

①9 RÉPUBLIQUE FRANÇAISE
INSTITUT NATIONAL
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE
PARIS

①1 N° de publication : **2 867 560**
(à n'utiliser que pour les
commandes de reproduction)

②1 N° d'enregistrement national : **05 50615**

⑤1 Int Cl⁷ : G 01 D 5/12, G 01 P 13/04

⑫

DEMANDE DE BREVET D'INVENTION

A1

②2 Date de dépôt : 09.03.05.

③0 Priorité : 11.03.04 DE 102004011807.

④3 Date de mise à la disposition du public de la demande : 16.09.05 Bulletin 05/37.

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

⑥0 Références à d'autres documents nationaux apparentés :

⑦1 Demandeur(s) : *ROBERT BOSCH GMBH Gesellschaft mit beschränkter Haftung* — DE.

⑦2 Inventeur(s) : KASSNER UWE.

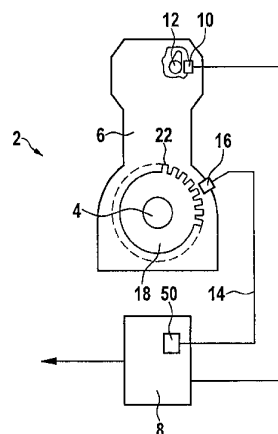
⑦3 Titulaire(s) :

⑦4 Mandataire(s) : CABINET HERRBURGER.

⑤4 PROCÉDE ET DISPOSITIF POUR DÉTERMINER LA POSITION ANGULAIRE DU VILEBREQUIN D'UN MOTEUR A COMBUSTION INTERNE.

⑤7 Procédé et dispositif pour déterminer la position angulaire du vilebrequin d'un moteur à combustion interne (2) notamment lors de l'arrêt du moteur. On saisit à l'aide d'un capteur d'angle (16), le passage de repères angulaires incrémentaux (22) d'une roue phonique (18) solidaire en rotation du vilebrequin (4) et on les transmet sous la forme de signaux à un appareil de commande (8) du moteur.

Une partie des signaux contient des informations relatives au sens de rotation du vilebrequin (4) qui sont exploitées dans l'appareil de commande (8).



FR 2 867 560 - A1



Domaine de l'invention

La présente invention concerne un procédé pour déterminer la position angulaire du vilebrequin d'un moteur à combustion interne notamment lors de l'arrêt du moteur à combustion interne, selon lequel on saisit à l'aide d'un capteur d'angle, le passage de repères angulaires in-
5 crémentaux d'une roue phonique solidaire en rotation du vilebrequin et on les transmet sous la forme de signaux à un appareil de commande du moteur à combustion interne.

L'invention concerne également un dispositif pour détermi-
10 ner la position angulaire du vilebrequin d'un moteur à combustion interne, notamment lors de l'arrêt du moteur à combustion interne, comprenant un appareil de commande du moteur à combustion interne et un capteur d'angle à proximité d'une roue phonique solidaire en rotation du vilebrequin, et qui saisit le passage des repères d'angles incrémen-
15 taux de la roue phonique et les transmet sous la forme de signaux à l'appareil de commande du moteur.

Etat de la technique

La détermination de la position angulaire du vilebrequin d'un moteur à combustion interne notamment dans un véhicule automo-
20 bile est particulièrement importante pour la commande ou gestion du moteur, car l'instant de l'injection du carburant et dans le cas des moteurs à essence l'instant de l'allumage du mélange carburant/air dans chaque cylindre est commandé en fonction de la position angulaire du vilebrequin pour avoir le rendement optimum. Pour déterminer la position
25 angulaire du vilebrequin on utilise en général des capteurs d'angles incrémen-
taux comprenant un capteur d'angle pour saisir le passage des repères angulaires portés par une phonique solidaire en rotation du vilebrequin. Les repères angulaires sont formés en général de dents dis-
30 crètes, dépassant radialement du disque phonique ; à leur passage dans le capteur ces dents induisent des signaux de tension. Ces signaux de dent sont transmis à l'appareil de commande ou de gestion du moteur à combustion interne pour y être exploités et déterminer la position angulaire
actuelle (ou instantanée) du vilebrequin ainsi que le signal de fréquence de la vitesse de rotation actuelle du moteur à combustion interne.

35 Pour améliorer la commande ou gestion du moteur il serait avantageux de saisir de manière précise la position angulaire du vilebrequin lors de l'arrêt du moteur à combustion interne. Dans ce cas, la connaissance précise de la position angulaire du vilebrequin permet

d'accélérer considérablement le démarrage consécutif du moteur à combustion interne ce qui serait avantageux du point de vue du confort et de la réduction de la pollution. Les signaux des dents transmis par les capteurs d'angle actuels ne permettent toutefois pas à l'appareil de commande du moteur de répondre à ce problème car à l'arrêt du moteur à combustion interne, avant son arrêt définitif, il n'est pas rare d'avoir un mouvement pendulaire, c'est-à-dire une ou plusieurs inversions de sens de rotation du vilebrequin, ce qui ne permet pas une détermination précise de la position angulaire en partant des signaux de dents.

10 **But de l'invention**

La présente invention a pour but d'améliorer la précision de la détermination de la position angulaire du vilebrequin.

Exposé et avantages de l'invention

15 A cet effet, l'invention concerne un procédé du type défini ci-dessus, caractérisé en ce qu'au moins une partie des signaux contient des informations relatives au sens de rotation du vilebrequin, et on exploite dans l'appareil de commande du moteur les informations de sens de rotation contenues dans les signaux

20 L'invention concerne également un dispositif du type défini ci-dessus, caractérisé en ce que les signaux contiennent des informations relatives au sens de rotation du vilebrequin, et l'appareil de commande comprend des installations pour exploiter les informations de sens de rotation contenues dans les signaux.

25 Le procédé et le dispositif selon l'invention offrent l'avantage vis-à-vis de l'état de la technique de permettre par l'exploitation des informations de sens de rotation contenues dans les signaux, même au cours du mouvement pendulaire du vilebrequin, de déterminer de manière précise la position angulaire du vilebrequin à chaque instant, ce qui permet d'obtenir une information précise concernant la position angulaire à
30 l'arrêt.

Pour obtenir des informations de sens de rotation, le capteur d'angle comporte avantageusement deux détecteurs décalés par rapport à la roue phonique mais qui sont étroitement rapprochés et qui saisissent successivement le passage des repères angulaires ou des dents
35 de la roue phonique et permettent, grâce à la relation chronologique des signaux qu'ils fournissent, de déterminer le sens de rotation du vilebrequin à l'aide d'une installation de traitement de signal intégrée au capteur

d'angle. Les deux détecteurs sont de préférence des détecteurs actifs fonctionnant par effet Hall ou par effet magnétorésistant.

Bien qu'en principe il serait possible de transmettre séparément l'information de sens de rotation fournie par les détecteurs du capteur d'angle à partir des signaux des dents, en utilisant une ligne séparée jusqu'à l'appareil de commande du moteur, cette solution n'est pas utilisée de manière préférentielle car en plus de la nécessité de la ligne supplémentaire reliant l'appareil de commande du moteur et le capteur d'angle, cela nécessiterait également une entrée et une sortie séparées de celui-ci entraînant des coûts relativement élevés à cause de la modification de la fabrication du capteur.

Pour cette raison, selon un développement préférentiel de l'invention, on transmet les informations de sens de rotation sous la forme de signaux de dents modifiés vers l'appareil de commande du moteur et ces informations ont une longueur d'impulsion différente en fonction du sens de rotation du vilebrequin. En d'autres termes, cela signifie une première longueur d'impulsion définie pour les signaux correspondant au sens de rotation du vilebrequin vers la droite alors que la rotation du vilebrequin vers la gauche est codée par une seconde longueur d'impulsion définie des signaux. La transmission des signaux correspond de préférence à des signaux rectangulaires déduits par l'installation de traitement de signaux dans le capteur d'angle à partir des signaux des deux détecteurs. La longueur d'impulsion des signaux représente la durée des signaux au niveau haut ou le cas échéant au niveau bas.

Comme pour cette solution il ne faut ni une ligne supplémentaire entre le capteur d'angle et l'appareil de commande du moteur ni des entrées et sorties supplémentaires sur celui-ci, la liaison électrique déjà existante entre le capteur d'angle et l'appareil de commande du moteur suffit pour transmettre les signaux et le boîtier existant du capteur d'angle n'a pas à être modifié. La même remarque s'applique au traitement du signal dans l'appareil de commande du moteur si le début des signaux coïncide avec le flanc de chaque signal de dent exploité habituellement dans l'appareil de commande du moteur. Il s'agit en général du flanc descendant de la dent qui, grâce à sa plus grande précision, s'utilise normalement pour déclencher les intervalles ou interruptions de dents commandant la suite du traitement des signaux. L'autre flanc de dent est éliminé et ne modifie pas le niveau du signal qui sera seulement déclenché

à la fin de la longueur d'impulsion respective par l'installation de traitement de signal.

Un autre traitement préférentiel de l'invention prévoit que les signaux ont une troisième longueur d'impulsion différente de la première et de la seconde longueur d'impulsion définies. Cette troisième longueur d'impulsion est émise lorsque l'installation de traitement de signal du capteur d'angle reçoit des signaux non probables des deux capteurs à partir desquels on ne peut déduire de sens de rotation non équivoque par exemple lorsque se produisent des variations de flanc sur seulement l'un des deux capteurs.

La longueur d'impulsion définie des signaux transmis vers l'appareil de commande du moteur sera attribuée à l'installation de traitement de signal du capteur d'angle qui comporte à cet effet au moins un générateur de temps ou horloge pour chaque longueur d'impulsion, par exemple sous la forme d'une bascule monoflop ou d'une horloge proprement dite, constituant une partie de l'installation de traitement de signal du capteur d'angle, de préférence réalisée sous la forme d'un circuit intégré.

De manière avantageuse, on fixe des longueurs d'impulsion différentes de façon à permettre de les distinguer en toute sécurité dans la commande du moteur. En outre, de façon avantageuse, toutes les longueurs d'impulsion sont plus faibles que la longueur de l'impulsion du signal induit dans le capteur d'angle par la vitesse de rotation la plus élevée prévisible du vilebrequin, pour permettre même à des fréquences de signaux élevées, d'exploiter d'une manière non équivoque les informations de sens de rotation ou d'éviter un chevauchement de signaux successifs.

En variante, il est toutefois également possible d'émettre des signaux dont la longueur d'impulsion est supérieure à la longueur d'impulsion d'un signal de dent induit dans le capteur d'angle par la vitesse de rotation la plus élevée prévisible du vilebrequin mais dont les signaux ne sont toutefois émis que jusqu'à une vitesse de rotation prédéfinie, pour laquelle on exclut toute inversion de sens de rotation du moteur. Au-dessus de cette vitesse de rotation les signaux de dents générés par les détecteurs sont transmis avantageusement sans modification préalable de la longueur de leur impulsion par l'installation de traitement de signal.

Comme indiqué ultérieurement, les signaux transmis à l'appareil de commande du moteur se composent d'une succession d'états

de signal de niveau haut et de niveau bas, alternant, et dont la durée est saisie et exploitée par l'appareil de commande ou de gestion du moteur pour déterminer le sens de rotation actuel du vilebrequin. Celui-ci est utilisé à son tour dans un compteur approprié de la commande du moteur
5 pour déterminer la position exacte du vilebrequin et pour cela pendant une rotation à droite du vilebrequin, le compteur augmente l'état de comptage de la distance angulaire des repères angulaires ou des dents de la roue phonique et pendant la rotation à gauche du vilebrequin, il diminue l'état de comptage de la même distance angulaire. Dans le cas d'une
10 inversion de sens de rotation, on additionne ou on soustrait une fois la demi-distance angulaire des repères d'angles de la roue phonique pour tenir compte du décalage des flancs descendants.

De façon avantageuse, après chaque démarrage du moteur à combustion interne, on synchronise l'appareil de commande du moteur
15 sur la position angulaire du vilebrequin et pour cela on utilise l'intervalle de dents existant de la roue phonique.

Dessins

La présente invention sera décrite ci-après de manière plus détaillée à l'aide d'un exemple de réalisation représenté dans les dessins
20 annexés dans lesquels :

- la figure 1 montre schématiquement un dispositif selon l'invention comprenant un capteur d'angle et un appareil de commande de moteur,
- la figure 2 est une vue de détail à échelle agrandie de la partie X de la
25 figure 1,
- la figure 3 est un schéma par blocs simplifié des composants du capteur d'angle,
- la figure 4a montre la succession des signaux de dents générés par le capteur d'angle,
- 30 - la figure 4b montre une succession de signaux transmis par le capteur d'angle à l'appareil de commande du moteur pour le sens de rotation normal du moteur à combustion interne,
- la figure 4c montre une succession de signaux transmis par le capteur d'angle à l'appareil de commande du moteur pour un sens de rotation
35 inversé du moteur à combustion interne,
- la figure 4d montre une succession de signaux transmis par le capteur d'angle à l'appareil de commande du moteur pour un sens de rotation indéfini du moteur à combustion interne.

Description du mode de réalisation

Selon les figures 1 à 3, le dispositif 2 sert entre autre à déterminer de manière précise la position angulaire actuelle du vilebrequin 4 d'un moteur à combustion interne 6 ainsi que pour déterminer la vitesse de rotation du moteur (régime du moteur). Le dispositif 2 se compose principalement d'un appareil de commande ou de gestion de moteur 8 pour le moteur à combustion interne 6, d'un générateur de phase 10 pour l'arbre à cames 12 du moteur à combustion interne 6 ainsi que d'un capteur d'angle 16 relié par une seule ligne de transmission de signal 14 à l'appareil de commande de moteur 8, ce capteur d'angle étant installé à proximité d'une roue phonique 18 montée solidairement en rotation sur le vilebrequin 4. La périphérie extérieure de la roue phonique 18 comporte une série de repères d'angles sous la forme de 58 dents 20 réparties de manière équiangulaire et ayant à un endroit un intervalle L caractérisé par l'absence de deux dents 20 (figure 2).

Comme cela apparaît le mieux aux figures 2 et 3, le capteur d'angle 16 se compose d'un boîtier fermé 22 logeant un circuit intégré 24. Le circuit intégré 24 comprend deux détecteurs d'angle 26, 28 sous la forme de deux éléments Hall décalés, devant lesquels passent à faible distance les dents 20 de la roue phonique 18 lorsque le moteur 6 tourne. Au passage des flancs des dents 20, la tension induite dans les éléments Hall 26, 28 change si bien que chaque élément Hall 26, 28 engendre une succession de signaux analogiques. Ces signaux sont amplifiés respectivement dans un amplificateur 30, 32 en aval du circuit intégré 24 et sont fournis ensuite à une unité de traitement de signal 34 du circuit intégré 24.

L'unité de traitement de signal 34 comprend deux déclencheurs de Schmitt 36, 38 qui convertissent les signaux analogiques fournis par les éléments Hall 26, 28 en signaux de dents Z sous la forme d'impulsions rectangulaires comme le montre le chronogramme de la figure 4a, un circuit logique 40 pour déterminer le sens de rotation actuel du vilebrequin 4 à partir des signaux de dents Z ainsi que trois générateurs de temps ou horloge 42, 44, 46 permettent de modifier la longueur impulsionnelle PZ des signaux de dents Z et de les régler sur une longueur prédéfinie PL1, PL2, PL3 en fonction du sens de rotation du vilebrequin 4 comme le montrent les figures 4b, 4c et 4d.

Le circuit logique 40 détermine celui des deux éléments Hall 26, 28 devant lequel passe en premier lieu le flanc de dent arrière de cha-

que dent 20 de la roue phonique 18 en exploitant la relation relative des flancs de dents des signaux de dents Z des deux éléments Hall 26, 28. Pour cela, on vérifie si au passage des flancs de dents arrière d'une dent 20 devant un élément Hall 26, le signal de dent de l'autre élément Hall 28 est encore au niveau bas ou se trouve déjà au niveau haut. En principe on pourrait utiliser pour l'exploitation à la fois le flanc avant ou le flanc arrière des dents 20 correspondant au flanc montant ou au flanc descendant du signal de dent Z mais de manière générale pour avoir la plus grande précision on utilise les flancs descendants.

Après l'exploitation de la relation relative des flancs de dents des signaux Z pour les deux éléments Hall 26, 28, une unité de traitement de signal 34 génère une unique succession de signaux S1, S2, S3 dont les flancs montants correspondent chaque fois précisément avec les flancs descendants de la suite de signaux de dents Z (figure 4a) utilisés pour l'exploitation et dont la longueur des impulsions PL1, PL2, PL3 dépend de la suppression des flancs montants de la succession des signaux de dents de la figure 4a par rapport au sens de rotation actuel déterminé du vilebrequin 4. Par exemple, les signaux S1, S2, S3 de la succession de signaux présentent pour le vilebrequin 4 tournant vers la droite, la longueur d'impulsion PL1 représentée dans le chronogramme de la figure 4b ; pour une rotation à gauche on aura la longueur d'impulsion PL2 représentée à la figure 4c et pour une situation non plausible on aura la longueur d'impulsion PL3 représentée dans le chronogramme de la figure 4d. Dans l'exemple de réalisation représenté, la longueur d'impulsion PL2 des signaux S2 est double et la longueur d'impulsion PL3 des signaux S3 est triple de la longueur d'impulsion PL1 des signaux S1 pour permettre à la commande de moteur 8 de distinguer en toute sécurité les signaux S1, S2, S3. Les signaux S1, S2, S3 ne sont toutefois pas limités à cette longueur d'impulsion PL1, PL2, PL3. De plus, la plus grande longueur d'impulsion PL3 pour la plus grande vitesse de rotation prévisible du vilebrequin 4 est inférieure à la longueur d'impulsion PZ des signaux de dents Z représentés à la figure 4a, pour éviter tout chevauchement entre les impulsions.

Mais cela n'est pas nécessairement toujours le cas car les signaux S1, S2, S3 peuvent avoir des longueurs d'impulsion PL1, PL2, PL3 plus grandes sans risque de chevauchement si les signaux S1, S2, S3 sont transmis avec des informations de sens de rotation codé seulement jusqu'à atteindre une fréquence d'impulsion prédéfinie ou vitesse de rotation de vilebrequin, par exemple 1000 T/min. L'avantage de ces longueurs

d'impulsion plus grandes réside dans une plus grande insensibilité aux perturbations car à la différence d'impulsions très courtes, cela permet de mieux les distinguer des signaux parasites injectés par des champs électriques et des lignes électriques voisines. Comme au-dessus de la fréquence impulsioneuse prédéfinie ou vitesse de rotation, le vilebrequin 5 tourne toujours à droite, on peut totalement supprimer la transmission d'informations relatives au sens de rotation et à la place des signaux S1, S2, S3, transmettre les signaux de dents Z générés comme dans le cas de capteurs d'angle classiques.

10 La suite de signaux générés est transmise par une unique sortie de signal 48 du capteur d'angle 16 et la ligne de transmission de signal 14 à l'appareil de commande de moteur 8 qui en plus de la fréquence de la suite de signaux exploités par les appareils de commande de moteurs classiques, transmet également les longueurs d'impulsion respectives PL1, PL2, PL3 des signaux S1, S2, S3 pour exploiter l'information 15 de sens de rotation qu'ils contiennent en temps réel et permettent de déterminer la position angulaire exacte du vilebrequin 4.

De plus, l'appareil de commande de moteur 8 comporte un compteur 50 qui permet de déterminer le sens de rotation à droite du vilebrequin 4 à partir de la longueur d'impulsion PL1 et d'augmenter l'état de comptage à chaque signal S1, chaque fois de 6° alors qu'à partir d'une longueur d'impulsion PL2 il conclut à une rotation à gauche du vilebrequin 4 et diminue de 6° l'état du comptage pour chaque signal S2. Pour chaque inversion de sens de rotation on additionne ou on retranche un 25 incrément de 3° pour tenir compte du décalage des flancs descendants des signaux. Lors de l'arrêt du moteur à combustion interne 6 cela permet de déterminer précisément la position angulaire du vilebrequin 4 à l'arrêt et d'accélérer de cette manière le redémarrage du moteur 6 avec des effets positifs sur le confort et la réduction des émissions polluantes. Dans le 30 cas d'un signal d'une longueur d'impulsion PL3, le compteur 50 est remis à zéro et de même que pour chaque démarrage du moteur 6, on synchronise de nouveau sur le vilebrequin 4 à l'aide de l'intervalle de dents L.

RE V E N D I C A T I O N S

1°) Procédé pour déterminer la position angulaire du vilebrequin d'un moteur à combustion interne notamment lors de l'arrêt du moteur à combustion interne, selon lequel on saisit à l'aide d'un capteur d'angle, le passage de repères angulaires incrémentaux d'une roue phonique solidaire en rotation du vilebrequin et on les transmet sous la forme de signaux à un appareil de commande du moteur à combustion interne, caractérisé en ce qu'
5 au moins une partie des signaux (S1, S2, S3) contient des informations (PL1, PL2, PL3) relatives au sens de rotation du vilebrequin (4), et on exploite dans l'appareil de commande du moteur (8) les informations de sens de rotation (PL1, PL2, PL3) contenues dans les signaux (S1, S2, S3).
10

2°) Procédé selon la revendication 1, caractérisé en ce qu'
15 on code les informations de sens de rotation par des longueurs d'impulsion différentes (PL1, PL2, PL3) des signaux (S1, S2, S3) en fonction du sens de rotation du vilebrequin (4).

3°) Procédé selon la revendication 1 ou 2, caractérisé en ce qu'
20 on transmet les signaux (S1, S2, S3) par une seule ligne (14) à la commande de moteur (8).

4°) Procédé selon la revendication 1, caractérisé en ce que
25 les signaux (S1, S2) présentent au moins deux longueurs d'impulsion (PL1, PL2) différentes, une première longueur d'impulsion (PL1) pour le sens de rotation normal du vilebrequin (4) et une seconde longueur d'impulsion (PL2) différente de la première longueur d'impulsion (PL1)
30 pour le sens de rotation inverse du vilebrequin (4).

5°) Procédé selon la revendication 4, caractérisé en ce que
35 les signaux (S3) ont une troisième longueur d'impulsion (PL3) différente de la première et de la seconde longueur d'impulsion (PL1, PL2) si le capteur d'angle (16) ne reconnaît aucun sens de rotation non équivoque.

6°) Procédé selon la revendication 1,
caractérisé en ce que
toutes les longueurs d'impulsion (PL1, PL2, PL3) sont plus courtes que la
longueur d'impulsion (PZ) des signaux de repères angulaires (Z) créée pour
5 la vitesse de rotation la plus élevée prévisible du vilebrequin (4) lors du
passage des repères d'angles (20) dans le capteur d'angle (16).

7°) Procédé selon la revendication 1,
caractérisé en ce que
10 les signaux (S1, S2, S3) contenus dans les informations de sens de rota-
tion ne sont transmis qu'en dessous d'une vitesse de rotation maximale
prédéterminée du vilebrequin (4).

8°) Procédé selon la revendication 1,
15 caractérisé en ce que
les signaux (S1, S2, S3) se composent d'une alternance d'état de signaux
de niveau haut et de niveau bas, et
l'appareil de commande de moteur (8) exploite la durée des états de signal
de niveau haut ou de niveau bas pour déterminer le sens de rotation du
20 vilebrequin (4).

9°) Dispositif pour déterminer la position angulaire du vilebrequin d'un
moteur à combustion interne, notamment lors de l'arrêt du moteur à
combustion interne, comprenant un appareil de commande du moteur à
25 combustion interne et un capteur d'angle à proximité d'une roue phonique
solidaire en rotation du vilebrequin, et qui saisit le passage des repères
d'angles incrémentaux de la roue phonique et les transmet sous la forme
de signaux à l'appareil de commande du moteur,
caractérisé en ce que
30 les signaux (S1, S2, S3) contiennent des informations relatives au sens de
rotation du vilebrequin (4), et
l'appareil de commande (8) comprend des installations (50) pour exploiter
les informations de sens de rotation (PL1, PL2, PL3) contenues dans les
signaux (S1, S2, S3).

35 10°) Dispositif selon la revendication 9,
caractérisé en ce que

les informations de sens de rotation sont codées par des longueurs d'impulsion différentes (PL1, PL2, PL3) des signaux (S1, S2, S3) en fonction du sens de rotation du vilebrequin (4).

5 11°) Dispositif selon l'une des revendications 9 ou 10, caractérisé en ce que

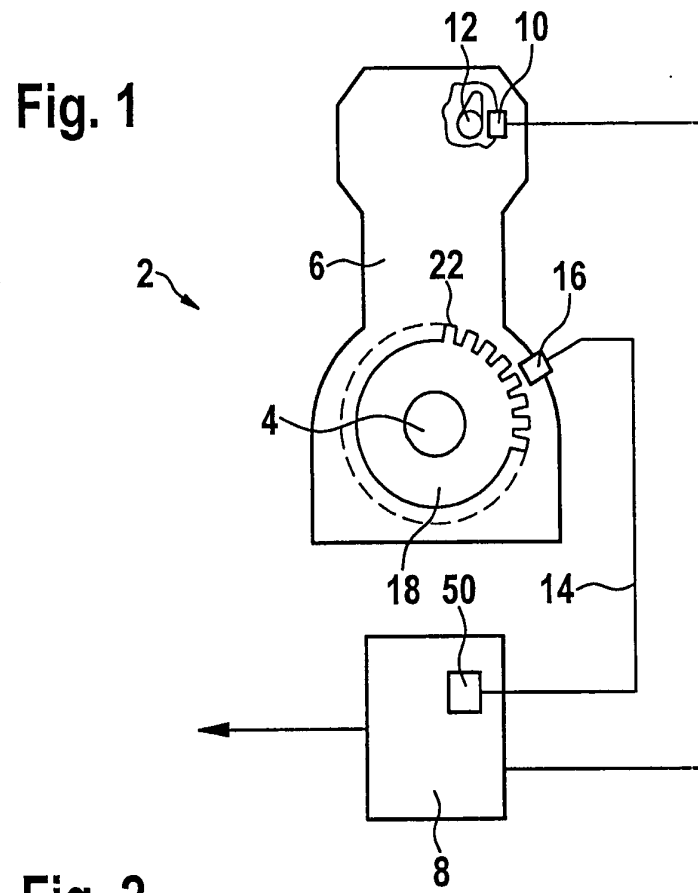
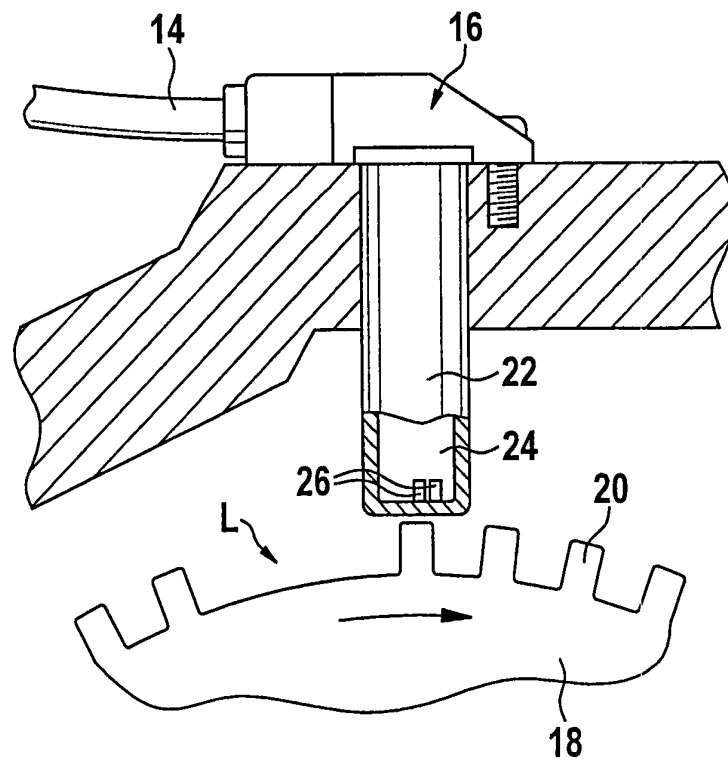
le capteur d'angle (16) comporte deux détecteurs (26, 28) décalés par rapport à la roue phonique (18) et une installation de traitement de signal (34) qui, partant des signaux des deux détecteurs (26, 28), déduit le sens
10 de rotation du vilebrequin et règle une longueur d'impulsion (PL1, PL2, PL3) des signaux (S1, S2) à une valeur correspondant au sens de rotation ainsi déduit.

12°) Dispositif selon la revendication 11,
15 caractérisé en ce que

l'installation de traitement de signaux (34) comporte au moins un capteur de temps (42, 44, 46) qui attribue aux signaux (S1, S2, S3) une longueur d'impulsion (PL1, PL2, PL3) dépendant du sens de rotation du vilebrequin
(4).

20

1/2

**Fig. 2**

2 / 2

Fig. 3

