

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 448 419**

51 Int. Cl.:

B66C 13/28 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **10.02.2011 E 11703451 (2)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **04.12.2013 EP 2534085**

54 Título: **Grúa, especialmente grúa móvil de puerto, con un sistema de accionamiento híbrido**

30 Prioridad:

11.02.2010 DE 102010007545

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

13.03.2014

73 Titular/es:

**GOTTWALD PORT TECHNOLOGY GMBH
(100.0%)**

**Forststrasse 16
40597 Düsseldorf, DE**

72 Inventor/es:

**MÜLLER, JÖRG y
REISS, JOHANNES**

74 Agente/Representante:

IZQUIERDO FACES, José

ES 2 448 419 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

Grúa, especialmente grúa móvil de puerto, con un sistema de accionamiento híbrido

5 La invención se refiere a una grúa, especialmente grúa móvil de puerto, con un accionamiento diésel-eléctrico cuyo generador de corriente trifásica alimenta un circuito de corriente alterna, con un circuito de corriente continua conectado al circuito de corriente alterna, con motores eléctricos, que propulsan al menos un mecanismo giratorio, un mecanismo elevador y un mecanismo basculante de la grúa, con al menos una resistencia de frenado y con un acumulador de energía de corta duración que está conectado al circuito de corriente alterna o al circuito de corriente continua para el almacenamiento intermedio de energía en exceso.

10 Por la solicitud de patente alemana DE 10 2004 010 988 A1 se conoce un sistema de accionamiento híbrido para una carretilla pórtico. Las carretillas pórtico de este tipo también se conocen como straddle carrier y se utilizan en puertos marítimos y terminales de contenedores para transportar y apilar contenedores. El sistema de accionamiento híbrido comprende una unidad generadora de corriente con un motor diésel que acciona un generador de corriente trifásica. El generador de corriente trifásica alimenta mediante un rectificador un circuito intermedio de corriente continua al que están conectados motores de tracción, elevación y auxiliares mediante inversores. Para diseñar la unidad generadora de corriente considerablemente más pequeña y más fácil, un acumulador de energía de corta duración está conectado al circuito intermedio de corriente continua mediante un regulador de carga y descarga para cubrir picos momentáneos de necesidad de energía que aparecen al accionar y frenar el accionamiento por tracción de la carretilla pórtico o al subir y bajar los contenedores. Este acumulador a corto plazo puede cargarse en el frenado generador del accionamiento por tracción y elevación y, por tanto, la energía alimentada de nuevo por los accionamientos de tracción y elevación al circuito intermedio de corriente continua no debe transformarse en calor con resistencias de frenado. El acumulador a corto plazo evita, por tanto, estas pérdidas energéticas y sirve de acumulador intermedio para la energía. El acumulador de energía de corta duración está constituido por condensadores de doble capa conectados juntos con capacidades muy altas que también se denominan "ultracondensadores" o "ultracapacitores". Además del acumulador de energía de corta duración, al circuito intermedio de corriente continua está conectado otro acumulador de energía mediante otro regulador de carga y descarga. El otro acumulador de energía está configurado como batería de alta energía ligera, especialmente acumulador de cloruro sódico-níquel, sodio-azufre o níquel-hidruro metálico, para cubrir picos de necesidad de potencia medios que aparecen, por ejemplo, en viajes en el intervalo de minutos. El regulador de carga y descarga para el acumulador de energía de corta duración y el otro acumulador de energía están configurados como convertidor de cc/cc de dos cuadrantes regulable. Además, está previsto un dispositivo de control eléctrico que está unido con la unidad generadora de corriente, el acumulador de energía de corta duración y el otro acumulador de energía para controlar éstos dependiendo del estado de operación del sistema de accionamiento híbrido.

35 Por la memoria de patente US 7 554 278 B2 o la publicación para información de solicitud de patente US 2008/0048497 A1 correspondiente se conoce un sistema de accionamiento híbrido de una grúa con neumáticos de goma que presenta en el lado de entrada un circuito de corriente continua que se alimenta, por una parte, por un generador de corriente trifásica accionado por un motor de combustión con rectificador postconectado y, por otra parte, por una unidad de batería que sirve de sistema acumulador de energía con energía eléctrica. Para el suministro de energía de los motores de accionamiento de la grúa eléctricamente accionados se prevé además un circuito de corriente alterna al que están unidos eléctricamente todos los accionamientos de la grúa, especialmente un accionamiento de elevación. También se prevé otro circuito de conmutación que pueda conectarse al circuito de corriente continua y mediante el cual la energía eléctrica recuperada, por ejemplo, al bajar una carga mediante frenado generador del accionamiento de elevación, pueda conducirse para cargar el sistema acumulador de energía en su unidad de batería.

40 Además, por la publicación para información de solicitud de patente US 2008/0121444 A1 se conoce otra carretilla pórtico con un sistema de accionamiento híbrido. En lugar de un motor diésel se utiliza una microturbina de gas que acciona un generador de corriente trifásica. Al generador de corriente trifásica está postconectado un rectificador que suministra un circuito de corriente continua. A este circuito de corriente continua están conectados los motores de accionamiento por tracción eléctricos y el motor de elevación, así como una bomba hidráulica para un sistema hidráulico. Los accionamientos previamente mencionados son respectivamente accionamientos de corriente trifásica eléctricos y, por tanto, están respectivamente unidos mediante un inversor con el circuito de corriente continua.

50 Además, por el actual folleto de la empresa Gottwald Port Technology GmbH, Düsseldorf, Alemania, con el título "Grúa de puerto Modelo 4" ya se conocen las llamadas grúas móviles de puerto con las que se transbordan contenedores o mercancías a granel en puertos marítimos o terminales de contenedores. Una grúa móvil de puerto de este tipo está constituida esencialmente por un equipo inferior de rodadura con el que la grúa móvil de puerto se soporta sobre el suelo, por ejemplo, un muelle, o sobre un pontón flotante, y un equipo superior de rodadura montado sobre el equipo inferior de rodadura de forma giratoria sobre un eje vertical. El equipo inferior de rodadura puede desplazarse mediante neumáticos sobre el muelle o sobre ruedas de rail sobre raíles. Durante la operación de transbordo, el equipo inferior de rodadura está soportado sobre soportes. Sobre el equipo superior de rodadura están dispuestos una torre que se extiende en dirección vertical, los mecanismos de giro y elevadores para el giro

del equipo superior de rodadura, así como la elevación de una carga, y un contrapeso. Además, una pluma está articulada sobre la torre aproximadamente en la región de la mitad de su longitud y sobre el lado alejado del contrapeso. La pluma está unida con la torre de forma pivotable alrededor de un eje basculante horizontal y adicionalmente puede pivotarse de su posición de operación que sobresale lateralmente a una posición de reposo vertical mediante un cilindro basculante articulado en la pluma y por debajo del equipo superior de rodadura. Además, la pluma está normalmente configurada como mástil en celosía.

Las grúas móviles de puerto de este tipo presentan en lo que se refiere a su concepto de accionamiento la formación de un híbrido en serie, ya que trabajan con un accionamiento diésel-eléctrico, en el que la energía química del combustible diésel se transforma en trabajo mecánico mediante un motor de combustión y se alimenta como energía eléctrica por un generador de corriente trifásica a un circuito de corriente alterna. Para el accionamiento del mecanismo elevador, del mecanismo giratorio y del mecanismo basculante, así como otros posibles accionamientos, se usan motores de corriente continua o de corriente trifásica en los que tiene lugar una nueva transformación de la energía eléctrica de nuevo en trabajo mecánico que se utiliza finalmente para elevar las cargas, para el procedimiento y giro de la grúa o para el movimiento de la pluma. La energía que se alimenta de nuevo al circuito de corriente alterna, por ejemplo, al bajar las cargas en la pluma, se pone inicialmente a disposición de los restantes consumidores. Tan pronto como esté presente un exceso de energía en el circuito de corriente alterna, éste se transforma en calor mediante resistencias de frenado, destruyéndose la energía que se ha alimentado de nuevo, es decir, se pierde definitivamente.

A partir de este estado de la técnica el objetivo de la presente invención se basa en conseguir una grúa, especialmente grúa móvil de puerto, con un sistema de accionamiento híbrido mejorado.

Este objetivo se alcanza mediante una grúa, especialmente grúa móvil de puerto, con las características de la reivindicación 1. Configuraciones ventajosas de la invención se especifican en las reivindicaciones dependientes 2 a 14.

Según la invención, en el caso de una grúa, especialmente grúa móvil de puerto, con un accionamiento diésel-eléctrico cuyo generador de corriente trifásica alimenta un circuito de corriente alterna, con un circuito de corriente continua conectado al circuito de corriente alterna, con motores eléctricos, que accionan al menos un mecanismo giratorio, un mecanismo elevador y un mecanismo basculante de la grúa, con al menos una resistencia de frenado y con un acumulador de energía de corta duración que está conectado al circuito de corriente alterna o al circuito de corriente continua para el almacenamiento intermedio de energía en exceso, se consigue una mejora del sistema de accionamiento híbrido siempre que al menos uno de los motores eléctricos esté conectado al circuito de corriente alterna, al menos uno de los motores eléctricos esté conectado al circuito de corriente continua y el circuito de corriente alterna esté unido con el circuito de corriente continua mediante un rectificador de forma que sea posible un intercambio de energía entre el circuito de corriente alterna y el circuito de corriente continua. Mediante la utilización del acumulador de energía de corta duración para la acumulación de, por ejemplo, la energía en exceso recuperada mediante el frenado generador de los accionamientos puede mejorarse el comportamiento de operación del motor de combustión previsto para el accionamiento del generador de corriente trifásica, especialmente motor diésel, de manera que se reduzca el consumo de combustible y, por tanto, la emisión de contaminantes y la energía recuperada pueda utilizarse de otra manera. En el caso de una construcción modular buscada de los grupos constructivos necesarios y funcionalidades, el acumulador de energía de corta duración también puede actualizarse en grúas móviles de puerto existentes como extensión. Además, se garantiza que la grúa móvil de puerto puede continuar su operación normal en caso de avería del acumulador de energía de corta duración, ya que además está presente la resistencia de frenado. A este respecto es especialmente ventajoso que el rectificador que conecta el circuito de corriente alterna y el circuito de corriente continua esté configurado para alimentar energía recuperada.

La recuperación de energía se consigue de manera ventajosa siempre que al menos los motores eléctricos del mecanismo elevador y del mecanismo basculante puedan operarse como generador para alimentar de nuevo energía eléctrica al circuito de corriente alterna o al circuito de corriente continua.

En una forma de realización ventajosa, los motores eléctricos están configurados como motores de corriente trifásica.

En una configuración preferida se prevé que el acumulador de energía de corta duración esté conectado al circuito de corriente continua mediante un transformador de corriente continua. Mediante el uso del transformador de corriente continua, el acumulador de energía de corta duración puede sincronizarse con el circuito de corriente continua en lo referente al nivel de tensión.

Se prevé especialmente ventajoso que el acumulador de energía de corta duración esté configurado como condensador de doble capa. Los condensadores de doble capa de este tipo son duraderos, no necesitan mantenimiento y son ligeros, así como presentan una baja densidad de energía a alta densidad de potencia. Por esto, éstos son especialmente adecuados como acumulador de energía de corta duración. En comparación con las baterías, pueden recibirse o emitirse potencias esencialmente mayores por los condensadores de doble capa y con respecto a su vida útil no están tan fuertemente influidos por el rápido y momentáneo cambio entre carga y descarga

como las baterías. Aunque el contenido de energía por volumen es inferior al de las baterías, los condensadores de doble capa destacan excelentemente por estas propiedades como acumulador de energía de corta duración para el uso en grúas móviles de puerto, ya que al reducir la carga de una grúa móvil de puerto aparecen potencias muy altas pero bajas energías durante un periodo de tiempo relativamente corto de algunos segundos, así como para los procesos de aceleración al elevar y otros movimientos de la grúa aparecen respectivamente solo momentáneamente altos picos de potencia.

En la formación preferida se prevé que la resistencia de frenado esté conectada al circuito intermedio de corriente alterna mediante un rectificador.

Es además especialmente ventajoso que al menos el motor eléctrico del mecanismo basculante esté conectado al circuito de corriente alterna.

En combinación con la presente invención es ventajoso que el mecanismo giratorio presente un motor de corriente trifásica que está conectado mediante un inversor al circuito de corriente continua, el mecanismo elevador presente un motor de corriente trifásica que está conectado al circuito de corriente continua mediante un inversor y el mecanismo basculante presente un motor de corriente trifásica que está conectado directamente al circuito de corriente alterna. Entonces, el acumulador de energía de corta duración puede actualizarse fácilmente en un circuito de corriente alterna existente sin cambio de concepto del sistema eléctrico de una grúa móvil de puerto existente.

Se prevé especialmente ventajoso que un control de la potencia que está fijado mediante una estrategia de operación esté unido con el accionamiento diésel-eléctrico, la resistencia de frenado o su rectificador, el acumulador de energía de corta duración y el transformador de corriente continua del acumulador de energía de corta duración y basándose en los datos de un medidor de potencia activa asociado al generador de corriente trifásica y el estado de carga del acumulador de energía de corta duración controla el acumulador de energía de corta duración y en caso de necesidad la resistencia de frenado. Como estrategias de operación se utilizan opcionalmente una estrategia de recuperación o una estrategia de reducción de tamaño. En relación con la estrategia de recuperación, el objetivo principal es recibir toda la energía alimentada de nuevo al circuito de corriente alterna y, por tanto, evitar el uso de las resistencias de frenado. La estrategia de reducción de tamaño prevé como objetivo principal limitar la demanda de potencia al accionamiento diésel-eléctrico de forma que una operación de la grúa móvil de puerto también sea posible con un motor de combustión reducido y un generador de corriente trifásica reducido sin pérdidas de potencia. En esta estrategia de reducción de tamaño, el acumulador de energía de corta duración solo entrará generalmente en el estado de refuerzo al alcanzarse la potencia máxima del motor de combustión. Según la invención, para la optimización del ahorro de energía, el comportamiento del condensador de doble capa y los estados de operación del restante sistema se definen prioritariamente en función de la potencia activa medida del generador y el estado de carga del acumulador. Mediante una salida de potencia controlada del acumulador de energía de corta duración pueden evitarse duros requisitos de carga en el motor de combustión. El suave arranque impide cargas de golpe, por lo que resultan repercusiones positivas en el consumo transitorio y el comportamiento de gases de escape del motor de combustión.

Se prevé especialmente ventajoso que el acumulador de energía de corta duración esté ajustado mediante el control de la potencia a una potencia de descarga constante durante un refuerzo regular del accionamiento diésel-eléctrico o esté ajustado mediante el control de la potencia de forma que durante el refuerzo del accionamiento diésel-eléctrico en el caso de demanda de potencia correspondiente diferente de la potencia de descarga constante se ponga a disposición una mayor potencia de descarga cuando el estado de carga del acumulador de energía de corta duración está próximo al valor máximo después de una fase de carga. Un ajuste a una potencia de descarga constante eleva el grado de rendimiento del acumulador de energía de corta duración durante el refuerzo regular. Sin embargo, esto no excluye que en el marco de la invención durante el refuerzo la potencia de descarga constante también pueda desviarse en el caso de demanda de potencia correspondiente del consumidor, especialmente cuando el estado de carga del acumulador de energía de corta duración esté próximo al valor máximo después de una fase de carga.

Según una configuración, mediante el control de la potencia para el acumulador de energía de corta duración está definido un límite del estado de carga inferior y límite del estado de carga superior. En consecuencia, el acumulador de energía de corta duración puede descargarse a un límite del estado de carga inferior fijado que está definido por el intervalo de ajuste de la tensión inferior del inversor o el intervalo del estado de carga útil del acumulador de energía de corta duración.

El límite del estado de carga inferior está definido como el 25 % del límite del estado de carga superior. Esta configuración también sirve para la optimización del grado de eficiencia, ya que a mayor corriente menores son las pérdidas por la resistencia interna del acumulador de energía de corta duración. Esto se considera cuando el intervalo de trabajo del acumulador de energía de corta duración se encuentre en intervalos de tensión los más altos posibles por encima del límite del estado de carga inferior definido para la descarga.

Cuando según otra característica de la invención la salida de potencia del acumulador de energía de corta duración se reduce próxima al límite de conmutación entre la operación de refuerzo y la operación normal, también

pueden evitarse duros requisitos de carga en el motor de combustión al desconectar el acumulador de energía de corta duración. Esto repercute positivamente sobre el consumo y el comportamiento de los gases de escape del motor de combustión.

5 La capacidad de volver a alimentar energía del sistema de accionamiento híbrido de la grúa se eleva ventajosamente por el hecho de que el mecanismo basculante comprende un cilindro hidráulico y una bomba hidráulica y el motor eléctrico que acciona la bomba hidráulica puede recuperar energía.

A continuación se explica un ejemplo de realización de la invención mediante un dibujo. Muestra:

10

La Figura 1 una vista de una grúa móvil de puerto y

La Figura 2 un diagrama de bloques de un accionamiento híbrido de la grúa móvil de puerto según la Figura 1.

15 La Figura 1 muestra una vista de una grúa móvil 1 de puerto para el transbordo de recipientes normalizados, especialmente de contenedores ISO, entre tierra y agua o al revés o dentro de terminales de contenedores. La grúa 1 móvil de puerto también puede equiparse con una cuchara para el transbordo de mercancías a granel. La grúa 1 móvil de puerto está constituida esencialmente por un equipo 2 inferior de rodadura y un equipo 3 superior de rodadura con una torre 4 y una pluma 5. Normalmente, la grúa 1 móvil de puerto se soporta sobre su equipo 2 inferior de rodadura sobre el suelo, aquí un muelle 7. La grúa 1 móvil de puerto puede desplazarse sobre el muelle 7 sobre el equipo 2 inferior de rodadura con mecanismos 6 de desplazamiento de aros de rueda y durante la operación de transbordo éstos se soportan sobre soportes 8. También es posible que la grúa 1 móvil de puerto pueda desplazarse sobre raíles o esté fijada estacionaria sobre un pontón flotante. Sobre el equipo 2 inferior de rodadura está montado el equipo 3 superior de rodadura que es pivotable por un mecanismo d giratorio alrededor de un eje de giro D vertical. El mecanismo d giratorio presenta normalmente una corona giratoria engranada con una rueda dentada de accionamiento. El equipo 3 superior de rodadura también lleva un mecanismo h elevador y en la región trasera un contrapeso 9. También está soportado sobre el equipo 3 superior de rodadura la torre 4 que se extiende en dirección vertical, en cuya punta está fijada una cabeza 10 de polea con poleas portacables. Además, la pluma 5 está articulada sobre la torre 4 aproximadamente en la región de la mitad de su longitud y sobre el lado alejado del contrapeso 9. La pluma 5 está unida con la torre 4 de forma pivotable alrededor de un eje W basculante horizontal y adicionalmente puede pivotarse de su posición de operación que sobresale lateralmente a una posición de reposo vertical mediante un mecanismo w basculante articulado en la pluma 5 y por debajo del equipo 3 superior de rodadura, que normalmente está configurado como cilindro hidráulico. Además, la pluma 5 está normalmente configurada como mástil en celosía. En la punta alejada de la torre 4 de la pluma 5 están montadas de forma giratoria otras poleas portacables, mediante las cuales los cables de elevación son guiados del mecanismo h elevador por la cabeza de polea 10 a la carga que va a elevarse.

35

La Figura 2 muestra un diagrama de bloques de un accionamiento híbrido de la grúa 1 móvil de puerto según la Figura 1. Como se ha descrito anteriormente, las grúas móviles de puerto de este tipo pueden ser híbridas en serie en lo que se refiere a su concepto de accionamiento, ya que trabajan con un accionamiento 11 diésel-eléctrico en el que la energía química de un combustible diésel se transforma en trabajo mecánico mediante un motor 11a de combustión. El motor 11a de combustión acciona un generador 11b de corriente trifásica que convierte la energía mecánica en energía eléctrica y la alimenta a un circuito 12 de corriente alterna. El generador 11b de corriente trifásica genera una corriente alterna trifásica con un nivel de tensión de 440 V. La red de suministro para proporcionar la energía para los distintos motores eléctricos de la grúa 1 móvil de puerto comprende, además del circuito 12 de corriente alterna, un circuito 17 de corriente continua que está unido con el circuito 12 de corriente alterna mediante un rectificador 16. Mediante el rectificador 16 es posible un intercambio de energía entre el circuito 12 de corriente alterna y el circuito 17 de corriente continua en caso de que, por ejemplo, la energía eléctrica recuperada mediante frenado generador u operación generadora de un motor eléctrico produzca un exceso de energía en uno de los circuitos 12, 17 de corriente y otro motor eléctrico tenga necesidad de energía. El accionamiento del mecanismo w basculante está conectado al circuito 12 de corriente alterna y al circuito 17 de corriente continua están conectados distintos consumidores, especialmente los accionamientos respectivos del mecanismo h elevador y del mecanismo d giratorio, en los que tiene lugar una nueva transformación de la energía eléctrica de nuevo en trabajo mecánico que se utiliza para bascular la pluma 5, para elevar las cargas o para girar la grúa 1 móvil de puerto. El mecanismo h elevador y el mecanismo d giratorio presentan motores h1, d1 de corriente trifásica eléctricos, preferiblemente motores asíncronos, que están unidos respectivamente mediante un inversor h2, d2 con el circuito 17 de corriente continua. En los inversores h2, d2, la corriente continua se transforma en corriente alterna. Sin embargo, igualmente es posible conectar los motores h1, d1 de corriente trifásica al circuito 12 de corriente alterna. Para el mecanismo w basculante, un motor w1 de corriente trifásica que funciona con velocidad constante está conectado al circuito 12 de corriente alterna que acciona una bomba w2 hidráulica, especialmente una bomba de pistón axial. La bomba w2 hidráulica está unida con un cilindro w3 hidráulico mediante el cual la pluma 5 de la grúa 1 móvil de puerto puede girar alrededor del eje W basculante. La bomba w2 hidráulica, así como el motor w1 de corriente trifásica, pueden estar configurados de forma que la energía en exceso no sea recirculable, sino que se descargue, por ejemplo, por inductores. Sin embargo, sería igualmente posible que la bomba w2 hidráulica, así como el motor w1 de corriente trifásica, pudieran volver a alimentar energía, de manera que pudiera realizarse una recirculación de energía al circuito 12 de corriente alterna o mediante el rectificador 16 también al circuito 17 de corriente continua.

65

Además, están presentes otros accionamientos no representados que están conectados directamente con el motor 11a de combustión o están conectados al circuito 12 de corriente alterna. Por ejemplo, a este respecto son de mencionar el accionamiento por tracción para la grúa 1 móvil de puerto o posibles accionamientos para cerrar y abrir una cuchara para mercancías a granel de cuatro cables. Accionamientos accionados mediante motores de corriente trifásica correspondientes también pueden conectarse al circuito 17 de corriente continua mediante el rectificador. También es posible operar estos accionamientos mediante motores de corriente continua y conectar al circuito 17 de corriente continua o mediante el inversor al circuito 12 de corriente alterna. Debido a la disposición tanto del circuito 12 de corriente alterna como también del circuito 17 de corriente continua también es posible variar los motores usados para los accionamientos respectivos.

Para recuperar la energía que en el llamado frenado generador de los motores d1, h1 y w1 de corriente trifásica se alimenta de nuevo al circuito 12 de corriente alterna o al circuito 17 de corriente continua, al circuito 17 de corriente continua está conectado un acumulador 13 de energía de corta duración. La energía que puede recuperarse por este acumulador 13 de energía de corta duración se forma esencialmente al bajar y frenar la carga y, por tanto, por el frenado generador del motor h1 de corriente trifásica del mecanismo h elevador. En caso de que se utilicen una bomba w2 hidráulica que puede alimentar de nuevo energía y un motor w1 de corriente trifásica que puede alimentar de nuevo energía, la energía recirculada por la bomba w2 hidráulica también puede ser recibida por el acumulador 13 de energía de corta duración. Sin embargo, cada uno de los motores eléctricos puede configurarse fundamentalmente en modo y manera que pueda alimentar de nuevo energía y conectarse al circuito 12 de corriente alterna o al circuito 17 de corriente continua. Por tanto, al menos indirectamente, ambos circuitos 12 y 17 de corriente de la red de suministro de energía están conectados al acumulador del sistema de energía o al acumulador 13 de energía de corta duración.

En caso de que el acumulador 13 de energía de corta duración no pueda acumular energía o más energía, al circuito 12 de corriente alterna está conectada una resistencia 14 de frenado. Entonces, mediante esta resistencia 14 de frenado, la corriente alimentada de nuevo por el frenado generador de los motores d1, h1, y w1 de corriente trifásica al circuito 12 de corriente alterna se convierte en calor y, por tanto, se destruye.

Mediante la integración del acumulador 13 de energía de corta duración en el circuito 17 de corriente continua resultan distintos nuevos estados de operación para el accionamiento híbrido de la grúa 1 móvil de puerto. Además del estado de operación habitual hasta la fecha, "la operación normal", es decir, el motor 11a de combustión atiende las diferentes demandas de carga que aparecen durante la operación de la grúa 1 móvil de puerto, y el "frenado de resistencia", en el que la energía alimentada de nuevo - eventualmente mediante el circuito 17 de corriente continua - al circuito 12 de corriente alterna se transforma en calor en las resistencias de frenado 14, se agregan otros estados de operación. En particular son los estados de operación "aumento puntual de carga", en el que el motor 11a de combustión opera en una región de operación más favorable con un mayor grado de eficacia cargando el acumulador 13 de energía de corta duración, "refuerzo", que se refiere a soportar el motor 11a de combustión mediante el acumulador 13 de energía de corta duración, "frenado-acumulador", que se refiere a la carga del acumulador mediante la energía alimentada de nuevo al circuito 12 intermedio de corriente alterna, y "frenado-acumulador/resistencia", que es una forma mixta de los estados de operación "frenado-acumulador" y "frenado-resistencia". En caso de que el acumulador 13 de energía de corta duración esté completamente cargado, se realiza un "frenado-resistencia". La resistencia 14 de frenado está unida con el circuito 12 de corriente alterna mediante un rectificador 14a, por tanto, la resistencia 14 de frenado puede conectarse según se necesite. Se realiza un control mediante un medición de potencia total. Esto es energéticamente ventajoso.

El acumulador 13 de energía de corta duración está configurado como condensador de doble capa que también se designa "ultracondensador" o "ultracapacitor". Este tipo condensadores de doble capa son duraderos, no necesitan mantenimiento y son ligeros, así como presentan una baja densidad de energía a alta densidad de potencia. Por esto, éstos son especialmente adecuados como acumulador de energía de corta duración. En comparación con las baterías, pueden recibirse o emitirse potencias esencialmente mayores por los condensadores de doble capa. Aunque el contenido de energía por volumen es inferior al de las baterías, los condensadores de doble capa destacan excelentemente por estas propiedades como acumulador de energía de corta duración para el uso en grúas móviles de puerto, ya que al reducir la carga de una grúa 1 móvil de puerto aparecen potencias muy altas pero bajas energías durante un periodo de tiempo relativamente corto de algunos segundos, así como para los procesos de aceleración al elevar y otros movimientos de la grúa aparecen respectivamente solo momentáneamente altos picos de potencia. El mecanismo d giratorio alimenta de nuevo solo pequeñas cantidades de energía al circuito 12 intermedio de corriente alterna, ya que el movimiento de giro del equipo 3 superior de rodadura de la grúa 1 móvil de puerto es lento y, por tanto, los procesos de aceleración y frenado son cortos y de baja energía.

El acumulador 13 de energía de corta duración está conectado bidireccionalmente al circuito 17 de corriente continua mediante intercalación de un transformador 13a de corriente continua. El transformador 13a de corriente continua asume la adaptación de la corriente al circuito 17 de corriente continua.

Mediante el acumulador 13 de energía de corta duración pueden integrarse una serie de otras funcionalidades con las que puede influirse positivamente el comportamiento de operación del motor 11a de combustión. De esta

manera también pueden reducirse considerablemente, además de otros ahorros por combustible, las emisiones de contaminantes generadas. El acumulador 13 de energía de corta duración puede hacer posible un arranque suave del motor 11a de combustión mediante el correspondiente refuerzo. Así se evitan duros requisitos de carga repentinos en el motor 11a de combustión. Esto tiene repercusiones positivas sobre el consumo transitorio y el comportamiento de los gases de escape del motor 11a de combustión. En fases de demanda de potencia positiva también se proporciona una carga básica del motor definible. Así se hace posible una rápida reacción del motor 11a de combustión en caso de demanda de carga repentina. Además, se garantiza que la potencia del acumulador 13 de energía de corta duración se reduce paulatinamente próxima al límite de conmutación entre la operación de "refuerzo" y "normal". Esto evita a su vez una dura demanda de carga en el motor de combustión 13 cuando se termina la operación de refuerzo.

El acumulador 13 de energía de corta duración se controla mediante un control 15 de la potencia, un llamado coordinador de potencia, es decir, se fija en cantidad y duración la potencia de carga o descarga del acumulador 13 de energía de corta duración. El control 15 de la potencia se parametriza mediante la estrategia de operación usada. El coordinador de potencia también controla la transición de cargar el acumulador 13 de energía de corta duración a usar las resistencias 14 de frenado. El objetivo del control 15 de la potencia es, por tanto, especialmente, ocuparse de que la energía en exceso se introduzca directamente a los accionamientos conectados al circuito 12 de corriente alterna o al circuito 17 de corriente continua o los motores d1, h1 y w1 de corriente trifásica para evitar las pérdidas que se producen en un almacenamiento intermedio en el acumulador 13 de energía de corta duración. Solo se realizará un almacenamiento intermedio cuando ningún consumidor de energía tenga más necesidad de energía y al mismo tiempo el acumulador 13 de energía de corta duración todavía presente capacidad de carga libre. Las resistencias 14 de frenado sirven, por tanto, como sistema de emergencia en caso de que ni uno de los motores de accionamiento o los motores d1, h1 y w1 de corriente trifásica tengan necesidad de energía al nivel de la energía alimentada de nuevo ni el acumulador 13 de energía de corta duración pueda recibir una cantidad de energía correspondiente.

Como estrategias de operación se utilizan opcionalmente una estrategia de recuperación o una estrategia de reducción de tamaño.

En relación con la estrategia de recuperación, el objetivo principal es recibir toda la energía alimentada de nuevo al circuito 12 de corriente alterna o al circuito 17 de corriente continua y, por tanto, evitar un uso de las resistencias 14 de frenado. El aumento puntual de carga no se utiliza en esta estrategia de operación. Durante el refuerzo regular, el acumulador 13 de energía de corta duración se descarga con potencia constante. Esta potencia de descarga se elige tan baja que el acumulador 13 de energía de corta duración se descargue hasta que toda la energía de recuperación pueda recibirse en el siguiente ciclo de carga. Así se alcanza un grado de eficiencia lo más alto posible del acumulador 13 de energía de corta duración. En este contexto se define un límite de SOC inferior (estado de carga, de State Of Charge, 0: completamente vacío 1: completamente cargado) para la descarga, así el intervalo de trabajo del acumulador 13 de energía de corta duración se encuentra en los intervalos de corriente más altos posibles. Esto también sirve para la optimización del grado de eficiencia, ya que a mayor corriente las pérdidas son más bajas por la resistencia interna del acumulador 13 de energía de corta duración. También puede desviarse en algunos casos durante el refuerzo de la potencia de descarga constante. Por ejemplo, en el caso de demanda de potencia correspondiente puede reforzarse con potencia de descarga máxima cuando el estado de carga del acumulador 13 de energía de corta duración esté próximo al valor máximo después de una fase de carga.

La estrategia de reducción de tamaño prevé como objetivo principal limitar la demanda de potencia al accionamiento 11 diésel-eléctrico de forma que una operación de la grúa 1 móvil de puerto también sea posible con un motor 11a de combustión reducido y un generador 11b de corriente trifásica reducido sin pérdidas de potencia. Para garantizar esto, el acumulador 13 de energía de corta duración también recibe, adicionalmente a la energía alimentada de nuevo al circuito 12 de corriente alterna, carga por el aumento puntual de carga del motor 11a de combustión. Esto puede controlarse por un límite de SOC superior. El acumulador 13 de energía de corta duración puede descargarse a un límite inferior de SOC fijado. Éste se define por el intervalo de ajuste de la corriente inferior del transformador 13a de corriente continua - SOC>0,25 - o el intervalo de SOC útil del acumulador 13 de energía de corta duración. El acumulador 13 de energía de corta duración en esta estrategia de reducción de tamaño solo entrará generalmente en el estado de refuerzo al alcanzarse la potencia máxima del motor 11a de combustión.

Además de la estrategia de operación, otros factores determinan la potencia ajustada del acumulador 13 de energía de corta duración. El transformador 13a de corriente continua usado limita la posible cantidad de potencia mediante su posible intervalo de ajuste de corriente. Además, tiene lugar un control de temperatura del acumulador 13 de energía de corta duración para evitar un acortamiento de la vida útil debido al excesivo calentamiento.

La base del control del acumulador 13 de energía de corta duración con el control 15 de la potencia es la regulación de la potencia activa medida del generador 11b de corriente trifásica a un valor nominal definido. Se realiza una corrección mediante ajuste de la potencia acumulada del acumulador 13 de energía de corta duración. Además, el control 15 de la potencia también controla el rectificador 14a de la resistencia 14 de frenado. En caso de potencia de carga insuficiente del acumulador 13 de energía de corta duración, la potencia en exceso se transforma en calor en la resistencia 14 de frenado. De esta manera se ajustan automáticamente los estados de operación

previamente descritos. Además, el control 15 de la potencia presenta un módulo de limitación con el que en el transcurso del control 15 de la potencia se realiza la estrategia de operación elegida y, por tanto, los parámetros correspondientes. Los límites de conmutación dependientes del acumulador 13 de energía de corta duración, la limitación por el intervalo de ajuste de la corriente del transformador 13a de corriente continua y el control de temperatura se convierten allí. El aumento variable representa un tiempo de rampa definible para el transformador 13a de corriente continua del acumulador 13 de energía de corta duración. Así se garantizan el arranque suave del motor 11a de combustión y la suave salida del proceso de refuerzo.

El acumulador 13 de energía de corta duración también puede actualizarse por su construcción modular de grupos constructivos y funcionalidades como extensión en grúas 1 móviles de puerto existentes. Además, el mantenimiento de las resistencias 14 de frenado, además del acumulador 13 de energía de corta duración, garantiza que la grúa 1 móvil de puerto pueda continuar su operación en caso de avería del acumulador 13 de energía de corta duración.

El control 15 de la potencia y la estrategia de operación están implementados en un controlador lógico programable (PLC, programmable logic controller) que controla el transformador 13a de corriente continua y, por tanto, el acumulador 13 de energía de corta duración. La base para el control 15 de la potencia es la señal analógica de un medidor 11c de potencia activa que mide continuamente la salida de potencia del generador 11b de corriente trifásica y pone esta información a disposición del rectificador 14a de las resistencias 14 de frenado y el transformador 13a de corriente continua del acumulador 13 de energía de corta. La resistencia 14 de frenado permanece en el sistema y se utiliza en caso de que el acumulador 13 de energía de corta duración no pueda recibir toda la energía de frenado o se averíe.

El control 15 de la potencia se comunica mediante un sistema de bus con un control principal de mayor importancia y no representado de la grúa 1 móvil de puerto. Dependiendo de qué sistemas de bus usen los controles, la comunicación se realiza mediante una interfaz. Por ejemplo, el control 15 de la potencia usa para la comunicación con el acumulador 13 de energía de corta duración un J1939 BUS y para la comunicación con el transformador 13a de corriente continua se comunica con un CAN OPEN BUS, que también se usa por el control principal de la grúa 1 móvil de puerto.

Lista de números de referencia

- 1 grúa móvil de puerto
- 2 equipo inferior de rodadura
- 3 equipo superior de rodadura
- 4 torre
- 5 pluma
- 6 mecanismo de desplazamiento de aros de rueda
- 7 muelle
- 8 soportes
- 9 contrapeso
- 10 cabeza de polea
- 11 accionamiento diésel-eléctrico
- 11a motor de combustión
- 11b generador de corriente trifásica
- 11c medidor de potencia activa
- 12 circuito de corriente alterna
- 13 acumulador de energía de corta duración
- 13a transformador de corriente continua
- 14 resistencia de frenado
- 14a rectificador
- 15 control de la potencia
- 16 rectificador
- 17 circuito de corriente continua
- d mecanismo giratorio
- d1 motor de corriente trifásica
- d2 inversor
- h mecanismo elevador
- h1 motor de corriente trifásica
- h2 inversor
- w mecanismo basculante
- w1 motor de corriente trifásica
- w2 bomba hidráulica
- w3 cilindro hidráulico
- D eje de giro
- W eje basculante

REIVINDICACIONES

1. Grúa, especialmente grúa móvil de puerto (1), con un accionamiento diésel-eléctrico (11) cuyo generador de corriente trifásica (11 b) alimenta un circuito de corriente alterna (12), con un circuito de corriente continua (17) conectado al circuito de corriente alterna (12), con motores eléctricos, que accionan al menos un mecanismo giratorio (d), un mecanismo elevador (h) y un mecanismo basculante (w) de la grúa, con al menos una resistencia de frenado (14) y con un acumulador de energía de corta duración (13) que está conectado al circuito de corriente alterna (12) o al circuito de corriente continua (17) para el almacenamiento intermedio de energía en exceso, caracterizada porque al menos uno de los motores eléctricos está conectado al circuito de corriente alterna (12), al menos uno de los motores eléctricos está conectado al circuito de corriente continua (17) y el circuito de corriente alterna (12) está unido con el circuito de corriente continua (17) mediante un rectificador (16) de forma que sea posible un intercambio de energía entre el circuito de corriente alterna (12) y el circuito de corriente continua (17).
2. Grúa según la reivindicación 1, caracterizada porque al menos los motores eléctricos (h1, w1) del mecanismo elevador (h) y del mecanismo basculante (w) pueden operarse como generador para alimentar de nuevo energía eléctrica al circuito de corriente alterna (12) o al circuito de corriente continua (17).
3. Grúa según la reivindicación 1 ó 2, caracterizada porque los motores eléctricos (d1, h1, w1) están configurados como motores de corriente trifásica.
4. Grúa según una de las reivindicaciones 1 a 3, caracterizada porque el acumulador de energía de corta duración (13) está conectado al circuito de corriente continua (17) mediante un transformador de corriente continua (13a).
5. Grúa según una de las reivindicaciones 1 a 4, caracterizada porque el acumulador de energía de corta duración (13) está configurado como condensador de doble capa.
6. Grúa según una de las reivindicaciones 1 a 5, caracterizada porque la resistencia de frenado (14) está conectada al circuito de corriente alterna (12) mediante un rectificador (14a).
7. Grúa según una de las reivindicaciones 1 a 6, caracterizada porque al menos el motor eléctrico (w1) del mecanismo basculante (w) está conectado al circuito de corriente alterna (12).
8. Grúa según una de las reivindicaciones 1 a 7, caracterizada porque el mecanismo giratorio (d) presenta un motor de corriente trifásica (d1) que está conectado al circuito de corriente continua (17) mediante un inversor (d2), el mecanismo elevador (h) presenta un motor de corriente trifásica (h1) que está conectado al circuito de corriente continua (17) mediante un inversor (h2) y el mecanismo basculante (w) presenta un motor de corriente trifásica (w1) que está conectado directamente al circuito de corriente alterna (12).
9. Grúa según una de las reivindicaciones 6 a 9, caracterizada porque un control de la potencia (15) que está fijado mediante una estrategia de operación está unido con el accionamiento diésel-eléctrico (11), la resistencia de frenado (14) o su rectificador (14a), el acumulador de energía de corta duración (13) y el transformador de corriente continua (13a) del acumulador de energía de corta duración (13) y basándose en los datos de un medidor de potencia activa (11c) asociado al generador de corriente trifásica (11b) y el estado de carga del acumulador de energía de corta duración (13) controla el acumulador de energía de corta duración (13) y en caso de necesidad la resistencia de frenado (14).
10. Grúa según la reivindicación 9, caracterizada porque el acumulador de energía de corta duración (13) está ajustado mediante el control de la potencia (15) a una potencia de descarga constante durante un refuerzo regular del accionamiento diésel-eléctrico (11) o está ajustado mediante el control de la potencia (15) de forma que durante el refuerzo del accionamiento diésel-eléctrico (11) en el caso de demanda de potencia correspondiente diferente de la potencia de descarga constante se ponga a disposición una mayor potencia de descarga cuando el estado de carga del acumulador de energía de corta duración (13) está próximo al valor máximo después de una fase de carga.
11. Grúa según la reivindicación 9 ó 10, caracterizada porque mediante el control de la potencia (15) para el acumulador de energía de corta duración (13) está definido un límite del estado de carga inferior y un límite del estado de carga superior.
12. Grúa según la reivindicación 11, caracterizada porque el límite del estado de carga inferior está definido como el 25 % del límite del estado de carga superior.
13. Grúa según una de las reivindicaciones 9 a 12, caracterizada porque la salida de potencia del acumulador de energía de corta duración (13) se reduce mediante el control de la potencia (15) próxima al límite de conmutación entre la operación de refuerzo y la operación normal del accionamiento diésel-eléctrico (11).

14. Grúa según una de las reivindicaciones 1 a 13, caracterizada porque el mecanismo basculante (w) comprende un cilindro hidráulico (w3) y una bomba hidráulica (w2) y el motor eléctrico (w1) que acciona la bomba hidráulica (w2) puede recuperar energía.

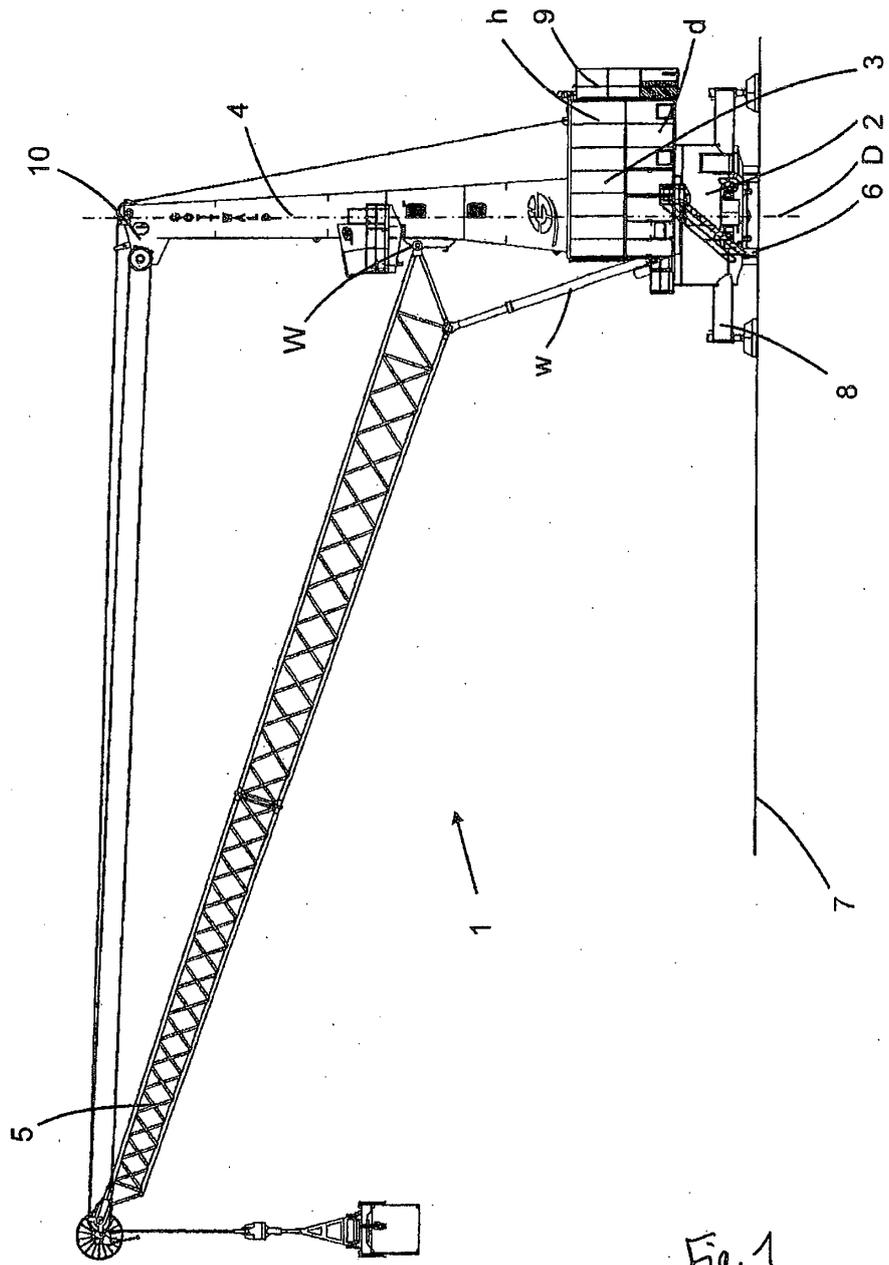


Fig. 1

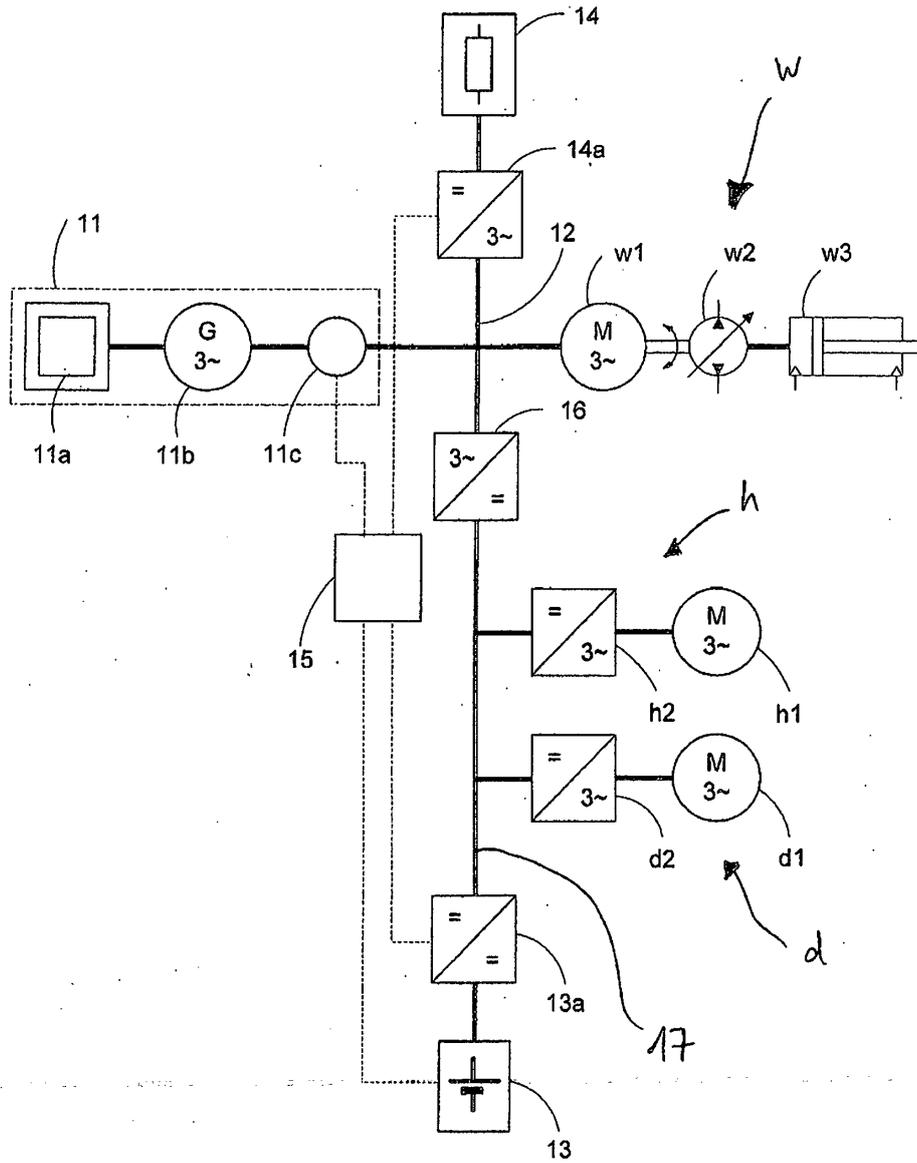


Fig. 2