



19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

11 Número de publicación: **2 345 390**

51 Int. Cl.:  
**G01D 5/14** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Número de solicitud europea: **04790762 .1**

96 Fecha de presentación : **22.10.2004**

97 Número de publicación de la solicitud: **1676099**

97 Fecha de publicación de la solicitud: **05.07.2006**

54 Título: **Instalación de detección con un sensor angular.**

30 Prioridad: **22.10.2003 DE 103 49 556**

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:  
**22.09.2010**

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:  
**22.09.2010**

73 Titular/es: **Micronas GmbH**  
**Hans-Bunte-Strasse 19**  
**79108 Freiburg i. Br., DE**

72 Inventor/es: **Heberle, Klaus y**  
**Bidenbach, Reiner**

74 Agente: **Lehmann Novo, María Isabel**

ES 2 345 390 T3

Aviso: En el plazo de nueve meses a contar desde la fecha de publicación en el Boletín europeo de patentes, de la mención de concesión de la patente europea, cualquier persona podrá oponerse ante la Oficina Europea de Patentes a la patente concedida. La oposición deberá formularse por escrito y estar motivada; sólo se considerará como formulada una vez que se haya realizado el pago de la tasa de oposición (art. 99.1 del Convenio sobre concesión de Patentes Europeas).

# ES 2 345 390 T3

## DESCRIPCIÓN

Instalación de detección con un sensor angular.

5 La invención se refiere a una instalación de detección con un sensor angular para una disposición mecánica formada por dos partes giratorias una con relación a la otra, a saber, una primera parte y una segunda parte giratoria con relación a ella. Tales instalaciones sirven en muchos lugares de la mecánica para la supervisión electrónica de estados angulares o de números de revoluciones, Cuando se requiere una resolución angular alta, esto se consigue, en general, a través de una rueda de detección en forma de rueda dentada y a través de al menos un sensor magnético, que detecta el campo magnético modulado por las configuraciones en forma de diente de la rueda de detección a través de una disposición de medición adecuada. Ésta puede estar constituida por uno o varios elementos Hall o elementos magnetoresistivos dispuestos desplazados entre sí.

15 Otra disposición menos costosa para la determinación angular se obtiene a partir de una disposición axial de campo magnético y sensor. Aquí solamente está presente todavía un único imán, cuyas líneas magnéticas que se extienden desde el polo Norte hacia el polo Sur forman, durante la rotación frente a la instalación de medición colocada axialmente, un campo magnético rotatorio. Debido a las líneas de alimentación eléctrica, la instalación de medición está conectada en este caso de manera más conveniente con la parte fija en el espacio y el imán está conectado con el eje de rotación, pero esto no excluye, en principio, la disposición inversa. A partir del campo magnético rotatorio, la instalación de medición determina la componente senoidal y la componente cosenoidal y a partir de ellas sobre a través de su relación tangencial la información angular buscada. No tiene importancia para el principio de medición si la evaluación se realiza en este caso a través de tablas o cálculos intermedios o en forma mixta. En general, tiene lugar al menos antes del paso de las tablas todavía una normalización de los valores de medición, para que incluso en el caso de una resolución relativamente grosera, la tabla no sea demasiado extensa. A través de la consideración del signo se pueden cubrir de esta manera todos los cuatro cuadrantes.

30 En el caso de la disposición axial, las líneas magnéticas en la zona de la instalación de medición se encuentran aproximadamente en un plano perpendicularmente al eje de rotación. El elemento magnetoresistivo o el elemento Hall que debe ser atravesado por las líneas magnéticas está alineado, por lo tanto, verticalmente en la dirección del eje de rotación. Para la detección de la componente senoidal y de la componente cosenoidal del campo magnético o bien están presentes dos sensores de medición alineados de forma diferente o un sensor, cuya dirección de medición es conmutable en el plano de rotación en torno a 90°. Un sensor Hall integrado monolíticamente, que trabaja como sensor Hall vertical con respecto a la superficie predeterminada de semiconductores, se describe, por ejemplo, en la solicitud de patente alemana propia con la referencia 10313642.8 DE (interna: C-1926). Todos los sensores de medición desvían el campo magnético a través de medios de guía magnéticos propios y concentradores, de tal forma que el elemento de medición puede permanecer paralelo al plano de rotación. Varios de tales elementos de medición y medios de guía magnéticos y concentradores correspondientes se pueden reunir para formar una disposición de campo, con la que se puede medir al mismo tiempo la componente senoidal y la componente cosenoidal.

40 Una ventaja esencial del procedimiento descrito es que la zona del ángulo de giro resoluble comprende, en general, solamente 360° y no se pueden reconocer ya las zonas angulares que están por encima y por debajo de ella debido a la ambigüedad. Es posible una ayuda con engranajes reductores que son, sin embargo, costosos mecánicamente y requieren instalaciones de medición adicionales cuando no se puede reducir la resolución en la misma medida.

45 El cometido de la invención es indicar una instalación de detección efectiva sobre base magnética, que previene de manera sencilla la ambigüedad en la determinación de los ángulos.

50 En el documento EP 0 893 668 A1 se describe un sensor angular para la determinación de un ángulo de giro axial con sensores magnéticos. El sensor del ángulo de giro detecta en este caso una componente senoidal de un campo magnético giratorio, cuya dirección está en la dirección de rotación. Debido al acoplamiento del sensor magnético a la componente senoidal de la aguja magnética giratoria, la zona angular resoluble está limitada a 180° y se repite entonces de forma periódica. Para poder evaluar, a pesar de todo, de forma unívoca posiciones angulares hasta 360°, se determina a través de al menos otro sensor magnético dispuesto lateralmente, que detecta una componente de campo magnético vertical que parte desde el imán giratorio, una componente de la dirección, con la que se posibilita una asociación unívoca de los valores de medición de 180° a un valor angular absoluto hasta 360°.

60 Esto se consigue, de acuerdo con las características de la reivindicación 1, porque se desarrolla una disposición axial con el propósito de que a través de la rotación no sólo se influya sobre la componente senoidal y la componente cosenoidal del campo magnético, sino también todavía sobre la magnitud del campo magnético, que se modifica en función del ángulo de giro, con lo que se pueden excluir ambigüedades en la evaluación.

65 Los inventores han reconocido que en muchas aplicaciones solamente deben detectarse pocas revoluciones con seguridad sin ambigüedades, porque en estos casos no aparecen en absoluto zonas de más de 3 - 4 revoluciones. Tal aplicación se realiza, por ejemplo, en la detección del cambio de orientación del volante para fines de navegación o en intervenciones de control para la prevención de comportamientos de desviación de la dirección o de deslizamiento y otros similares.

## ES 2 345 390 T3

La invención y los desarrollos ventajosos se explican en detalle a continuación con la ayuda de las figuras del dibujo.

5 La figura 1 muestra de forma esquemática en vista lateral un ejemplo de realización sencillo de la instalación de detección con las partes esenciales para la invención.

La figura 2 muestra de forma esquemática en la dirección del eje de rotación un ejemplo de realización sencillo para la instalación magnética con campo magnético correspondiente en el plano de rotación.

10 La figura 3 muestra en el diagrama de indicadores la componente senoidal y la componente cosenoidal de un campo magnético presente en ese momento.

La figura 4 muestra en el diagrama de indicadores el campo magnético giratorio, en el que la longitud de los indicadores depende del ángulo de giro absoluto.

15 La figura 5 muestra la ambigüedad de la determinación angular sobre las relaciones trigonométricas, cuando el ángulo de giro tiene más de  $360^\circ$ , pero la determinación angular solamente puede resolver cuatro cuadrantes, y

20 La figura 6 muestra de forma esquemática el enlace de la magnitud de la intensidad del campo magnético, que se modifica con el ángulo de giro absoluto, con el ángulo de giro relativo para la resolución de la ambigüedad.

La figura 1 muestra de forma esquemática en vista lateral un ejemplo de realización de la instalación de detección. Esta instalación está constituida por dos partes giratorias una con respecto a la otra, cuyo eje de rotación 5 está representado por una línea de puntos y trazos. Para la detección del ángulo no tiene ninguna importancia qué parte 25 gira o está fija en este caso, porque solamente interesa la rotación relativa. En el ejemplo de realización de la figura 1, la primera parte 2 está acoplada con el eje de rotación 5 y la segunda parte 3 está fija. La primera parte 2 lleva en este caso una instalación magnética 4 para la generación de un campo magnético giratorio B. Junto a esta instalación magnética 4 se encuentra en la segunda parte 3 un sensor angular 1. El campo magnético B generado por la instalación magnética 4, que se extiende desde el polo Norte hacia el polo Sur N y S, respectivamente, y que está aproximadamente paralelo 30 al plano de rotación, es detectado por el sensor angular 1. Para que el campo magnético B durante la rotación  $\alpha$  no sólo se modifique en la dirección sino también todavía en la intensidad, designada en el texto siguiente la mayoría de las veces como magnitud, la primera parte 2 está provista con una ranura 10 de forma helicoidal, en la que encaja un pasador de guía fijo 11. Durante la rotación, la primera parte 2 se mueve ahora hacia arriba o hacia abajo, de manera que se modifica la distancia d entre la instalación magnética 4 y el sensor angular 1. Evidentemente, la leva de control 35 10 en forma de ranura y el pasador de guía 11 pueden estar configurados mecánicamente también a la inversa como una leva de control elevada con una pieza de guía en forma de ranura. Puede ser especialmente conveniente configurar la leva de control 10 y toda la disposición magnética de tal forma que la magnitud del campo magnético B en el lugar de medición presente un desarrollo deseado, especialmente un desarrollo lineal, en función de la distancia d.

40 En la figura 2 se representa de forma esquemática como instalación magnética 4 un imán sencillo con polo Norte y polo Sur N, S, que genera durante la rotación  $\alpha$  en el plano de medición el campo magnético rotatorio B, que es detectado por el sensor angular 1 no representado (ver la figura 1).

La figura 3 muestra en la representación de un diagrama de indicadores la desintegración de un vector de campo magnético B momentáneo en su componente senoidal y su componente cosenoidal s y k, respectivamente. La diferente 45 longitud de los indicadores es detectada a través de la magnitud |B| de la intensidad de campo B. A partir de la componente senoidal y la componente cosenoidal s, k se puede determinar el ángulo de giro  $\alpha$  respectivo por medio de las relaciones trigonométricas y los valores memorizados en las tablas. Esto se puede realizar en la instalación de medición 1 por medio de un procesador integrado o en procesadores externos, que están conectados en la instalación de 50 detección. La determinación del ángulo se puede realizar evidentemente también de acuerdo con el "Método Cordic" que a partir de la componente senoidal y la componente cosenoidal s, k determina por medio de un procedimiento de aproximación iterativa el ángulo  $\alpha$  correspondiente y la magnitud. En este procedimiento conocido, no son necesarias multiplicaciones o divisiones costosas.

55 En la figura 4 se representa igualmente en el diagrama de indicadores el desarrollo del campo magnético  $B(\alpha)$  como función del ángulo de giro  $\alpha$ , de manera que el ángulo de giro  $\alpha$  cubre la zona desde aproximadamente 0 grados hasta 1080 grados. La magnitud del campo magnético B representado como indicador periférico se incrementa en este caso continuamente, loo que corresponde de acuerdo con la figura 1 a una reducción continua de la distancia d entre la instalación magnética 4 y el sensor angular 1. Una línea en espiral representada con trazos muestra el desarrollo de 60 una línea límite  $G(\alpha)$ , que predetermina también los márgenes de tolerancia para el desarrollo de la magnitud  $B(\alpha)$ . Cuando las dispersiones de la línea de la magnitud  $B(\alpha)$  no son demasiado grandes, entonces los valores de medición individuales están suficientemente alejados de la línea límite  $G(\alpha)$ , de manera que se puede simplificar también la línea límite. En este caso, solamente son suficientes, por ejemplo, algunos puntos de apoyo (ver también la figura 6) y los valores intermedios se pueden interpolar linealmente o se utiliza incluso una aproximación en forma de escalera. 65 Las simplificaciones de la curva límite  $G(\alpha)$  son importantes, porque estos valores deben memorizarse por separado en el sensor angular 1 o en el procesador conectado.

## ES 2 345 390 T3

La figura 5 muestra de forma esquemática la diferencia entre una detección del ángulo relativo  $\alpha$  relativo, que distingue modularmente sólo entre  $0^\circ$  y  $360^\circ$ , y una detección del ángulo absoluto  $\alpha$  absoluto. En el ejemplo de realización representado, el ángulo de giro absoluto detecta el intervalo angular desde aproximadamente  $0^\circ$  hasta  $1080^\circ$ . Como ya se ha mencionado, las fórmulas trigonométricas solamente posibilitan una aplicación sobre los cuatro cuadrantes, luego los valores angulares comienzan de nuevo en 0 grados, esto se aplica también para el Método CORDIC ya mencionado. Por lo tanto, la evaluación de la componente senoidal y de la componente cosenoidal  $s$ ,  $k$  sin consideración de la modificación prevista de la magnitud solamente proporciona valores angulares, que están entre  $0^\circ$  y  $360^\circ$ , que se designan, por lo tanto, como ángulo de giro relativo  $\alpha$  relativo.

La figura 6 muestra en el eje vertical la magnitud del desarrollo del campo magnético  $B(\alpha)$  para el ángulo de giro  $\alpha_{\text{absoluto}}$  de  $0^\circ$  a  $1080^\circ$ , que sirve en la misma escala que en la figura 5 como parámetro sobre el eje horizontal. El desarrollo es ligeramente no lineal y corresponde en su magnitud aproximadamente al desarrollo del campo magnético  $B(\alpha)$  de la figura 4. Para distinción, el desarrollo del campo magnético  $B(\alpha)$  se divide en zonas individuales B1 a B4, que están asociadas a las zonas angulares siguientes:  $0^\circ - 360^\circ$ ,  $360^\circ - 720^\circ$ ,  $720^\circ - 1080^\circ$  y la zona que está por encima de  $1080^\circ$ . En la zona angular de  $0^\circ$  a  $360^\circ$ , estas zonas B2, B3, B4 están registradas como zonas B2', B3', B4' en posición correspondiente.

La curva límite  $G(\alpha)$  conocida a partir de la figura 4 se representa en la figura 6 igualmente como línea de trazos debajo de desarrollo del campo magnético  $B(\alpha)$ . De la misma manera que el desarrollo del campo magnético  $B(\alpha)$ , está dividida en las secciones G1, G2, G3, G4, que están agregadas en el lugar correspondiente G2', G3', G4' en la zona angular de  $0^\circ$  a  $360^\circ$ . La sección G1 adopta en este caso un papel especial, porque podría tener también continuamente el valor 0. Puesto que de acuerdo con la figura 4, la curva límite  $G(\alpha)$  para el desarrollo del campo magnético  $B(\alpha)$  define el margen de tolerancia hacia ambos lados, las secciones G3 y G4 por encima del desarrollo del campo magnético se representan desplazadas  $360$  grados hacia la izquierda como zonas G3'' y G4''.

La curva límite  $G(\alpha)$  en la figura 6 contiene, además, todavía algunos valores de apoyo  $S$  a memorizar, para no tener que memorizar toda la curva límite. Los valores intermedios de las zonas G1, G2, G3 y G4 individuales se pueden calcular entonces, conociendo el ángulo de giro relativo  $\alpha_{\text{relativo}}$ , aproximadamente a través de una interpolación. Todavía más sencilla es la memorización de la curva límite a través de valores de apoyo  $S$ , cuando los valores de apoyo se encuentran un poco más densos y la curva límite  $G(\alpha)$  se puede sustituir por una aproximación en forma de escalera. En este caso, sobra la interpolación.

La evaluación se puede representar de la misma manera fácilmente con la ayuda de la figura 6. En primer lugar se determina el ángulo de giro relativo  $\alpha$  relativo. En el caso de que la magnitud del campo magnético  $B$  no esté todavía presente, se determina esta magnitud en una etapa siguiente. A través de la comparación de la magnitud  $B$  con los umbrales G1, G2', G3', G4' predeterminados se calcula en qué margen de tolerancia se encuentra la magnitud  $B$ . A partir del margen de tolerancia respectivo se determina entonces la zona angular absoluta respectiva y, por lo tanto, el ángulo de giro absoluto  $\alpha$  absoluto. Éste es la suma del número de revoluciones completas de  $360^\circ$  y el ángulo de giro relativo  $\alpha$  relativo respectivo.

## REIVINDICACIONES

5 1. Instalación de detección con un sensor angular (1) para una disposición formada por dos partes giratorias una con respecto a la otra, a saber, una primera parte (2) y una segunda parte (3), en la que la rotación está definida por un eje de rotación (5), en la que el sensor angular (1) conectado con la segunda parte (3) detecta una componente senoidal y una componente cosenoidal (s, k), dependientes de un ángulo de giro ( $\alpha$ ), de un campo magnético (B), que es generado por una instalación magnética (4) conectada con la primera parte (2), adicionalmente a un ángulo de giro relativo ( $\alpha_{\text{relativo}}$ ), con el que solamente se puede detectar una zona angular limitada de  $360^\circ$ , el sensor angular (1) u otro sensor del campo magnético detecta, como otra componente, la magnitud del campo magnético (B), y la magnitud del campo magnético (3) se modifica en función de un ángulo de giro absoluto ( $\alpha_{\text{absoluto}}$ ), de manera que la modificación es tan grande que en ángulos mayores de  $360^\circ$  se excluyen ambigüedades en la indicación del ángulo a través de un enlace del ángulo de giro relativo ( $\alpha_{\text{relativo}}$ ) con la magnitud del campo magnético (B), con lo que se puede determinar el ángulo de giro absoluto ( $\alpha_{\text{absoluto}}$ ).

15 2. Disposición de detección de acuerdo con la reivindicación 1, **caracterizada** porque la magnitud del campo magnético (B) depende de una modificación de la distancia (d) controlada por el ángulo de giro absoluto ( $\alpha_{\text{absoluto}}$ ) en la dirección del eje de rotación (5) entre la instalación magnética (4) y el sensor angular (1).

20 3. Disposición de detección de acuerdo con la reivindicación 2, **caracterizada** porque la modificación de la distancia (d) se realiza a través de una leva de control (10) en forma de ranura y un pasador de guía (11) que encaja en ella o a través de una configuración inversa correspondiente como leva de control realizada con una pieza de guía en forma de ranura.

25 4. Disposición de detección de acuerdo con la reivindicación 3, **caracterizada** porque la leva de control (10) está configurada en forma helicoidal con respecto al eje de rotación (5).

30 5. Disposición de detección de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 4, **caracterizada** porque en el sensor angular (1) o en una instalación de evaluación conectada externamente en el sensor angular, a partir de la componente senoidal y de la componente cosenoidal (s, k) se determinan un indicador resultante y su magnitud.

35 6. Disposición de detección de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 5, **caracterizada** porque a cada ángulo de giro relativo ( $\alpha_{\text{relativo}}$ ) está asociado un margen de tolerancia para la magnitud en una instalación de memoria y por medio de un comparador de ventana se realiza la decisión el margen del ángulo de giro absoluto ( $\alpha_{\text{absoluto}}$ ) al que está asociado el ángulo de giro relativo ( $\alpha_{\text{relativo}}$ ).

40 7. Disposición de detección de acuerdo con la reivindicación 6, **caracterizada** porque los límites para los márgenes de tolerancia de la magnitud del campo magnético (B) están determinados en un modo de programación precedente, de manera que los límites están constituidos por valores de apoyo (S) memorizados y por valores intermedios interpolados en ellos.

45 8. Disposición de detección de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 7, **caracterizada** porque el ángulo de giro absoluto ( $\alpha_{\text{absoluto}}$ ) puede ser emitido por una instalación de detección como valor analógico, por ejemplo un valor de la tensión o valor de la corriente que se encuentra entre dos valores límite o una señal modulada por la amplitud del impulso, que se encuentra entre dos valores límite.

50 9. Disposición de detección de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 7, **caracterizada** porque el ángulo de giro absoluto ( $\alpha_{\text{absoluto}}$ ) puede ser emitido en el lado de salida por una instalación de detección como valor digital, por ejemplo una palabra de datos definida por estados lógicos diferenciables.

Fig. 1

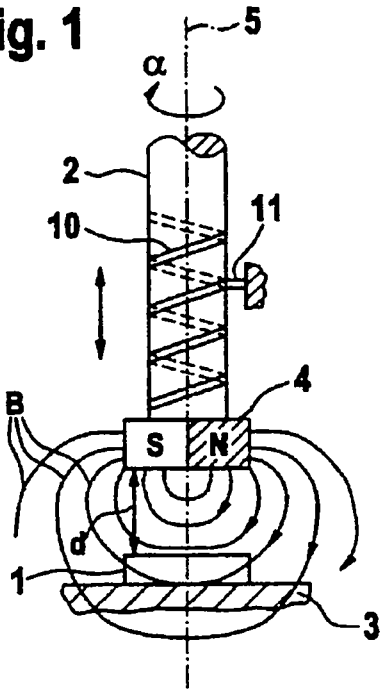


Fig. 2

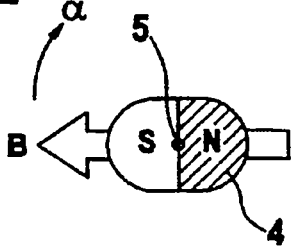


Fig. 3

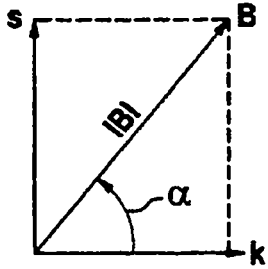
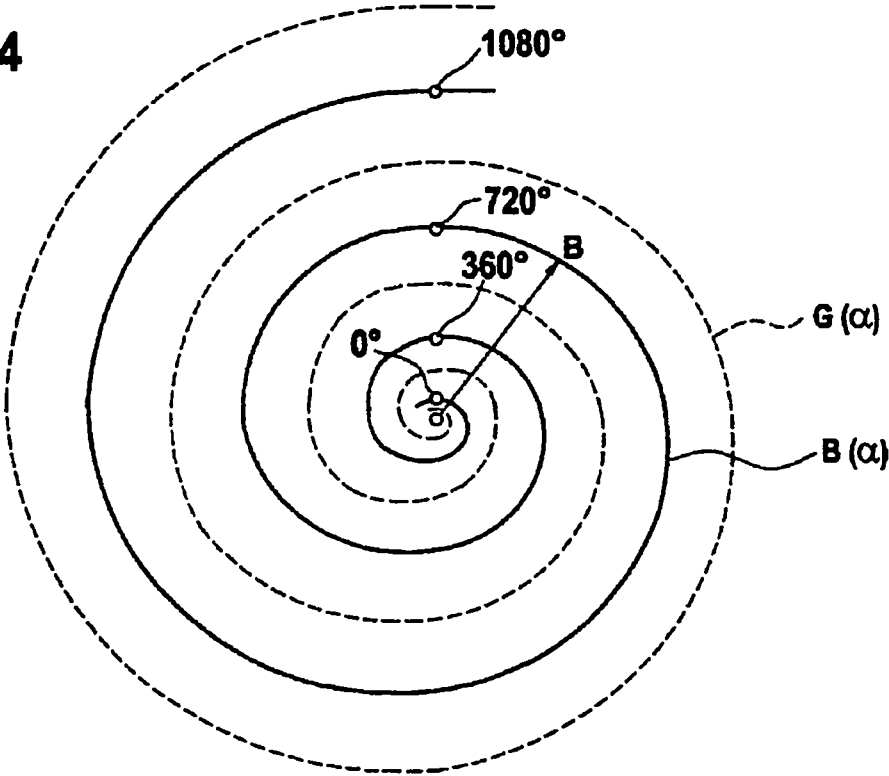


Fig. 4



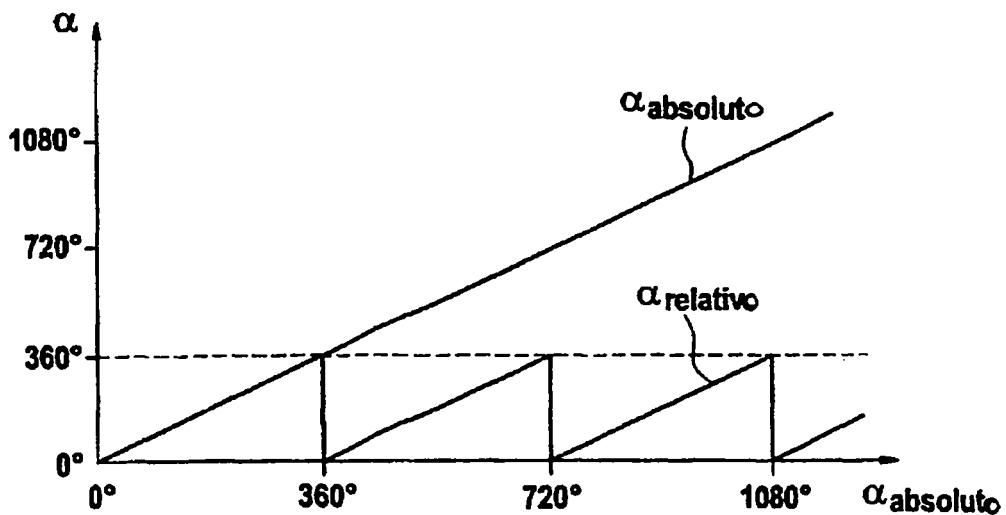


Fig. 5

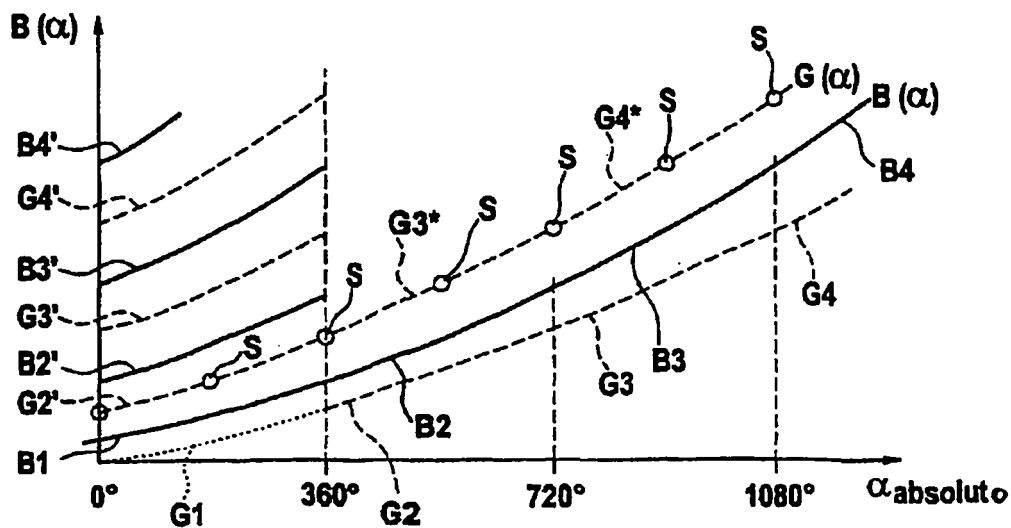


Fig. 6