

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 828 326**

51 Int. Cl.:

B62M 6/45 (2010.01)

B62M 6/55 (2010.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **24.10.2018** **E 18202271 (5)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **26.08.2020** **EP 3486154**

54 Título: **Propulsión híbrida para una bicicleta eléctrica**

30 Prioridad:

27.10.2017 DE 102017219398

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
26.05.2021

73 Titular/es:

**BROSE ANTRIEBSTECHNIK GMBH & CO.
KOMMANDITGESELLSCHAFT, BERLIN (100.0%)
Sickingenstrasse 29 - 38
10553 Berlin, DE**

72 Inventor/es:

HOPPACH, ELMAR

74 Agente/Representante:

VALLEJO LÓPEZ, Juan Pedro

ES 2 828 326 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

Propulsión híbrida para una bicicleta eléctrica

5 La invención se refiere a un procedimiento para hacer funcionar una propulsión híbrida para una bicicleta eléctrica según el preámbulo de la reivindicación 1 así como a una propulsión híbrida para una bicicleta eléctrica según la reivindicación 7.

10 Una propulsión híbrida para una bicicleta eléctrica con una propulsión por manivelas de pedal, con una propulsión por motor eléctrico unida eléctricamente a un acumulador, y con un engranaje unido en el lado de toma de fuerza a una rueda de cadena de un engranaje de cadena de la bicicleta eléctrica, permite básicamente tres estados de funcionamiento:

- 15 - un régimen de bicicleta con el solo accionamiento de la propulsión por manivelas de pedal por medio de fuerza muscular,
- un régimen de bicicleta eléctrica con la sola propulsión por motor eléctrico o
- un régimen pedelec con el accionamiento por fuerza muscular asistido por motor eléctrico.

20 Del documento DE102009045447A1 se conoce una bicicleta con un accionamiento auxiliar eléctrico que presenta un motor eléctrico, una batería unida al motor eléctrico para acumular energía eléctrica, una propulsión por manivelas de pedal con manivelas de pedal que están fijados a un eje de manivelas de pedal dispuesto de forma giratoria alrededor de un eje de manivelas de pedal, y un engranaje planetario para la propulsión de la bicicleta tanto por el motor eléctrico como por la fuerza muscular de un usuario. El engranaje planetario y el motor eléctrico unido a una rueda satélite del engranaje planetario a través de un árbol hueco están dispuestos alrededor del eje de manivelas de pedal, que discurre dentro del árbol hueco, de la propulsión por manivelas de pedal que está unida o bien a un soporte planetario o bien a la rueda hueca del engranaje planetario. Para la optimización del par, la bicicleta puede presentar un cambio de marchas realizado como cambio por cadena o por buje.

30 Para el frenado de bicicletas eléctricas se emplean frenos de mordaza, de disco o de contrapedal, con los que la energía cinética de la bicicleta eléctrica se convierte en energía térmica y de esta manera se destruye. Para recuperar una parte de esta energía cinética durante el frenado de la bicicleta eléctrica y aumentar de esta manera la autonomía de la propulsión por motor eléctrico, que depende del estado de carga del acumulador, se conoce el modo de iniciar por el accionamiento de una palanca de freno de mano un modo de recuperación en el que la energía cinética de la bicicleta eléctrica se convierte, a través de la propulsión por motor eléctrico que entonces trabaja en régimen de generador, en energía eléctrica pudiendo almacenarse en el acumulador de la propulsión por motor eléctrico.

40 Para excitar con precisión el freno de acción eléctrica, del documento DE102010028645A1 se conoce el modo de usar el accionamiento de pedales realizada por el usuario de la bicicleta eléctrica para ajustar un modo de recuperación deseado, un freno eléctrico o el modo de propulsión. Como accionamiento de pedales se usa un movimiento hacia atrás o un par de pedal y/o un número de revoluciones de pedal de los pedales de la propulsión por manivelas de pedal, tal como se producen durante accionamientos de un freno contrapedal convencional de una bicicleta. Mediante un movimiento hacia atrás de los pedales de la propulsión por manivelas de pedal se pueden realizar por tanto un frenado eléctrico y una recuperación con o sin frenos mecánicos, por ejemplo, por medio de un freno contrapedal.

50 Además de bicicletas con un cambio de marchas para la optimización del par emitido por la propulsión por manivelas de pedal se conocen bicicletas de entrada con rueda libre así como bicicletas de entrada sin rueda libre, las llamadas bicicletas "de piñón fijo". Con estas últimas, a causa del acoplamiento rígido entre la propulsión por manivelas de pedal y la rueda propulsada también es posible una marcha hacia atrás, mantener la bicicleta en posición a través de los pedales de la propulsión por manivelas de pedal y frenar por contrapresión sobre los pedales, de manera que, dado el caso, también se puede prescindir de frenos adicionales – como se prescribe en el ciclismo en pista, artístico y con pelota. Se aspira a emplear también en las bicicletas de una sola marcha de este tipo sin rueda libre una propulsión por motor eléctrico para apoyar y ampliar la función de la propulsión por manivelas de pedal así como para el frenado eléctrico y para la recuperación.

60 Del documento EP1642820B1 se conoce un sistema de propulsión con una multiplicación variable eléctricamente que presenta un piñón de propulsión unido a un árbol de propulsión, y un buje situado en el lado de toma de fuerza, en el que dos engranajes planetarios con respectivamente una primera y una segunda ruedas satélite, primeras y segundas ruedas planetarias dispuestas de forma giratoria alrededor de ejes sobre un primer y un segundo soporte planetario y compuestas por dos ruedas dentada escalonadas de diámetro pequeño y grande y una primera y una segunda ruedas huecas así como respectivamente un primer y un segundo motor eléctrico que trabaja durante el régimen de motor o de generador. La primera rueda satélite que rota alrededor de un eje y que está unida al rotor del primer motor eléctrico engrana con las ruedas dentadas de diámetro grande de las primeras ruedas planetarias, mientras que las ruedas dentadas de diámetro pequeño engranan con el dentado interior de la primera rueda hueca. El primer soporte planetario está unido al árbol de propulsión.

La segunda rueda satélite que igualmente rota alrededor del eje y que está unida al rotor del segundo motor eléctrico engrana con las ruedas dentada de diámetro grande de las segundas ruedas planetarias, cuyas ruedas dentadas de diámetro pequeño engranan con la segunda rueda hueca estacionaria, mientras que el segundo soporte planetario está unido fijamente al buje situado en el lado de toma de fuerza. Las primeras ruedas planetarias rotan por tanto de forma sincrónica con el segundo soporte planetario, pero a velocidades distintas.

El estator del primer motor eléctrico está unido de forma estacionaria al eje y el estator del segundo motor eléctrico está unido de forma estacionaria a la segunda rueda hueca.

Durante el funcionamiento de este sistema de propulsión, uno de los dos motores eléctricos trabaja como generador y emite potencia eléctrica al otro motor eléctrico que trabaja como motor, siendo determinada la magnitud de la potencia eléctrica por un equipo de control que por tanto determina también la velocidad con la que rota el motor eléctrico que trabaja como motor, de tal forma que el número de revoluciones del buje situado en el lado de toma de fuerza puede modificarse independientemente del número de revoluciones del árbol de propulsión. En una bicicleta con propulsión híbrida, el equipo de control puede emitir potencia eléctrica adicional a uno u otro de los motores eléctricos, para apoyar la potencia de propulsión aplicada por el usuario.

Del documento US2017/259883A1 se conoce una propulsión híbrida para una bicicleta eléctrica, que dentro de una carcasa presenta un primer motor, cuyo árbol de motor dispuesto paralelamente a un árbol de manivela de pedales de la propulsión híbrida está unido a un piñón que engrana con el dentado exterior de una rueda dentada de un engranaje reductor que está unido a un eje planetario del engranaje planetario, que está dispuesto sobre un soporte planetario y que soporta las ruedas planetarias con un doble dentado. El dentado de las ruedas planetarias engrana con el dentado de una rueda satélite unida al rotor de un segundo motor unido coaxialmente al árbol de manivela de pedales. El otro dentado de las ruedas planetarias engrana con el dentado interior de una rueda hueca unida a una rueda de cadena. El documento US2017/259883 describe una unidad de propulsión híbrida para una bicicleta eléctrica según el preámbulo de la reivindicación 7 y un procedimiento para controlar la propulsión híbrida para una bicicleta eléctrica según el preámbulo de la reivindicación 1.

Un controlador controla el primer motor y el segundo motor en función de señales que son emitidas por un sensor de par y un sensor de velocidad de la bicicleta, de manera que según el régimen de la propulsión híbrida, la relación de multiplicación se modifica de forma continua o de forma escalonada conforme a la velocidad de giro de la rueda satélite de las entradas en un ordenador de bicicleta o, en caso de una fuerza de apoyo correspondiente aplicada a través de los pedales se limita un aumento de la velocidad de giro del primer motor o se apaga el segundo motor y por tanto se reduce el consumo de corriente.

En esta propulsión híbrida, debido al tipo de construcción, el segundo motor realizado como motor de rotor interior o exterior es notablemente más grande que el primer motor, cuyo árbol de motor está unido al engranaje reductor, mientras que el segundo motor está acoplado directamente al engranaje planetario. Dado que para el frenado recuperador de la bicicleta eléctrica se requiere la determinación del par ejercido por el usuario sobre la propulsión por manivelas de pedal, por los motores eléctricos diferentes, la propulsión híbrida conocida del documento D2 tampoco resulta adecuada para determinar el par a partir de la diferencia de los componentes q de las corrientes de motor del primer y del segundo motor eléctrico.

Del documento US2012/012412A1 se conoce una propulsión híbrida para una bicicleta eléctrica con una propulsión por manivelas de pedal y con una propulsión por motor eléctrico que está unida eléctricamente a una batería recargable, con dos motores eléctricos que se pueden hacer funcionar como motores o como generadores y cuyos árboles de motor están unidos a diferentes elementos de engranaje de un engranaje de superposición realizado como engranaje planetario, que en el lado de propulsión está unido a la propulsión por manivelas de pedal y en el lado de toma de fuerza está unido a una rueda de cadena de un engranaje de cadena de la bicicleta eléctrica. En la propulsión híbrida conocida, el piñón unido al árbol de motor del primer motor /generador engrana con el dentado exterior de la rueda satélite del engranaje planetario, mientras que el piñón unido al árbol de motor del segundo motor / generador engrana en un dentado exterior de una rueda hueca del engranaje planetario. El dentado interior de la rueda hueca y un segundo dentado de la rueda satélite engranan con el dentado de ruedas planetarias, que están dispuestas de forma giratoria sobre un soporte planetario unido al árbol de manivela de pedales. La rueda hueca está acoplada a la rueda de cadena a través de una salida anular.

Puesto que el segundo motor /generador es aproximadamente el doble de grande que el primer motor / generador, debido a los motores eléctricos distintos, la propulsión híbrida conocida tampoco resulta adecuada para determinar a partir de los componentes q de las corrientes de motor del primer y del segundo motor eléctrico el par ejercido por el usuario sobre la propulsión por manivelas de pedal para el frenado recuperador.

Del documento US2016/318577A1 se conoce una propulsión híbrida para una bicicleta eléctrica con un freno contrapedal, que presenta un motor, un acumulador que alimenta al motor, un cigüeñal unido a pedales, un engranaje planetario con una rueda satélite y al menos una rueda planetaria escalonada de doble dentado, dispuesta sobre el soporte de ruedas planetarias, con dos piñones unidos entre sí y con una rueda hueca, y un

sensor de par unido al cigüeñal. El rotor del motor y el primer piñón de rueda planetaria están unidos a la rueda satélite, rodando el dentado del primer piñón de rueda planetaria en el dentado interior de la rueda hueca y girando el segundo piñón de rueda planetaria en un primer engranaje anular que está unido al cigüeñal. Un segundo engranaje anular está unido a una rueda de cadena que a través de una cadena acciona un piñón de rueda trasera de una rueda trasera. Un aparato de control electrónico recibe señales de entrada y emite señales para el control de una multiplicidad de componentes de la bicicleta eléctrica, especialmente el control del funcionamiento del motor eléctrico.

Por lo tanto, la propulsión híbrida conocida permite los regímenes

- asistencia de pedales, en el que se detectan el par y opcionalmente el número de revoluciones, la posición y el sentido del cigüeñal y, en función del par, del número de revoluciones o de la posición de los pedales, se conecta el motor eléctrico;
- rueda libre con giro de motor, en el que el cigüeñal se desembraga del motor eléctrico y el ciclista no acciona los pedales de la bicicleta eléctrica,
- rueda libre sin giro de motor, en el que el cigüeñal está desembragado del motor eléctrico y el motor no está acoplado a la rueda de cadena;
- freno contrapedal electrónico con modo de frenado regenerativo, en el que está retenido el giro de los pedales y el cigüeñal está desembragado del motor eléctrico, y el conductor puede ejercer sobre los pedales una fuerza en sentido contrario al sentido de las agujas del reloj / en sentido hacia atrás, de manera que el aparato medidor de par mide el par de reacción y hace que se envíe al motor un comando de frenado recuperativo para de esta manera generar energía que se reconduce al acumulador,
- modo de frenado recuperativo, en el que el motor ralentiza la bicicleta eléctrica, mientras se envía al motor un comando de frenado regenerativo.

Del documento US2017/0291660 se conoce una propulsión híbrida para una bicicleta eléctrica con y sin función de rueda libre así como con un régimen de recuperación, que presenta un engranaje de superposición que está realizado como engranaje planetario y unido tanto a dos motores eléctricos como a un cigüeñal. El rotor del primer motor está unido a una rueda satélite que engrana con las ruedas planetarias que están dispuestas de forma giratoria sobre un soporte planetario y que presentan un doble dentado, engranando un dentado con una rueda hueca del engranaje planetario y engranando el otro dentado con el dentado de la rueda satélite. La rueda hueca está unida a una rueda de cadena. El árbol de motor del segundo motor está unido a un engranaje reductor que se compone de un piñón unido al árbol de motor y de una rueda dentada que engrana con el dentado exterior del soporte planetario.

El funcionamiento de esta propulsión híbrida para una bicicleta eléctrica comprende los regímenes propulsión de la bicicleta eléctrica mediante el accionamiento de la propulsión por manivelas de pedal con y sin asistencia por los motores eléctricos, propulsión de la bicicleta eléctrica por los motores eléctricos, modificación no escalonada de la relación de multiplicación de la cadena cinemática de la propulsión por manivelas de pedal a la rueda de cadena por medio de los motores eléctricos, frenado por motor eléctrico de la bicicleta eléctrica, frenado recuperativo por motor eléctrico de la bicicleta eléctrica con carga del acumulador.

El objetivo de la presente invención consiste en proporcionar un procedimiento para hacer funcionar una propulsión híbrida para una bicicleta eléctrica con y sin función de rueda libre y/o de contrapedal, con una propulsión por manivelas de pedal que sea adecuado para la multiplicación con cambio variable, para la propulsión y el frenado recuperadores con un alto grado de eficacia así como para el control de los distintos regímenes a través de una interfaz así como para el empleo en un aparato de entrenamiento o en un aparato médico de rehabilitación, y que permita un ajuste de los distintos regímenes.

Este objetivo se consigue según la invención mediante un procedimiento para hacer funcionar una propulsión híbrida para una bicicleta eléctrica con y sin función de rueda libre y/o de contrapedal con una propulsión por manivelas de pedal con las características de la reivindicación 1.

La propulsión híbrida empleada para el procedimiento según la invención para una bicicleta eléctrica presenta una propulsión por manivelas de pedal que contiene un eje de manivelas de pedal unido por ambos extremos a manivelas de pedal, y una propulsión por motor eléctrico, unida eléctricamente a un acumulador, con dos motores eléctricos que están unidos a elementos e engranaje diferentes de un engranaje de superposición que en el lado de propulsión está unido a la propulsión por manivelas de pedal y en el lado de toma de fuerza está unido a la rueda de cadena del engranaje de cadena de la bicicleta eléctrica, en la cual el primer y el segundo motores eléctricos (2,3) están realizados de forma idéntica y dispuestos paralelamente al eje de manivelas de pedal (5), y el primer motor eléctrico (2) está unido a una primera rueda cilíndrica (21) de un primer engranaje reductor (21, 22) y el segundo motor eléctrico (3) está unido a una segunda rueda cilíndrica (31) de un segundo engranaje reductor (31, 32), y en la cual la primera y la segunda ruedas cilíndricas (21, 31) presentan números de dientes distintos y engranan con una primera o segunda rueda dentada (22, 32), dispuesta coaxialmente al eje de manivelas de pedal (5), del primer o

segundo engranaje reductor (21, 22; 31, 32), y la cual permite los regímenes para una bicicleta eléctrica con y sin función de rueda libre

- propulsión de la bicicleta eléctrica mediante el accionamiento de la propulsión por manivelas de pedal con y sin asistencia por la propulsión por motor eléctrico,
- propulsión de la bicicleta eléctrica por la propulsión por motor eléctrico,
- modificación no escalonada o escalonada de la relación de multiplicación de la cadena cinemática de la propulsión por manivelas de pedal a la rueda de cadena, por medio de la propulsión por motor eléctrico,
- frenado por motor eléctrico de la bicicleta eléctrica,
- frenado recuperativo por motor eléctrico de la bicicleta eléctrica con carga del acumulador

Según la invención, estos regímenes son predefinidos por el usuario de la bicicleta eléctrica en un dispositivo de entrada y de visualización conectado a un equipo de control que se carga con los valores reales de los motores eléctricos y que emite valores teóricos a los motores eléctricos, y por el tipo del accionamiento de la bicicleta eléctrica, siendo ajustada la amplificación de la potencia emitida por el usuario al eje de manivelas de pedal, por medio del dispositivo de entrada y de visualización teniendo en consideración la multiplicación ajustada en el dispositivo de entrada y de visualización.

La intensidad del frenado recuperativo se modifica en una bicicleta eléctrica sin rueda libre especialmente en función de la intensidad del par antagónico ejercido por el usuario sobre los pedales de las manivelas de pedal en sentido contrario al sentido de giro de la propulsión por manivelas de pedal para un movimiento hacia delante, mientras que en una bicicleta eléctrica con rueda libre y contrapedal, la intensidad del frenado recuperativo es modificada por la intensidad de la fuerza de contrapedal ejercida por el usuario sobre los pedales de las manivelas de pedal en sentido contrario al sentido de giro de la propulsión por manivelas de pedal para un movimiento hacia delante.

Preferentemente, la potencia emitida por el usuario a la propulsión por manivelas de pedal se ajusta independientemente del respectivo estado de marcha de la bicicleta eléctrica, y en función del respectivo estado de marcha de la bicicleta eléctrica, en el régimen de motor se emite potencia de propulsión de la propulsión por motor eléctrico a la rueda de cadena o, en el régimen de generador, se emite potencia eléctrica de la propulsión por motor eléctrico al acumulador.

El par emitido por el usuario al eje de manivelas de pedal se determina preferentemente a partir de la componente q de la corriente de motor del primer motor eléctrico regulado de forma orientada al campo, a deducir la componente q de la corriente de motor del segundo motor eléctrico regulado de forma orientada al campo, teniendo en consideración las multiplicaciones de los motores eléctricos y la multiplicación del engranaje planetario.

En una forma de realización preferible, durante el frenado recuperador, mediante un giro hacia atrás de la propulsión por manivelas de pedal desde la parada se establece un creciente par de reacción de pedales a través del segundo motor eléctrico, que corresponde al par de frenado, produciéndose la recuperación de energía eléctrica a través del primer motor eléctrico que trabaja en régimen de generador.

En una bicicleta eléctrica sin función de rueda libre, según otra característica de la invención, la multiplicación de la propulsión por manivelas de pedal a la rueda de cadena puede ajustarse sin escalonamiento o de forma escalonada por medio del dispositivo de entrada y de visualización.

Tanto en una bicicleta eléctrica con función de rueda libre como en una bicicleta eléctrica sin función de rueda libre, en la propulsión híbrida según la invención, la amplificación de la potencia emitida por el usuario al eje de manivelas de pedal puede ajustarse por medio del dispositivo de entrada y de visualización, dado el caso, teniendo en consideración la multiplicación ajustada en el dispositivo de entrada y de visualización.

Ambos procedimientos descritos anteriormente permiten determinar la potencia de pedaleo del usuario sin un complicado sistema sensorial de par para la detección de la potencia de pedaleo ejercida sobre el eje de manivelas de pedal.

En una bicicleta eléctrica sin función de rueda libre se puede reproducir una rueda libre mecánica mediante la determinación de la posición del rotor del segundo motor eléctrico y el seguimiento del número de revoluciones de la rueda de cadena unida al rotor del primer motor eléctrico.

La propulsión híbrida según la invención también puede emplearse para fines de entrenamiento y de terapia. Por tanto, se pueden efectuar entre otras cosas una carga física constante del usuario para un entrenamiento cardiológico del usuario mediante la predefinición del valor teórico de la potencia de propulsión emitida por la propulsión por motor eléctrico, en función de la frecuencia cardíaca del usuario, de manera que a medida que aumenta la frecuencia cardíaca se emite una creciente fuerza de propulsión por motor eléctrico y a medida que disminuye la frecuencia cardíaca se emite una fuerza de propulsión por motor eléctrico reducida, de la propulsión por motor eléctrico al engranaje de superposición. No solo mediante el suministro de potencia eléctrica se puede evitar la carga del usuario, sino que además, mediante un frenado eléctrico se puede pedalear durante la marcha cuesta

abajo manteniendo de esta manera la frecuencia cardíaca en el rango de entrenamiento.

Una propulsión híbrida para una bicicleta eléctrica con un equipo de control (8) unido a un dispositivo de entrada y de visualización (9) para la realización del procedimiento según al menos una de las reivindicaciones 1 a 6, con una propulsión por manivelas de pedal que contiene un eje de manivelas de pedal unido por ambos extremos a manivelas de pedal, con una propulsión por motor eléctrico unida eléctricamente a un acumulador, con un primer y un segundo motores eléctricos (2, 3) que están unidos a diferentes elementos de engranaje de un engranaje de superposición (4) que en el lado de propulsión está unido a la propulsión por manivelas de pedal (5, 51, 52) y en el lado de toma de fuerza está unido a una rueda de cadena (6) de un engranaje de cadena de la bicicleta eléctrica, y en la cual el primer y el segundo motores eléctricos están realizados de forma idéntica y dispuestos paralelamente al eje de manivelas de pedal, y el primer motor eléctrico está unido a una primera rueda cilíndrica de un primer engranaje reductor y el segundo motor eléctrico está unido a una segunda rueda cilíndrica de un segundo engranaje reductor, y en la cual la primera y la segunda ruedas cilíndricas presentan números de dientes distintos y engranan con una primera o segunda rueda dentada, dispuestas coaxialmente al eje de manivelas de pedal, del primer o segundo engranaje reductor.

Esta realización de la propulsión híbrida para una bicicleta eléctrica permite emplear, según el régimen de la bicicleta eléctrica, un motor eléctrico o ambos motores eléctricos como propulsión por motor eléctrico. En el régimen "recuperación de energía" o recuperación en una bicicleta eléctrica sin rueda libre, se aprovechan ambos motores eléctricos para la recuperación. De esta manera se producen altas potencias de propulsión y un alto grado de eficacia, del que resulta entre otras cosas una gran autonomía de una bicicleta eléctrica.

Mediante la realización igual o idéntica del primer y segundo motores eléctricos dispuestos paralelamente al eje de manivelas de pedal y unidos a la primera o la segunda rueda cilíndrica de un primer o segundo engranaje reductor, se pueden emplear los mismos motores eléctricos que ahorran espacio, de manera que queda garantizado un modo de construcción económico. Puesto que la primera y la segunda ruedas cilíndricas engranan con una primera o segunda ruedas dentadas, dispuestas coaxialmente al eje de manivelas de pedal, del primer o segundo engranaje reductor, y pueden presentar un número de dientes distintos, la primera y la segunda ruedas dentadas pueden realizarse de la misma manera, lo que igualmente permite una construcción económica con los mismos componentes.

Preferentemente, el engranaje de superposición se compone de un engranaje planetario con una rueda satélite, con una rueda hueca dispuesta coaxialmente a la rueda satélite y con al menos una rueda planetaria engranada con la rueda satélite y la rueda hueca y dispuesta de forma giratoria sobre un soporte de ruedas planetarias, y en una primera forma de realización, la primera rueda dentada está unida a la rueda satélite y la segunda rueda dentada está unida al eje de manivelas de pedal que está acoplado al soporte de ruedas planetarias, estando unida la rueda hueca del engranaje planetario en el lado de toma de fuerza a la rueda de cadena.

En una forma de realización alternativa, la primera rueda dentada está unida a la rueda satélite y la segunda rueda dentada está unida al eje de manivelas de pedal que está acoplado a la rueda hueca, mientras que el soporte de ruedas planetarias del engranaje planetario está unido en el lado de toma de fuerza a la rueda de cadena.

Para la detección de la frecuencia de pedaleo y la posición de pedales o la posición angular del eje de manivelas de pedal de la propulsión por manivelas de pedal accionada por el usuario, está unido al eje de manivelas de pedal un transmisor de posición de rotor que preferentemente se compone de un sensor óptico o magnético que contiene la segunda rueda dentada, unida al eje de manivelas de pedal, del segundo engranaje reductor como transmisor de posición.

Para el ajuste de diferentes regímenes de la bicicleta con y sin función de rueda libre y/o de contrapedal, la propulsión híbrida presenta un equipo de control preferentemente es programable que está cargado con los valores reales de los motores eléctricos y que emite valores teóricos a los motores eléctricos y que está unido a un dispositivo de entrada y de visualización, y el dispositivo de entrada y de visualización se compone de un manija giratoria dispuesta preferentemente en el manillar de la bicicleta, de un interruptor basculante o de una pantalla táctil y está realizado opcionalmente como interfaz inalámbrica.

Con la ayuda de ejemplos de realización representados en el dibujo se describe en detalle la idea en que se basa la invención. Muestran:

- la figura 1 un plan de Kutzbach para la representación del principio de funcionamiento de una primera forma de realización de la propulsión híbrida según la invención con un acoplamiento de la rueda de cadena al árbol hueco de un engranaje planetario;
- la figura 2 un plan de Kutzbach para la representación del principio de funcionamiento de una segunda forma de realización de la propulsión híbrida según la invención con un acoplamiento de la rueda de cadena al soporte planetario de un engranaje planetario;
- la figura 3 un alzado lateral esquemático de la propulsión híbrida según las figuras 1 y 2;
- la figura 4 una sección longitudinal esquemática a través de la propulsión híbrida según las figuras 1 a 3.

La propulsión híbrida multifuncional representada esquemáticamente en las figuras 1 a 4 presenta dos motores eléctricos 2, 3 dispuestos dentro de una carcasa 1, que trabajan respectivamente en régimen de motor o de generador, así como un eje de manivelas de pedal 5 para el accionamiento por fuerza muscular ejercida por un usuario sobre manivelas de pedal, que en sus extremos contienen alojamientos de manivela de pedal 51, 52 para manivelas de pedal que en sus extremos opuestos están provistas de pedales. El primer motor eléctrico 2 está unido a un primer engranaje reductor 21, 22 que contiene una primera rueda cilíndrica 21 unida al rotor del primer motor eléctrico 2 y una primera rueda dentada 22 engranada con la primera rueda cilíndrica 21 y que reduce el número de revoluciones del rotor en una relación de multiplicación de la primera rueda cilíndrica 21 con respecto a la primera rueda dentada 22.

El dentado de la primera rueda dentada 22 engrana con el dentado de una rueda satélite 41 de un engranaje planetario 4, que además de la rueda satélite 41 presenta al menos una rueda planetaria 42 que está montada de forma giratoria sobre un eje de un soporte de ruedas planetarias 4 y que está en engrane dentado con la rueda satélite 41, y una rueda hueca 44, con cuyo dentado interior engranan los dentados exteriores de la al menos una rueda planetaria 42.

El rotor del segundo motor eléctrico 3 está unido a una segunda rueda cilíndrica 31 de un segundo engranaje reductor 31, 32, que engrana con una segunda rueda dentada 32 que está unida fijamente al eje de manivelas de pedal 5. La reducción del número de revoluciones de rotor del segundo motor eléctrico 3 es determinada por la relación de multiplicación entre la segunda rueda cilíndrica 31 y la segunda rueda dentada 32 del engranaje reductor 31, 32.

En el primer ejemplo de realización representado esquemáticamente en la figura 1, la rueda hueca 44 del engranaje planetario 4 está acoplado a una rueda de cadena 6 situada en el lado de toma de fuerza, que de manera conocida está unida a través de una cadena a un piñón de propulsión dispuesto habitualmente en la rueda trasera de una bicicleta eléctrica. En esta forma de realización, el soporte de ruedas planetarias 43 está unido al eje de manivelas de pedal 5.

En el segundo ejemplo de realización representado esquemáticamente en la figura 2, el soporte de ruedas planetarias 43 del engranaje planetario 4 está acoplado a la rueda de cadena 6 situada en el lado de toma de fuerza, mientras que la rueda hueca 44 del engranaje planetario 4 está unida en esta forma de realización al eje de manivelas de pedal 5.

En ambos ejemplos de realización representados esquemáticamente en las figuras 1 y 2, conforme a las líneas discontinuas, los dos motores eléctricos 2, 3 están unidos a un acumulador 7, desde el que en el régimen de motor son alimentados de energía eléctrica o al que en el régimen de generador alimentan energía eléctrica. Con líneas de puntos están representadas líneas de control para el control del flujo de energía entre los motores eléctricos 2, 3 y el acumulador 7 por medio de un equipo de control 8, sirviendo la unión del equipo de control 8 al acumulador 7 sustancialmente para la vigilancia del estado de carga del acumulador 7. Además, el equipo de control 8 está unido, a través de una línea representada igualmente con puntos, a un dispositivo de entrada y de visualización 9 que por ejemplo está dispuesto en el manillar de la bicicleta eléctrica y que permite al usuario un ajuste de los distintos regímenes de la propulsión híbrida. Adicionalmente, el equipo de control 8 está unido, a través de una línea de sensor igualmente representada con puntos, al transmisor de posición de rotor 10 incremental, realizado como sensor magnético u optoelectrónico, que está dispuesto sobre el eje de manivelas de pedal 5 y que sirve para la determinación de la frecuencia de pedaleo del usuario y de la posición del eje de manivelas de pedal 5 o de los pedales unidos al eje de manivelas de pedal 5 a través de manivelas de pedal, usando para ello el dentado de la segunda rueda dentada 32.

La determinación del par ejercido por el usuario sobre la propulsión por manivelas de pedal se efectúa a partir de la componente Q de la corriente de motor del primer motor eléctrico 2 regulado de forma orientada al campo, a deducir la componente Q de la corriente de motor del segundo motor eléctrico 3 igualmente regulado de forma orientada al campo, sin sistema sensorial adicional.

Las figuras 3 y 4 muestran en representaciones esquemáticas las disposición espacial de la propulsión híbrida dentro de la carcasa 1 e ilustran la configuración con ahorro de espacio de la disposición de los dos motores eléctricos 2, 3 que trabajan respectivamente en el régimen de motor y/o de generador y de los elementos de engranaje de los engranajes reductores 21, 22 o 31, 32 y del engranaje de superposición o planetario 4 dentro de la carcasa 1.

La propulsión híbrida representada en las figuras 1 a 4 permite los siguientes regímenes para bicicletas eléctricas:

a) con y sin rueda libre:

- régimen con propulsión por motor eléctrico y propulsión por manivelas de pedal con control / ajuste de la propulsión por motor eléctrico para asistir a la propulsión por manivelas de pedal

- cambio de marchas no escalonado

b) con rueda libre

- frenado por motor eléctrico con y sin recuperación ("frenado eléctrico") mediante el ajuste en el dispositivo de entrada y de visualización,
- frenado por motor eléctrico con y sin recuperación mediante el accionamiento de frenos mecánicos, por ejemplo, mediante el accionamiento de un freno contrapedal

c) sin rueda libre

- frenado por motor eléctrico con y sin recuperación mediante un par orientado en sentido contrario al sentido de giro hacia delante y ejercido sobre la propulsión por manivelas de pedal

d) bicicleta de entrenamiento y de rehabilitación

A continuación, se explican en detalle una parte de estos regímenes con la ayuda de los ejemplos de realización según las figuras 1 a 4. Una primera descripción de funciones se refiere al régimen de marcha y a un cambio de marchas no escalonado a modo de un buje NuVinci según a) de los regímenes mencionados anteriormente, aplicables en bicicletas eléctricas con y sin rueda libre.

Como se ha descrito anteriormente, la propulsión híbrida presenta dos motores eléctricos 2, 3 preferentemente iguales que trabajan respectivamente en régimen de motor y/o de generador y que actúan con diferentes ruedas cilíndricas 21, 31 sobre las ruedas dentadas 22, 32 dispuestas coaxialmente con respecto al eje de manivelas de pedal 5. Mientras la primera rueda dentada 22 unida al rotor del primer motor eléctrico 2 está unida a la rueda satélite 41 del engranaje planetario 4 postconectado, la segunda rueda dentada 32 unida al rotor del segundo motor eléctrico 3 actúa sobre el eje de manivelas de pedal 5 que está unido o bien según la figura 1 a la rueda hueca 44, o bien, según la figura 2, al soporte de ruedas planetarias 43. La toma de fuerza del engranaje planetario 4 hacia la rueda de cadena 6 se produce o bien a través de la rueda hueca 44 o bien a través del soporte de ruedas planetarias 43, propulsando la rueda de cadena 6 la rueda trasera de la bicicleta eléctrica por ejemplo a través de una cadena o una correa.

En el régimen de marcha, el usuario que propulsa el eje de manivelas de pedal 5 pedaleando con los pedales y el motor eléctrico 3 propulsan la rueda hueca 44 del engranaje planetario 4, unida al eje de manivelas de pedal 5 y a la segunda rueda dentada 32, mientras que el primer motor eléctrico 2 acciona a través de la primera rueda dentada 22 la rueda satélite 41 del engranaje planetario 4, que está acoplada a las ruedas planetarias 42, por lo que en la forma de realización según la figura 2 rota el soporte de ruedas planetarias 43 unido a la rueda de cadena 6.

Dado que, al incrementarse su número de revoluciones, el primer motor eléctrico 2 aumenta el número de revoluciones y por tanto la velocidad de la rueda de cadena 6, resultando el número de revoluciones del soporte de ruedas planetarias 43 a partir de la suma de los números de revoluciones de la rueda satélite 41 y de la rueda hueca 44, el primer motor eléctrico 2 produce una modificación de la relación de multiplicación del eje de manivelas de pedal 5 a la rueda de cadena 6 por la modificación de su número de revoluciones con respecto al número de revoluciones del eje de manivelas de pedal 5, determinado por la frecuencia de pedaleo del usuario. Una multiplicación fija, pero variable, tal como se ha descrito anteriormente, se puede predefinir a través del dispositivo de entrada y de visualización 9.

El segundo motor eléctrico 3 unido al eje de manivelas de pedal 5 asiste al giro del eje de manivelas de pedal 5, de tal forma que se ajusta la asistencia de propulsión deseada, es decir, la parte de la potencia de propulsión por motor eléctrico en relación con la potencia de la propulsión por manivelas de pedal o con la potencia total emitida a la rueda de cadena 6.

Además de asistir a la potencia de manivelas de pedal, el segundo motor eléctrico 3 sirve también para el frenado por motor eléctrico con y sin recuperación de energía eléctrica que se realimenta al acumulador 7 o se emite al primer motor eléctrico 2, por ejemplo cuando el usuario apaga en el dispositivo de entrada y de visualización 9 una asistencia por motor eléctrico, o cuando el acumulador 7 debe cargarse en el régimen de marcha, por ejemplo también durante la marcha cuesta abajo, o cuando el acumulador 7 presenta ya solo poca carga o está descargado, pero el usuario desea usar el cambio de marchas no escalonado, para lo que es necesario que siga siendo alimentado el primer motor eléctrico 2.

Para el frenado por motor eléctrico sin recuperación de energía eléctrica en una bicicleta eléctrica con rueda libre, el llamado frenado eléctrico mediante un ajuste en el dispositivo de entrada y de visualización 9 o mediante el pedaleo hacia atrás con los pedales, se establece un par de frenado, durante lo que están parados el eje de manivelas de pedal 5 y el segundo motor eléctrico 3, mientras que la rueda de cadena 6 y el primer motor eléctrico 2 siguen marchando en sentido hacia delante, en el sentido de las flechas A y B representadas en la figura 4. El primer motor eléctrico 2 aplica entonces un par de frenado que el usuario debe sostener a través de los pedales, lo que

corresponde al comportamiento de un freno contrapedal.

En una bicicleta eléctrica con función de rueda libre y de contrapedal, al accionarse el contrapedal se producen las mismas circunstancias, de manera que el efecto de frenado mecánico es asistido por el efecto de frenado eléctrico.

Durante el frenado recuperador en una bicicleta eléctrica con rueda libre así como con y sin función de contrapedal, durante el giro hacia atrás de los pedales se establece un creciente par de reacción de pedales a través del segundo motor eléctrico 3 unido activamente al eje de manivelas de pedal 5, que corresponde al par de frenado. La retroalimentación de energía eléctrica al acumulador 7 es realizada – tal como se ha descrito anteriormente – por el primer motor eléctrico 2 que marcha en régimen de generador.

Con el frenado por motor eléctrico o el “contrapedal eléctrico” se pone a disposición un freno exento de desgaste, con recuperación, que aumenta la autonomía de una bicicleta eléctrica en un orden porcentual de dos dígitos.

En una bicicleta eléctrica sin rueda libre o con multiplicación fija (llamado “de piñón fijo”), es decir, un acoplamiento rígido de la rueda trasera a la rueda de cadena 6 sin buje de rueda libre, los pedales siguen el giro permanentemente durante el régimen de marcha de la bicicleta eléctrica. La propulsión híbrida según la invención permite una reproducción de la rueda libre mecánica mediante la determinación de la posición del rotor del segundo motor eléctrico 3 y mediante un seguimiento del número de revoluciones de la rueda de cadena 6 por el primer motor eléctrico 2 según

$$n_2 = \frac{\frac{Z_s}{Z_h}}{\frac{Z_s Z_{21}}{Z_h Z_{32}}} n_6$$

siendo n_2 el número de revoluciones del primer motor eléctrico 2, Z_s el número de dientes de la rueda satélite 41, Z_h el número de dientes de la rueda hueca 44, Z_{21} el número de dientes de la primera rueda cilíndrica 21, Z_{32} el número de dientes de la segunda rueda dentada 32 y n_6 el número de revoluciones de la rueda de cadena 6. Preferentemente, se emplea un engranaje planetario 4 con una relación del número de dientes de la rueda satélite 41 con respecto al número de dientes de la rueda hueca 44 de 1:2,9 a 1:3,2.

Para el frenado de la bicicleta eléctrica debe ser aplicado por el usuario en los pedales que siguen el giro un par negativo, es decir, orientado en sentido contrario al par necesario para la marcha hacia delante. El par de frenado por parte del usuario es amplificado en este régimen de frenado recuperador por el segundo motor eléctrico 3, consistiendo la ventaja en el flujo de potencia generador a través de los dos motores eléctricos 2, 3. La multiplicación se define mediante la predefinición del número de revoluciones n_2 del primer motor eléctrico 2 con el número de revoluciones, registrado a través del segundo motor eléctrico 3, de la frecuencia de pedaleo ejercida por el usuario sobre el eje de manivelas de pedal 5, siendo multiplicada la frecuencia de pedaleo del usuario al número de revoluciones de la rueda de cadena 6 con

$$\ddot{u} = \frac{Z_s}{Z_h} + 1$$

donde Z_s representa el número de dientes de la rueda satélite 41 y Z_h representa el número de dientes de la rueda hueca 44. El engranaje planetario proporciona el número de revoluciones n_2 con la multiplicación

$$\ddot{u} = \frac{Z_s Z_{21}}{Z_h Z_{32}}$$

de lo que para una multiplicación a una velocidad más alta con el factor $\ddot{u} = 2$ resulta por ejemplo un número de revoluciones n_2 del primer motor eléctrico 2 de

$$n_2 = \frac{\frac{Z_s}{Z_h} + 1}{\frac{Z_s Z_{21}}{Z_h Z_{32}}} n_{\text{Usuario}}$$

siendo Z_s el número de dientes de la rueda satélite 41, Z_h el número de dientes de la rueda hueca 44, Z_{21} el número de dientes de la primera rueda cilíndrica 21, Z_{32} el número de dientes de la segunda rueda dentada 32 y n_{Usuario} el número de revoluciones o la frecuencia de pedaleo emitidos por el usuario al eje de manivelas de pedal 5 o a la rueda de cadena 6.

Para una desmultiplicación a una velocidad más baja, el primer motor eléctrico 2 debe cambiar de sentido de giro, para que se reduzca el número de revoluciones de toma de fuerza. De ello, para una desmultiplicación de la propulsión a una velocidad más lenta a $\ddot{u} = 0,5$ resulta un número de revoluciones n_2 del primer motor eléctrico 2 en función de la frecuencia de pedaleo n_{Usuario} de

5

$$n_2 = - \frac{1}{2} \frac{\frac{Z_s}{Z_h} + 1}{\frac{Z_s Z_{21}}{Z_h Z_{32}}} n_{\text{Usuario}}$$

En este ejemplo de realización, a través de una desmultiplicación y multiplicación de $\ddot{u} = 0,5 - 2$ se consigue ya una extensión de la relación de transmisión del engranaje en el factor 4. Este modo de funcionamiento permite

10

- un ajuste de una multiplicación fija en una bicicleta eléctrica sin rueda libre,
- un ajuste de la amplificación de la potencia de pedaleo del usuario con una multiplicación fija,
- un ajuste de la amplificación de la potencia de pedaleo del usuario con una multiplicación variable seleccionada

15

respectivamente por medio de un dispositivo de entrada y de visualización 9 por ejemplo en forma de una interfaz realizada como manija giratoria, interruptor basculante o pantalla táctil.

En el régimen "bicicleta de entrenamiento", la propulsión híbrida amplifica o debilita a través del segundo motor eléctrico 3 el par aplicado por el usuario en el eje de manivelas de pedal 5, de tal forma que es posible seleccionar la potencia del usuario independientemente del estado de marcha. De esta manera, por ejemplo durante la marcha cuesta abajo, el usuario puede seguir pedaleando con los pedales para esforzarse de manera constante para un entrenamiento óptimo, siendo retroalimentada al acumulador 7 como energía eléctrica la energía excesiva ejercida por el usuario.

20

En el régimen "bicicleta de rehabilitación" para un entrenamiento cardiológico, la potencia de propulsión por motor eléctrico es controlada por la frecuencia de pulso o cardíaca del paciente, que preferentemente por medio de un emisor aplicado en el paciente, que registra la frecuencia de pulso o cardíaca del paciente, es transmitida de forma inalámbrica a un receptor integrado en el equipo de control 8 o el dispositivo de entrada y de visualización 9, de tal forma que mediante una adaptación correspondiente de la potencia de propulsión por motor eléctrico se consigue una carga constante del paciente.

25

30

Para la detección del par emitido por el usuario al eje de manivelas de pedal 5 se emplea la componente q de la corriente de motor del primer motor eléctrico 2 regulado de forma orientada al campo, restando la componente q de la corriente de motor del segundo motor eléctrico 3 regulado de forma orientada al campo y teniendo en consideración las multiplicaciones $\ddot{u}_1$ y $\ddot{u}_2$ del primer y del segundo motores eléctricos 2, 3 y la multiplicación $\ddot{u}_p$ del engranaje planetario 4, conforme a

35

$$M_{\text{Usuario}} = \frac{3}{2} (\psi_{M1ds} i_{sq} - \psi_{M1qs} i_{sd}) \ddot{u}_p * \ddot{u}_1 - \frac{3}{2} (\psi_{M2ds} i_{sq} - \psi_{M2qs} i_{sd}) \ddot{u}_2$$

40

ascendiendo la multiplicación del engranaje planetario a

$$\ddot{u}_p = \frac{1 + Z_h}{Z_s}$$

siendo Z_h el número de dientes de la rueda hueca 44, Z_s el número de dientes de la rueda satélite 41 del engranaje planetario 4, ψ_{M1} el flujo del primer motor eléctrico 2, ψ_{M2} el flujo del segundo motor eléctrico 3 así como i_{sq} e i_{sd} las corrientes en coordenadas de rotor de la regulación orientada al campo.

45

Lista de signos de referencia

50

- | | |
|----|---|
| 1 | Carcasa |
| 2 | Primer motor eléctrico |
| 3 | Segundo motor eléctrico |
| 4 | Engranaje planetario |
| 5 | Eje de manivelas de pedal |
| 6 | Rueda de cadena |
| 7 | Acumulador |
| 8 | Equipo de control |
| 9 | Dispositivo de entrada y de visualización |
| 10 | Transmisor de posición de rotor |
| 21 | Primera rueda cilíndrica |

55

60

	22	Primera rueda dentada
	31	Segunda rueda cilíndrica
	32	Segunda rueda dentada
	41	Rueda satélite
5	42	Rueda planetaria
	43	Soporte de ruedas planetarias
	44	Rueda hueca
	51, 52	Alojamientos de manivela de pedal
	Zh	Número de dientes de la rueda hueca
10	Zs	Número de dientes de la rueda satélite
	ψ_{M1}	Flujo del primer motor eléctrico
	ψ_{M2}	Flujo del segundo motor eléctrico
	i_{sq}, i_{sd}	Corrientes en coordenadas de rotor de la regulación orientada al campo

REIVINDICACIONES

1. Procedimiento para hacer funcionar una propulsión híbrida para una bicicleta eléctrica con y sin función de rueda libre y/o de contrapedal, con una propulsión por manivelas de pedal que contiene un eje de manivelas de pedal (40) unido por ambos extremos a manivelas de pedal (51, 52), y una propulsión por motor eléctrico, unida eléctricamente a un acumulador (7), con un primer y un segundo motores eléctricos (2, 3) que están unidos a diferentes elementos de engranaje de un engranaje de superposición (4) que en el lado de propulsión está unido a la propulsión por manivelas de pedal (5, 51, 52) y en el lado de toma de fuerza está unido a una rueda de cadena (6) de un engranaje de cadena de la bicicleta eléctrica, en donde el primer y el segundo motores eléctricos (2,3) están realizados de forma idéntica y dispuestos paralelamente al eje de manivelas de pedal (5), y el primer motor eléctrico (2) está unido a una primera rueda cilíndrica (21) de un primer engranaje reductor (21, 22) y el segundo motor eléctrico (3) está unido a una segunda rueda cilíndrica (31) de un segundo engranaje reductor (31, 32), y en donde la primera y la segunda ruedas cilíndricas (21, 31) presentan números de dientes distintos y engranan con una primera o una segunda rueda dentada (22, 32), dispuesta coaxialmente al eje de manivelas de pedal (5), del primer o del segundo engranaje reductor (21, 22; 31, 32), y en los regímenes

- propulsión de la bicicleta eléctrica mediante el accionamiento de la propulsión por manivelas de pedal (5, 51, 52) con y sin asistencia por la propulsión por motor eléctrico (2, 3),
- propulsión de la bicicleta eléctrica por la propulsión por motor eléctrico (2, 3),
- modificación no escalonada de la relación de multiplicación de la cadena cinemática de la propulsión por manivelas de pedal (5, 51, 52) a la rueda de cadena (6), por medio de la propulsión por motor eléctrico (2, 3),
- frenado por motor eléctrico de la bicicleta eléctrica,
- frenado recuperativo por motor eléctrico de la bicicleta eléctrica con carga del acumulador (7),

caracterizado por que

los regímenes son ajustados por el usuario de la bicicleta eléctrica en un dispositivo de entrada y de visualización (9) conectado a un equipo de control (8) que se carga con los valores reales de los motores eléctricos (2, 4) y que emite valores teóricos a los motores eléctricos (2, 3), y predefinidos por el tipo del accionamiento de la bicicleta eléctrica por parte del usuario, siendo ajustada la amplificación de la potencia emitida por el usuario al eje de manivelas de pedal (5), por medio del dispositivo de entrada y de visualización (9) teniendo en consideración la multiplicación ajustada en el dispositivo de entrada y de visualización (9).

2. Procedimiento según la reivindicación 1 para una bicicleta eléctrica sin función de rueda libre, **caracterizado por que** la intensidad del frenado recuperativo es modificada por la intensidad del par antagónico ejercido por el usuario sobre los pedales de las manivelas de pedal (51, 52) en sentido contrario al sentido de giro de la propulsión por manivelas de pedal (5, 51, 52) para un movimiento hacia delante y/o por la fuerza de contrapedal ejercida sobre los pedales de las manivelas de pedal (51, 52).

3. Procedimiento según las reivindicaciones 1 o 2, **caracterizado por que** la potencia emitida por el usuario a la propulsión por manivelas de pedal (5, 51, 52) se ajusta independientemente del respectivo estado de marcha de la bicicleta eléctrica, y en función del respectivo estado de marcha de la bicicleta eléctrica, en el régimen de motor se emite potencia de propulsión de la propulsión por motor eléctrico (2, 3) a la rueda de cadena (6) o, en el régimen de generador, se emite potencia eléctrica de la propulsión por motor eléctrico (2, 3) al acumulador (7).

4. Procedimiento según al menos una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado por que** el par emitido por el usuario al eje de manivelas de pedal (5) se determina a partir de la componente q de la corriente de motor del primer motor eléctrico (2) regulado de forma orientada al campo, restando la componente q de la corriente de motor del segundo motor eléctrico (3) regulado de forma orientada al campo y teniendo en consideración las multiplicaciones ($\ddot{u}_1$, $\ddot{u}_2$) de los motores eléctricos (2, 3) y la multiplicación ($\ddot{u}_p$) del engranaje planetario (4), conforme a

$$M_{\text{Usuario}} = \frac{3}{2} (\psi_{M1ds} i_{sq} - \psi_{M1qs} i_{sd}) \ddot{u}_p * \ddot{u}_1 - \frac{3}{2} (\psi_{M2ds} i_{sq} - \psi_{M2qs} i_{sd}) \ddot{u}_2$$

donde

$$\ddot{u}_p = \frac{1 + Z_h}{Z_s}$$

siendo Z_h el número de dientes de la rueda hueca (44), Z_s el número de dientes de la rueda satélite (41) del engranaje planetario (4), ψ_{M1} el flujo del primer motor eléctrico (2), ψ_{M2} el flujo del segundo motor eléctrico (3), así como i_{sq} e i_{sd} las corrientes en coordenadas de rotor de la regulación orientada al campo.

5. Procedimiento según al menos una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado por que** durante el frenado recuperativo, mediante un giro hacia atrás de la propulsión por manivelas de pedal (5, 51, 52) desde la parada se establece un creciente par de reacción de pedales a través del segundo motor eléctrico (3), que corresponde al par de frenado, produciéndose la recuperación de energía eléctrica a través del primer motor eléctrico (2) que trabaja en

régimen de generador.

6. Procedimiento según al menos una de las reivindicaciones anteriores para una bicicleta eléctrica sin función de rueda libre, **caracterizado por que** se puede reproducir una rueda libre mecánica mediante la determinación de la posición del rotor del segundo motor eléctrico (3) y el seguimiento del número de revoluciones de la rueda de cadena (6) unida al rotor del primer motor eléctrico (2).

7. Propulsión híbrida para una bicicleta eléctrica con una propulsión por manivelas de pedal que contiene un eje de manivelas de pedal unido por ambos extremos a manivelas de pedal, con una propulsión por motor eléctrico unida eléctricamente a un acumulador, con un primer y un segundo motores eléctricos (2, 3) que están unidos a diferentes elementos de engranaje de un engranaje de superposición (4) que en el lado de propulsión está unido a la propulsión por manivelas de pedal (5, 51, 52) y en el lado de toma de fuerza está unido a una rueda de cadena (6) de un engranaje de cadena de la bicicleta eléctrica, y en donde el primer y el segundo motores eléctricos (2, 3) están realizados de forma idéntica y dispuestos paralelamente al eje de manivelas de pedal (5), y el primer motor eléctrico (2) está unido a una primera rueda cilíndrica (21) de un primer engranaje reductor (21, 22) y el segundo motor eléctrico (3) está unido a una segunda rueda cilíndrica (31) de un segundo engranaje reductor (31, 32), y en donde la primera y la segunda ruedas cilíndricas (21, 31) presentan números de dientes distintos y engranan con una primera o una segunda ruedas dentadas (22, 32), dispuestas coaxialmente al eje de manivelas de pedal (5), del primer o del segundo engranaje reductor (21, 22; 31, 32), **caracterizada por** un equipo de control (8) unido a un dispositivo de entrada y de visualización (9), para la realización del procedimiento según al menos una de las reivindicaciones anteriores 1 a 6.

8. Propulsión híbrida según la reivindicación 7, **caracterizada por que** el engranaje de superposición se compone de un engranaje planetario (4) con una rueda satélite (41), con una rueda hueca (44) dispuesta coaxialmente a la rueda satélite (41) y con al menos una rueda planetaria (42) engranada con la rueda satélite (41) y la rueda hueca (44) y dispuesta de forma giratoria sobre un soporte de ruedas planetarias (43), y por que la primera rueda dentada (22) está unida a la rueda satélite (41) y la segunda rueda dentada (32) está unida al eje de manivelas de pedal (5) que está acoplado al soporte de ruedas planetarias (43), y porque la rueda hueca (44) del engranaje planetario (4) está unida, en el lado de toma de fuerza, a la rueda de cadena (6).

9. Propulsión híbrida según la reivindicación 7, **caracterizado por que** el engranaje de superposición se compone de un engranaje planetario (4) con una rueda satélite (41), con una rueda hueca (44) dispuesta coaxialmente a la rueda satélite (41) y con al menos una rueda planetaria (42) engranada con la rueda satélite (41) y la rueda hueca (44) y dispuesta de forma giratoria sobre un soporte de ruedas planetarias (43), y por que la primera rueda dentada (22) está unida a la rueda satélite (41) y la segunda rueda dentada (32) está unida al eje de manivelas de pedal (5) que está acoplado a la rueda hueca (44), y porque el soporte de ruedas planetarias (43) del engranaje planetario (4) está unido, en el lado de toma de fuerza, a la rueda de cadena (6).

10. Propulsión híbrida según la reivindicación 7, **caracterizado por** un transmisor de posición de rotor (10) unido al eje de manivelas de pedal (5), para la detección de la frecuencia de pedaleo y del sentido de giro de la propulsión por manivelas de pedal (5, 51, 52) accionada por el usuario.

11. Propulsión híbrida según la reivindicación 10, **caracterizado por que** el transmisor de posición de rotor (10) se compone de un sensor óptico o magnético que contiene la segunda rueda dentada (32), unida al eje de manivelas de pedal (5), del segundo engranaje reductor (31, 32) como transmisor de posición.

12. Propulsión híbrida según la reivindicación 7, **caracterizado por que** el equipo de control (8) es programable y por que el dispositivo de entrada y de visualización (9) se compone de una manija giratoria dispuesta preferentemente en el manillar de la bicicleta, un interruptor basculante o una pantalla táctil.

Fig. 1

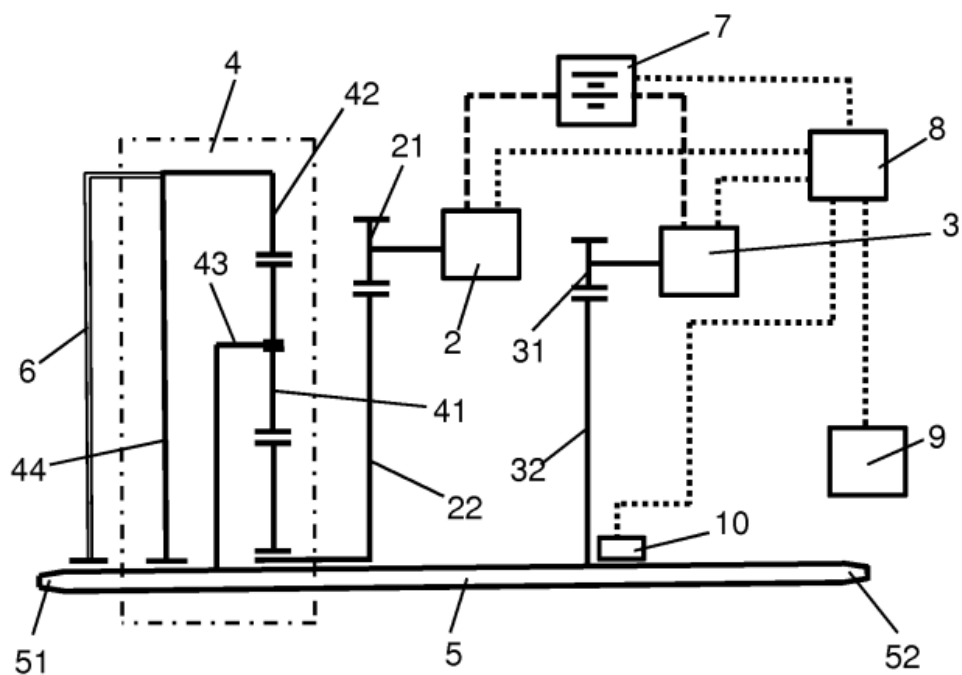


Fig. 2

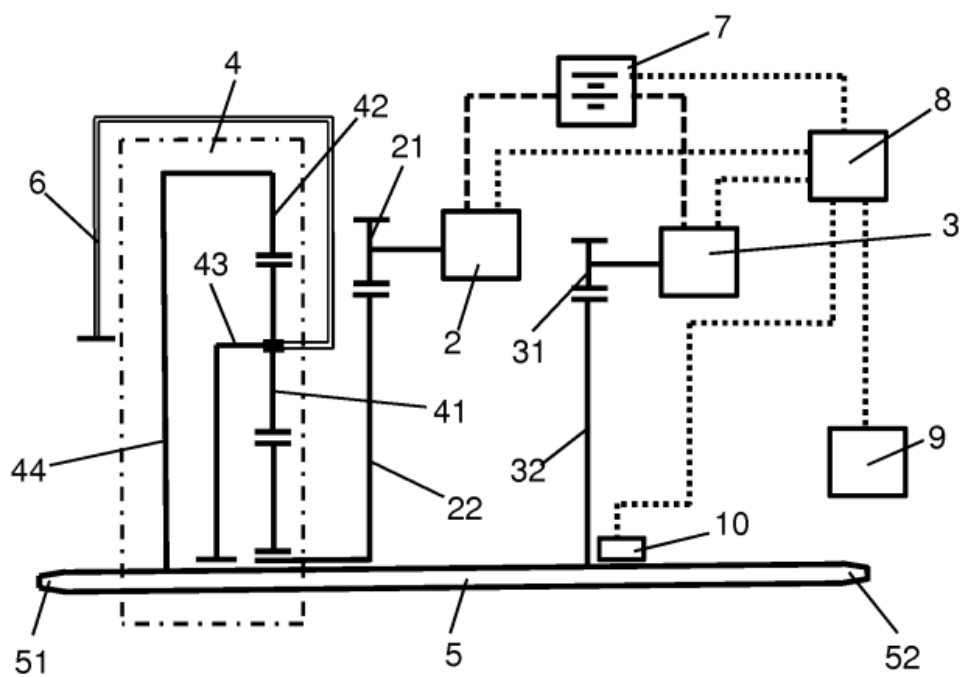


Fig 3

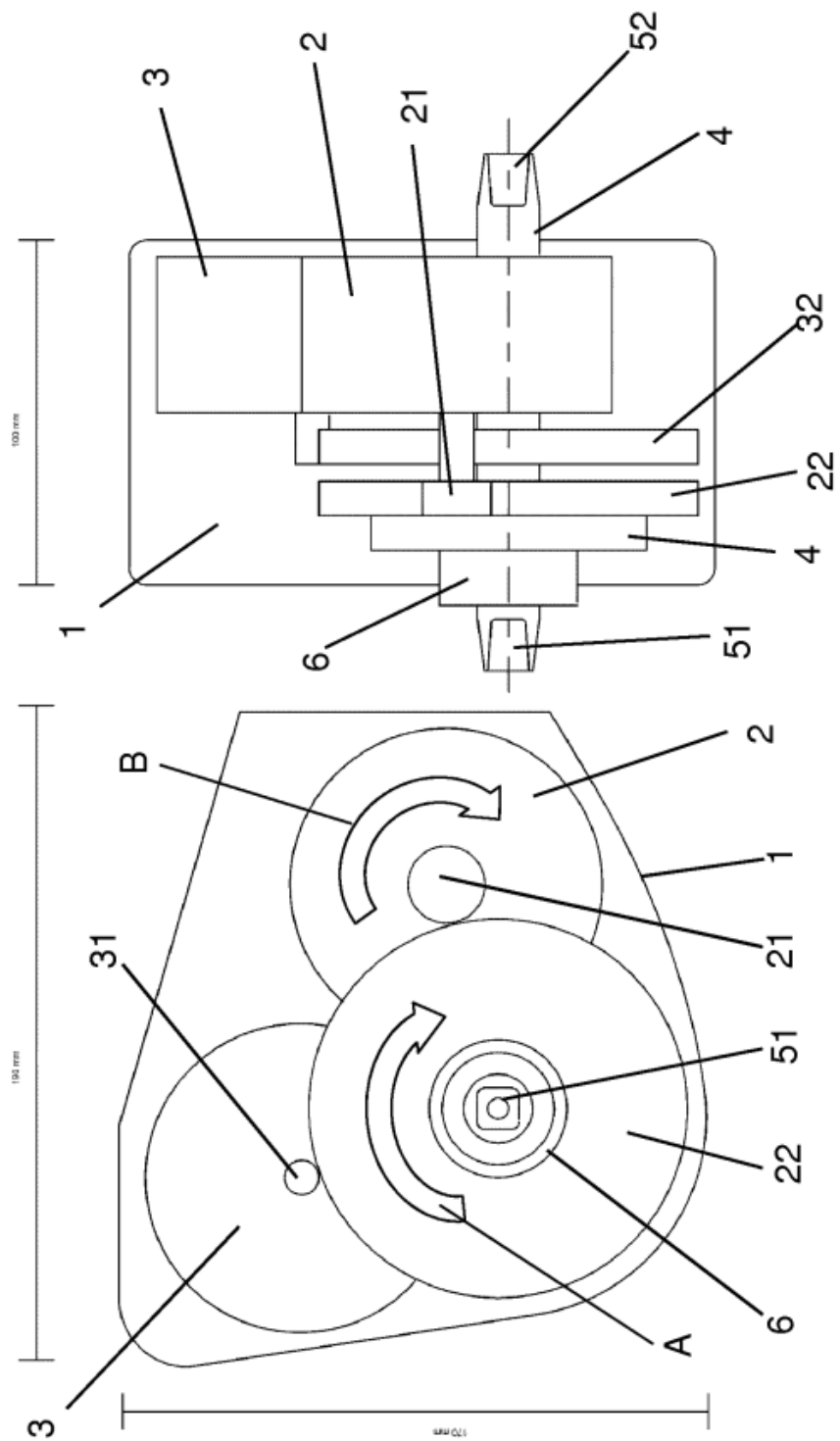


Fig 4

