

República Federativa do Brasil
Ministério do Desenvolvimento, Indústria
e do Comércio Exterior
Instituto Nacional da Propriedade Industrial

(21) **PI0609252-7 A2**



(22) Data de Depósito: 24/02/2006
(43) Data da Publicação: 09/03/2010
(RPI 2044)

(51) *Int.Cl.:*
G01D 5/22 (2010.01)

(54) Título: **SENSOR INDUTIVO DE POSIÇÃO ANGULAR**

(30) Prioridade Unionista: 07/03/2005 FR 05 02241

(73) Titular(es): Sappel

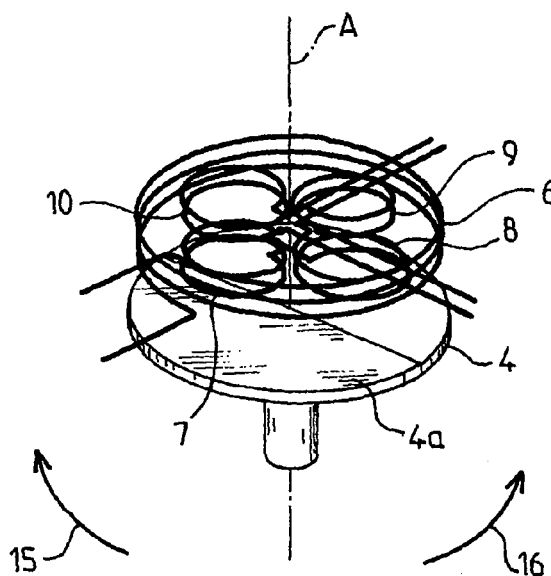
(72) Inventor(es): Bernard Dockwiller, Guy Bach

(74) Procurador(es): Dannemann, Siemsen, Bigler & Ipanema Moreira

(86) Pedido Internacional: PCT FR2006000425 de 24/02/2006

(87) Publicação Internacional: WO 2006/095072 de 14/09/2006

(57) Resumo: SENSOR INDUTIVO DE POSIÇÃO ANGULAR. A presente invenção refere-se a um sensor indutivo de posição angular, que compreende um disco parcialmente metalizado móvel em rotação em torno de seu eixo de revolução e um estator que compreende uma bobina primária e várias bobinas secundárias, as ditas bobinas secundárias sendo dispostas duas a duas sensivelmente simetricamente em relação ao dito eixo de revolução, de maneira a formar um ou vários par(es) de bobinas secundárias, as ditas bobinas secundárias de cada par sendo ligadas, por um lado, entre si, em série e em oposição de fase uma em relação à outra, e, por outro lado, aos bornes de um meio de medição próprio para gerar um sinal de saída que depende da tensão nos bornes do dito par.



Relatório Descritivo da Patente de Invenção para "**SENSOR INDUTIVO DE POSIÇÃO ANGULAR**".

A presente invenção refere-se um sensor indutivo de posição angular.

5 É corrente utilizar uma peça mecânica que gira em função do escoamento de um fluido a fim de medir uma vazão. Geralmente, um sensor de posição angular detecta a velocidade de rotação da peça giratória a fim de permitir um tratamento eletrônico da informação. A presente invenção é especialmente adaptada a essa aplicação, ainda que ela não esteja limitada
10 a ela.

Várias soluções são conhecidas para detectar uma posição angular.

Uma primeira solução utiliza sensores magnéticos. A peça giratória é então equipada com um pequeno ímã permanente do qual o campo magnético aciona o contato elétrico de uma lâmpada Reed colocada na pro-
15 ximidade. As comutações desse contato elétrico são, portanto, representativas do escoamento do fluido. Certos sensores recorrem a várias lâmpadas a fim de permitir, por exemplo, detectar o sentido de rotação da peça giratória e, portanto, o sentido de escoamento do fluido. Esses sensores de posição
20 angular apresentam o inconveniente de serem frágeis, pois a lâmpada Reed é feita de vidro. Além disso, eles são sensíveis às fraudes pois um campo magnético exterior suficientemente potente permite modificar o comportamento das lâmpadas Reed.

Uma segunda solução utiliza sensores capacitivos. A peça giratória é então equipada de um disco parcialmente metalizado. Na proximidade e paralelamente a esse disco se encontra um arranjo especial de zonas metalizadas cujos diferentes acoplamentos capacitivos variam em função da posição do disco. A observação desses acoplamentos capacitivos permite detectar a rotação da peça giratória e, portanto, o sentido de escoamento do
25 fluido. Os sensores capacitivos apresentam o inconveniente de dever estar muito próximos do disco giratório. Além disso, eles são facilmente perturbados por qualquer modificação geométrica ou qualquer variação do que se
30

encontra entre o disco giratório e o sensor.

Uma terceira solução utiliza sensores indutivos. A peça giratória é equipada com um disco parcialmente metalizado. Na proximidade desse disco se encontra um circuito oscilante de tipo LC (bobina condensador) cujo
5 amortecimento depende da distância entre a bobina L e a zona metalizada percorrida pelas correntes de Foucault geradas por ocasião da oscilação. A observação desse amortecimento permite detectar a rotação da peça giratória e, portanto, o escoamento do fluido. O emprego de várias bobinas pode permitir, por exemplo, detectar também o sentido de rotação da peça giratória e, portanto, o sentido de escoamento do fluido. Os sensores indutivos
10 apresentam os inconvenientes de ter um preço e um consumo elétrico relativamente elevados.

A presente invenção tem como objetivo propor um sensor indutivo de posição angular que evita pelo menos certos inconvenientes precisados, que seja pouco sensível às condições de instalação, resistente às tentativas de fraude e econômico.
15

Para isso, a invenção tem como objeto um sensor indutivo de posição angular, que compreende:

- um disco parcialmente metalizado móvel em rotação em torno
20 de seu eixo de revolução; e

- um estator que compreende uma bobina primária, de eixo sensivelmente confundido com o dito eixo de revolução, destinada a ser alimentada por um meio de alimentação, e várias bobinas secundárias dispostas de maneira a permitir um acoplamento indutivo entre a dita bobina primária e as
25 ditas bobinas secundárias,

caracterizado pelo fato de que o eixo de cada bobina secundária é sensivelmente paralelo ao dito eixo de revolução, as ditas bobinas secundárias sendo dispostas duas a duas sensivelmente simetricamente em relação ao dito eixo de revolução, de maneira a formar um ou vários par(es) de
30 bobinas secundárias, as ditas bobinas secundárias de cada par sendo ligadas, por um lado, entre si, em série e em oposição de fase uma em relação à outra, e, por outro lado, aos bornes de um meio de medição próprio para

gerar um sinal de saída que depende da tensão nos bornes do dito par.

De preferência, o sensor compreende dois pares de bobinas secundárias, as ditas bobinas secundárias sendo repartidas uniformemente em torno do dito eixo de revolução.

5 De acordo com uma característica da invenção, o dito meio de alimentação é um gerador de impulsos.

De acordo com um modo de realização da invenção, o dito meio de medição compreende um comparador associado a cada par.

De acordo com um outro modo de realização da invenção, o dito
10 meio de medição compreende um meio de medição quantitativo associado a cada par, o dito meio de medição quantitativo sendo combinado com um meio de tratamento.

De acordo com um modo de realização da invenção, a dita bobina primária circunda as ditas bobinas secundárias.

15 De preferência, o dito disco parcialmente metalizado é metalizado em uma superfície que corresponde a um meio disco.

Vantajosamente, a dita bobina primária e as ditas bobinas secundárias são realizadas em um circuito impresso.

A invenção será melhor compreendida, e outros objetivos, detalhes, características e vantagens dessa última aparecerão mais claramente
20 no decorrer da descrição explicativa detalhada que a seguir, de um modo de realização da invenção dado a título de exemplo puramente ilustrativo e não limitativo, em referência aos desenhos esquemáticos anexos.

Nesses desenhos:

25 - a figura 1 é uma vista esquemática em perspectiva que mostra um sensor indutivo de posição angular de acordo com um modo de realização da invenção;

- a figura 2 é uma vista esquemática do circuito impresso do sensor da figura 1;

30 - a figura 3 é um esquema elétrico do circuito impresso da figura 2; e

- a figura 4 é uma vista esquemática em perspectiva do sensor

da figura 1 que mostra o disco giratório, a bobina primária e as bobinas secundárias.

Fazendo-se referência à figura 1, é visto um corpo móvel giratório 2 que é acionado em rotação de acordo com seu eixo de revolução A, por exemplo pelo escoamento de um fluido (não representado). Um sensor indutivo de posição angular 1 compreende um estator 20 e um rotor 21. O estator 20 e o rotor 21 são deslocáveis angularmente um em relação ao outro de acordo com o eixo A. Será notado que a utilização do termo estator não implica que o estator 20 tenha uma orientação fixa.

O rotor 21 compreende um disco giratório 3. O disco giratório 3 é disposto no corpo móvel giratório 2, de maneira que o disco giratório 3 seja solidário em rotação de acordo com o eixo A do corpo móvel giratório 2. A superfície plana 4 do disco 3 oposta ao corpo móvel giratório 2 é parcialmente metalizada. Por exemplo um meio disco 4a é metalizado.

O estator 20 compreende um circuito impresso 5 (figura 2). O circuito impresso 5 é disposto perpendicularmente e na proximidade do disco 3, de maneira sensivelmente paralela à superfície 4.

Fazendo-se referência às figuras 2 e 3, agora vai ser descrito o circuito impresso 5. O circuito impresso 5 é disposto na face 20a do estator 20 fazendo frente à superfície 4. O circuito impresso 5 compreende uma bobina primária 6. Por exemplo, a bobina primária compreende cinco espiras. Quatro bobinas secundárias 7, 8, 9 e 10 são dispostas na parte interna da bobina primária 6. As bobinas secundárias 7, 8, 9 e 10 são idênticas e compreendem, por exemplo, quatro espiras cada uma delas. Em uma variante representada na figura 4, a bobina primária 6 compreende três espiras e cada bobina secundária compreende duas espiras. O circuito impresso 5 é disposto em relação ao disco 3 de maneira que o eixo da bobina principal 6 seja confundido com o eixo A, o eixo de cada bobina secundária 7, 8, 9 e 10 estando nesse momento sensivelmente paralelo ao eixo A. As bobinas secundárias 7, 8, 9 e 10 são uniformemente repartidas em torno do eixo A.

A bobina primária 6 é alimentada por um gerador de impulsos 11. A informação útil na saída das quatro bobinas 7, 8, 9, e 10 estando ime-

diatamente presente, tal como será descrito em detalhe mais adiante, a duração de cada impulso pode ser relativamente curta. Por exemplo, a duração de um impulso é da ordem de alguns nanossegundos, o que permite notadamente minimizar o consumo de corrente na bobina primária 6. Será notado que um tal sensor 1 é especialmente resistente às tentativas de fraudes pois a medição só dura alguns nanossegundos.

As bobinas secundárias 7, 8, 9, e 10 são acopladas por pares 7 e 9 (respectivamente 8 e 10), as bobinas de cada par sendo montadas em série e em oposição de fase. A extremidade 7a da bobina 7 que não está ligada à bobina 9 é ligada a uma entrada positiva 12a de um comparador 12. A extremidade 9a da bobina 9 que não está ligada à bobina 7 é ligada a uma entrada negativa 12b do comparador 12. A extremidade 8a da bobina 8 que não está ligada à bobina 10 é ligada a uma entrada positiva 13a de um comparador 13. A extremidade 10a da bobina 10 que não está ligada à bobina 8 é ligada a uma entrada negativa 13b do comparador 13. Os comparadores 12 e 13 são comparadores de tensão. O valor de saída 12c (respectivamente 13c) do comparador 12 (respectivamente 13) é função da tensão V_{12} (respectivamente V_{13}) entre suas entradas 12a e 12b (respectivamente 13a e 13b). Será notado que o fato de conectar as bobinas secundárias 7, 8, 9 e 10 em modo diferencial garante uma excelente rejeição dos campos magnéticos perturbadores exteriores que podem existir, o que contribui para reduzir o risco de fraude.

Agora vai ser descrito o funcionamento do sensor 1.

Quando se aplica um impulso à bobina primária 6, essa última cria um campo magnético de excitação que atravessa as quatro bobinas 7, 8, 9 e 10. Será notado que as bobinas 7, 8, 9 e 10 estando dispostas de maneira similar em relação à bobina 6, a amplitude do campo magnético de excitação que atravessa cada bobina 7, 8, 9 e 10 é idêntica. O campo magnético de excitação atinge assim o meio disco metalizado 4a. Isso tem como efeito gerar correntes de Foucault no meio disco 4a. Essas correntes de Foucault geram um campo magnético oposto que se opõe ao campo magnético de excitação.

Considera-se em um primeiro tempo que quando o impulso é gerado o meio disco metalizado 4a se encontra justo sob a bobina 7 (figura 4). Nesse momento, cada bobina 7, 8, 9 e 10 é atravessada por um campo magnético que resulta da soma do campo magnético de excitação e do campo magnético oposto que a atravessam. A bobina 7 estando perpendicular ao meio disco 4a, o campo magnético oposto que a atravessa tem uma amplitude pequena mas não desprezível. O campo magnético resultante que atravessa a bobina 7 é, portanto, ligeiramente inferior ao campo magnético de excitação. A bobina 9 sendo a bobina secundária que está mais afastada do meio disco 4a, a amplitude do campo magnético oposto que a atravessa é muito menor, por exemplo, sensivelmente igual a zero, do que a amplitude do campo magnético de excitação que atravessa a bobina 9. O campo magnético resultante que atravessa a bobina 9 é, portanto, sensivelmente igual ao campo magnético de excitação. As bobinas 8 e 10 sendo dispostas de maneira simétrica em relação ao meio disco 4a, elas são atravessadas por um campo magnético resultante de mesma amplitude. Os campos magnéticos resultantes que atravessam as bobinas 7, 8, 9 e 10 geram tensões induzidas nas bobinas 7, 8, 9 e 10, cada tensão induzida sendo função do campo magnético resultante associado. As tensões induzidas nas bobinas 7 e 9 (respectivamente 8 e 10) determinam a amplitude e o sinal das tensões V_{12} e V_{13} . As saídas 12c e 13c podem tomar vários valores em função da amplitude e do sinal das tensões V_{12} e V_{13} .

As tensões induzidas nas bobinas 8 e 10 sendo iguais e as bobinas 8 e 10 sendo montadas em oposição de fase, a tensão V_{13} é sensivelmente nula. A tensão induzida na bobina 7 sendo inferior à tensão induzida na bobina 9, a tensão V_{12} é, portanto, negativa. A saída 13c é, portanto, nula e a saída 12c negativa. Será notado que trata-se de um exemplo de montagem e que o sensor 1 funcionaria de maneira similar com bobinas 7, 8, 9, e 10 invertidas.

Quando o meio disco 4a gira de um oitavo de volta, de maneira que ele se encontra sob as bobinas 7 e 10 quando um impulso é gerado, o campo magnético oposto gerado pelo meio disco 4a em resposta a um im-

pulso da bobina 6 atravessa de maneira idêntica as bobinas 7 e 10. Será notado que, como foi descrito precedentemente, o campo magnético de excitação atravessa de maneira idêntica as quatro bobinas 7, 8, 9 e 10. Os campos magnéticos resultantes que atravessam as bobinas 7 e 10 são, portanto, idênticos. Da mesma maneira, os campos magnéticos resultantes que atravessam as bobinas 8 e 10 são idênticos. As tensões induzidas têm, portanto, o mesmo valor nas bobinas 7 e 10 por um lado e nas bobinas 8 e 19 por outro lado. As tensões V_{12} e V_{13} têm, portanto, a mesma amplitude. No exemplo de montagem da figura 13, as tensões V_{12} e V_{13} são de sinal inverso, V_{12} sendo negativa e V_{13} positiva, devido ao fato do efeito diferencial.

Quando o meio disco 4a gira ainda de um oitavo de volta, ele se encontra justo sob a bobina 10. Nesse momento obtém-se, de maneira similar ao caso em que o meio disco 4a se encontra sob a bobina 7, uma tensão V_{12} sensivelmente nula e uma tensão V_{13} positiva. A saída 12c é, portanto, nula e a saída 13c positiva.

Quando o meio disco 4a gira ainda de um oitavo de volta, de maneira que ele se encontra sob as bobinas 10 e 9, a tensão V_{12} e a tensão V_{13} têm a mesma amplitude e o mesmo sinal. A cada impulso o sensor 1 mede da mesma maneira as tensões V_{12} e V_{13} .

Quando o disco 3 gira, a frequência dos sinais das saídas 12c e 13c permite determinar a velocidade de rotação do disco 3 e, portanto, o escoamento do fluido. Além disso, as curvas da saída 13c em função do tempo e da saída 12c em função do tempo estão em quadratura. Isso permite determinar o sentido da rotação do corpo móvel 2, determinando-se para isso qual curva está adiantada em relação à outra, quer dizer comparando-se a amplitude e o sinal das saídas 12c e 13c. No exemplo da figura 3, quando o corpo móvel 2 gira no sentido horário, representado pela flecha 15, a curva de saída 13c está adiantada em relação à curva de saída 12c, e quando o corpo móvel 2 gira no sentido trigonométrico, representado pela flecha 16, a curva de saída 12c está adiantada em relação à curva de saída 13c.

Outras variantes são possíveis. Por exemplo, o número de espiras das bobinas pode ser qualquer um.

Um só par de bobinas secundárias pode ser previsto, nesse caso o sensor não permite detectar o sentido de rotação do corpo móvel.

O gerador que alimenta a bobina primária pode gerar um sinal de forma qualquer, por exemplo um sinal alternado.

- 5 Será notado que o posicionamento relativo dos diferentes elementos do sensor uns em relação aos outros não é essencial, qualquer diferença de posicionamento acarretando um offset constante no sinal detectado, um tal offset sendo muito fácil de corrigir.

- 10 Os comparadores compreendem geralmente um offset da ordem da dezena de milivolt. Quando o sinal é fraco, por exemplo, da ordem de 2-3 mV, o que pode ser uma consequência do afastamento do disco em relação às bobinas, um meio de medição da tensão nos bornes dos pares de bobina é utilizado no lugar do comparador, de maneira a obter um valor quantitativo da tensão, esse valor sendo em seguida tratado por um meio de tratamento,
- 15 por exemplo software ou eletrônico, de maneira a dissociar o sinal do offset.

- Ainda que a invenção tenha sido descrita em relação com vários modos de realização especiais, é bem evidente que ela não está de nenhuma forma limitada a eles e que ela compreende todos os equivalentes técnicos dos meios descritos assim como suas combinações se essas últimas
- 20 entram no âmbito da invenção.

REIVINDICAÇÕES

1. Sensor indutivo de posição angular, que compreende:

- um disco (3) parcialmente metalizado móvel em rotação em torno de seu eixo de revolução (A); e

5 - um estator que compreende uma bobina primária (6), de eixo sensivelmente confundido com o dito eixo de revolução, destinada a ser alimentada por um meio de alimentação (11) e várias bobinas secundárias (7, 8, 9, 10) dispostas de maneira a permitir um acoplamento indutivo entre a dita bobina primária e as ditas bobinas secundárias,

10 caracterizado pelo fato de que o eixo de cada bobina secundária é sensivelmente paralelo ao dito eixo de revolução, as ditas bobinas secundárias sendo dispostas duas a duas sensivelmente simetricamente em relação ao dito eixo de revolução, de maneira a formar um ou vários par(es) de bobinas secundárias, as ditas bobinas secundárias de cada par sendo ligadas, por um lado, entre si, em série e em oposição de fase uma em relação
15 à outra, e, por outro lado, aos bornes de um meio de medição (12, 13) próprio para gerar um sinal de saída que depende da tensão nos bornes do dito par.

2. Sensor de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo
20 fato de que ele compreende dois pares de bobinas secundárias (7, 8, 9, 10), as ditas bobinas secundárias sendo repartidas uniformemente em torno do dito eixo de revolução (A).

3. Sensor de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que o dito meio de alimentação (11) é um gerador de impulsos.

25 4. Sensor de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que o dito meio de medição compreende um comparador (12, 13) associado a cada par.

5. Sensor de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que o dito meio de medição compreende um meio de medição quantitativo associado a cada par, o dito meio de medição quantitativo sendo
30 combinado com um meio de tratamento.

6. Sensor de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo

fato de que a dita bobina primária circunda as ditas bobinas secundárias.

7. Sensor de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que o dito disco parcialmente metalizado é metalizado em uma superfície que corresponde a um meio disco (4a).

- 5 8. Sensor de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que a dita bobina primária e as ditas bobinas secundárias são realizadas em um circuito impresso.

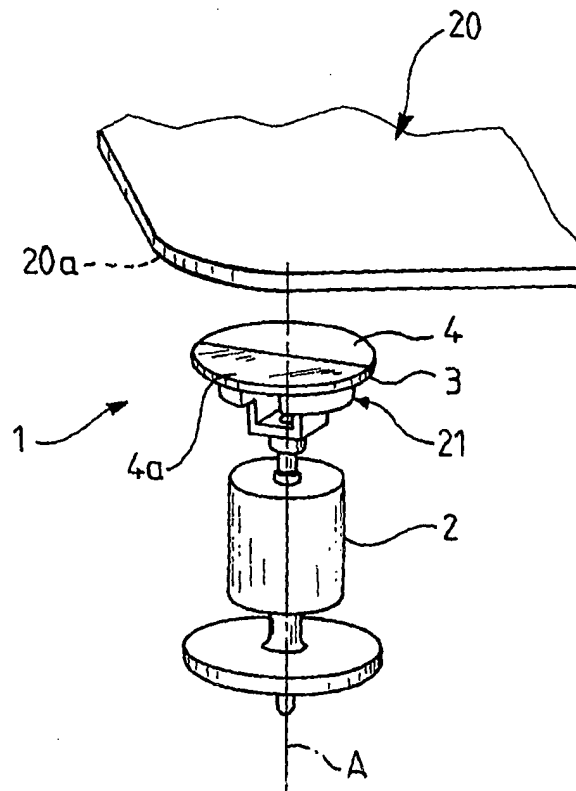


FIG. 1

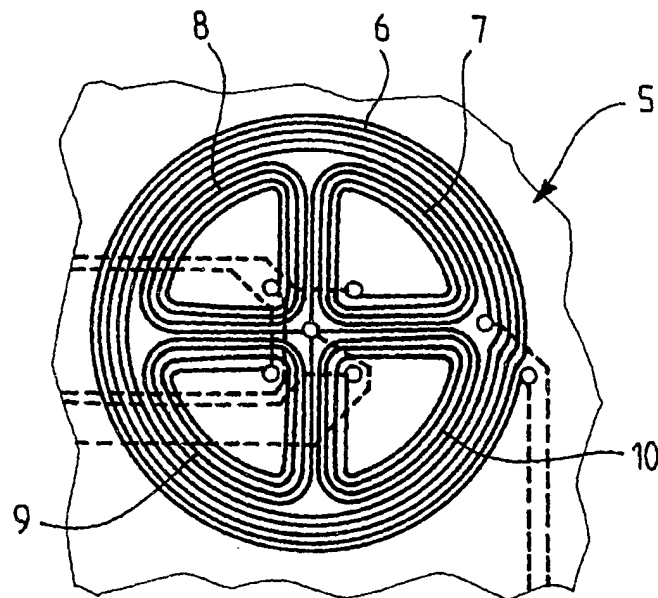


FIG. 2

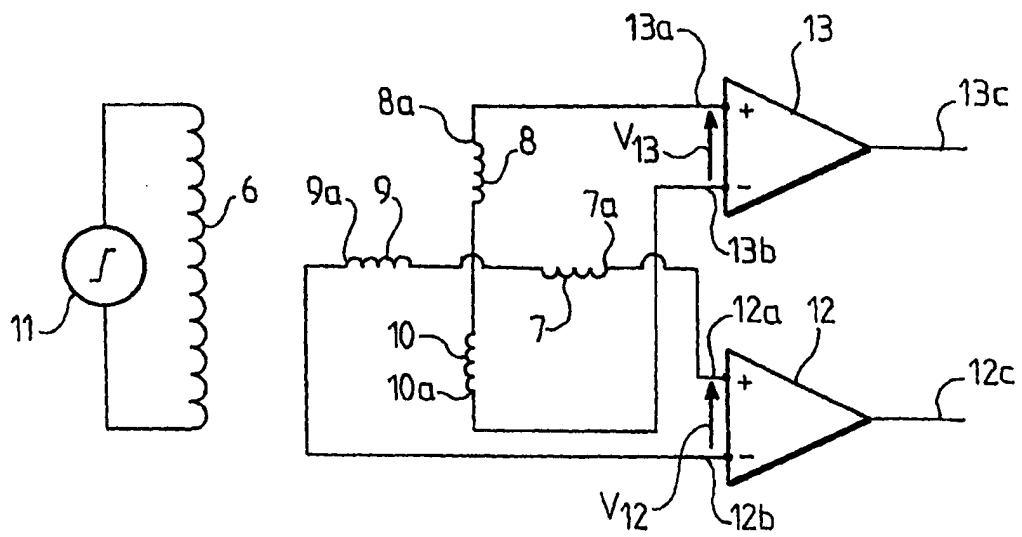
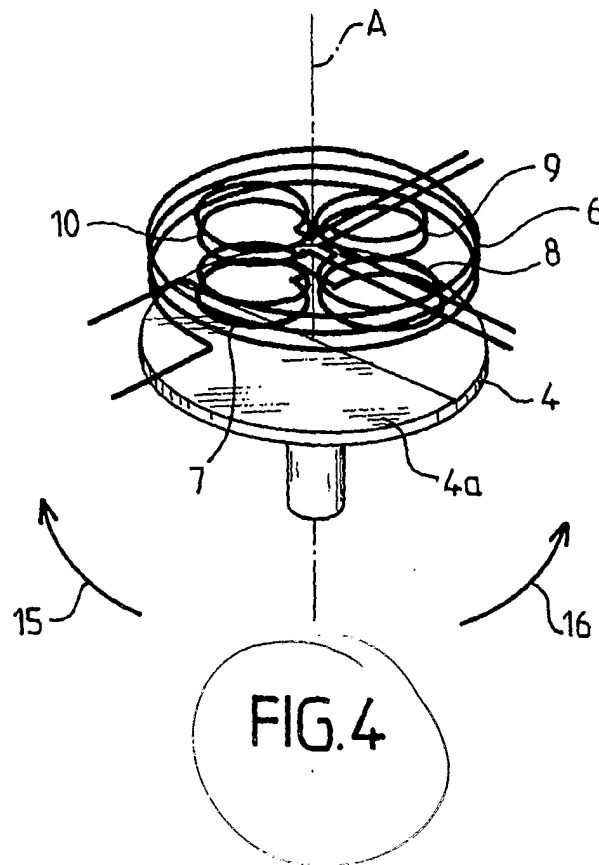


FIG. 3



RESUMO

Patente de Invenção: "**SENSOR INDUTIVO DE POSIÇÃO ANGULAR**".

A presente invenção refere-se a um sensor indutivo de posição angular, que compreende um disco parcialmente metalizado móvel em rotação em torno de seu eixo de revolução e um estator que compreende uma bobina primária e várias bobinas secundárias, as ditas bobinas secundárias sendo dispostas duas a duas sensivelmente simetricamente em relação ao dito eixo de revolução, de maneira a formar um ou vários par(es) de bobinas secundárias, as ditas bobinas secundárias de cada par sendo ligadas, por um lado, entre si, em série e em oposição de fase uma em relação à outra, e, por outro lado, aos bornes de um meio de medição próprio para gerar um sinal de saída que depende da tensão nos bornes do dito par.