

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 662 251**

51 Int. Cl.:

H02P 6/185 (2006.01)

H02P 23/00 (2006.01)

H02P 6/08 (2006.01)

H02P 21/14 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **12.09.2016 E 16188265 (9)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **24.01.2018 EP 3157158**

54 Título: **Procedimiento de control para identificar los valores de inductancia de un motor eléctrico síncrono de reluctancia variable**

30 Prioridad:

13.10.2015 FR 1559704

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

05.04.2018

73 Titular/es:

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

72 Inventor/es:

**JEBAI, AL KASSEM;
MALRAIT, FRANÇOIS y
DEVOS, THOMAS**

74 Agente/Representante:

CARPINTERO LÓPEZ, Mario

ES 2 662 251 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 de control para identificar los valores de inductancia de un motor eléctrico síncrono de reluctancia variable

Campo técnico de la invención

- 5 La presente invención se refiere a un procedimiento de control implementado en una unidad de tratamiento asociada a un convertidor de tensión empleado para controlar un motor eléctrico síncrono. Este procedimiento de control pretende, en concreto, determinar los valores de inductancia de dicho motor eléctrico.

La invención se aplica en un motor eléctrico síncrono de reluctancia variable.

Estado de la técnica

- 10 La velocidad del motor eléctrico se controla mediante un regulador de velocidad. El regulador de velocidad consta de unas fases de entrada para conectarse a una red de alimentación eléctrica y de unas fases de salida para conectarse al motor eléctrico. Habitualmente, consta de una etapa de rectificación para rectificar la tensión de la red aplicada en la entrada y una etapa de ondulación para generar tensiones variables en las fases de salida con destino al motor eléctrico.

- 15 Debido a la saturación magnética, los valores de inductancia de un motor síncrono de reluctancia variable varían en función de la corriente inyectada en el estátor, denominada corriente estatórica.

La mayor parte del tiempo, los valores de inductancia del motor se eligen, sin embargo, constantes, lo que genera un límite en el rendimiento del control del motor empleado.

- 20 Existen, no obstante, procedimientos para determinar los valores de inductancia del motor. La solicitud de patente EP1641114A1 propone tal procedimiento en el que emplea un sensor de posición situado en el motor.

- La solicitud de patente EP2453248A1 propone otro procedimiento de identificación de las inductancias del motor. Este procedimiento se basa en la inyección de pulsos de tensión al motor parado. El flujo al estátor se obtiene integrando la diferencia entre la tensión total en los bornes del estátor y la tensión al nivel de la resistencia del motor. Cada valor de inductancia del motor se obtiene derivando el flujo con respecto a la corriente. Este procedimiento presenta varios inconvenientes, concretamente, el de la necesidad de tener un conocimiento perfecto de la resistencia del motor y tener que obtener mediciones precisas de la tensión aplicada en el motor.
- 25

Las solicitudes de patente US2007/241715A1, WO2012/000507A1 y US2013/173193A1 describen otras soluciones para determinar los valores de inductancia en función de diferentes valores de corriente.

- 30 El objetivo de la invención consiste en proponer un procedimiento de control implementado para determinar los valores de inductancia de un motor síncrono de reluctancia variable, siendo dicho procedimiento simple, fiable y no precisando ni el empleo de un sensor de posición, ni un conocimiento preciso de la resistencia del motor o de la tensión aplicada en el motor.

Descripción de la invención

- 35 Este objetivo se alcanza mediante un procedimiento de control de un motor eléctrico síncrono de reluctancia variable, implementado en una unidad de tratamiento, estando dicha unidad de tratamiento asociada a un convertidor de potencia conectado por unas fases de salida a dicho motor eléctrico y dispuesto para ejecutar una ley de control con vistas a aplicar unas tensiones variables en dicho motor eléctrico, constanding el procedimiento de una fase de identificación de un valor de inductancia del flujo de dicho motor eléctrico, constanding esta fase de identificación de:

- 40 - una etapa de generación de una corriente de referencia en la entrada de dicha ley de control, adoptando sucesivamente dicha corriente de referencia varios valores siguiendo un perfil predeterminado,
- para cada valor de corriente de referencia, una etapa de determinación de un valor de corriente correspondiente a unas corrientes medidas en las fases de salida del motor,
- para cada valor de corriente de referencia, una etapa de determinación mediante un módulo de identificación de un valor de inductancia en función de un valor de corriente de referencia aplicado en la entrada, del valor correspondiente de corriente determinado a partir de las corrientes medidas en las fases de salida y de un valor de inductancia predeterminado o variable,
- para cada valor de corriente determinado a partir de las corrientes medidas en las tres fases de salida, memorización del valor de inductancia correspondiente determinado durante la etapa de determinación.
- 45

- 50 Según una particularidad, la corriente de referencia sigue un perfil variable partiendo de un valor inicial definido, mínimo o máximo, hasta un valor final, respectivamente máximo o mínimo.

Según una primera variante de realización, la corriente de referencia adopta varios valores sucesivos siguiendo un

perfil lineal.

Según una segunda variante de realización, la corriente de referencia adopta varios valores sucesivos siguiendo un perfil en escalera de varios escalones, siguiendo cada valor de la corriente de referencia un escalón de dicho perfil.

5 Según otra particularidad, el procedimiento consta de una fase de utilización que sigue a la fase de identificación, consistiendo dicha fase de utilización en utilizar cada valor de inductancia memorizado durante la fase de identificación para determinar un flujo de referencia a aplicar en el motor.

10 La invención se refiere asimismo a un sistema de control de un motor eléctrico síncrono de reluctancia variable, que comprende una unidad de tratamiento, estando dicha unidad de tratamiento asociada a un convertidor de potencia conectado por unas fases de salida a dicho motor eléctrico y dispuesto para aplicar unas tensiones variables a dicho motor eléctrico ejecutando una ley de control, caracterizado porque la ley de control consta de:

- un módulo de generación de una trayectoria de una corriente de referencia,
- un módulo de determinación, para cada valor de la corriente de referencia, de un valor de corriente determinado a partir de corrientes medidas en las fases de salida,
- 15 - un módulo de identificación de cada valor de inductancia del motor eléctrico a partir de un valor de corriente de referencia, del valor de corriente correspondiente determinado a partir de las corrientes medidas en las fases de salida y de un valor de inductancia predeterminado o variable,
- para cada valor de corriente determinado a partir de las corrientes medidas en las tres fases de salida, un módulo de memorización del valor de inductancia correspondiente determinado.

20 Según una particularidad del sistema, el módulo de generación de la corriente de referencia se dispone para que este siga un perfil variable partiendo inicialmente de un valor definido, mínimo o máximo, hasta un valor final, respectivamente, máximo o mínimo.

Según una variante de realización, la corriente de referencia adopta varios valores sucesivos siguiendo un perfil lineal.

25 Según otra particularidad, la corriente de referencia adopta varios valores sucesivos siguiendo un perfil en escalera de varios escalones, siguiendo cada valor de la corriente de referencia un escalón de dicho perfil.

Breve descripción de las figuras

Se apreciarán otras características y ventajas en la siguiente descripción detallada, hecha con respecto a los dibujos adjuntos, en los que:

- la figura 1 ilustra, de manera esquemática, el principio de funcionamiento de la invención,
- 30 - las figuras 2A y 2B muestran unas curvas de evolución de la inductancia L_d y del flujo ϕ_d en función de la corriente i_d ,
- las figuras 3A y 3B representan dos perfiles distintos seguidos por la corriente de referencia para la implementación del procedimiento de control de la invención,
- 35 - la figura 4 muestra de los cronogramas que ilustran el principio de adaptación en tiempo real de la inductancia empleada en la ley de control del motor.

Descripción detallada de al menos un modo de realización

40 La invención se refiere a un procedimiento de control implementada en una unidad de tratamiento asociada a un convertidor de potencia. El procedimiento de control está adaptado específicamente para el control de un motor eléctrico M síncrono de reluctancia variable. La unidad de tratamiento y el convertidor de tensión están reunidos, por ejemplo, en un regulador de velocidad destinado a controlar dicho motor eléctrico M. La unidad de tratamiento consta al menos de un microprocesador y una memoria.

45 De manera conocida, el convertidor de potencia consta al menos de una etapa de ondulación INV conectada por varias fases de salida (tres fases a, b, c en la figura 1) al motor eléctrico M. La etapa de ondulación consta de varios transistores controlados para aplicar tensiones variables en las fases de salida. El control de los transistores se realiza mediante la ejecución de una ley de control en la unidad de tratamiento.

De manera conocida, una ley de control de velocidad consta de los siguientes elementos:

- Una corriente de referencia \bar{i}_d en el eje d del punto de referencia d, q vinculada al rotor del motor que se aplica en la entrada de un módulo M1.
 - Basándose en la corriente de referencia y de un valor de inductancia \hat{L}_d , el módulo M1 determina un flujo de referencia $\bar{\phi}_d$ en el eje d.
- 50

- Basándose en la velocidad de referencia $\overline{\omega}$ y en una estimación de la velocidad real del motor, un módulo M2 determina una corriente de referencia \overline{i}_q en el eje q.
- Basándose en la corriente de referencia \overline{i}_q , del flujo de referencia $\overline{\phi}_d$ de la corriente i_d y de la corriente i_q representativas de las corrientes medidas en cada fase de salida, un módulo M3 determina las tensiones u_d, u_q que hay que aplicar en el motor M.
- a partir de las tensiones u_d, u_q , un módulo M4 aplica una transformación de Park para determinar las tensiones u_a, u_b, u_c a aplicar en cada fase de salida.
- Un módulo M5 se dispone asimismo para estimar la velocidad $\hat{\omega}$ del motor que se inyecta en el módulo M2.
- Un módulo M6 efectúa una transformación de Park para transformar las corrientes i_a, i_b, i_c medidas en cada fase de salida en corrientes i_d, i_q a inyectar en la entrada del módulo M3 y del módulo M5.

El procedimiento de la invención consiste en obtener una curva que exprese los valores de inductancia del motor eléctrico en función de la corriente i_d . La siguiente demostración explica en qué varía la inductancia del motor en función de esta corriente i_d .

El modelo general de un motor eléctrico síncrono de reluctancia variable en el punto de referencia d,q vinculado al rotor del motor se expresa por las siguientes relaciones:

$$\begin{cases} \frac{d}{dt} \phi_d = u_d - R i_d + \omega \phi_q \\ \frac{d}{dt} \phi_q = u_q - R i_q - \omega \phi_d \\ \frac{J_M}{n_p} \frac{d\omega}{dt} = \frac{3}{2} n_p (i_q \phi_d - i_d \phi_q) - \tau_L \end{cases}$$

En las que:

- $\begin{pmatrix} \phi_d \\ \phi_q \end{pmatrix}$ corresponde al flujo eléctrico,
- $\begin{pmatrix} i_d \\ i_q \end{pmatrix}$ corresponde a la corriente del motor,
- $\begin{pmatrix} u_d \\ u_q \end{pmatrix}$ corresponde a la tensión del motor,
- R corresponde a la resistencia estática del motor,
- J_M y n_p son los parámetros mecánicos del motor,
- τ_L es el par de carga,
- ω es la velocidad del motor.

La saturación magnética en el eje d está representada por la relación entre el flujo y la corriente:

$$\phi_d = \varphi(i_d) \quad (1)$$

En la que φ es una función de la corriente i_d .

Por similitud al modelo lineal y sin pérdida de generalidad, la función φ se escribe como una función de la corriente del eje d de la siguiente forma:

$$\varphi(i_d) = L_d(i_d) \times i_d \quad (2)$$

5 En la que L_d representa la inductancia del motor (por analogía con el modelo lineal) en función de la corriente del eje d.

Las figuras 2A y 2B muestran la evolución de la inductancia L_d y del flujo Φ_d en función de la corriente i_d .

El procedimiento de control de la invención pretende reconstituir las curvas representadas en las figuras 2A y 2B para poder emplear los valores de inductancia determinados durante el funcionamiento normal del regulador.

10 El procedimiento de control de la invención consta de una fase de identificación implementada para identificar estos valores de inductancia.

La figura 1 representa la ley de control del motor que incluye los bloques que permiten implementar esta fase de identificación. Una vez terminada la fase de identificación, la ley de control del motor ya no ejecuta los módulos necesarios para esta fase de identificación.

Fase de identificación

15 La fase de identificación se implementa en la ley de control fuera del funcionamiento normal del motor y permite determinar la curva de saturación descrita anteriormente. Inicialmente, esta fase de identificación se implementa inicialmente, por ejemplo, en el arranque del regulador de velocidad, antes de la fase de utilización y de control del motor.

En el resto de la descripción, se emplearán las siguientes notaciones para identificar las diferentes inductancias:

- 20
- la inductancia real del motor: $L_d(i_d)$
 - la inductancia utilizada en la ley de control del motor: \hat{L}_d
 - la inductancia estimada por la función de identificación: L_d^{EST}
 - la inductancia utilizada para iniciar la función de identificación: L_d^0

25 La fase de identificación se implementa gracias a un módulo M7 específico insertado en la ley de control. Con referencia a la figura 1, este módulo M7 toma como entrada la corriente de referencia \bar{i}_d , la corriente medida i_d , la inductancia utilizada para iniciar la función de identificación L_d^0 y da como salida la inductancia \hat{L}_d utilizada en la ley de control por el módulo M1 y la inductancia estimada L_d^{EST} .

Para barrer toda la curva de saturación descrita anteriormente, hay que hacer variar el flujo de referencia $\bar{\phi}_d$. De este modo, para cada valor de $(i_d, \bar{\phi}_d)$ se obtiene un punto sobre la curva de saturación.

30 La tensión u_q proporcionada por la ley de control se escribe en equilibrio con los grandes motores, como sigue:

$$u_q = R i_q + \omega \phi_d$$

Restando el término resistivo y utilizando el conocimiento de la velocidad, obtenemos la siguiente relación:

$$\phi_d = \varphi(i_d) = L_d(i_d) i_d = \bar{\phi}_d$$

donde el flujo de referencia es $\bar{\phi}_d = \hat{L}_d \bar{i}_d$ y obtenido a la salida del módulo M1.

35 Finalmente se obtiene:

$$L_d(i_d) = \frac{\hat{L}_d \bar{i}_d}{i_d} = \frac{\varphi(i_d)}{i_d} \quad (2)$$

Se entiende así a partir de la ecuación (3) anterior que para cada valor de la corriente medida i_d , se obtiene un valor de inductancia real $L_d(i_d)$.

5 Se emplea un módulo M8 para generar la trayectoria de la corriente de referencia \bar{i}_d y la corriente de referencia \bar{i}_d así generada se inyecta en el módulo M1 descrito anteriormente.

Para recorrer toda la curva de saturación, la trayectoria de la corriente de referencia \bar{i}_d consta de las siguientes características:

- el valor de la corriente de referencia \bar{i}_d se inicializa a un valor \bar{i}_d^0 que permite estabilizar la velocidad.
- después de estabilizar la velocidad, la corriente de referencia \bar{i}_d se lleva a un valor mínimo \bar{i}_d^{min} .
- 10 • para recorrer la curva de saturación, la corriente de referencia \bar{i}_d sigue una trayectoria que va del valor mínimo \bar{i}_d^{min} a un valor máximo \bar{i}_d^{max} .

El paso del valor mínimo \bar{i}_d^{min} al valor máximo \bar{i}_d^{max} puede hacerse mediante varios métodos posibles. No obstante, para que el control permanezca estable durante la fase de identificación, es necesario que la diferencia entre i_d e \bar{i}_d siga siendo compatible con la estabilidad del sistema controlado. De este modo, se puede emplear

- 15 cualquier tipo de trayectoria que permita mantener la diferencia $\Delta i_d = i_d - \bar{i}_d$, bajo un umbral correspondiente a un funcionamiento estable del motor. Por ejemplo, la corriente de referencia puede seguir una de las dos trayectorias siguientes:
- trayectoria lineal con poca pendiente (figura 3A), o
 - trayectoria en escalera (figura 3B).

20 Según la invención, la determinación de la inductancia efectuada por el módulo M7 puede realizarse de dos maneras distintas:

- por cálculo directo, o
- por adaptación en tiempo real.

- Por cálculo directo

25 La variación de la corriente de referencia \bar{i}_d permite recorrer la curva de saturación. Para cada valor de la corriente de referencia \bar{i}_d se obtiene un valor de corriente i_d medida. De este modo, la inductancia estimada L_d^{EST} del motor que corresponde a esta corriente i_d se obtiene como sigue, a partir de la ecuación (3) definida anteriormente:

$$L_d^{EST} = \frac{\hat{L}_d \bar{i}_d}{i_d} \triangleq L_d(i_d)$$

donde \hat{L}_d es la inductancia utilizada en el control que es constante en este caso y vale $\hat{L}_d = L_d^0$.

30 Para cada nivel de la corriente de referencia, la inductancia L_d^{EST} obtenida mediante el cálculo directo se graba en la memoria para volver a usarse posteriormente durante la fase de utilización y de control del motor.

- Por adaptación en tiempo real:

En este caso ya no se considera que la inductancia \hat{L}_d es constante sino variable en función de la diferencia de

corriente $\Delta i_d = i_d - \bar{i}_d$. De este modo, la inductancia se obtiene en tiempo real en el módulo M7 utilizando un algoritmo de estimación que toma como entrada Δi_d y da como salida \hat{L}_d . La adaptación de la inductancia utilizada en la ley de control del motor durante la fase de identificación se hace en tiempo real en función de la desviación de la corriente Δi_d medida.

5 La ley de evolución de \hat{L}_d es la siguiente:

$$\frac{d\hat{L}_d}{dt} = -k_p \Delta i_d - k_i \int \Delta i_d \quad (4)$$

A partir de esta ley de evolución se entiende que cuando la diferencia de corriente $\Delta i_d = i_d - \bar{i}_d$ se vuelve nula, la inductancia \hat{L}_d ha convergido y es constante y la inductancia estimada L_d^{EST} se graba con el valor de \hat{L}_d obtenido como resultado de la convergencia. Entonces se tiene:

$$L_d^{EST} = \hat{L}_d$$

10 La figura 4 ilustra el principio de adaptación en tiempo real de la inductancia. En esta figura, se puede observar que, cada vez que la corriente medida i_d ha convergido hacia la corriente de referencia \bar{i}_d y, por tanto, que la diferencia entre estas dos corrientes es nula, la inductancia \hat{L}_d empleada en la ley de control del motor ha convergido hacia un valor determinado. Cada valor de inductancia obtenido después de la convergencia se asigna entonces al valor de la inductancia estimada y así se graba en la memoria mediante un módulo de memorización M9. En la figura 4, tres valores distintos L_{d1}^{est} , L_{d2}^{est} y L_{d3}^{est} se graban en la memoria.

La siguiente demostración permite mostrar que el valor de la inductancia \hat{L}_d converge efectivamente hacia la inductancia real $L_d(i_d)$ cuando la diferencia de corriente $\Delta i_d = i_d - \bar{i}_d$ converge hacia cero por una corriente de referencia \bar{i}_d fijada.

20 La ecuación (3) se redistribuye como sigue:

$$\hat{L}_d = \frac{\varphi(i_d)}{\bar{i}_d} \quad (5)$$

Consideramos \bar{i}_d constante y derivamos la ecuación (5) con respecto al tiempo:

$$\frac{d\hat{L}_d}{dt} = \frac{1}{\bar{i}_d} \times \frac{d\varphi}{di_d} \times \frac{di_d}{dt} \quad (6)$$

En primer lugar, $\frac{d\varphi}{di_d}$ se aproxima como sigue:

$$L_d^t(\bar{i}_d) = \frac{d\varphi}{di_d}(\bar{i}_d) > 0$$

25 Sustituyendo la ecuación (4) en la ecuación (6) se obtiene, en primer lugar:

$$-k_p \Delta i_d - k_i \int \Delta i_d = \frac{1}{\bar{i}_d} \times L_d^t \times \frac{di_d}{dt} = \frac{1}{\bar{i}_d} \times L_d^t \times \frac{d\Delta i_d}{dt} + \frac{1}{\bar{i}_d} \times L_d^t \times \frac{d\bar{i}_d}{dt}$$

Finalmente, se obtiene:

$$\frac{d^2\Delta i_d}{dt^2} + \left(\frac{\bar{i}_d k_p}{L_d^t}\right) \frac{d\Delta i_d}{dt} + \left(\frac{\bar{i}_d k_i}{L_d^t}\right) \Delta i_d = -\frac{d^2\bar{i}_d}{dt^2}$$

Eligiendo $k_p > 0$, $k_i > 0$ e $\bar{i}_d > 0$ y sabiendo que $L_d^t > 0$, entonces el sistema anterior es estable. De este modo, Δi_d converge hacia 0 y \hat{L}_d hacia L_d . Por ejemplo, las ganancias k_p y k_i se eligen como sigue:

$$k_p = \frac{L_d^0}{\bar{i}_d} \times 2\xi_l \omega_l, \quad k_i = \frac{L_d^0}{\bar{i}_d} \times \omega_l^2$$

5 Donde ξ_l es el coeficiente de amortización y $\omega_l = 2\pi f_l$ siendo f_l el ancho de banda del estimador de la inductancia;

L_d^0 es la inductancia utilizada para iniciar la función de identificación.

El procedimiento de estimación de inductancia propuesto permite así tener una curva de saturación de la inductancia L_d en función de la corriente i_d que cubre todo el intervalo de funcionamiento del motor (figura 2).

10 Esta curva se implementa en el drive en función de la corriente i_d y se tiene en cuenta en tiempo real durante el control del motor.

La solución de la invención permite además mejorar los rendimientos del motor, concretamente:

- aumentar el par máximo,
- reducir el consumo de energía eléctrica,
- mejorar la estabilidad del control del motor.

15

REIVINDICACIONES

1. Procedimiento de control de un motor eléctrico (M) síncrono de reluctancia variable, implementado en una unidad de tratamiento, estando dicha unidad de tratamiento asociada a un convertidor de potencia conectado por unas fases de salida (a, b, c) a dicho motor eléctrico (M) y dispuesto para ejecutar una ley de control con vistas a aplicar unas tensiones variables en dicho motor eléctrico, constando dicho procedimiento de una fase de identificación de un valor de inductancia del flujo de dicho motor eléctrico, constando esta fase de identificación de:
- una etapa de generación de una corriente de referencia (\bar{i}_d) en la entrada de dicha ley de control, adoptando sucesivamente dicha corriente de referencia (\bar{i}_d) varios valores siguiendo un perfil predeterminado,
 - para cada valor de corriente de referencia, (\bar{i}_d), una etapa de determinación de un valor de corriente (i_d) correspondiente a unas corrientes medidas en las fases de salida del motor,
 - para cada valor de corriente de referencia, (\bar{i}_d), una etapa de determinación mediante un módulo de identificación (M7) de un valor de inductancia (L_d^{EST}) en función de un valor de corriente de referencia aplicado en la entrada, del valor correspondiente de corriente determinado a partir de las corrientes medidas en las fases de salida y de un valor de inductancia (\hat{L}_d) predeterminado o variable,
 - para cada valor de corriente (i_d) determinado a partir de las corrientes medidas en las tres fases de salida, memorización del valor de inductancia (L_d^{EST}) correspondiente determinado durante la etapa de determinación.
2. Procedimiento según la reivindicación 1, **caracterizado porque** la corriente de referencia (\bar{i}_d) sigue un perfil variable partiendo de un valor inicial definido (\bar{i}_d^{min}), mínimo o máximo, hasta un valor final (\bar{i}_d^{max}), respectivamente máximo o mínimo.
3. Procedimiento según la reivindicación 2, **caracterizado porque** la corriente de referencia (\bar{i}_d) adopta varios valores sucesivos siguiendo un perfil lineal.
4. Procedimiento según la reivindicación 2, **caracterizado porque** la corriente de referencia adopta varios valores sucesivos siguiendo un perfil en escalera de varios escalones, siguiendo cada valor de la corriente de referencia un escalón de dicho perfil.
5. Procedimiento según una de las reivindicaciones 1 a 4, **caracterizado porque** consta de una fase de utilización que sigue a la fase de identificación y porque dicha fase de utilización consiste en utilizar cada valor de inductancia (L_d^{EST}) memorizado durante la fase de identificación para determinar un flujo de referencia a aplicar en el motor.
6. Sistema de control de un motor eléctrico (M) síncrono de reluctancia variable, que comprende una unidad de tratamiento, estando dicha unidad de tratamiento asociada a un convertidor de potencia conectado por unas fases de salida (a, b, c) a dicho motor eléctrico (M) y dispuesto para aplicar unas tensiones variables en dicho motor eléctrico ejecutando una ley de control, constando esta ley de control de:
- un módulo de generación (M8) de una trayectoria de una corriente de referencia (\bar{i}_d),
 - un módulo de determinación, para cada valor de la corriente de referencia, de un valor de corriente (i_d) determinado a partir de corrientes medidas en las fases de salida,
 - un módulo de identificación (M7) de cada valor de inductancia (L_d^{EST}) del motor eléctrico a partir de un valor de corriente de referencia (\bar{i}_d), del valor de corriente (i_d) correspondiente determinado a partir de las corrientes medidas en las fases de salida y de un valor de inductancia (\hat{L}_d) predeterminado o variable,
 - para cada valor de corriente (i_d) determinado a partir de las corrientes medidas en las tres fases de salida, un módulo de memorización (M9) del valor de inductancia (L_d^{EST}) correspondiente determinado.
7. Sistema según la reivindicación 6, **caracterizado porque** el módulo de generación de la corriente de referencia (\bar{i}_d) está dispuesto para hacer que este siga un perfil variable partiendo inicialmente de un valor inicial definido (\bar{i}_d^{min}), mínimo o máximo, hasta un valor final (\bar{i}_d^{max}), respectivamente, máximo o mínimo.
8. Sistema según la reivindicación 7, **caracterizado porque** la corriente de referencia (\bar{i}_d) adopta varios valores sucesivos siguiendo un perfil lineal.

9. Sistema según la reivindicación 7, **caracterizado porque** la corriente de referencia (\bar{i}_d) adopta varios valores sucesivos siguiendo un perfil en escalera de varios escalones, siguiendo cada valor de la corriente de referencia un escalón de dicho perfil.

Fig. 1

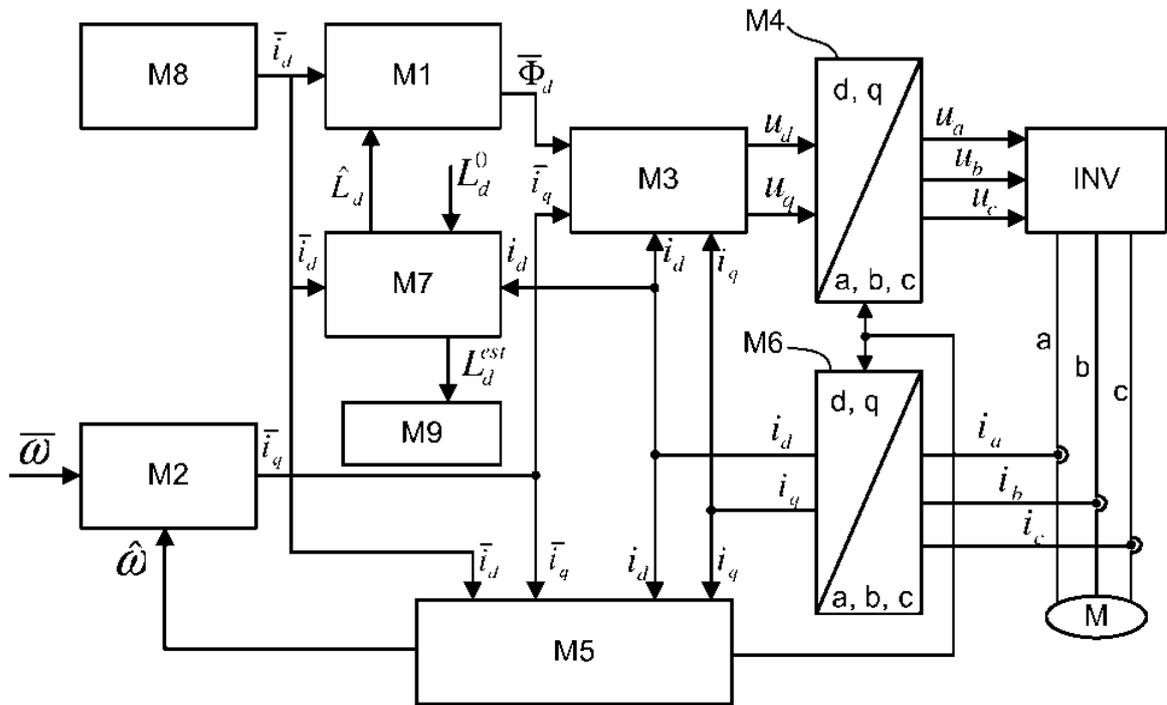


Fig. 2A

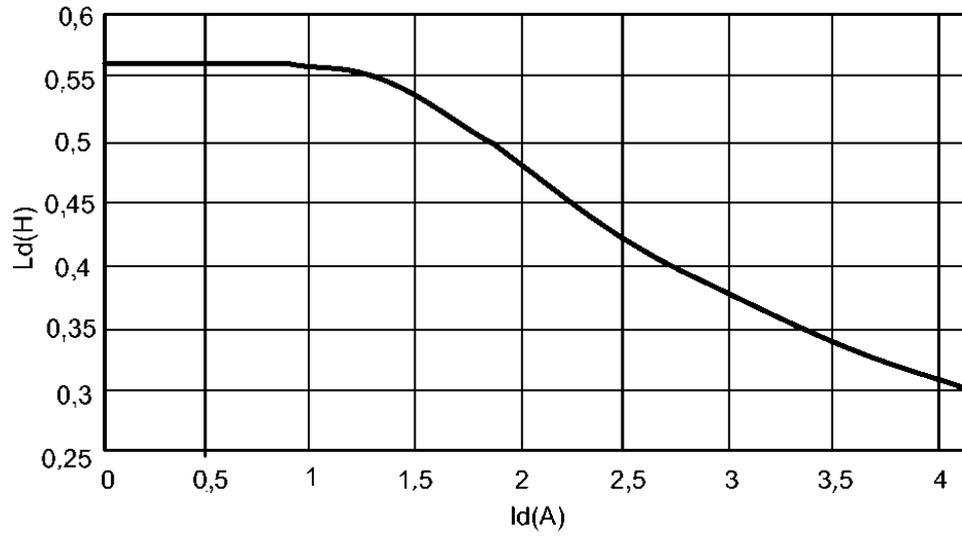


Fig. 2B

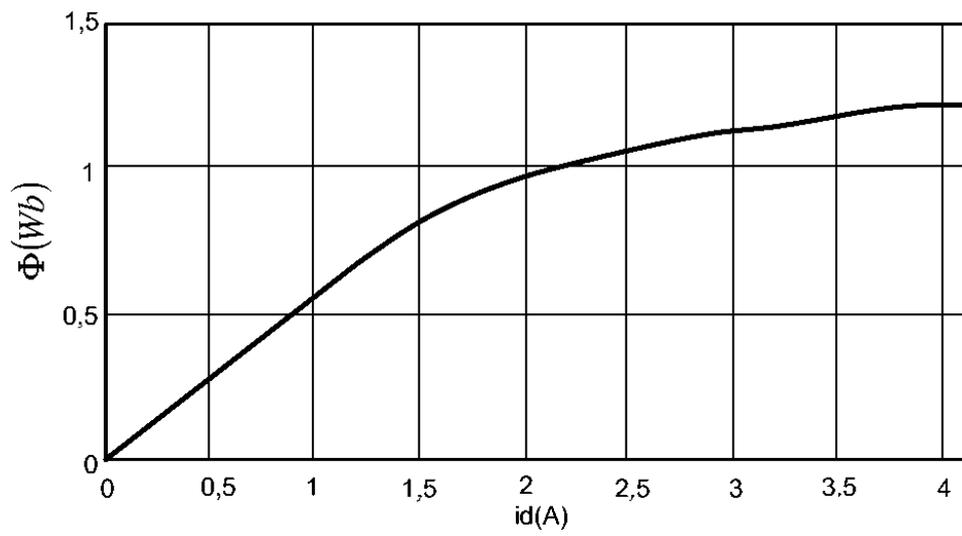


Fig. 3A

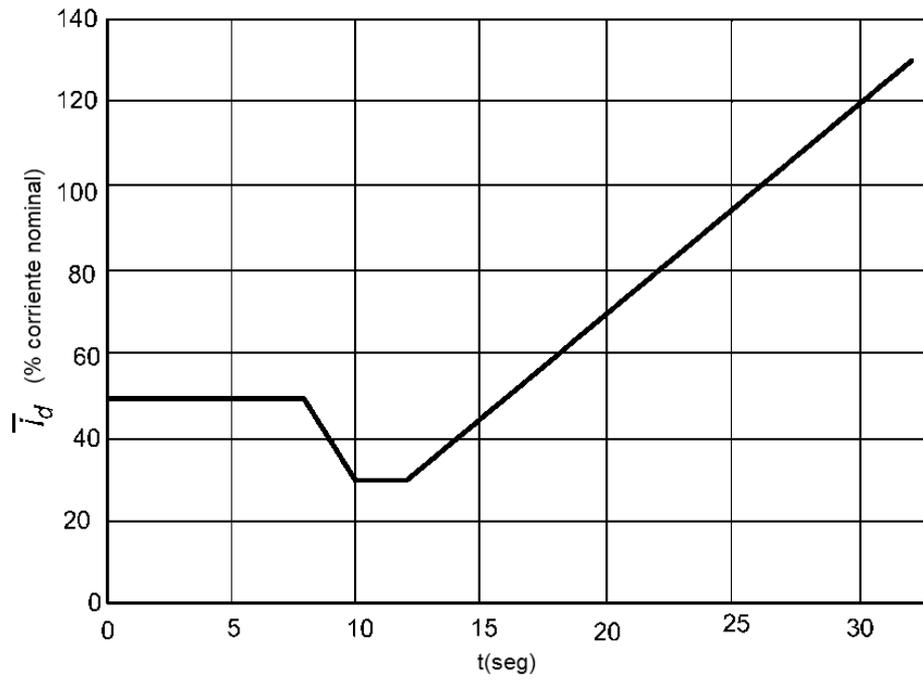


Fig. 3B

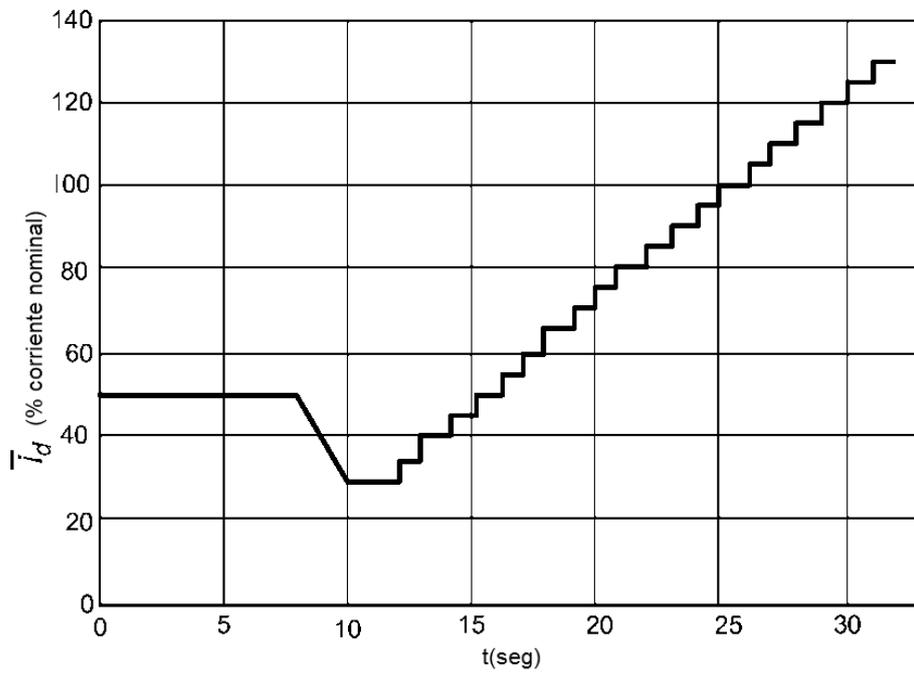


Fig. 4

