

①⑨ RÉPUBLIQUE FRANÇAISE
—
**INSTITUT NATIONAL
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE**
—
COURBEVOIE
—

①① **N° de publication :** **3 069 635**
(à n'utiliser que pour les
commandes de reproduction)
②① **N° d'enregistrement national :** **17 57048**
⑤① Int Cl⁸ : **G 01 D 18/00** (2017.01), F 01 L 1/047, G 01 D 5/244

①②

BREVET D'INVENTION

B1

⑤④ **PROCÉDE DE CALIBRATION AUTOMATIQUE D'UN CAPTEUR D'ARBRE A GAMES POUR MOTEUR DE VEHICULE AUTOMOBILE.**

②② **Date de dépôt :** 25.07.17.

③③ **Priorité :**

④③ **Date de mise à la disposition du public
de la demande :** 01.02.19 Bulletin 19/05.

④⑤ **Date de la mise à disposition du public du
brevet d'invention :** 02.08.19 Bulletin 19/31.

⑤⑥ **Liste des documents cités dans le rapport de
recherche :**

Se reporter à la fin du présent fascicule

⑥⑥ **Références à d'autres documents nationaux
apparentés :**

○ **Demande(s) d'extension :**

⑦① **Demandeur(s) :** CONTINENTAL AUTOMOTIVE
FRANCE Société par actions simplifiée —FR et
CONTINENTAL AUTOMOTIVE GMBH — DE.

⑦② **Inventeur(s) :** BOUSCAREN DENIS.

⑦③ **Titulaire(s) :** CONTINENTAL AUTOMOTIVE
FRANCE Société par actions simplifiée,
CONTINENTAL AUTOMOTIVE GMBH.

⑦④ **Mandataire(s) :** CONTINENTAL AUTOMOTIVE
FRANCE Société par actions simplifiée.

FR 3 069 635 - B1



La présente invention concerne un procédé de calibration automatique d'un capteur d'arbre à cames pour véhicule automobile. Plus particulièrement, il s'agit de déterminer de manière automatique le « faux rond » d'une roue dentée (également appelée cible) montée en bout d'un arbre à cames d'un moteur d'un véhicule automobile.

5 Les capteurs d'arbre à cames sont utilisés dans un véhicule automobile pour déterminer la position des différents cylindres dans le cycle de combustion du moteur, c'est-à-dire si chaque cylindre est en phase d'admission, en phase de compression, en phase d'explosion ou en phase d'échappement. Ces capteurs comportent un générateur de champ magnétique (exemple : un aimant permanent), un moyen de détection du
10 champ magnétique (cellule à effet Hall, cellule magnéto résistive MR, cellule magnéto résistive géante GMR,... par exemple) et un circuit électronique de traitement du signal reçu par le moyen de détection du champ magnétique. Ces capteurs, dits capteurs actifs, délivrent un signal digital à un calculateur central pour traitement.

Le générateur de champ magnétique peut être également la cible, composée
15 d'un matériau magnétique, présentant des alternances de pôles Sud et Nord. Dans ce cas, le capteur intègre ou pas d'aimant permanent suivant le moyen de détection utilisé. Par la suite, on assimilera les pôles Sud et Nord aux dents et aux creux d'une cible mécanique.

De manière connue, un capteur d'arbre à cames est associé à une cible
20 solidaire d'un arbre à cames. Cette cible se présente sous la forme d'un disque dont la périphérie est dentée. Ces dents ont une même hauteur mais des espacements (creux) et des longueurs différents de manière à réaliser un codage (connu en soi) du positionnement des cylindres dans le cycle de combustion d'un moteur thermique pour véhicule automobile.

25 Le moyen de détection du champ magnétique, présent dans le capteur, détecte le passage des dents de la cible devant lui, et le signal qui en résulte permet de déterminer la position de chaque cylindre par rapport au cycle de combustion du moteur, de manière connue en soi.

Pour déterminer la position de chaque cylindre dans le cycle du moteur, on
30 observe la courbe des variations du champ magnétique perçu par le capteur d'arbre à cames pendant un tour de la cible. Cette courbe présente une suite de créneaux correspondant chacun à une dent de la cible. En mesurant l'espacement entre chaque créneau et la durée de chacun d'eux, il est possible de déterminer la position de chaque cylindre par rapport au cycle de combustion moteur. A cet effet, il est donc important de
35 garantir la précision de la position des fronts électriques du signal généré par le capteur vis-à-vis de la position des fronts mécaniques de la cible, chacun de ses fronts électriques

étant représentatif du passage des fronts mécaniques d'une dent. L'objectif est de réduire au minimal le déphasage du signal dû au fait que le capteur et la cible sont écartés l'un par rapport à l'autre de manière variable. Le signal électrique généré par le capteur change d'état (haut ou bas) quand le signal magnétique croise un seuil de commutation
5 prédéterminé proportionnel à son amplitude. Pour ce faire, on fixe ce seuil de commutation (à 75 % de l'amplitude, ce qui correspond à un optimum vis-à-vis de la précision entre fronts électriques / fronts mécaniques pour la majeure partie des cibles existantes) pour déterminer l'instant de passage de chaque front définissant une dent. Ainsi, dès qu'un premier maximal et un premier minimal du champ magnétique perçu sont
10 détectés, on détermine quelle valeur seuil de commutation correspond à 75 % de cette amplitude et on considère que l'on détecte un front descendant si la valeur du champ magnétique mesurée passe en dessous de cette valeur seuil ; et inversement, on détecte un front montant si la valeur du champ magnétique mesurée passe au-dessus de cette valeur seuil de commutation(ou vice versa).

15 Ce faisant, on optimise le moment de détection du front. Cependant, ce procédé présuppose que toutes les dents aient la même hauteur et qu'il n'existe pas de défaut de géométrie (capteurs et cible). Or, les capteurs présentent l'inconvénient d'être sensibles au positionnement de la cible sur l'arbre à cames et à la géométrie de cette cible.

20 Pour des questions de coûts, les cibles qui sont de simples pièces métalliques munies de dents de dimensions et d'espacement prédéterminés, sont réalisées en grande série et présentent souvent une géométrie imparfaite. Notamment les dents ne présentent pas toujours une même hauteur par rapport au centre de la cible. Ce défaut est appelé « faux rond ». Ceci a pour conséquence que la partie supérieure de chaque dent de la
25 cible n'est pas placée sur un même cercle centré sur l'arbre à cames. D'où l'appellation « faux rond » donnée à ce problème. A ce faux rond de fabrication de cible peut s'ajouter un faux rond de montage de la cible sur l'arbre à cames. Il existe aussi des défauts d'entrefer entre le capteur et la cible, ces défauts varient dans le temps et sont sensibles à la température.

30 Bien entendu, comme le capteur d'arbre à cames mesure les variations du champ magnétique créé par le passage des dents devant lui, si une dent est plus basse (ou plus haute) que les autres, l'écartement entre cette dent et le capteur varie par rapport aux autres dents et provoque une variation du champ magnétique capté. Ces variations de champs magnétiques peuvent dégrader les mesures
35 effectuées (dégradation de la précision de la position des fronts électriques par rapport aux fronts mécaniques), voire ne pas être interprétées par le capteur (non-détection d'une dent, le champ magnétique étant en dessous du seuil de commutation). Le signal délivré

par le capteur d'arbre à cames est alors erroné et la détermination correcte de la position de chaque cylindre dans le cycle moteur est faussée voire impossible.

5 Il est connu de l'art antérieur pour pallier ces phénomènes de « faux rond » et/ou de « défaut d'entrefer » de calibrer le moyen de détection du champ magnétique pour tenir compte de ce « faux rond » et/ou ce « défaut d'entrefer » et ainsi délivrer une mesure corrigée (meilleure précision fronts électriques / fronts mécaniques et élimination du risque de non-détection d'une dent) vers le calculateur central chargé de déterminer la position de chaque cylindre dans le cycle moteur.

10 Un tel procédé de l'art antérieur est décrit dans la demande dont le numéro de publication est FR 3 041426 A1, déposée par la demanderesse.

Ledit procédé de calibration automatique d'un capteur d'arbre à cames pour moteur de véhicule automobile a pour but de réduire les fluctuations sur le signal en sortie du capteur. Dans ce but, le procédé propose de comparer à chaque nouveau tour de cible les nouvelles valeurs maximales du champ magnétique de chaque dent aux valeurs maximales desdites mêmes dents du tour de cible précédent. Les seuils de commutation ne sont calculés avec les nouvelles valeurs maximales que si celles-ci diffèrent (selon un critère prédéterminé) des valeurs maximales du tour de cible précédent. De plus, l'invention propose d'utiliser une seule valeur minimale du champ magnétique, c'est-à-dire la valeur minimale absolue sur un tour de cible afin de calculer les seuils de commutation.

20 Cependant, ce procédé de l'art antérieur ne permet pas d'atteindre la précision requise par certains constructeurs automobiles sur la position de l'arbre à cames.

L'invention propose un procédé de calibration automatique d'arbre à cames qui permet de pallier cet inconvénient. En l'occurrence, le procédé de calibration selon 25 l'invention permet de délivrer un signal en sortie du capteur d'arbre à cames plus précis que celui de l'art antérieur, et permettant cependant de déterminer et de corriger le « faux rond » d'une cible et le « défaut d'entrefer » entre le capteur et la cible.

L'invention propose un procédé de calibration automatique d'un capteur d'arbre à cames pour moteur de véhicule automobile, ledit moteur comportant au moins 30 un arbre à cames, une cible codée dentée associée à cet arbre à cames et un capteur de champ magnétique placé à proximité de la cible pour détecter des variations de champs magnétiques induites par le passage des dents de la cible à proximité du capteur, ledit capteur délivrant un signal électrique représentatif de dents et de creux de la cible en fonction d'un seuil de commutation prédéterminé en fonction de l'amplitude du champ magnétique, ledit procédé consistant à mesurer en continu, la valeur du champ magnétique, ledit procédé comportant les étapes suivantes : 35 pendant un premier tour de cible :

- Etape E1 : mesurer une valeur maximale et une valeur minimale du champ magnétique pour chaque dent,
- Etape E2 : calculer une amplitude du champ magnétique pour lesdites dents, et calculer le seuil de commutation pour chaque front montant de dent en fonction de l'amplitude ainsi calculée,

5

l'invention étant remarquable en ce que le procédé comprend en outre les étapes suivantes :

- Etape E3 : mesurer une valeur minimale absolue du champ magnétique sur le tour de cible,
- Etape E4 : calculer une moyenne des valeurs maximales du champ magnétique sur le tour de cible,
- Etape E5 : mémoriser les valeurs maximales, la valeur minimale absolue, et la moyenne des valeurs maximales,
- Etape E6 : si une valeur minimale d'une dent du nouveau tour $B_{min}(i-1, N)$ est supérieure à la valeur minimale absolue du tour précédent $B_{min}(N-1)$, alors le seuil de commutation du front montant de la prochaine dent $Th(i, N)$ est égal à :

10

15

- Etape E7 :

$$Th(i, N) = (B_{max}(i-1, N) - B_{min}(i-1, N)) \times K - B_{min}(i-1, N)$$

20

avec :

$B_{max}(i-1, N)$: valeur maximale du champ à la dent $i-1$ du nouveau tour de cible,

$B_{min}(i-1, N)$:valeur minimale du champ à la dent $i-1$ du nouveau tour de cible,

K :facteur compris entre 0 et 1,

25

sinon : si une valeur minimale d'une dent sur le nouveau tour $B_{min}(i-1, N)$ est égale à la valeur minimale absolue du tour précédent $B_{min}(N-1)$, et :

- Etape E8 : si, de plus, la valeur maximale de la dent est égale à la valeur maximale du tour précédent pour la même dent, soit si $B_{max}(i-1, N) = B_{max}(i-1, N-1)$, alors :

30

- Etape E9 : on ôte de la moyenne des valeurs maximales du nouveau tour, la valeur maximale de ladite dent, soit

$$Avg(B_{max}, N) = Avg(B_{max}, N-1) - B_{max}(i-1, N)$$

avec :

$Avg(B_{max}, N)$: moyenne des valeurs maximales du champ magnétique sur le nouveau tour,

35

$Avg(B_{max}, N-1)$: moyenne des valeurs maximales du champ magnétique sur le tour précédent.

Sinon, si la valeur maximale du champ magnétique de la dent est différente de la valeur maximale du tour précédent pour la même dent, soit si

5 $B_{max}(i-1, N) \neq B_{max}(i-1, N-1)$, alors :

- Etape E 10 : la moyenne des valeurs maximales pour le nouveau tour est égale à la moyenne des valeurs maximales du tour précédent, soit $Avg(B_{max}, N) = Avg(B_{max}, N-1)$

10 • Etape E11 : le seuil de commutation $Th(i, N)$ du front montant pour la prochaine dent (i) est alors calculé en fonction de la moyenne des valeurs maximales du nouveau tour (N) et de la valeur minimale de la dent précédente $B_{min}(i-1, N)$; soit égal à :

$$Th(i, N) = (Avg(B_{max}, N) - B_{min}(i-1, N)) \times K - B_{min}(i-1, N)$$

avec K; un facteur compris entre 0 et 1.

15 • répéter les étapes E3 à E11 pour chaque nouveau tour de cible afin de délivrer un signal représentatif des dents et de creux de la cible.

Selon l'invention, le premier tour de cible est réalisé à chaque mise sous tension du capteur (10) d'arbre à cames.

20 L'invention s'applique également à tout capteur d'arbre à cames pour moteur de véhicule automobile, ledit moteur comportant au moins un arbre à cames, une cible codée dentée associée à cet arbre à cames et un capteur de champ magnétique placé à proximité de la cible pour détecter des variations de champs magnétiques induites par le passage des dents de la cible à proximité du capteur, ledit capteur mesurant en continu la valeur du champ magnétique et délivrant un signal électrique représentatif de dents et de creux de la cible en fonction d'un seuil de commutation prédéterminé fonction de l'amplitude du champ magnétique, ledit capteur comprenant :

- des moyens de mesure d'une valeur maximale et d'une valeur minimale du champ magnétique à chaque passage de dent,
- des moyens de calcul de l'amplitude du champ magnétique pour chaque dent et de calcul du seuil de commutation,

30 l'invention proposant que ledit capteur comprenne en outre :

- des moyens de mesure d'une valeur minimale absolue sur le tour de cible,
- des moyens de calcul d'une moyenne des valeurs maximales sur le tour de cible,

35

- des moyens de mémorisation des valeurs maximales, de la moyenne des valeurs maximales et de la valeur minimale absolue sur le tour de cible,
- 5 • des moyens de comparaison entre chaque valeur minimale du nouveau tour de cible et la valeur minimale absolue du tour précédent,
- des moyens de comparaison entre chaque valeur maximale du champ magnétique du nouveau tour de cible et la valeur maximale du tour précédent pour chaque dent,
- 10 • des moyens de calcul de la moyenne des valeurs maximales sur le nouveau tour de cible en fonction du résultat de la comparaison entre chaque valeur maximale du nouveau tour de cible et la valeur maximale du tour précédent pour chaque dent,
- des moyens de calcul d'un seuil de commutation en fonction en fonction du résultat des comparaisons.

15 L'invention concerne également tout véhicule automobile comprenant un capteur d'arbre à cames selon les caractéristiques énumérées ci-dessus.

D'autres caractéristiques et avantages de la présente invention seront mieux compris à la lecture de la description qui suit (à titre d'exemple non limitatif) en référence aux figures annexées dans lesquelles :

- 20 – la **figure 1** est une vue schématique en coupe, représentant un capteur d'arbre à cames et sa cible associée,
- la **figure 2** illustre un exemple de courbes de variation du champ magnétique perçu par un capteur associé à une cible lors du premier tour de rotation de la cible,
- 25 – la **figure 3** illustre un exemple de courbes de variation du champ magnétique perçu par un capteur associé à la cible lors d'un tour suivant le premier tour de cible,
- la **figure 4** illustre le procédé de calibration automatique selon l'invention.

30 Selon la forme de réalisation décrite et représentée aux **figures 1 à 3**, un capteur 10 d'arbre à cames comporte un élément ferromagnétique 11 et un moyen de détection du champ magnétique 12 (par exemple une cellule à effet Hall). Ce capteur 10 délivre un signal digital à un calculateur central 13.

35 Une cible 14 associée à ce capteur 10 se présente sous la forme d'un disque métallique 15 fixé de manière solidaire à un arbre à cames 16. Cette cible porte à sa périphérie une pluralité de dents D_1 , D_2 , D_3 (3 dans l'exemple représenté) de hauteurs h_1 , h_2 , h_3 différentes et de longueurs l_1 à l_3 et d'espacements (creux) s_1 à s_3 variables. Ces longueurs et espacements variables constituent, de manière connue en soi, un codage.

Le fonctionnement d'un tel ensemble capteur 10 plus cible 14 est décrit ci-après.

Lorsque la cible 14 est entraînée en rotation (flèche F **figure 1**) par l'arbre à cames 16, le capteur 10 perçoit une suite de variations du champ magnétique B représentatif de la longueur l des dents D₁, D₂, D₃ passant devant lui et de leur
5 espacements s₁, s₂, s₃. La courbe ainsi obtenue, par exemple, lors du premier tour en rotation de la cible, est représentée à la **figure 2**.

Sur cette **figure 2**, on trouve en abscisse les angles α du cycle moteur variant de 0° à 360° et en ordonnées la valeur B du champ magnétique perçue (champ normalisé en fonction de l'entrefer). Comme représenté à la **figure 2**, les dents D₁, D₂, D₃ ne sont pas
10 de la même hauteur h₁, h₂, h₃ et la cible 14 présente un faible défaut de géométrie. De ce fait, le champ maximal perçu par le capteur 10 lors du passage de chacune des dents D₁, D₂, D₃ varie pour chacune des trois dents et vaut respectivement B_{max1}, B_{max2}, B_{max3}. De même, le champ minimal perçu par le capteur 10 lors du passage de chacune des dents D₁, D₂, D₃ varie dent à dent, et vaut respectivement B_{min1}, B_{min2}, B_{min3}. On
15 reconnaît sur cette **figure 2** trois passages de dents D₁, D₂, D₃, les deux premières (D₁, D₂) étant relativement rapprochées, la première dent D₁ étant plus large que la seconde dent D₂ et le passage d'une troisième dent D₃ plus étroite et éloignée de la deuxième dent D₂. Ceci correspond en effet à la géométrie de la cible 14 représentée à la **figure 1**.

Il est connu de détecter le passage d'un front de dent dès que le champ magnétique
20 B perçu devient supérieur ou inférieur à un seuil de commutation prédéterminé proportionnel à l'amplitude de champ perçue lors du passage d'une dent (75 % de (B_{max1} – B_{min1}) par exemple).

Les valeurs seuils sont matérialisées à la **figure 2** par des lignes pointillées. Après le passage de la première dent D₁, un seuil de commutation pour le front ascendant de la
25 deuxième dent S2a est calculé selon la formule mathématique suivante :

$$S2a = 0.75 \times (B_{max1} - B_{min1})$$

Puis, après le passage de la valeur maximale du champ magnétique B au passage de la deuxième dent B_{max2}, un nouveau seuil de commutation S2d est calculé pour le front descendant de la deuxième dent D₂ :

30
$$S2d = 0.75 \times (B_{max2} - B_{min1})$$

Ce procédé est répété à chaque passage de dent, lorsqu'une nouvelle valeur maximale ou une nouvelle valeur minimale du champ magnétique B a été mesurée.

Il est à noter que la valeur maximale et la valeur minimale du champ magnétique B pour chaque dent correspondent aux dernières valeurs maximales et minimales
35 enregistrées.

Par exemple, pour calculer le seuil de commutation du front ascendant de la deuxième dent S2a, il s'agit ici de considérer, les dernières valeurs maximale et minimale

du champ magnétique B enregistrées, c'est-à-dire B_{max1} et B_{min1} , soit la valeur maximale et de la valeur minimale du champ magnétique B après le passage de la première dent D_1 .

De manière similaire, pour calculer le seuil de commutation du front descendant de la deuxième dent $S2d$, on utilise les dernières valeurs maximale et minimale enregistrées, il s'agit ici de B_{min1} et de B_{max2} , soit de la valeur minimale du champ magnétique B associée à la première dent D_1 et de la valeur maximale du champ magnétique associée à la deuxième dent D_2 .

Par souci de simplification, nous appellerons ici « la valeur maximale (B_{maxi}) » et/ou « la valeur minimale (B_{mini}) associées à ladite dent D_i », les dernières valeurs maximale et/ou minimale mesurées, qui sont prises en compte pour le calcul du seuil de commutation pour ladite dent. Et on entend par « valeur maximale » la valeur maximale du champ magnétique et par « valeur minimale » la valeur minimale du champ magnétique.

La cible 14 associée à l'arbre à cames 16 peut cependant présenter des imperfections géométriques qui varient avec le temps. Notamment, la cible 14 peut présenter un « entrefer » qui s'accroît avec le temps ou avec la température. Dans ce cas, lorsque la cible 14 est entraînée en rotation lors d'un tour suivant le premier tour de rotation, le passage de ses dents D_1 , D_2 , D_3 devant le capteur 10 provoque des variations de champ magnétique B telles que représentées à la **figure 3**. De manière similaire à la **figure 2**, cette courbe présente en abscisse les angles α du cycle moteur et en ordonnées le champ magnétique normalisé B en fonction de l'entrefer perçu par le capteur 10.

Dans ce cas, on remarque que la nouvelle valeur maximale du champ magnétique B perçue pour chacune des dents D_1 , D_2 , D_3 respectivement, $B_{max1'}$, $B_{max2'}$, $B_{max3'}$ n'est pas identique à la valeur maximale du champ magnétique perçue par chacune des mêmes dents D_1 , D_2 , D_3 lors du premier tour de cible 14 (cf. **figure 2**). En effet, la première dent D_1 est détectée avec une nouvelle valeur maximale $B_{max1'}$, la seconde dent D_2 avec une nouvelle valeur maximale $B_{max2'}$ et la troisième dent D_3 avec une nouvelle valeur maximale $B_{max3'}$. Il en est de même pour les valeurs minimales du champ magnétique B perçue par le capteur 10 lors du passage de chaque dent, D_1 , D_2 , D_3 . Les nouvelles valeurs minimales du champ magnétique B pour chacune des dents, D_1 , D_2 , D_3 respectivement $B_{min1'}$, $B_{min2'}$, $B_{min3'}$, ne sont pas identiques aux valeurs minimales du champ magnétique B , mesurées lors du premier tour de cible 14 pour les mêmes dents (B_{min1} , B_{min2} , B_{min3}).

Dans le cas représenté aux **figures 2 et 3**, nous avons :

- $B_{max1'} < B_{max1}$,
- $B_{min1'} > B_{min1}$,

- $B_{max2'} > B_{max2}$,
- $B_{min2'} < B_{min2}$,
- $B_{max3'} = B_{max3}$,
- $B_{min3'} < B_{min3}$.

5 • L'invention propose donc un procédé de calibration automatique d'un capteur d'arbres à cames, permettant de tenir compte des nouvelles valeurs maximales et minimales du champ magnétique pour chaque dent D_1, D_2, D_3 , afin d'améliorer la précision du capteur, tout en étant simple à mettre en œuvre et moins consommateur en mémoire que l'art antérieur.

10 L'invention décrite ci-après s'applique uniquement aux seuils de commutation appliqués aux fronts montants des dents.

 L'invention permet donc de façon ingénieuse de corriger un « faux rond » dès qu'il apparaît.

15 L'invention propose un procédé de calibration automatique tel que décrit ci-dessous et illustré à la **figure 4**.

 Dans un premier tour de cible préliminaire à la mise sous tension par exemple du capteur 10 d'arbre à cames, l'on procède à une première étape (étape E1) de mesure d'une valeur maximale $B_{max1}, B_{max2}, B_{max3}$ et d'une valeur minimale $B_{min1}, B_{min2}, B_{min3}$ du champ magnétique B pour chaque dent D_1, D_2, D_3 : Et lors d'une
20 deuxième étape (Etape E2) : on calcule une amplitude du champ magnétique pour lesdites dents, et on applique un seuil de commutation S_{2a}, S_{3a} pour chaque front montant de dent déterminé en fonction de l'amplitude ainsi calculée. Ceci est connu de l'art antérieur.

 Le procédé selon l'invention est remarquable en ce qu'il comprend en outre
25 les étapes suivantes : Lors d'une troisième étape, (Etape E3), on détermine, parmi les valeurs minimales mesurées $B_{min1}, B_{min2}, B_{min3}$, une valeur minimale absolue $B_{min(N-1)}$ du champ magnétique sur le tour (N-1) de cible 14 qui vient d'être effectué. On calcule également (Etape E4) une moyenne $Avg(B_{max}, N-1)$ des valeurs maximales $B_{max1}, B_{max2}, B_{max3}$ du champ magnétique sur ledit tour de cible 14. Enfin, on
30 mémorise (étape E5) les valeurs maximales $B_{max1}, B_{max2}, B_{max3}$ associées à chaque dent, la valeur minimale absolue $B_{min(N-1)}$ déterminée et la moyenne $Avg(B_{max}, N-1)$ calculée.

 L'invention propose ensuite qu'à chaque nouveau tour de cible 14 :

35 Si une valeur minimale $B_{min}(i-1, N)$ d'une dent (i-1) sur le nouveau tour N est supérieure à la valeur minimale absolue $B_{min(N-1)}$ du tour précédent (étape E6), alors :

- le seuil de commutation $Th(i, N)$ du front montant pour la prochaine dent i du nouveau tour N est égal à (étape E7) :

$$Th(i, N) = (Bmax(i - 1, N) - Bmin(i - 1, N)) \times K - Bmin(i - 1, N)$$

5 Sinon, si la valeur minimale $Bmin(i-1, N)$ d'une dent $(i-1)$ du nouveau tour N est égale à la valeur minimale absolue $Bmin(N-1)$ du tour précédent, et :

- si la valeur maximale du champ magnétique pour ladite dent $Bmax(i-1, N)$ n'a pas évolué depuis le tour précédent (étape E8), plus précisément si la valeur maximale du champ magnétique pour la dent $i-1$, au tour N est égale à la valeur maximale du champ magnétique pour la dent $i-1$, au tour $N-1$, c'est-à-dire, si

$$Bmax(i - 1, N) = Bmax(i - 1, N - 1), \text{ alors,}$$

— on modifie la moyenne $Avg(Bmax, N)$ des valeurs maximales de la manière suivante (étape E9) :

$$Avg(Bmax, N) = Avg(Bmax, N - 1) - Bmax(i - 1, N)$$

15 Plus précisément, on ôte de la moyenne des valeurs maximales du champ magnétique déterminé au tour précédent, la valeur maximale du champ magnétique de la dent $i-1$ mesurée au nouveau tour.

— Sinon, si la valeur maximale du champ magnétique pour la dent $i-1$, au tour N est différente de la valeur du champ magnétique pour la dent $i-1$ (étape E10), soit si $Bmax(i - 1, N) >$

20 $Bmax(i - 1, N - 1)$ ou si $Bmax(i - 1, N) < Bmax(i - 1, N - 1)$, c'est à dire si $Bmax(i - 1, N) \neq Bmax(i - 1, N - 1)$, alors la moyenne des valeurs maximales du nouveau tour n'est pas modifiée et reste égale à celle du tour précédent, soit (étape E10):

$$Avg(Bmax, N) = Avg(Bmax, N - 1)$$

A noter, que si la valeur minimale $Bmin(i-1, N)$ de la dent $i-1$ est la seule valeur sur le tour N , qui est inférieure à la valeur minimale absolue $Bmin(N-1)$ du tour précédent $(N-1)$, alors ladite valeur minimale $Bmin(i-1, N)$ devient la valeur minimale absolue $Bmin(N)$ du tour N présent, qui sera utilisée dans le prochain tour $N+1$.

25 A noter également que la dent i est la dent consécutive à la dent $i-1$.

Finalement, le seuil de commutation $Th(i, N)$ de la prochaine dent i pour le nouveau tour N est calculé selon la formule (étape E10) :

$$Th(i, N) = (Avg(Bmax, N) - Bmin(i - 1, N)) \times K - Bmin(i - 1, N)$$

avec K un facteur compris entre 0 et 1,

Avg(Bmax, N) : la moyenne des valeurs maximales du champ magnétique sur le nouveau tour N,

- 5 Bmin(i-1,N) : la valeur minimale du champ magnétique à la dent précédente i-1, pour le nouveau tour N.

Le procédé se répète ainsi des étapes 3 à 11 pour chaque nouveau tour de cible.

- 10 Le procédé va maintenant être expliqué en l'appliquant aux dents D₁, D₂, D₃ des **figures 2 et 3**.

A la **figure 2** est illustrée la variation de champ magnétique induite par le passage de trois dents D₁, D₂, D₃ dans un premier tour de dent, soit N = 1.

- 15 A la **figure 3** est illustrée la variation de champ magnétique induite par le passage de trois dents D₁, D₂, D₃ dans un deuxième tour de dent, soit N = 2, consécutif au premier tour.

En appliquant la convention de notations du procédé de calibration selon l'invention aux **figures 2 et 3**, nous avons, i variant de 1 à 3, et N variant de 1 à 2:

- $Bmax1 = Bmax(1,1)$
- $Bmin1 = Bmin(1,1)$
- 20 • $Bmax2 = Bmax(2,1)$
- $Bmin2 = Bmin(2,1)$
- $Bmax3 = Bmax(3,1)$
- $Bmin3 = Bmin(3,1)$
- $Bmax1' = Bmax(1,2)$
- 25 • $Bmin1' = Bmin(1,2)$
- $Bmax2' = Bmax(2,2)$
- $Bmin2' = Bmin(2,2)$
- $Bmax3' = Bmax(3,2)$
- $Bmin3' = Bmin(3,2)$
- 30 • A la **figure 2**, la valeur minimale du champ magnétique Bmin(1) est égale à la valeur minimale du champ magnétique de la deuxième dent, soit $Bmin(1) = Bmin2$.

La moyenne des valeurs maximales du champ magnétique, soit Avg(Bmax, 1) est égale à :

$$Avg(Bmax, 1) = \frac{(Bmax(1,1)+Bmax(2,1)+Bmax(3,1))}{3}$$

A la **figure 3**, la valeur minimale du champ magnétique de la première dent D_1 soit $(i-1) = 1$ au deuxième tour, soit $N = 2$, est supérieure au minimal absolu $Bmin(1)$ du champ magnétique calculé au tour précédent, soit $Bmin1' > Bmin(1)$; par conséquent, le
5 seuil de commutation Th pour le front ascendant de la deuxième dent, $i=2$ au deuxième tour, est égal à :

$$Th(2, 2) = (Bmax(1,2) - Bmin(1,2)) \times K - Bmin(1,2)$$

La valeur minimale du champ magnétique de la deuxième dent $Bmin2'$ est inférieure au minimum absolu du tour précédent :

10
$$Bmin2' < Bmin(1)$$

La valeur maximale du champ magnétique de la deuxième dent $Bmax2'$ est supérieure à la valeur maximale du champ magnétique de la même dent D_2 du tour précédent ; soit :

$$Bmax2' > Bmax2$$

15 Par conséquent, la moyenne des valeurs du champ magnétique pour le deuxième tour est égale à :

$$Avg(Bmax, 2) = Avg(Bmax, 1)$$

Et le seuil de commutation pour le front ascendant de la troisième dent $Th(3,2)$ est égal à :

20
$$Th(3, 2) = (Avg(Bmax, 2) - Bmin(2,2)) \times K - Bmin(2,2)$$

La valeur minimale du champ magnétique pour la troisième dent $Bmin3'$ du deuxième tour est inférieure à la valeur minimale absolue du champ magnétique du tour précédent, soit :

$$Bmin3' < Bmin(1)$$

25 Et la valeur maximale du champ magnétique de la troisième dent $Bmax3'$ est égale à la valeur maximale du champ magnétique de la même dent du tour précédent :

$$Bmax3' = Bmax3$$

Par conséquent, la moyenne des valeurs du champ magnétique pour le troisième tour est égal à :

30
$$Avg(Bmax, 3) = Avg(Bmax, 2) - Bmax(3,2)$$

et le seuil de commutation pour le front ascendant de la troisième dent $Th(3,2)$ est égal à :

$$Th(1, 3) = (Avg(Bmax, 3) - Bmin(3,2)) \times K - Bmin(3,2)$$

35 L'invention est peu coûteuse, et facile à implémenter, elle permet d'améliorer la précision sur la détection du front ascendant des dents, surtout dans le cas d'un « faux rond ».

REVENDEICATIONS

1. Procédé de calibration automatique d'un capteur (10) d'arbre à cames pour moteur de véhicule automobile, ledit moteur comportant au moins un arbre à cames (16), une cible (14) codée dentée associée à cet arbre à cames (16) et un capteur (10) de champ magnétique placé à proximité de la cible (14) pour détecter des variations de champs magnétiques induites par le passage des dents (D_1 , D_2 , D_3) de la cible (14) à proximité du capteur (10), ledit capteur (10) délivrant un signal électrique représentatif de dents (D_1 , D_2 , D_3) et de creux (S_1 , S_2 , S_3) de la cible (14) en fonction d'un seuil de commutation prédéterminé (S) fonction de l'amplitude du champ magnétique (B), ledit procédé consistant à mesurer en continu la valeur du champ magnétique, ledit procédé comportant les étapes suivantes :

pendant un premier tour de cible (14) :

- Etape E1 : mesurer une valeur maximale (B_{max1} , B_{max2} , B_{max3}) et une valeur minimale (B_{min1} , B_{min2} , B_{min3}) du champ magnétique (B) pour chaque dent (D_1 , D_2 , D_3):
- Etape E2 : calculer une amplitude du champ magnétique pour lesdites dents, et calculer le seuil de commutation pour chaque front montant de dent en fonction de l'amplitude ainsi calculée,

ledit procédé étant caractérisé en ce qu'il comprend en outre les étapes suivantes :

- Etape E3 : mesurer une valeur minimale absolue ($B_{min(N-1)}$) du champ magnétique sur le tour ($N-1$) de cible (14),
- Etape E4 : calculer une moyenne ($Avg(B_{max}, N-1)$) des valeurs maximales du champ magnétique sur le tour ($N-1$) de cible (14),
- Etape E5 : mémoriser les valeurs maximales (B_{max1} , B_{max2} , B_{max3}), la valeur minimale absolue ($B_{min(N-1)}$), et la moyenne ($Avg(B_{max}, N-1)$),

puis à chaque nouveau tour (N) de cible (14):

- Etape E6 : si une valeur minimale ($B_{min}(i-1, N)$) d'une dent ($i-1$) est supérieure à la valeur minimale absolue du tour précédent ($B_{min(N-1)}$), alors le seuil de commutation $Th(i, N)$ du front montant de la prochaine dent (i) est égal à :

- Etape E7 :

$$Th(i, N) = (B_{max}(i - 1, N) - B_{min}(i - 1, N)) \times K - B_{min}(i - 1, N)$$

Sinon: si une valeur minimale ($B_{min}(i-1, N)$) d'une dent ($i-1$) est égale à la valeur minimale absolue ($B_{min}(N-1)$) du tour précédent, et :

- Etape E8 : si, de plus, la valeur maximale de ladite dent ($i-1$) est égale à la valeur maximale du tour précédent pour la même dent ($i-1$), soit si $B_{max}(i-1, N) = B_{max}(i-1, N-1)$, alors :

— Etape E9 : on ôte de la moyenne des valeurs maximales du nouveau tour, la valeur maximale de ladite dent ($i-1$), soit

$$Avg(B_{max}, N) = Avg(B_{max}, N-1) - B_{max}(i-1, N)$$

Sinon, si la valeur maximale de la dent ($i-1$) est différente de la valeur maximale du tour précédent pour la même dent, soit si $B_{max}(i-1, N) \neq B_{max}(i-1, N-1)$, alors :

- Etape E 10 : la moyenne des valeurs maximales pour le nouveau tour (N) est égale à la moyenne des valeurs maximales du tour précédent ($N-1$), soit : $Avg(B_{max}, N) = Avg(B_{max}, N-1)$

- Etape E11 : le seuil de commutation $Th(i, N)$ du front montant pour la prochaine dent (i) est alors calculé en fonction de la moyenne des valeurs maximales du nouveau tour (N) et de la valeur minimale de la dent précédente ($B_{min}(i-1, N)$) à ; soit égal à :

$$Th(i, N) = (Avg(B_{max}, N) - B_{min}(i-1, N)) \times K - B_{min}(i-1, N)$$

avec K : un facteur compris entre 0 et 1.

- répéter les étapes E3 à E11 pour chaque nouveau tour de cible afin de délivrer un signal représentatif des dents (D_1, D_2, D_3) et de creux (S_1, S_2, S_3) de la cible (14).

25 **2.** Procédé de calibration automatique selon la revendication précédente, **caractérisé en ce que** le premier tour de cible (14) est réalisé à chaque mise sous tension du capteur (10) d'arbre à cames.

30 **3.** Capteur (10) d'arbre à cames pour moteur de véhicule automobile, ledit moteur comportant au moins un arbre à cames (16), une cible (14) codée dentée associée à cet arbre à cames (16) et un capteur (10) de champ magnétique placé à proximité de la cible (14) pour détecter des variations de champs magnétiques induites par le passage des dents (D_1, D_2, D_3) de la cible (14) à proximité du capteur (10), ledit capteur (10) mesurant en continu la valeur du champ magnétique et délivrant un signal

électrique représentatif de dents (D_1, D_2, D_3) et de creux (S_1, S_2, S_3) de la cible (14) en fonction d'un seuil de commutation prédéterminé (S) fonction de l'amplitude du champ magnétique (B), le dit capteur comprenant :

- 5
- des moyens de mesure d'une valeur maximale ($B_{max1}, B_{max2}, B_{max3}$) et d'une valeur minimale ($B_{min1}, B_{min2}, B_{min3}$) du champ magnétique (B) à chaque passage de dent (D_1, D_2, D_3),
 - des moyens de calcul de l'amplitude du champ magnétique pour chaque dent et de calcul du seuil de commutation,

ledit capteur (10) étant **caractérisé en ce qu'il** comprend en outre :

- 10
- des moyens de mesure d'une valeur minimale absolue ($B_{min(N-1)}$) sur le tour de cible ($N-1$),
 - des moyens de calcul d'une moyenne des valeurs maximales ($Avg(B_{max}, N-1)$) sur le tour de cible ($N-1$),
- 15
- des moyens de mémorisation des valeurs maximales ($B_{max1}, B_{max2}, B_{max3}$), de la moyenne des valeurs maximales ($Avg(B_{max}, N-1)$) et de la valeur minimale absolue ($B_{min(N-1)}$) sur le tour de cible,
 - des moyens de comparaison entre chaque valeur minimale ($B_{min}(i-1, N)$) du nouveau tour de cible et la valeur minimale absolue ($B_{min(N-1)}$) du tour précédent,
- 20
- des moyens de comparaison entre chaque valeur maximale ($B_{max}(i-1, N)$) du nouveau tour de cible et la valeur maximale du tour précédent ($B_{max}(i-1, N-1)$) pour la même dent ($i-1$),
 - des moyens de calcul de la moyenne des valeurs maximales $Avg(B_{max}, N)$ sur le nouveau tour de cible en fonction du résultat de
- 25
- la comparaison entre chaque valeur maximale ($B_{max}(i-1, N)$) du nouveau tour de cible et la valeur maximale du tour précédent ($B_{max}(i-1, N-1)$) pour la même dent ($i-1$),
 - des moyens de calcul d'un seuil de commutation ($Th(i, N)$) en fonction du résultat des comparaisons.

30 **4.** Véhicule automobile **caractérisé en ce qu'il** comprend un capteur (10) d'arbre à cames selon la revendication précédente.

Fig 1

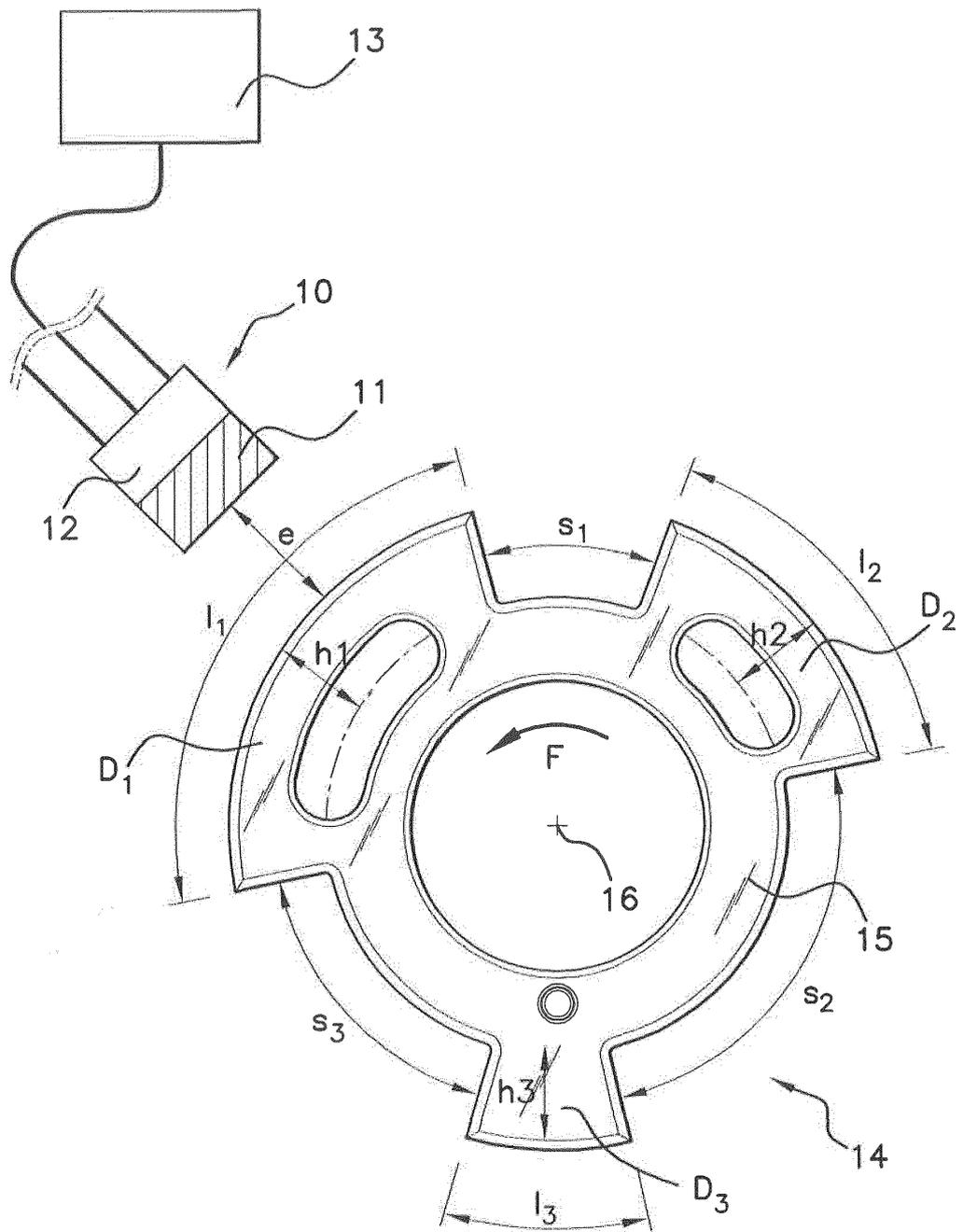


Fig 2

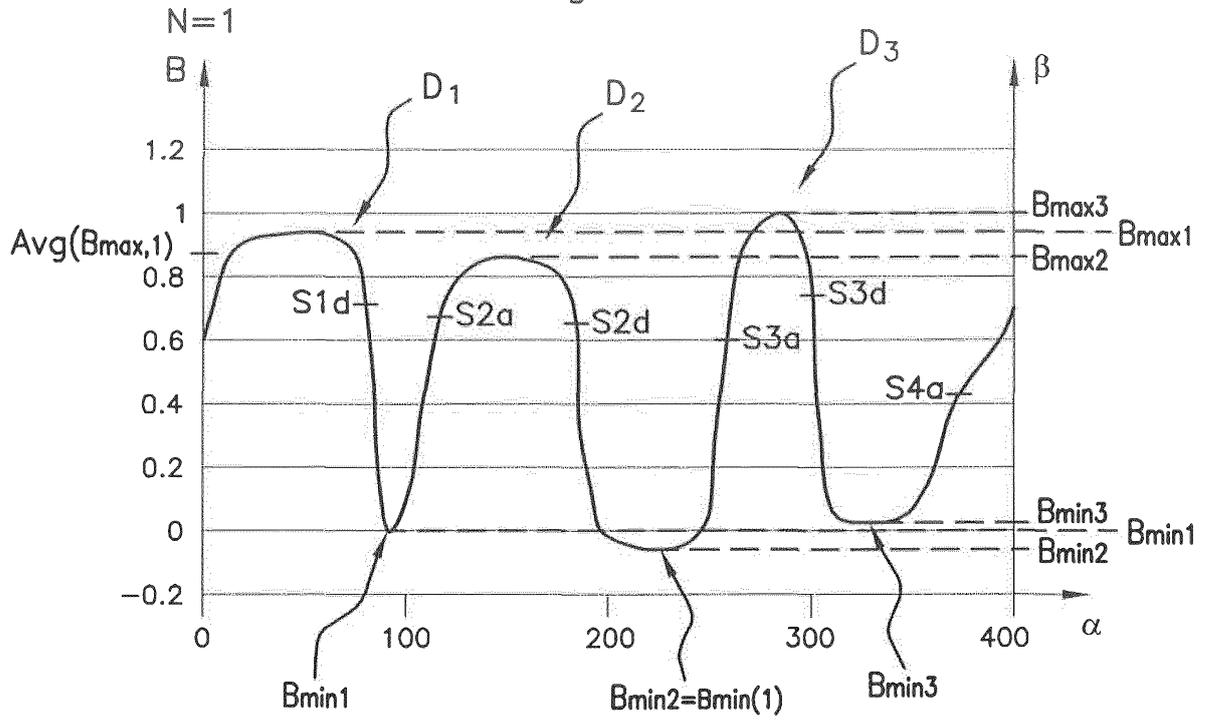


Fig 3

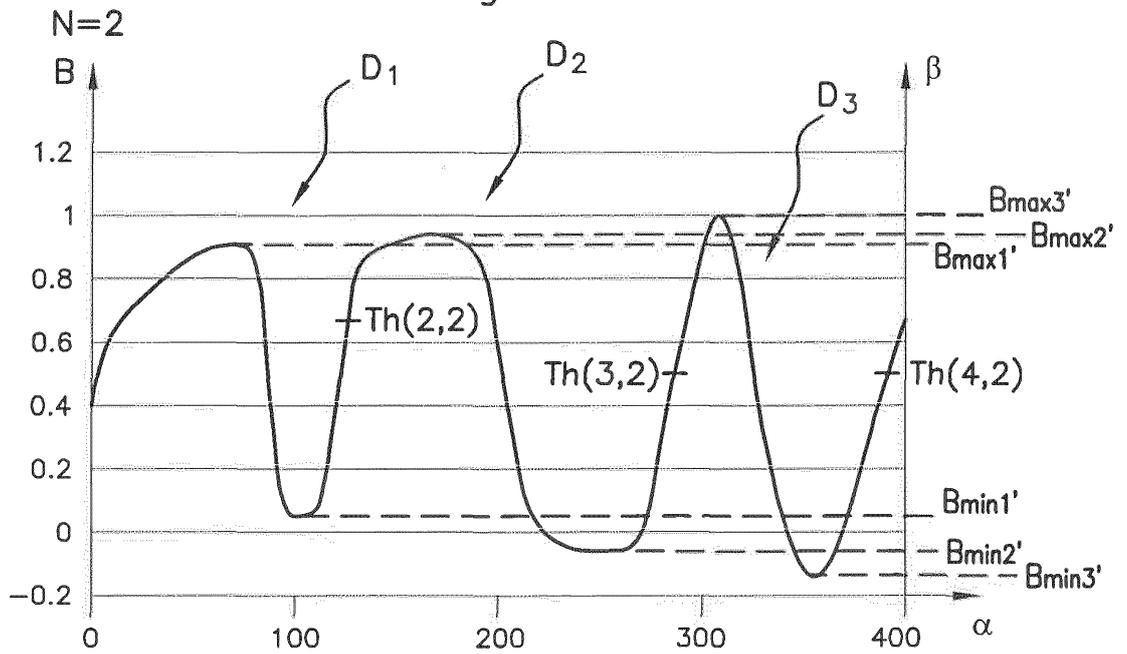
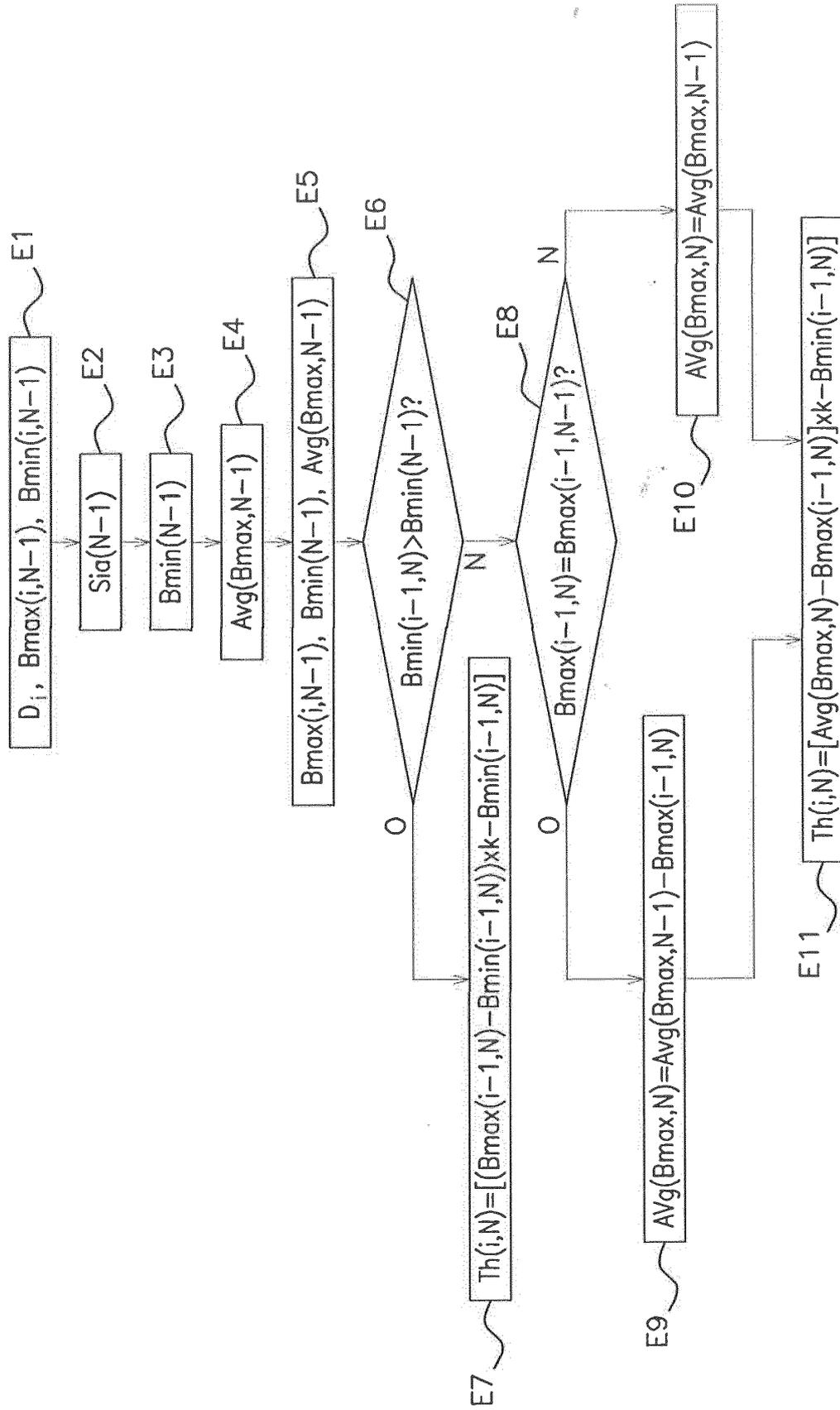


Fig 4



RAPPORT DE RECHERCHE

articles L.612-14, L.612-53 à 69 du code de la propriété intellectuelle

OBJET DU RAPPORT DE RECHERCHE

L'I.N.P.I. annexe à chaque brevet un "RAPPORT DE RECHERCHE" citant les éléments de l'état de la technique qui peuvent être pris en considération pour apprécier la brevetabilité de l'invention, au sens des articles L. 611-11 (nouveau) et L. 611-14 (activité inventive) du code de la propriété intellectuelle. Ce rapport porte sur les revendications du brevet qui définissent l'objet de l'invention et délimitent l'étendue de la protection.

Après délivrance, l'I.N.P.I. peut, à la requête de toute personne intéressée, formuler un "AVIS DOCUMENTAIRE" sur la base des documents cités dans ce rapport de recherche et de tout autre document que le requérant souhaite voir prendre en considération.

CONDITIONS D'ETABLISSEMENT DU PRESENT RAPPORT DE RECHERCHE

Le demandeur a présenté des observations en réponse au rapport de recherche préliminaire.

Le demandeur a maintenu les revendications.

Le demandeur a modifié les revendications.

Le demandeur a modifié la description pour en éliminer les éléments qui n'étaient plus en concordance avec les nouvelles revendications.

Les tiers ont présenté des observations après publication du rapport de recherche préliminaire.

Un rapport de recherche préliminaire complémentaire a été établi.

DOCUMENTS CITES DANS LE PRESENT RAPPORT DE RECHERCHE

La répartition des documents entre les rubriques 1, 2 et 3 tient compte, le cas échéant, des revendications déposées en dernier lieu et/ou des observations présentées.

Les documents énumérés à la rubrique 1 ci-après sont susceptibles d'être pris en considération pour apprécier la brevetabilité de l'invention.

Les documents énumérés à la rubrique 2 ci-après illustrent l'arrière-plan technologique général.

Les documents énumérés à la rubrique 3 ci-après ont été cités en cours de procédure, mais leur pertinence dépend de la validité des priorités revendiquées.

Aucun document n'a été cité en cours de procédure.

1. ELEMENTS DE L'ETAT DE LA TECHNIQUE SUSCEPTIBLES D'ETRE PRIS EN CONSIDERATION POUR APPRECIER LA BREVETABILITE DE L'INVENTION

NEANT

2. ELEMENTS DE L'ETAT DE LA TECHNIQUE ILLUSTRANT L'ARRIERE-PLAN TECHNOLOGIQUE GENERAL

FR 3 041 426 A1 (CONTINENTAL AUTOMOTIVE FRANCE [FR]; CONTINENTAL AUTOMOTIVE GMBH [DE]) 24 mars 2017 (2017-03-24)

FR 3 044 087 A1 (CONTINENTAL AUTOMOTIVE FRANCE [FR]; CONTINENTAL AUTOMOTIVE GMBH [DE]) 26 mai 2017 (2017-05-26)

3. ELEMENTS DE L'ETAT DE LA TECHNIQUE DONT LA PERTINENCE DEPEND DE LA VALIDITE DES PRIORITES

NEANT