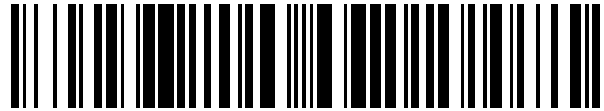


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 562 929**

51 Int. Cl.:

H02M 1/32 (2007.01)
H02P 3/22 (2006.01)
H02P 27/06 (2006.01)
H02M 1/36 (2007.01)
H02M 5/458 (2006.01)
G01R 31/42 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **31.05.2013 E 13725991 (7)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **13.01.2016 EP 2862267**

54 Título: **Procedimiento para estimar un valor de una resistencia de frenado empleada en un convertidor de potencia**

30 Prioridad:

13.06.2012 FR 1255542

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

09.03.2016

73 Titular/es:

**SCHNEIDER TOSHIBA INVERTER EUROPE SAS
(100.0%)
33, rue André Blanchet
27120 Pacy sur Eure, FR**

72 Inventor/es:

**LECHAT, DAVID y
BARAUNA, ALLAN PIERRE**

74 Agente/Representante:

CARPINTERO LÓPEZ, Mario

ES 2 562 929 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

Procedimiento para estimar un valor de una resistencia de frenado empleada en un convertidor de potencia

Campo técnico de la invención

5 La presente invención se refiere a un procedimiento y a un sistema para estimar un valor de una resistencia de frenado empleada en un convertidor de potencia.

Estado de la técnica

De manera conocida, un convertidor de potencia, destinado a controlar un motor eléctrico, consta:

- de un bus continuo de alimentación que consta de dos líneas de alimentación entre las cuales se aplica una tensión continua;
- 10 – de un condensador de bus conectado a las dos líneas de alimentación y encargado de mantener la tensión continua del bus en un valor constante;
- de un módulo ondulator conectado por tres fases de salida al motor eléctrico y controlado por unas señales de control generadas por una unidad de control.

15 El convertidor de potencia también puede constar de un módulo rectificador situado en la entrada y destinado a convertir una tensión alterna suministrada por una red de distribución eléctrica en una tensión continua que se aplica en el bus.

20 Durante el frenado, el motor eléctrico genera energía eléctrica que se devuelve al convertidor de potencia. Si el módulo rectificador es reversible, esta energía de frenado se puede devolver a la red de distribución eléctrica. Por el contrario, si el módulo rectificador no es reversible, por ejemplo está compuesto por un puente de diodos, la energía eléctrica generada durante el frenado del motor no se puede devolver a la red y se disipa, por ejemplo, en una resistencia llamada resistencia de frenado. La resistencia de frenado está incluida en una célula de frenado integrada en el convertidor de potencia o conectada a este. Esta célula de frenado está conectada a la primera línea de alimentación y a la segunda línea de alimentación del bus, y está situada entre el condensador de bus y el módulo ondulator. Esta consta de un elemento de conmutación, de un diodo conectado en serie con el elemento de conmutación y dicha resistencia de frenado, que está conectada en paralelo al diodo.

25 Dicho convertidor de potencia se describe en el documento EP 2106016.

Un procedimiento de estimación del valor de una resistencia de frenado de un convertidor de potencia se describe en el documento EP 1818207.

30 En una célula de frenado, la resistencia de frenado debe presentar un valor mínimo con el fin de garantizar la integridad del elemento de conmutación y del diodo durante un frenado. Si este valor mínimo no se respeta, el elemento de conmutación y el diodo pueden verse dañados, al no estar previsto ningún sistema para protegerlos.

El objetivo de la invención es proponer un procedimiento que permite estimar el valor de la resistencia de frenado que se emplea en la célula de frenado, con el fin de poder compararla con la resistencia mínima permitida por el fabricante.

35 **Descripción de la invención**

Este objetivo se consigue mediante un procedimiento para estimar un valor de una resistencia de frenado empleada en un convertidor de potencia conectado a un motor eléctrico, constando dicho convertidor de potencia:

- de un bus continuo de alimentación que comprende una primera línea de alimentación y una segunda línea de alimentación;
- 40 – de un condensador de bus conectado a la primera línea de alimentación y a la segunda línea de alimentación;
- de un módulo ondulator conectado al bus continuo de alimentación y al motor eléctrico;
- de una célula de frenado conectada a la primera línea de alimentación y a la segunda línea de alimentación y que consta de un elemento de conmutación, de un diodo conectado en serie con el elemento de conmutación y de la resistencia de frenado conectada en paralelo a dicho diodo,

45 caracterizándose dicho procedimiento porque este se implementa durante el frenado del motor eléctrico y porque consiste en:

- determinar el valor de la capacidad del condensador de bus cuando el elemento de conmutación está en un estado abierto;
- 50 – determinar el valor de la resistencia de frenado a partir del valor de la capacidad del condensador de bus, de la tensión del bus continuo de alimentación y de la corriente generada por el motor eléctrico durante el frenado

cuando el elemento de conmutación está en un estado cerrado.

De acuerdo con una particularidad, el procedimiento consta de una etapa de comparación entre el valor de la resistencia de frenado determinado y un valor mínimo requerido.

5 De acuerdo con otra particularidad, si el valor de la resistencia de frenado determinado es inferior al valor mínimo requerido, este consta de una etapa de frenado en rueda libre del motor eléctrico.

La invención se refiere a un sistema para estimar un valor de una resistencia de frenado empleada en un convertidor de potencia conectado a un motor eléctrico, constando dicho convertidor de potencia:

- de un bus continuo de alimentación que comprende una primera línea de alimentación y una segunda línea de alimentación;
- 10 – de un condensador de bus conectado a la primera línea de alimentación y a la segunda línea de alimentación;
- de un módulo ondulator conectado al bus continuo de alimentación y al motor eléctrico;
- de una célula de frenado, conectada a la primera línea de alimentación y a la segunda línea de alimentación, y que consta de un elemento de conmutación, de un diodo conectado en serie con el elemento de conmutación y de la resistencia de frenado conectada en paralelo a dicho diodo,

15 caracterizándose dicho sistema porque consta de un módulo de estimación activado durante el frenado del motor eléctrico, constando dicho módulo de estimación:

- de unos medios de determinación del valor de la capacidad del condensador de bus implementado cuando el elemento de conmutación está en un estado abierto;
- de unos medios de determinación del valor de la resistencia de frenado a partir del valor de la capacidad del condensador de bus, de la tensión del bus continuo de alimentación y de la corriente generada por el motor eléctrico durante el frenado, activados cuando el elemento de conmutación está en un estado cerrado.

De acuerdo con una particularidad, el sistema consta de unos medios de comparación entre el valor determinado de la resistencia de frenado y un valor mínimo requerido.

25 De acuerdo con otra particularidad, si el valor de la resistencia de frenado determinado es inferior al valor mínimo requerido, el sistema está preparado para activar unos medios de frenado en rueda libre del motor eléctrico.

Breve descripción de las figuras

Se van a mostrar otras características y ventajas en la descripción detallada que viene a continuación en referencia a los dibujos adjuntos, en los que:

- la figura 1 representa un esquema de un convertidor de potencia que incluye una célula de frenado;
- 30 - la figura 2 representa el esquema equivalente del convertidor de potencia durante una secuencia de frenado;
- la figura 3 ilustra una secuencia de frenado y representa el circuito equivalente para cada etapa de la secuencia;
- la figura 4 representa el algoritmo implementado para estimar el valor de la resistencia de frenado.

Descripción detallada de al menos una forma de realización

En referencia a la figura 1, un convertidor de potencia consta principalmente:

- 35 – de un bus continuo de alimentación que consta de dos líneas L1, L2 de alimentación entre las cuales se aplica un tensión continua;
- de un condensador Cbus de bus conectado a las dos líneas L1, L2 de alimentación y encargado de mantener la tensión continua del bus en un valor constante;
- 40 – de un módulo INV ondulator conectado por tres fases de salida a un motor M eléctrico y controlado por unas señales de control generadas por una unidad de control que implementa una ley de control determinada. El módulo INV ondulator consta de varios brazos de conmutación, por ejemplo un total de tres si el motor M es trifásico. Cada brazo de conmutación consta de dos transistores de potencia, por ejemplo de tipo IGBT, controlados cada uno mediante un dispositivo de control que recibe unas señales de control de la unidad de control.

45 La invención se describe de manera más precisa para un convertidor de potencia de tipo variador de velocidad. De manera conocida, un variador de velocidad consta, además, de un módulo REC rectificador conectado por tres fases de entrada a una red RD de distribución eléctrica y destinado a convertir una tensión alterna suministrada por la red RD de distribución eléctrica en una tensión continua aplicada en el bus continuo de alimentación.

La invención se aplica de manera más particular a un convertidor de potencia dotado de un módulo rectificador con

puente de diodos, y provisto de una célula CelF de frenado empleada para disipar la energía generada por el motor M eléctrico durante el frenado.

5 De manera conocida, una célula CelF de frenado está conectada a la primera línea L1 de alimentación y a la segunda línea L2 de alimentación. Esta consta de un elemento Sw de conmutación y de un diodo D conectado en serie con el elemento Sw de conmutación, así como una resistencia Rf de frenado conectada en paralelo a dicho diodo D.

El procedimiento de la invención se implementa, por ejemplo, en la unidad de control que está incluida en el convertidor de potencia o externa a este. Esta consta de unos medios de tratamiento y de un módulo de estimación ejecutado por los medios de tratamiento para estimar el valor de la resistencia Rf de frenado.

10 La figura 2 representa el circuito equivalente al de la figura 1 durante el frenado del motor eléctrico. De este modo, este circuito equivalente consta de una fuente de tensión que emite la tensión Vbus, del condensador de bus de capacidad C, del elemento Sw de conmutación, del diodo D, de la resistencia Rf de frenado de valor R y de una fuente de corriente que envía una corriente Im durante el frenado del motor M eléctrico.

15 En referencia a la figura 3, entre t0 y t1, el motor M eléctrico está en modo receptor y consume la energía eléctrica que se le envía. La potencia Pmot la suministra el drive al motor M eléctrico. La tensión Vbus se mantiene constante en su valor Vnom nominal. El elemento Sw de conmutación de la célula CelF de frenado está por tanto en un estado abierto.

20 En la figura 3, a partir de t1 se inicia una secuencia de frenado. Durante el frenado del motor eléctrico, el motor M eléctrico se convierte en generador y la energía eléctrica generada durante el frenado se devuelve hacia el convertidor. La potencia Pmot lo suministra el motor M eléctrico al drive.

Entre t1 y t2, al estar el elemento Sw de conmutación en su estado abierto, la tensión Vbus del bus continuo de alimentación aumenta hasta un valor Vbus_máx máximo. El esquema equivalente a esta configuración consta del condensador de bus de capacidad C y de la fuente de corriente que envía la corriente Im.

25 Entre t2 y t3, el elemento Sw de conmutación está controlado en el estado cerrado con el fin de disipar la energía de frenado en la resistencia Rf de frenado y de este modo conducir la tensión Vbus del bus continuo de alimentación a un valor aceptable, por ejemplo su valor Vnom nominal. El esquema equivalente a esta configuración consta, de este modo, del condensador de bus de capacidad C, de la resistencia de frenado de valor R conectada en paralelo al condensador Cbus de bus y la fuente Im de corriente.

30 Esta secuencia de frenado se repite varias veces, hasta la disipación completa de toda la energía de frenado en la resistencia de frenado.

Esta secuencia de frenado permite comprender mejor el procedimiento de estimación de la resistencia de frenado de la invención.

En referencia a la figura 4, el procedimiento se implementa durante el frenado del motor M eléctrico, es decir cuando el motor M eléctrico suministra la potencia Pmot al drive.

35 De acuerdo con este procedimiento, en una primera etapa E1, el módulo de estimación implementa unos medios de determinación del estado del elemento Sw de conmutación.

40 Si el elemento Sw de conmutación está en su estado abierto, en una etapa E2, el módulo de estimación implementa unos medios de determinación del valor de la capacidad C del condensador Cbus de bus. Como se representa en la figura 3, cuando el elemento Sw de conmutación está en su estado abierto, el esquema equivalente del circuito consta del condensador de bus de capacidad C y de la fuente Im de corriente. De este modo, se puede determinar el valor de la capacidad C del condensador de bus aplicando las siguientes expresiones:

$$C = \frac{1}{V_{bus}(t) - V_{bus}(0)} \int I_c(t) dt$$

$$I_c(t) = I_m(t)$$

45 en las que:

- C representa la capacidad del condensador de bus;
- Ic representa la corriente que atraviesa el condensador de bus;
- Vbus representa la tensión del bus continuo de alimentación inicial y en el instante t;
- Im representa la corriente generada por el motor eléctrico durante el frenado.

Una vez calculado el valor de la capacidad C, esta se memoriza en unos medios de memorización de la unidad de control.

El módulo de estimación vuelve de nuevo a la primera etapa para supervisar el estado de elemento Sw de conmutación.

- 5 Si el elemento Sw de conmutación está en su estado cerrado, el módulo de estimación verifica, en una etapa E3, si ya se ha calculado el valor de la capacidad C.

Si no se ha calculado el valor de la capacidad C, el módulo de estimación vuelve de nuevo a la primera etapa E1 y espera que el elemento Sw de conmutación pase al estado abierto para calcular el valor de la capacidad C, como se ha descrito con anterioridad.

- 10 Si ya se ha calculado el valor de la capacidad C, el módulo de estimación puede, en una etapa E4, deducir de este el valor R de la resistencia Rf de frenado.

El valor R de la resistencia Rf de frenado se determina a partir de las siguientes relaciones:

$$\frac{dV_{bus}(t)}{dt} + \frac{V_{bus}(t)}{\tau} = \frac{Im(t)}{C}$$

$$\Rightarrow R = \frac{V_{bus}(t)}{Im(t) - C \frac{dV_{bus}(t)}{dt}}$$

$$\tau = R * C$$

- 15 τ representa la constante de tiempo del filtro RC.

Una vez determinado el valor R de la resistencia de frenado, el módulo de estimación tiene que, en una etapa E5, compararlo con el valor de la resistencia Rmín mínima requerida y memorizada previamente. Si la resistencia Rf de frenado presenta un valor superior al de la resistencia Rmín mínima requerida, el frenado puede proseguir, al evitarse cualquier posible daño. Por el contrario, si la resistencia Rf de frenado presenta un valor R inferior al de la resistencia Rmín mínima requerida, la secuencia de frenado se detiene. El convertidor de potencia se bloquea y se deja por tanto al motor en rueda libre hasta su detención total.

- 20

REIVINDICACIONES

1. Procedimiento para estimar un valor de una resistencia (R_f) de frenado empleada en un convertidor de potencia conectado a un motor (M) eléctrico, constando dicho convertidor de potencia:

- 5 - de un bus continuo de alimentación que comprende una primera línea (L1) de alimentación y una segunda línea (L2) de alimentación;
- de un condensador (C_{bus}) de bus conectado a la primera línea de alimentación y a la segunda línea de alimentación;
- de un módulo (INV) ondulator conectado al bus continuo de alimentación y al motor (M) eléctrico;
- 10 - de una célula (CellF) de frenado conectada a la primera línea (L1) de alimentación y a la segunda línea (L2) de alimentación y que consta de un elemento (Sw)
- de conmutación, de un diodo (D) conectado en serie con el elemento de conmutación y de la resistencia (R_f) de frenado conectada en paralelo a dicho diodo,

estando dicho procedimiento **caracterizado porque** se implementa durante el frenado del motor (M) eléctrico y **porque** consiste en:

- 15 - determinar el valor de la capacidad (C) del condensador de bus cuando el elemento de conmutación está en un estado abierto;
- determinar el valor (R) de la resistencia (R_f) de frenado a partir del valor de la capacidad (C) del condensador de bus, de la tensión (V_{bus}) del bus continuo de alimentación y de la corriente (I_m) generada por el motor eléctrico durante el frenado cuando el elemento de conmutación está en un estado cerrado.

20 2. Procedimiento de acuerdo con la reivindicación 1, **caracterizado porque** consta de una etapa de comparación entre el valor (R) determinado de la resistencia (R_f) de frenado y un valor ($R_{mín}$) mínimo requerido.

3. Procedimiento de acuerdo con la reivindicación 2, **caracterizado porque**, si el valor de la resistencia de frenado determinado es inferior al valor mínimo requerido, este consta de una etapa de frenado en rueda libre del motor eléctrico.

25 4. Sistema para estimar un valor de una resistencia (R_f) de frenado empleado en un convertidor de potencia conectado a un motor (M) eléctrico, constando dicho convertidor de potencia:

- de un bus continuo de alimentación que comprende una primera línea (L1) de alimentación y una segunda línea (L2) de alimentación;
- 30 - de un condensador (C_{bus}) de bus conectado a la primera línea de alimentación y a la segunda línea de alimentación;
- de un módulo (INV) ondulator conectado al bus continuo de alimentación y al motor (M) eléctrico;
- de una célula (CellF) de frenado conectada a la primera línea (L1) de alimentación y a la segunda línea (L2) de alimentación y que consta de un elemento (Sw) de conmutación, de un diodo (D) conectado en serie con el elemento de conmutación y de la resistencia (R_f) de frenado conectada en paralelo a dicho diodo,

35 estando dicho sistema **caracterizado porque** consta de un módulo de estimación activado durante el frenado del motor (M) eléctrico, constando dicho módulo de estimación:

- de unos medios de determinación del valor de la capacidad (C) del condensador de bus implementado cuando el elemento de conmutación está en un estado abierto;
- 40 - de unos medios de determinación del valor (R) de la resistencia (R_f) de frenado a partir del valor de la capacidad (C) del condensador de bus, de la tensión (V_{bus}) del bus continuo de alimentación y de la corriente (I_m) generada por el motor eléctrico durante el frenado, activados cuando el elemento de conmutación está en un estado cerrado.

5. Sistema de acuerdo con la reivindicación 4, **caracterizado porque** consta de unos medios de comparación entre el valor (R) determinado de la resistencia (R_f) de frenado y un valor ($R_{mín}$) mínimo requerido.

45 6. Sistema de acuerdo con la reivindicación 5, **caracterizado porque**, si el valor de la resistencia de frenado determinado es inferior al valor mínimo requerido, el sistema está preparado para activar unos medios de frenado en rueda libre del motor eléctrico.

Fig. 1

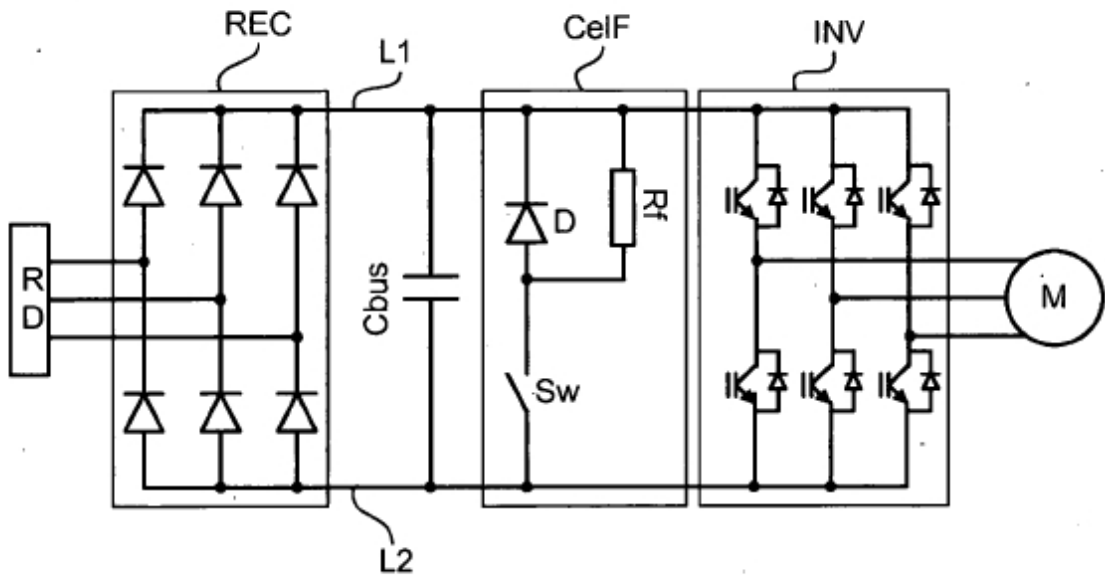


Fig. 2

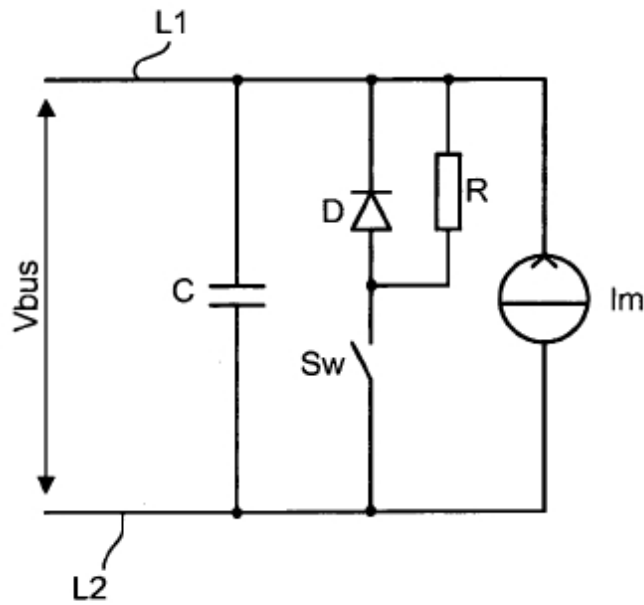


Fig. 3

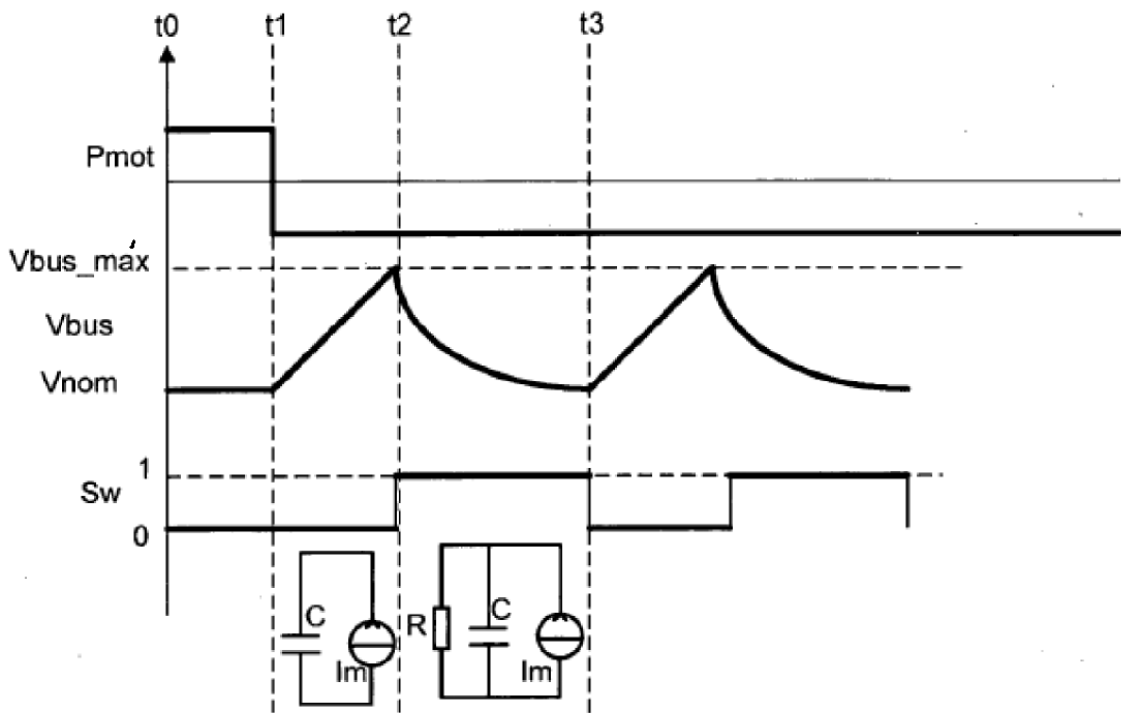


Fig. 4

