

(12) DEMANDE INTERNATIONALE PUBLIÉE EN VERTU DU TRAITÉ DE COOPÉRATION EN MATIÈRE DE BREVETS (PCT)

(19) Organisation Mondiale de la
Propriété Intellectuelle
Bureau international

(43) Date de la publication internationale
10 octobre 2019 (10.10.2019)



(10) Numéro de publication internationale
WO 2019/193271 A1

(51) Classification internationale des brevets :
G01D 5/244 (2006.01) G01D 18/00 (2006.01)

TOMOTIVE GMBH [DE/DE] ; Vahrenwalderstrasse, 9,
30165 Hanovre (DE).

(21) Numéro de la demande internationale :
PCT/FR2019/050725

(72) Inventeur : **BOUSCAREN, Denis** ; Continental Auto-
motive France, Service Intellectual Property, 1, Avenue Paul
Ourliac, 31100 Toulouse (FR).

(22) Date de dépôt international :
28 mars 2019 (28.03.2019)

(74) Mandataire : **CONTINENTAL AUTOMOTIVE
FRANCE** ; 1, Avenue Paul Ourliac, Intellectual Property,
31100 Toulouse (FR).

(25) Langue de dépôt : français

(26) Langue de publication : français

(30) Données relatives à la priorité :
1852946 05 avril 2018 (05.04.2018) FR

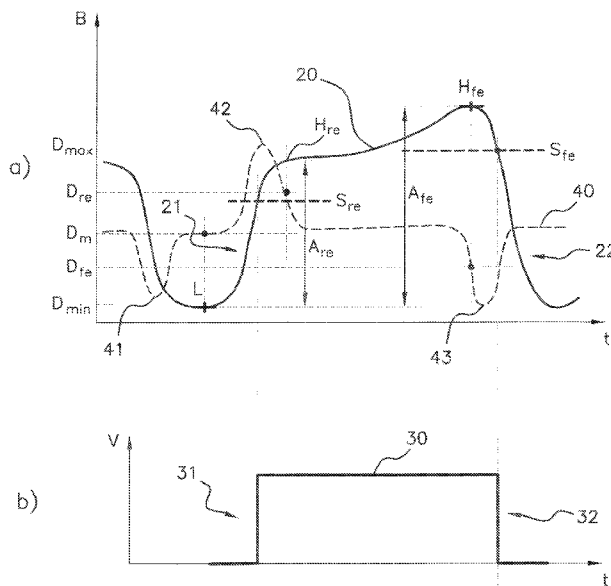
(81) États désignés (sauf indication contraire, pour tout titre de
protection nationale disponible) : AE, AG, AL, AM, AO,
AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA,
CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ,
EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR,
HU, ID, IL, IN, IR, IS, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR,
KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG,

(71) Déposants : **CONTINENTAL AUTOMOTIVE
FRANCE** [FR/FR] ; 1, Avenue Paul Ourliac, Intellectual
Property, 31100 Toulouse (FR). **CONTINENTAL AU-**

(54) Title: METHOD FOR AUTOMATIC CALIBRATION OF A CAMSHAFT SENSOR IN ORDER TO CORRECT A RELUCTOR RUNOUT

(54) Titre : PROCÉDÉ DE CALIBRATION AUTOMATIQUE D'UN CAPTEUR D'ARBRE À CAMES POUR CORRIGER UN FAUX ROND DE CIBLE

Fig 5



(57) Abstract: The invention relates to a method for automatic calibration of a camshaft sensor (10) for a motor vehicle engine. The sensor (10') includes a processing module (13') configured to generate, from a raw signal (20) representing variations of a magnetic field induced by a rotation of a reluctor (14) and measured by a primary cell (12'), an output signal (30) representing the times at which teeth (D1, D2, D3) of the reluctor pass in front of the primary cell. The sensor also includes two secondary measurement cells (12a, 12b). The calibration method then makes it possible to determine two different switching thresholds (S_{re} , S_{fe}) for each tooth from a differential signal (40) representing a difference in the measurement of the magnetic field by the secondary

MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM,
PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC,
SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR,
TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

- (84) **États désignés** (*sauf indication contraire, pour tout titre de protection régionale disponible*) : ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasién (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), européen (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Publiée:

— avec rapport de recherche internationale (Art. 21(3))

cells. The invention likewise relates to a camshaft sensor (10') implementing such a method, as well as to a motor vehicle including such a sensor.

(57) Abrégé : L'invention concerne un procédé de calibration automatique d'un capteur (10') d'arbre à cames pour moteur de véhicule automobile. Le capteur (10') comporte un module de traitement (13') configuré pour générer, à partir d'un signal brut (20) représentatif des variations d'un champ magnétique induites par une rotation d'une cible (14) et mesuré par une cellule primaire (12'), un signal de sortie (30) représentatif des instants de passage de dents (D1, D2, D3) de la cible devant la cellule primaire. Le capteur comporte en outre deux cellules secondaires (12a, 12b) de mesure. Le procédé de calibration permet alors de déterminer deux seuils de commutation (S_{re} , S_{fe}) différents pour chaque dent à partir d'un signal différentiel (40) représentatif d'une différence de mesure du champ magnétique par les cellules secondaires. L'invention concerne également un capteur (10') d'arbre à cames mettant en oeuvre un tel procédé, ainsi qu'un véhicule automobile comportant un tel capteur.

**Procédé de calibration automatique d'un capteur d'arbre à cames pour corriger
un faux rond de cible**

La présente invention appartient au domaine des capteurs pour véhicule automobile. Notamment, l'invention concerne un procédé de calibration automatique d'un capteur d'arbre à cames pour véhicule automobile.

Un capteur d'arbre à cames est par exemple utilisé dans un véhicule automobile pour déterminer dans quelle phase du cycle de combustion se trouve un cylindre du moteur (phase d'admission, phase de compression, phase d'explosion ou phase d'échappement). Une telle information permet par exemple à un calculateur de déterminer à quel moment et dans quel cylindre il faut injecter du carburant.

Un tel capteur d'arbre à cames comporte généralement une cible (par exemple un disque métallique dont la périphérie est dentée), un générateur de champ magnétique (par exemple un aimant permanent), une cellule de mesure du champ magnétique (par exemple une cellule à effet Hall ou une cellule magnéto-résistive), et un module électronique de traitement de signal.

Les dents de la cible ont généralement une même hauteur, mais peuvent avoir des espacements (creux) et des longueurs non tous identiques, de manière à réaliser un codage du positionnement angulaire de la cible.

Ainsi, la rotation de la cible et le passage des différentes dents devant le générateur de champ magnétique entraînent des variations du champ magnétique mesuré par la cellule de mesure, variations qui pourront être analysées pour reconnaître les différentes dents de la cible et décoder la position angulaire de la cible et, in fine, la position angulaire de l'arbre à cames solidaire de la cible.

La cellule de mesure fournit au module de traitement un signal brut représentatif de l'intensité du champ magnétique mesuré. Le module de traitement génère alors, à partir de ce signal brut, un signal de sortie représentatif des instants de passage des différentes dents de la cible devant la cellule de mesure.

Ce signal de sortie est par exemple un signal électrique comportant une succession de créneaux, chaque créneau correspondant au passage d'une dent devant la cellule de mesure. Chaque créneau comporte un front montant et un front descendant correspondant sensiblement aux passages des fronts mécaniques de la dent devant la cellule de mesure.

Généralement, chaque front montant et descendant du signal de sortie (c'est-à-dire chaque transition du signal électrique) est déterminé à partir d'un seuil de commutation prédéfini pour le signal brut. Autrement dit, le signal de sortie présente

un front montant lorsque le signal brut passe au-dessus du seuil de commutation, et le signal de sortie présente un front descendant lorsque le signal brut passe au-dessous du seuil de commutation. Conventionnellement, un seuil de commutation correspondant environ à 75% de l'amplitude du signal brut est utilisé (on entend par
5 « amplitude du signal brut » la différence entre une valeur maximale et une valeur minimale observée pour ledit signal brut).

Il est par exemple possible de définir un seuil de commutation fixe qui ne change pas de valeur lors du fonctionnement du capteur. Une telle solution est cependant particulièrement imprécise dans la mesure où les valeurs minimale et
10 maximale du signal brut peuvent évoluer de manière significative pendant le fonctionnement du capteur, notamment en fonction de la température.

Il est alors connu de l'art antérieur de mettre à jour la valeur du seuil de commutation à chaque nouveau tour de cible, en fonction des valeurs minimale et maximale du signal brut observées pendant ledit tour de cible. La valeur mise à jour
15 du seuil de commutation est alors utilisée au tour de cible suivant. Une telle solution améliore la précision du capteur.

Cependant, la précision du capteur est généralement aussi impactée à cause de défauts de géométrie de la cible (par exemple si toutes les dents n'ont pas exactement la même hauteur). La conséquence de tels défauts est que la distance
20 d'entrefer entre la cellule de mesure et une dent de la cible n'est pas la même pour chaque dent. Le signal brut prend alors des valeurs maximale et minimale différentes pour chaque dent, et un seuil de commutation qui est défini de manière optimale pour une des dents peut alors être tout à fait inapproprié pour une autre dent.

Il est alors connu de l'art antérieur de déterminer un seuil de commutation différent pour chaque dent de la cible. Chaque seuil de commutation pour chaque dent
25 de la cible peut être mis à jour à chaque nouveau tour de cible pour être utilisé au tour de cible suivant. Une telle solution améliore encore la précision du capteur.

Néanmoins, les différentes solutions de l'art antérieur ne permettent pas toujours d'atteindre la précision requise par certains constructeurs automobiles pour
30 un capteur d'arbre à cames.

La présente invention a pour objectif de remédier à tout ou partie des inconvénients de l'art antérieur, notamment ceux exposés ci-avant, en proposant un procédé de calibration automatique d'un capteur d'arbre à cames utilisant deux seuils
35 de commutation différents pour chaque dent de la cible au lieu d'un seul seuil de commutation par dent.

A cet effet, et selon un premier aspect, il est proposé par la présente invention un procédé de calibration automatique d'un capteur d'arbre à cames pour moteur de véhicule automobile. Le capteur comporte :

- une cible dentée,
- 5 • une cellule primaire de mesure configurée pour fournir un signal brut représentatif des variations d'un champ magnétique induites par une rotation de la cible, et
- un module de traitement configuré pour fournir à partir du signal brut un signal de sortie représentatif des instants de passage des dents de la cible devant la
- 10 cellule primaire.

Le procédé de calibration comporte des étapes de :

- détermination d'un minimum local du signal brut lors d'un passage devant la cellule primaire d'un creux séparant deux dents de la cible,
- détermination d'un premier maximum local du signal brut au voisinage d'un
- 15 front descendant dudit signal brut correspondant à une fin de passage d'une dent de la cible devant la cellule primaire,
- détermination d'un premier seuil de commutation pour la génération du signal de sortie en fonction des valeurs du premier maximum local et du minimum local.

20 Le procédé de calibration est remarquable en ce que la valeur dudit premier maximum local est déterminée à partir d'un signal différentiel représentatif d'une différence de mesure du champ magnétique par deux cellules secondaires. En outre, le procédé comporte des étapes de :

- détermination, à partir dudit signal différentiel, d'un deuxième maximum local
- 25 du signal brut au voisinage d'un front montant dudit signal brut correspondant à un début de passage de ladite dent de la cible devant la cellule primaire,
- détermination d'un deuxième seuil de commutation en fonction des valeurs du deuxième maximum local et du minimum local,
- génération dudit signal de sortie à partir du signal brut, du premier seuil de
- 30 commutation et du deuxième seuil de commutation.

Ainsi, pour chaque passage d'une dent de la cible devant la cellule primaire, deux seuils de commutation distincts sont déterminés. De telles dispositions permettent notamment de pouvoir déterminer avec plus de précision les instants d'un front montant et d'un front descendant du signal de sortie correspondant

respectivement aux instant de passage des fronts mécaniques de ladite dent au début et à la fin du passage de la dent devant la cellule primaire.

Avantageusement, les deux seuils de commutation pour une dent peuvent être déterminés en fonction de ce qui a été observé pour ladite dent lors d'un tour précédent, de telle sorte qu'ils sont adaptés aux caractéristiques propres à ladite dent (éventuel défaut de géométrie et effets d'un faux rond de cible).

Dans des modes particuliers de mise en œuvre, l'invention peut comporter en outre l'une ou plusieurs des caractéristiques suivantes, prises isolément ou selon toutes les combinaisons techniquement possibles.

10 Dans des modes particuliers de mise en œuvre, le premier maximum local correspond à une valeur prise par le signal brut lorsque le signal différentiel prend une première valeur prédéterminée, et le deuxième maximum local correspond à une valeur prise par le signal brut lorsque le signal différentiel prend une deuxième valeur prédéterminée, lors d'un passage de ladite dent de la cible devant les cellules
15 secondaires.

Dans des modes particuliers de mise en œuvre :

- le premier maximum local correspond à une valeur prise par le signal brut au voisinage dudit front descendant lorsque le signal différentiel a une pente négative et prend une première valeur prédéterminée D_{fe} définie par :

20
$$D_{fe} = D_m - (D_m - D_{min}) \times K_{fe}$$

- le deuxième maximum local correspond à une valeur prise par le signal brut au voisinage dudit front montant lorsque le signal différentiel a une pente négative et prend une deuxième valeur prédéterminée D_{re} définie par :

$$D_{re} = D_m + (D_{max} - D_m) \times K_{re}$$

25 où :

D_{max} et D_{min} correspondent respectivement à une valeur maximale et à une valeur minimale du signal différentiel lors d'un passage des dents de la cible devant les cellules secondaires,

D_m est une valeur définie par :

30
$$D_m = \frac{D_{max} + D_{min}}{2}$$

K_{re} et K_{fe} sont deux facteurs compris entre 0 et 1.

Dans des modes particuliers de mise en œuvre, ledit minimum local correspond à une valeur prise par le signal brut lorsque le signal différentiel prend une

valeur prédéterminée lors d'un passage d'un creux séparant deux dents de la cible devant les cellules secondaires.

Dans des modes particuliers de mise en œuvre, le minimum local correspond à la valeur prise par le signal brut lorsque le signal différentiel prend une
 5 valeur D_m définie par :

$$D_m = \frac{D_{max} + D_{min}}{2}$$

où D_{max} et D_{min} sont respectivement une valeur maximale et une valeur minimale pour le signal différentiel lors d'un passage des dents de la cible 14 devant les cellules secondaires.

10 Dans des modes particuliers de mise en œuvre, les cellules secondaires sont disposées de part et d'autre de la cellule primaire, à une même distance de la cellule primaire, et à une même distance d'un centre de la cible dentée que celle de la cellule primaire.

Selon un deuxième aspect, la présente invention concerne un capteur
 15 d'arbre à cames pour moteur de véhicule automobile comportant :

- une cible dentée,
- une cellule primaire de mesure configurée pour fournir un signal brut représentatif des variations d'un champ magnétique induites par la rotation de la cible, et
- 20 • un module de traitement configuré pour fournir à partir dudit signal brut un signal de sortie représentatif des instants de passage des dents de la cible devant la cellule primaire.

En outre, le capteur comporte deux cellules secondaires de mesure et le module de traitement est configuré pour :

- 25 • générer un signal différentiel représentatif d'une différence de mesure du champ magnétique par lesdites deux cellules secondaires,
- déterminer, à partir dudit signal différentiel, un premier maximum local du signal brut au voisinage d'un front descendant dudit signal brut correspondant à une fin de passage d'une dent de la cible devant la cellule primaire,
- 30 • déterminer, à partir dudit signal différentiel, un deuxième maximum local du signal brut au voisinage d'un front montant dudit signal brut correspondant à un début de passage de ladite dent de la cible devant la cellule primaire,
- déterminer un minimum local du signal brut lors d'un passage devant la cellule primaire d'un creux séparant deux dents de la cible,

- déterminer un premier seuil de commutation en fonction des valeurs du premier maximum local et du minimum local,
- déterminer un deuxième seuil de commutation en fonction des valeurs du deuxième maximum local et du minimum local,
- générer ledit signal de sortie à partir du signal brut, du premier seuil de commutation et du deuxième seuil de commutation.

Dans des modes particuliers de réalisation, l'invention peut comporter en outre l'une ou plusieurs des caractéristiques suivantes, prises isolément ou selon toutes les combinaisons techniquement possibles.

10 Dans des modes particuliers de réalisation, le premier maximum local
correspond à une valeur prise par le signal brut lorsque le signal différentiel prend une
première valeur prédéterminée, et le deuxième maximum local correspond à une
valeur prise par le signal brut lorsque le signal différentiel prend une deuxième valeur
prédéterminée, lors d'un passage de ladite dent de la cible devant les cellules
15 secondaires.

Dans des modes particuliers de réalisation :

- le premier maximum local correspond à une valeur prise par le signal brut au voisinage dudit front descendant lorsque le signal différentiel a une pente négative et prend une première valeur prédéterminée D_{fe} définie par :

$$D_{fe} = D_m - (D_m - D_{min}) \times K_{fe}$$

- le deuxième maximum local correspond à une valeur prise par le signal brut au voisinage dudit front montant lorsque le signal différentiel a une pente négative et prend une deuxième valeur prédéterminée D_{re} définie par :

$$D_{re} = D_m + (D_{max} - D_m) \times K_{re}$$

25 oú :

$D_{\max}$ et $D_{\min}$ correspondent respectivement une valeur maximale et une valeur minimale du signal différentiel lors d'un passage des dents de la cible devant les cellules secondaires,

D_m est une valeur définie par :

$$30 \quad D_m = \frac{D_{max} + D_{min}}{2}$$

K_{re} et K_{fe} sont deux facteurs compris entre 0 et 1.

Selon un troisième aspect, la présente invention concerne un véhicule automobile comportant un capteur d'arbre à cames selon l'un quelconque des modes de réalisations précédent.

L'invention sera mieux comprise à la lecture de la description suivante, donnée à titre d'exemple nullement limitatif, et faite en se référant aux **figures 1 à 5** qui représentent :

- 5 – **Figure 1** : une représentation schématique d'un capteur d'arbre à cames conventionnel,
- **Figure 2** : une représentation schématique, pour une dent de la cible, d'un signal brut représentatif des variations du champ magnétique induites par la rotation de la cible du capteur, et d'un signal de sortie associé,
- 10 – **Figure 3** : une représentation schématique de l'effet d'un faux rond de cible sur le signal brut et sur le signal de sortie pour une dent de la cible,
- **Figure 4** : une représentation schématique d'un capteur d'arbre à cames selon l'invention,
- 15 – **Figure 5** : une représentation schématique du signal de sortie généré à l'aide de deux seuils de commutation appliqués sur le signal brut pour une dent de la cible.

20 Dans ces figures, des références identiques d'une figure à une autre désignent des éléments identiques ou analogues. Pour des raisons de clarté, les éléments représentés ne sont pas nécessairement à une même échelle, sauf mention contraire.

Tel qu'indiqué précédemment, la présente invention vise à améliorer la précision d'un capteur d'arbre à cames d'un moteur de véhicule automobile.

25 La **figure 1** représente schématiquement un exemple de capteur d'arbre à cames conventionnel. Ce capteur 10 comporte une cible 14, un générateur 11 de champ magnétique, une cellule primaire 12 de mesure, et un module électronique 13 de traitement de signal.

30 Dans l'exemple considéré et décrit de manière nullement limitative, la cible 14 est constituée par un disque métallique dont la périphérie est dentée, le générateur 11 de champ magnétique est un aimant permanent, et la cellule primaire 12 de mesure du champ magnétique est une cellule à effet Hall. Tel qu'illustré sur la **figure 1**, la cellule primaire 12 de mesure est positionnée au niveau du générateur 11 de champ magnétique.

35 Il convient de noter que, selon un autre exemple, le champ magnétique mesuré par la cellule de mesure peut être formé par la cible elle-même qui, le cas

échéant, est composée d'un matériau magnétique. Dans un tel cas, la cible est « magnétiquement » dentée, c'est-à-dire que la géométrie de la périphérie de la cible présente une alternance de pôles Nord (équivalents aux dents de l'exemple de la **figure 1**) et Sud (équivalents aux creux de l'exemple de la figure 1).

5 La cible 14 est fixée sur une tige d'un arbre à cames de telle sorte que le disque de la cible 14 et la tige de l'arbre à cames soient coaxiaux. Autrement dit, dans un cas idéal, c'est-à-dire en l'absence de défaut de précision lors du montage de la cible 14 sur l'arbre à came, l'axe de la tige de l'arbre à cames et l'axe de la cible 14 sont confondus et ils passent tous les deux par le centre 15 de la cible 14.

10 Les dents D1, D2, D3 de la cible 14 ont pour longueurs respectives I1, I2 et I3, et sont séparées les unes des autres par des creux S1, S2, S3 de longueurs respectives s1, s2 et s3. Les longueurs I1, I2, I3, s1, s2, s3 des dents D1, D2, D3 et des creux S1, S2, S3 ne sont pas toutes identiques afin de réaliser un codage du positionnement angulaire de la cible. Les dents D1, D2, D3 ont généralement toutes la
15 même hauteur, mais des défauts de fabrication de la cible 14 peuvent néanmoins conduire à observer des valeurs légèrement différentes pour les hauteurs respectives h1, h2, h3 des dents D1, D2, D3.

Il convient de noter que dans l'exemple considéré, la cible 14 comporte trois dents D1, D2, D3, mais l'invention s'applique également à des capteurs 10 dont
20 la cible 14 comporte un nombre différent de dents. Notamment, l'invention est applicable à une cible 14 comportant au moins une dent.

La rotation R de la cible 14 et le passage successif des différentes dents D1, D2, D3 devant le générateur 11 de champ magnétique entraînent des variations du champ magnétique mesuré par la cellule primaire 12. Le champ magnétique varie
25 en effet en fonction de la distance d'entrefer e séparant le générateur 11 de champ magnétique et la cible 14.

La cellule primaire 12 de mesure fournit au module de traitement 13 un signal brut représentatif de l'intensité du champ magnétique mesuré. Le module de traitement 13 est par exemple configuré pour générer, à partir de ce signal brut, un
30 signal de sortie représentatif des instants de passage des différentes dents D1, D2, D3 de la cible 14 devant la cellule primaire 12 de mesure. Le signal de sortie peut alors permettre de reconnaître les instants de passage des différentes dents D1, D2, D3 de la cible 14 devant la cellule primaire 12 de mesure et, in fine, la position angulaire de l'arbre à cames solidaire de la cible.

Pour ce faire, le module de traitement 13 comporte par exemple un ou plusieurs processeurs et des moyens de mémorisation (mémoire électronique) dans lesquels est mémorisé un produit programme d'ordinateur, sous la forme d'un ensemble d'instructions de code de programme à exécuter pour mettre en œuvre les différentes étapes nécessaires à la génération dudit signal de sortie à partir du signal brut. Alternativement ou en complément, le module de traitement 13 comporte des circuits logiques programmables de type FPGA, PLD, etc., et/ou des circuits intégrés spécialisés (ASIC), et/ou des composants électroniques discrets, etc., adaptés à mettre en œuvre ces étapes. En d'autres termes, le module de traitement 13 comporte des moyens configurés de façon logicielle et/ou matérielle pour mettre en œuvre les opérations nécessaires pour générer ledit signal de sortie à partir du signal brut.

La partie a) de la **figure 2** représente schématiquement une portion d'un signal brut 20 représentatif des variations du champ magnétique mesuré par la cellule primaire 12. L'intensité B du champ magnétique est représentée en ordonnée tandis que le temps t est représenté en abscisse.

La portion du signal brut 20 représenté sur la partie a) de la **figure 2** correspond par exemple à un passage de la dent D1 de la cible 14 devant la cellule primaire 12 de mesure. Le signal brut 20 présente ainsi un créneau principal avec un front montant 21 correspondant au début du passage de la dent D1 devant la cellule primaire 12, et un front descendant 22 correspondant à la fin du passage de la dent D1 devant la cellule primaire 12. Le front montant correspond à une augmentation brutale du champ magnétique à cause de la diminution brutale de l'entrefer e lorsque la dent D1 commence à passer devant la cellule primaire 12 (passage d'un creux S3 à une dent D1). Le front descendant correspond à une diminution brutale du champ magnétique à cause de l'augmentation brutale de l'entrefer e lorsque la dent D1 termine son passage devant la cellule primaire 12 (passage d'une dent D1 à un creux S1). Entre le front montant 21 et le front descendant 22, le signal 20 prend une valeur sensiblement constante dans l'hypothèse où l'entrefer est sensiblement identique pendant toute la durée du passage de la dent D1 devant la cellule primaire 12. Une telle hypothèse suppose une hauteur h1 sensiblement constante sur toute la longueur l1 de la dent D1, ainsi qu'une absence de « faux rond » de la cible 14.

La partie b) de la **figure 2** représente schématiquement une portion d'un signal de sortie 30 généré par le module de traitement 13 à partir du signal brut 20.

Ce signal de sortie 30 est par exemple un signal électrique prenant une valeur positive (par exemple 5V) lorsqu'une dent D1, D2, D3 fait face à la cellule

primaire 12, et une valeur nulle (0V) lorsqu'un creux S1, S2, S3 fait face à la cellule primaire 12. La tension électrique V du signal de sortie 30 est représentée en ordonnée et le temps t est représenté en abscisses.

Le signal de sortie 30 comporte ainsi une succession de créneaux, chaque
5 créneau correspondant au passage d'une dent D1, D2, D3 de la cible 14 devant la cellule primaire 12 de mesure. Chaque créneau comporte un front montant 31 et un front descendant 32 correspondant sensiblement aux passages des fronts mécaniques d'une dent D1, D2, D3 devant la cellule de mesure. La portion du signal brut 30 représenté sur la partie b) de la **figure 2** correspond par exemple à un
10 passage de la dent D1 devant la cellule primaire 12.

Généralement, chaque front montant 31 et descendant 32 du signal de sortie 30 (c'est-à-dire chaque transition du signal électrique) est déterminé à partir d'un seuil de commutation S prédéfini pour le signal brut 20. Autrement dit, le signal de sortie 30 présente un front montant 31 lorsque le signal brut 20 passe au-dessus
15 du seuil de commutation S, et le signal de sortie 30 présente un front descendant 32 lorsque le signal brut 20 passe au-dessous du seuil de commutation S.

De manière conventionnelle, le seuil de commutation S est calculé par exemple à partir d'un pourcentage d'une amplitude A du signal brut 20 égale à la différence entre un maximum local H_c et un minimum local L_c observés pour ledit
20 signal brut 20. Le seuil de commutation S correspond conventionnellement à une valeur choisie dans une plage comprise entre 70% et 80% de l'amplitude A, préférentiellement environ 75% de l'amplitude A. Autrement dit, pour un facteur K compris entre 0 et 1, généralement compris entre 0,7 et 0,8 et valant préférentiellement 0,75, le seuil de commutation S est conventionnellement défini par :

25
$$S = L_c + A \times K$$

Il est connu, par exemple, de déterminer à chaque nouveau tour de la cible 14, pour la dent D1, un minimum local L_c du signal brut 20 précédant un front montant 21, et un maximum local H_c précédant un front descendant 22, afin de mettre à jour la valeur d'un seuil de commutation S à utiliser pour générer le signal de sortie 30 lors du
30 prochain tour de la cible 14.

Il est aussi connu, par exemple, de détecter un minimum local L_c (respectivement un maximum local H_c) lorsque le signal brut 20 varie d'une valeur supérieure (en valeur absolue) à une constante prédéfinie C après que sa pente soit devenue positive (respectivement négative).

Ceci peut être répété à chaque tour de la cible 14 et pour chaque dent D1, D2, D3 de la cible 14 afin d'obtenir pour le tour suivant de la cible 14 une valeur du seuil de commutation S à utiliser. Il peut s'agir d'un seul et même seuil de commutation S à utiliser pour toutes les dents D1, D2, D3 (la valeur de ce seuil étant par exemple calculée en fonction d'une valeur moyenne, minimale ou maximale des minima locaux L_c et/ou des maxima locaux H_c observés pour les dents D1, D2, D3), ou bien il peut s'agir d'un seuil de commutation S différent pour chaque dent D1, D2, D3 (la valeur de ce seuil étant par exemple calculée en fonction du maximum local H_c et du minimum local L_c observés pour chaque dent D1, D2, D3).

10 Une telle solution n'apporte cependant pas suffisamment de précision dans le cas d'un faux rond de la cible 14. On entend par « faux rond de cible » le défaut lié au fait que l'axe de la cible 14 ne coïncide pas parfaitement avec l'axe de la tige de l'arbre à cames sur laquelle la cible 14 est fixée. Un tel défaut peut conduire à des variations plus ou moins importantes du signal brut 20 sur une portion séparant un front montant 21 d'un front descendant 22.

15 La partie a) de la **figure 3** représente schématiquement l'effet d'un faux rond important sur la portion du signal brut 20 correspondant au passage de la dent D1 devant la cellule primaire 12. A cause du faux rond, la distance d'entrefer e entre la dent D1 et le générateur 11 de champ magnétique peut varier significativement au cours du passage de la dent D1 devant la cellule primaire 12 de mesure. Cette variation peut être d'autant plus importante que la longueur l_1 de la dent D1 est grande.

20 Comme illustré sur la partie a) de la **figure 3**, le maximum local H_c du signal brut 20 détecté au voisinage du front descendant 22 est significativement plus grand qu'un maximum local du signal brut 20 au voisinage du front montant 21. Il en résulte que le seuil de commutation S calculé en fonction de la différence entre le maximum local H_c et le minimum local L_c est approprié pour déterminer le front descendant 32 du signal de sortie 30, mais qu'il est en revanche mal approprié pour en déterminer le front montant 31.

30 La partie b) de la **figure 3**, représente la portion du signal de sortie 30 généré à partir du seuil de commutation S ainsi calculé. Il apparaît clairement que le front montant 31 du signal de sortie 30 est déclenché tardivement par rapport au début du passage de la dent D1 devant la cellule primaire 12. Cela conduit alors à une imprécision du capteur 10 pour déterminer l'instant de passage de la dent D1 devant

la cellule primaire 12 de mesure et, in fine, à une imprécision dans l'estimation de la position angulaire de l'arbre à cames solidaire de la cible 14.

Il convient de noter que le problème de faux rond de cible conduisant à des variations du signal brut 20 sur une portion séparant un front montant 21 d'un front descendant 22 peut également être généré ou amplifié par le fait qu'une hauteur h_1 , h_2 , h_3 d'une dent D1, D2, D3 n'est pas constante sur la longueur l_1 , l_2 , l_3 de ladite dent D1, D2, D3. Un tel phénomène peut être provoqué par des défauts de fabrication de la cible 14.

Comme illustré sur la partie a) de la **figure 3**, un faux rond de cible entraîne une modulation du signal brut 20 conduisant à une asymétrie de la portion du signal brut 20 correspondant au passage d'une dent D1, D2, D3 devant la cellule primaire 12. Cette modulation est généralement périodique et suit la fréquence de rotation de la cible 14. Autrement dit, l'asymétrie illustrée sur la partie a) de la **figure 3** pour la dent D1 se répète à chaque tour de la cible 14.

La suite de la description s'attache à décrire un capteur d'arbre à cames et un procédé de calibration dudit capteur permettant de corriger le problème de faux rond de cible susmentionné.

La **figure 4** représente schématiquement un tel capteur 10' d'arbre à cames. Outre les éléments déjà décrit en référence à la **figure 1**, le capteur 10' représenté à la **figure 4** comporte en outre deux cellules secondaires 12a, 12b de mesure de champ magnétique.

Dans l'exemple considéré, et tel qu'illustré schématiquement à la **figure 4**, les deux cellules secondaires 12a, 12b sont disposées de part et d'autre d'une cellule primaire 12', à une même distance de la cellule primaire 12', et à une distance du centre 15 de la cible 14 dentée égale à la distance séparant la cellule primaire 12' du centre 15 de la cible 14.

Le module de traitement 13' est configuré pour générer, à partir des mesures de champ magnétique effectuées par les cellules secondaires 12a, 12b, un signal différentiel représentatif d'une différence de mesure du champ magnétique par lesdites cellules secondaires 12a, 12b.

La partie a) de la **figure 5** représente schématiquement une portion d'un signal brut 20 représentatif des variations du champ magnétique mesuré par la cellule primaire 12' lors du passage de la dent D1. Cette portion du signal brut 20 est similaire à celle précédemment décrite en référence à la partie a) de la **figure 3**.

En outre, la portion correspondante du signal différentiel 40 représentatif de la différence de mesure du champ magnétique par les cellules secondaires 12a, 12b est également représenté sur la partie a) de la **figure 5**.

Sur la portion illustrée sur la partie a) de la **figure 5**, le signal différentiel 40
5 atteint un minimum local 41 lorsque la cellule secondaire 12a est déjà en face du creux S3 séparant la dent D3 de la dent D1 alors que la cellule secondaire 12b est encore en face de la dent D3 (à cet instant, la cellule secondaire 12a mesure en effet un champ magnétique faible car l'entrefer e_a séparant le générateur 11' de champ magnétique et la cible 14 au niveau de la cellule secondaire 12a est grand, alors
10 qu'inversement au même instant la cellule secondaire 12b mesure un champ magnétique fort car l'entrefer e_b séparant le générateur 11' de champ magnétique et la cible 14 au niveau de la cellule secondaire 12b est petit). Le signal différentiel 40 atteint un maximum local 42 lorsque la cellule secondaire 12a est déjà en face de la dent D1 (entrefer e_a petit) alors que la cellule secondaire 12b est encore en face du creux S3 séparant la dent D3 de la dent D1 (entrefer e_b grand). Le signal différentiel
15 40 atteint ensuite un nouveau minimum local 43 lorsque la cellule secondaire 12a est déjà en face du creux S1 séparant la dent D1 de la dent D2 alors que la cellule secondaire 12b est encore en face de la dent D1.

Le signal différentiel 40 présente ainsi une succession de minima et de
20 maxima locaux lors d'un passage des différentes dents D1, D2, D3 de la cible 14 devant les cellules secondaires 12a, 12b pendant un tour de la cible 14.

Il est alors possible, à partir de ce signal différentiel 40, de déterminer pour une dent D1, D2, D3 donnée de la cible 14 deux seuils de commutation distincts au lieu d'un seul seuil de commutation.

25 Par exemple, et tel qu'illustré sur la partie a) de la figure 5, lors du passage de la dent D1 devant les différentes cellules de mesure primaire 12' et secondaires 12a, 12b, il est possible de déterminer à partir du signal différentiel 40 un premier seuil de commutation S_{fe} pour le front descendant 22 du signal brut 20 correspondant à la fin du passage de la dent D1 devant la cellule primaire 12', et un deuxième seuil de
30 commutation S_{re} pour le front montant 21 du signal brut 20 correspondant au début du passage de la dent D1 devant la cellule primaire 12'.

Le fait de déterminer un premier seuil de commutation S_{fe} pour le front descendant 22 et un deuxième seuil de commutation S_{re} distinct pour le front montant 21 permet de corriger le problème engendré par le faux rond de cible.

Dans un mode de mise en œuvre particulier, le module de traitement 13' est par exemple configuré pour déterminer pour la dent D1 lors d'un tour de la cible 14 :

- une valeur $D_{\max}$ correspondant à une valeur moyenne des maxima locaux 42 observés pour le signal différentiel 40 pour les différentes dents D1, D2, D3,
- une valeur $D_{\min}$ correspondant à une valeur moyenne des minima locaux 41, 43 observés pour le signal différentiel 40 pour les différentes dents D1, D3, D3,

10 $D_m = \frac{D_{\max} + D_{\min}}{2}$

- une première valeur prédéterminée D_{fe} définie par :

$$D_{fe} = D_m - (D_m - D_{\min}) \times K_{fe}$$

où K_{fe} est un facteur prédéterminé compris entre 0 et 1, et préférentiellement compris entre 0,125 et 0,25,

- 15
 - une deuxième valeur prédéterminée D_{re} définie par :

$$D_{re} = D_m + (D_{\max} - D_m) \times K_{re}$$

où K_{re} est un facteur prédéterminé compris entre 0 et 1, et préférentiellement compris entre 0,125 et 0,25,

- un minimum local L du signal brut 20 lors d'un passage d'un creux S3
- 20 - une valeur d'un premier maximum local H_{fe} comme étant la valeur prise par le signal brut 20 au voisinage du front descendant 22 lorsque le signal différentiel 40 a une pente négative et prend la première valeur prédéterminée D_{fe} ,
- une valeur d'un deuxième maximum local H_{re} comme étant la valeur prise par le signal brut 20 au voisinage du front montant 21 lorsque le signal différentiel 40 a une pente négative et prend la deuxième valeur prédéterminée D_{re} ,
- 25 - une première amplitude A_{fe} correspondant à la différence entre les valeurs du premier maximum local H_{fe} et du minimum local L,
- une deuxième amplitude A_{re} correspondant à la différence entre esvaleurs du deuxième maximum local H_{re} et du minimum local L,
- 30

le premier seuil de commutation S_{fe} défini par :

$$S_{fe} = L + A_{fe} \times K$$

le deuxième seuil de commutation S_{re} défini par :

$$S_{re} = L + A_{re} \times K$$

où K est un facteur prédéfini compris entre 0 et 1, préférentiellement entre 0,7 et 0,8, et plus préférentiellement encore environ égal à 0,75.

La partie a) de la **figure 5** représente schématiquement les valeurs du premier maximum local H_{fe} , du deuxième maximum local H_{re} , de la première amplitude A_{fe} , de la deuxième amplitude A_{re} , du premier seuil de commutation S_{fe} , et du deuxième seuil de commutation S_{re} déterminées pour un passage de la dent D1 devant la cellule primaire 12'. Ces opérations peuvent bien évidemment être répétées pour les différentes dents D1, D2, D3 de la cible 14 afin de déterminer deux seuils de commutation différents pour chacune d'elle.

La partie b) de la **figure 5** illustre comment Le premier seuil de commutation S_{fe} et le deuxième seuil de commutation S_{re} sont utilisés, au tour suivant de la cible 14, pour générer le signal de sortie 30. Pendant le passage de la dent D1 devant la cellule primaire 12', le signal de sortie 30 présente un front montant 31 (c'est-à-dire que le signal électrique passe d'un état bas à 0V à un état haut à 5V) à l'instant où le signal brut 20 mesuré par la cellule primaire 12' passe au-dessus du deuxième seuil de commutation S_{re} . Le signal de sortie 30 présente un front descendant 32 (transition de l'état haut vers l'état bas) à l'instant où le signal brut 20 mesuré par la cellule primaire 12' passe au-dessous du premier seuil de commutation S_{fe} .

Il apparaît ainsi sur la partie b) de la **figure 5** que le signal de sortie 30 représente avec précision l'instant de passage de la dent D1 devant la cellule primaire 12', et ce malgré l'asymétrie de la portion correspondante du signal brut 20 due au faux rond de cible.

Là encore, il convient de noter que ces opérations peuvent être répétées pour les différentes dents D1, D2, D3 de la cible 14 à l'aide des seuils de commutation déterminés pour chacune d'elle.

Il convient de noter que d'autres méthodes peuvent être utilisées pour déterminer les valeurs D_{min} et D_{max} . Par exemple, pour déterminer D_{min} , plutôt que d'utiliser une valeur moyenne des minima 41, 43 locaux observés pour le signal différentiel 40 pour les différentes dents D1, D2, D3 pendant un tour de cible 14, il est envisageable d'utiliser une valeur maximale ou une valeur minimale desdits minima 41, 43 locaux. Il en va de même pour déterminer D_{max} qui peut être déterminée comme étant la valeur maximale ou la valeur minimale des maxima 42 locaux observés pour le signal différentiel 40 pour les différentes dents D1, D2, D3 pendant un tour de cible 14. Aussi, un choix particulier de méthode pour déterminer D_{min} , D_{max} , D_m , la première

valeur prédéterminée D_{fe} ou la deuxième valeur prédéterminée D_{re} ne représente qu'une variante de l'invention.

Les valeurs D_{min} , D_{max} , D_m , K_{re} , K_{fe} , la première valeur prédéterminée D_{fe} ou la deuxième valeur prédéterminée D_{re} peuvent éventuellement être déterminées en fonction du positionnement des cellules secondaires 12a, 12b par rapport à la cellule primaire 12', notamment si les cellules secondaires 12a, 12b ne sont pas situées à une même distance de la cellule primaire 12'.

Dans l'exemple considéré, les valeurs D_{min} , D_{max} , D_m , la première valeur prédéterminée D_{fe} ou la deuxième valeur prédéterminée D_{re} sont mises à jour à chaque nouveau tour de la cible 14. Cependant rien n'empêche que, selon d'autres exemples, ces valeurs soient prédéterminées et qu'elles n'évoluent pas pendant le fonctionnement du capteur 10', ou bien qu'elles soient mises à jour à une fréquence moins importante, par exemple quand un certain nombre de tours de la cible 14 est atteint, ou bien quand une période de temps prédéterminée expire. Il est avantageux de mettre ces valeurs à jour régulièrement car elles peuvent varier, en fonction par exemple de la température, au cours du fonctionnement du capteur.

Il en va de même des valeurs du premier maximum local H_{fe} , du deuxième maximum local H_{re} , du minimum local L , de la première amplitude A_{fe} , de la deuxième amplitude A_{re} , du premier seuil de commutation S_{fe} , et du deuxième seuil de commutation S_{re} : elles peuvent être déterminées pour chaque dent D1, D2, D3 et mises à jour à chaque nouveau tour de la cible 14, ou bien elles peuvent être mises à jour à une fréquence moins importante.

Le minimum local L peut par exemple être détecté, de manière connue, similairement à ce qui a été décrit en référence à la partie a) de la figure 3, lorsque le signal brut 20 varie d'une valeur supérieure (en valeur absolue) à une constante prédéfinie C après que sa pente soit devenue positive au voisinage du front montant 21. Il est ainsi possible de définir un tel minimum local L pour chaque dent D1, D2, D3 à chaque nouveau tour de la cible 14.

Selon d'autres exemples, il est aussi envisageable d'utiliser la valeur moyenne (ou maximale ou un minimale) de l'ensemble des minima locaux L observés pour le signal brut 20 pour les différentes dents D1, D2, D3 pendant un tour de la cible 14. Là encore, cette valeur peut être mise à jour à chaque tour de la cible 14 ou bien à une fréquence moins importante.

Dans des modes particuliers de mise en œuvre, un minimum local L peut être détecté à l'aide du signal différentiel 40. Par exemple, et tel qu'illustré sur la partie

a) de la figure 5, la valeur du minimum local L du signal brut 20 lors du passage du creux S3 séparant la dent D3 et la dent D1 correspond à la valeur prise par le signal brut 20 à l'instant où le signal différentiel atteint la valeur D_m .

Ainsi, dans l'exemple illustré sur la partie a) de la **figure 5** :

- 5 • le minimum local L du signal brut 20 est déterminé comme étant la valeur du signal brut 20 au moment où le signal différentiel 40 prend la valeur D_m lorsqu'il passe d'un minimum local 41 à un maximum local 42,
- 10 • le premier maximum local H_{fe} est déterminé comme étant la valeur du signal brut 20 au moment où le signal différentiel 40 prend la première valeur prédéterminée D_{fe} lorsqu'il passe d'un maximum local 42 à un minimum local 43,
- 15 • le deuxième maximum local H_{re} est déterminé comme étant la valeur du signal brut 20 au moment où le signal différentiel 40 prend la deuxième valeur prédéterminée D_{re} lorsqu'il passe d'un maximum local 42 à un minimum local 43.

Il convient de noter qu'un faux rond de la cible 14 a moins d'impact sur les portions du signal brut 20 correspondant au passage d'un creux S1, S2, S3 devant la cellule primaire 12' que sur les portions du signal brut 20 correspondant au passage d'une dent devant la cellule primaire 12'. Autrement dit, l'asymétrie due au faux rond de cible observée sur une portion du signal brut 20 correspondant au passage d'une dent devant la cellule primaire 12' n'est généralement pas observée sur une portion du signal brut 20 correspondant au passage d'un creux S1, S2, S3 devant la cellule primaire 12'. Selon l'enseignement de l'invention, il reste néanmoins envisageable de définir, à partir du signal différentiel 40, deux minima locaux L_{re} et L_{fe} distincts

20 correspondant respectivement à un minimum local du signal brut 20 au voisinage du front montant 21 et à un minimum local du signal brut 20 au voisinage du front descendant 22. Le premier seuil de commutation S_{fe} et le deuxième seuil de commutation S_{re} peuvent alors par exemple être déterminés ainsi :

$$S_{re} = L_{re} + (H_{re} - L_{re}) \times K$$

$$30 \quad S_{fe} = L_{fe} + (H_{fe} - L_{fe}) \times K$$

La description ci-avant illustre clairement que, par ses différentes caractéristiques et leurs avantages, la présente invention atteint les objectifs fixés. En particulier, le procédé de calibration selon l'invention permet de déterminer avec plus de précision les instants d'un front montant 31 et d'un front descendant 32 du signal de sortie 30 correspondant respectivement aux instant de passage des fronts

35

mécaniques d'une dent D1, D2, D3 au début et à la fin du passage de ladite dent D1, D2, D3 devant la cellule primaire 12'. Le premier seuil de commutation S_{fe} et le deuxième seuil de commutation S_{re} pour une dent D1, D2, D3 sont avantageusement déterminés en fonction de ce qui a été observé pour ladite dent lors d'un tour
5 précédent, de telle sorte qu'ils sont adaptés aux caractéristiques propres à ladite dent (éventuel défaut de géométrie et effets d'un faux rond de cible).

REVENDEICATIONS

1. Procédé de calibration automatique d'un capteur (10') d'arbre à cames pour moteur de véhicule automobile,

ledit capteur (10') comportant :

- 5 • une cible (14) dentée,
- une cellule primaire (12') de mesure configurée pour fournir un signal brut (20) représentatif des variations d'un champ magnétique induites par une rotation (R) de la cible (14), et
- 10 • un module de traitement (13') configuré pour fournir à partir du signal brut (20) un signal de sortie (30) représentatif des instants de passage des dents (D1, D2, D3) de la cible (14) devant la cellule primaire (12'),

ledit procédé de calibration comportant des étapes de :

- 15 • détermination d'un minimum local (L) du signal brut (20) lors d'un passage devant la cellule primaire (12') d'un creux (S3) séparant deux dents (D3, D1) de la cible (14),
- détermination d'un premier maximum local (H_{fe}) du signal brut (20) au voisinage d'un front descendant (22) dudit signal brut (20) correspondant à une fin de passage d'une dent (D1) de la cible (14) devant la cellule primaire (12'),
- 20 • détermination d'un premier seuil de commutation (S_{fe}) pour la génération du signal de sortie (30) en fonction des valeurs du premier maximum local (H_{fe}) et du minimum local (L),

ledit procédé de calibration étant **caractérisé en ce que** ladite valeur du premier maximum local (H_{fe}) est déterminée à partir d'un signal différentiel (40) représentatif d'une différence de mesure du champ magnétique par deux cellules secondaires (12a, 12b), **et en ce que** ledit procédé comporte en outre des étapes de :

- 30 • détermination, à partir dudit signal différentiel (40), d'un deuxième maximum local (H_{re}) du signal brut (20) au voisinage d'un front montant (21) dudit signal brut (20) correspondant à un début de passage de ladite dent (D1) de la cible (14) devant la cellule primaire (12'),

- détermination d'un deuxième seuil de commutation (S_{re}) en fonction des valeurs du deuxième maximum local (H_{re}) et du minimum local (L),
- génération dudit signal de sortie (30) à partir du signal brut (20), du premier seuil de commutation (S_{fe}) et du deuxième seuil de commutation (S_{re}).

5 **2.** Procédé selon la revendication 1 **caractérisé en ce que** le premier maximum local (H_{fe}) correspond à une valeur prise par le signal brut (20) lorsque le signal différentiel (40) prend une première valeur prédéterminée (D_{fe}), et le deuxième maximum local (H_{re}) correspond à une valeur prise par le signal brut (20) lorsque le signal différentiel (40) prend une deuxième valeur prédéterminée (D_{re}), lors d'un
10 passage de ladite dent (D1) de la cible (14) devant les cellules secondaires (12a, 12b).

3. Procédé selon la revendication 2, **caractérisé en ce que** :

- le premier maximum local (H_{fe}) correspond à une valeur prise par le signal brut (20) au voisinage dudit front descendant (22) lorsque le signal différentiel (40) a une pente négative et prend une première valeur prédéterminée (D_{fe})
15 définie par :

$$D_{fe} = D_m - (D_m - D_{min}) \times K_{fe}$$

- le deuxième maximum local (H_{re}) correspond à une valeur prise par le signal brut (20) au voisinage dudit front montant (21) lorsque le signal différentiel (40) a une pente négative et prend une deuxième valeur prédéterminée (D_{re})
20 définie par :

$$D_{re} = D_m + (D_{max} - D_m) \times K_{re}$$

où :

D_{max} et D_{min} correspondent respectivement à une valeur maximale et à une valeur minimale du signal différentiel (40) lors d'un passage des dents (D1, D2, D3) de la
25 cible (14) devant les cellules secondaires (12a, 12b),

D_m est une valeur définie par :

$$D_m = \frac{D_{max} + D_{min}}{2}$$

K_{re} et K_{fe} sont deux facteurs compris entre 0 et 1.

4. Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 3, **caractérisé en**
30 **ce que** le minimum local (L) correspond à une valeur prise par le signal brut (20)

lorsque le signal différentiel (40) prend une valeur prédéterminée (D_m) lors d'un passage d'un creux (S3) séparant deux dents (D3, D1) de la cible (14) devant les cellules secondaires (12a, 12b).

- 5 **5.** Procédé selon la revendication 4, **caractérisé en ce que** le minimum local (L) correspond à une valeur prise par le signal brut (20) lorsque le signal différentiel (40) prend une valeur prédéterminée (D_m) définie par :

$$D_m = \frac{D_{max} + D_{min}}{2}$$

- 10 où D_{max} et D_{min} correspondent respectivement à une valeur maximale et à une valeur minimale pour le signal différentiel (40) lors d'un passage des dents (D1, D2, D3) de la cible 14 devant les cellules secondaires (12a, 12b).

- 15 **6.** Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 5, **caractérisé en ce que** lesdites cellules secondaires (12a, 12b) sont disposées de part et d'autre de la cellule primaire (12'), à une même distance de la cellule primaire (12'), et à une distance d'un centre (15) de la cible (14) égale à une distance séparant la cellule

- 20 **7.** Capteur (10') d'arbre à cames pour moteur de véhicule automobile comportant :

- une cible (14) dentée,
- 20 • une cellule primaire (12') de mesure configurée pour fournir un signal brut (20) représentatif des variations d'un champ magnétique induites par la rotation de la cible (14), et
- un module de traitement (13') configuré pour fournir à partir dudit signal brut (20) un signal de sortie (30) représentatif des instants de passage des dents
- 25 (D1, D1, D3) de la cible (14) devant la cellule primaire (12'),

caractérisé en ce que :

ledit capteur (10') comporte en outre deux cellules secondaires (12a, 12b) de mesure,

le module de traitement (13') est en outre configuré pour :

- générer un signal différentiel (40) représentatif d'une différence de mesure du
- 30 champ magnétique par lesdites deux cellules secondaires (12a, 12b),

- déterminer, à partir dudit signal différentiel, un premier maximum local (H_{fe}) du signal brut (20) au voisinage d'un front descendant (22) dudit signal brut (20) correspondant à une fin de passage d'une dent (D1) de la cible (14) devant la cellule primaire (12'),
 - 5
 - déterminer, à partir dudit signal différentiel, un deuxième maximum local (H_{re}) du signal brut (20) au voisinage d'un front montant (21) dudit signal brut (20) correspondant à un début de passage de ladite dent (D1) de la cible (14) devant la cellule primaire (12'),
 - 10
 - déterminer un minimum local (L) du signal brut (20) lors d'un passage devant la cellule primaire (12') d'un creux (S3) séparant deux dents (D3, D1) de la cible (14),
 - déterminer un premier seuil de commutation (S_{fe}) en fonction des valeurs du premier maximum local (H_{fe}) et du minimum local (L),
 - déterminer un deuxième seuil de commutation (S_{re}) en fonction des valeurs du premier maximum local (H_{re}) et du minimum local (L),
 - 15
 - générer ledit signal de sortie (30) à partir du signal brut (20), du premier seuil de commutation (S_{fe}) et du deuxième seuil de commutation (S_{re}).
8. Capteur (10') selon la revendication 7, **caractérisé en ce que** le premier maximum local (H_{fe}) correspond à une valeur prise par le signal brut (20) lorsque le signal différentiel (40) prend une première valeur prédéterminée (D_{fe}), et le deuxième maximum local (H_{re}) correspond à une valeur prise par le signal brut (20) lorsque le signal différentiel (40) prend une deuxième valeur prédéterminée (D_{re}), lors d'un passage de ladite dent (D1) de la cible (14) devant les cellules secondaires (12a, 12b).
9. Capteur (10') selon la revendication 8, **caractérisé en ce que** :
- 25
 - le premier maximum local (H_{fe}) correspond à une valeur prise par le signal brut (20) au voisinage dudit front descendant (22) lorsque le signal différentiel (40) a une pente négative et prend une première valeur prédéterminée (D_{fe}) définie par :
- $$D_{fe} = D_m - (D_m - D_{min}) \times K_{fe}$$
- 30
 - le deuxième maximum local (H_{re}) correspond à une valeur prise par le signal brut (20) au voisinage dudit front montant (21) lorsque le signal différentiel

(40) a une pente négative et prend une deuxième valeur prédéterminée (D_{re}) définie par :

$$D_{re} = D_m + (D_{max} - D_m) \times K_{re}$$

où :

- 5 D_{max} et D_{min} correspondent respectivement à une valeur maximale et à une valeur minimale du signal différentiel (40) lors d'un passage des dents (D1, D2, D3) de la cible (14) devant les cellules secondaires (12a, 12b),

D_m est une valeur définie par :

$$D_m = \frac{D_{max} + D_{min}}{2}$$

- 10 K_{re} et K_{fe} sont deux facteurs compris entre 0 et 1.

10. Véhicule automobile comportant un capteur (10') d'arbre à cames selon l'une quelconque des revendications 7 à 9.

1/5

Fig 1

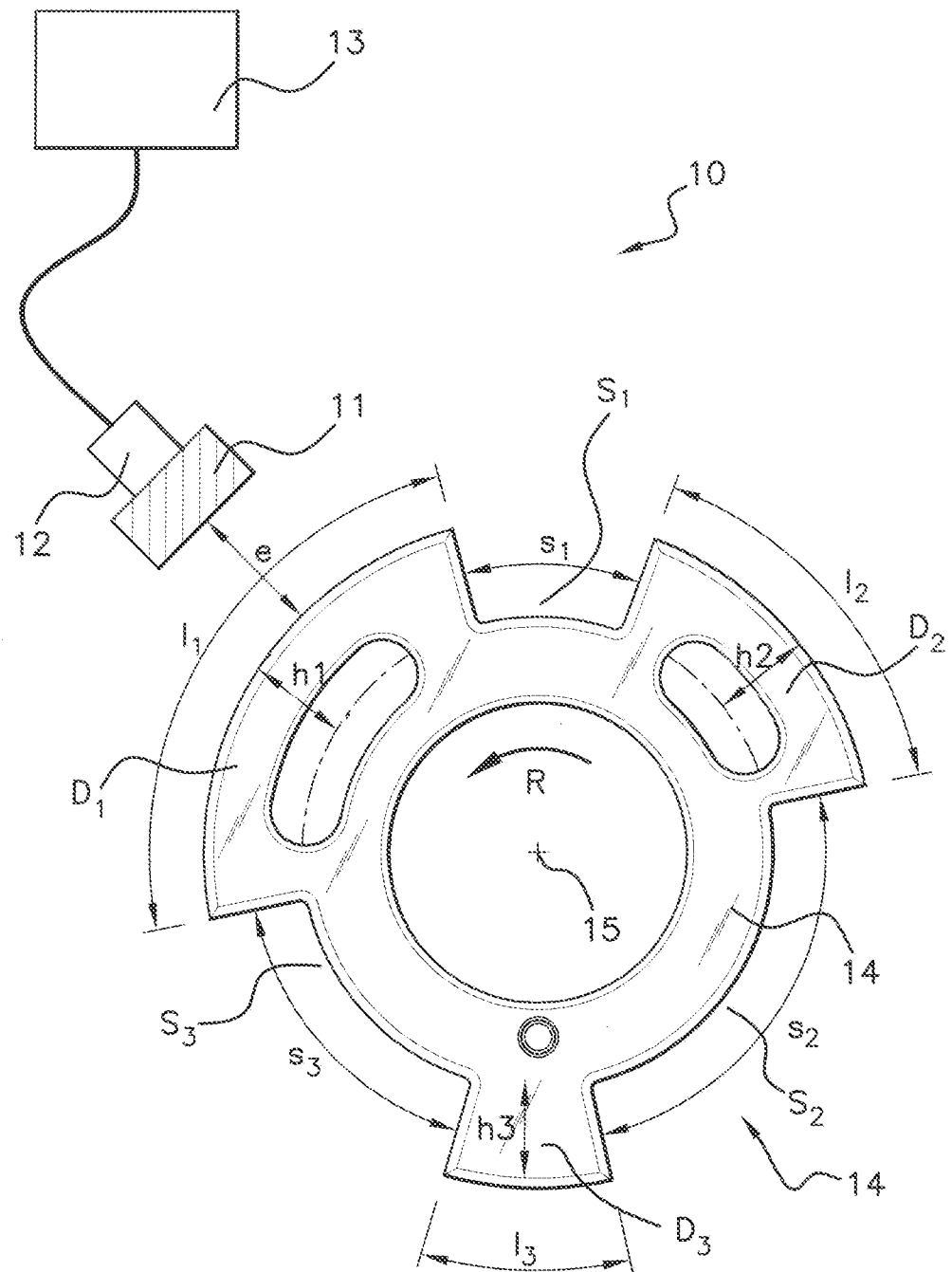


Fig 2

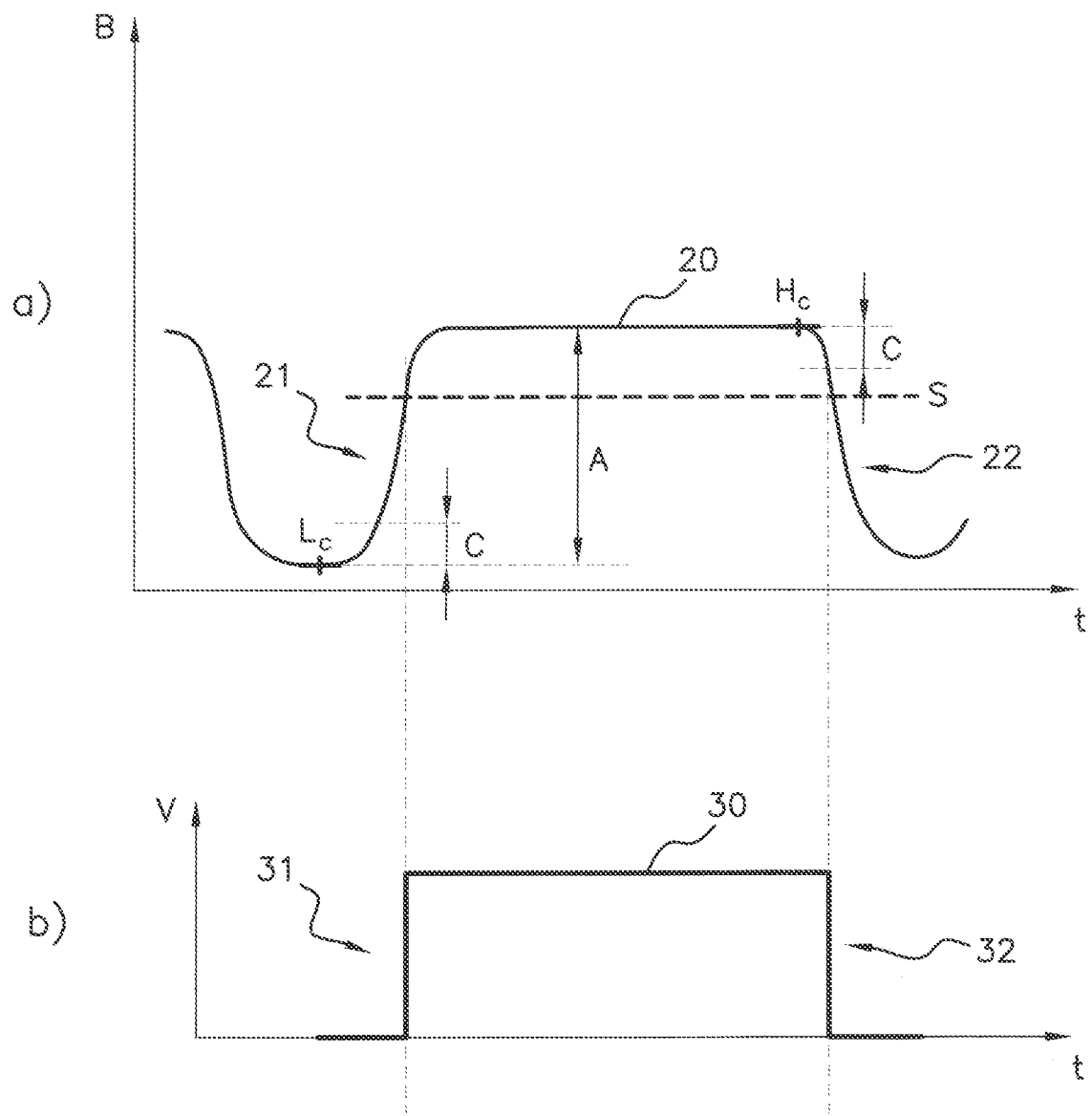
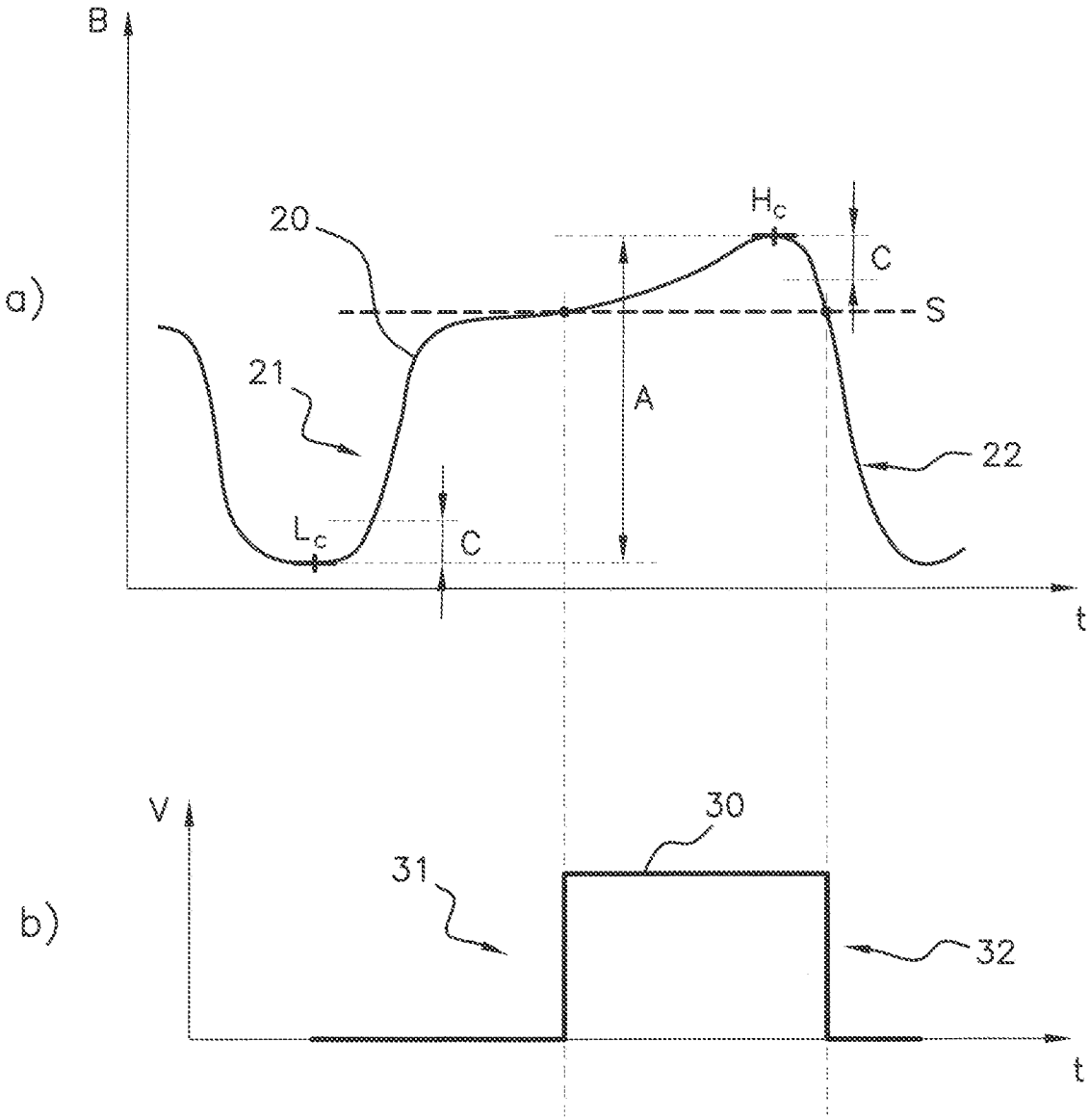
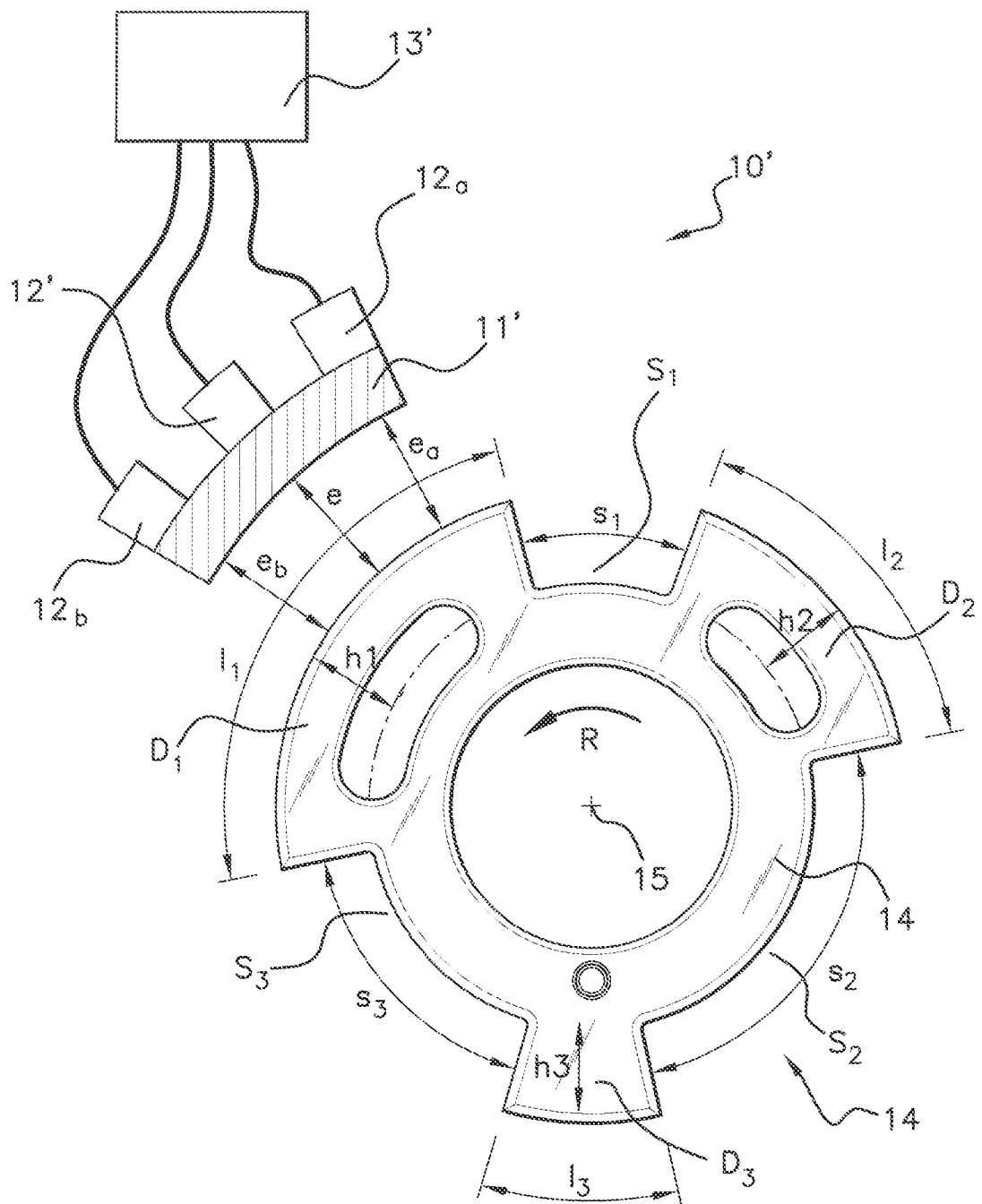


Fig 3



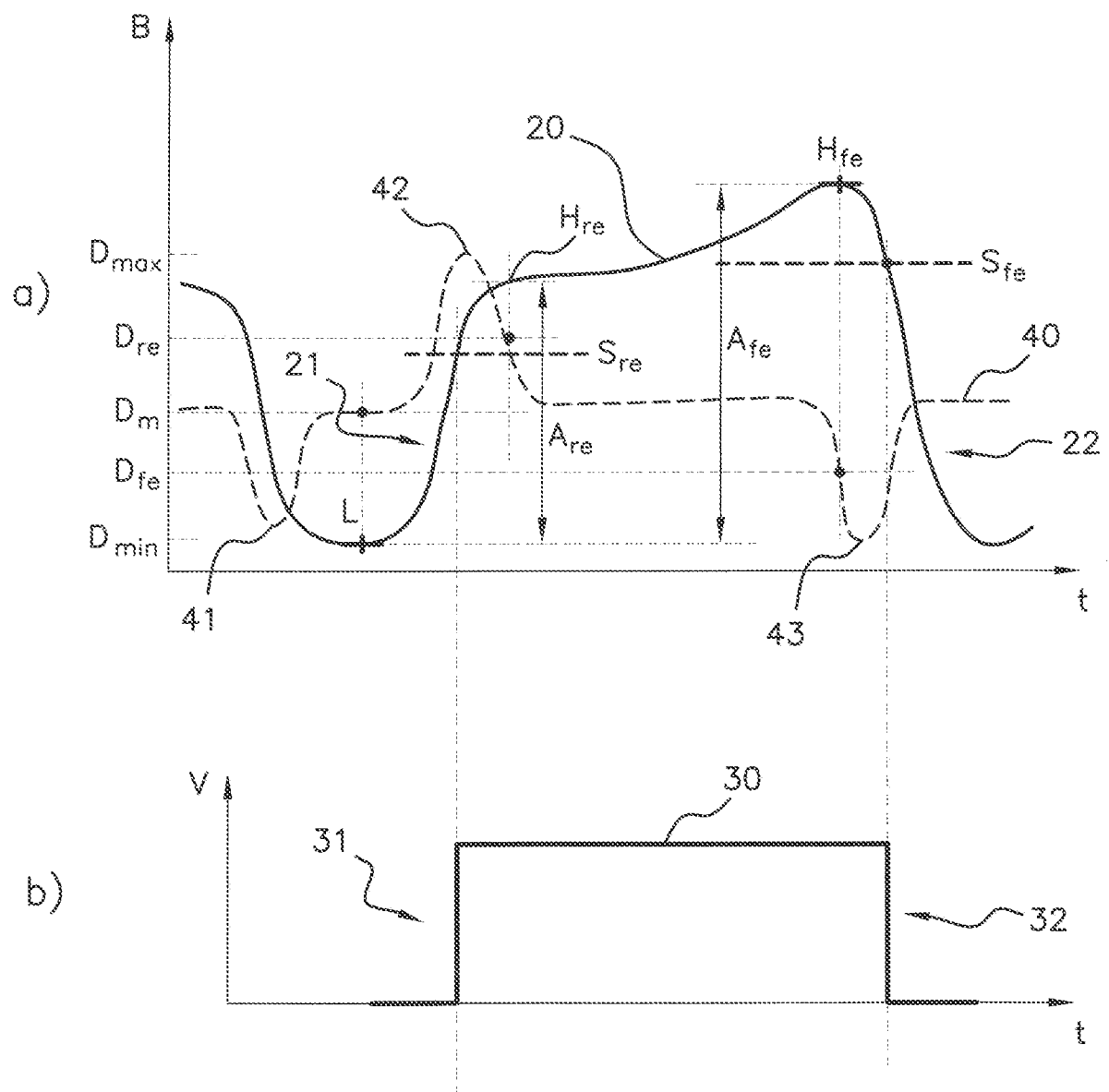
4/5

Fig 4



5/5

Fig 5



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/FR2019/050725**A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER****G01D 5/244**(2006.01)i; **G01D 18/00**(2006.01)i

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

G01D

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

EPO-Internal, WPI Data

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	WO 2017045747 A1 (CONTINENTAL AUTOMOTIVE FRANCE [FR]; CONTINENTAL AUTOMOTIVE GMBH [DE]) 23 March 2017 (2017-03-23) page 6, line 23 - page 12, line 22; claim 1; figures 1-3	1-10
A	WO 2013017211 A1 (CONTINENTAL AUTOMOTIVE FRANCE [FR]; CONTINENTAL AUTOMOTIVE GMBH [DE];) 07 February 2013 (2013-02-07) the whole document	1-10
A	WO 2017088968 A1 (CONTINENTAL AUTOMOTIVE FRANCE [FR]; CONTINENTAL AUTOMOTIVE GMBH [DE]) 01 June 2017 (2017-06-01) the whole document	1-10

☐ Further documents are listed in the continuation of Box C.☒ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

“A” document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

“E” earlier application or patent but published on or after the international filing date

“L” document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

“O” document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

“P” document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

“T” later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

“X” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

“Y” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

“&” document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

07 June 2019

Date of mailing of the international search report

24 June 2019

Name and mailing address of the ISA/EP

European Patent Office
p.b. 5818, Patentlaan 2, 2280 HV Rijswijk
Netherlands

Telephone No. (+31-70)340-2040

Facsimile No. (+31-70)340-3016

Authorized officer

Lyons, Christopher

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/FR2019/050725

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)			Publication date (day/month/year)
WO	2017045747	A1	23 March 2017	CN	108027252	A	11 May 2018
				FR	3041426	A1	24 March 2017
				KR	20180053394	A	21 May 2018
				US	2018259365	A1	13 September 2018
				WO	2017045747	A1	23 March 2017
WO	2013017211	A1	07 February 2013	CN	103842839	A	04 June 2014
				FR	2978833	A1	08 February 2013
				US	2014195186	A1	10 July 2014
				WO	2013017211	A1	07 February 2013
WO	2017088968	A1	01 June 2017	CN	108474670	A	31 August 2018
				FR	3044087	A1	26 May 2017
				KR	20180086237	A	30 July 2018
				US	2018356256	A1	13 December 2018
				WO	2017088968	A1	01 June 2017

RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Demande internationale n°

PCT/FR2019/050725

A. CLASSEMENT DE L'OBJET DE LA DEMANDE
INV. G01D5/244 G01D18/00
ADD.

Selon la classification internationale des brevets (CIB) ou à la fois selon la classification nationale et la CIB

B. DOMAINES SUR LESQUELS LA RECHERCHE A PORTE

Documentation minimale consultée (système de classification suivi des symboles de classement)
G01D

Documentation consultée autre que la documentation minimale dans la mesure où ces documents relèvent des domaines sur lesquels a porté la recherche

Base de données électronique consultée au cours de la recherche internationale (nom de la base de données, et si cela est réalisable, termes de recherche utilisés)

EPO-Internal, WPI Data

C. DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS

Catégorie*	Identification des documents cités, avec, le cas échéant, l'indication des passages pertinents	no. des revendications visées
A	WO 2017/045747 A1 (CONTINENTAL AUTOMOTIVE FRANCE [FR]; CONTINENTAL AUTOMOTIVE GMBH [DE]) 23 mars 2017 (2017-03-23) page 6, ligne 23 - page 12, ligne 22; revendication 1; figures 1-3 -----	1-10
A	WO 2013/017211 A1 (CONTINENTAL AUTOMOTIVE FRANCE [FR]; CONTINENTAL AUTOMOTIVE GMBH [DE];) 7 février 2013 (2013-02-07) le document en entier -----	1-10
A	WO 2017/088968 A1 (CONTINENTAL AUTOMOTIVE FRANCE [FR]; CONTINENTAL AUTOMOTIVE GMBH [DE]) 1 juin 2017 (2017-06-01) le document en entier -----	1-10



Voir la suite du cadre C pour la fin de la liste des documents



Les documents de familles de brevets sont indiqués en annexe

* Catégories spéciales de documents cités:

"A" document définissant l'état général de la technique, non considéré comme particulièrement pertinent

"E" document antérieur, mais publié à la date de dépôt international ou après cette date

"L" document pouvant jeter un doute sur une revendication de priorité ou cité pour déterminer la date de publication d'une autre citation ou pour une raison spéciale (telle qu'indiquée)

"O" document se référant à une divulgation orale, à un usage, à une exposition ou tous autres moyens

"P" document publié avant la date de dépôt international, mais postérieurement à la date de priorité revendiquée

"T" document ultérieur publié après la date de dépôt international ou la date de priorité et n'appartenant pas à l'état de la technique pertinent, mais cité pour comprendre le principe ou la théorie constituant la base de l'invention

"X" document particulièrement pertinent; l'invention revendiquée ne peut être considérée comme nouvelle ou comme impliquant une activité inventive par rapport au document considéré isolément

"Y" document particulièrement pertinent; l'invention revendiquée ne peut être considérée comme impliquant une activité inventive lorsque le document est associé à un ou plusieurs autres documents de même nature, cette combinaison étant évidente pour une personne du métier

"&" document qui fait partie de la même famille de brevets

Date à laquelle la recherche internationale a été effectivement achevée

7 juin 2019

Date d'expédition du présent rapport de recherche internationale

24/06/2019

Nom et adresse postale de l'administration chargée de la recherche internationale

Office Européen des Brevets, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040,
Fax: (+31-70) 340-3016

Fonctionnaire autorisé

Lyons, Christopher

RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Renseignements relatifs aux membres de familles de brevets

Demande internationale n°

PCT/FR2019/050725

Document brevet cité au rapport de recherche	Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
WO 2017045747 A1	23-03-2017	CN 108027252 A FR 3041426 A1 KR 20180053394 A US 2018259365 A1 WO 2017045747 A1	11-05-2018 24-03-2017 21-05-2018 13-09-2018 23-03-2017
WO 2013017211 A1	07-02-2013	CN 103842839 A FR 2978833 A1 US 2014195186 A1 WO 2013017211 A1	04-06-2014 08-02-2013 10-07-2014 07-02-2013
WO 2017088968 A1	01-06-2017	CN 108474670 A FR 3044087 A1 KR 20180086237 A US 2018356256 A1 WO 2017088968 A1	31-08-2018 26-05-2017 30-07-2018 13-12-2018 01-06-2017