

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 859 503**

51 Int. Cl.:

B60L 3/00 (2009.01)

G01R 31/36 (2010.01)

G01R 31/00 (2006.01)

G05F 1/10 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **22.07.2016 PCT/EP2016/067485**

87 Fecha y número de publicación internacional: **02.02.2017 WO17016994**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **22.07.2016 E 16744355 (5)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **16.12.2020 EP 3328677**

54 Título: **Emulador de batería y método para regular el emulador de batería**

30 Prioridad:

28.07.2015 AT 506762015

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

04.10.2021

73 Titular/es:

**AVL LIST GMBH (100.0%)
Hans-List-Platz 1
8020 Graz, AT**

72 Inventor/es:

KÖNIG, OLIVER

74 Agente/Representante:

SÁNCHEZ SILVA, Jesús Eladio

ES 2 859 503 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

Emulador de batería y método para regular el emulador de batería

5 La presente invención se refiere a un método para controlar un emulador de batería, que tiene un filtro de salida con una capacitancia de filtro y un condensador de respaldo al que se aplica una tensión de salida y que está conectado en paralelo al condensador de filtro, en donde el condensador de filtro del emulador de batería está conectado al condensador de respaldo con una línea eléctrica, para separar localmente el condensador de respaldo del resto de los componentes del emulador de batería, y para regular la tensión de salida se emplea un regulador basado en un
10 modelo del emulador de batería. Además, la invención se refiere a un emulador de batería que tiene una alimentación de corriente, que tiene un rectificador de entrada con un circuito intermedio de corriente continua, un convertidor de CC, que está conectado a él, y un filtro de salida con una capacitancia de filtro a la salida del convertidor de CC, con un condensador de respaldo al que se aplica una tensión de salida y que está conectado en paralelo al condensador de filtro, que está separado localmente de la alimentación de corriente, en donde el
15 condensador de filtro está conectado al condensador de respaldo con una línea eléctrica, y que tiene una unidad de control del emulador para la regulación basada en modelos del emulador de batería, en la que se implementa un modelo del emulador de batería y el uso del emulador de batería para probar un objeto de prueba eléctrica.

En el desarrollo de las cadenas cinemáticas híbridas o de los vehículos híbridos, es necesario probar la cadena
20 cinemática híbrida o el vehículo híbrido, o sus componentes, en un banco de pruebas en varias fases de desarrollo. Pero, sobre todo en las primeras fases de desarrollo, es frecuente que las baterías de tracción aún no estén disponibles. A menudo, en las fases posteriores de desarrollo también se desea realizar pruebas sin la batería de tracción, ya que las baterías de tracción requieren un manejo complejo; por ejemplo, las baterías de tracción se deben acondicionar para una prueba, lo que puede incluir el control de la temperatura, el establecimiento de un
25 Estado de Carga (SoC) o un Estado de Envejecimiento (SoH). Además, las pruebas con baterías de tracción físicas reales son difíciles de reproducir. Por esta razón, para estas pruebas se suelen utilizar los llamados emuladores de batería que reproducen la batería de tracción. Un emulador de batería suele ser un convertidor electrónico de potencia que proporciona una tensión continua deseada en la salida, que se conecta a una carga eléctrica, por ejemplo, a la cadena cinemática híbrida. En función de la carga eléctrica instantánea, se produce una determinada
30 corriente de carga en la salida del convertidor. Sin embargo, en una cadena cinemática híbrida real, la corriente de carga puede cambiar muy rápidamente. Además, el emulador de batería suministra un convertidor de accionamiento de la cadena cinemática híbrida, lo que puede provocar una retroalimentación de alta frecuencia al emulador de batería. Estas circunstancias provocan problemas de estabilidad en el funcionamiento del emulador de batería.

35 De la patente internacional núm. WO 2013/174967 A1 se conoce un emulador de batería de este tipo, en el que se utiliza una regulación basada en un modelo, aquí predictivo, en el que se integra un modelo de carga del sistema de accionamiento en el modelo del sistema controlado. La integración del modelo de carga permite estabilizar la regulación y obtener un buen rendimiento del mismo. Lo mismo se describe en König O., y otros, "Model Predictive Control of a Battery Emulator for Testing of Hybrid and Electric Powertrains", 2011 IEEE Vehicle Power and
40 Propulsion Conference, Chicago, Illinois, Estados Unidos, 6.9.- 9.9.2011.

Por ejemplo, un emulador de batería que utiliza un modelo de batería para calcular los valores de tensión de corriente en la salida de CC, emulando así los diferentes comportamientos de carga y descarga de las baterías reales se describe en la patente internacional núm. WO 2013/135741 A1. Sin embargo, en la patente internacional
45 núm. WO 2013/135741 A1 no se dan detalles sobre la regulación del emulador de batería.

La patente japonesa núm. JP 3402117 B2 divulga un convertidor solar que convierte una corriente continua de los módulos solares en una tensión alterna. El convertidor solar se controla convencionalmente mediante un regulador de estado con factores de ganancia e integración del error de control. Los factores de ganancia se determinan a
50 partir de un modelo espacial de estado del convertidor, y en el modelo espacial de estado también se incluye una inductancia de línea. La patente japonesa núm. JP 3402117 B2 no muestra la regulación basada en el modelo, sino que el modelo espacial de estado se utiliza simplemente de manera convencional para el diseño del regulador.

De igual modo, es bien conocido respaldar la salida de un emulador de batería con un gran condensador de respaldo (que se puede encender si fuera necesario). Para amortiguar las resonancias entre las inductancias parásitas de la línea entre el emulador de batería y la carga conectada y el condensador de respaldo, a menudo se utiliza también una resistencia de amortiguación en serie en la línea hacia la carga o en paralelo con el condensador de respaldo. Debido a los requerimientos de potencia de la aplicación, que suelen ser de varios 100 kW, los emuladores de baterías son correspondientemente grandes y, por lo general, no se pueden instalar directamente
60 junto a la carga, sino a una distancia de varios metros. Las distancias de 10 a 50 m son habituales en un banco de pruebas. La inductancia parásita de línea resultante, junto con el condensador de respaldo del emulador de batería y el condensador de entrada de la carga eléctrica (convertidor de accionamiento), forma un circuito oscilante que puede ser excitado tanto por la regulación del emulador de batería como por la carga. Como resultado, la regulación de la tensión del emulador de batería se puede volver inestable y puede que sea necesario abortar la prueba en el
65 banco de pruebas. En el peor de los casos, esto incluso puede dañar la carga eléctrica que se va a probar como objeto de prueba en el banco de pruebas. Esto se puede mejorar utilizando condensadores de respaldo más

grandes. Cuanto mayor sea el condensador de respaldo, más estable será la tensión de salida, pero al mismo tiempo, menor será la tasa máxima de cambio posible de la tensión de salida debido a las grandes corrientes de recarga necesarias. Sin embargo, para reproducir fielmente la impedancia de una batería en caso de cambios rápidos de carga es necesario un cambio rápido de tensión. Por lo tanto, un condensador de respaldo grande resulta contraproducente. En un convertidor como el descrito en la patente japonesa núm. JP 3402117 B2, obviamente no se puede utilizar un condensador de respaldo C_S del lado de salida.

Además, la resistencia de amortiguación pasiva provoca importantes pérdidas y también limita la capacidad de regeneración a baja tensión y altas corrientes. Por lo tanto, una resistencia de amortiguación tampoco es deseable.

Por lo tanto, un objetivo de la presente invención es reducir los problemas anteriores y, en particular, realizar un emulador de batería con una tensión de salida suficientemente estable incluso durante los cambios rápidos de carga y con menos pérdidas.

Este objetivo se logra incluyendo en el modelo del emulador de batería una inductancia de línea de la línea eléctrica y el condensador de respaldo. El condensador de respaldo, separado, respalda la tensión de salida del emulador de batería directamente en el objeto de prueba. Para mejorar la calidad de la regulación del emulador de batería, la inductancia de línea y el condensador de respaldo se integran ahora en el modelo del emulador de batería, con lo que se puede conseguir un gran ancho de banda de regulación y también cambios rápidos de carga con suficiente estabilidad de la regulación. Al mismo tiempo, esto elimina la necesidad de resistencias de amortiguación adicionales, ya que la propia regulación es capaz de amortiguar las resonancias con suficiente rapidez.

El rendimiento del control se puede mejorar aún más si se integra adicionalmente en el modelo del emulador de batería un modelo de carga de un objeto de prueba eléctrico suministrado por el emulador de batería. Esto permite que la regulación tenga más en cuenta la dinámica global del sistema regulado.

En este caso, por razones de simplicidad, es ventajoso utilizar una capacitancia de entrada del objeto de prueba como modelo de carga o utilizar una carga de potencia constante, en donde la carga de potencia constante se linealiza alrededor de un punto de funcionamiento del emulador de batería.

A continuación, se explicará con más detalle la presente invención tomando como referencia las figuras 1 a 3, que muestran modalidades ventajosas ilustrativas, esquemáticas y no limitantes de la invención. De este modo, se muestra

En la figura 1, un emulador de batería de la técnica anterior,

En la figura 2, un emulador de batería de acuerdo con la invención con un objeto de prueba eléctrico y

En la figura 3, un diagrama de bloques de la estructura del modelo del emulador de batería.

El emulador de batería 1 de acuerdo con la invención comprende un rectificador 2 en el lado de entrada, que está conectado a un convertidor de CC 3 a través de un circuito intermedio DC 9 que tiene una tensión de circuito intermedio V_0 y una capacitancia de circuito intermedio C_0 . El emulador de batería 1 se alimenta de una red de tensión alterna CA. A la salida del convertidor de CC 3, se dispone un filtro de salida 6 que comprende una inductancia de filtro L_F en serie con la línea de salida y una capacitancia de filtro C_F conectado en paralelo. Der Como se conoce, el convertidor de CC 3 también puede tener un diseño multifásico, en cuyo caso se proporciona una inductancia de filtro L_F para cada fase. El convertidor de CC 3 se implementa, por ejemplo, como un convertidor síncrono con un número de semipuentes (un semipuerto por fase) con interruptores semiconductores. Dicho emulador de batería 1 se conoce, por ejemplo, de la figura 2 de la patente internacional núm. WO 2013/174967 A1.

En el lado de salida, en paralelo con los terminales de salida a los que se aplica la tensión de salida u_A y en paralelo con la capacitancia de filtro C_F también se proporciona un condensador de respaldo C_S .

En el emulador de batería 1, se proporciona además una unidad de control del emulador 5 que controla el convertidor de CC 3, o los interruptores del convertidor de CC 3, para generar la tensión de salida deseada u_{Asoll} , solicitada por una unidad de control de nivel superior. Generalmente, se implementa una modulación de duración de pulsos PWM para accionar los interruptores semiconductores del convertidor de CC 3, como es suficientemente conocido y como se indica en la figura 1. La modulación de duración de pulsos PWM también se podría implementar directamente en la unidad de control del emulador 5. La unidad de control del emulador 5 genera la magnitud de ajuste s para el convertidor de CC 3 o la modulación de duración de pulsos (PWM) a partir del valor nominal de la regulación, en este caso la tensión de salida u_{Asoll} .

Como primera medida de acuerdo con la invención, el condensador de respaldo C_S del emulador de batería 1 está dispuesto en forma de hardware y separado localmente de los demás componentes del emulador de batería 1. Por ejemplo, el condensador de respaldo C_S está dispuesto en una caja de conexiones separada 7, como se muestra en la figura 2. El resultado es un emulador de batería distribuido 1 con una alimentación de corriente 8 y la caja de

conexiones 7 separada localmente con el condensador de respaldo C_S . La caja de conexiones 7 con el condensador de respaldo C_S se conecta entonces al filtro de salida 7 a través de una línea 4. El rectificador 2, el circuito intermedio de CC, el convertidor de CC 3 y el filtro de salida 6 están dispuestos en la alimentación de corriente 8. Esto permite colocar el condensador de respaldo C_S localmente separado de la alimentación de corriente 8 cerca de la carga eléctrica, a pesar del tamaño estructural del emulador de batería 1. De este modo, la línea 4 puede llegar a ser muy larga, como indica la interrupción de la figura. 2, y también puede alcanzar longitudes de 10 a 50 m. Aunque esto puede estabilizar la tensión de salida u_A del emulador de batería 1 aplicada al condensador de respaldo C_S , la dinámica del emulador de batería distribuido 1 se vuelve más compleja y difícil de controlar porque la inductancia de línea resultante L_L , junto con la capacitancia de filtro C_F y el condensador de respaldo C_S , forman un circuito oscilante adicional. Este circuito oscilante da lugar a otra resonancia, además de la existente entre la inductancia de filtro L_F y la capacitancia del filtro C_F . El regulador del emulador de batería 1 no debe excitar las resonancias o debe amortiguarlas adecuadamente cuando son excitadas por el objeto de prueba 10.

Con el fin de permitir la regulación del emulador de batería 1 distribuido de esa manera para lograr una alta respuesta dinámica (alta tasa de cambio de la tensión de salida u_A), se proporciona una regulación basada en un modelo del emulador de batería 1. Para ello, el modelo del emulador de batería 1 se utiliza en la unidad de control del emulador 5 en una regulación basada en el modelo, como una regulación predictiva del modelo, para regular el emulador de batería 1. En este contexto, "Regulación basada en el modelo" significa que el modelo o la salida del modelo se utiliza para calcular la magnitud de ajuste s_k del emulador de batería 1 para la siguiente etapa de muestreo k . En este sentido, el modelo del emulador de batería 1 incluye también el condensador de respaldo C_S y la inductancia de línea L_L de la línea 4 presente entre la alimentación de corriente 8 y el condensador de respaldo C_S , como se indica en la figura 2.

En la aplicación de acuerdo con la invención, la inductancia de línea L_L es dominante y suficiente. Sin embargo, hay que tener en cuenta que en el modelo del emulador de batería 1 se podría tener en cuenta adicionalmente la carga de capacitancia y/o la carga de fuga y/o la carga de resistencia de la línea 4.

Para realizar una prueba en un banco de pruebas 20, el emulador de batería 1, o la caja de conexiones 7 del emulador de batería 1 se conecta al objeto de prueba eléctrico 10. El objeto de prueba 10 comprende, por ejemplo, un convertidor de accionamiento 11 que alimenta un motor eléctrico M. El motor eléctrico M acciona alguna carga 12, por ejemplo una máquina de carga o una cadena cinemática con una máquina de carga. El objeto de prueba 10 puede ser, por ejemplo, una cadena cinemática híbrida de un vehículo. En el banco de pruebas 20 también se dispone de un ordenador de banco de pruebas 30 para controlar y supervisar la ejecución de la prueba. En este sentido, el ordenador de banco de pruebas 30 proporciona la tensión de salida deseada $u_{A\text{sol}}$ y un valor nominal para el convertidor de accionamiento 11. Naturalmente, en el banco de pruebas 20 hay dispositivos de medición para detectar las variables de medición necesarias para la regulación de la ejecución de la prueba, como un momento de giro, una velocidad de rotación, corrientes eléctricas o tensiones eléctricas en la cadena cinemática híbrida. Para mayor claridad, no se muestran los dispositivos de medición.

De este modo se obtiene el diagrama de bloques del modelo del emulador de batería 1, mostrado en la figura 3, en donde en ese caso al objeto de prueba eléctrica 10 también se integra un modelo de carga.

Desde un punto de vista eléctrico, el objeto de prueba 10 forma una carga de potencia constante CPL como se describe en la patente internacional núm. WO 2013/174967 A1. La carga de potencia constante CPL

conduce a una ecuación de estado que se linealiza en torno a un punto de funcionamiento, de la misma manera descrita en la patente internacional núm. WO 2013/174967 A1. En este caso, la relación entre la corriente absorbida por la carga de potencia constante CPL y la tensión de alimentación u_A de la carga de potencia constante CPL

$$\tilde{i}_L = \frac{P}{u_A},$$

surge con la demanda de potencia P del objeto de prueba 10. Al introducir una resistencia de compensación diferencial dependiente del punto de funcionamiento

$$r_P = -\frac{u_A^2}{P}$$

se puede linealizar la ecuación de estado en torno a un punto de funcionamiento en forma de una tensión de salida u_A y de una corriente de carga i_L . Este modelo de carga en forma de carga de potencia constante CPL también se puede incorporar al modelo del emulador de batería 1, como se describe la patente internacional núm. WO 2013/174967 A1. En una realización más sencilla, el modelo de carga se podría formar simplemente a partir de la capacitancia de entrada del objeto de prueba 10. Esta capacitancia de entrada se puede medir, o conocer de

manera sencilla. Sin embargo, puede que el modelo de carga no esté incorporado en absoluto en el modelo del emulador de batería 1.

Con la estructura del modelo mostrado en la figura 3, se puede construir la siguiente ecuación de estado como modelo del emulador de batería 1, en donde la capacitancia de entrada C_P del objeto de prueba 10 se utiliza como modelo de carga, pero esto también podría omitirse por razones de simplicidad. Con el vector de estado $\mathbf{x}_c = [i_1 \ v_1 \ i_2 \ u_A]^T$, medido en la operación, se obtiene el modelo espacial de estado

$$\dot{\mathbf{x}}_c = \begin{bmatrix} \frac{-R_{L_F}}{L_F} & \frac{-1}{L_F} & 0 & 0 \\ \frac{1}{C_F} & 0 & \frac{-1}{C_F} & 0 \\ 0 & \frac{1}{L_L} & \frac{-R_{L_L}}{L_L} & \frac{-1}{L_L} \\ 0 & 0 & \frac{1}{C_S+C_P} & 0 \end{bmatrix} \mathbf{x}_c + \begin{bmatrix} \frac{1}{L_F} \\ 0 \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix} s + \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \\ 0 \\ \frac{-1}{C_S+C_P} \end{bmatrix} i_L.$$

Donde R_{L_F} denota la resistencia parásita de la inductancia de filtro L_F y R_{L_L} denota la resistencia de línea de la línea 4, que se conoce o se puede medir. La magnitud de ajuste s viene dada por $s = d \cdot u_0$, con el ciclo de trabajo d de la modulación de duración de pulsos PWM. En el caso de un convertidor de CC multifásico 3, las inductancias de filtro individuales de cada fase se combinan para formar una inductancia de choque común i_l . Por supuesto, si no se miden directamente, las magnitudes del vector de estado $\mathbf{x}_c$ también podrían ser estimadas por un observador técnico de la regulación.

Con el modelo de carga descrito para una carga de potencia constante CPL, este modelo espacial de estado se puede ampliar insertando la resistencia de compensación diferencial r_P .

$$\dot{\mathbf{x}}_c = \begin{bmatrix} \frac{-R_{L_F}}{L_F} & \frac{-1}{L_F} & 0 & 0 \\ \frac{1}{C_F} & 0 & \frac{-1}{C_F} & 0 \\ 0 & \frac{1}{L_L} & \frac{-R_{L_L}}{L_L} & \frac{-1}{L_L} \\ 0 & 0 & \frac{1}{C_S+C_P} & \frac{-1}{(C_S+C_P)r_P} \end{bmatrix} \mathbf{x}_c + \begin{bmatrix} \frac{1}{L_F} \\ 0 \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix} s + \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \\ 0 \\ \frac{-1}{C_S+C_P} \end{bmatrix} \tilde{i}_L$$

Esta ecuación de estado se aplica a un punto de funcionamiento concreto del emulador de batería 1. Por lo tanto, el modelo se debe adaptar al punto de funcionamiento particular durante la operación. La ventaja de utilizar este modelo de carga es que solo se necesitan dos parámetros adicionales para este fin, que son fáciles de determinar.

Para la regulación, el modelo espacial de estado en tiempo continuo se convierte de forma conocida en un modelo espacial de estado en tiempo discreto. El muestreo A se indica en la figura 3 y se puede realizar, por ejemplo, con una frecuencia de 16 kHz.

El modelo del emulador de batería 1 con los parámetros del modelo se puede crear de antemano y considerarse conocido. El modelo de carga, por otra parte, puede cambiar en función de la carga eléctrica conectada y a menudo no se conoce. En este caso, el enfoque puede consistir en identificar los parámetros del modelo de carga mediante métodos de identificación automatizados conocidos en sí mismos.

Para ello, el dispositivo de prueba compuesto por el emulador de batería 1 y el objeto de prueba 10 puede ser excitado con una secuencia de excitación en forma de variación temporal predeterminada de la tensión de salida u_A . Si la capacitancia de entrada C_P del objeto de prueba 10 es menor que la capacitancia del condensador de respaldo C_S , la identificación se puede realizar con el elemento de prueba 10 desconectado. Si la capacitancia de entrada C_P del objeto de prueba es igual o mayor que la capacitancia del condensador de respaldo C_S , el objeto de prueba 10 afecta significativamente la respuesta dinámica y se debe conectar para la identificación de parámetros. Sin embargo, la identificación de los parámetros se puede realizar sin carga y con el objeto de prueba 10 desconectado. La reacción del dispositivo de prueba se mide y se registra en términos de las variables medidas (de acuerdo con la estructura del modelo). A continuación, se excita el modelo del emulador de batería 1 (filtro de salida 8 + línea 4 + caja de conexiones 7 con condensador de respaldo C_S + objeto de prueba 10, si procede) con la misma secuencia de excitación y se simula y se registra la salida del modelo. La diferencia entre las magnitudes/señales medidas y las magnitudes/señales simuladas se utiliza entonces como error para minimizar este error en una optimización, por ejemplo como la suma de los cuadrados del error, en función de los parámetros del modelo. Esta identificación del modelo de carga se puede realizar, por ejemplo, antes de cada prueba, o una vez para cada objeto de prueba 10.

REIVINDICACIONES

1. Un método para regular un emulador de batería (1) que tiene un filtro de salida (6) con una capacitancia de filtro (C_F) y un condensador de respaldo (C_S) conectado a él en paralelo, al que se aplica una tensión de salida (u_A), en donde el condensador de filtro (C_F) del emulador de batería (1) está conectado al condensador de respaldo (C_S) a través de una línea eléctrica (4), para separar localmente el condensador de respaldo (C_S) del resto de los componentes del emulador de batería (1), y para regular la tensión de salida (u_A) se emplea una regulación basada en un modelo del emulador de batería (1), en donde una inductancia de línea (L_L) de la línea eléctrica (4) y del condensador de respaldo (C_S) se integra al modelo del emulador de batería (1).
2. El método de acuerdo con la reivindicación 1, caracterizado porque un modelo de carga de un objeto de prueba eléctrico (10), que es alimentado por el emulador de batería (1), se integra adicionalmente al modelo del emulador de batería (1).
3. El método de acuerdo con la reivindicación 2, caracterizado porque una capacitancia de entrada (C_P) del objeto de prueba (10) se utiliza como modelo de carga.
4. El método de acuerdo con la reivindicación 2, caracterizado porque se utiliza una carga de potencia constante (CPL) como modelo de carga, en donde la carga de potencia constante (CPL) se linealiza alrededor de un punto de funcionamiento del emulador de batería (1).
5. Emulador de batería que tiene una alimentación de corriente (8), que tiene un rectificador de entrada (2) con un circuito intermedio de corriente continua (9), un convertidor de CC (3) que está conectado a él, y un filtro de salida (6) con una capacitancia de filtro (C_F) a la salida del convertidor de CC (3), que también tiene un condensador de respaldo (C_S) al que se aplica una tensión de salida (u_A) y que está conectado en paralelo al condensador de filtro (C_F), que está separado localmente de la alimentación de corriente (8), en donde el condensador de filtro (C_F) está conectado al condensador de respaldo (C_S) a través de una línea eléctrica (4), y que tiene una unidad de control del emulador (5) para la regulación basada en modelos de la tensión de salida (u_A) del emulador de batería (1), en la que se implementa un modelo del emulador de batería (1), en donde una inductancia de línea (L_L) de la línea eléctrica (4) y del condensador de respaldo (C_S) está integrada al modelo del emulador de batería (1).
6. Uso del emulador de batería de acuerdo con la reivindicación 5 para probar un objeto de prueba eléctrico (10), en donde el emulador de batería (1) está conectado al objeto de prueba eléctrico (10) y proporciona una tensión de alimentación (u_A) para el objeto de prueba eléctrico (10).
7. Uso de acuerdo con la reivindicación 6, caracterizado **porque** un modelo de carga de un objeto de prueba eléctrico (10) está integrado adicionalmente al modelo del emulador de batería (1).

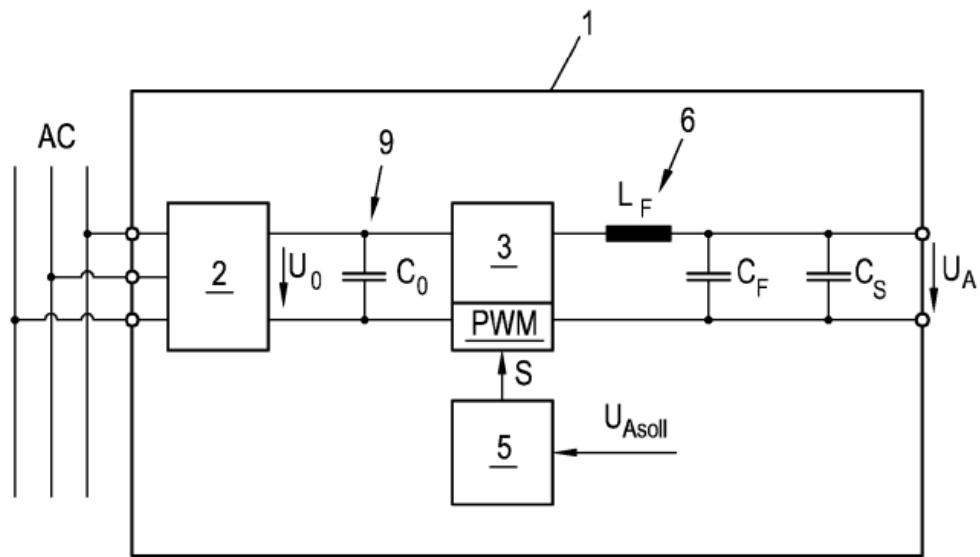


Figura 1

(Estado de la técnica)

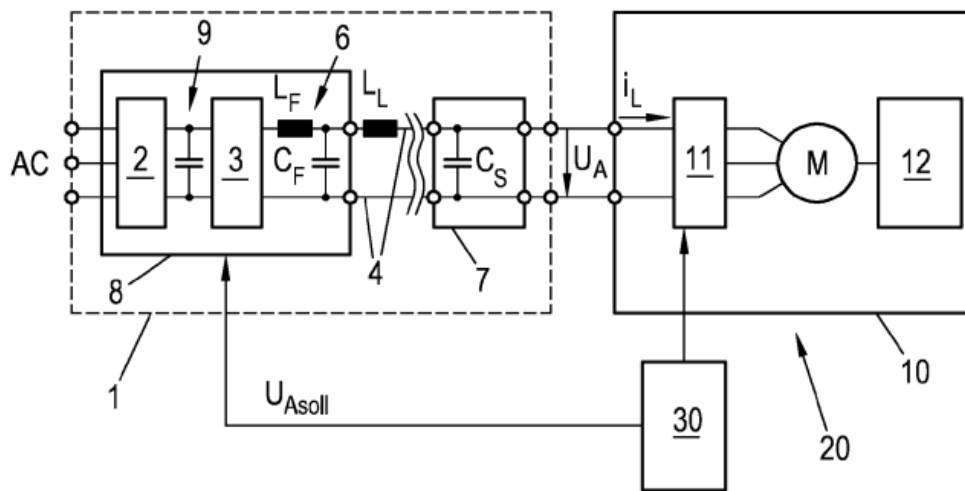


Figura 2

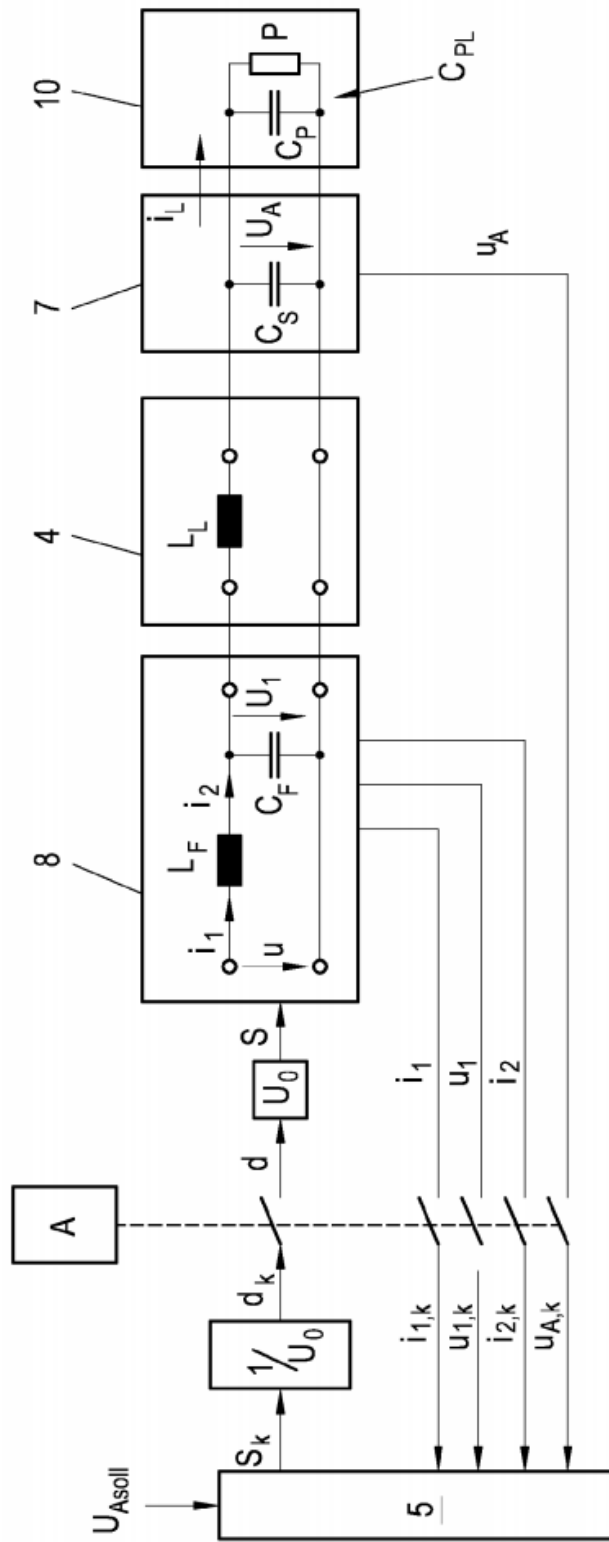


Figura 3