(19) RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

INSTITUT NATIONAL
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE

PARIS

(11) **N° de publication :** **2 806 855**
(à n'utiliser que pour les commandes de reproduction)

(21) **N° d'enregistrement national :** **00 03606**

(51) Int Cl[7] : **H 03 D 1/18,** G 06 K 19/07

(12) DEMANDE DE BREVET D'INVENTION A1

(22) **Date de dépôt :** 21.03.00.

(30) **Priorité :**

(43) **Date de mise à la disposition du public de la demande :** 28.09.01 Bulletin 01/39.

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

(60) **Références à d'autres documents nationaux apparentés :**

(71) **Demandeur(s) :** *STMICROELECTRONICS SA* *Société anonyme* — FR et *GEMPLUS* — FR.

(72) **Inventeur(s) :** RIZZO PIERRE et DELL OVA FRANCIS.

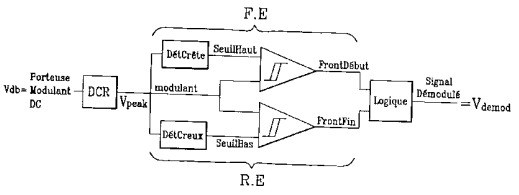
(73) **Titulaire(s) :**

(74) **Mandataire(s) :** CABINET BALLOT.

(54) DEMODULATEUR D'UN SIGNAL ALTERNATIF MODULE EN AMPLITUDE.

(57) L'invention concerne un démodulateur d'un signal modulé en amplitude (Vdb), caractérisé en ce qu'il comporte:

- une cellule de détection de crête (DCR) apte à extraire le signal modulant de référence (Vpeak1) du signal modulé (Vdb);
- un premier démodulateur (FE) apte à détecter la crête du signal modulant de référence (Vpeak1) pour générer un seuil haut de comparaison et repérer le début de la modulation;
- un second démodulateur (RE) apte à détecter un creux du signal modulant de référence (Vpeakl) pour générer un seuil bas de comparaison et repérer la fin de la modulation;
- une unité de traitement logique apte à fournir le signal démodulé (Vdemod).



FR 2 806 855 - A1

DEMODULATEUR D'UN SIGNAL ALTERNATIF MODULE EN AMPLITUDE

La présente invention concerne un démodulateur d'un signal alternatif modulé en amplitude basé sur le principe de la détection de crête et de creux. L'invention concerne également un dispositif sans contact comportant un tel démodulateur.

Le démodulateur selon l'invention trouve une application particulièrement avantageuse dans le domaine de la communication par Radio Fréquence (RF) de longue portée. Des dispositifs portables à communication sans contact tels que des cartes à puce sans contact, des étiquettes électroniques ou des badges fonctionnent sur la base d'une communication par champ magnétique avec un organe interrogateur de lecture et/ou écriture appelé communément lecteur. Ces dispositifs sans contact comportent généralement un microcircuit connecté à un circuit résonnant de type L,C parallèle. La self est une antenne extérieure alors que la capacité est intégrée au microcircuit. L'ensemble constitue ce qui est communément appelé « circuit d'accord ».

A titre d'exemple, dans certaines applications carte à puce sans contact, le lecteur émet un signal hertzien ayant une fréquence porteuse de 13,56 MHz.

Ce signal émis permet d'une part d'alimenter la carte sans contact qui se procure ainsi l'énergie nécessaire à son fonctionnement par induction, et d'autre part, d'établir une communication entre la

carte et le lecteur selon un protocole établi. Ainsi, lorsque la carte sans contact pénètre dans le champ d'émission du lecteur, elle communique avec ce dernier par une opération de modulation qui consiste à modifier au moins un paramètre de la porteuse.

Le dispositif sans contact reçoit de la part du lecteur un signal modulé en amplitude par le biais du circuit d'accord. L'interprétation du message du lecteur par le dispositif sans contact se fait par une opération de démodulation qui consiste à extraire le signal modulé de la porteuse. La fréquence du signal modulé est largement inférieure à celle de la porteuse, en général une dizaine de kHz.

La qualité et la fiabilité de la communication RF sont directement liées, entre autre, à la distance entre le lecteur et le dispositif sans contact. La distance, ou la portée, de la communication RF entre le lecteur et le dispositif sans contact dépend de plusieurs paramètres dont la fréquence d'accord entre le circuit résonnant du dispositif sans contact et la fréquence d'émission du signal du lecteur, ainsi que de la qualité de la démodulation du signal modulé.

La qualité de la démodulation du signal modulé dépend directement de la distance entre le dispositif sans contact et le lecteur ainsi que de la vitesse de déplacement du dispositif dans le champ d'émission du lecteur. Plus la portée est grande et le dispositif furtif, plus la démodulation sera entachée d'erreurs.

Un schéma bloc des étages d'entrée du dispositif sans contact est illustré sur la figure 1. Un circuit résonnant, centré sur la fréquence de la porteuse,

reçoit un signal hertzien modulé. Un pont redresseur génère une tension continue afin d'alimenter le dispositif sans contact. La tension à la sortie du pont redresseur Vdb représente la tension directe après redressement et contient à la fois l'énergie nécessaire à l'auto-alimentation du dispositif sans contact et l'information du signal modulé.

Pour des applications utilisant une modulation d'amplitude de 100%, une diode isole le circuit résonnant de la charge et élimine ainsi toute possibilité de retour de courant vers le circuit résonnant. Un limiteur permet de maintenir la tension d'alimentation Vdd inférieure à un seuil, de 4V par exemple. Une résistance est avantageusement placée entre Vdb et la diode afin d'isoler le signal modulé sur Vdb. Ainsi, la démodulation du signal modulé provenant du lecteur se fait directement à partir du signal Vdb en sortie du pont redresseur du dispositif sans contact.

Un dispositif classique de démodulation en amplitude est illustré schématiquement sur la figure 2.

Le signal Vdb est tout d'abord traité par un filtre passe bas, de type RC, afin d'éliminer les composantes de l^a porteuse pour en retirer d'une part l'enveloppe du signal modulé, que l'on appelle communément le signal modulant de référence Vmod, et d'autre part sa composante continue DC. Une fréquence de coupure de quelques dizaines de kHz peut être choisie pour ce premier filtre. Le niveau continu DC est ensuite extrait par un nouveau filtre passe bas dont la fréquence de coupure est inférieure à la fréquence du

signal modulant Vmod, quelques kHz par exemple. Le signal de démodulation Vdemod peut alors être obtenu par comparaison entre le signal modulant de référence Vmod et son niveau continu DC.

Un tel dispositif de démodulation présente des limitations dues à sa structure même. En effet, le niveau continu DC est largement variable en fonction du positionnement de la carte dans le champ du lecteur, et de sa vitesse de déplacement. Cet état de fait rend la génération d'un niveau de comparaison fiable difficile à obtenir de façon permanente. Ce problème est même accentué pour des applications où une grande portée, 50cm à 1m environ, est requise.

Les graphes des figures 3a à 3c illustrent les limites des dispositifs classiques de démodulation.

Le signal modulant de référence Vmod est reporté sur la figure 3a avec son niveau continu DC. Le signal de démodulation Vdemod est reporté sur la figure 3b. On constate que certaines modulations peuvent ne pas être détectées et que les modulations identifiées par le dispositif ne le sont pas parfaitement, c'est à dire que le début et la fin de la modulation ne sont pas précisément repérés.

La figure 3c illustre à cet effet l'objectif de la présente invention qui consiste à réaliser, pour un dispositif sans contact, un démodulateur capable de repérer avec précision le début et la fin de tous les signaux modulés émis par le lecteur.

La présente invention a pour but de résoudre les inconvénients de l'art antérieur, et de proposer un

démodulateur actif basé sur le principe de « détection de crête et de creux ».

Le démodulateur selon l'invention est dit « actif », c'est à dire qu'il est apte à générer, en suivant le signal modulé de façon dynamique, un seuil bas et un seuil haut qui permettent de repérer précisément le début et la fin de la modulation.

Un tel démodulateur est principalement constitué de deux démodulateurs indépendants respectivement optimisés pour détecter le début et la fin du signal modulé.

La présente invention à plus particulièrement pour objet un démodulateur d'un signal modulé en amplitude, caractérisé en ce qu'il comporte :

- une cellule de détection de crête apte à extraire le signal modulant de référence du signal modulé ;
- un premier démodulateur apte à détecter la crête du signal modulant de référence pour générer un seuil haut de comparaison et repérer le début de la modulation ;
- un second démodulateur apte à détecter un creux du signal modulant de référence pour générer un seuil bas de comparaison et repérer la fin de la modulation ;
- une unité de traitement logique apte à fournir le signal démodulé.

Selon une caractéristique, la cellule de détection de crête comporte :

- une diode sur laquelle entre le signal modulé ;

- une capacité en parallèle avec une source de courant ;

le signal modulant de référence représentant la tension de charge et décharge aux bornes de la capacité.

Selon une caractéristique, la cellule de détection de crête opère en outre une recopie décalée du signal modulant de référence.

Selon une caractéristique, le premier démodulateur opère une recopie décalée du signal modulant de référence et comporte une cellule de détection de crête du signal de référence décalé de manière à générer un seuil haut de comparaison, un comparateur étant apte à détecter le croisement entre le seuil haut et le signal de référence décalé pour définir le début de la modulation.

Selon un mode de réalisation préférentiel, la cellule de détection de crête du premier démodulateur comporte au moins un transistor passant en absence de modulation et bloqué lors de la modulation, ledit transistor étant monté en série avec une capacité en parallèle à un miroir de courant, le début de la modulation étant repéré par la décharge de la capacité par le miroir de courant.

Selon une particularité, le seuil haut de comparaison est généré par un décalage de la tension de décharge aux bornes d'une capacité.

Selon un mode de réalisation, la pente de décharge est comprise entre 50 et 100kV/s.

Selon une autre caractéristique, le second démodulateur opère une recopie décalée du signal modulant de référence et comporte une cellule de détection de creux du signal de référence décalé de manière à générer le seuil bas de comparaison, un comparateur étant apte à détecter le croisement entre le seuil bas et le signal de référence décalé pour définir la fin de la modulation.

Selon un mode de réalisation préférentiel, la cellule de détection de creux du second démodulateur comporte au moins un transistor bloqué en absence de modulation et passant lors de la modulation, ledit transistor étant monté en parallèle avec une capacité et en série avec un miroir de courant, la fin de la modulation étant repérée par la recharge de la capacité par le miroir de courant.

Selon une particularité, le seuil bas de comparaison est généré par un décalage de la tension de charge aux bornes d'une capacité.

Selon un mode de réalisation, la pente de charge est comprise entre 50 et 100kV/s.

Selon une autre caractéristique, l'unité de traitement logique comporte deux bascules commandées respectivement par les comparateurs des démodulateurs de détection de crête et de détection de creux.

Selon une autre caractéristique, le démodulateur comporte en outre un système d'asservissement apte à maintenir le signal modulant de référence en dessous de la tension d'alimentation du démodulateur.

La présente invention a également pour objet un dispositif sans contact de type carte à puce comportant un tel démodulateur.

Selon une caractéristique, le dispositif est apte à communiquer avec un organe de lecture/écriture sur une distance pouvant atteindre 1m avec une vitesse de déplacement pouvant atteindre 3m/s.

Le démodulateur selon l'invention permet d'encadrer très précisément le début et la fin de la modulation. Il est ainsi possible de s'affranchir des contraintes liées aux grandes variations de niveaux continus des signaux modulés.

Ainsi, le démodulateur selon l'invention peut être utilisé dans le cadre d'applications pour lesquelles une grande portée de communication et une vitesse de déplacement élevée sont requises entre le dispositif sans contact et le lecteur.

D'autres particularités et avantages de la présente invention apparaîtront au cours de la description qui suit donnée à titre d'exemple illustratif et non limitatif en référence aux figures dans lesquelles :

- la figure 1, déjà décrite, est un schéma bloc des étages d'entrée du dispositif sans contact ;
- la figure 2, déjà décrite, est un schéma de principe classique de la démodulation d'un signal ;
- les figures 3a à 3c, déjà décrites, sont des graphes illustrant respectivement le signal modulé et son niveau continu, le signal démodulé

avec un dispositif classique et le signal démodulé avec le démodulateur selon l'invention ;

- la figure 4 est un schéma de principe du démodulateur selon l'invention ;
- la figure 5 est un schéma de principe d'une cellule de base pour la « détection de crête » ;
- la figure 6 est un graphe illustrant le signal modulant de référence du signal modulé ;
- la figure 7 est un schéma bloc de l'implémentation du démodulateur selon l'invention dans un dispositif sans contact ;
- la figure 8 illustre schématiquement la détection du début de la modulation par le démodulateur selon l'invention ;
- la figure 9 illustre schématiquement la détection de la fin de la modulation par le démodulateur selon l'invention ;
- la figure 10 illustre graphiquement le signal démodulé par le démodulateur selon l'invention ;
- la figure 11 est un schéma de l'unité logique du démodulateur selon l'invention ;
- les figures 12a à 12c sont des graphes illustrant respectivement le signal modulé, le signal modulant de référence et le signal démodulé par le démodulateur selon l'invention.

Dans la description qui suit, on se réfère à une carte sans contact recevant de la part d'un lecteur un signal modulé en amplitude dont la fréquence de

porteuse est 13.56 MHz et l'index de modulation de 10%. L'application requière une portée de la communication RF pouvant atteindre 1m pour une vitesse de déplacement de la carte dans le champ du lecteur pouvant atteindre 3m/s.

En se référant à la figure 4, qui est un schéma de principe du démodulateur selon l'invention, le signal modulé Vdb est tout d'abord traité par une cellule de « détection de crête » DCR qui extrait le signal modulant de référence Vpeak.

Deux démodulateurs indépendants FE et RE, placés en parallèle, vont alors détecter respectivement le début et la fin de la modulation, ces résultats intermédiaires sont ensuite traités numériquement par une logique pour produire le signal démodulé.

Le premier démodulateur sera dénommé par la suite « Falling Edge » FE car il détecte le seuil haut du signal modulant de référence Vpeak et repère le début de la modulation lors d'une chute de tension sur Vpeak (chute produite par la modulation 10% de l'exemple considéré).

Le second démodulateur sera dénommé par la suite « Rising Edge » RE car il détecte un creux dans le signal modulant de référence Vpeak (creux correspondant à la modulation 10%) pour générer un seuil bas propre à cette modulation et repèrer la fin de la modulation lors de la remonté de la tension Vpeak.

On obtient ainsi un démodulateur dynamique qui suit l'évolution du signal modulé pour repérer en temps réel le début et la fin de la modulation.

Le démodulateur selon l'invention comporte plusieurs blocs électroniques pour sa mise en œuvre. Ces différents blocs sont illustrés sur la figure 7 par des schémas électroniques. Cette figure ne représente qu'un exemple d'implémentation dans une carte sans contact ou un badge électronique et ne doit en aucun cas être restrictive.

La première étape de mise en œuvre consiste à extraire un signal modulant (une enveloppe) de référence du signal modulé Vdb afin d'en éliminer la porteuse.

A cet effet, on réalise une première détection de crête DCR à partir d'une cellule de base schématisée sur la figure 5. Une telle cellule se compose essentiellement d'une diode, d'une capacité et d'une source de courant continu, et va permettre d'extraire le signal modulant de référence Vpeak du signal modulé Vdb.

Lorsque l'on considère un signal modulé Vdb double alternance, la capacité C ne peut être chargée que pendant l'alternance positive de Vdb, c'est à dire quand Vdb-Vpeak>Vd, avec Vd la tension de seuil de la diode. Dès que cette relation n'est plus vérifiée, la diode de la cellule de base se bloque et la capacité C a un effet mémoire, c'est à dire qu'à l'instant du blocage de la diode, on a très précisément Vpeak=Vdb(crête)-Vd. La capacité C est ensuite déchargée à courant constant et Vpeak diminue selon la relation dVpeak/dt=-i/C.

Il faut par conséquent choisir une constante de temps adaptée, de quelque dizaine de kHz par exemple, pour récupérer le signal modulé sans atténuation tout en limitant la résultante due à la porteuse. En effet, la fréquence du signal modulé est lente par rapport à celle de la porteuse.

La figure 6 est un graphe illustrant le signal modulant de référence Vpeak issu du signal modulé Vdb par la cellule de base de la figure 5.

Si V1 est la profondeur de la modulation (10% par exemple) et V2 la résultante de la porteuse sur le signal extrait Vpeak, on peut considérer que V2 est un niveau de bruit sur Vpeak. Av^ec une fréquence de porteuse de Fc, on peut estimer V2(max)=i/(C*Fc), ce qui correspond à la décharge de la capacité sur une période entière de la porteuse.

Dans l'exemple d'implémentation de la figure 7, le signal modulant de référence Vpeak1 est directement extrait à partir du signal modulé Vdb provenant de l'antenne. On définit les paramètres du miroir de courant M4 et de la capacité C13, pour obtenir une pente de décharge de Vpeak1 de 600kV/s.

Suites à différentes simulations réalisées avec plusieurs cartes sans contact, on a pu établir une modulation maximale de 500mV en 1µs, soit une pente de 500kV/s, ce qui est inférieur à la pente de décharge (600kV/s) de la cellule de détection de crête DCR du démodulateur selon l'invention.

La résultante de la porteuse V2 peut être estimée à 44mV pour une fréquence de porteuse de 13.56MHz. Le

niveau de bruit est donc acceptable pour une profondeur de modulation de 500mV.

Une image Vpeak2 du signal modulant de référence Vpeak1 est réalisée grâce à un simple décalage au moyen d'une diode. Ce sont ces deux signaux Vpeak1 et Vpeak2 qui seront ensuite utilisés respectivement par les démodulateurs FE et RE dont les résultats seront traités par une unité logique non illustrée sur la figure 7.

Il est à noter que le démodulateur selon l'invention est en outre pourvu d'un système d'asservissement qui permet de fixer le signal modulant de référence Vpeak1 au plus haut de la dynamique admissible pour le démodulateur, quelle que soit son alimentation qui peut être comprise entre 2V et 5V par exemple. Un transistor haute tension M9 tire un courant variable en fonction du niveau du signal modulé Vdb à travers une résistance RX3. On obtient ainsi un décalage variable entre Vdb et l'alimentation.

On se réfère maintenant aux figures 7 et 8 illustrant le fonctionnement du démodulateur FE qui repère le début de la modulation.

Ce démodulateur FE est également basé sur le principe de la détection de crête, mais la diode est remplacée par un transistor Nmos monté en suiveur. Comme illustré sur la figure 7, les transistors M17 et M18 sont des transistors montés en suiveur et polarisés par les miroirs de courant M5 et M6.

Le transistor M17 opère une recopie du signal modulant de référence Vpeak1 en Vmodul avec un décalage

de Vt correspondant à la tension de seuil du transistor M17, de 0.7V par exemple.

Le transistor M18 agit comme la diode de la cellule de base de la détection de crête DCR pour créer un seuil haut Vdcmod sur le signal Vmodul. Vdcmod représente la tension aux bornes de la capacité C14.

En absence de modulation, M18 charge la capacité C14 et on a alors Vdcmod=Vmodul (Vdcmod est sur la crête du signal modulé). Lorsque la modulation d'amplitude commence, la tension Vpeak1 chute et on a alors Vpeak1-Vt < Vmodul. Le transistor M18 se bloque et la capacité C14 est déchargée à courant constant par le miroir de courant M5 qui polarise le transistor M18. Vdcmod représente alors la décharge de la capacité C14 à courant constant. La pente de décharge de Vdcmod est fixée à 75kV/s.

Cette décharge est lente par rapport à la modulation, mais doit cependant être plus rapide qu'une baisse possible de l'alimentation lorsque la carte s'éloigne du lecteur. Si on considère une carte d'une portée de 50cm se déplaçant à 3m/s par rapport au lecteur, et si on considère en première approximation que la tension interne d'alimentation est proportionnelle à la distance de communication entre l'étiquette et le lecteur, on peut varier de 2V à 4V sur 50cm en 1/6s, ce qui nous donne une pente minimum de décharge de 12V/s à comparer avec les 75kV/s.

Vdcmod repère la crête du signal Vmodul. Pour créer un seuil de comparaison, on recopie Vdcmod en Vdcmodshift en utilisant une chute de potentiel à

travers une résistance RX0 traversée par le courant de polarisation. On peut ainsi obtenir un décalage d'environ 110mV avant hystérésis entre Vdcmod et Vdcmodshift.

Le début de la modulation est déterminé par le croisement de Vmodul avec Vdcmodshift. Ces deux signaux sont traités par un comparateur présentant un hystérésis de 50mV suffisant pour éliminer de possibles transitions multiples dues à la résultante de la porteuse. Le seuil de déclenchement de la détection du début de la modulation est donc de 160mV environ, ce qui est relativement précis si on a une profondeur de modulation de 500mV et ne peut être confondu avec une résultante de la porteuse estimée à 44mV.

De même, la détection de la fin de la modulation par le démodulateur RE est illustrée dans son principe sur la figure 9.

Alors que le démodulateur FE traque la crête du signal modulé afin de générer un seuil inférieur à celle-ci et repérer le début de la modulation, le démodulateur RE traque les creux du signal modulé (pendant lesquels il y a modulation) afin de générer un seuil supérieur à ceux-ci et repérer la fin de la modulation.

A cet effet, il est nécessaire de parvenir à décharger une capacité rapidement afin de mémoriser le niveau du creux, puis à recharger cette capacité à courant constant pour créer une pente de recharge qui puisse générer un seuil de comparaison.

On utilise à cette fin des transistors Nmos M31 et Pmos M26 et M27 montés en suiveur et polarisés par les

miroirs de courant M30, M25 et M28. Le transistor M31 recopie Vpeak2 en Vmodulshift, et le transistor M27 recopie Vmodulshift en Vmodinf avec un décalage de Vtp égale à 1V environ.

L'objectif de ce double recopiage est de recentrer le signal Vmodinf, qui va être utilisé pour les comparaisons, dans la dynamique du système. En effet, l'asservissement maintient Vpeak1 environ au niveau de l'alimentation. Vmodulshift est la recopie décalée de Vpeak2, c'est à dire l'image de Vpeak1 décalé d'un seuil de diode plus d'un seuil de transistor Nmos, soit un décalage de -1.4V. Or, sachant que la détection dans le démodulateur RE se fait avec des transistors Pmos, il est nécessaire de remonter les niveaux des signaux, c'est pourquoi on travaille avec Vmodinf qui correspond environ à Vpeak1-0.4V et qui restera donc dans la dynamique d'entrée du comparateur du démodulateur RE.

Le seuil bas au creux du signal Vmodinf sera représenté par la tension aux bornes de la capacité C19, Vdcmodinf.

En absence de modulation, la capacité C19 est chargée. Lorsque la modulation intervient, Vmodulshift chute et devient inférieur à Vdcmodinf-Vtp. Le transistor M26 devient passant et décharge C19 rapidement tant que Vdcmodinf ne retrouve pas le niveau de Vmodulshift+Vtp, soit Vdcmodinf=Vmodinf. On a bien Vdcmodinf dans le creux de l'image du signal modulé Vmodinf.

Lorsque la modulation se termine, Vmodulshift remonte et bloque le transistor M26 qui ne tire plus de courant sur la capacité C19. Celle-ci peut alors être

rechargée à courant constant par le miroir de courant M25. La constante de temps du démodulateur RE est choisie identique à celle du démodulateur FE, soit 75kV/s dans l'exemple considéré.

Le signal Vdcmodinf repère le creux du signal Vmodinf. Comme précédemment, pour créer un seuil de comparaison, on recopie Vdcmodinf en Vdcmodinfshift par une chute de potentiel à travers une résistance RX4 traversée par le courant de polarisation. On peut ainsi obtenir un décalage d'environ 75mV avant hystérésis entre Vdcmodinf et Vdcmodinfshift.

La fin de la modulation est déterminée par le croisement de Vmodinf avec Vdcmodinfshift. Ces deux signaux sont traités par le même type de comparateur que celui utilisé pour le démodulateur FE, présentant un hystérésis de 50mV. Le seuil de déclenchement de la détection de la fin de la modulation est donc de 125mV environ.

Le signal démodulé par le démodulateur selon l'invention correspond au traitement logique des sorties des deux comparateurs des deux démodulateurs FE et RE, comme cela est représenté sur la figure 11.

La figure 10 illustre graphiquement les signaux de sortie des comparateurs. Une image du signal modulé est donnée par le graphe "modul", la sortie du comparateur du démodulateur FE est représentée par le graphe "demodFE" qui repère précisément le début de la modulation, et la sortie du comparateur du démodulateur RE est représentée par le graphe "demodRE" qui repère précisément la fin de la modulation. Le signal démodulé est représenté sur le dernier graphe.

La logique du démodulateur selon l'invention est prévue pour détecter le premier croisement entre le signal modulé et les seuils de comparaison, le second croisement ne représentant aucune information intéressante dans l'application considérée.

Comme illustré sur la figure 11, le premier croisement détecté par le comparateur FE actionne une première bascule D1 qui annonce ainsi le début de la modulation, et le premier croisement détecté par le comparateur RE actionne une seconde bascule D2 qui annonce ainsi la fin de la modulation.

Les figures 12a à 12c sont des graphes illustrant des simulations de démodulation d'un signal Vdb avec un démodulateur selon l'invention. Le graphe 12c illustre bien la finesse de précision de la démodulation.

REVENDICATIONS

1. Démodulateur d'un signal modulé en amplitude (Vdb), caractérisé en ce qu'il comporte :

- une cellule de détection de crête (DCR) apte à extraire le signal modulant de référence (Vpeak1) du signal modulé (Vdb) ;
- un premier démodulateur (FE) apte à détecter la crête du signal modulant de référence (Vpeak1) pour générer un seuil haut de comparaison et repérer le début de la modulation ;
- un second démodulateur (RE) apte à détecter un creux du signal modulant de référence (Vpeak1) pour générer un seuil bas de comparaison et repérer la fin de la modulation ;
- une unité de traitement logique apte à fournir le signal démodulé (Vdemod).

2. Démodulateur selon la revendication 1, caractérisé en ce que la cellule de détection de crête (DCR) comporte :

- une diode sur laquelle entre le signal modulé (Vdb)
- une capacité (C) en parallèle avec une source de courant (I),

le signal modulant de référence (Vpeak1) représentant la tension de charge et décharge aux bornes de la capacité (C).

3. Démodulateur selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé en ce que la cellule de détection de crête (DCR) opère en outre une recopie décalée (Vpeak2) du signal modulant de référence (Vpeak1).

4. Démodulateur selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé en ce que le premier démodulateur (FE) opère une recopie décalée (Vmodul) du signal modulant de référence (Vpeak1) et en ce qu'il comporte une cellule de détection de crête (Vdcmod) du signal de référence décalé (Vmodul) de manière à générer un seuil haut de comparaison (Vdcmodshift), un comparateur étant apte à détecter le croisement entre le seuil haut (Vdcmodshift) et le signal de référence décalé (Vmodul) pour définir le début de la modulation.

5. Démodulateur selon la revendication 4, caractérisé en ce que la cellule de détection de crête du premier démodulateur (FE) comporte au moins un transistor (M18) passant en absence de modulation et bloqué lors de la modulation, ledit transistor (M18) étant monté en série avec une capacité (C14) en parallèle à un miroir de courant (M5), le début de la modulation étant repéré par la décharge de la capacité (C14) par le miroir de courant (M5).

6. Démodulateur selon l'une des revendications 4 à 5, caractérisé en ce que le seuil haut de comparaison

(Vdcmodshift) est généré par un décalage de la tension de décharge (Vdcmod) aux bornes d'une capacité (C14).

7. Démodulateur selon la revendication 6, caractérisé en ce que la pente de la tension de décharge (Vdcmod) est comprise entre 50 et 100kV/s.

8. Démodulateur selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé en ce que le second démodulateur (RE) opère une recopie décalée (Vmodinf) du signal modulant de référence (Vpeak1) et en ce qu'il comporte une cellule de détection de creux (Vdcmodinf) du signal de référence décalé (Vmodinf) de manière à générer un seuil bas de comparaison (Vdcmodinfshift), un comparateur étant apte à détecter le croisement entre le seuil bas (Vdcmodinfshift) et le signal de référence décalé (Vmodinf) pour définir la fin de la modulation.

9. Démodulateur selon la revendication 8, caractérisé en ce que la cellule de détection de creux du second démodulateur (RE) comporte au moins un transistor (M26) bloqué en absence de modulation et passant lors de la modulation, ledit transistor (M26) étant monté en parallèle avec une capacité (C19) et en série avec un miroir de courant (M25), la fin de la modulation étant repérée par la recharge de la capacité (C19) par le miroir de courant (M25).

10. Démodulateur selon l'un des revendications 8 à 9, caractérisé en ce que le seuil bas de comparaison

(Vdcmodinfshift) est généré par un décalage de la tension de charge (Vdcmodinf) aux bornes d'une capacité (C19).

11. Démodulateur selon la revendication 10, caractérisé en ce que la pente de la tension de charge (Vdcmodinf) est comprise entre 50 et 100kV/s.

12. Démodulateur selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé en ce que l'unité de traitement logique comporte deux bascules (D1, D2) commandées respectivement par les comparateurs des démodulateurs de détection de crête (FE) et de détection de creux (RE).

13. Démodulateur selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé en ce qu'il comporte en outre un système d'asservissement apte à maintenir le signal modulant de référence (Vpeak1) en dessous de la tension d'alimentation du démodulateur.

14. Dispositif sans contact, de type carte à puce, comportant un démodulateur selon l'une quelconque des revendications 1 à 13.

15. Dispositif selon la revendication 14, caractérisé en ce qu'il est apte à communiquer avec un organe de lecture/écriture sur une distance pouvant atteindre 1m avec une vitesse de déplacement pouvant atteindre 3m/s.

Fig. 1

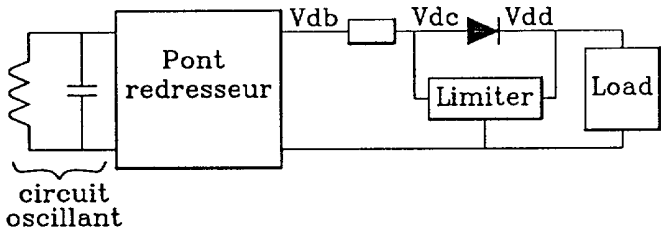


Fig. 2

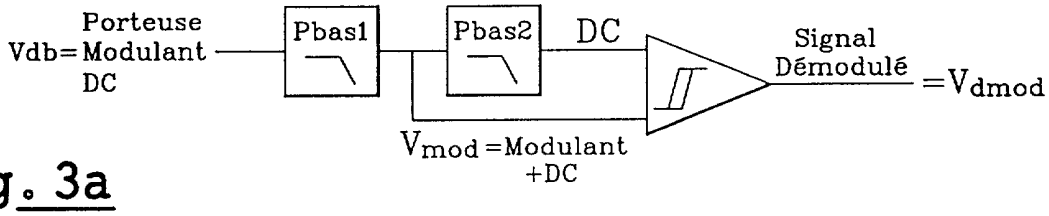


Fig. 3a

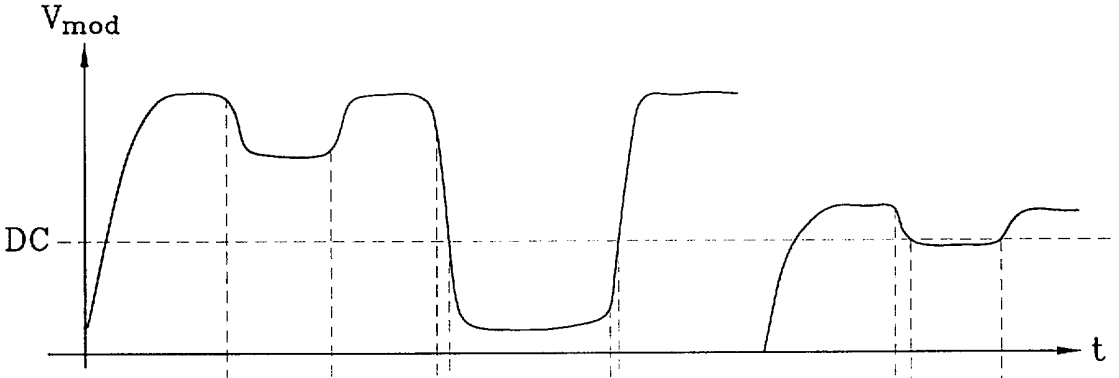


Fig. 3b

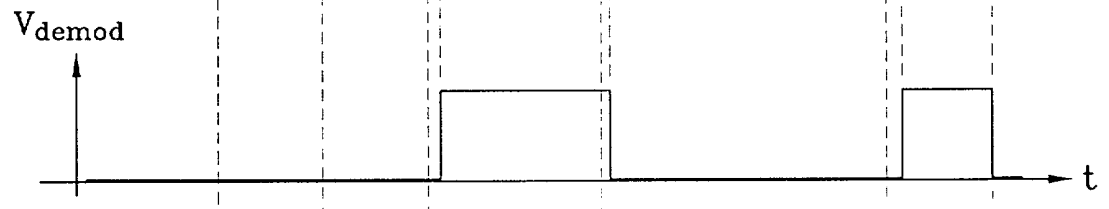


Fig. 3c

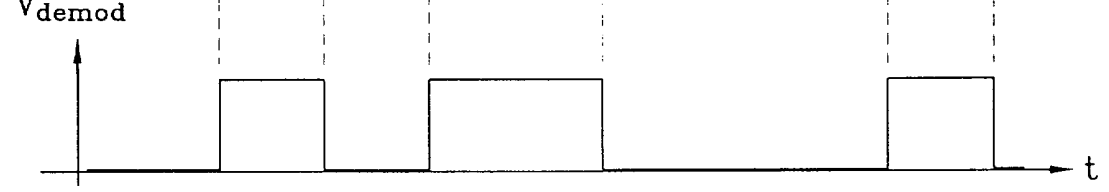
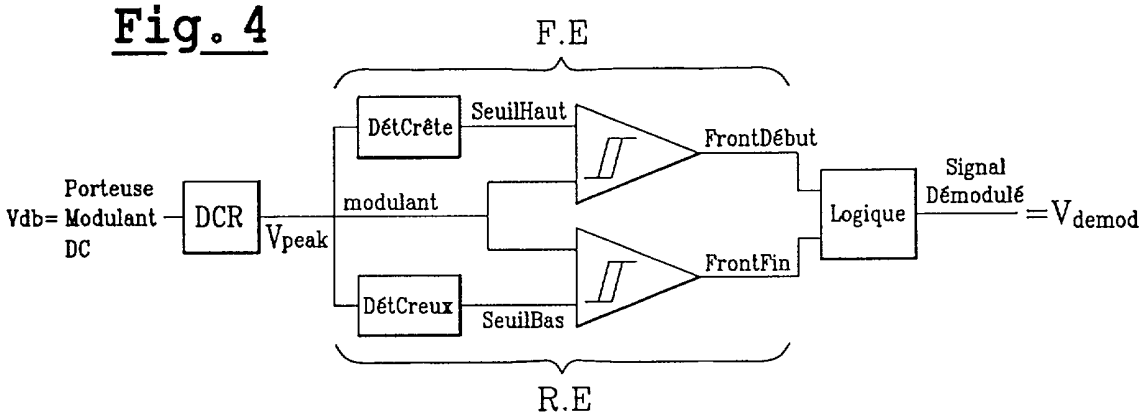


Fig. 4



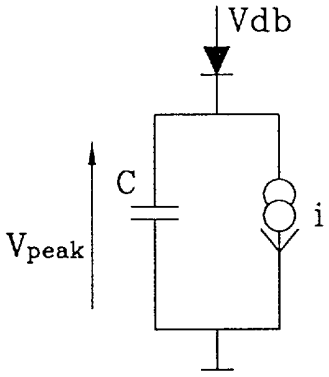
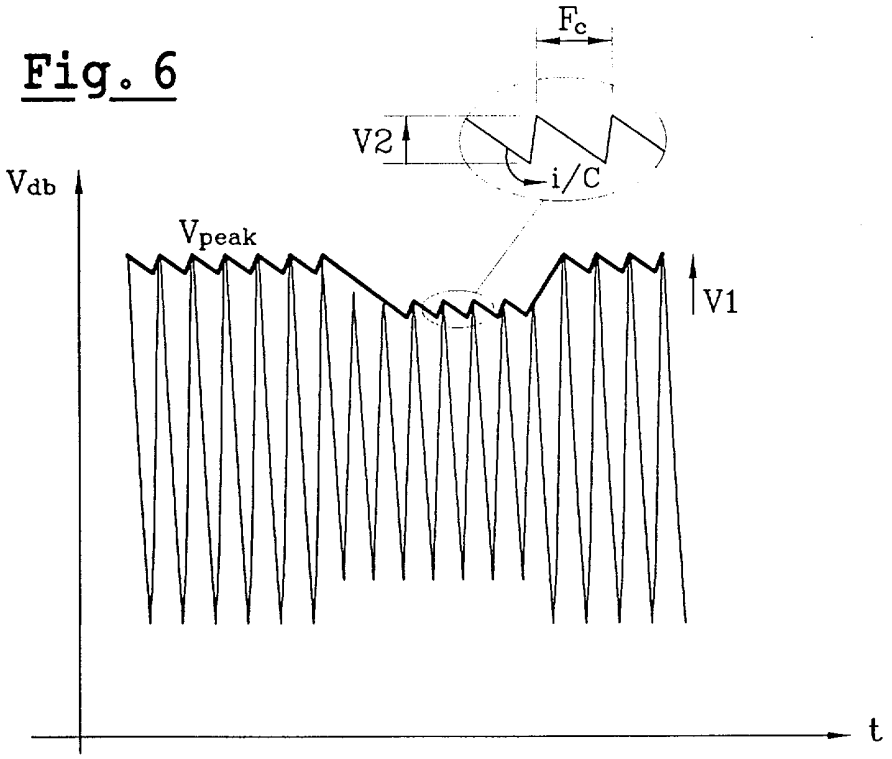


Fig. 5

Fig. 6



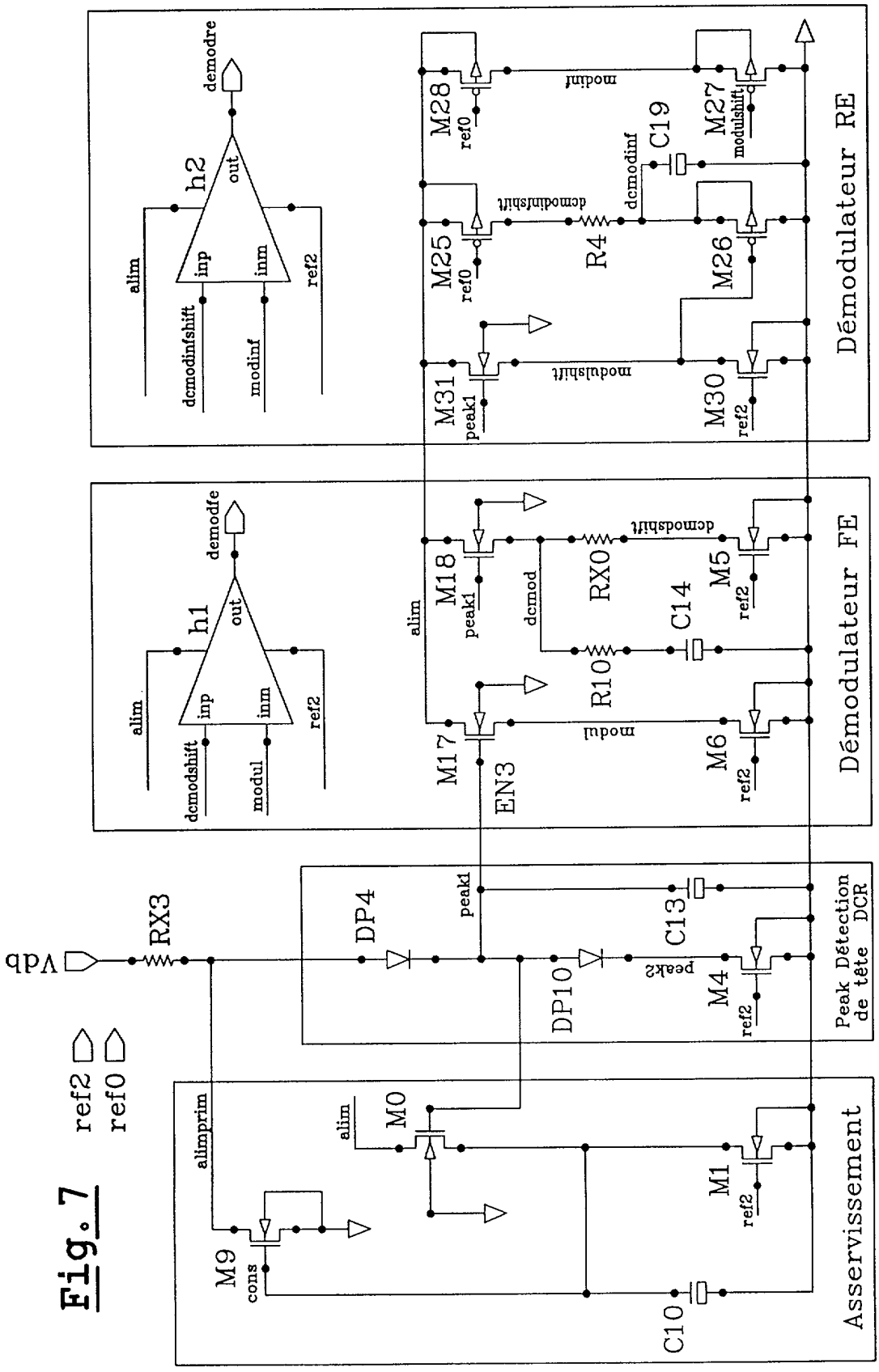

Vdb
RX3
ref2
ref0
DP4
DP10
peak1
peak2
C13
M4
ref2
Peak Détection de tête DCR
M0
alim
M1
ref2
alimprim
M9
cons
C10
Asservissement
h1
demodfe
out
alim
inp
inm
ref2
demodshift
modul
M18
peak1
dcmod
RX0
C14
R10
M5
ref2
dcmodshift
M17
EN3
modul
M6
ref2
Démodulateur FE
h2
demodre
out
alim
inp
inm
ref2
demodinfshift
modinf
M28
ref0
modinf
C19
M27
modulshift
dcmodinf
M25
ref0
dcmodinfshift
R4
M26
M31
peak1
modulshift
M30
ref2
Démodulateur RE

Fig. 7

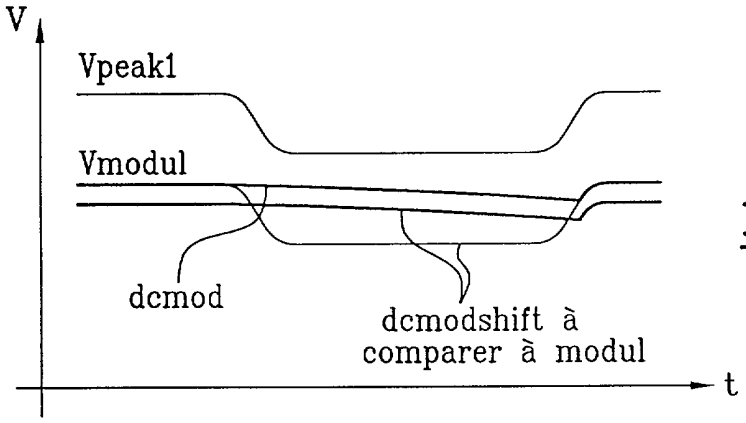


Fig. 8

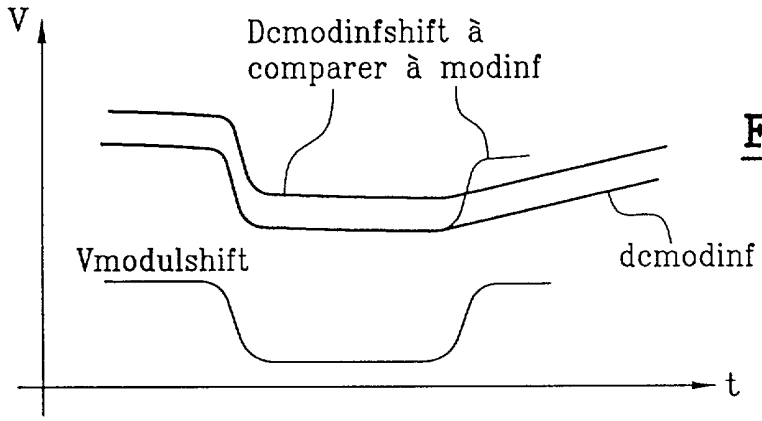


Fig. 9

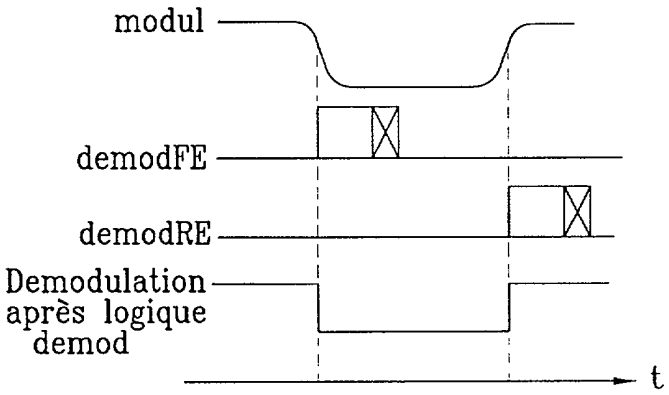


Fig. 10

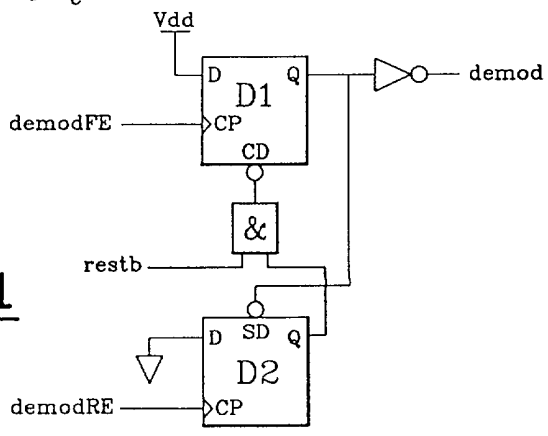


Fig. 11

Fig. 12a

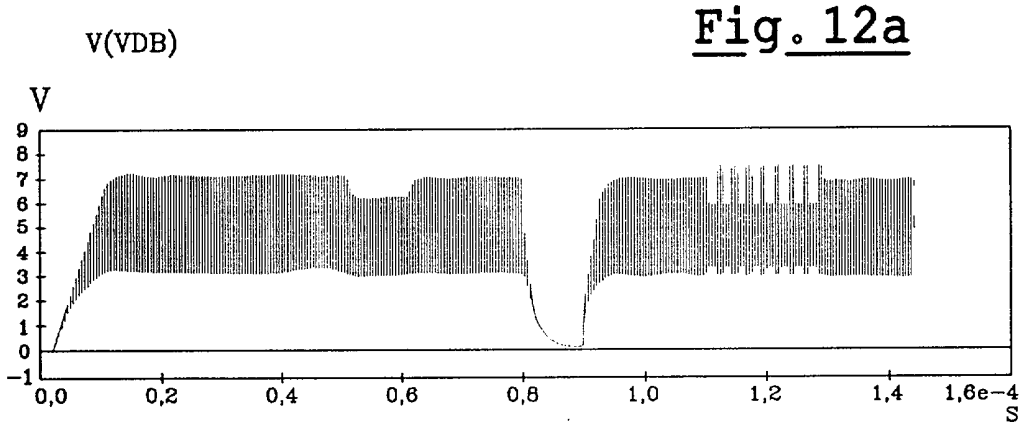


Fig. 12b

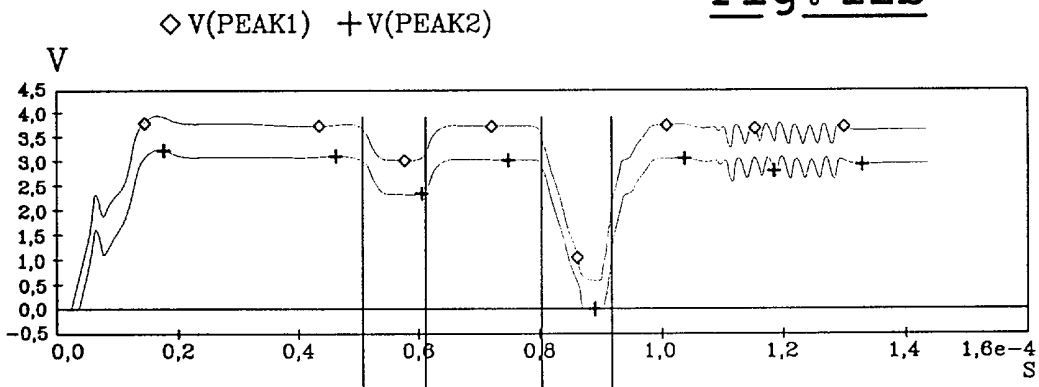
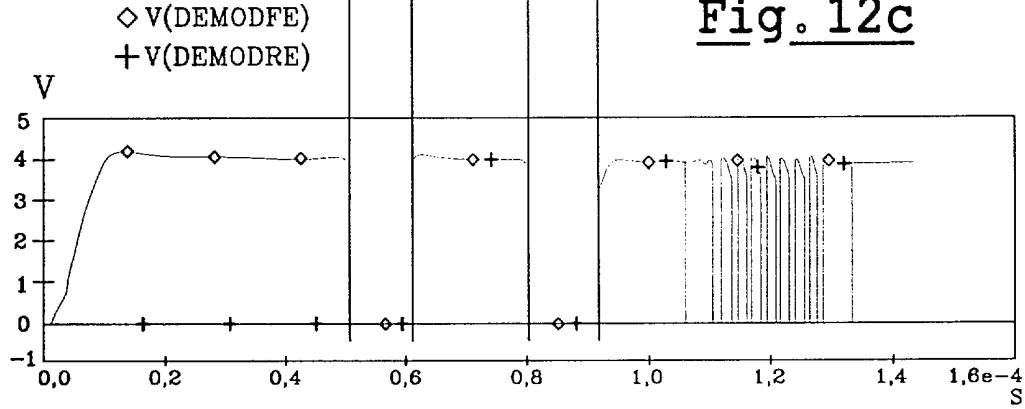


Fig. 12c



RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

INPI
INSTITUT NATIONAL DE LA PROPRIETE INDUSTRIELLE

2806855

N° d'enregistrement national

FA 588991
FR 0003606

RAPPORT DE RECHERCHE PRÉLIMINAIRE

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

DOCUMENTS CONSIDÉRÉS COMME PERTINENTS		Revendication(s) concernée(s)	Classement attribué à l'invention par l'INPI
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes		
A	US 3 638 183 A (PROGLER MAX ET AL) 25 janvier 1972 (1972-01-25) * abrégé * * colonne 3, ligne 45 - ligne 67 * * figure 4 * ---	1	H03D1/18 G06K19/07
A	EP 0 338 517 A (TOKYO SHIBAURA ELECTRIC CO) 25 octobre 1989 (1989-10-25) * abrégé; figure 1 * ---	1	
A	US 4 943 736 A (KIHARA SEIICHIRO ET AL) 24 juillet 1990 (1990-07-24) * le document en entier * ---	1,2,4,8	
A	US 4 672 238 A (NEMOTO MASAHISA) 9 juin 1987 (1987-06-09) * colonne 3, ligne 44 - colonne 4, ligne 8; figure 1 * ---	4,8	
A	US 4 362 996 A (PRIEBE DURWARD H) 7 décembre 1982 (1982-12-07) * figure 1 * ---	1	DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHÉS (Int.CL.7)
A	US 6 031 419 A (ROBERTS ANDREWS JAMES ET AL) 29 février 2000 (2000-02-29) -----		H04L H03K H03D H04B G06K

Date d'achèvement de la recherche	Examinateur
21 décembre 2000	Jepsen, J

CATÉGORIE DES DOCUMENTS CITÉS

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 bénéficiant d'une date antérieure à la date de dépôt et qui n'a été publié qu'à cette date de dépôt ou qu'à une date postérieure.
D : cité dans la demande
L : cité pour d'autres raisons

& : membre de la même famille, document correspondant

EPO FORM 1503 12.99 (P04C14)