particulier de l'invention, ledit critère d'annulation est validé si l'écart entre lesdites deux valeurs de phase comparées dépasse un niveau maximal prédéterminé.

[0022] Dans un autre mode de réalisation particulier de l'invention, l'écart entre lesdites deux valeurs de phase comparées comporte la somme d'une composante dite continue, sensiblement constante sur une durée supérieure à ladite période de modulation, et d'une composante fluctuante sur la durée de ladite période de modulation, ledit critère d'annulation étant validé dès que la valeur absolue de ladite composante continue dépasse un premier seuil prédéterminé.

[0023] De préférence dans ce cas, ledit critère d'annulation est validé dès que l'intégrale de l'amplitude de ladite composante fluctuante sur une durée d'intégration prédéterminée dépasse un second seuil prédéterminé.

[0024] La présente invention fournit également un système pour la mise en oeuvre du procédé décrit ci-dessus, comprenant ladite unité centrale et ledit dispositif portable d'identification, caractérisé par le fait que ladite unité centrale comporte un premier microcontrôleur lié audit organe pour lui délivrer ledit ordre d'activation, ledit premier émetteur radio-fréquence lié audit premier microcontrôleur pour émettre ladite première

onde porteuse et ledit premier signal, ledit second récepteur radio-fréquence pour recevoir ledit second signal, un module comparateur de phase lié audit second récepteur et audit premier émetteur pour effectuer lesdites comparaisons successives, un module de décision lié audit module comparateur de phase pour recevoir le résultat desdites comparaisons et lié audit premier microcontrôleur pour lui délivrer un signal d'annulation de ladite émission d'ordre d'activation dès que ledit critère d'annulation est validé ; ledit dispositif d'identification comportant ledit premier récepteur radio-fréquence pour recevoir ledit premier signal, un second microcontrôleur pour générer ledit signal d'identification, ledit second émetteur radio-fréquence pour émettre ledit second signal, ledit second émetteur étant lié audit premier récepteur pour recevoir ledit signal de phase image et audit second microcontrôleur pour recevoir ledit signal d'identification.

[0025] Avantageusement, ladite unité centrale comporte un générateur de séquence aléatoire de signaux lié audit premier émetteur pour moduler la phase de ladite première onde porteuse au cours de son émission.

[0026] De préférence, ledit générateur de séquence aléatoire de signaux est apte à délivrer de manière périodique audit premier émetteur un signal binaire aléatoire, ledit premier émetteur étant apte à introduire un saut de phase dans ladite première onde porteuse à chaque fois que ledit signal binaire reçu prend une valeur prédéterminée.

[0027] Selon une autre caractéristique de l'invention, ledit dispositif d'identification comporte un démodulateur relié au premier récepteur pour recevoir ladite première onde porteuse et au second microcontrôleur pour lui délivrer ledit signal binaire aléatoire démodulé de ladite première onde porteuse ; ledit second microcontrôleur étant apte à modifier ledit signal de phase image en fonction dudit signal binaire aléatoire.

[0028] De préférence, ledit module de décision comporte un filtre passe-bas dont l'entrée est reliée à la sortie dudit module comparateur de phase et dont la sortie est reliée à un comparateur de signal pour comparer l'écart entre lesdites deux valeurs de phase comparées audit niveau maximal prédéterminé.

[0029] Selon encore une autre caractéristique de l'invention, ledit module de décision comporte un filtre passe-haut dont l'entrée est reliée à la sortie dudit module comparateur de phase pour extraire ladite composante fluctuante dudit résultat des comparaisons et dont la sortie est reliée à un second comparateur, distinct ou non du comparateur de signal, pour comparer ladite composante fluctuante audit second seuil prédéterminé.

[0030] Avantageusement, ledit premier émetteur est apte à émettre ledit premier signal par modulation d'amplitude ou de phase de ladite première onde porteuse.

[0031] L'invention sera mieux comprise, et d'autres buts, détails, caractéristiques et avantages de celle-ci apparaîtront plus clairement au cours de la description

suivante d'un mode de réalisation particulier de l'invention, donné uniquement à titre illustratif et non limitatif, en référence au dessin annexé. Sur ce dessin :

- la figure 1 est un schéma synoptique de fonctionnement d'un procédé de commande à distance selon l'invention en fonctionnement normal ;
- la figure 2 est un schéma synoptique de fonctionnement d'un procédé de commande à distance selon l'invention lors d'une tentative de piratage ;
- la figure 3 est un schéma synoptique d'un système pour la mise en oeuvre du procédé selon l'invention ;
- la figure 4 est un chronogramme représentant schématiquement les signaux comparés dans le système de la figure 3 lors de l'utilisation normale du système et d'une tentative de piratage ;
- la figure 5 est un chronogramme représentant schématiquement les signaux comparés dans le système de la figure 3 lors d'une tentative de piratage après insertion d'un saut de phase dans la première onde porteuse ;
- la figure 6 est une vue détaillée et agrandie du module de décision du système défini par le cadre VI de la figure 3 dans un premier mode de réalisation ;
- la figure 7 est un chronogramme représentant un signal de phase reçu par le module de décision de la figure 6 pour différentes valeurs du retard de transmission entre les signaux comparés ;
- la figure 8 est un chronogramme représentant le signal de phase reçu par le module de décision de la figure 6 pour des valeurs particulières du retard de transmission ;
- la figure 9 est une vue détaillée et agrandie du module de décision de la figure 6 dans un second mode de réalisation ;
- la figure 10 est un chronogramme représentant la partie fluctuante du signal de phase reçu par le module de décision de la figure 9 lors de l'utilisation normale du système ;
- la figure 11 est un chronogramme représentant la même la partie fluctuante de signal de phase qu'à la figure 10 lors d'une tentative de piratage.
- la figure 12 un schéma synoptique d'une variante d'une partie du système de la figure 3 délimitée par le cadre XII ;
- la figure 13 est un chronogramme représentant le signal de phase reçu par le module de décision de la figure 6 lorsque le module de remise en forme de la figure 12 est utilisé .

[0032] Le procédé de commande selon l'invention utilise un dialogue bidirectionnel par voie hertzienne entre une unité centrale 1 portée par un véhicule V pour commander un de ses organes O, visible sur la figure 3, et un dispositif portable d'identification I, destiné à être porté par un utilisateur U dudit véhicule. Le système de commande pour la mise en oeuvre du procédé selon

l'invention comprend l'unité centrale 1 et le dispositif portable d'identification I, qui vont maintenant être décrits en référence à la figure 3.

[0033] L'unité centrale 1 comprend un premier microcontrôleur 20 lié audit organe O, pouvant notamment être un interrupteur de contact ou une serrure de portière, par un réseau de communication 21. Le microcontrôleur 20 est généralement dans un état de semi-sommeil ou d'attente d'un réveil. Lorsque l'utilisateur actionne la poignée extérieure de porte, non représentée, un signal d'activation est envoyé au microcontrôleur 20, comme indiqué par la flèche 22. En réponse, le microcontrôleur envoie un signal d'alimentation général, pour alimenter les différents composants électroniques de l'unité centrale 1. Puis, le microcontrôleur 20 engendre le signal S_1 à communiquer au dispositif d'identification I et l'envoi en entrée d'un générateur à basse fréquence 24 pour moduler en amplitude ou en phase l'onde porteuse à basse fréquence 27 qu'il génère. Le générateur à basse fréquence 24 a une fréquence fondamentale f_0 par exemple de l'ordre de 125 kHz. La sortie du générateur à basse fréquence 24 est reliée à un dispositif amplificateur 25 afin d'amplifier l'onde porteuse 27 portant le signal S_1 . Le premier émetteur 2 comporte ledit générateur à basse fréquence 24 et ledit dispositif amplificateur 25. La sortie du dispositif amplificateur 25 est reliée à des antennes 26 pour émettre vers le dispositif d'identification I l'onde porteuse 27 portant le signal S_1 . Les antennes 26 comportent plusieurs antennes identiques, par exemple trois ou plus, situées en différents points du véhicule V pour permettre l'émission de l'onde 27 dans plusieurs directions autour du véhicule V. De préférence, les antennes 26 comportent une antenne 26g sur la portière du conducteur, une antenne 26d sur la portière avant du passager, et une antenne 26c sur le coffre du véhicule V. Classiquement, chaque antenne 26 comporte une capacité reliée en série à une bobine avec un noyau reliée à la masse.

[0034] L'onde 27 est reçue par des antennes 28 du dispositif d'identification I avec une atténuation dépendant de la distance de propagation. Les antennes 28 comportent chacune un bobinage monté en parallèle avec une capacité dont une borne est reliée à la masse, les bobinages respectifs des trois antennes 28x, 28y et 28z ayant des axes mutuellement orthogonaux afin que l'onde porteuse 27 puisse être détectée quelle que soit sa polarisation et quelle que soit l'orientation du dispositif d'identification I. Les trois antennes 28 sont reliées respectivement à trois entrées 3x, 3y et 3z du récepteur à basse fréquence 3. Celle des antennes 28 qui est la mieux orientée est ainsi à même de produire une amplitude de 2 mV.

[0035] Le dispositif d'identification I comporte un second microcontrôleur 30, le second émetteur 4 et une batterie (non représentée) pour alimenter ses différents éléments, le récepteur à basse fréquence 3 étant de préférence à faible consommation. Le récepteur 3 a une première sortie reliée à un module de remise en forme

31 et une deuxième sortie liée au microcontrôleur 30 pour lui délivrer le premier signal S_1 obtenu par démodulation de l'onde porteuse 27. Le récepteur 3 envoie au module de remise en forme 31 un signal en créneaux 64 reproduisant, sous une forme écrêtée, l'onde porteuse 27 telle qu'il la reçoit, sans démodulation, pour que le module de remise en forme 31 supprime les parasites engendrés au cours de la première communication.

[0036] Dans une variante de réalisation de l'invention qui sera expliquée plus bas, le module de remise en forme 31 est aussi apte à réduire la fréquence du signal en créneaux 34 à une fraction de la fréquence fondamentale f_0 , afin de le rendre apte à être transporté par le second émetteur 4 sur une onde porteuse 35. Le signal en créneaux 34 peut aussi comporter des altérations par rapport aux transitions de l'onde porteuse à basse fréquence 27, introduites selon un algorithme prédéterminé.

[0037] Le signal en créneaux 34 en sortie du module de remise en forme 31 reproduit les transitions de l'onde porteuse à basse fréquence 27 telle qu'émise par l'émetteur 2, éventuellement à une fréquence réduite, éventuellement avec des altérations voulues et sans perturbations parasites. Un interrupteur à bascule à deux entrées 32 est commandé par le second microcontrôleur 30 par un ligne 33 pour générer le second signal S_2 . L'interrupteur à bascule 32 a une première entrée liée au module de remise en forme 31 pour recevoir le signal 34 et une seconde entrée liée au second microcontrôleur 30 pour recevoir un signal d'identification S_i , généré par le second microcontrôleur 30. Selon la position de ladite bascule, le second signal S_2 délivré en sortie dudit interrupteur à bascule 32 au second émetteur 4 est composé alternativement de séquences de données du signal d'identification S_i et de séquences de données reproduisant l'onde porteuse à basse fréquence 27.

[0038] Le second émetteur 4 est à ultra haute fréquence, pour émettre le second signal S_2 par modulation de fréquence d'une onde porteuse 35 de fréquence fondamentale par exemple de l'ordre de 434 MHz. L'onde porteuse 35 est émise via une antenne 36 du second émetteur 4 vers une antenne 37 reliée au second récepteur 5 de l'unité centrale 1. Le récepteur à ultra haute fréquence 5 est apte à démoduler l'onde porteuse 35 qu'il reçoit pour transmettre à sa sortie le signal S_2 au premier microcontrôleur 20. Le microcontrôleur 20 est apte à authentifier le signal d'identification S_i contenu dans le signal S_2 qu'il reçoit, et à émettre un ordre d'activation 38 vers l'organe O après que l'authenticité du signal d'identification S_i a été reconnue.

[0039] En variante, le second signal S_2 peut être émis par modulation d'amplitude de l'onde porteuse 35. Dans ce cas, l'interrupteur à bascule 32 est remplacé par un module de sommation et le signal S_2 est formé par modulation d'amplitude du signal 34 au sein dudit module de sommation (non représenté). Le signal S_2 comporte alors simultanément, et non plus alternativement, le si-

gnal d'identification S_i et le signal 34 reproduisant les transitions de l'onde porteuse à basse fréquence 27.

[0040] De préférence, le second microcontrôleur 30 est lié à une mémoire permanente 56 où sont stockées des données d'identification et de chiffrement caractéristiques dudit dispositif d'identification I, pour utiliser ces données d'identification dans l'authentification du premier signal S_1 et/ou la génération du signal d'identification S_i . Le premier microcontrôleur 20 est aussi lié à une mémoire permanente 49 où sont stockées des données d'identification et de chiffrement caractéristiques dudit véhicule V, afin d'utiliser ces données d'identification dans la génération du premier signal S_1 et/ou l'authentification du signal d'identification S_i .

[0041] Le procédé de commande à distance selon l'invention permet d'assurer une fonction anti-piratage, en permettant de détecter le retard de transmission Δt généré par une tentative de piratage par le procédé décrit précédemment. Pour détecter la présence du retard de transmission Δt , l'unité centrale 1 comporte un module comparateur de phase 40 dont les deux entrées sont liées respectivement au générateur à basse fréquence 24 et au second récepteur 5, et dont la sortie est reliée à un module de décision 43 pour lui délivrer un signal de phase Φ . Le module de décision 43 est relié au microcontrôleur 20 pour lui délivrer un signal d'annulation. Lorsque le signal de phase Φ satisfait un critère d'annulation prédéterminé. Le signal de phase Φ est un signal de tension qui est compris entre une valeur minimale, par exemple égale à $-0,75V$, prise lorsque le déphasage mesuré par le module comparateur de phase 40 est sensiblement nul (modulo 2π) et une valeur maximale, par exemple égale à $+0,75V$, prise lorsque le déphasage mesuré par le module comparateur de phase 40 est sensiblement π (modulo 2π).

[0042] Le calcul du retard de transmission généré par le procédé de piratage décrit ci-dessus va être maintenant effectué en référence aux figures 1 et 2. Lors de l'utilisation normale du système de commande, comme représentée à la figure 1, supposons qu'une transition donnée de l'onde à basse fréquence 27 porteuse du signal S_1 soit émise à l'instant t_1 par l'émetteur 2. Cette transition est reçue par le récepteur 3 à l'instant t_2 , séparé de l'instant t_1 par le temps de propagation de l'onde porteuse à basse fréquence 27 sur la distance séparant le véhicule V du dispositif portable d'identification I, soit sensiblement de d_c/c , où c est la vitesse de la lumière dans l'air, sensiblement égale à $3,0.10^8$ m/s. Cette même transition est représentée par une partie du signal 34 incluse dans le signal S_2 . Le second émetteur 4 à ultra haute fréquence émet cette partie du signal 34 à l'instant t_3 , séparé de l'instant de réception t_2 par un retard de réponse R, dû au temps de traitement du signal par le premier récepteur 3, le module de mise en forme 31 et le second émetteur 4. La partie du signal S_2 représentative de cette même transition de l'onde porteuse à basse fréquence 27 est reçue par le second récepteur 5 à l'instant t_4 ; puis elle est finalement reçue par le

comparateur de phase 40 à l'instant t_B après un retard de réception Q dû à la réception et au traitement du second signal S_2 dans le second récepteur 5. Ainsi, t_B vaut sensiblement : $t_B = t_1 + P + R + Q$, où $P = 2d_c/c$ est le temps de propagation total de l'onde électromagnétique pour faire l'aller-retour entre le véhicule V et le dispositif d'identification I, qui est de l'ordre de 13,2 ns. Les retards Q et R font par exemple de l'ordre de 2 à 10 μs chacun. Ainsi P peut être négligé devant Q et R.

[0043] Lors de l'utilisation du procédé de piratage décrit précédemment, représenté à la figure 2, supposons qu'une transition donnée de l'onde à basse fréquence 27 porteuse du signal S_1 soit émise audit instant t_1 par l'émetteur 2. Cette transition est reçue par le récepteur 8 du premier boîtier-relais 6 à l'instant t_2' , séparé de l'instant t_1 par le temps de propagation de l'onde porteuse à basse fréquence sur la distance d_c séparant le véhicule V du premier boîtier-relais 6. La partie du signal 10 représentative de cette même transition est émise par l'émetteur 9 du premier boîtier-relais 6 à l'instant t_3' , séparé de l'instant t_2' par le temps de réponse Tr du boîtier-relais 6, qui est sensiblement de l'ordre de 1 μs . Cette partie du signal 10 est reçue par le récepteur 12 du deuxième boîtier-relais 11 à l'instant t_4' , séparé de l'instant t_3' par le temps de propagation de l'onde sur la distance d_p séparant les deux boîtiers-relais 6 et 11. Cette partie du signal 10 reçue est convertie dans le deuxième boîtier-relais 11 en une partie du signal 14 représentative de cette même transition et émise par l'émetteur 13 à l'instant t_5' , séparé de l'instant t_4' par le temps de réponse Tr du deuxième boîtier-relais 11, sensiblement égal au temps de réponse du premier boîtier-relais 6.

[0044] Le dispositif d'identification I reçoit ladite partie du signal 14 à l'instant t_6' et répond la partie du signal S_2 représentative de cette même transition à l'instant t_7' , avec le même retard de réponse R que lors de l'utilisation normale du système. Les temps de propagation et de traitement des signaux S_2 , 17 et S_2' constituant la communication du dispositif d'identification I vers le véhicule V sont identiques aux temps mis en jeu lors de la communication du signal S_1 . La partie du signal S_2' représentative de ladite transition de l'onde à basse fréquence émise à l'instant t_1 est reçue par le second récepteur 5 à un instant t_{12}' , et finalement reçue par le module comparateur de phase 40 à l'instant t_B' , sensiblement égal à : $t_B' = t_1 + 2d_c/c + R + Q + 4Tr$. Le temps de propagation total $2d_c/c$ est de l'ordre de 100 à 1000 ns pour une distance d_c comprise entre 15 m et 150 m. On a ainsi montré que le signal représentant la transition émise à t_1 est finalement reçu par le module comparateur de phase 40 avec un retard de transmission $\Delta t = t_B' - t_B$ de l'ordre de 4 à 5 μs dans le cas d'une tentative de piratage avec des boîtiers-relais par rapport au cas d'utilisation normale du système. La majeure partie dudit retard de transmission Δt est due au temps de réponse Tr des boîtiers-relais.

[0045] Dans une forme de réalisation préférée de l'invention, le générateur à basse fréquence 24 est apte à

retarder le signal 41 transmis au module comparateur de phase 40 d'un retard opérationnel Dr par rapport à l'onde porteuse 27. Le retard opérationnel Dr est choisi sensiblement égal à la somme du retard de réponse R du dispositif d'identification I et du retard de réception Q. La transition de l'onde porteuse 27 émise à l'instant t_1 est ainsi reçue par le module comparateur de phase 40 dans le signal 41 à l'instant $t_A = t_1 + Dr \approx t_B$. Le signal retardé 41 sert de signal de référence dans le module comparateur de phase 40. Le signal 42 reçu par le module comparateur de phase 40 comporte le signal 34 représentatif de l'onde porteuse 27. Ce signal 42 présente pour sa part, à la réception par le comparateur de phase 40, un retard $(t_B - t_1)$ par rapport à l'onde porteuse 27 générée par le générateur basse fréquence 24.

[0046] Le fonctionnement de la détection d'une tentative de piratage par le système selon l'invention va maintenant être décrit en référence aux figures 4 à 13. A la figure 4, on a représenté, sur une période T_{BF} donnée, le signal 41 conforme à l'onde porteuse à basse fréquence 27 et retardé du retard opérationnel Dr par rapport à elle. La courbe 44 représente la phase de ce signal variant sur l'intervalle $[0, 2\pi]$. Le signal 41 est représenté comme un signal sinusoïdal par souci de clarté, mais en pratique, il peut être échantillonné de manière à être sensiblement un signal en créneaux dont les transitions correspondent aux passages par la valeur nulle du signal sinusoïdal représenté.

[0047] En cas d'utilisation normale du système selon l'invention, à un instant t_0 donné, la phase du signal 41 en entrée du comparateur de phase 40 est représentée par le point A, et la phase du signal 42 est représentée par le point B. Le déphasage ϕ_B entre les signaux 41 et 42 comparés par le comparateur de phase 40 est $\phi_B = 2\pi(t_B - t_A)/T_{BF}$, qui est de l'ordre de 0,01 radians. En d'autres termes, le déphasage mesuré par le comparateur de phase 40 est sensiblement nul dans ce cas. En revanche, en cas de tentative de piratage à l'aide de boîtiers-relais, la phase du signal 41 est inchangée, mais la phase du signal 42 au même instant t_0 donné est représentée par le point B'. Le déphasage mesuré est alors $\phi_B' = 2\pi(t_B' - t_A)/T_{BF}$, soit $\phi_B' = 2\pi\Delta t/T_{BF}$, qui est sensiblement supérieur à π radians.

[0048] Comme le véhicule et le porteur du dispositif d'identification I ne peuvent pas se déplacer d'une distance significative par rapport à la longueur d'onde de l'onde 27 au cours dudit dialogue, dont la durée totale est sensiblement une fraction de seconde, le retard de transmission Δt est sensiblement constant pendant toute cette durée. Ainsi, le déphasage ϕ_B' proportionnel au retard de transmission Δt est sensiblement constant pendant toute la durée dudit dialogue.

[0049] Avec la simple mesure de déphasage décrite ci-dessus, une tentative de piratage à l'aide de boîtiers-relais ne pourrait pas être toujours détectée. En effet, dans le cas où le retard de transmission Δt est égal à un nombre entier N supérieur ou égal à 1 de périodes T_{BF} , en référence à nouveau à la figure 4, la phase du

signal 41 représentée par le point A est inchangée, mais la phase du signal 42 au même instant donné est représentée dans ce cas par le point B". Le déphasage mesuré est alors sensiblement $\phi_B'' = 2N\pi$; par conséquent, le signal de phase Φ est sensiblement minimal. Dans l'exemple représenté à la figure 4, le nombre entier N vaut 1. Pour aussi détecter une tentative de piratage avec un tel retard de transmission Δt bien choisi, le procédé et le système selon l'invention utilisent une modulation aléatoire de la phase de l'onde porteuse 27.

[0050] Le système de commande selon l'invention comporte à cet effet, dans l'unité centrale 1, un générateur de séquences de signaux aléatoires 39 commandé par le microcontrôleur 20 et relié en sortie au générateur à basse fréquence 24 pour moduler aléatoirement la phase de l'onde porteuse 27 générée. De préférence, la modulation de phase de l'onde porteuse 27 est effectuée de la manière suivante : le générateur de séquences de signaux aléatoires 39 délivre périodiquement avec une période de modulation T_m , un bit de modulation b_m valant 0 ou 1. L'émission des bits de modulation b_m est commandée par des signaux d'horloge délivrés au générateur de séquences de signaux aléatoires 39 par le microcontrôleur 20, qui comporte une horloge (non représentée). Les bits de modulation b_m sont transmis au générateur à basse fréquence 24 par un signal de tension V_m qui peut prendre une valeur haute h et une valeur basse ℓ . Le signal de tension V_m effectue une transition entre ses deux valeurs h et ℓ à chaque fois qu'un bit de valeur 1 est émis, et garde une valeur constante entre temps.

[0051] Si la valeur du bit de modulation b_m reçu par le générateur à basse fréquence 24 est 0, l'onde porteuse 27 générée est inchangée ; si la valeur du bit de modulation b_m reçu par le générateur à basse fréquence 24 est 1, le générateur à basse fréquence 24 fait instantanément subir un saut de phase d'amplitude $\delta\phi$ à l'onde porteuse 27. Les sauts de phase générés par le générateur 24 sont alternativement une avance de phase et un retard de phase. Le signal 41 délivré par le générateur 24 au comparateur de phase 40 reste bien sûr toujours conforme à l'onde porteuse 27, en suivant ses sauts de phase.

[0052] En référence à nouveau à la figure 4, supposons que le retard de transmission Δt est tel que le déphasage mesuré ϕ_B'' est sensiblement égal à 2π audit instant t_0 donné. Après l'écoulement d'une ou plusieurs période de modulation T_m , un premier saut de phase $\delta\phi$ a forcément été inséré dans l'onde porteuse 27. En effet, le cas contraire indiquerait que le générateur de signaux aléatoires 39 ne génère que des 0, ce qui est exclu. L'insertion du premier saut de phase dans l'onde porteuse 27 a pour effet de transformer subitement la courbe 41 en la courbe 41' esquissée à la figure 4, comme représenté par la flèche 51. Dans cet exemple, le premier saut de phase est un retard de phase d'amplitude $\delta\phi$ égale à $\pi/2$.

[0053] Sur la figure 5, on a représenté le signal 41'

dans lequel le saut de phase a été répercuté, ainsi que sa phase 44', et le signal 42 dans lequel, à cause du retard sensiblement égal à un nombre entier supérieur ou égal à 1 de périodes T_{BF} qu'il présente par rapport au signal 41, le saut de phase n'a encore été répercuté, ainsi que sa phase 50. Entre l'insertion du premier saut de phase et l'insertion du saut de phase suivant, dont la date est par définition aléatoire, le comparateur de phase 40 compare la phase 44 à la phase 50 retardée de T_{BF} . Ainsi, le déphasage mesuré par le module comparateur 40 devient, comme représenté à la figure 5, sensiblement égal à $\delta\phi$. Après l'écoulement d'une période de modulation T_m supplémentaire, soit le bit de modulation généré sera un 0 et l'onde porteuse 27 restera continue, soit le bit de modulation b_m généré sera un 1 et l'onde porteuse 27 subira une avance de phase d'amplitude égale à $\delta\phi$. A cause de la succession imprédictible des sauts de phase $\delta\phi$ de la porteuse 27, il n'est alors plus possible de choisir le retard de transmission Δt de manière à produire un déphasage mesuré ϕ_B'' qui reste durablement nul.

[0054] A cause de la modulation aléatoire de phase de l'onde porteuse 27 décrite ci-dessus, le signal de phase Φ en sortie du comparateur de phase 40 présente, en superposition une composante continue Φ_c et une composante fluctuante Φ_f dont l'amplitude est celle du saut de phase $\delta\phi$. La modulation aléatoire de phase de l'onde porteuse 27 a pour conséquence d'étaler en fréquence le signal S_1 . Plus précisément, l'onde porteuse 27 de fréquence fondamentale f_0 a, après modulation en fréquence, un spectre étalé sensiblement dans la plage $[f_0 - \delta\phi/(2\pi T_m), f_0 + \delta\phi/(2\pi T_m)]$. Le choix du saut de phase $\delta\phi$ et de la période de modulation T_m doit donc être fait avec le souci de respecter la réglementation sur la largeur spectrale des signaux émis dans l'environnement. Pour diminuer l'étalement en fréquence, on peut allonger la période de modulation T_m ou diminuer l'amplitude du saut de phase $\delta\phi$. La période de modulation T_m est donc choisie supérieure ou égale à la période du signal à basse fréquence T_{BF} . De préférence, la période de modulation T_m est de l'ordre de 5 à 10 fois T_{BF} , soit 40 à 80 μs . Ainsi, comme dans l'exemple représenté à la figure 11, la période de modulation T_m est de préférence plus longue que le retard de transmission Δt . La fréquence typique f_f des fluctuations du signal de phase fluctuant Φ_f est donc de l'ordre de $1/\Delta t$, soit par exemple quelques dizaines de kilohertz (kHz).

[0055] Le signal de phase Φ en sortie du module comparateur de phase 40 est envoyé à un module de décision 43 apte à détecter la présence d'un déphasage significatif entre les signaux 41 et 42.

[0056] Dans un premier mode de réalisation, visible à la figure 6, le module de décision 43 comporte un filtre passe-bas 65, de fréquence de coupure f_c par exemple sensiblement égale à 100 kHz afin de supprimer le bruit, relié en série à un comparateur de signal 66 avec un niveau maximal prédéterminé E . Le comparateur de signal 66 est apte à délivrer au microcontrôleur 20 le si-

gnal d'annulation A_n lorsque la valeur du signal de phase Φ est supérieure au niveau maximal E .

[0057] Aux figures 7 et 8, on a représenté l'évolution du signal de phase Φ reçu par le comparateur de signal 66 en fonction du temps, autour de l'émission d'un bit de modulation b_m de valeur 1, matérialisé par la transition effectuée à l'instant $t_1=100\mu s$ par le signal de tension V_m , représenté par la courbe 73. A chaque émission d'un bit de modulation b_m de valeur 1, le saut de phase correspondant, d'amplitude $\delta\phi$ choisie égale à π dans cet exemple, est répercuté sur le signal de référence 41 avec le retard opérationnel D_r et sur le signal 42 avec le retard $\Delta t+Q+R$. Ainsi, le signal de phase Φ présente à partir de l'instant t_1+D_r un créneau de largeur temporelle sensiblement égale au retard de transmission Δt . A cause du filtre passe-bas 65, ce créneau est arrondi.

[0058] La courbe 67 représente le signal de phase Φ pour un retard de transmission $\Delta t=0,2\mu s$, c'est-à-dire typique d'une utilisation normale du système. On constate que le signal de phase Φ est sensiblement constant, de valeur sensiblement égale à $-0,75V$. Une oscillation 68 marque l'emplacement du créneau correspondant au saut de phase introduit à t_1 . L'oscillation 68 est d'amplitude très faible car elle est très atténuée par le filtre passe-bas 65. La courbe 69 représente le signal de phase Φ pour un retard de transmission $\Delta t=2\mu s$. Dans ce cas, les signaux 41 et 42 comparés sont en quadrature. On constate que le signal de phase Φ oscille faiblement autour d'une valeur sensiblement égale à $0V$. L'oscillation 70 marque le saut de phase introduit à t_1 . La courbe 71 représente le signal de phase Φ pour un retard de transmission $\Delta t=4\mu s$. Dans ce cas, les signaux 41 et 42 comparés sont en opposition de phase. On constate que le signal de phase Φ oscille faiblement autour d'une valeur sensiblement égale à $+0,75V$. L'oscillation 72, de plus grande amplitude que les précédentes car moins atténuée par le filtre 65, marque le saut de phase introduit à t_1 . Avec ces trois exemples, on constate que le choix d'un seuil E sensiblement égal à $-0,5V$ permet de détecter un retard de transmission supérieur ou égal à $2\mu s$. Dans ces exemples, c'est la valeur moyenne du signal de phase Φ qui permet la détection et les sauts de phases ne sont pas exploités.

[0059] A la figure 8, on a représenté le signal de phase Φ lorsque le retard de transmission Δt est un nombre entier de périodes T_{BF} . Pour la courbe 74, le retard de transmission est $\Delta t=8\mu s=T_{BF}$. Dans ce cas, on constate que le signal de phase Φ est en moyenne sensiblement égal à $-0,75V$, mais qu'il présente une large oscillation correspondant au saut de phase introduit à t_1 . Cette oscillation, dont la largeur temporelle est $8\mu s$, n'est pas atténuée par le filtre 65, de sorte que le signal de phase Φ franchit momentanément le seuil $E=-0,5V$. Les courbes 75, 76 et 77 représentent le signal de phase Φ dans le cas d'un retard de transmission Δt égal à respectivement 2, 4 et 8 T_{BF} . On constate que l'oscillation correspondant au saut de phase introduit à t_1 double de lar-

geur d'une courbe à l'autre et que sa valeur maximale s'approche de $0,75V$. Ainsi, les quatre exemples de la figure 8 montrent que le seuil $E=-0,5V$ permet aussi de détecter tout retard de transmission Δt sensiblement égal à un nombre entier N supérieur ou égal à 1 de périodes T_{BF} .

[0060] Aux figures 7 et 8, le signal de phase Φ est représenté comme produit par un système analogique, mais il est bien entendu qu'un système de traitement numérique peut être utilisé pour obtenir un résultat équivalent.

[0061] Dans un second mode de réalisation, visible à la figure 9, le module de décision 43 comporte deux branches. Une première branche comporte un filtre passe-bas 45 pour lisser le signal de phase Φ . La fréquence de coupure f_1 du filtre passe-bas 45 est, par exemple, inférieure à 1 kHz , pour que le signal en sortie du filtre passe-bas 45 soit un signal de phase dit continu Φ_c , qui ne fluctue pas sur une durée très grande devant la période T_{BF} de l'onde porteuse à basse fréquence 27. Le signal de phase continu Φ_c est envoyé à un premier comparateur de signal 46 avec un seuil prédéterminé e , dit seuil continu. L'élément comparateur de signal 46 est apte à délivrer un signal caractéristique 47 lorsque la valeur du signal de phase continu Φ_c est supérieure ou égale au seuil continu e , et à ne délivrer aucun signal lorsque la valeur du signal de phase continu Φ_c est inférieure au seuil continu e .

[0062] Dans le second mode de réalisation, le module de décision 43 comporte, en parallèle avec la première branche, une deuxième branche avec un filtre passe-haut 52 pour détecter le signal de phase fluctuant Φ_f . La fréquence de coupure f_2 du filtre passe-haut 52 est, par exemple, inférieure à 10 kHz , pour sélectionner la composante fluctuante Φ_f et éliminer la composante continue Φ_c . Le filtre passe-haut 52 est relié en sortie à un amplificateur 53 pour amplifier le signal de phase fluctuant Φ_f , puis à un deuxième élément comparateur de signal 54, apte à délivrer un signal caractéristique 57 lorsque la valeur absolue du signal de phase fluctuant Φ_f est supérieure ou égale à un seuil de fluctuation ϵ , et à ne délivrer aucun signal lorsque la valeur absolue du signal de phase fluctuant Φ_f est inférieure au seuil de fluctuation ϵ . Pour être sensible simultanément à l'existence du signal de phase continu Φ_c et du signal de phase fluctuant Φ_f , le module de décision 43 comporte une porte logique OU non exclusive 55, reliée en entrée aux deux éléments comparateurs de signal 46 et 54, et apte à délivrer en sortie le signal d'annulation A_n au microcontrôleur 20 lorsqu'elle reçoit le signal caractéristique 47 et/ou le signal caractéristique 57.

[0063] A la figure 10, la courbe 60 représente l'évolution de la valeur absolue de la composante fluctuante Φ_f en fonction du temps sur plusieurs période de modulation T_m , lors de l'utilisation normale du système. A chaque émission d'un bit de modulation b_m de valeur 1, le saut de phase correspondant est répercuté sur le signal de référence 41 avec le retard opérationnel D_r et sur le

signal 42 avec le retard $P+Q+R$. Ainsi, le signal de phase fluctuant Φ_f présente une succession de créneaux 61 de largeur temporelle sensiblement égale au temps de propagation P , soit quelques nanosecondes.

[0064] A la figure 11, la courbe 62 représente l'évolution de la valeur absolue de la composante fluctuante Φ_f en fonction du temps sur plusieurs période de modulation T_m , lors d'une tentative de piratage par des boîtiers-relais. Dans ce cas, chaque saut de phase est répercuté sur le signal 42 avec le retard $\Delta t+Q+R$. Ainsi, le signal de phase fluctuant Φ_f présente dans ce cas une succession de créneaux 63 de largeur temporelle sensiblement égale au retard de transmission Δt , soit de l'ordre de quelques microsecondes.

[0065] Comme représenté à la figure 10, lors de l'utilisation normale du système selon l'invention dans le second mode de réalisation, une composante fluctuante Φ_f non nulle est aussi observée, mais elle présente un temps caractéristique très court, de l'ordre de quelques nanosecondes. L'intégrale de la composante fluctuante Φ_f sur une période de modulation T_m a donc une valeur inférieure d'un facteur au moins 100 dans le cas d'utilisation normale du système par rapport au cas d'une tentative de piratage. Pour éviter l'émission du signal d'annulation An en réponse à cette fluctuation de très court temps caractéristique, et pour limiter la sensibilité au bruit du système selon l'invention, le deuxième élément comparateur de signal 54 est, de préférence, apte à intégrer le signal de phase fluctuant Φ_f sur une durée d'intégration T_i plus longue que la période de modulation T_m et à effectuer la comparaison dudit signal de phase fluctuant Φ_f avec le seuil de fluctuation ε après cette intégration. Par exemple, la durée d'intégration T_i est de l'ordre de 50 à 100 fois T_m . La durée d'intégration T_i est bien sûr inférieure à la durée totale du dialogue bidirectionnel.

[0066] Ainsi, pour récapituler, le module de décision 43 du second mode de réalisation est apte à délivrer le signal d'annulation An en cas de tentative de piratage à l'aide de boîtiers-relais, à l'exclusion du cas d'utilisation normale du système selon l'invention, de deux manières complémentaires :

- soit en détectant une composante continue Φ_c supérieure au seuil continu $\underline{e}$, lorsque le retard de transmission Δt est sensiblement différent d'un nombre entier N supérieur ou égal à 1 de périodes T_{BF} ;
- soit en détectant une composante fluctuante Φ_f d'amplitude intégrée supérieure au seuil de fluctuation ε , notamment lorsque le retard de transmission Δt est sensiblement égal à un nombre entier N supérieur ou égal à 1 de périodes T_{BF} .

[0067] En variante, avec le second mode de réalisation du module de décision 43, le retard opérationnel Dr peut être choisi nul, pour limiter le coût du système par exemple. Dans ce cas, le signal de phase continu Φ_c a

une valeur de référence ϕ_0 non nulle sensiblement égale à $\phi_0=2\pi (R+Q)/T_{BF}$ lors de l'utilisation normale du système. Le seuil continu $\underline{e}$ du premier comparateur de signal 46 est alors choisi supérieur à la valeur de référence ϕ_0 . Dans ce cas, le signal de phase fluctuant Φ_f , lors de l'utilisation normale et d'une tentative de piratage, a un temps caractéristique de fluctuation allongé sensiblement de $R+Q$. Le deuxième élément comparateur 54 est alors conçu pour discriminer l'un de l'autre le signal en créneaux de largeur typique $R+Q+P$, obtenu en utilisation normale, du signal en créneaux de largeur typique $R+Q+\Delta t$, qui serait obtenu lors d'une tentative de piratage. Dans cette variante, la période de modulation T_m est choisie supérieure au retard $R+Q$.

[0068] Le microcontrôleur 20 est apte à inactiver l'émission de l'ordre d'activation 38 dès qu'il reçoit le signal d'annulation An . Par exemple, le microcontrôleur 20 est apte à interrompre le protocole de communication en cours avant que les données du signal S_i nécessaires à l'émission de l'ordre 38 n'aient été reçues par l'unité centrale 1 et/ou à interdire l'émission de l'ordre 38 pendant une durée d'interdiction déterminée à partir de la réception du signal d'annulation An .

[0069] Dans une variante de réalisation du dispositif d'identification I, le module de remise en forme 31 est relié au second microcontrôleur 30, comme visible à la figure 12. Dans cette variante, le signal en créneaux 64 est envoyé à un démodulateur 87 dans le module de remise en forme 31 pour récupérer les bits de modulation b_m . Le démodulateur 87 comporte un module récupérateur d'horloge 79 pour récupérer un signal 83 conforme à l'onde porteuse 27 à 125kHz et une porte OU exclusif 80. Le signal 83 et le signal en créneaux 64 sont envoyés en entrée de la porte OU exclusif 80, pour former en sortie un signal en créneaux 81 représentant la séquence de bits de modulation b_m ayant servi à moduler l'onde 27 à son émission.

[0070] Le second microcontrôleur 30 est apte à utiliser le signal 81 pour générer, selon un algorithme prédéterminé et connu de l'unité centrale 1, un signal d'altération 82 pour altérer le signal en créneaux 64. Le signal d'altération 82 est envoyé en entrée d'une seconde porte OU exclusif 88 du module de remise en forme 31. A la seconde entrée de la seconde porte OU exclusif 88 est envoyé un signal en créneaux 64', qui est produit par un diviseur de fréquence 78 du module de remise en forme 31. Le signal en créneaux 64' représente les transitions du signal en créneaux 64 à une fréquence f_0' égale à une fraction de la fréquence fondamentale f_0 . Le diviseur de fréquence 78 permet de limiter la bande passante nécessaire pour le transport du signal 34 vers l'unité centrale 1. Le signal de phase 34 est finalement obtenu en sortie de la seconde porte OU exclusif 88.

[0071] Dans cette variante de réalisation, le signal 34 représente les transitions de l'onde porteuse 27 avec ses sauts de phase introduits par le générateur 24, à une fréquence éventuellement réduite, et moyennant les altérations introduites par le second microcontrôleur

30. Par exemple, le second microcontrôleur 30 peut, à l'aide du signal d'altération 82, inverser pendant une durée déterminée la phase du signal 34 par rapport à celle du signal 64.

[0072] Ainsi, à la figure 13, on a représenté en fonction du temps le signal de phase Φ en entrée du module comparateur 66 pendant une durée de plusieurs périodes de modulation T_m . La courbe 84 représente le signal de tension V_m correspondant à une séquence aléatoire de bits de modulation b_m . Lors du fonctionnement normal du système de commande, le signal de phase Φ est conforme à celui représenté par la courbe 85 et présente une oscillation de faible amplitude à la suite de chaque émission d'un bit de modulation de valeur 1, comme précédemment expliqué. Dans la variante de réalisation décrite ci-dessus, le second microcontrôleur 30 peut introduire une inversion de phase dans le signal 34 à l'instant t_i , ce qui provoque une opposition de phase entre les signaux 41 et 42 comparés par le comparateur de phase 40. Le signal de phase Φ prend alors une valeur maximale, comme représenté par la courbe 86, jusqu'à ce que le second microcontrôleur 30 introduise une deuxième inversion de phase qui fera revenir le signal de phase Φ à sa valeur minimale. Dans cette variante, le module de décision 43 est apte à reconnaître les altérations introduites par le microcontrôleur 20 selon un algorithme prédéterminé et en fonction de la séquence de bits b_m reçue, afin de ne pas déclencher le signal d'annulation A_n lorsqu'une telle altération provoque le franchissement momentané du seuil E par le signal de phase Φ . L'introduction par le second microcontrôleur 30 d'altérations du signal de phase 34 permet de faire échouer une éventuelle tentative de piratage à l'aide d'un simple répéteur de signal qui retransmettrait au véhicule V un signal identique au signal S_1 envoyé par celui-ci vers le dispositif d'identification I .

[0073] Bien que l'invention ait été décrite en liaison avec plusieurs variantes de réalisation particulières, il est bien évident qu'elle n'y est nullement limitée et qu'elle comprend tous les équivalents techniques des moyens décrits ainsi que leurs combinaisons, si celles-ci entrent dans le cadre de l'invention.

Revendications

1. Procédé de commande à distance pour commander un organe (O) d'un véhicule automobile (V), notamment un moyen de condamnation de l'accès audit véhicule et/ou un moyen de démarrage dudit véhicule, consistant à établir un dialogue bidirectionnel par voie hertzienne entre une unité centrale (1) portée par ledit véhicule (V) et un dispositif portable d'identification (I) destiné à être porté par un utilisateur (U), ledit dialogue comportant au moins une première communication, continue ou interrompue, d'un premier signal (S_1) émis depuis un premier émetteur (2,24) de ladite unité centrale (1)

vers un premier récepteur (3) dudit dispositif d'identification (I) et une seconde communication, continue ou interrompue, d'un second signal (S_2) émis depuis un second émetteur (4) dudit dispositif d'identification (I) vers un second récepteur (5) de ladite unité centrale (1), ledit dialogue ne pouvant s'établir que si la distance séparant ladite unité centrale (1) dudit dispositif d'identification (I) est sensiblement inférieure à une distance de communication prédéterminée (d_c), ledit procédé étant **caractérisé par le fait qu'il** comporte les étapes consistant en :

- (i) le déclenchement de ladite première communication, ledit premier signal (S_1) étant porté par une première onde porteuse (27) ;
 - (ii) le déclenchement de ladite seconde communication, ladite seconde communication se déroulant au moins partiellement pendant que ladite première communication se poursuit, ledit second signal (S_2) comportant un signal d'identification (S_i) dudit dispositif d'identification et un signal de phase dit image (34), représentant la phase de ladite première onde porteuse (27) reçue par ledit dispositif d'identification,
 - (iii) l'émission d'un ordre d'activation (38) pour activer ledit organe (O) après réception dudit signal d'identification (S_i) par ladite unité centrale (1);
- ledit procédé comportant également, simultanément avec lesdites première et seconde communications, une étape de comparaisons successives entre la valeur actuelle de la phase représentée par ledit signal de phase image (42) reçu par ledit second récepteur (5) et la valeur actuelle de la phase d'un signal de référence (41), conforme à l'onde porteuse (27) en cours d'émission par ledit premier émetteur (2,24) retardée d'un retard de référence prédéterminé (D_r), nul ou non nul, la phase représentée par ledit signal de phase image (42) présentant, lors de l'étape de comparaisons, un retard de transmission par rapport à la phase de ladite onde porteuse (27) en cours d'émission par ledit premier émetteur (2,24), ladite émission d'ordre d'activation (38) étant interdite dès que le résultat desdites comparaisons successives (Φ) remplit un critère d'annulation prédéterminé.

2. Procédé selon la revendication 1, **caractérisé par le fait que** la phase de ladite première onde porteuse (27) subit une modulation aléatoire pendant la durée de son émission.
3. Procédé selon la revendication 2, **caractérisé par le fait que** ladite modulation aléatoire comprend

l'introduction de sauts de phase dans ladite première onde porteuse (27) à des instants aléatoires se succédant à des intervalles irréguliers supérieurs ou égaux à une période de modulation prédéterminée (T_m).

4. Procédé selon la revendication 3, **caractérisé par le fait que** ladite période de modulation (T_m) est sensiblement supérieure à la période (T_{BF}) de ladite première onde porteuse (27) ; de préférence de l'ordre de 5 à 10 fois la période (T_{BF}) de ladite première onde porteuse (27).

5. Procédé selon l'une des revendications 3 ou 4, **caractérisé par le fait que** l'amplitude desdits saut de phase ($\delta\phi$) est sensiblement fixe.

6. Procédé selon la revendication 5, **caractérisé par le fait que** le rapport entre ladite amplitude ($\delta\phi$) et ladite période de modulation (T_m) est nettement inférieur à la fréquence fondamentale (f_0) de ladite première onde porteuse (27), de préférence inférieur à $1/5^e$ de cette fréquence fondamentale (f_0).

7. Procédé selon l'une des revendications 3 à 6, **caractérisé par le fait que** la phase représentée par ledit signal de phase image (42) présente, par rapport à la phase de ladite onde porteuse (27), des altérations introduites par le dispositif d'identification (I) en fonction desdits sauts de phase selon un algorithme prédéterminé connu de ladite unité centrale (1).

8. Procédé selon l'une des revendications 1 à 7, **caractérisé par le fait que**, ledit retard de transmission étant dépendant du temps nécessaire au trajet dudit premier signal (S_1) entre ladite unité centrale (1) et ledit dispositif d'identification (I) et du temps nécessaire au trajet dudit second signal (S_2) entre ledit dispositif d'identification (I) et ladite unité centrale (1), ledit retard de référence (D_r) est choisi sensiblement égal à un retard normal prédéterminé ($R+Q$), ledit retard normal ($R+Q$) étant sensiblement la valeur fixe dudit retard de transmission lorsque la distance séparant ladite unité centrale (1) dudit dispositif d'identification (I) est sensiblement inférieure à ladite distance de communication prédéterminée (d_c).

9. Procédé selon l'une des revendications 1 à 8, **caractérisé par le fait que** ledit critère d'annulation est validé si l'écart entre lesdites deux valeurs de phase comparées (Φ) dépasse un niveau maximal prédéterminé (E).

10. Procédé selon l'une des revendications 2 à 9, **caractérisé par le fait que** l'écart entre lesdites deux valeurs de phase comparées (Φ) comporte la som-

me d'une composante dite continue (Φ_c), sensiblement constante sur une durée supérieure à ladite période de modulation (T_m), et d'une composante fluctuante (Φ_f) sur la durée de ladite période de modulation (T_m), ledit critère d'annulation étant validé dès que la valeur absolue de ladite composante continue (Φ_c) dépasse un premier seuil prédéterminé (ϵ).

11. Procédé selon la revendication 10, **caractérisé par le fait que** ledit critère d'annulation est validé dès que l'intégrale de l'amplitude de ladite composante fluctuante (Φ_f) sur une durée d'intégration prédéterminée (T_i) dépasse un second seuil prédéterminé (ϵ).

12. Système pour la mise en oeuvre du procédé selon la revendication 1, comprenant ladite unité centrale (1) et ledit dispositif portable d'identification (I), **caractérisé par le fait que** ladite unité centrale (1) comporte un premier microcontrôleur (20) lié audit organe (0) pour lui délivrer ledit ordre d'activation (38), ledit premier émetteur radio-fréquence (2,24) lié audit premier microcontrôleur (20) pour émettre ladite première onde porteuse (27) et ledit premier signal (S_1), ledit second récepteur radio-fréquence (5) pour recevoir ledit second signal (S_2), un module comparateur de phase (40) lié audit second récepteur (5) et audit premier émetteur (2,24) pour effectuer lesdites comparaisons successives, un module de décision (43) lié audit module comparateur de phase (40) pour recevoir le résultat desdites comparaisons (Φ) et lié audit premier microcontrôleur (20) pour lui délivrer un signal d'annulation (A_n) de ladite émission d'ordre d'activation (38) dès que ledit critère d'annulation est validé ; ledit dispositif d'identification (I) comportant ledit premier récepteur radio-fréquence (3) pour recevoir ledit premier signal (S_1), un second microcontrôleur (30) pour générer ledit signal d'identification (S_i), ledit second émetteur radio-fréquence (5) pour émettre ledit second signal (S_2), ledit second émetteur (5) étant lié audit premier récepteur (3) pour recevoir ledit signal de phase image (34) et audit second microcontrôleur (30) pour recevoir ledit signal d'identification (S_i).

13. Système selon la revendication 12, **caractérisé par le fait que** ledit système est aussi pour la mise en oeuvre du procédé selon la revendication 2, ladite unité centrale (1) comportant un générateur de séquence aléatoire de signaux (39) lié audit premier émetteur (2,24) pour moduler la phase de ladite première onde porteuse (27) au cours de son émission.

14. Système selon la revendication 13, **caractérisé par le fait que** ledit système est aussi pour la mise en

oeuvre du procédé selon la revendication 3, ledit générateur de séquence aléatoire de signaux (39) étant apte à délivrer de manière périodique audit premier émetteur (2) un signal binaire aléatoire (b_m), ledit premier émetteur (2,24) étant apte à introduire un saut de phase dans ladite première onde porteuse (27) à chaque fois que ledit signal binaire (b_m) reçu prend une valeur prédéterminée. 5

15. Système selon la revendication 14, **caractérisé par le fait que** ledit système est aussi pour la mise en oeuvre du procédé selon la revendication 7, ledit dispositif d'identification (I) comportant un démodulateur (87) lié au premier récepteur (3) pour recevoir ladite première onde porteuse (27) et au second microcontrôleur (30) pour lui délivrer ledit signal binaire aléatoire (b_m) démodulé de ladite première onde porteuse (27); ledit second microcontrôleur (30) étant apte à modifier ledit signal de phase image (34) en fonction dudit signal binaire aléatoire (b_m). 10 15 20

16. Système selon l'une des revendications 12 à 15, **caractérisé par le fait que** ledit système est aussi pour la mise en oeuvre du procédé selon la revendication 9, ledit module de décision (43) comportant un filtre passe-bas (65) dont l'entrée est reliée à la sortie dudit module comparateur de phase (40) et dont la sortie est reliée à un comparateur de signal (66) pour comparer l'écart entre lesdites deux valeurs de phase comparées (Φ) audit niveau maximal prédéterminé (E). 25 30

17. Système selon la revendication 16, **caractérisé par le fait que** ledit système est aussi pour la mise en oeuvre du procédé selon la revendication 11, ledit module de décision (43) comportant un filtre passe-haut (52) dont l'entrée est reliée à la sortie dudit module comparateur de phase (40) pour extraire ladite composante fluctuante (Φ_f) dudit résultat des comparaisons (Φ) et dont la sortie est reliée à un second comparateur (54), distinct ou non du comparateur de signal (66), pour comparer ladite composante fluctuante (Φ_f) audit second seuil prédéterminé (ϵ). 35 40

18. Système selon l'une des revendications 12 à 17, **caractérisé par le fait que** ledit premier émetteur (2,24) est apte à émettre ledit premier signal (S_1) par modulation d'amplitude ou de phase de ladite première onde porteuse (27). 45 50

55

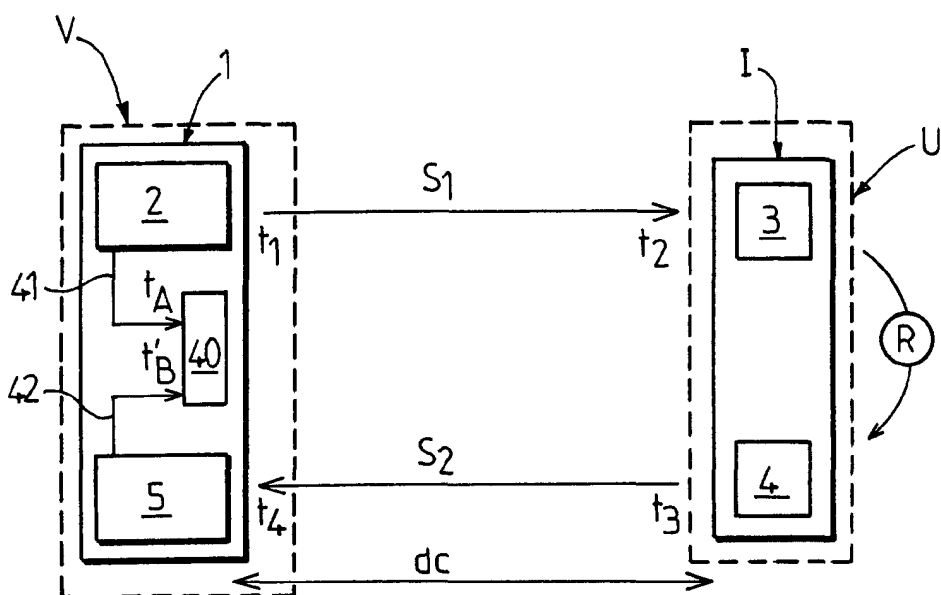


FIG.1

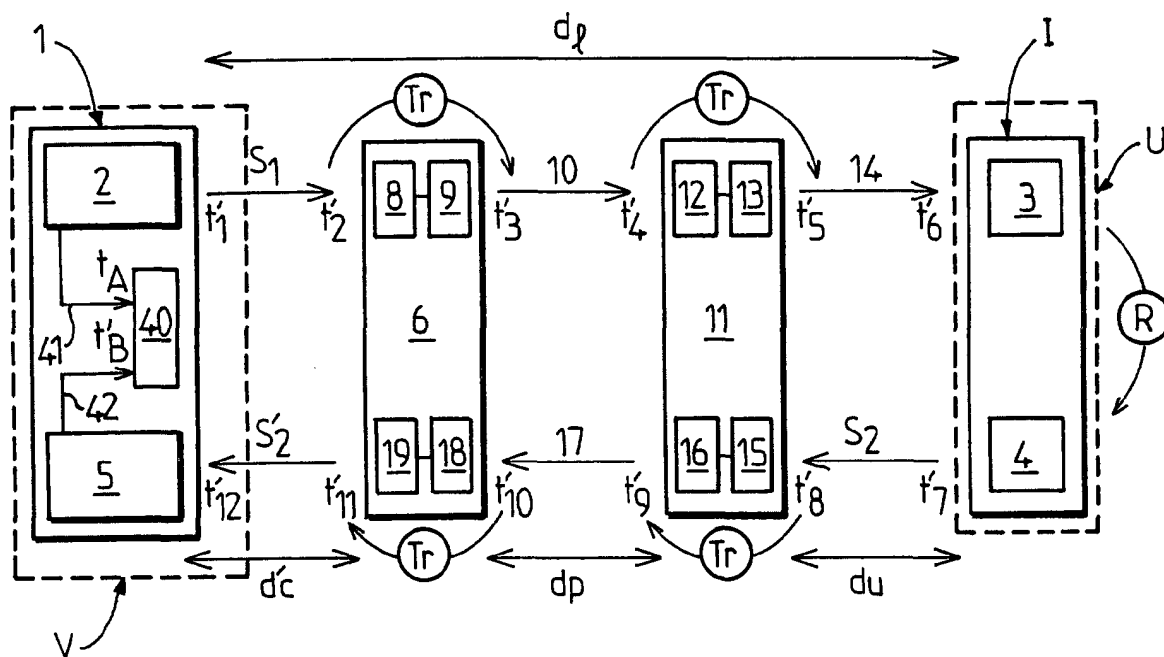
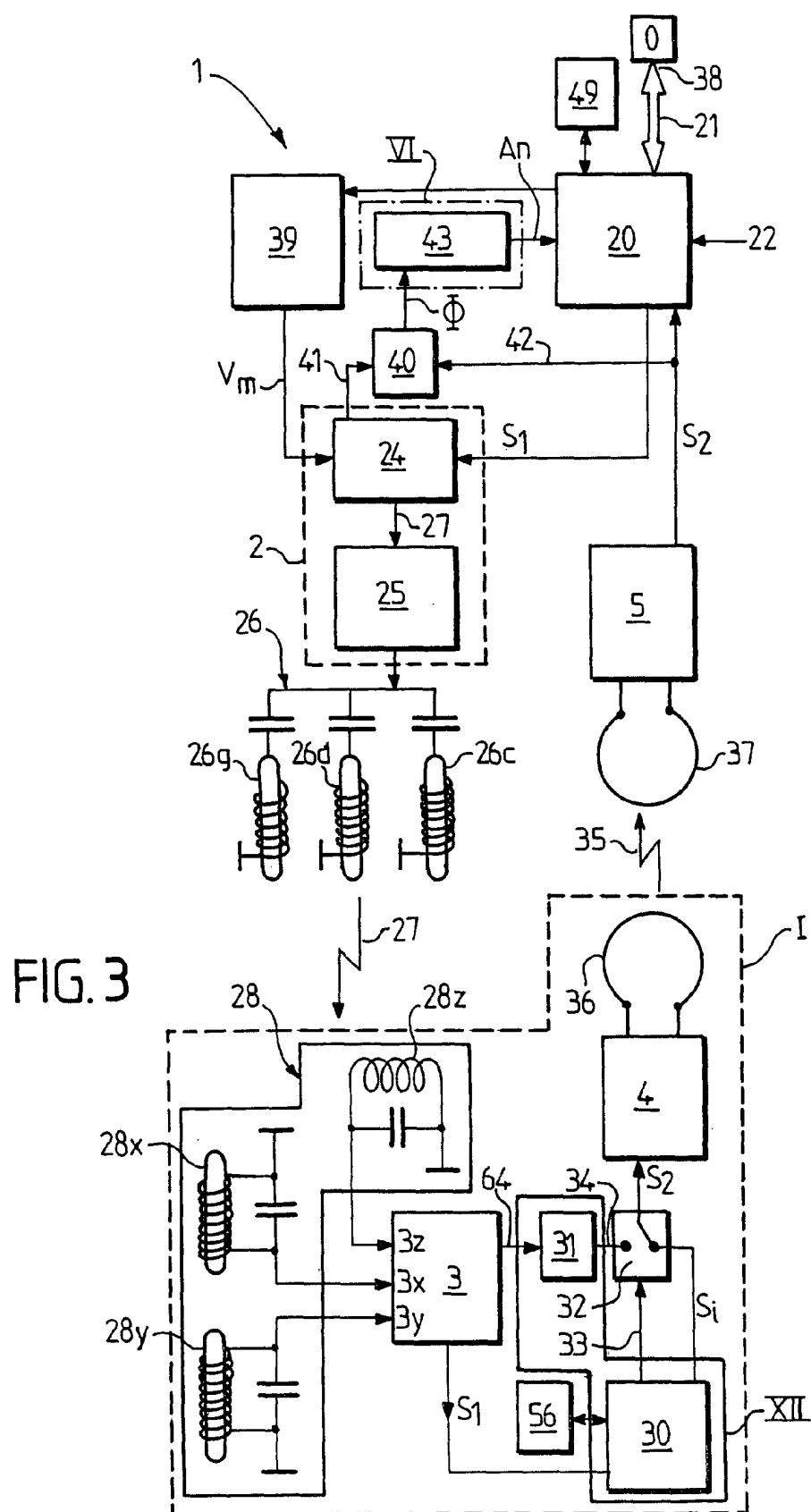
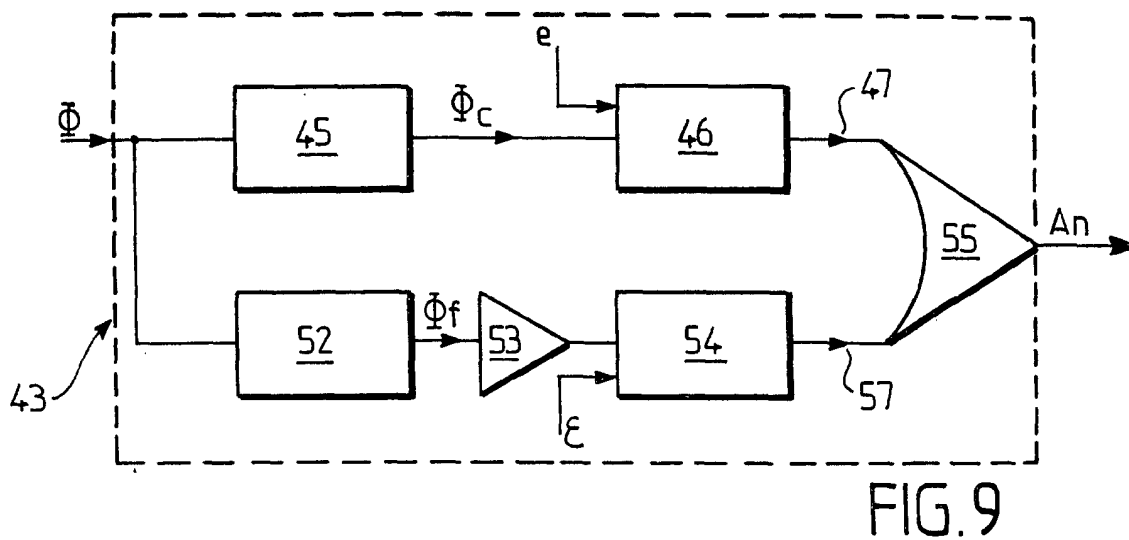
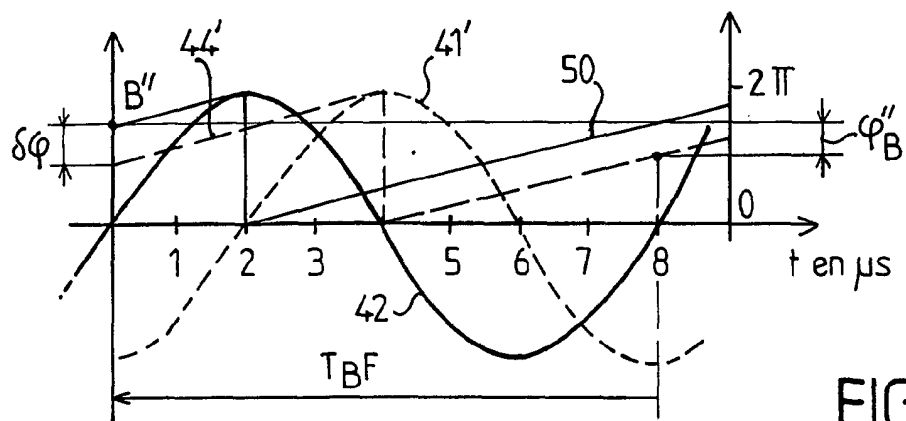
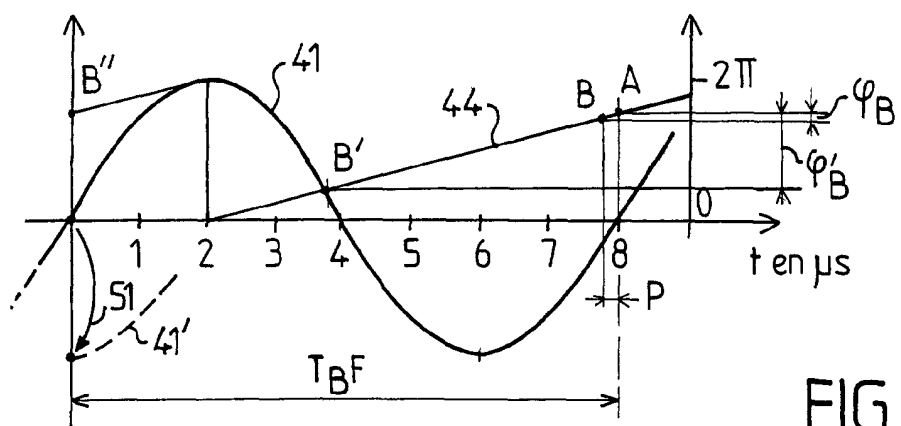


FIG.2





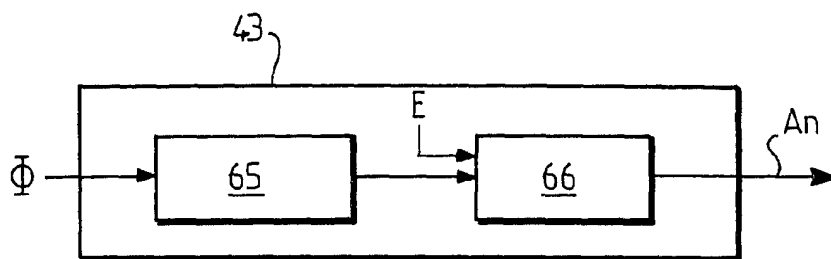


FIG. 6

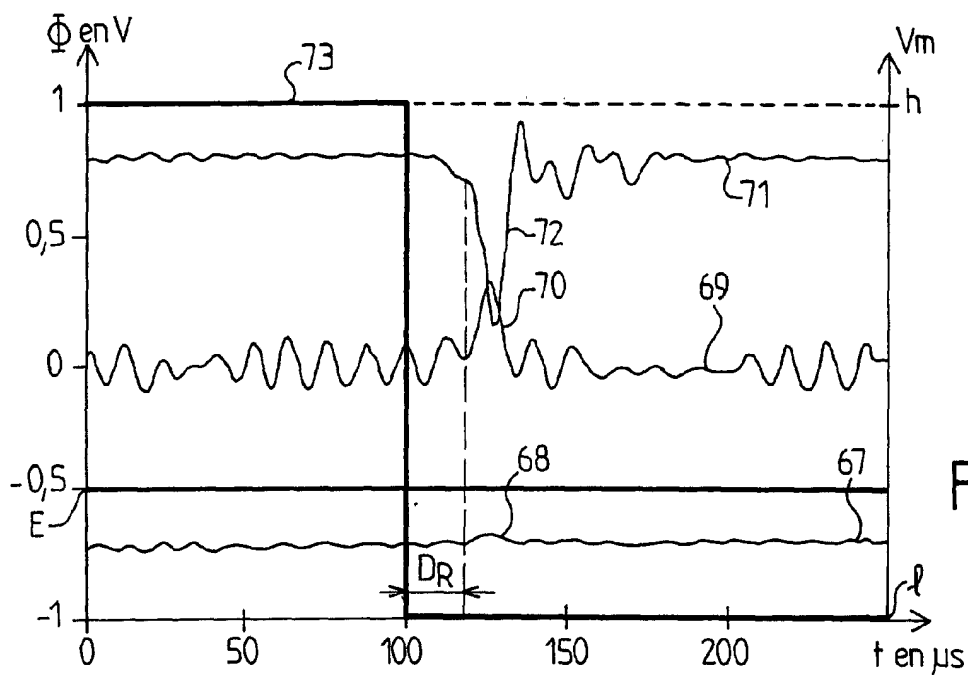


FIG. 7

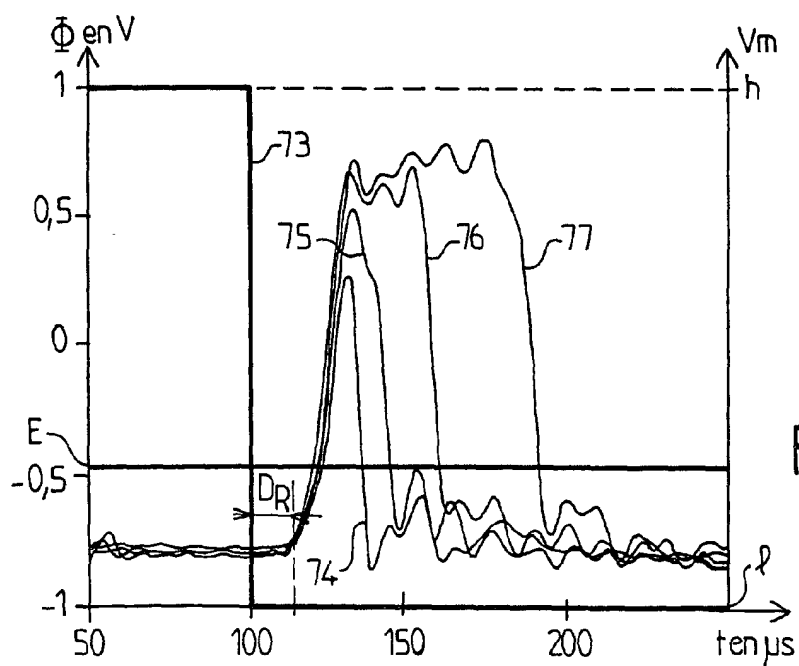


FIG. 8

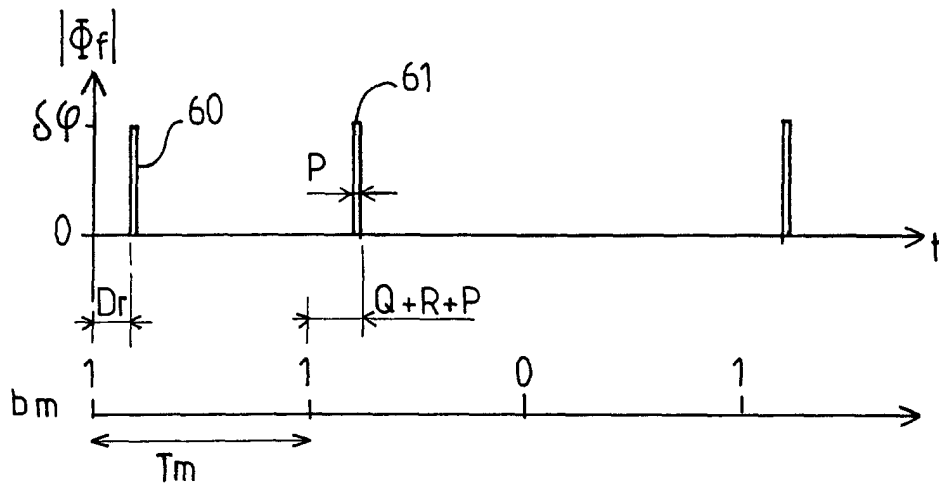


FIG.10

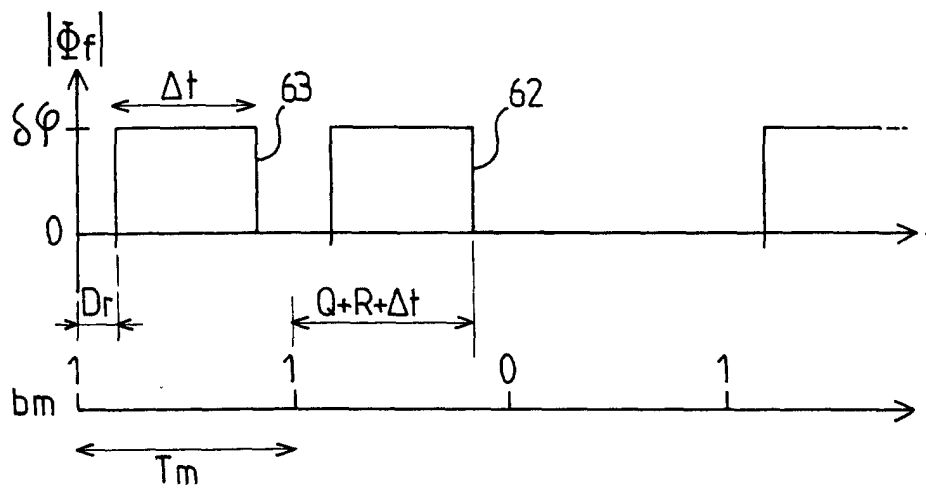


FIG.11

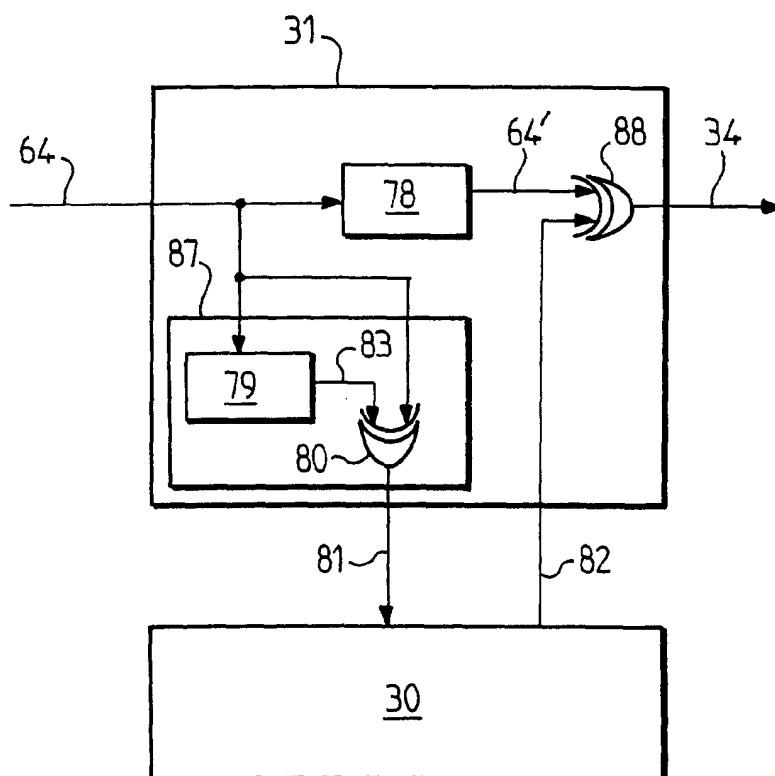


FIG.12

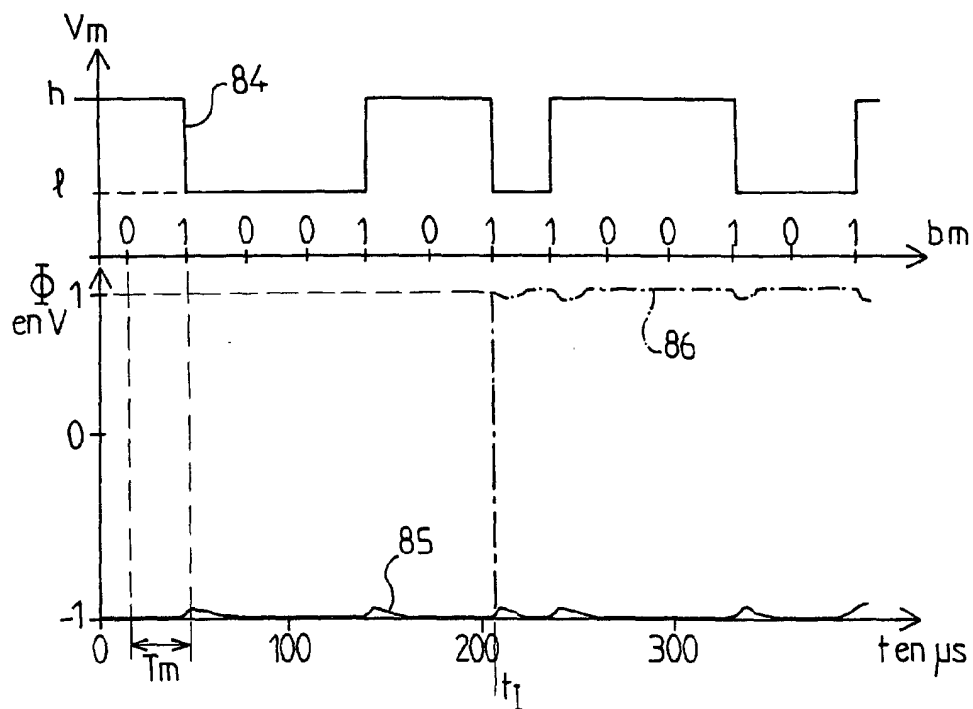


FIG.13



Office européen
des brevets

RAPPORT DE RECHERCHE EUROPEENNE

Numéro de la demande
EP 01 40 2079

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.7)
X	DE 198 39 695 C (KOSTAL LEOPOLD GMBH & CO KG) 4 mai 2000 (2000-05-04) * abrégé; figures 1,3 * * colonne 2, ligne 38 - colonne 4, ligne 20 * * colonne 5, ligne 25 - ligne 38 *	1,9,12, 15,18	E05B49/00
Y	---	2-8,13, 14	
X	EP 0 983 916 A (MARQUARDT GMBH) 8 mars 2000 (2000-03-08) * abrégé; revendications 1-3; figures 1,6,7 * * alinéa '0019! - alinéa '0024! *	1,12	
Y	---	8	
X	WO 00 12848 A (KOSTAL LEOPOLD GMBH & CO KG ;FROMM MICHAEL (DE); KRAMER DETLEV (DE)) 9 mars 2000 (2000-03-09) * abrégé; revendications 1,8,11,14,15,23; figures 1,8,9 * * page 8, ligne 36 - page 9, ligne 27 * * page 20, ligne 6 - page 21, ligne 37 *	1,12	
Y	DE 44 40 855 A (SIMONS OLIVER ;VOS LUDGER (DE)) 30 mai 1996 (1996-05-30) * abrégé; revendications 8,12; figure 1 *	2-7,13, 14	
A	GB 1 595 796 A (PUSHMAN H J) 19 août 1981 (1981-08-19) * page 3, ligne 128 - page 4, ligne 15 *	2-6,13, 14	DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHES (Int.Cl.7) E05B B60R
Le présent rapport a été établi pour toutes les revendications			
Lieu de la recherche LA HAYE		Date d'achèvement de la recherche 7 décembre 2001	Examineur Buron, E
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			

EPC FORM 1503 03/82 (P04C02)

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

EP 01 40 2079

La présente annexe indique les membres de la famille de brevets relatifs aux documents brevets cités dans le rapport de recherche européenne 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.

07-12-2001

Document brevet cité au rapport de recherche		Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
DE 19839695	C	04-05-2000	DE 19839695 C1	04-05-2000
			AU 5737299 A	21-03-2000
			BR 9913440 A	02-10-2001
			WO 0012848 A1	09-03-2000
			EP 1109981 A1	27-06-2001
EP 0983916	A	08-03-2000	DE 19941428 A1	15-06-2000
			EP 0983916 A1	08-03-2000
WO 0012848	A	09-03-2000	DE 19839696 A1	02-03-2000
			DE 19839695 C1	04-05-2000
			DE 19926234 A1	14-12-2000
			AU 5737299 A	21-03-2000
			BR 9913440 A	02-10-2001
			WO 0012848 A1	09-03-2000
			EP 1109981 A1	27-06-2001
DE 4440855	A	30-05-1996	DE 4440855 A1	30-05-1996
GB 1595796	A	19-08-1981	AUCUN	

EPC FORM P0460

Pour tout renseignement concernant cette annexe : voir Journal Officiel de l'Office européen des brevets, No.12/82