

①②

DEMANDE DE BREVET D'INVENTION

A1

②② Date de dépôt : 29.06.01.

③⑦ Priorité : 04.07.00 DE 10032422.

④③ Date de mise à la disposition du public de la
demande : 11.01.02 Bulletin 02/02.

⑤⑥ Liste des documents cités dans le rapport de
recherche préliminaire : *Ce dernier n'a pas été
établi à la date de publication de la demande.*

⑥⑦ Références à d'autres documents nationaux
apparentés :

⑦① Demandeur(s) : SIEMENS AKTIENGESELLSCHAFT
— DE.

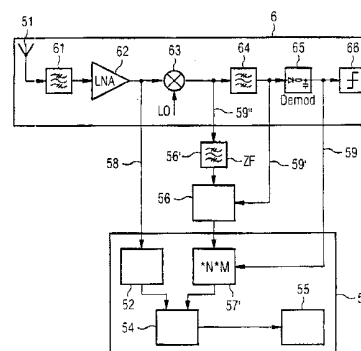
⑦② Inventeur(s) : REISINGER THOMAS.

⑦③ Titulaire(s) :

⑦④ Mandataire(s) : CABINET FLECHNER.

⑤④ PROCÉDE ET DISPOSITIF POUR PROTÉGER UNE VOIE DE TRANSMISSION ENTRE UNE UNITÉ DE BASE ET
UNE UNITÉ MOBILE.

⑤⑦ L'invention concerne un procédé et un dispositif pour
protéger une voie de transmission entre une unité de base
et une unité mobile formant clé d'un système de contrôle
d'accès, notamment pour des véhicules automobiles. Un si-
gnal porteur, qui est modulé avec un signal utile, est trans-
mis par une unité émettrice à une unité réceptrice. Selon
l'invention, un signal de référence particulier qui a une rela-
tion de phase constante par rapport au signal porteur est
transmis en plus. Dans un circuit de test, le signal de réfé-
rence et le signal porteur sont comparés quant à leurs pha-
ses et un signal d'alarme est délivré si une différence de
phase variant en fonction du temps est détectée.



PROCEDE ET DISPOSITIF POUR PROTEGER UNE VOIE
DE TRANSMISSION ENTRE UNE UNITE DE BASE
ET UNE UNITE CLE MOBILE

5 L'invention concerne un procédé pour protéger une
voie de transmission entre une unité de base et une unité
mobile formant clé d'un système de contrôle d'accès,
notamment pour des véhicules automobiles, dans lequel un
signal porteur qui est modulé avec un signal utile est
10 transmis par une unité émettrice à une unité réceptrice,
ainsi qu'un système de contrôle d'autorisation d'accès
convenant notamment à la réalisation de ce procédé et
comportant une unité de base et une unité clé mobile,
chaque unité comportant un émetteur et un récepteur pour
15 la transmission d'un signal porteur.

Les systèmes de contrôle d'autorisation d'accès sont
de plus en plus utilisés notamment pour des systèmes de
verrouillage de véhicules automobiles. Ils offrent une
grande sécurité quant à l'attribution d'accès à des
20 utilisateurs autorisés et en même temps un plus grand
confort pour les utilisateurs. Ce dernier point est très
important pour que le système soit accepté.

Un système de contrôle d'autorisation d'accès de ce
genre comprend une unité de base, qui est agencée par
25 exemple dans le véhicule automobile, et une ou plusieurs

unités clés mobiles, qui sont emportées par exemple par les utilisateurs autorisés du véhicule. On connaît déjà depuis longtemps des systèmes de contrôle d'accès dits actifs dans lesquels l'utilisateur déclenche une

5 opération de contrôle d'autorisation d'accès par une action appropriée, par exemple par l'actionnement d'une touche et - en cas de résultat positif - obtient l'accès. Pour augmenter encore le confort d'utilisation, on a développé des systèmes de contrôle d'accès dits passifs

10 qui détectent une approche de l'utilisateur de la zone à protéger, par exemple d'un véhicule automobile, et qui déclenchent alors automatiquement une opération de contrôle d'autorisation d'accès. Ce faisant, on souhaite que le contrôle de l'autorisation d'accès soit terminé

15 lorsque l'utilisateur atteint la zone à protéger et désire entrer, c'est-à-dire lorsqu'il atteint son véhicule et désire ouvrir la porte du véhicule. A cet effet, le système de contrôle d'autorisation d'accès est conçu de telle sorte que l'unité de base essaie

20 constamment de communiquer avec une unité clé. Si une unité clé est détectée, des signaux sont échangés et une authentification de l'unité clé est ainsi effectuée. En cas de résultat positif, l'accès est alors libéré, les portes du véhicule sont par exemple déverrouillées, un

25 système d'alarme est désactivé et un blocage de démarrage est libéré. Dans le cas idéal, le système de contrôle d'autorisation d'accès travaille de telle sorte que l'utilisateur ne sait rien de son activité outre le résultat, à savoir que l'accès lui est permis.

30 L'utilisateur ne perçoit pas l'activité du système, notamment l'échange de données entre unité de base et unité clé. Mais ce confort, à savoir que toute l'opération d'authentification peut s'effectuer sans être remarquée par l'utilisateur, présente un certain risque.

35 Des interventions non autorisées peuvent être effectuées dans la voie de transmission et même éventuellement

réussir sans que l'utilisateur autorisé ne le remarque.

Là est l'inconvénient. Pour l'éviter, il faut protéger la voie de transmission conçue en général comme une voie radio entre l'unité de base et l'unité clé. Des
5 interventions non autorisées dans la voie de transmission et donc dans la communication entre unité de base et unité clé doivent être détectées et repoussées.

L'invention vise donc un procédé et un dispositif du type mentionné en introduction avec lesquels le risque
10 d'interventions non détectées dans la voie de transmission entre unité de base et unité clé est réduit.

Selon l'invention, il est prévu de protéger contre des interventions non autorisées un procédé pour la protection d'une voie de transmission entre une unité de
15 base et une unité clé mobile d'un système de contrôle d'accès, notamment pour des véhicules automobiles, dans lequel un signal porteur qui est modulé avec un signal utile est transmis par une unité émettrice à une unité réceptrice, par le fait qu'on transmet en plus un signal
20 de référence spécial qui a une phase fixe par rapport au signal porteur, qu'on compare le signal de référence et le signal porteur quant à leurs phases et qu'on délivre une alarme si la différence de phase varie dans le temps. L'invention propose un procédé avec lequel des
25 manipulations peuvent être détectées par le fait que la relation de phase entre le signal porteur et le signal de référence varie à l'intérieur d'un certain intervalle de temps d'observation.

L'invention est basée sur le fait que, lors de la
30 manipulation de signaux, le signal initial est modifié. Ceci signifie que des manipulations de la voie de transmission par un intrus conduit à des modifications des signaux, notamment du signal porteur. Pour l'intrus, il est pratiquement impossible de produire un signal
35 manipulé avec la phase et la fréquence exactes. Par rapport à une référence, il y a donc au moins des écarts

de phase. L'invention prévoit de déceler des écarts de phase de ce genre dus à des manipulations en comparant la phase du signal porteur à celle d'un signal de référence. L'essentiel de l'invention consiste donc à proposer un
5 procédé et un dispositif pour détecter des manipulations grâce à la détermination d'écarts de phase. La sécurité pouvant ainsi être atteinte est élevée.

Il n'est certes pas complètement exclu qu'un intrus produise un signal porteur manipulé avec la fréquence
10 exacte mais, même dans ce cas, la probabilité que ce faux signal porteur ait aussi par hasard la relation de phase exacte par rapport au signal de référence est infiniment petite. Avec l'invention, on peut donc avoir une détection très sûre et donc une défense contre des
15 interventions non autorisées dans la voie de transmission.

Le procédé selon l'invention a aussi l'avantage qu'un intrus, même s'il sait l'importance de la relation de phase de la porteuse, ne peut pas produire facilement
20 la porteuse avec la phase exacte. Pour cela, l'intrus devrait d'abord savoir comment est la relation de phase correcte entre le signal de référence et le signal porteur. Pour le déterminer, il faut au moins une démodulation cohérente du signal porteur original. Cette
25 opération ne peut être effectuée qu'avec une grande dépense technique et elle conduit, si on tient compte des impulsions émises qui sont généralement brèves, à des résultats relativement imprécis en raison de la petite durée de signal évaluable. Un signal porteur ainsi
30 produit n'a généralement pas la relation de phase demandée de telle sorte que, dans ce cas aussi, l'agression peut être détectée.

Le procédé selon l'invention a aussi l'avantage qu'il rend encore plus difficile une intervention non
35 autorisée dans le cas de grandes distances entre l'unité de base et l'unité clé. Dans ce cas en effet, la phase

est significativement dépendante de l'emplacement, ce qui conduit à des incertitudes supplémentaires quant à la relation de phase d'un faux signal porteur à produire.

En principe, le signal de référence peut être un
5 signal quelconque convenant à la transmission d'une unité à l'autre. Cependant, il est avantageusement modulé sur le signal porteur. De cette manière, la dépense de circuit supplémentaire nécessaire est minimisée car aucune unité haute fréquence particulière n'est
10 nécessaire pour le signal de référence mais l'unité présente de toute façon pour le signal porteur est utilisée.

Le signal de référence peut être transmis en alternance ou en même temps (parallèlement) avec le
15 signal de données. Lors d'une transmission alternée, la dépense de circuit supplémentaire est minimisée car une unité de modulation présente pour le signal utile peut alors aussi être utilisée pour la modulation du signal de référence. Une transmission parallèle demande certes une
20 dépense de circuit un peu plus grande mais offre en contrepartie des avantages de sécurité et de rapidité. La transmission simultanée empêche que des moments, libres de signal utile, de la transmission soient exploités pour mettre en place un émetteur particulier pour le (faux)
25 signal de référence. En outre, le procédé est plus rapide car la transmission et le contrôle du signal de référence s'effectuent en même temps que la transmission de signal utile. On n'a donc pas besoin de temps supplémentaire pour la transmission du signal de référence.

30 Une sécurité supplémentaire est obtenue du fait que le signal de référence n'est pas émis en continu mais est ajouté au signal porteur en une ou plusieurs positions temporelles prédéterminées. Ceci complique encore une intervention non autorisée car le signal de référence ne
35 peut pas toujours être mesuré par l'intrus mais seulement à quelques instants et il ne doit être ajouté lors d'une

intervention non autorisée qu'à certains instants. Si les instants prédéterminés de l'ajout du signal de référence sont connus du circuit d'évaluation, une intervention non autorisée peut déjà être détectée par le simple fait que
5 le signal de référence apparaît au mauvais instant. Par ailleurs, on réduit ainsi la dépense énergétique nécessaire à la diffusion du signal de référence, ce qui est avantageux en particulier pour des unités alimentées par accumulateurs. Cet ajout discontinu peut s'effectuer
10 aussi bien pour une transmission simultanée que pour une transmission alternée du signal de référence avec le signal utile.

Dans une variante très avantageuse du procédé, le signal utile et le signal de données sont modulés sur le
15 signal porteur au moyen d'une modulation en phase/en quadrature (modulation I/Q). On obtient ainsi une transmission en parallèle avec seulement une faible dépense de circuit supplémentaire. Une modulation I/Q a aussi l'avantage de ne pouvoir être détectée que
20 difficilement par un intrus et de ne pouvoir être démodulée correctement qu'avec une dépense et des connaissances techniques importantes.

Il est aussi avantageux de prévoir comme procédé de modulation un procédé à étalement de spectre. Ce procédé
25 connu en soi offre l'avantage d'être difficile à détecter pour un intrus et d'être aussi très résistant aux parasites. De plus, il permet une transmission parallèle du signal utile et du signal de référence presque sans dépense supplémentaire. La manipulation de signaux à
30 étalement de spectre est plus difficile car elle demande une dépense technique matérielle accrue et des connaissances approfondies. En particulier, mais pas seulement, il est intéressant lors de la transmission parallèle de produire le signal de référence à partir
35 d'un signal d'horloge de l'unité émettrice. Ce faisant, il peut s'agir de l'horloge présente de toute façon sur

la puce et déduite d'un quartz. Ce signal d'horloge peut être avantageusement utilisé pour produire une séquence PN pour la modulation à étalement de spectre. Pour un intrus, l'accès au signal de référence est ainsi rendu encore plus difficile ; ceci est dû au fait que, pour obtenir le signal de référence à partir des signaux à étalement de spectre, il faut connaître la séquence PN utilisée. Pour minimiser la dépense technique de circuit, il est intéressant de produire le signal d'horloge et le signal de référence à partir d'une source commune.

Lors de la démodulation, il est intéressant que le récepteur effectue une démodulation lors de laquelle le signal porteur est récupéré. Des procédés de démodulation convenant à cet effet sont connus. Avec la porteuse récupérée, on peut effectuer un contrôle précis, très résistant aux parasites, de la relation de phase entre le signal porteur et le signal de référence. Cependant, il n'est pas absolument nécessaire pour le contrôle que la porteuse soit récupérée. Pour les cas où le récepteur effectuant la démodulation est agencé dans la même unité dans laquelle le signal porteur a été initialement produit, le signal porteur est déjà disponible. Pour la comparaison des phases entre le signal porteur et le signal de référence la différence de phase est avantageusement formée et testée quant à sa constance. Ceci offre l'avantage que ce n'est pas la relation ou différence de phase absolue qui importe mais le fait que la relation de phase est constante et ne varie pas. Ceci offre des avantages aussi bien quant au coût de réalisation que quant à la sécurité. Un procédé indépendant de la relation de phase absolue mais testant seulement la constance de la différence de phase peut être réalisé à faible coût. Lors d'une manipulation de la voie de transmission par l'intrus, l'intrus ne peut plus produire le signal porteur avec la phase et la fréquence exactes. La différence de phase entre le signal porteur

et le signal de référence n'est donc plus constante mais elle varie en fonction du temps. La différence de phase est alors avantageusement détectée pendant un temps d'observation. La durée de l'observation peut être
5 prédéterminée. Elle détermine la précision avec laquelle des écarts de la relation de phase et donc des manipulations sur la voie de transmission peuvent être détectés. Plus le temps d'observation est long, plus la précision est grande. Le temps d'observation est
10 avantageusement choisi de telle sorte que la différence de phase varie de π , de préférence de 2π , pendant le temps d'observation.

De préférence, le temps d'observation n'est pas prescrit constant mais peut être modifié selon les
15 besoins. De cette manière, le procédé de protection peut être adapté avec souplesse au potentiel de menace lié à l'environnement. La détermination de la durée de l'observation est toujours un compromis entre sécurité et confort. En effet, un temps d'observation plus long
20 augmente le temps nécessaire à l'authentification de l'unité clé et entraîne donc une réaction plus lente du système. Une modification du temps d'observation permet une adaptation selon la "dangerosité" d'un environnement, le confort d'utilisation restant assuré autant que
25 possible. On crée ainsi des niveaux de sécurité. L'adaptation peut être effectuée manuellement par l'utilisateur, par exemple lors d'un stationnement prolongé dans un parking non surveillé, ou elle peut s'effectuer automatiquement. Il est alors avantageusement
30 prévu de détecter le nombre de tentatives de manipulation reconnues, de l'évaluer statistiquement et de préférence de le mémoriser dans une mémoire spéciale. Il est avantageusement prévu de modifier le niveau de sécurité de manière adaptative. Il peut être augmenté ou réduit
35 selon le nombre des interventions non autorisées effectuées pendant un certain intervalle de temps. De

cette manière, on trouve automatiquement un compromis intéressant entre sécurité et confort en cas de menace changeante.

Le système de contrôle d'autorisation d'accès selon la présente invention, qui réalise notamment le procédé selon l'invention, comprend une unité de base et une unité clé mobile, chaque unité comportant un émetteur et un récepteur pour la transmission d'un signal porteur, l'émetteur dans l'une des deux unités comportant une source de signal porteur et un générateur de signal de référence pour produire et émettre un signal de référence ayant une phase prédéterminée par rapport au signal porteur et le récepteur comportant un détecteur de phase et un circuit de test qui est conçu pour évaluer la relation de phase entre le signal porteur et le signal de référence. Ce système est conçu notamment pour une utilisation dans des véhicules automobiles.

De préférence, il est prévu que le générateur de signal de référence soit conçu comme un diviseur de fréquence à l'entrée duquel la source de signal porteur est appliquée. Ceci offre l'avantage que le signal porteur et le signal de référence peuvent être déduits de la même source, ce qui fait que la dépense technique de circuit pour la production du signal de référence est réduite.

L'émetteur comporte de préférence une unité de modulation qui est conçue pour une modulation du signal de référence sur le signal porteur à des instants prédéterminés. L'unité de modulation peut aussi être conçue de manière à moduler le signal de référence à la suite du signal utile sur le signal porteur.

Il est avantageux de concevoir l'unité de modulation à plusieurs canaux pour moduler parallèlement le signal de référence et le signal utile sur le signal porteur. Ainsi, le signal de référence peut aussi être émis pendant l'émission du signal utile de telle sorte

qu'aucun temps supplémentaire n'est nécessaire pour l'émission du signal de référence.

De préférence, l'unité de modulation est conçue comme un modulateur en phase/en quadrature, le signal utile étant modulé sur l'une des porteuses et le signal de référence étant modulé sur l'autre porteuse. Avec une faible dépense technique de circuit, on peut ainsi avoir une transmission parallèle, à deux canaux, du signal utile et du signal de référence.

De plus, il peut être prévu de concevoir l'unité de modulation comme un modulateur à étalement de spectre. Il est ainsi possible de réaliser avec une très faible dépense supplémentaire une transmission à plusieurs canaux. En outre, un modulateur à étalement de spectre permet une transmission difficilement mesurable et manipulable et donc une transmission plus sûre. Un générateur de séquence PN (Pseudo Noise) est avantageusement prévu pour la production du signal de référence. La dépense de circuit supplémentaire nécessaire à la production du signal de référence peut ainsi être minimisée.

Un dispositif commutateur est avantageusement prévu pour le temps d'observation. Ceci a l'avantage qu'on dispose donc d'un instrument avec lequel on peut modifier le temps d'observation, notamment l'adapter à la situation de menace résultant de la dangerosité de l'environnement respectif.

Le récepteur peut comporter un démodulateur particulier pour le signal de référence. C'est avantageux notamment lorsque le démodulateur destiné au signal utile ne convient pas à la démodulation du signal de référence. C'est le cas en particulier lorsque le signal de référence est à démoduler avec une autre largeur de bande de fréquence intermédiaire que le signal utile.

D'autres caractéristiques et avantages de l'invention ressortiront plus clairement à la lecture de

la description ci-après, à l'aide d'exemples de réalisation et de figures annexées, qui montrent :

- Figure 1 : une vue d'ensemble schématique d'un système de contrôle d'autorisation d'accès ;
- 5 Figure 2 : un émetteur selon une première forme de réalisation de l'invention ;
- Figure 3 : un récepteur selon une première forme de réalisation de l'invention ;
- Figure 4 : un récepteur et son rattachement dans un
10 récepteur d'un système de contrôle d'autorisation d'accès habituel ;
- Figure 5 : un émetteur selon une deuxième forme de réalisation de l'invention ; et
- Figure 6 : un émetteur selon une troisième forme de
15 réalisation de l'invention.

La figure 1 montre une vue d'ensemble schématique d'un système de contrôle d'autorisation d'accès. Ce système comprend une unité de base 1 et au moins une unité clé 2. L'unité de base 1 est agencée par exemple
20 dans un véhicule automobile. Elle est reliée à une alimentation en énergie non représentée, par exemple à la batterie du véhicule. L'unité clé 2 est emportée par un utilisateur (autorisé) du véhicule automobile. A cet effet, elle est d'une conception compacte et elle est
25 munie d'une petite alimentation en énergie autonome.

L'unité de base 1 comporte un émetteur 4 et un récepteur 5 qui sont reliés respectivement à une antenne émettrice 49 et à une antenne réceptrice 51. Les antennes n'ont pas obligatoirement à être conçues séparément,
30 elles peuvent aussi être intégrées l'une à l'autre d'une manière connue en soi. L'unité clé 2 comporte une antenne réceptrice 23 et une antenne émettrice 24 qui sont reliées respectivement à un récepteur 21 et à un émetteur 22 de l'unité clé. Les antennes 23, 24, 49 et 51 ont été
35 représentées dépassant seulement pour une meilleure illustration mais elles sont généralement conçues

intégrées notamment dans le cas de l'unité clé.

La voie de transmission 7 dont l'aller est représenté par une flèche 71 et le retour par une flèche 72 s'étend entre l'unité de base 1 et l'unité clé 2.

5 L'émetteur 4 de l'unité de base est détaillé à la figure 2. L'émetteur 4 comporte comme source de signal porteur un oscillateur à quartz 42 avec un quartz 41 qui est conçu pour la production d'un signal d'oscillateur de fréquence constante. Pour le signal d'oscillateur, on a
10 avec f comme fréquence de quartz :

$$S_{\text{QUARZ}} = \cos(2\pi f t)$$

La sortie de l'oscillateur est reliée à une entrée d'une boucle à verrouillage de phase (PLL) 43. Celle-ci est conçue de manière connue en soi pour la
15 multiplication de fréquence ; le circuit PLL 43 comporte à cet effet un détecteur de phase 431, un filtre de boucle 432, un oscillateur dépendant de la tension (VCO) 433 et un diviseur de fréquence ($:N$) 434. Il produit à sa sortie un signal porteur

20 $S_{\text{TRÄGER}} = \cos(2\pi N f t + \varphi_1)$

Ce faisant, φ_1 est un déphasage constant. Le signal porteur est appliqué à une première entrée d'un modulateur 46. L'antenne émettrice 49 est raccordée à une sortie du modulateur. Une sortie d'un commutateur
25 inverseur 48, qui est relié à une première entrée dans la position représentée en tirets à la figure 2, est reliée à une deuxième entrée du modulateur. Une source de signal utile 44 est raccordée à la première entrée du commutateur inverseur. Dans cette position du commutateur
30 inverseur, le signal utile est modulé de manière connue sur le signal porteur et est émis par l'antenne 49. Le modulateur 46 est conçu pour mettre en oeuvre une modulation qui permet une récupération de porteuse, par exemple PLL pour la modulation d'amplitude (AM), Costas-
35 Loop ou Squaring-Loop pour la Phase-Shift-Keying (PSK). Des techniques numériques peuvent aussi être utilisées

pour la modulation.

On décrit maintenant la production et la modulation du signal de référence selon l'invention. L'entrée d'un diviseur de fréquence (:M) 47 est reliée à l'oscillateur à quartz 42 dont le signal est utilisé pour produire le signal porteur. A la sortie se trouve le signal de référence

$$S_{REF} = \cos (2\pi \frac{1}{M} f t + \varphi_2)$$

φ_2 étant un déphasage constant. Une deuxième entrée du commutateur inverseur 48 est reliée à la sortie du diviseur de fréquence 47. Si, à la suite de la transmission d'un signal utile, le commutateur inverseur 48 est commuté dans la position représentée par un tracé continu, le signal de référence est appliqué au modulateur 46 et est modulé sur le signal porteur.

On a ainsi finalement comme signal émis 71, par exemple pour la modulation d'amplitude,

$$\begin{aligned} S_{SEND} = & \frac{1}{2} m \cos [2\pi f (N-1/M) t + \varphi_3] \\ & + \frac{1}{2} m \cos [2\pi f N t + \varphi_4] \\ & + \frac{1}{2} m \cos [2\pi f (N+1/M) t + \varphi_3] \end{aligned}$$

avec φ_3 , φ_4 des déphasages constants et m un taux de modulation.

Le récepteur 5 est détaillé à la figure 3. Le signal transmis 71 émis par l'émetteur 4 est reçu par l'antenne réceptrice 51. D'une part, cette antenne est reliée à une entrée d'un circuit de récupération de porteuse 52. Celui-ci fournit à sa sortie le signal porteur récupéré

$$S_R, TRÄGER = \cos (2\pi N f t + \varphi_6)$$

qui se trouve à l'entrée d'un diviseur de fréquence (:N) 53. Un signal porteur récupéré et divisé $S_R, TRÄGER N$ est délivré à la sortie du diviseur de fréquence 53 et est appliqué à une première entrée d'un détecteur de phase 54.

D'autre part, l'antenne réceptrice 51 est reliée à une entrée d'un démodulateur de référence (Demod) 56. Le signal de référence récupéré et démodulé

$$S_{R, REF} = \cos (2\pi 1/M f t + \varphi_5)$$

est délivré à sa sortie et est appliqué à une entrée d'un multiplicateur (*M) 57. La sortie de celui-ci avec son signal de référence récupéré et multiplié $S_{R, REF} M$ est
 5 appliqué à une deuxième entrée du détecteur de phase 54.

Aux entrées du détecteur de phase, il y a donc les signaux

$$S_{R, TRÄGER N} = \cos (2\pi f t + \varphi_7)$$

$$S_{R, REF M} = \cos (2\pi f t + \varphi_8)$$

10 Le récepteur 5 récupère donc le signal porteur et démodule le signal de référence. Ces deux signaux doivent, dans la mesure où il s'agit de signaux originaux de l'émetteur 4, avoir l'un par rapport à l'autre une relation de phase constante qui est déterminée côté
 15 émetteur par φ_1 et φ_2 . Si les signaux n'ont pas cette relation de phase déterminée, il s'est produit une manipulation des signaux, c'est-à-dire qu'une intervention non autorisée a eu lieu dans la voie de transmission 7. Pour contrôler la phase, il faut d'abord
 20 égaliser le signal porteur et le signal de référence quant à leurs fréquences. A cet effet, le signal porteur est divisé par N au moyen du diviseur de fréquence 53 et le signal de référence est multiplié par le facteur M au moyen du multiplicateur 57. Les signaux $S_{R, TRÄGER N}$ et
 25 $S_{R, REF M}$ ainsi produits ont la même fréquence d'oscillateur. Leur relation de phase peut maintenant être testée.

A cet effet, le récepteur 5 comporte le détecteur de phase 54 et une unité d'évaluation 55. Si nécessaire, une
 30 unité de calcul de moyenne (non représentée) peut être prévue pour compenser des gigue de phase.

Le détecteur de phase 54 délivre un signal de mesure, notamment un signal de tension, qui dépend de la grandeur de la différence de phase $|\varphi_7 - \varphi_8|$ entre le
 35 signal porteur récupéré et le signal de référence. Le signal de mesure est testé par l'unité d'évaluation 55

quant à sa constance. La hauteur absolue du signal de mesure (de la différence de phase) peut certes aussi être exploitée pour l'évaluation mais cette valeur ne contient pas une information pertinente car elle ne peut pas être
5 contrôlée pratiquement à cause des différentes tolérances dans le système. Ceci a l'avantage que des déphasages, tels ceux pouvant résulter des différents temps de propagation du signal porteur et du signal de référence, n'influencent pas l'évaluation. Ceci permet d'avoir des
10 exigences moindres en matière de précision pour l'ensemble du système ; c'est un avantage important en particulier lors de la fabrication en série comme c'est le cas dans le domaine de la construction automobile. On évite de cette manière des dispositifs de compensation
15 coûteux pour des effets de température ou de vieillissement. La seule exigence importante qui reste est que l'oscillateur 42 avec le quartz 41 ne présente pas de variations de phase sur un temps de mesure. Cette exigence peut être satisfaite facilement et
20 économiquement.

Lors d'une intervention non autorisée dans la voie de transmission 7, de l'information sur le signal porteur initial est perdue. Lors d'une intervention non autorisée, on pourrait certes produire un signal porteur
25 mais pas avec une fréquence et une phase coïncidant de manière exacte. Dans le récepteur 5, ceci conduirait à ce que ϕ_7 ne soit plus constante. Par conséquent, la différence de phase $|\phi_7 - \phi_8|$ ne serait plus constante non plus. La tension à la sortie du détecteur de phase 54
30 (le signal de mesure) varierait en fonction du temps. Ceci serait détecté par l'unité d'évaluation 55 et la manipulation serait donc reconnue.

En principe, on peut aussi reconnaître de cette manière de petites manipulations du signal porteur.
35 Cependant, dans la pratique, le temps pendant lequel l'unité d'évaluation 55 surveille la relation de phase

(temps d'observation) est limité afin de garantir un temps de réponse acceptable du système de contrôle d'autorisation d'accès. Plus exactement, la longueur du temps d'observation détermine la précision avec laquelle un faux signal porteur peut être détecté. Dans une forme de réalisation éprouvée de l'invention, l'unité d'évaluation 55 est conçue de telle sorte qu'elle détecte une manipulation si le signal de mesure à la sortie du détecteur de phase 54 a pris au moins une fois sa tension minimale et sa tension maximale pendant le temps d'observation. Selon le détecteur de phase, il faut à cet effet une rotation de phase d'au moins π , de préférence de 2π .

Pour réduire le temps d'observation tout en gardant la précision, il est intéressant que les signaux appliqués au détecteur de phase 54 aient la fréquence la plus grande possible. La figure 4 représente un récepteur 5' de ce genre. Ce récepteur correspond largement au récepteur 5 représenté à la figure 3, des éléments identiques étant désignés par les mêmes références. Cependant, il est prévu à la place du multiplicateur 57 qui multiplie par le facteur M un multiplicateur 57' qui multiplie par le facteur $N \cdot M$. Le signal de sortie délivré au détecteur de phase 54 est alors

$$S_{R, REF \ N \cdot M} = \cos (2\pi N f t + \varphi_8)$$

Le diviseur de fréquence 52 dans la branche pour le signal porteur peut donc être supprimé de telle sorte que le signal porteur récupéré

$S_{R, TRÄGER} = \cos (2\pi N f t + \varphi_6) \equiv \cos (2\pi N f t + \varphi_7)$ est appliqué directement au détecteur de phase 54 (avec prise en compte de $\varphi_7 \equiv \varphi_6$). Dans ce cas, la comparaison de phase a lieu à la fréquence porteuse, c'est-à-dire à une fréquence N fois supérieure à celle utilisée dans le récepteur 5 représenté à la figure 3. Le récepteur 5' a besoin par exemple, pour la détection d'un signal porteur manipulé dont la fréquence s'écarte de 10 Hz de celle du

signal porteur original, d'un temps d'observation de 100 ms si le détecteur de phase 54 et l'unité d'évaluation 55 sont conçus pour la détection d'une rotation de phase de 2π ou de 50 ms si une rotation de phase de π suffit à la
5 détection.

Dans le récepteur 5 représenté à la figure 3, dans lequel la comparaison de phase a lieu à une fréquence N fois plus basse, il faut respectivement un temps d'observation de $N * 100$ ms et de $N * 50$ ms pour
10 atteindre la même précision.

La figure 4 montre aussi qu'un récepteur 5' selon l'invention peut facilement être inséré dans un système existant et ce sans qu'une grande dépense supplémentaire soit nécessaire. Dans la partie supérieure de la figure
15 4, on a représenté un récepteur habituel 6 du type ASK. Il comprend outre l'antenne réceptrice 51, un filtre à ondes de surfaces (SAW) 61, un préamplificateur 62, un mélangeur en fréquence intermédiaire 63, un filtre en fréquence intermédiaire 64 et un démodulateur 65 avec un
20 détecteur 66 raccordé. Ce récepteur habituel 6 est relié au récepteur selon l'invention 5' au moyen d'une première ligne 58 et d'une deuxième ligne 59. La sortie du préamplificateur 62 est reliée à l'entrée du circuit de récupération de porteuse 52 par l'intermédiaire de la
25 première ligne 58. Pour appliquer le signal de référence, la sortie du démodulateur 65 est reliée à l'entrée du multiplicateur 57' par l'intermédiaire de la deuxième ligne 59. Le récepteur 5 peut donc aussi être raccordé avec simplement deux lignes 58, 59 à un récepteur
30 habituel 6. En outre, le récepteur 5' peut alors utiliser quelques éléments du récepteur habituel 6 de telle sorte que le coût supplémentaire nécessaire au récepteur 5' est minimisé.

La figure 4 représente aussi différents types de
35 raccordement du récepteur 5 au récepteur habituel 6. Ils se distinguent par le nombre des éléments du récepteur

habituel 6 qui sont utilisés en commun et par le nombre d'éléments nécessaires en plus. Lors d'un raccordement au moyen de la deuxième ligne 59, aucun autre élément outre le récepteur 5' n'est nécessaire. Lors d'un raccordement
5 au moyen de la deuxième ligne 59', il faut en plus le démodulateur 56 pour le signal de référence. Ce type de raccordement est particulièrement intéressant lorsque le démodulateur 65 ne convient pas au signal de référence. Lors d'un raccordement au moyen de la deuxième ligne
10 59'', il faut outre le démodulateur 56 un filtre en fréquence intermédiaire 56' supplémentaire. Ce type de raccordement est particulièrement intéressant lorsque la largeur de bande du filtre en fréquence intermédiaire 64 ne convient pas au signal de référence.

15 Il arrive souvent que le récepteur habituel comporte déjà un circuit de récupération de porteuse. C'est notamment le cas pour des récepteurs avec démodulation cohérente, par exemple pour des récepteurs PSK. Dans ce cas, le récepteur selon l'invention 5 n'a pas besoin
20 d'avoir un circuit de récupération de porteuse 52 particulier.

La figure 5 montre une deuxième forme de réalisation de l'émetteur 4 de la figure 2. Des parties identiques sont munies des mêmes références. Dans la mesure où elles
25 coïncident avec celles représentées à la figure 2, elles ne sont plus expliquées ci-après.

A la place du modulateur 46 avec le commutateur inverseur 48, l'émetteur comporte un modulateur I/Q. Celui-ci comprend un déphaseur 45, deux modulateurs 46',
30 46'' et un additionneur 48'. La sortie du circuit PLL 43 se divise en deux branches. La branche supérieure est raccordée à une entrée du modulateur 46' dont la deuxième entrée est raccordée à la source de données. La sortie du modulateur 46' est raccordée à une première entrée de
35 l'additionneur 48'. La branche inférieure est appliquée à une entrée du déphaseur 45. Le déphaseur 45 est conçu

pour une rotation de la phase de $\pi/2$ (90°). Sa sortie est reliée à une entrée du modulateur 46'' dont l'autre entrée reçoit le signal de référence délivré par le diviseur 47. La sortie du modulateur 46'' est raccordée à une deuxième entrée de l'additionneur 48'. La sortie de l'additionneur 48' est finalement reliée à l'antenne émettrice 49. Au moyen d'un modulateur I/Q ainsi conçu, il est possible de moduler le signal utile et le signal de référence en parallèle sur la porteuse et donc de les transmettre simultanément. En fait, un signal porteur déphasé de 90° (en quadrature) est déduit du signal porteur proprement dit (en phase). Des signaux indépendants l'un de l'autre, à savoir le signal utile et le signal de référence, peuvent être modulés sur les deux signaux porteurs. Pour l'émission, les deux signaux porteurs modulés sont réunis par l'additionneur 48' de telle sorte que, comme avant, un seul canal de transmission est nécessaire.

Côté récepteur, il faut pour la séparation entre le signal porteur en phase et le signal porteur en quadrature une démodulation cohérente. Ceci signifie que le récepteur doit récupérer la phase du signal porteur. Ceci ne représente présentement aucun supplément de coût car une récupération de porteuse 52 correspondante doit être mise en oeuvre de toute façon pour la comparaison de phase.

La transmission parallèle du signal utile et du signal de référence offre l'avantage qu'une intervention non autorisée dans la voie de transmission est rendue plus difficile et même impossible. De plus, une modulation I/Q offre comme autre avantage qu'elle rend plus difficile l'accès, par un intrus, au signal modulé, que ce soit le signal utile ou le signal de référence, car il faut effectuer à cet effet - comme on l'a déjà dit - une démodulation cohérente. C'est nettement plus difficile qu'une démodulation incohérente habituelle.

La figure 6 représente une troisième forme de réalisation de l'émetteur 4 de la figure 2. Des parties identiques sont munies des mêmes références. Dans la mesure où elles coïncident avec celles représentées à la figure 2, elles ne sont plus expliquées ci-après. Comme la deuxième forme de réalisation représentée à la figure 5, cette forme de réalisation permet une transmission parallèle du signal utile et du signal de référence. De plus, elle rend encore plus difficile des manipulations car un procédé à étalement de spectre est utilisé.

A la place du modulateur 46 avec le commutateur inverseur 48, cet émetteur comporte une unité d'horloge de puce 45', un générateur de séquence PN 45'', un modulateur 48 ainsi qu'un dispositif de modulation 46'''. La sortie du diviseur de fréquence 47 est raccordée à une entrée de l'unité d'horloge 45'. La sortie de l'unité d'horloge 45' est reliée à une entrée du générateur de séquence PN 45''. L'horloge nécessaire à la production de la séquence PN est ainsi formée à partir de l'oscillateur 42. L'horloge forme ici le signal de référence. L'horloge est souvent de l'ordre de quelques 100 kHz et donc directement dans une plage convenant à une utilisation comme signal de référence.

Côté récepteur, l'horloge doit être récupérée. Ceci s'effectue avantageusement au moyen d'un procédé de corrélation ; comme c'est de toute façon nécessaire pour la récupération du signal utile dans le cas d'une modulation à étalement de spectre, un circuit approprié est déjà présent à cet effet. Le surcoût nécessaire au signal de référence est ainsi minimal tandis qu'une bonne protection contre des manipulations reste assurée.

La modulation à étalement de spectres offre une protection encore accrue contre des manipulations du fait qu'un intrus doit connaître la séquence PN utilisée pour pouvoir extraire correctement le signal de référence.

Le procédé et le dispositif selon l'invention ne se

limitent pas à l'un des procédés de modulation cités plus haut. D'autres procédés de modulation, notamment le codage de symbole différentiel (Differential BiPhase Shift Keying - DBPSK), peuvent aussi être utilisés. De
5 même, d'autres procédés connus de l'homme de métier peuvent être utilisés pour le traitement numérique du signal, notamment pour l'estimation de la phase de la porteuse dans le cas d'une modulation cohérente.

REVENDICATIONS

1. Procédé pour protéger une voie de transmission
(7) entre une unité de base (1) et une unité mobile
5 formant clé (2) d'un système de contrôle d'accès,
notamment pour des véhicules automobiles,

dans lequel un signal porteur qui est modulé avec un
signal utile est transmis par une unité émettrice à une
unité réceptrice,

10 caractérisé par le fait que
on transmet en plus un signal de référence spécial
qui a une relation de phase constante par rapport au
signal porteur,

on compare le signal de référence et le signal
15 porteur quant à leurs phases et

on délivre une alarme si on détecte une différence
de phase variant dans le temps.

2. Procédé selon la revendication 1,
caractérisé par le fait qu'on module le signal de
20 référence sur le signal porteur.

3. Procédé selon l'une des revendications
précédentes,

caractérisé par le fait qu'on ajoute le signal de
référence au signal porteur en une ou plusieurs positions
25 temporelles prédéterminées.

4. Procédé selon l'une des revendications précédentes,

caractérisé par le fait qu'on transmet en parallèle le signal utile et le signal de référence.

5 5. Procédé selon la revendication 4,

caractérisé par le fait qu'on module le signal de référence sur le signal porteur au moyen d'une modulation I/Q.

10 6. Procédé selon l'une des revendications précédentes,

caractérisé par le fait qu'on module le signal de référence sur le signal porteur au moyen d'une modulation à étalement de spectre.

15 7. Procédé selon l'une des revendications précédentes,

caractérisé par le fait qu'on produit le signal de référence à partir d'une horloge de puce de l'unité émettrice.

20 8. Procédé selon l'une des revendications précédentes,

caractérisé par le fait qu'on produit le signal d'horloge et le signal de référence à partir d'une source commune.

25 9. Procédé selon l'une des revendications précédentes,

caractérisé par le fait que le récepteur effectue une démodulation avec récupération de porteuse.

30 10. Procédé selon l'une des revendications précédentes,

caractérisé par le fait que, pour la comparaison des phases, on forme la différence de phase et on teste sa constance.

35 11. Procédé selon l'une des revendications précédentes,

caractérisé par le fait qu'on saisit le signal de référence pendant un temps d'observation pouvant être

prédéterminé.

12. Procédé selon l'une des revendications précédentes,

5 caractérisé par le fait qu'on modifie le temps d'observation en fonction d'un niveau de sécurité.

13. Système de contrôle d'autorisation d'accès, notamment pour des véhicules automobiles, qui réalise notamment le procédé selon l'une des revendications précédentes et qui comporte une unité de base (1) et une
10 unité mobile formant clé (2), chaque unité comportant un émetteur (4, 22) et un récepteur (5, 21) pour la transmission d'un signal porteur,

caractérisé par le fait que

l'émetteur (4) comporte dans l'une (1) des deux
15 unités une source de signal porteur (42) et un générateur de signal de référence pour produire et émettre un signal de référence verrouillé en phase par rapport au signal porteur,

et le récepteur (5) comporte un détecteur de phase
20 (54) et un circuit de test (55) qui est conçu pour évaluer la relation de phase entre le signal porteur et le signal de référence.

14. Système de contrôle d'autorisation d'accès selon la revendication 13,

25 caractérisé par le fait que le générateur de signal de référence est conçu comme un diviseur de fréquence (47) à l'entrée duquel le signal porteur est raccordé.

15. Système de contrôle d'autorisation d'accès selon la revendication 13 ou 14,

30 caractérisé par le fait que l'émetteur (4) comporte une unité de modulation (46) qui module le signal de référence sur le signal porteur à des instants prédéterminés.

16. Système de contrôle d'autorisation d'accès selon
35 l'une des revendications 13 à 15,

caractérisé par le fait que l'unité de modulation

(46) est conçue à plusieurs canaux pour moduler le signal de référence et un signal utile sur le signal porteur.

17. Système de contrôle d'autorisation d'accès selon la revendication 16,

5 caractérisé par le fait que l'unité de modulation (46) est conçue comme un modulateur en phase/en quadrature, le signal utile étant modulé sur l'une de ses porteuses et le signal de référence étant modulé sur son autre porteuse.

10 18. Système de contrôle d'autorisation d'accès selon l'une des revendications 13 à 17,

 caractérisé par le fait que l'unité de modulation (46) est conçue comme un modulateur à étalement de spectre.

15 19. Système de contrôle d'autorisation d'accès selon la revendication 18,

 caractérisé par le fait que le signal de référence est envoyé à l'entrée d'horloge d'un générateur de séquence PN (45').

20 20. Système de contrôle d'autorisation d'accès selon l'une des revendications 13 à 19,

 caractérisé par le fait que le récepteur (5) comporte un démodulateur particulier pour le signal de référence (56).

25 21. Système de contrôle d'autorisation d'accès selon l'une des revendications 13 à 20,

 caractérisé par le fait que l'émetteur (4) avec le générateur de signal de référence et le récepteur (5) avec le détecteur de phase sont agencés dans la même
30 unité.

 22. Système de contrôle d'autorisation d'accès selon l'une des revendications 13 à 21,

 caractérisé par le fait qu'un dispositif commutateur est prévu pour le temps d'observation.

FIG 1

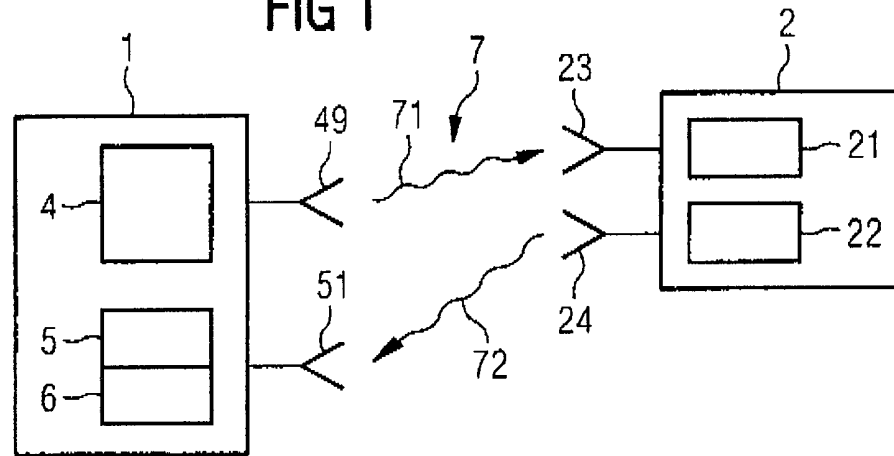
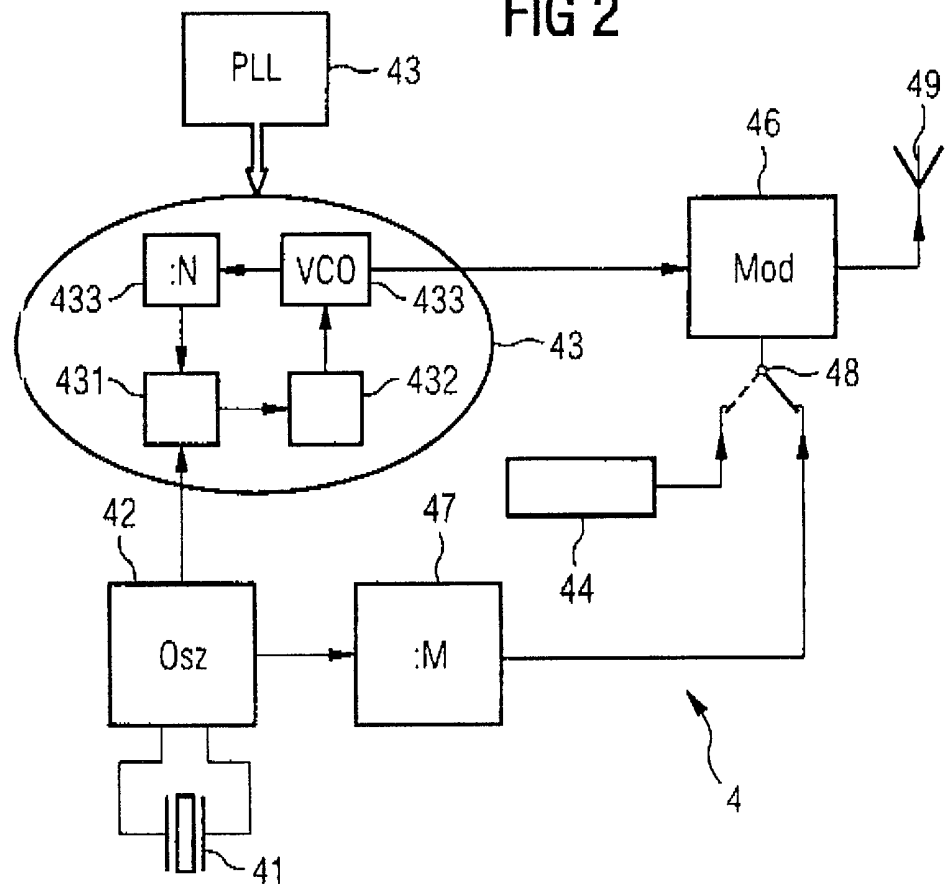


FIG 2



2/3

FIG 3

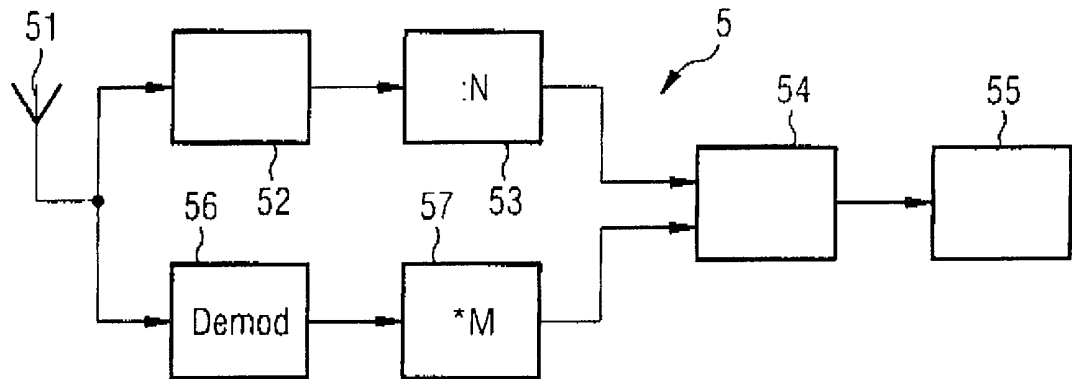
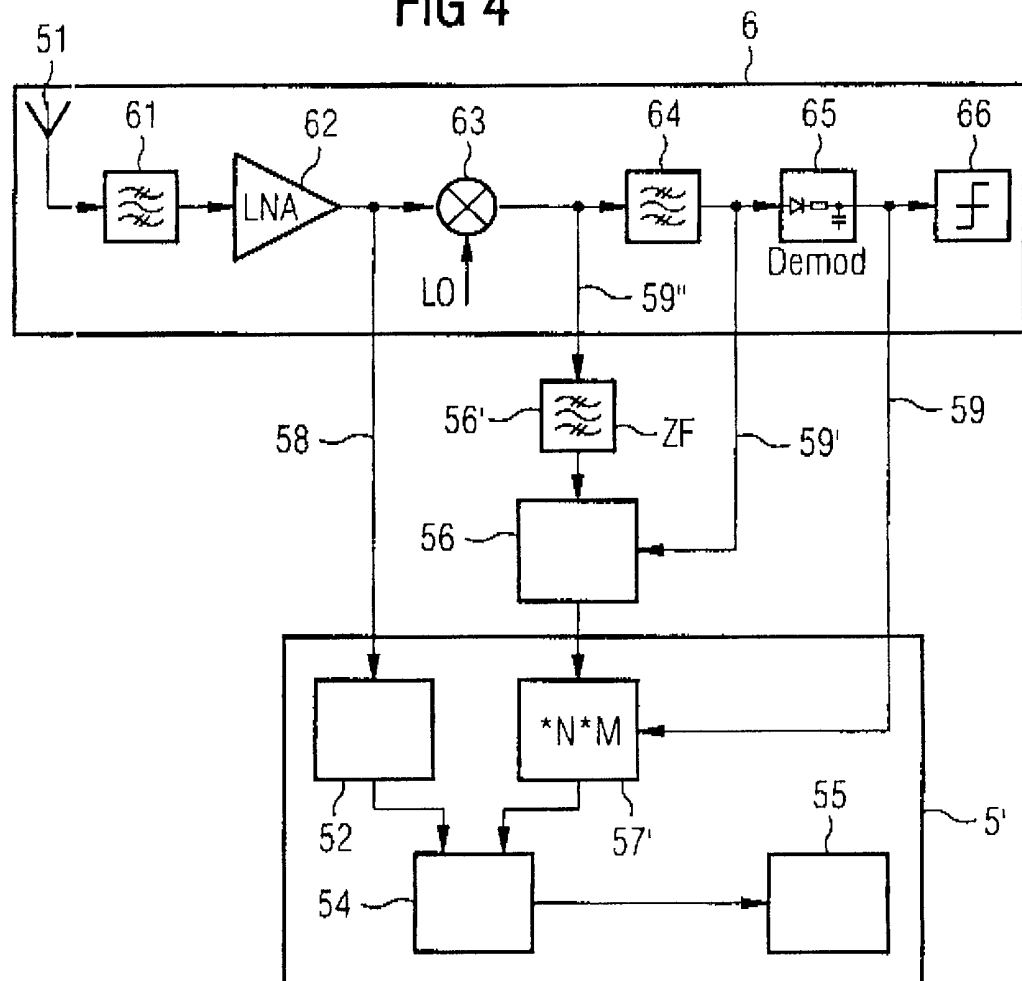


FIG 4



3/3

FIG 5

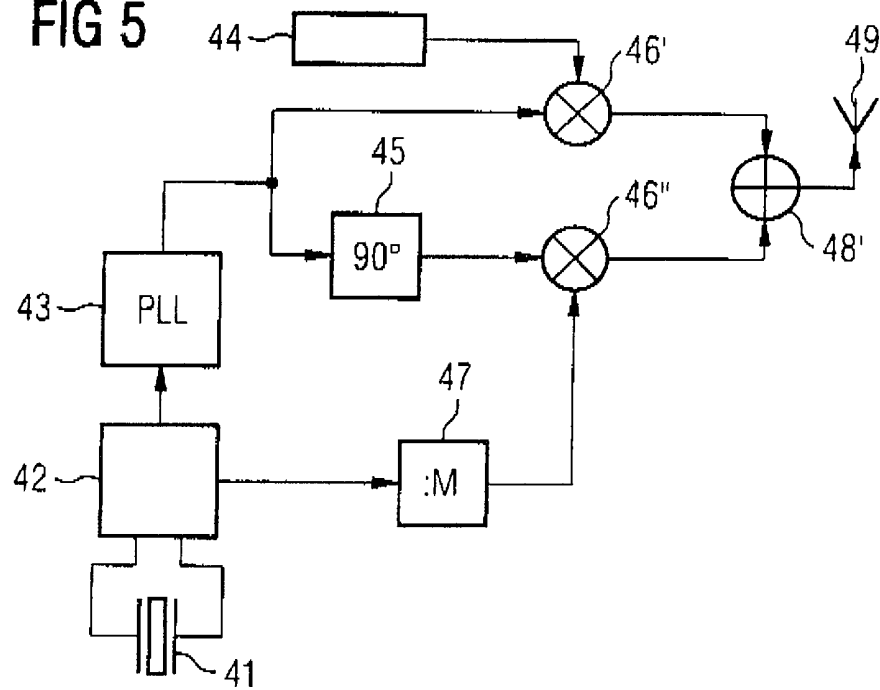


FIG 6

