

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 749 600**

51 Int. Cl.:

G01L 1/00 (2006.01)

G01L 3/10 (2006.01)

G01L 3/04 (2006.01)

B62M 3/00 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **17.07.2012 E 18157165 (4)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **11.09.2019 EP 3364164**

54 Título: **Sensor de par de torsión**

30 Prioridad:

18.07.2011 US 201161508793 P

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:

23.03.2020

73 Titular/es:

**GRASSI, MICHAEL, J. (100.0%)
402 Marshall Street
Duluth, MN 55803, US**

72 Inventor/es:

GRASSI, MICHAEL, J.

74 Agente/Representante:

ELZABURU, S.L.P

ES 2 749 600 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).

DESCRIPCIÓN

Sensor de par de torsión

5 Las presentes realizaciones ejemplares se refieren a la detección de par de torsión. Las realizaciones ejemplares actuales encuentran una aplicación particular en conjunto con medidores de potencia para vehículos propulsados por persona, tales como bicicletas, y se describirán con referencia particular a los mismos. Sin embargo, se debe apreciar que las realizaciones ejemplares actuales también son susceptibles de otras aplicaciones similares. Por ejemplo, las presentes realizaciones ejemplares encuentran aplicación en sistemas de suspensión, bicicletas con funcionamiento asistido, cambios de marchas de cadena, otros objetos impulsados por persona tales como manivelas y llaves dinamométricas, y así sucesivamente.

10 Los medidores de potencia actuales emplean varios enfoques diferentes para medir la potencia. Algunos enfoques miden la potencia utilizando mediciones de deflexión en el husillo de la manivela, también conocido como el pedalier. La patente U.S número 6.356.847 de Gerlitzski utiliza dos sensores optoelectrónicos ubicados en el pedalier para medir la deflexión en el husillo de la manivela. La Solicitud de Patente EP número 1978343 de Etsuyoshi et al. utiliza una disposición de material magneto - resistivo con varias camisas cilíndricas en el pedalier para medir la deflexión. La publicación de patente U.S. número 2010/0006760 de Glueck et al. detecta los cambios de magnetización debido a la deflexión del pedalier. La publicación de patente U.S. número 2010/0093494 de Smith emplea galgas extensiométricas en un conjunto de manivela y husillo especialmente diseñadas para medir la deflexión.

20 También existen otros enfoques para la medición de la fuerza. El documento DE 44 35 174 mide la fuerza utilizando galgas extensiométricas. La publicación de patente U.S. número 2009/0120208 de Meyer y el documento de patente número 0386005 de Schoberer mide la potencia en el husillo de la manivela de una bicicleta utilizando galgas extensiométricas. La publicación de patente U.S. número 6.356.848 de Cote et al. mide la potencia mediante métodos de tensión vibracional en la cadena utilizando un sensor acústico. La publicación de patente U.S. número 6.418.797 de Ambrosina et al. mide la potencia en el buje trasero con galgas extensiométricas. La publicación de patente UWO número 2010/000369 de Redmond et al. mide la potencia mediante galgas extensiométricas integradas en la caña del zapato de un ciclista. También se conocen sistemas que miden la potencia utilizando galgas extensiométricas ubicadas en la rueda trasera, sensores para medir indirectamente la potencia sobre la base de la tercera ley de Newton y galgas extensiométricas basadas en las desviaciones del momento de flexión en el husillo del pedal durante la práctica del ciclismo.

30 Si bien existen varios enfoques diferentes para medir la potencia, todos tienen margen de mejora. Los enfoques basados en mediciones de deflexión representan un reto porque las deformaciones por flexión y las deformaciones por torsión ocurren simultáneamente y las deformaciones por flexión son iguales, si no mayores, que las deformaciones por torsión. Desacoplar estas tensiones es complicado y muchas veces costoso. Se sabe que los enfoques basados en pedales son caros. Los enfoques que miden directamente la potencia requieren que el fabricante realice la calibración, lo cual es costoso y requiere mucho tiempo. Por lo tanto, existe la necesidad de un medidor de potencia de bajo costo que pueda ser calibrado por el operador e incluya un sensor de potencia directo, preciso y de bajo costo.

Las realizaciones ejemplares actuales proporcionan un medidor de potencia y un sensor mejorados que superan los problemas que se han mencionado más arriba y otros.

40 De acuerdo con otro aspecto de la presente solicitud, se proporciona un sensor de par de torsión. El sensor de par de torsión incluye un husillo (árbol) y un par de rejillas de galgas extensiométricas. El par de galgas extensiométricas se montan en el husillo (árbol) en un patrón de cizallamiento para medir la tensión de cizallamiento en una dirección perpendicular a un radio del husillo (árbol) y se conectan eléctricamente en una disposición de puente de Wheatstone para medir la tensión de cizallamiento de las fuerzas de torsión mientras anulan la tensión de cizallamiento de las fuerzas de flexión.

45 De acuerdo con otro aspecto de la presente solicitud, se proporciona una bicicleta. La bicicleta incluye un par de brazos de manivela conectados por un husillo. Además, la bicicleta incluye un sensor de par de torsión. El sensor de par de torsión incluye un medidor de deformación orientado para medir la deformación a 45 grados con respecto a un eje del husillo y perpendicular a un radio del eje.

La figura 1 es una vista en perspectiva de una bicicleta;

50 la figura 2 es una vista en perspectiva de una bicicleta sin un sistema de transferencia de potencia y sin un sensor de par de torsión;

la figura 3A es una vista en perspectiva de un sensor de par de torsión de acuerdo con aspectos de la presente descripción;

55 la figura 3B es una vista en perspectiva de la parte frontal y posterior del sensor de par de torsión de la figura 3A;

la figura 4 es un esquema de un puente de Wheatstone;

la figura 5 es una vista en perspectiva de un sensor de par de torsión alternativo con un portador que no está cubierto por la presente solicitud sino por otra solicitud del solicitante;

la figura 6 es un gráfico que ilustra la salida de un sensor de par de torsión; y,

5 la figura 7 es un diagrama de bloques de una unidad de detección de sensor de acuerdo con aspectos de la presente descripción.

10 Con referencia a las figuras 1 y 2, un vehículo con ruedas propulsadas por persona 10, tal como una bicicleta y otros incluye un bastidor 12 y un soporte 14 para la persona tal como un asiento, montado en el bastidor 12. El soporte 14 soporta a un operador del vehículo propulsado por persona 10 y posiciona al operador humano dentro del alcance de brazos o del alcance de piernas de un par de brazos de manivela 16 montados de manera rotativa en el bastidor 12. Los brazos de manivela 16 rotan alrededor de un eje común 18, típicamente perpendicular al plano medio sagital del operador, y transforma el movimiento alternativo de los brazos o piernas del operador en movimiento rotativo. En algunas realizaciones, un par de interfaces humanas 20 se monta en los brazos de manivela 16 para ayudar al operador a rotar los brazos de manivela 16. Las interfaces humanas 20 pueden incluir, por ejemplo, pedales, empuñaduras, y así sucesivamente.

15 Los brazos de manivela 16 se montan rotativamente en el bastidor 12 a través de una carcasa 22 (figura 2), tal como una carcasa del pedalier, del bastidor 12. La carcasa 22 incluye una región hueca 24 dispuesta entre un primer extremo abierto y un segundo extremo abierto. En algunas realizaciones, la carcasa 22 tiene forma cilíndrica. Un sensor de par de torsión 26 (figuras 3A y 3B) se extiende a través de la región hueca 24 de la carcasa 22 y conecta operativamente los brazos de manivela 16, uno en cada extremo abierto de la carcasa 22, uno al otro. Por ejemplo, los brazos de manivela 16 se pueden conectar mecánicamente al sensor de par de torsión 26. Como se explica en detalle en la presente memoria descriptiva más adelante, el sensor de par de torsión 26 mide el par de torsión alrededor del eje común 18.

20 Un sistema de transferencia de potencia 28 montado en el bastidor 12 transfiere el movimiento rotativo de los brazos de manivela 16 a un sistema de accionamiento 30 montado en el bastidor 12. La transferencia puede realizarse eléctricamente, mecánicamente, y así sucesivamente. Por ejemplo, el sistema de transferencia de potencia 28 puede incluir un generador que transforma el movimiento rotativo en potencia eléctrica empleada por el sistema de accionamiento 30. Como otro ejemplo, el sistema de transferencia de potencia 28 puede incluir una correa y / o cadena 32 que transfiere el movimiento rotativo al sistema de accionamiento 30. En algunas realizaciones, los brazos de manivela 16 incluyen un brazo de manivela de accionamiento 34 y un brazo de manivela no de accionamiento (no mostrado). El brazo de manivela de accionamiento 34 es el brazo de manivela desde el cual se transfiere el movimiento rotativo. Por ejemplo, cuando el movimiento rotativo se transfiere mecánicamente con la correa y / o la cadena 32, el brazo de manivela de accionamiento 34 es el brazo de manivela con platos 36 conectados al mismo.

25 El sistema de accionamiento 30 recibe potencia del sistema de transferencia de potencia 28 y propulsa el vehículo propulsado por persona 10 con el mismo. El sistema de accionamiento 30 puede incluir, por ejemplo, una rueda, un propulsor, un rotor, etc. Además, en algunas realizaciones, el sistema de accionamiento 30 puede incluir además un piñón o similar 38 para recibir la potencia mecánica del sistema de transferencia de potencia 28. Además, en algunas realizaciones, el sistema de accionamiento 30 puede incluir adicionalmente un motor eléctrico para recibir potencia eléctrica del sistema de transferencia de potencia 28.

30 El vehículo propulsado por persona 10 puede incluir además una unidad de detección de sensor 40 y un dispositivo receptor 42 que, opcionalmente, tiene una pantalla 44. La unidad de detección de sensor 40 calcula la potencia en base a los datos recibidos, típicamente sobre un primer enlace de comunicación cableado, a partir del sensor de par de torsión 26. Además, o alternativamente, la unidad de detección de sensor 40 almacena los datos recibidos y / o los datos de potencia calculados localmente en una memoria, y / o transmite los datos recibidos y / o los datos de potencia calculados al dispositivo receptor 42 por medio de un segundo enlace de comunicación. Típicamente, el segundo enlace de comunicación es un enlace de comunicación inalámbrica. Sin embargo, el segundo enlace de comunicación puede ser un enlace de comunicación por cable, tal como un enlace de comunicación de bus serie universal (USB). En algunas realizaciones, el segundo enlace de comunicación se emplea además para escribir y / o actualizar el firmware de la unidad de detección de sensor 40. El dispositivo receptor 42 recibe los datos por medio del segundo enlace de comunicaciones, y almacena los datos recibidos en una memoria local y muestra los datos recibidos en la pantalla 44. La pantalla 44 es, por ejemplo, una de entre una pantalla LCD, una pantalla LED, una pantalla de plasma, una pantalla de proyección, una pantalla táctil y otras similares. El dispositivo receptor 42 es, por ejemplo, un dispositivo móvil, tal como un iPhone®.

35 La unidad de detección de sensor 40 y / o el dispositivo receptor 42 están montados típicamente de forma desmontable en el bastidor 12 para que puedan moverse de un vehículo propulsado por persona a otro. Por ejemplo, la unidad de detección de sensor 40 se puede montar de forma desmontable en un espacio hueco 46 (figura 3A) del sensor del par de torsión 26 o en los brazos de manivela 16. Como otro ejemplo, el dispositivo receptor 42 se puede montar de forma desmontable en un dispositivo de dirección 48, tal como una rueda, manillar, etc., del vehículo

propulsado por persona 10. En algunas realizaciones, el dispositivo receptor 42 está integrado en la unidad de detección de sensor 40.

Con referencia a las figuras 3A y 3B, el sensor de par de torsión 26 incluye un husillo 50 y al menos unas galgas extensiométricas 52, 54 montadas en el husillo 50. El al menos una galga extensiométrica 52, 54 se puede montar en una superficie interior del husillo 50 o una superficie exterior del husillo 50. Cada galga extensiométrica 52, 54 incluye al menos una rejilla 56, 58. Por lo tanto, como mínimo, el sensor de par de torsión 26 incluye al menos una rejilla 56, 58, en el que la al menos una rejilla 56, 58 pueden estar en una galga extensiométrica individual o en galgas extensiométricas separadas para el montaje. Además, cada rejilla 56, 58 está dispuesta en un patrón de cizallamiento en el husillo 50. En otras palabras, cada rejilla 56, 58 está dispuesta a aproximadamente 45 grados positivos o negativos desde un eje 60 del husillo 50. Aproximadamente 45 grados desde el eje 60 del husillo 50 significa típicamente de 37 a 53 grados desde el eje 60 del husillo 50. Como se usa en la presente memoria descriptiva, una rejilla también se conoce como una rejilla de galgas extensiométricas.

Típicamente, el sensor de par de torsión 26 incluye un único par de rejillas, como se ilustra en las figuras 3A y 3B. Sin embargo, se contemplan otras realizaciones. Por ejemplo, el sensor de par de torsión 26 puede incluir una única rejilla. Como otro ejemplo, el sensor de par de torsión 26 puede incluir una pluralidad de pares de rejillas, tales como dos pares de rejillas. Con referencia a la figura 3B, cada rejilla 56, 58 del único par está situada axialmente en el husillo 50 posicionado radialmente a aproximadamente 180 grados de la otra rejilla (es decir, en lados opuestos del husillo 50) y las rejillas 56, 58 tienen la misma orientación con respecto al eje 60. Aproximadamente 180 grados desde la otra rejilla típicamente significa 165 a 195 grados desde la otra rejilla.

Cuando el sensor de par de torsión 26 incluye dos pares de rejillas, un primer par y un segundo par, cada uno de los pares se posiciona como se hace para el par único, excepto en que el primer par está situado para medir la tensión positiva y el segundo par está situado para medir la tensión negativa para la misma carga torsional. Por lo tanto, para cada uno del primer par y del segundo par, cada rejilla del par se encuentra situada sobre el husillo 50, posicionada axialmente a aproximadamente 180 grados de la otra rejilla (es decir, en lados opuestos del husillo 50) y las rejillas tienen la misma orientación con respecto al eje 60. Como se ha hecho notar más arriba, aproximadamente 180 grados desde la otra rejilla típicamente significa de 165 a 195 grados desde la otra rejilla. Si las rejillas del primer par están orientadas a aproximadamente 45 grados positivos desde el eje 60 del husillo 50, las rejillas del segundo par están orientadas a aproximadamente 45 grados negativos desde el eje 60 del husillo 50. Si las rejillas del primer par están orientadas a aproximadamente 45 grados negativos del eje 60 del husillo 50, las rejillas del segundo par están orientadas a aproximadamente 45 grados positivos del eje 60 del husillo 50.

El estado de esfuerzo de cizallamiento puro en la superficie de un husillo (árbol) (es decir, sin fuerzas de flexión) es equivalente a esfuerzos de tracción y compresión iguales en un elemento rotado en un ángulo de aproximadamente 45 grados. Por lo tanto, un elemento rectangular con lados a aproximadamente 45 grados con respecto al eje del husillo (árbol) estará sometido a esfuerzos de tensión y compresión. Si se tuerce una barra hecha de un material que es más débil a tensión que a cizallamiento, se producirá un fallo en la tensión a lo largo de una hélice inclinada a unos 45 grados con respecto al eje. Esto se observa fácilmente retorciendo una pieza de tiza. De esta manera, una rejilla de galga extensiométrica alineada a aproximadamente 45 grados con el eje de un husillo (árbol) (es decir, en un patrón de cizallamiento) medirá la tensión de cizallamiento del esfuerzo de cizallamiento en un husillo (árbol) sometido a torsión. Solo se necesita una rejilla en un patrón de cizallamiento para medir la tensión de torsión de un husillo (árbol) en torsión pura.

Si se aplican fuerzas de flexión, sin torsión, a un husillo (árbol) que tiene una rejilla a aproximadamente 45 grados respecto al husillo, la rejilla también puede medir la tensión axial a partir de la tensión axial de la fuerza de flexión dependiendo de la ubicación de la rejilla. Esto se puede observar colocando dos marcas circulares paralelas alrededor de un borrador cilíndrico y a continuación aplicando una fuerza de flexión al borrador. Se observará que la deformación por flexión varía de tracción a compresión observando que el espacio entre las marcas circulares aumenta y disminuye para las deformaciones por tracción y compresión, respectivamente. Un lado de la superficie del borrador estará en tensión, mientras que el lado ubicado axialmente opuesto radialmente a aproximadamente 180 grados estará en compresión. En cerca de aproximadamente 90 grados desde la tensión de compresión o el esfuerzo de tensión máximos, no habrá tensión (es decir, el eje neutro).

En vista de lo anterior, se debe apreciar que las rejillas 56, 58 miden la tensión de cizallamiento (esfuerzo de compresión o tracción) causada cuando el brazo de manivela no de accionamiento rota alrededor del eje común 18. Las rejillas 56, 58 también miden la tensión de flexión debido a las fuerzas de flexión, que producen tanto la tensión axial de compresión como la tensión en los lados opuestos del husillo 50 y que se presenta como tensión de cizallamiento a unos 45 grados respecto al eje 60. Como se mostrará, cuando las fuerzas de flexión no se pueden eliminar mecánicamente, dos rejillas en un patrón de cizallamiento correctamente ubicadas en un husillo (árbol) y conectadas eléctricamente en un puente de Wheatstone pueden medir solo la tensión de torsión.

Con referencia a la figura 4, las rejillas 56, 58 del par único de rejillas están conectadas eléctricamente en una disposición de puente de Wheatstone 62. Debido a la disposición física de las rejillas 56, 58 sobre el husillo 50, la tensión medida en las rejillas 56, 58 debido a las fuerzas de flexión resultan en voltajes sustractivos en la disposición 62 del puente de Wheatstone, mientras que la tensión torsional medida por las rejillas 56, 58 de las fuerzas torsionales

da como resultado voltajes aditivos. Por el contrario, si el sensor de par de torsión 26 solo incluyera una única rejilla, se medirían la tensión torsional y las fuerzas de flexión, si están presentes.

Cada rejilla 56, 58 está conectada en serie con una resistencia 64, 66, cada resistencia 64, 66 tiene un valor de resistencia igual a la de su rejilla correspondiente 56, 58. Las dos combinaciones en serie de una rejilla y una resistencia están conectadas en paralelo, de modo que las rejillas 56, 58 están conectadas indirectamente una a la otra a través de las resistencias 64, 66. Se proporciona un voltaje de entrada E, tal como 3 voltios, a través de la disposición del puente de Wheatstone 62. El voltaje de salida e_0 es el voltaje que se extiende entre los puntos medios de las dos combinaciones en serie y es proporcional al par de torsión. Teóricamente, el voltaje de salida e_0 no se ve afectado por la tensión de flexión. Sin embargo, en la práctica, las tolerancias en el posicionamiento de la galga provocan la observancia de cierta tensión de flexión (si está presente). No obstante, el 95% o más de la tensión de flexión típicamente se anula. En algunas realizaciones, la entrada y la salida a la disposición del puente de Wheatstone 62 terminan en conectores eléctricos.

La disposición del puente de Wheatstone 62 también se puede emplear para dos pares de rejillas. En una realización de este tipo, las resistencias son reemplazadas por el segundo par de rejillas de tensión, que son de igual resistencia que el primer par. Además, el voltaje de salida e_0 es el doble de lo que sería con un solo par de rejillas de tensión.

La figura 5 muestra un sensor de par de torsión con un portador que no se reivindica en la presente solicitud, sino en otra aplicación del solicitante. Con referencia a la figura 5, un sensor de par de torsión 26 incluye un soporte 68 montado en el husillo 50 dentro del espacio hueco 46 del husillo 50. En contraste con la realización de las figuras 3A y 3B, la al menos una rejilla 56, 58 está montada en el portador 68, en lugar de hacerlo en el husillo 50. Las rejillas 56, 58 de galgas extensiométricas están montadas en el portador 68 de la misma manera que se hace para el husillo 50. Es decir, las rejillas 56, 58 de galgas extensiométricas están montadas en un patrón de cizallamiento, en el que cada rejilla 56, 58 de galgas extensiométricas está a unos 45 grados desde el husillo 70 del transportador 68. Aproximadamente 45 grados desde el husillo 70 del transportador 68 típicamente significa de 37 a 53 grados desde el husillo 70 del transportador 68. Además, para un par de rejillas, las rejillas están posicionadas axialmente a aproximadamente 180 grados de la otra rejilla (es decir, en lados opuestos del soporte 68) y las rejillas tienen la misma orientación con respecto al husillo 70. Aproximadamente 180 grados desde la otra rejilla generalmente significa de 165 a 195 grados desde la otra rejilla. La interconexión eléctrica de las rejillas 56, 58 de galgas extensiométricas sigue siendo la misma que la que se ha descrito más arriba.

Las galgas extensiométricas, especialmente del tipo de resistencia, tienen límites de fatiga cíclica conocidos en función de la tensión, por lo que requieren que la tensión sea limitada. La rigidez torsional (ángulo de torsión por unidad de par de torsión) del husillo 50 o del portador 68 es proporcional al I_p (momento polar de inercia), G (módulo de elasticidad de cizallamiento) y L (longitud). Por lo tanto, el ángulo de giro por unidad de longitud está basado en $I_p \times G$. G depende de las propiedades del material y I_p depende de la geometría. Con un diseño adecuado del husillo 50, la tensión se puede mantener por debajo del límite de fatiga. De manera similar, la tensión sobre el portador 68 también se puede mantener por debajo de los límites de fatiga.

Aunque el husillo 50 se ha mostrado y descrito como hueco hasta ahora, se debe apreciar que el husillo 50 puede ser sólido o al menos parcialmente sólido. Por ejemplo, una porción del husillo 50 sobre la cual está montado el al menos un medidor de deformación 52, 54 puede ser sólida, mientras que la porción restante del husillo 50 puede ser hueca. Los brazos 16 de la manivela pueden estar montados en las partes huecas del husillo 50.

Con referencia a la figura 6, un gráfico ilustra la salida del sensor de par de torsión 26 después de la amplificación. La ordenada corresponde al par de torsión, y la abscisa corresponde al tiempo. Como se puede ver, hay un par de torsión pico durante la revolución del husillo 50, y el pico a pico corresponde a una revolución. Por lo tanto, la velocidad angular puede ser determinada en función del par de torsión que se observa en función del tiempo. Puesto que la potencia es el producto del par de torsión por la velocidad angular, la potencia también puede ser determinada.

Con referencia a la figura 7, una realización de la unidad de detección de sensor (o unidad de medición de potencia) 40 incluye un convertidor analógico a digital 78 que recibe la salida del sensor de par de torsión 26 y la convierte a datos digitales. En algunas realizaciones, la unidad de detección de sensor 40 incluye además un amplificador operacional 80 para amplificar la salida del sensor de par de torsión 26 antes de que pase al convertidor analógico a digital 78. El amplificador operacional 80 puede estar formado integralmente con el convertidor analógico a digital 78 o estar separado. Un microcontrolador 82 de la unidad de detección de sensor 40, opcionalmente integrado con el convertidor analógico a digital 78, recibe los datos digitales. En algunas realizaciones, el microcontrolador 82 recibe además datos de un sensor de velocidad angular 84. Al igual que con el sensor de par de torsión 26, estos datos pueden ser pasados a través de un convertidor analógico a digital (no mostrado).

En algunas realizaciones, el sensor de velocidad angular 84 determina la velocidad angular mediante la detección de la posición en función del tiempo, tal como un interruptor de lámina o de efecto Hall y un imán o alguna forma de codificador con un número predeterminado de recuentos que pueden ser usados con un contador y temporizador. Alternativamente, en algunas realizaciones, el sensor de velocidad angular 84 determina la velocidad angular mediante el cálculo inverso de la velocidad y la posición usando datos de aceleración de un acelerómetro. Alternativa-

mente, en algunas realizaciones, se usa un giroscopio (no mostrado), tal como los que utilizan el principio de Coriolis, para detectar la medición de la velocidad angular. Esto proporciona redundancia y precisión adicional en la medición y el cálculo del medidor de potencia. Otra ventaja de usar el giroscopio es que se mejora la medición de potencia, especialmente a una cadencia más baja, cuando hay una mayor variación en la velocidad angular en la carrera del pedal.

El microcontrolador 82, utilizando los datos digitales del sensor de par de torsión 26 y, opcionalmente, el sensor de velocidad angular 84, calcula la potencia del brazo de manivela no de accionamiento. Un procesador del microcontrolador ejecuta instrucciones ejecutables del procesador en una memoria que realiza los cálculos. Como se ha señalado más arriba, la potencia es el producto del par de torsión por la velocidad angular. Por lo tanto, cuando se reciben datos del sensor de velocidad angular 84, la potencia es simplemente el producto del par de torsión en ese momento por la velocidad angular en ese momento. Cuando no existe un sensor de velocidad angular, la velocidad angular se determina observando el par de torsión en función del tiempo, como se muestra en la figura 6. Por ejemplo, el número de ciclos (pico a pico) por unidad de tiempo, tal como segundos o minutos, se cuenta usando un reloj del microcontrolador 82. La potencia es entonces el producto de la velocidad angular, de acuerdo con lo que se determina contando el número de ciclos por unidad de tiempo, por el par de torsión actual.

El sensor de par de torsión 26 mide solo el par de torsión aplicado al brazo de manivela no de accionamiento. Por lo tanto, el microcontrolador 82 típicamente multiplica la potencia calculada por dos. Multiplicar por dos es suficiente para los cálculos de potencia para la mayoría de los operadores, ya que la potencia aplicada por las dos extremidades humanas a los dos brazos de manivela 16 es generalmente la misma. Para situaciones en las que esto es insuficiente, la unidad de detección de sensor 40 permite la medición de la potencia de ambos brazos de la manivela utilizando otro medidor de potencia o posiblemente otro sensor de par de torsión con una manivela y una disposición de husillo modificados. En cuanto al primero, el microcontrolador 82 puede recibir mediciones de potencia total del otro medidor de potencia. La potencia en el brazo de la manivela no de accionamiento se puede calcular utilizando el sensor de par de torsión 26 y la potencia en el brazo de la manivela con accionamiento 34 se puede calcular restando la potencia del brazo de la manivela no de accionamiento de la potencia total recibida del otro medidor de potencia. Ventajosamente, para aquellos operadores que tienen medidores de potencia que solo proporcionan la potencia total, se puede obtener una mejor resolución de la potencia en cada brazo de manivela mediante el uso en combinación con el sensor de par de torsión 26.

Después de calcular la potencia total y, opcionalmente, la potencia para cada brazo de manivela, la potencia calculada y, opcionalmente, los datos utilizados para calcular la potencia, se transmiten al dispositivo receptor 42 utilizando un transceptor 86. Adecuadamente, el transceptor 86 es un transceptor inalámbrico que utiliza una antena 88. Sin embargo, el transceptor 86 se puede conectar al dispositivo receptor 42 a través de una conexión por cable, tal como una conexión USB. En algunas realizaciones, el transceptor 86 también se emplea para recibir firmware y / o actualizaciones de firmware (es decir, instrucciones ejecutables del procesador o actualizaciones de las instrucciones ejecutables del procesador) para el microcontrolador 82 de la unidad de detección de sensor 40.

Haciendo referencia de nuevo a la figura 5, la unidad de detección de sensor 40 se muestra dentro del husillo 50. Esto se debe contrastar con el posicionamiento de la unidad de detección de sensor 40 que se muestra en la figura 1. Además, como se muestra, la unidad de detección de sensor 40 y el sensor de par de torsión 26 reciben potencia de una batería 90. La potencia se transfiere desde la batería 90 a la unidad de detección de sensor 40 y al sensor de par de torsión 26 por medio de un cable 92, tal como un cable plano. El cable 92 también transporta datos entre el sensor de par de torsión 26 y la unidad de detección de sensor 40. En otras realizaciones, se pueden emplear cables de datos y de alimentación separados.

Una ventaja del sensor de par de torsión 26 que se desvela en la presente memoria descriptiva es que las deformaciones por flexión se pueden medir y eliminar de las deformaciones debido a la compresión y la tensión causadas por el par de torsión aplicado a la manivela. Además, la potencia se puede calcular revisando el par de torsión en función del tiempo. El sensor de par de torsión 26 que se describe en la presente memoria descriptiva es simple y de bajo costo. Tiene solo un número reducido de componentes porque los componentes están separados, es más fácil la solución de problemas y los costos de reparación son menores. Además, una bicicleta se puede hacer "lista para la medición de potencia". Además, se puede reacondicionar un pedalier de bicicleta existente.

La presente divulgación se ha descrito con referencia a las realizaciones preferidas. Obviamente, modificaciones y alteraciones se les ocurrirán a otros al leer y comprender la descripción detallada anterior. Por ejemplo, se debe apreciar que otros tipos de vehículos propulsados por persona también podrían emplear el sensor de par de torsión que se describe en la presente memoria descriptiva. También lo podría hacer una variedad de otros objetos, tales como herramientas manuales y otros productos. Se pretende que la divulgación reciente se interprete como que incluye todas las modificaciones y alteraciones en la medida en que estén dentro del alcance de las reivindicaciones adjuntas o sus equivalentes.

REIVINDICACIONES

1. Un sensor de par de torsión (26) que comprende:

un husillo (50) que incluye un primer extremo que puede estar conectado operativamente a un primer brazo de manivela (16) e incluye un segundo extremo que puede estar conectado operativamente a un segundo brazo de manivela (16); y,

caracterizado por un par de rejillas (56, 58) de galgas extensiométricas montadas en el husillo (50) en un ángulo positivo o en un ángulo negativo de aproximadamente 37° a 53° desde un eje (60) del husillo (50), para medir la tensión de cizallamiento en una dirección perpendicular a un radio del husillo (50), incluyendo el par de rejillas (56, 58) de galgas extensiométricas una primera rejilla (56) de galgas extensiométricas orientadas en un primer ángulo de aproximadamente 37° a 53° desde el eje (60) del husillo (50) e incluye una segunda rejilla (58) de galgas extensiométricas orientada en un segundo ángulo de aproximadamente 37° a 53° desde el eje (60) del husillo (50),

en el que el primer ángulo puede ser un ángulo positivo o un ángulo negativo desde el eje (60) del husillo (50) y el segundo ángulo puede ser un ángulo positivo o un ángulo negativo desde el eje (60) del husillo (50), el par de rejillas (56, 58), de galgas extensiométricas que se pueden conectar eléctricamente a una disposición de puente de Wheatstone (62) de modo que las deformaciones por flexión en el husillo (50) medidas por las rejillas (56, 58) de galgas extensiométricas dan como resultado los voltajes activos en la disposición del puente de Wheatstone (62) y las tensiones torsionales en el husillo (50) medidas por las rejillas (56, 58) de galgas extensiométricas dan como resultado voltajes aditivos para proporcionar, como datos de tensión, un voltaje de salida (e_o) proporcional al par de torsión.

2. El sensor de par de torsión (26) de acuerdo con la reivindicación 1 que comprende además una resistencia (64, 66) conectada en serie con una correspondiente de las rejillas (56, 58) de galgas extensiométricas, en la que la resistencia tiene un valor de resistencia igual a la de su rejilla correspondiente (56, 58)
3. El sensor de par de torsión (26) de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 - 2 en el que el primer extremo del husillo (50) está configurado para conectarse a un brazo de manivela de accionamiento(34) y el segundo extremo del husillo (50) está configurado para conectar a un brazo de manivela no de accionamiento.
4. El sensor de par de torsión (26) de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 - 3, en el que el par de rejillas (56, 58) de galgas extensiométricas está montado en una superficie exterior del husillo (50) o en una superficie interior del husillo (50).
5. El sensor de par de torsión (26) de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 - 4, en el que el par de rejillas (56, 58) de galgas extensiométricas está dispuesto en una porción media del husillo (50).
6. El sensor de par de torsión (26) de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 - 5, en el que la primera rejilla (56) de galgas extensiométricas está situada circunferencialmente en el husillo (50) aproximadamente de 165° a 195° de la segunda rejilla (58) de galgas extensiométricas.
7. El sensor de par de torsión (26) de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1 - 6, en el que el sensor de par de torsión (26) incluye dos pares de rejillas (56, 58) de galgas extensiométricas, incluyendo el primer par de rejillas (56, 58) de galgas extensiométricas la primera rejilla (56) de galgas extensiométricas y la segunda rejilla (58) de galgas extensiométricas colocadas para medir la tensión torsional positiva en el husillo (50) e incluyendo el segundo par de rejillas de galgas extensiométricas (56', 58') una tercera rejilla (56') de galgas extensiométricas y una cuarta rejilla (58') de galgas extensiométricas colocadas para medir la tensión torsional negativa en el husillo (50).
8. El sensor de par de torsión (26) de acuerdo con la reivindicación 7, en el que un primer medidor de deformación (52) que está dispuesto en un primer lado del husillo (50) incluye la primera rejilla (56) de galgas extensiométricas del primer par de rejillas (56, 58) de galgas extensiométricas, y la tercera rejilla (56') de galgas extensiométricas del segundo par de rejillas (56', 58') de galgas extensiométricas y en el que una segunda galga extensiométrica (54) dispuesta en un segundo lado del husillo (50) incluye la segunda rejilla (58) de galgas extensiométricas del primer par de rejillas (56, 58) de galgas extensiométricas, y la cuarta rejilla (58') de galgas extensiométricas del segundo par de rejillas (56', 58') de galgas extensiométricas.
9. El sensor de par de torsión (26) de acuerdo con la reivindicación 8, en el que la primera rejilla (56) de galgas extensiométricas está en el primer ángulo desde el eje (60) del husillo (50), la segunda rejilla (58) de galgas extensiométricas está en el segundo ángulo desde el eje (60) del husillo (50), la tercera rejilla de galgas extensiométricas (56') está en un tercer ángulo aproximadamente de 37° a 53° desde el eje (60) del husillo (50), y la cuarta rejilla (58') de galgas extensiométricas está en un cuarto ángulo aproximadamente de 37° a 53° desde el eje (60) del husillo (50), en el que si el primer par de rejillas (56, 58) de galgas extensiométricas están orientadas aproximadamente de 37° a 53° positivos desde el eje (60) del husillo (50), el segundo par de rejillas (56',

58') de galgas extensiométricas están orientadas aproximadamente de 37° a 53° negativos desde el eje (60) del husillo (50).

- 5 10. El sensor de par de torsión (26) de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 - 9, en el que el primer par de rejillas (56, 58) de galgas extensiométricas están conectadas eléctricamente a la disposición del puente de Wheatstone (62) o en el que el primer par de rejillas (56, 58) de galgas extensiométricas y el segundo par de rejillas (56', 58') de galgas extensiométricas están conectadas eléctricamente a la disposición de puente de Wheatstone (62).
11. El sensor de par de torsión (26) de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 - 10, en el que el sensor de par de torsión (26) está configurado para enviar los datos de tensión a un procesador (82).
- 10 12. El sensor de par de torsión (26) de acuerdo con la reivindicación 11, en el que el procesador (82) está programado para calcular el par de torsión a partir de los datos de deformación recibidos, para calcular los datos de potencia a partir del par de torsión calculado y para transmitir los datos de potencia a un dispositivo receptor (42) por medio de una vía de comunicación cableada o inalámbrica.
- 15 13. El sensor de par de torsión (26) de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 11 - 12, en el que el procesador (82) está programado para recibir datos de velocidad angular de un sensor de velocidad angular (84) y para calcular los datos de potencia usando el par de torsión y los datos de velocidad angular calculados.
14. El sensor de par de torsión (26) de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 11 - 13, en el que la disposición de puente de Wheatstone (62) y el procesador (82) residen dentro del husillo (50).
- 20 15. Una bicicleta que incluye el sensor de par de torsión (26) de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1 - 14 y que comprende, además:
- un bastidor (12) que incluye una carcasa (22) del pedalier que tiene una primera abertura y una segunda abertura, extendiéndose el sensor de par de torsión (26) a través de la carcasa (22) del pedalier entre la primera abertura y la segunda abertura; y
- 25 el primer brazo de manivela (16) está conectado al primer extremo del sensor de par de torsión (26) adyacente a la primera abertura y el segundo brazo de manivela (16) está conectado al segundo extremo del sensor de par de torsión (26) adyacente a la segunda abertura, los brazos de manivela primero y segundo (16) pueden rotar con relación al bastidor (12).

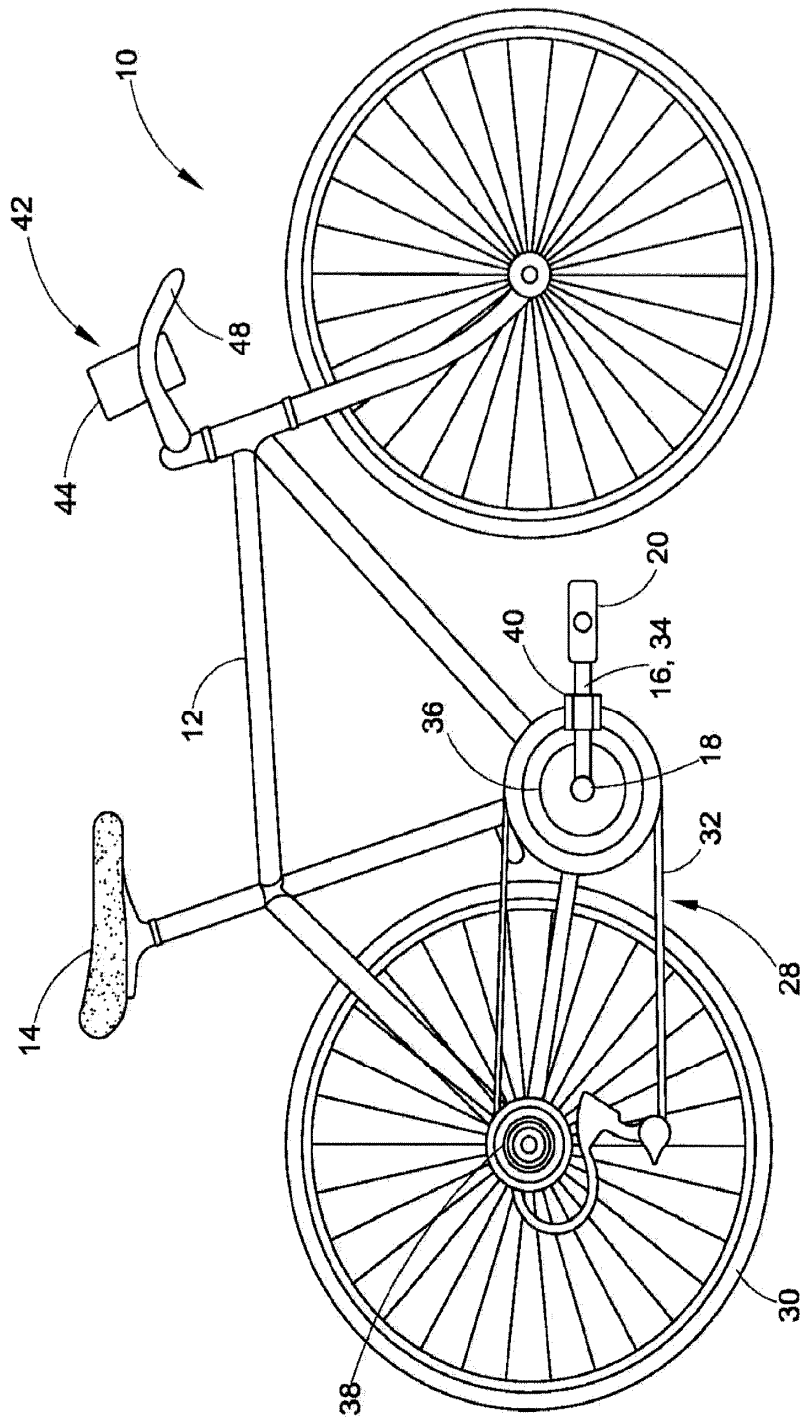


FIG. 1

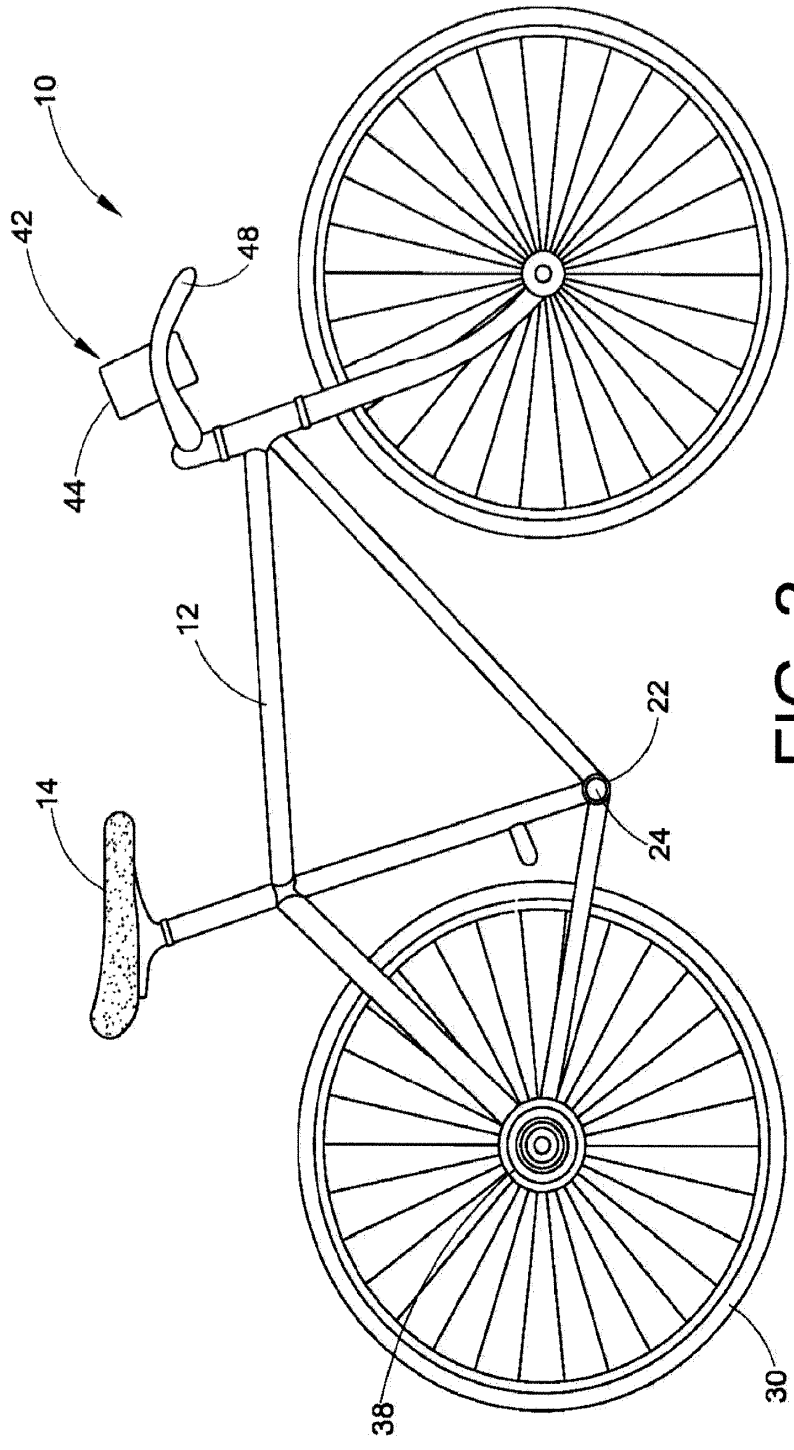
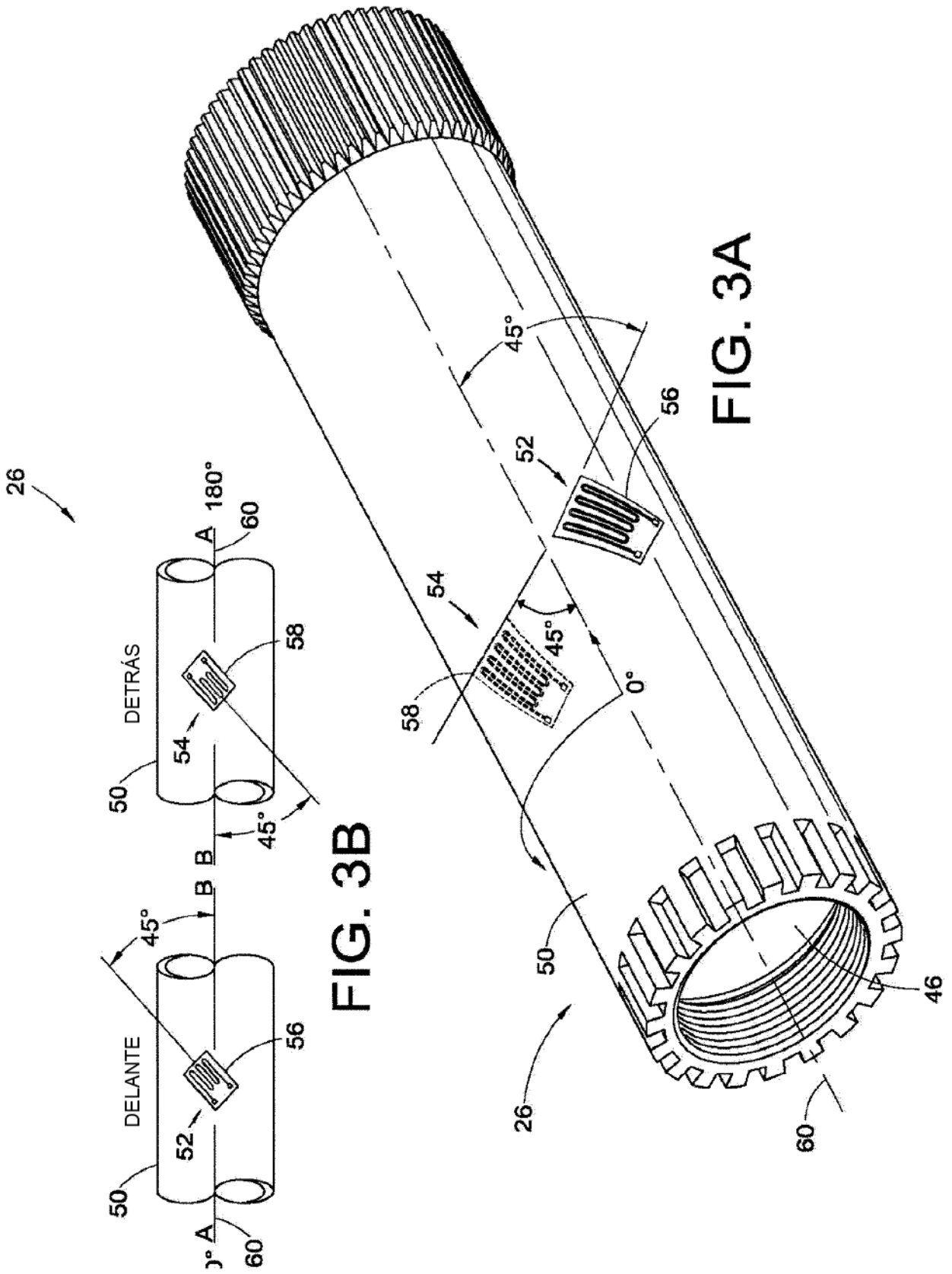


FIG. 2



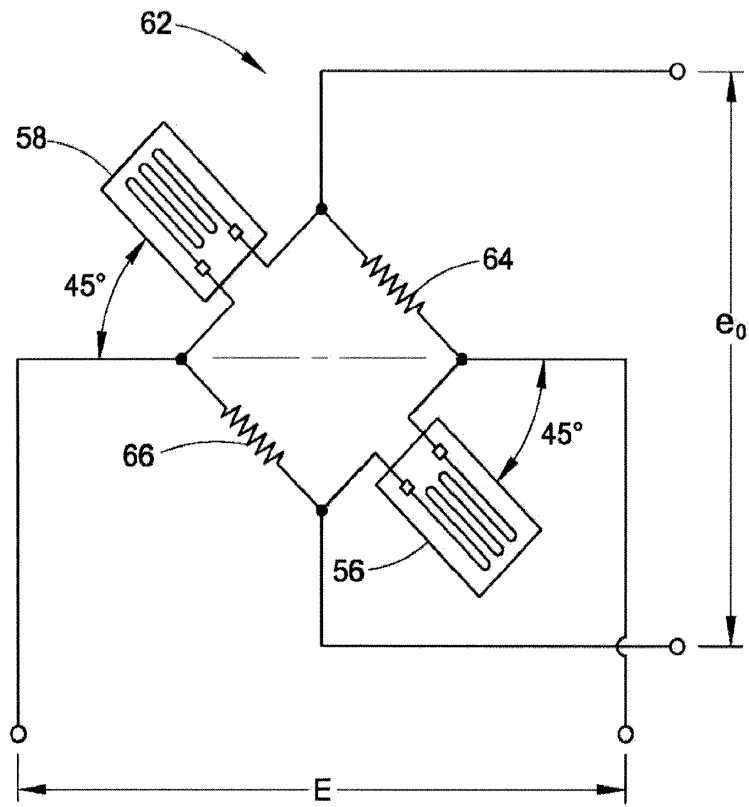


FIG. 4

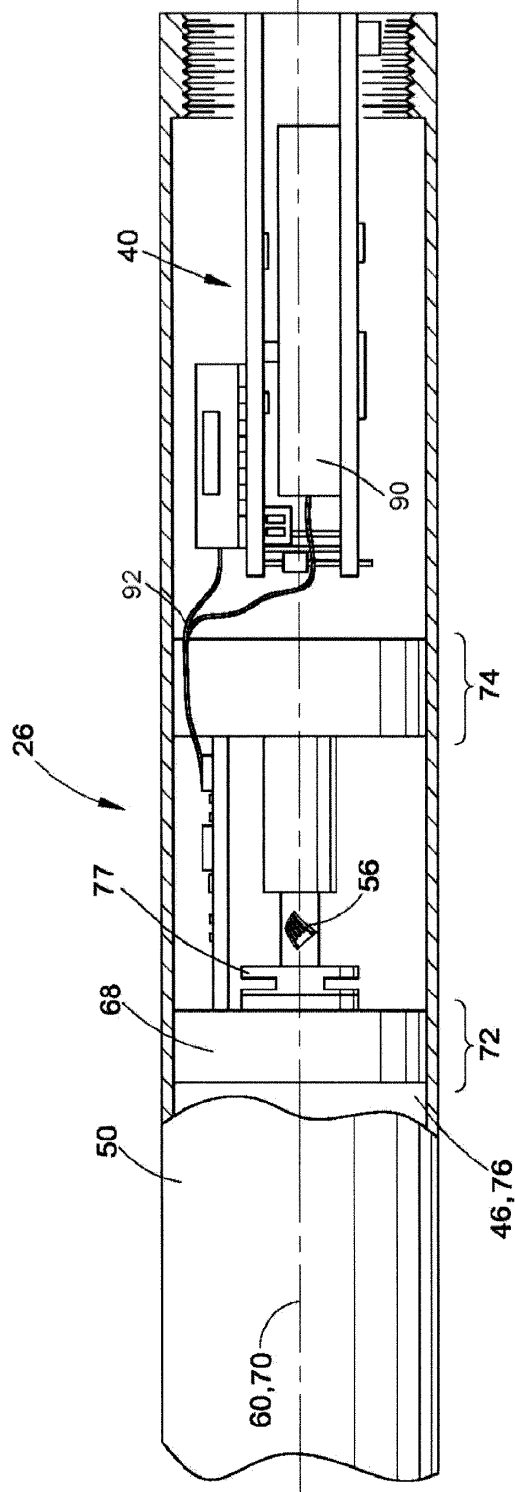
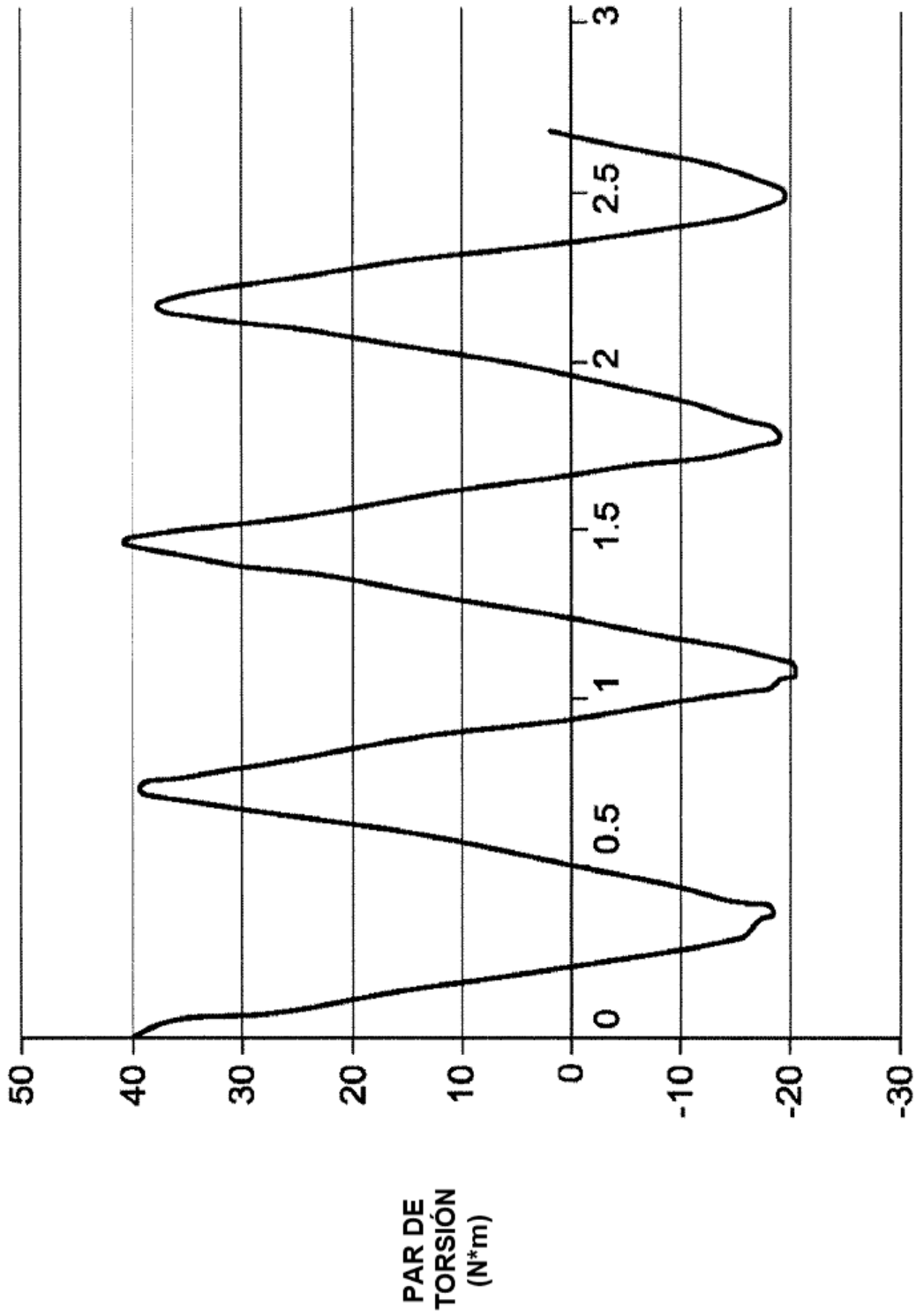


FIG. 5



TIEMPO
(SEGUNDOS)
FIG. 6

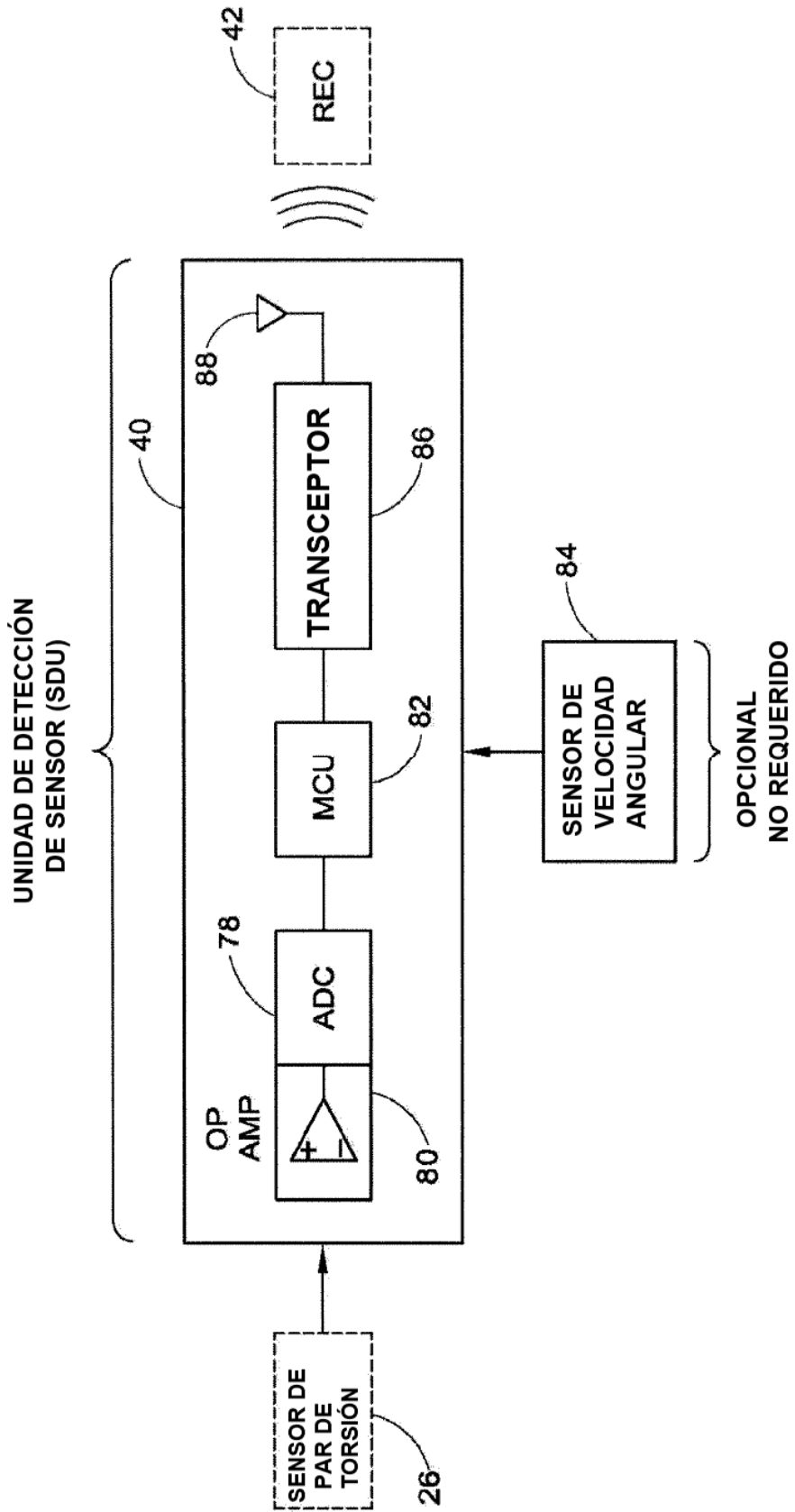


FIG. 7