



(12) **DEMANDE DE BREVET EUROPEEN**

(21) Numéro de dépôt : **92402947.3**

(51) Int. Cl.⁵ : **F02P 11/06, F02P 17/00**

(22) Date de dépôt : **30.10.92**

(30) Priorité : **31.10.91 FR 9113475**

(43) Date de publication de la demande :
05.05.93 Bulletin 93/18

(84) Etats contractants désignés :
DE ES GB IT

(71) Demandeur : **REGIE NATIONALE DES USINES
RENAULT S.A.**
34, Quai du Point du Jour
F-92109 Boulogne Billancourt (FR)

(72) Inventeur : **Guetta, Olivier**
9, Avenue de l'Europe
F-78400 Chatou (FR)
Inventeur : **Artur, Philippe**
35, rue Lavoisier
F-92800 Puteaux (FR)

(54) **Procédé et dispositif de détection de conditions de fonctionnement défectueuses d'un système d'allumage pour moteur à combustion interne.**

(57) Procédé de détection de conditions de fonctionnement défectueuses d'un système d'allumage par étincelle pour moteur à combustion interne, ledit système comprenant au moins une bougie connectée à une bobine comportant un circuit primaire (PRIM) et un circuit secondaire (SEC), dans lesquels circulent respectivement un courant primaire (I_p) et un courant secondaire (I_s) et aux bornes desquels sont délivrées respectivement une tension primaire (U_p) et une tension secondaire (U_s), caractérisé en ce qu'il comprend les opérations suivantes :

- effectuer, pendant un intervalle de temps caractéristique qui suit un ordre d'étincelle (OE), une pluralité de mesures respectivement du courant secondaire (I_s) et de la tension primaire (U_p),
- calculer la durée d'étincelle (D), ladite durée correspondant au temps pendant lequel le courant secondaire (I_s) varie entre une valeur initiale et une valeur prédéterminée,
- filtrer par un filtre passe haut du premier ordre les mesures de la tension primaire (U_p) situées dans un intervalle de temps caractéristique,
- extraire les transitions négatives et mémoriser la valeur maximale de l'amplitude (NOY) desdites transitions.

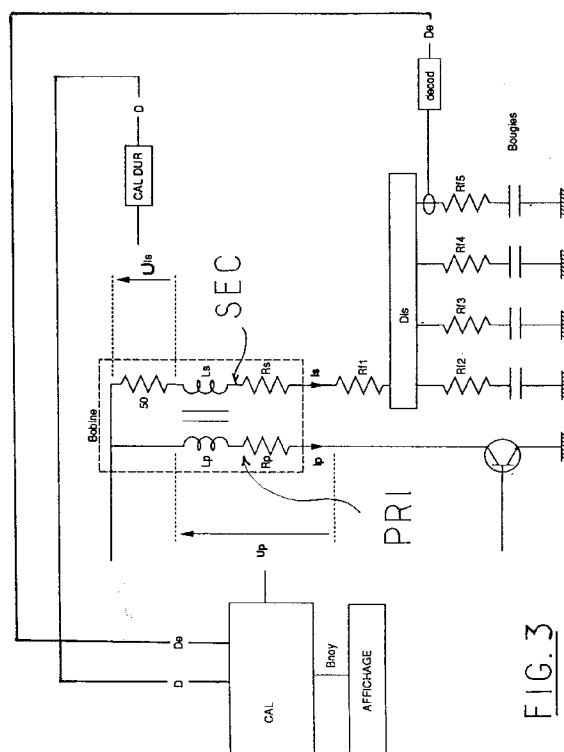


FIG. 3

La présente invention se rapporte à un procédé et à un dispositif de détection de conditions de fonctionnement défectueuses ou dangereuses d'un système d'allumage par étincelle électrique pour moteur à combustion interne équipant notamment les véhicules automobiles. Elle concerne plus précisément un procédé et un dispositif pour la détection de l'état noyé d'une bougie d'allumage.

La détection des dysfonctionnements d'un système d'allumage classique, par étincelle électrique comprenant une bougie connectée à une bobine du type à un circuit primaire et un circuit secondaire, est un problème particulièrement important du fait des conséquences de ces dysfonctionnements notamment en terme d'usure du moteur, d'émissions de polluants ou encore d'inconfort de conduite pour l'utilisateur du véhicule.

Les défauts ou ratés d'allumages ont pour effet d'empêcher la combustion de toute ou partie du carburant injecté dans le (ou les) cylindre affecté par ces ratés. Il s'en suit un rejet d'hydrocarbures imbrûlés dans la ligne d'échappement et donc la pollution de l'environnement, et lorsque qu'un pot catalytique équipe la ligne d'échappement, cet apport de carburant provoque une forte montée en température du catalyseur jusqu'à des valeurs excessives et donc sa détérioration. Il s'en suit également le dépôt de carburant imbrûlé sur les parois du piston et du cylindre, dépôts qui éliminent l'huile de lubrification, ce qui a pour effet d'en augmenter l'usure. Enfin une autre conséquence et non des moindres de ces ratés de combustion est la surconsommation en carburant du moteur.

De nombreuses études ont été entreprises pour détecter les ratés d'allumages, on peut citer les demandes de brevet numéros WO-89/11591, ou encore FR-2.277.249. Si la plupart des dispositifs connus arrivent à détecter de manière correcte l'existence de ratés de combustion, aucun dispositif n'est cependant capable d'en détecter la cause.

Les causes des ratés de combustion sont multiples, on peut notamment citer la bougie débranchée ou en court circuit, un écartement inter-électrode trop important, une bougie encrassée ou encore noyée. A chacune des causes correspond un remède approprié, alors qu'un écartement anormal nécessite le démontage de la bougie, le noyage ou l'encrassement nécessitent seulement une modification de la carburation. Le diagnostic de l'origine des ratés est donc particulièrement important pour permettre la mise en place de stratégies de remise en état du dispositif d'allumage rapides et efficaces.

La présente invention a pour objet un procédé de détection de l'état noyé d'une bougie et cela plus particulièrement pendant les phases de démarrage du moteur ou de ralenti sans charge.

Le procédé de détection de conditions de fonctionnement défectueuses, suivant l'invention,

concerne un système d'allumage par étincelle pour moteur à combustion interne, ce système comprenant au moins une bougie connectée à une bobine comportant un circuit primaire et un circuit secondaire, dans lesquels circulent respectivement un courant primaire et un courant secondaire et aux bornes desquels sont délivrées respectivement une tension primaire et une tension secondaire.

Selon l'invention le procédé est caractérisé en ce qu'il comprend les opérations suivantes :

- effectuer, pendant un intervalle de temps caractéristique qui suit un ordre d'étincelle, une pluralité de mesures respectivement du courant secondaires et de la tension primaire,
- calculer la durée d'étincelle, ladite durée correspondant au temps pendant lequel le courant secondaire varie entre une valeur initiale et une valeur prédéterminée,
- filtrer par un filtre passe haut du premier ordre les mesures de la tension primaire situées pendant un intervalle de temps caractéristique,
- extraire les transitions négatives et mémoriser la valeur maximale de l'amplitude desdites transitions.

Selon une autre caractéristique de l'invention, les mesures de la tension primaire qui sont filtrées, sont comprises dans un intervalle de temps caractéristique défini entre les instants $0,25.D$ et $0,75.D$ qui suivent l'ordre d'étincelle.

La présente invention concerne également un dispositif de détection pour la mise en oeuvre du procédé.

le dispositif suivant l'invention est caractérisé en ce qu'il comprend des moyens pour effectuer, pendant un intervalle de temps caractéristique qui suit un ordre d'étincelle, une pluralité de mesures respectivement du courant secondaire et de la tension primaire, lesdites mesures étant traitées par des moyens de calcul pour calculer la durée d'étincelle, faire un filtrage passe haut du premier ordre des mesures de la tension primaire situées dans un intervalle de temps caractéristique, extraire les transitions négatives pour ensuite mémoriser celle dont l'amplitude est la plus grande, puis en déduire le degré de noyage de la bougie.

Selon une caractéristique de l'invention, une résistance supplémentaire est insérée dans la bobine du côté des bornes d'alimentation entre les enroulements secondaires et les enroulements primaires pour permettre la mesure du courant secondaire à partir de la mesure de la tension aux bornes de ladite résistance supplémentaire.

Selon une autre caractéristique de l'invention, le nombre de mesures de la valeur du courant secondaire et de la tension primaire sont respectivement au moins de 25, et préférentiellement égal ou supérieur à 40.

La détection spécifique des ratés d'allumage

dues au noyage des bougies permet de mettre des stratégies de correction de l'injection dès l'apparition du phénomène et ainsi de supprimer de façon quasi instantanée ce dysfonctionnement, le rendant peu ou pas perceptible au conducteur du véhicule.

On comprendra mieux les buts, aspects et avantages de la présente invention, d'après la description donnée ci-après d'un mode de réalisation de l'invention, donné à titre d'exemple non limitatif, en se référant aux dessins annexés, dans lesquels :

- la figure 1a représente de manière superposée les caractéristiques $U_p=f(t)$ pour un cas de bougie normale et pour un cas type de bougie noyée,
- la figure 1b représente de manière similaire à la figure 1a, les caractéristiques $U_p=f(t)$ pour un cas de bougie normale et pour un second cas type de bougie noyée,
- les figures 2a à 2c représentent pour chacune des caractéristiques représentées sur les figures 1a et 1b l'allure des transitions négatives détectées sur le signal $U_p=f(t)$ filtré,
- et, la figure 3 représente le schéma électrique d'un dispositif de détection conforme à l'invention.

Le noyage est un phénomène bien connu, provoqué par un apport excessif d'essence dans un cylindre froid (le noyage est d'autant plus important que le cylindre est froid), la vapeur d'essence se condense alors sur les parois du cylindre et le culot de la bougie. La présence d'essence liquide sur les électrodes et le culot perturbe alors considérablement la décharge électrique.

La demanderesse a mis en évidence que sur une bougie noyée lorsque l'ordre d'étincelle "OE" arrive, principalement deux cas peuvent se produire :

- l'étincelle s'amorce normalement entre les électrodes puis se déplace brutalement, en cours de décharge, pour longer l'isolant céramique recouvert d'essence. L'allongement important du parcours qui en résulte provoque alors une brutale augmentation de la tension bougie, ce cas sera désigné dans la suite de la description "cas A" ;
- l'étincelle s'amorce directement le long de l'isolant recouvert d'essence. La tension bougie est alors très perturbée pendant toute la durée de la décharge, ce cas sera désigné dans la suite de la description "cas B".

Ces violentes variations de tension au niveau de la bougie se retrouvent au niveau de la tension aux bornes du circuit primaire de la bobine ou tension primaire U_p , qui est une grandeur accessible à la mesure.

Ces variations sont nettement apparentes sur les courbes $U_p=f(t)$ de la figure 1a, laquelle figure montre l'évolution de la tension primaire "Up" entre les instants -1 et +3 millisecondes (l'instant initial 0 corres-

pondant à l'ordre d'étincelle "OE") pour respectivement une bougie non noyée (C) et une bougie noyée (A) correspondant au cas A évoqué précédemment.

La figure 1b similaire à la figure 1a, compare de même une bougie non noyée (C) et une bougie noyée (B) correspondant au cas B.

On observe donc dans le cas des bougies noyées une brutale augmentation de la tension en cours d'étincelle. La demanderesse a pu montrer que lors de fonctionnements du moteur au démarrage ou au ralenti, de telles augmentations brutales sont tout à fait caractéristiques de l'état noyé d'une bougie.

Il en résulte que le procédé retenu pour détecter le noyage de la bougie, consiste à rechercher les brutales augmentations de la tension primaire lorsque le moteur est en phase de démarrage ou au ralenti sans charge.

Le dispositif mis en oeuvre pour assurer une telle détection des augmentations de la tension primaire en cours d'étincelle est le suivant.

Après calcul de la durée D de l'étincelle, le signal U_p est pondéré par une fenêtre temporelle rectangulaire de largeur $[0,25.D, 0,75.D]$, pour éliminer les effets de l'amorçage et du désamorçage de la bougie. Le signal résultant est ensuite traité par un filtre passe haut du premier ordre pour extraire les transitions. Un redressement simple alternance permet de ne conserver que les transitions négatives recherchées. Un crête-mètre mémorise alors la valeur maximale atteinte pendant le cycle analysé.

Ce principe de calcul est plus précisément décrit conformément aux figures 2a, 2b et 2c qui correspondent à la transformée par filtrage de la tension primaire $U_p(t)$, grâce à un filtre passe haut du premier ordre, des caractéristiques A, B et C représentées aux figures 1a et 1b.

On peut observer l'amplitude des transitions détectées dans le cas d'une bougie normale, figure 2c, et dans les deux cas d'une bougie noyée, figures 2a et 2b. Pour une bougie normale, les transitions détectées ont une amplitude très faible contrairement à celles correspondant aux bougies noyées.

Les bornes utilisées pour le filtrage dépendent de la durée d'étincelle D qui est mesurée dans chacun des trois cas.

Le procédé pour mesurer la durée d'étincelle D consiste à mesurer le temps pendant lequel le courant secondaire varie entre deux valeurs prédéterminées.

L'intervalle de temps de mesure $(0,25.D; 0,75.D)$ est choisi de façon à éliminer les pics parasites dus à l'amorçage et au désamorçage de l'étincelle, l'intervalle de mesure doit être compris dans l'intervalle $(0,2.D; 0,85.D)$ suivant les caractéristiques du système d'allumage et des temps de réponse.

Seules les transitions négatives du signal $U_p(t)$ filtré sont étudiées, et l'amplitude du plus grand pic est mesuré par un crête-mètre et stocké dans une unité de calcul puis multiplié par un coefficient constant

choisi, préférentiellement égal à 20, pour obtenir une indication de bougie noyée (Bnoy) comprise entre 0 et 100.

Le filtrage proprement dit est effectué en utilisant la formule suivante :

$$S_n = (1 - K_{\text{filtre}}) * (S_{n-1} + e_n - e_{n-1})$$

avec

S_n = Sortie du filtre pour l'échantillon n

K_{filtre} = constante filtre

S_{n-1} = Sortie du filtre pour l'échantillon n-1

e_n = échantillon n

e_{n-1} = échantillon n-1

La constante du filtre K_{filtre} pourra avoir une valeur de 0.8 permettant un filtrage suffisant pour la tension primaire U_p .

La mise en oeuvre de la détection proprement dite ne soulève pas de difficultés majeures compte tenu de la vitesse des moyens de mesures et de calculs actuels et compte tenu que le noyage est un phénomène qui se produit à faible régime moteur ; en effet, pour un moteur de 4 cylindres tournant à 1500 tours/min, il y a un ordre d'étincelle toutes les 20 millisecondes; de plus, la durée de l'étincelle ne dépasse pas les 3 millisecondes et pour effectuer 40 mesures dans l'intervalle préférentiel 0,25.D à 0,75.D, il suffit d'un appareillage capable d'effectuer une mesure toutes les 20 microsecondes dans le pire des cas.

La figure 3 montre le schéma électrique d'un dispositif de détection conforme à l'invention, adapté pour fonctionner sur un moteur du type 4 cylindres en ligne.

Chacune des bougies est directement connectée à un distributeur (DIS) au moyen d'un câble haute tension schématisé par sa résistance équivalente ($Rf2$, $Rf3$, $Rf4$, $Rf5$), cette résistance Rfi est directement dépendante de la longueur du câble haute tension. Un des câbles est muni d'une pince de décodage cylindre (DECOD) pour indiquer, par un signal (De) au calculateur (CAL), quelle est la bougie concernée par les mesures en cours.

Le distributeur (DIS) est connecté au circuit secondaire (SEC) de la bobine par un câble haute tension également schématisé par sa résistance équivalente ($Rf1$).

Ce circuit ou enroulement secondaire (SEC) est représenté par la résistance équivalente (Rs) et l'inductance (Ls). L'enroulement secondaire de la bobine est directement relié à l'alimentation, ce qui revient à dire au circuit primaire (PRIM) de la bobine compte tenu de la technologie actuelle des bobines, au moyen d'une résistance complémentaire d'une valeur de 50 ohms. Il en résulte que, en mesurant la tension aux bornes de cette résistance (Uis), on connaît l'intensité du courant secondaire (Is). Cette mesure ne présente pas de difficulté en utilisant, par exemple, un amplificateur et un convertisseur dont le signal de sortie sous forme numérique est appliqué au calculateur (CAL).

Le courant secondaire ainsi mesuré permet d'obtenir après traitement dans un calculateur (CALDUR) la durée de l'étincelle (D), par exemple le temps écoulé entre l'ordre d'étincelle et le passage du courant secondaire (Is) au-dessous d'un seuil fixé.

La bobine comporte donc un enroulement primaire (PRIM) schématisé également par sa résistance équivalente (Rp) et son inductance (Lp). La mesure de la tension primaire (Up) se fait par des moyens similaires à ceux utilisés pour la mesure de (Uis).

Les différents signaux (D) et (Up) sont traités par le calculateur (CAL) qui fournit par cylindre un indicateur de bougie noyée (Bnoy). Un module d'affichage permet de représenter sous forme appropriée, par exemple une barre lumineuse ou "bargraph" dont la longueur lumineuse est proportionnelle au niveau de noyage, l'état de noyage de chaque bougie.

Cette information peut être également incorporée dans la stratégie de pilotage de l'injection, en la combinant avec les différents paramètres de fonctionnement du moteur. Ainsi dès la détection du phénomène de noyage il est possible de jouer sur la durée d'injection pour supprimer le noyage.

Bien entendu, l'invention n'est nullement limitée au mode de réalisation décrit et illustré qui n'a été donné qu'à titre d'exemple.

Au contraire, l'invention comprend tous les équivalents techniques des moyens décrits ainsi que leurs combinaisons si celles-ci sont effectuées suivant son esprit.

Revendications

[1] Procédé de détection de conditions de fonctionnement défectueuses d'un système d'allumage par étincelle pour moteur à combustion interne, ledit système comprenant au moins une bougie connectée à une bobine comportant un circuit primaire (PRIM) et un circuit secondaire (SEC), dans lesquels circulent respectivement un courant primaire (I_p) et un courant secondaire (I_s) et aux bornes desquels sont délivrées respectivement une tension primaire (U_p) et une tension secondaire (U_s), caractérisé en ce qu'il comprend les opérations suivantes :

- effectuer, pendant un intervalle de temps caractéristique qui suit un ordre d'étincelle (OE), une pluralité de mesures respectivement du courant secondaire (I_s) et de la tension primaire (U_p),
- calculer la durée d'étincelle (D), ladite durée correspondant au temps pendant lequel le courant secondaire (I_s) varie entre une valeur initiale et une valeur prédéterminée,
- filtrer par un filtre passe haut les mesures de la tension primaire (U_p) situées pendant un intervalle de temps caractéristique,
- extraire les transitions négatives et mémoriser

la valeur maximale de l'amplitude (NOY) des dites transitions.

[2] Procédé de détection selon la revendication 1, caractérisé en ce que les mesures de la tension primaire (Up) qui sont filtrées, sont comprises dans un intervalle de temps caractéristique défini entre les instants 0,25.D et 0,75.D qui suivent l'ordre d'étincelle (OE).

[3] Procédé de détection selon l'une quelconque des revendications 1 à 2, caractérisé en ce que ladite valeur maximale (NOY) est multipliée par un coefficient constant pour élaborer un indicateur de noyage (Bnoy) entre 0 et 100.

[4] Procédé de détection selon la revendication 3, caractérisé en ce que l'indicateur de noyage (Bnoy) est visualisée sous la forme de bargraph.

[5] Procédé de détection selon l'une quelconque des revendications 1 à 4, caractérisé en ce que la dite valeur (NOY) est envoyée au calculateur d'injection, ledit calculateur d'injection utilisant cette valeur en combinaison avec les valeurs des différents paramètres de marche du moteur pour corriger la quantité de carburant injecté.

[6] Dispositif de détection de conditions de fonctionnement défectueuses d'un système d'allumage par étincelle pour moteur à combustion interne, ledit système comprenant au moins une bougie connectée à une bobine comportant un circuit primaire (PRIM) et un circuit secondaire (SEC), dans lesquels circulent respectivement un courant primaire (Ip) et un courant secondaire (Is) et aux bornes desquels sont délivrées respectivement une tension primaire (Up) et une tension secondaire (Us), caractérisé en ce qu'il comprend des moyens pour effectuer, pendant un intervalle de temps caractéristique qui suit un ordre d'étincelle (OE), une pluralité de mesures respectivement du courant secondaire (Is) et de la tension primaire (Up), lesdites mesures étant traitées par des moyens de calcul (CAL, CALDUR) pour calculer la durée d'étincelle (D), faire un filtrage passe haut du premier ordre des mesures de la tension primaire (Up) situées dans un intervalle de temps caractéristique, extraire les transitions négatives pour ensuite mémoriser celle dont l'amplitude est la plus grande, puis en déduire le degré de noyage de la bougie.

[7] Dispositif de détection selon la revendication 6, caractérisé en ce qu'une résistance supplémentaire est insérée dans la bobine du côté des bornes d'alimentation entre les enroulements secondaires (SEC) et les enroulements primaires (PRIM) pour permettre la mesure du courant secondaire (Is) à partir de la mesure de la tension (Uis) aux bornes de ladite résistance supplémentaire.

[8] Dispositif de détection selon la revendication 7, caractérisé en ce que ladite résistance supplémentaire a une valeur de sensiblement 50 ohms.

[9] Dispositif de détection selon l'une quelconque des revendications 6 à 8, caractérisé en ce que le

nombre de mesures de la valeur du courant secondaire (Is) et de la tension primaire (Up) sont au moins égal à 25, et préférentiellement égal ou supérieur à 40.

[10] Dispositif de détection selon l'une quelconque des revendications 6 à 9, ledit système comportant plusieurs bougies reliées chacune à un distributeur (Dis) par un câble de connexion haute tension, caractérisé en ce qu'il comporte en outre au moins une pince de décodage (DECOD) associée à un des câbles de connexion haute tension et connectée au moyens de calcul (CAL) pour déterminer quelle est la bougie dont la détection du noyage est en cours.

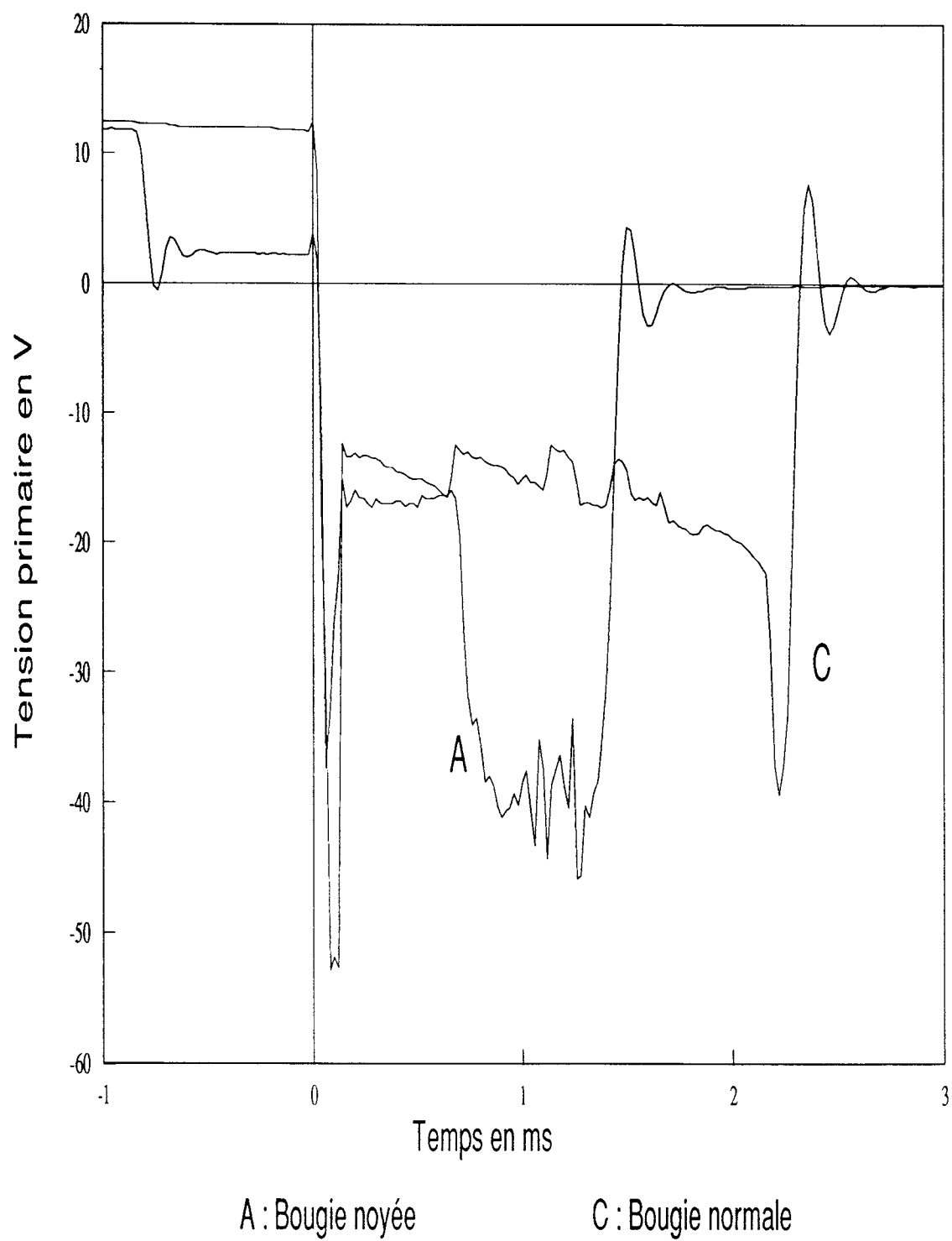
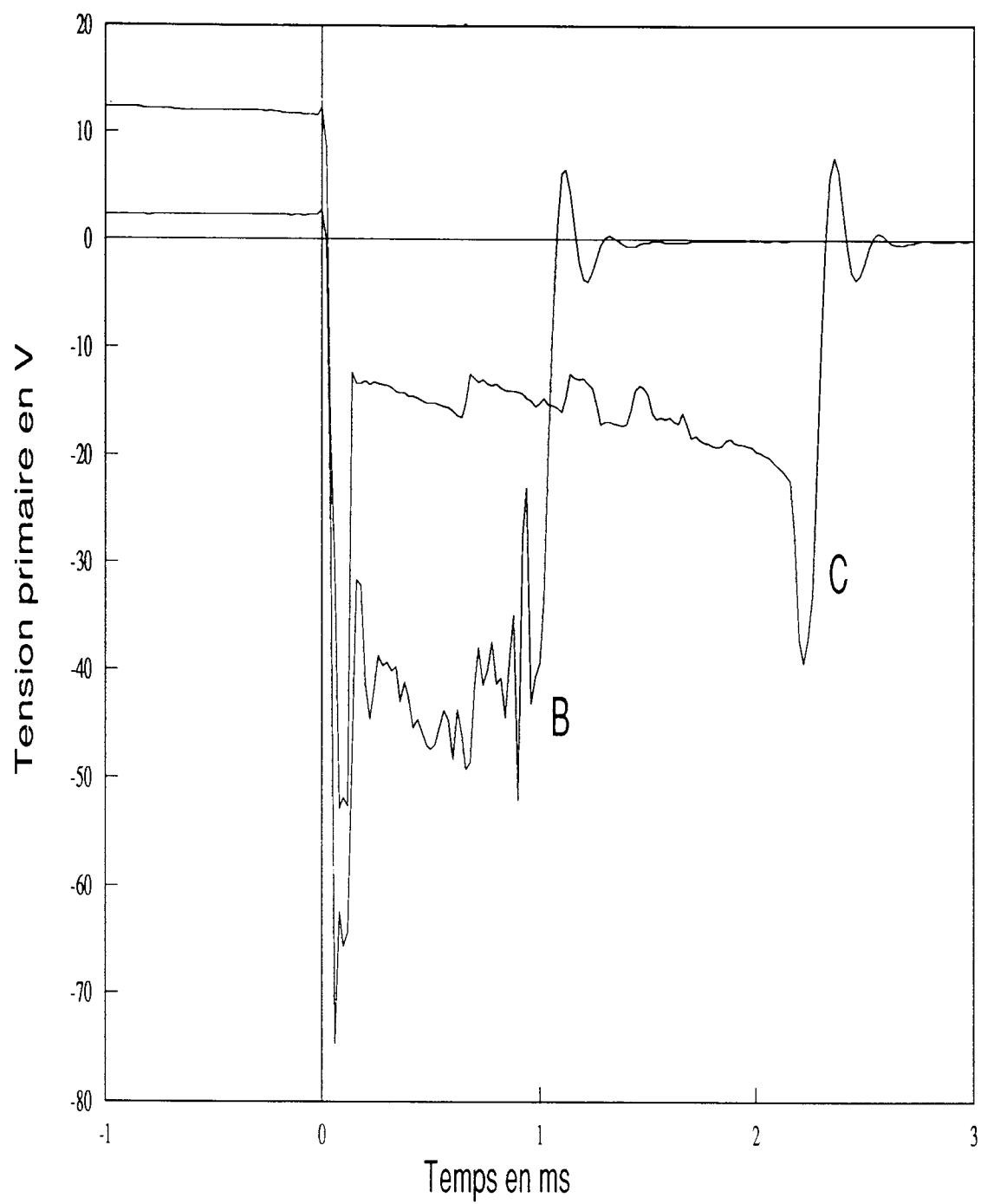


FIG.1a



B : Bougie noyée

C : Bougie normale

FIG.1b

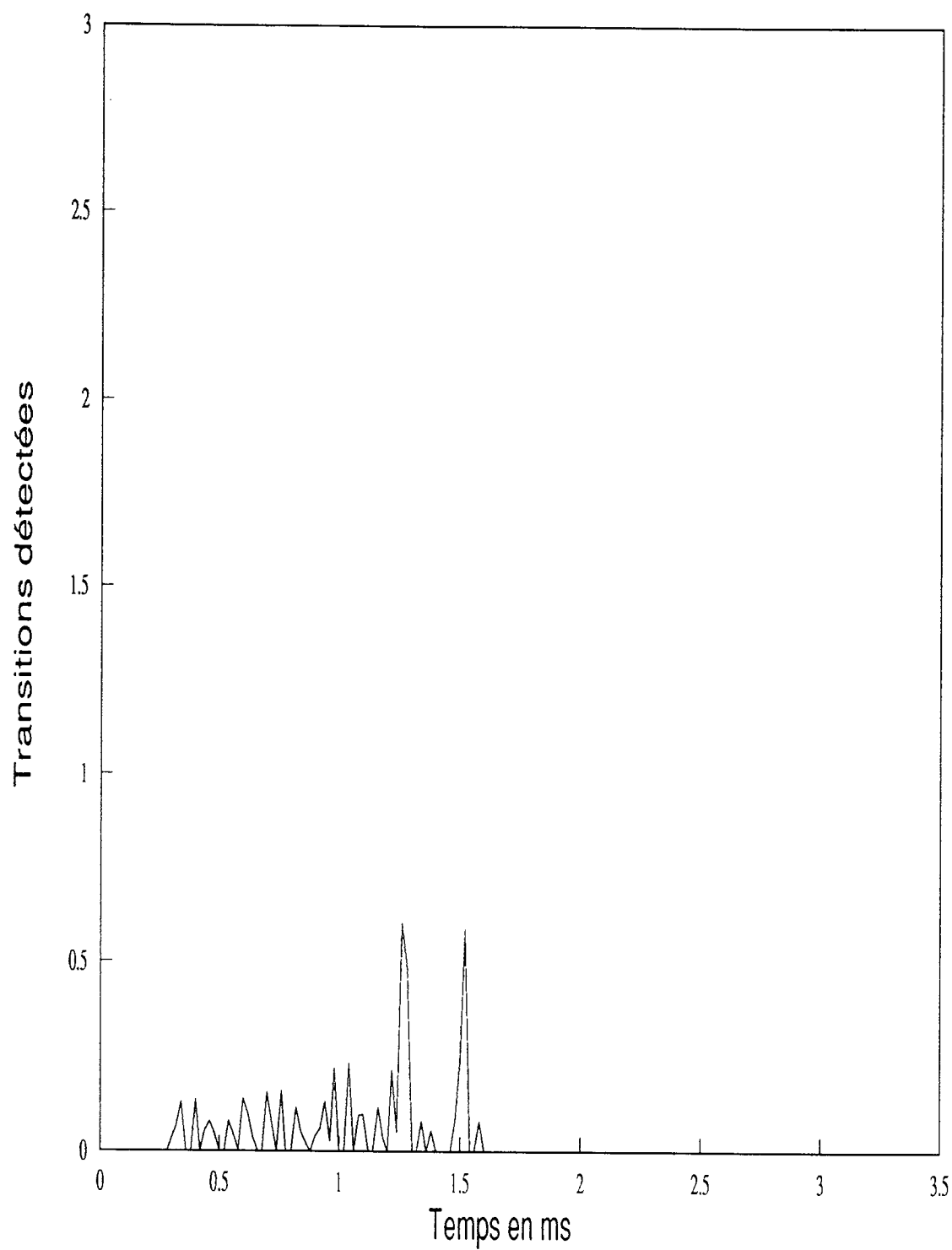


FIG.2c

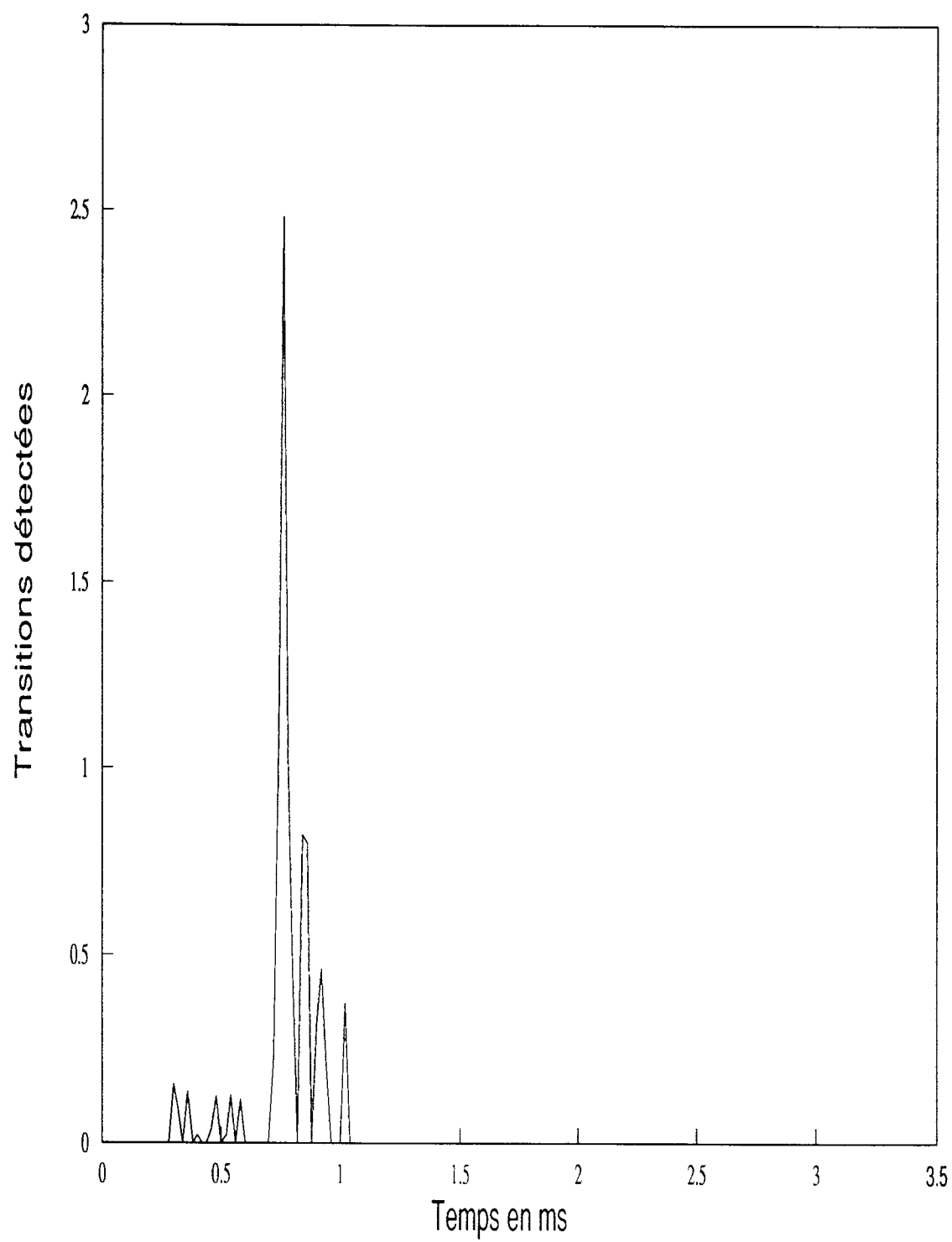


FIG. 2a

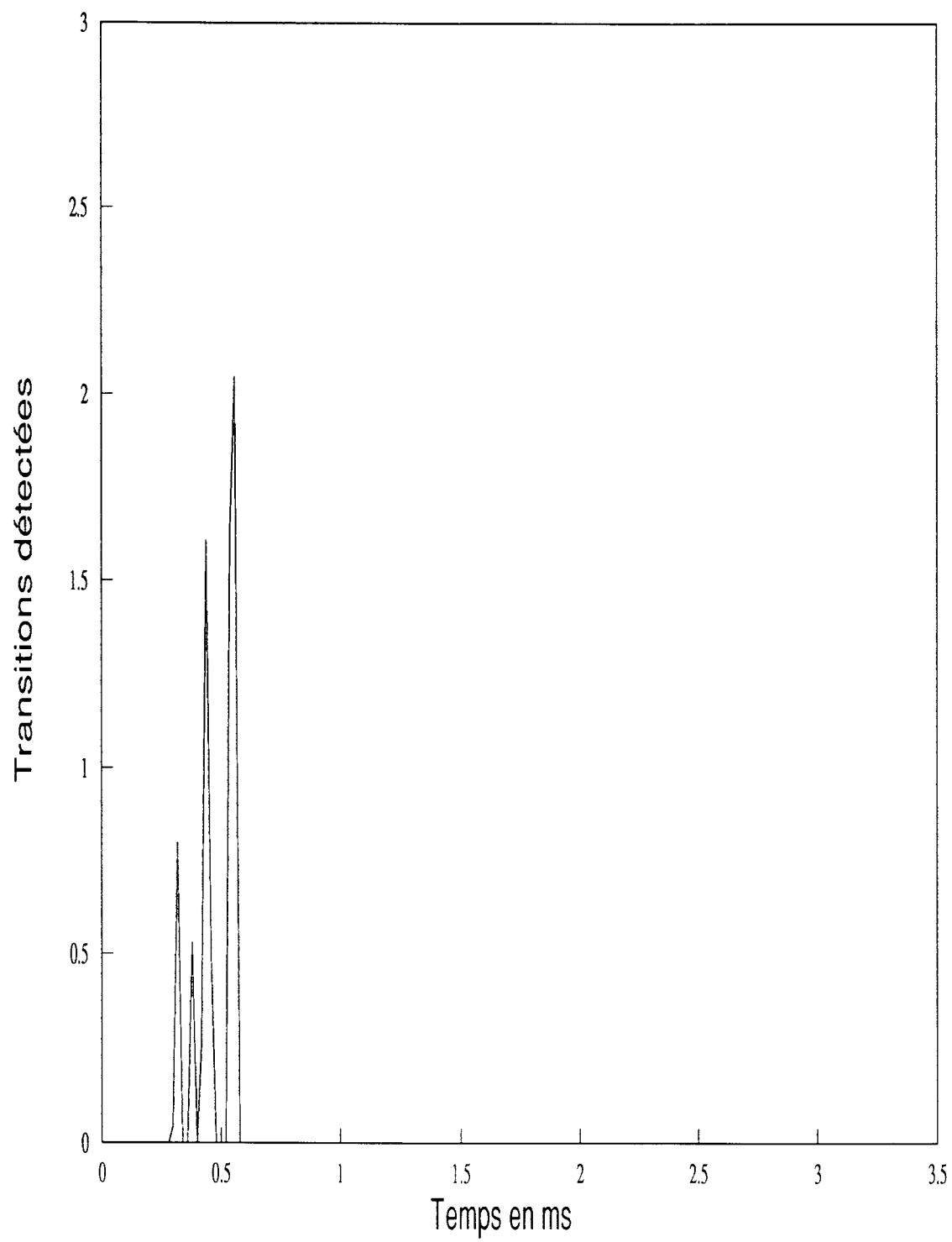


FIG. 2b

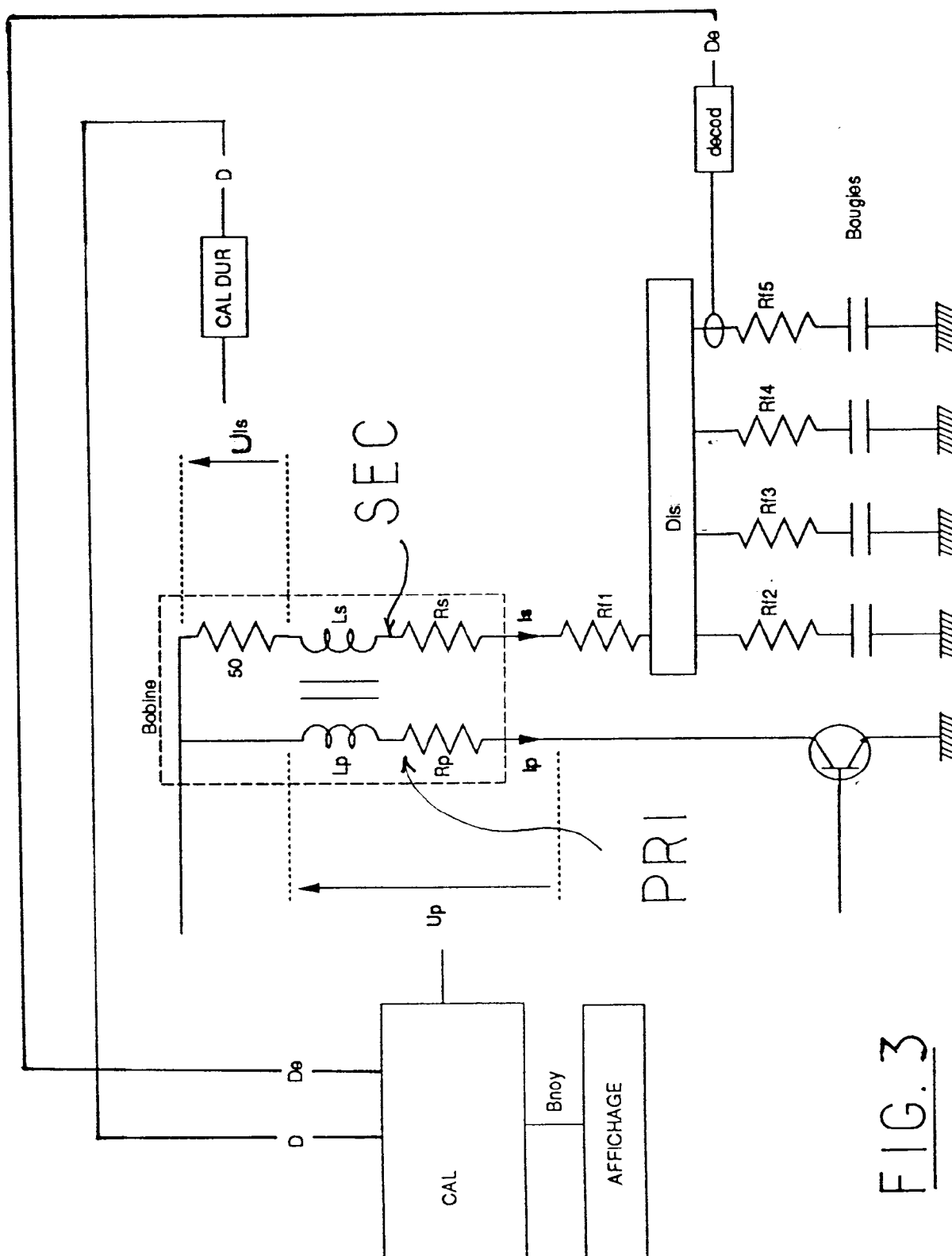


FIG. 3



Office européen
des brevets

RAPPORT DE RECHERCHE EUROPEENNE

Numero de la demande

EP 92 40 2947

DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS			
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes	Revendication concernée	CLASSEMENT DE LA DEMANDE (Int. Cl.5)
A	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN, vol. 10, no. 378 (M-546)(2435), 17 décembre 1986; & JP-A-61 169 669 (NISSAN MOTOR CO.) 31-07-1986 ---	1,4,6,7	F 02 P 11/06 F 02 P 17/00
A	DE-A-3 306 431 (DAIMLER-BENZ AG) * Page 11, ligne 8 - page 14, ligne 28; figures 1,8 * ---	1,2,4,6,10	
A	DE-A-3 934 310 (MITSUBISHI DENKI K.K.) * Le document en entier * ---	1,5,10	
A	DE-A-3 629 824 (TELEFUNKEN ELECTRONIC) ---		
A	FR-A-2 519 091 (DAIMLER-BENZ AG) -----		
			DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHES (Int. Cl.5)
			F 02 P
Le présent rapport a été établi pour toutes les revendications			
Lien de la recherche LA HAYE		Date d'achèvement de la recherche 29-12-1992	Examineur BEQUET T.P.
CATEGORIE DES DOCUMENTS CITES		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	
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			

EPO FORM 1503 03.82 (P0402)