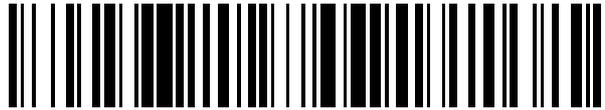


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 639 811**

21 Número de solicitud: 201730202

51 Int. Cl.:

H02K 17/22 (2006.01)

H02P 9/00 (2006.01)

12

PATENTE DE INVENCION CON EXAMEN

B2

22 Fecha de presentación:

20.02.2017

43 Fecha de publicación de la solicitud:

30.10.2017

Fecha de concesión:

10.05.2018

45 Fecha de publicación de la concesión:

18.05.2018

73 Titular/es:

**UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE MADRID
(100.0%)**

**Calle Ramiro de Maeztu, 7
28040 Madrid (Madrid) ES**

72 Inventor/es:

**PLATERO GAONA, Carlos Antonio;
MUÑOZ GARCÍA, Ángel;
REDONDO CUEVAS, Marta y
DE CASTRO FERNÁNDEZ, Rosa María**

74 Agente/Representante:

UNGRÍA LÓPEZ, Javier

54 Título: **SISTEMA Y MÉTODO DE PROTECCIÓN ANTE FALTAS INTERNAS EN MÁQUINAS DE INDUCCIÓN DE ROTOR BOBINADO**

57 Resumen:

Sistema y método de protección ante faltas internas en máquinas de inducción de rotor bobinado.

La presente invención puede detectar faltas internas en sistemas, tanto si el cortocircuito se produce en el estátor como en el rotor de una máquina de inducción de rotor bobinado (2).

Se utiliza como indicador de los defectos, la onda de corriente diferencial calculada como resultado de la comparación de las corrientes medidas en el estátor (9) y en el rotor (10), tras la aplicación de diferentes factores correctores (11) y la transformada de Park (12) y (13).

La amplitud de dicha corriente diferencial, permite distinguir entre defectos internos a la máquina y externos a la misma.

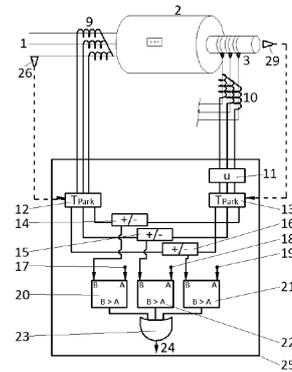


Figura 4

ES 2 639 811 B2

Aviso: Se puede realizar consulta prevista por el art. 40.2.8 LP 11/1986.

**SISTEMA Y MÉTODO DE PROTECCIÓN ANTE FALTAS INTERNAS EN MÁQUINAS
DE INDUCCIÓN DE ROTOR BOBINADO**

DESCRIPCIÓN

5

OBJETO DE LA INVENCION

La presente invención es de aplicación para sistemas eléctricos en los que intervienen máquinas de inducción de rotor bobinado, cuyo estátor está alimentado directamente desde una red trifásica de corriente alterna, y el circuito eléctrico del rotor es accesible a través de los anillos rozantes del mismo.

Caso de especial aplicación son las máquinas de inducción doblemente alimentadas cuyo estátor se alimenta desde una red trifásica y cuyo rotor está conectado a un sistema convertidor y un transformador.

Una clara aplicación son los sistemas de generación de energía eléctrica eólicos e hidroeléctricos, en los que el sistema de generación se compone de una máquina de inducción de rotor bobinado. Con el sistema objeto de la presente invención se pueden detectar cortocircuitos de cualquier índole tanto en estátor como en el rotor.

ANTECEDENTES DE LA INVENCION

Toda instalación eléctrica de generación debe estar dotada de sistemas de protección que la hagan segura ante posibles cortocircuitos y otros defectos que puedan causar daños tanto a las propias instalaciones que componen el sistema eléctrico, como a las personas.

En el caso de grupos de generación, dichas protecciones deben, además, garantizar el suministro de energía a la red del modo más fiable posible, contribuyendo a mantener la estabilidad del sistema eléctrico y tratando de discriminar el lugar en que ocurra la falta.

La principal tecnología utilizada para la producción de energía eléctrica en los parques

eólicos y centrales hidroeléctricas son máquinas de inducción de rotor bobinado cuyo estátor se conecta directamente a la red eléctrica, y cuyo rotor se conecta a la misma red a través de sistema convertidor electrónico y un transformador de potencia. Existen diferentes modos de funcionamiento de la máquina de inducción doblemente alimentada:

5

- Generador supersíncrono
- Motor subsíncrono
- Generador subsíncrono
- Motor supersíncrono

10

La importancia de este tipo de máquina no solo repercute en la generación de energía eléctrica. Su labor en la regulación del sistema eléctrico contribuyendo a mantener la estabilidad de la red es esencial para conservar la calidad del suministro eléctrico.

15

Un cortocircuito es aquella falla eléctrica que pone en contacto entre sí dos o más conductores activos que poseen diferente potencial, o a un punto de potencial nulo. Existen diferentes cortocircuitos que se pueden dar en todo sistema trifásico de potencia:

20

- Cortocircuito trifásico
- Cortocircuito bifásico
- Cortocircuito bifásico a tierra
- Cortocircuito monofásico a tierra

25

Cuando se producen cualquiera de estos cortocircuitos, se producen grandes esfuerzos electrodinámicos, que darán como resultado vibraciones y calentamientos.

Ante cortocircuitos en el interior de la máquina, la práctica habitual es utilizar relés de protección que, dependiendo de la parametrización utilizada, darán señales de alarmas o bien provocarán la desconexión del grupo.

30

Existen varios métodos para detectar cortocircuitos en las máquinas de inducción de rotor bobinado:

- Protecciones de sobrecorriente de tiempo instantáneo o temporizadas. Los códigos que reciben dichos sistemas de protección según el código ANSI son 50 y

51 respectivamente. La primera de ellas provoca el disparo instantáneo del elemento de corte correspondiente al superarse un valor de sobrecorriente. La segunda establece una característica de tiempo inverso en función del valor de la sobrecorriente.

5

- Protecciones de sobrecorriente direccionales (Código 67 ANSI). En este tipo de protección, además de tener en cuenta el valor de la sobrecorriente, también se tiene en cuenta la dirección. Con ello se consigue una cierta selectividad de actuación y el poder localizar el punto en falta.

10

En el artículo “Advanced Diagnosis of Electrical Faults in Wound-Rotor Induction Machines” de Gritli et al., publicado en IEEE Transactions on Industrial Electronics (Volume: 60, Issue: 9, Sept. 2013), se presenta una metodología de diagnóstico para la detección de fallas eléctricas en máquinas como las mencionadas, de inducción de rotor bobinado trifásicas. En esta aplicación, los devanados del rotor son suministrados por un convertidor estático para el control de los flujos de potencia activos y reactivos intercambiados entre la máquina y la red eléctrica aunque el enfoque de diagnóstico propuesto se basa en el uso del análisis de la transformada de ondícula mejorado mediante un preprocesamiento de los comandos de voltaje del rotor en condiciones variables en el tiempo.

15

20

Por otro lado, en el artículo “Square current space-vector signature analysis for rotor fault detection in wound-rotor induction machine” de Gritli et al. publicado en XXII International Conference on Electrical Machines (ICEM) de 2016, se propone una nueva técnica basada en “Square Current Space-vector Signature Analysis” (SCSSA) que analiza y controla la tendencia de sistemas energizados dinámicos para la detección de fallos de rotor en máquinas de inducción de rotor bobinado que operan en condiciones variables en el tiempo. Esta técnica propuesta se integra fácilmente en el sistema de control digital para las plantas de energía eólica modernas.

25

30

DESCRIPCIÓN DE LA INVENCIÓN

La presente invención permite detectar defectos en el interior de máquinas asíncronas de rotor bobinado cuyo estátor está alimentado directamente de la red eléctrica y el
5 rotor es accesible desde el exterior. El método presenta la ventaja de una rápida actuación y permite distinguir entre las faltas que se producen tanto en el estátor como en el rotor.

El principio de funcionamiento de una protección diferencial se basa en la primera ley
10 de Kirchhoff según la cual, “la suma vectorial de todas las corrientes que llegan a un punto debe ser cero”.

La medida de la corriente se realizará instalando transformadores de medida en el sistema trifásico de entrada al estátor y en la entrada del rotor, antes de las escobillas.
15

En condiciones normales de funcionamiento (sin incidencias internas a la máquina) o con una falta externa a la misma, las corrientes medidas por ambos circuitos serán equivalentes, por lo que la corriente diferencial será nula.

20 Sin embargo, ante una falta interna, el aporte al cortocircuito desde el circuito conectado al estátor y desde el conectado al rotor no es equivalente por lo que aparecerá una corriente diferencial que acciona el circuito de disparo.

Se aplicarán una serie de factores de corrección para poder comparar las corrientes medidas de estátor y de rotor:

- 5 • El número de espiras del estátor es diferente al del rotor lo que implica que los niveles de tensión sean diferentes y por lo tanto las corrientes que circulan. Es por ello por lo que es necesario aplicar un factor de corrección para corregir la relación de transformación.
- 10 • El grupo de conexión de los arrollamientos estatóricos y rotóricos también influye en las corrientes circulantes. Por lo general, ambos arrollamientos se conectarán en estrella por lo que no será necesario aplicar ningún factor de corrección.
- 15 • Las frecuencias de las corrientes del estátor y del rotor son diferentes debido al deslizamiento existente entre ambos.

El modelo de la invención tiene en cuenta estos factores de tal forma que se obtienen dos corrientes equivalentes comparables directamente entre sí.

20 El análisis de la señal obtenida, se hará de la siguiente forma, las señales medidas por los transformadores de intensidad se envían a un relé de protección que efectúa el siguiente tratamiento:

Primero se aplica un factor de corrección a las corrientes medidas en el rotor para conseguir corrientes equivalentes en amplitud, corrigiendo así las diferencias existentes como consecuencia del diferente número de espiras y grupo de conexión.

25 En segundo lugar, se aplicará la transformada de Park a ambos sistemas trifásicos de corrientes medidas en el estátor y en el rotor. Con dicha transformada, las corrientes medidas se referencian a un sistema de coordenadas giratorio pulsando a la velocidad del campo magnético correspondiente, obteniendo así señales continuas comparables entre sí.

30

La matriz de transformada de Park se muestra a continuación.

$$[T] = \sqrt{\frac{2}{3}} * \begin{bmatrix} \cos(\theta) & \cos(\theta - \frac{2\pi}{3}) & \cos(\theta + \frac{2\pi}{3}) \\ -\text{seno}(\theta) & -\text{seno}(\theta - \frac{2\pi}{3}) & -\text{seno}(\theta + \frac{2\pi}{3}) \\ \frac{1}{\sqrt{2}} & \frac{1}{\sqrt{2}} & \frac{1}{\sqrt{2}} \end{bmatrix}$$

Para aplicar dicha transformada es necesario conocer el ángulo de referencia del estátor y del rotor.

5

El ángulo de referencia del estátor se mide directamente analizando la tensión de alimentación del estátor

10 El ángulo de referencia del rotor se puede obtener directamente midiendo el ángulo de giro del eje rotor de la máquina o midiendo la velocidad de giro del eje del rotor y añadiendo una etapa de cálculo del ángulo de referencia del rotor.

Las corrientes obtenidas al aplicar la transformada de Park son:

$$I_d = \sqrt{\frac{2}{3}} * \left(I_a * \cos(\theta) + I_b * \cos\left(\theta - \frac{2\pi}{3}\right) + I_c * \cos\left(\theta + \frac{2\pi}{3}\right) \right)$$

15

$$I_q = \sqrt{\frac{2}{3}} * \left(I_a * -\text{seno}(\theta) + I_b * -\text{seno}\left(\theta - \frac{2\pi}{3}\right) + I_c * -\text{seno}\left(\theta + \frac{2\pi}{3}\right) \right)$$

$$I_0 = \sqrt{\frac{1}{3}} * (I_a + I_b + I_c)$$

20 Por último, se obtiene la diferencia entre estas señales transformadas y se envían a unos comparadores, que estarán previamente regulados a unos valores establecidos por debajo de los cuales no habrá actuación de la protección.

Ante condiciones normales de funcionamiento o fallo externo, la comparación de las corrientes transformadas dará lugar a una corriente diferencial nula o casi nula.

Cuando el fallo es interno, la corriente diferencial resultante de una o varias de las

corrientes transformadas será de un elevado valor y el relé enviará la señal de disparo al elemento de corte correspondiente.

BREVE DESCRIPCIÓN DE LAS FIGURAS

5 Para complementar la descripción que se está realizando y con objeto de ayudar a una mejor comprensión de las características de la invención, se acompaña como parte integrante de dicha descripción, un juego de dibujos en donde con carácter ilustrativo y no limitativo, se ha representado lo siguiente:

10 FIGURA 1: Muestra un esquema del sistema en el que tiene aplicación la presente invención, donde:

- (1) Red a la que se entrega o de la que se absorbe potencia.
- (2) Máquina de inducción de rotor bobinado
- (3) Anillos rozantes del rotor

15

FIGURA 2: Muestra un esquema de un sistema particular en el que tiene aplicación la presente invención, donde:

- (1) Red a la que se entrega o de la que se absorbe potencia.
- (2) Máquina de inducción de rotor bobinado
- (3) Anillos rozantes del rotor
- (4) Sistema convertidor
- (5) Convertidor lado de la máquina
- (6) Convertidor lado de la red
- (7) Barras de continua
- (8) Transformador de conexión del rotor

20

25

FIGURA 3: Muestra un esquema del método diferencial, indicando el modo de actuación del relé con medida indirecta del ángulo de referencia del rotor en una máquina de inducción de rotor bobinado, donde:

30

- (1) Red a la que se entrega o de la que se absorbe potencia.
- (2) Máquina de inducción de rotor bobinado
- (3) Anillos rozantes del rotor
- (9) Transformador de corriente de medida del estátor

- (10) Transformador de corriente de medida del rotor
- (11) Factor de corrección por número de espiras y grupo de conexión
- (12) Transformada de Park de las corrientes de estátor
- (13) Transformada de Park de las corrientes de rotor
- 5 (14) Cálculo de la corriente diferencial componente eje d
- (15) Cálculo de la corriente diferencial componente eje q
- (16) Cálculo de la corriente diferencial componente homopolar
- (17) Umbral de disparo de la corriente diferencial componente eje d
- (18) Umbral de disparo de la corriente diferencial componente eje q
- 10 (19) Umbral de disparo de la corriente diferencial componente homopolar
- (20) Comparador de corriente diferencial componente eje d
- (21) Comparador de corriente diferencial componente eje q
- (22) Comparador de corriente diferencial componente homopolar
- (23) Puerta "Or"
- 15 (24) Señal de disparo
- (25) Relé
- (26) Medida del ángulo de referencia del estátor
- (27) Medida de la velocidad de giro del eje del rotor
- (28) Cálculo del ángulo de referencia del rotor

20

FIGURA 4: Muestra un esquema del método diferencial, indicando el modo de actuación del relé con medida directa del ángulo de referencia del rotor en una máquina de inducción de rotor bobinado, donde:

- (29) Medida del ángulo de referencia del rotor

25

FIGURA 5: Muestra un esquema del método diferencial, indicando el modo de actuación del relé con medida indirecta del ángulo de referencia del rotor, en una máquina de inducción doblemente alimentada.

30

FIGURA 6: Muestra un esquema del método diferencial, indicando el modo de actuación del relé con medida directa del ángulo de referencia del rotor, en una máquina de inducción doblemente alimentada.

FIGURA 7: Muestra las ondas obtenidas en una simulación realizada con el modelo de una máquina de inducción de rotor bobinado, donde se han realizado diferentes defectos en un punto interno de la máquina.

- 5 Los defectos inducidos de duración 0,1s son:
- Cortocircuito trifásico $t=1s$
 - Cortocircuito bifásico $t=1,5s$
 - Cortocircuito bifásico a tierra $t=2s$
 - Cortocircuito monofásico a tierra $t=2,5s$

10

Se muestran los siguientes sistemas de corriente:

- Corrientes estatóricas
 - Corrientes rotóricas
 - Corriente diferencial eje d
- 15
- Corriente diferencial eje q
 - Corriente diferencial eje o

FIGURA 8: Muestra la onda obtenida en una simulación realizada con el modelo de una máquina de inducción de rotor bobinado, donde se han realizado diferentes defectos en un punto externo de la máquina.

20

Los defectos inducidos de duración 0,1s son:

- Cortocircuito trifásico $t=1s$
 - Cortocircuito bifásico $t=1,5s$
- 25
- Cortocircuito bifásico a tierra $t=2s$
 - Cortocircuito monofásico a tierra $t=2,5s$

Se muestran los siguientes sistemas de corriente:

- Corrientes estatóricas
- 30
- Corrientes rotóricas
 - Corriente diferencial eje d
 - Corriente diferencial eje q
 - Corriente diferencial eje o

REALIZACIÓN PREFERENTE DE LA INVENCION

1.- Protección diferencial aplicada a una máquina de inducción de rotor bobinado.

5

A continuación, se describe un modo de realización preferente del objeto de la invención, aplicado al caso particular de una máquina de inducción de rotor bobinado, cuyo rotor está conectado a cualquier otro equipo o cortocircuitado:

10 La figura 1 muestra el esquema de una máquina de inducción de rotor bobinado (2) cuyo estátor se alimenta directamente desde una red trifásica (1) y cuyo rotor es accesible a través de los anillos rozantes (3).

15 En las figuras 3 y 4 se muestra el esquema del modelo de la invención aplicado a una máquina asíncrona de rotor bobinado.

Para la detección del defecto, se debe medir corriente en bornas del estátor (9) y de los anillos del rotor (10). Dichas corrientes medidas se llevan a un relé (25).

20 Para referenciar las corrientes medidas por los equipos (9) y (10) a un sistema equivalente en amplitud, se aplicará un factor de corrección (11) que tendrá en cuenta el diferente número de espiras del estátor y el rotor y su grupo de conexión.

25 Para eliminar el efecto del deslizamiento en las frecuencias de las corrientes del estátor y el rotor se aplicará la transformada de Park (12) y (13) a ambos sistemas de corrientes. Para ello será necesario obtener los ángulos de referencia del estátor y del rotor.

30 El ángulo de referencia del estátor se mide directamente analizando la tensión de alimentación del estátor (26).

El ángulo de referencia del rotor se puede obtener directamente midiendo el ángulo de giro del eje rotor de la máquina (Figura 4 – (29)) o midiendo la velocidad de giro

del eje del rotor (Figura 3 – (27)) y añadiendo una etapa de cálculo del ángulo de referencia del rotor (Figura 3 – (28)).

Las diferencias entre las corrientes continuas del estátor y el rotor calculadas en (14), (15) y (16) se llevarán a los comparadores (20), (21) y (22).

5

Si cualesquiera de las señales diferenciales superan un cierto valor umbral preestablecido (17), (18) y (19) se dará señal de disparo (24) al elemento de corte correspondiente.

10 Ante un cortocircuito sea de la índole que sea en el interior de la máquina de inducción, las corrientes diferenciales calculadas (14), (15) y (16) tendrán un valor muy elevado, por lo que se superará los valores umbrales establecidos (17), (18) y (19) y se enviará la señal de disparo (24).

15 Si el defecto se produce externo a la máquina, las corrientes diferenciales calculadas en (14), (15) y (16) serán casi nulas y muy inferiores a los valores umbrales (17), (18) y (19) por lo que no se enviará señal de disparo (24).

20 En la figura 7 se puede ver la onda obtenida en una simulación realizada con el modelo de una máquina de inducción de rotor bobinado, donde se han realizado diferentes defectos en un punto interno de la máquina.

Los defectos inducidos de duración 0,1s son:

- Cortocircuito trifásico $t=1s$
- 25 • Cortocircuito bifásico $t=1,5s$
- Cortocircuito bifásico a tierra $t=2s$
- Cortocircuito monofásico a tierra $t=2x5s$

Se muestran los siguientes sistemas de corriente:

- 30 • Corrientes estáticas
- Corrientes rotóricas
- Corriente diferencial eje d
- Corriente diferencial eje q

- Corriente diferencial eje o

En la figura 8 se puede ver la onda obtenida en la misma simulación, cuando el defecto se produce externo a la máquina.

5 Los defectos inducidos de duración 0,1s son:

- Cortocircuito trifásico $t=1s$
- Cortocircuito bifásico $t=1,5s$
- Cortocircuito bifásico a tierra $t=2s$
- Cortocircuito monofásico a tierra $t=2x5s$

10

Se muestran los siguientes sistemas de corriente

- Corrientes estáticas
- Corrientes rotóricas
- Corriente diferencial eje d

15

- Corriente diferencial eje q
- Corriente diferencial eje o

2.- Protección diferencial aplicada a una máquina de inducción de doblemente alimentada.

20

A continuación, se describe un modo de realización preferente del objeto de la invención, aplicado al caso particular de una máquina de inducción doblemente alimentada, cuyo rotor está conectado a un sistema convertidor:

25 La figura 2 muestra el esquema de una máquina de inducción de doblemente alimentada cuyo estátor se alimenta directamente desde una red trifásica (1) y cuyo rotor está conectado a un sistema convertidor (4) y un transformador (8)

30 En las figuras 5 y 6 se muestra el esquema del modelo de la invención aplicado a una máquina asíncrona doblemente alimentada.

Para la detección del defecto, se debe medir corriente en bornas del estátor (9) y de los anillos del rotor (10). Dichas corrientes medidas se llevan a un relé (25).

Para referenciar las corrientes medidas por los equipos (9) y (10) a un sistema equivalente en amplitud, se aplicará un factor de corrección (11) que tendrá en cuenta el diferente número de espiras del estátor y el rotor y su grupo de conexión.

5

Para eliminar el efecto del deslizamiento en las frecuencias de las corrientes del estátor y el rotor se aplicará la transformada de Park (12) y (13) a ambos sistemas de corrientes. Para ello será necesario obtener los ángulos de referencia del estátor y del rotor.

10

El ángulo de referencia del estátor se mide directamente analizando la tensión de alimentación del estátor (26).

El ángulo de referencia del rotor se puede obtener directamente midiendo el ángulo de giro del eje rotor de la máquina (Figura 6 – (29)) o midiendo la velocidad de giro del eje del rotor (Figura 5 – (27)) y añadiendo una etapa de cálculo del ángulo de referencia del rotor (Figura 5 – (28)).

15

Las diferencias entre las corrientes continuas del estátor y el rotor calculadas en (14), (15) y (16) se llevarán a los comparadores (20), (21) y (22).

20

Si cualesquiera de las señales diferenciales superan un cierto valor umbral preestablecido (17), (18) y (19) se dará señal de disparo al elemento de corte correspondiente (24).

25

Ante un cortocircuito sea de la índole que sea en el interior de la máquina de inducción, las corrientes diferenciales calculadas (14), (15) y (16) tendrán un valor muy elevado, por lo que se superará los valores umbrales establecidos (17), (18) y (19) y se enviará la señal de disparo (24).

30

Si el defecto se produce externo a la máquina, las corrientes diferenciales calculadas en (14), (15) y (16) serán casi nulas y muy inferiores a los valores umbrales (17), (18) y (19) por lo que no se enviará señal de disparo (24).

REIVINDICACIONES

1.- Método de protección diferencial para máquinas de inducción de rotor bobinado, que comprende:

- 5 a) etapa de medida de las corrientes del estátor
- b) etapa de medida de las corrientes del rotor
- c) etapa de medida de la velocidad de eje de la máquina
- d) etapa de cálculo del ángulo de referencia del rotor
- e) etapa de cálculo del ángulo de referencia del estátor
- 10 f) etapa de cálculo que aplica la transformada de Park a las corrientes de rotor y estátor
- g) etapa de comparación de las componentes homopolar, d y q de las corrientes de rotor y de estátor

15 caracterizado por que realiza el disparo de la máquina en función de la diferencia de las componentes homopolar, d y q del rotor y del estátor.

2.- Método de protección diferencial para máquinas de inducción de rotor bobinado, que comprende:

- a) etapa de medida de las corrientes del estátor
- 20 b) etapa de medida de las corriente del rotor
- c) etapa de medida del ángulo de giro de eje de la máquina
- d) etapa de cálculo del ángulo de referencia del estátor
- e) etapa de cálculo que aplica la transformada de Park a las corrientes de rotor y estátor
- 25 f) etapa de comparación de las componentes homopolar, d y q de las corrientes de rotor y de estátor

caracterizado por que realiza el disparo de la máquina en función de la diferencia de las componentes homopolar, d y q del rotor y del estátor.

30 3.- Sistema de protección diferencial para máquinas de inducción de rotor bobinado, que comprende:

- a) subsistema de medida de las corrientes del estátor
- b) subsistema de medida de las corriente del rotor

- c) subsistema de medida de la velocidad de eje de la máquina
- d) subsistema de cálculo del ángulo de referencia del rotor
- e) subsistema de cálculo del ángulo de referencia del estátor
- f) subsistema de cálculo que aplica la transformada de Park a las corrientes de rotor y estátor
- g) subsistema de comparación de las componentes homopolar, d y q de las corrientes de rotor y estátor

5

caracterizado por que la señal de disparo se activa en función de la diferencia de las componentes homopolar, d y q del rotor y estátor.

10

4.- Sistema de protección diferencial para máquinas de inducción de rotorbobinado, que comprende:

- a) subsistema de medida de las corrientes del estátor
- b) subsistema de medida de las corriente del rotor
- c) subsistema de medida del ángulo de giro de eje de la máquina
- d) subsistema de cálculo del ángulo de referencia del estátor
- e) subsistema de cálculo que aplica la transformada de Park a las corrientes de rotor y estátor
- f) subsistema de comparación de las componentes homopolar, d y q de las corrientes de rotor y estátor

15

20

caracterizado por que la señal de disparo se activa en función de la diferencia de las componentes homopolar, d y q del rotor y estátor.

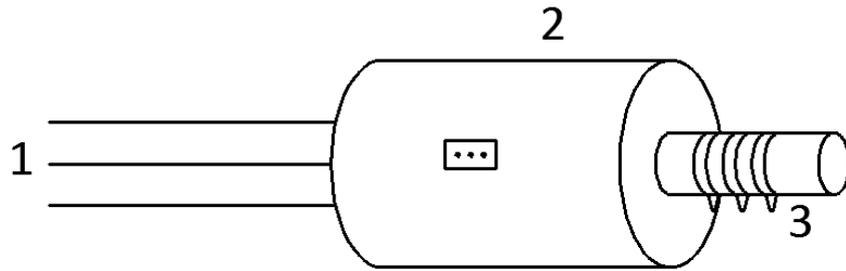


Figura 1

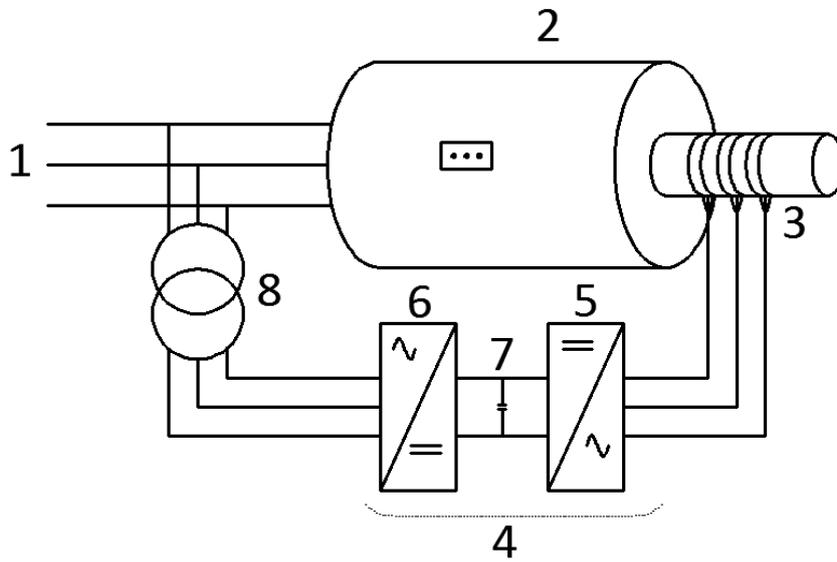


Figura 2

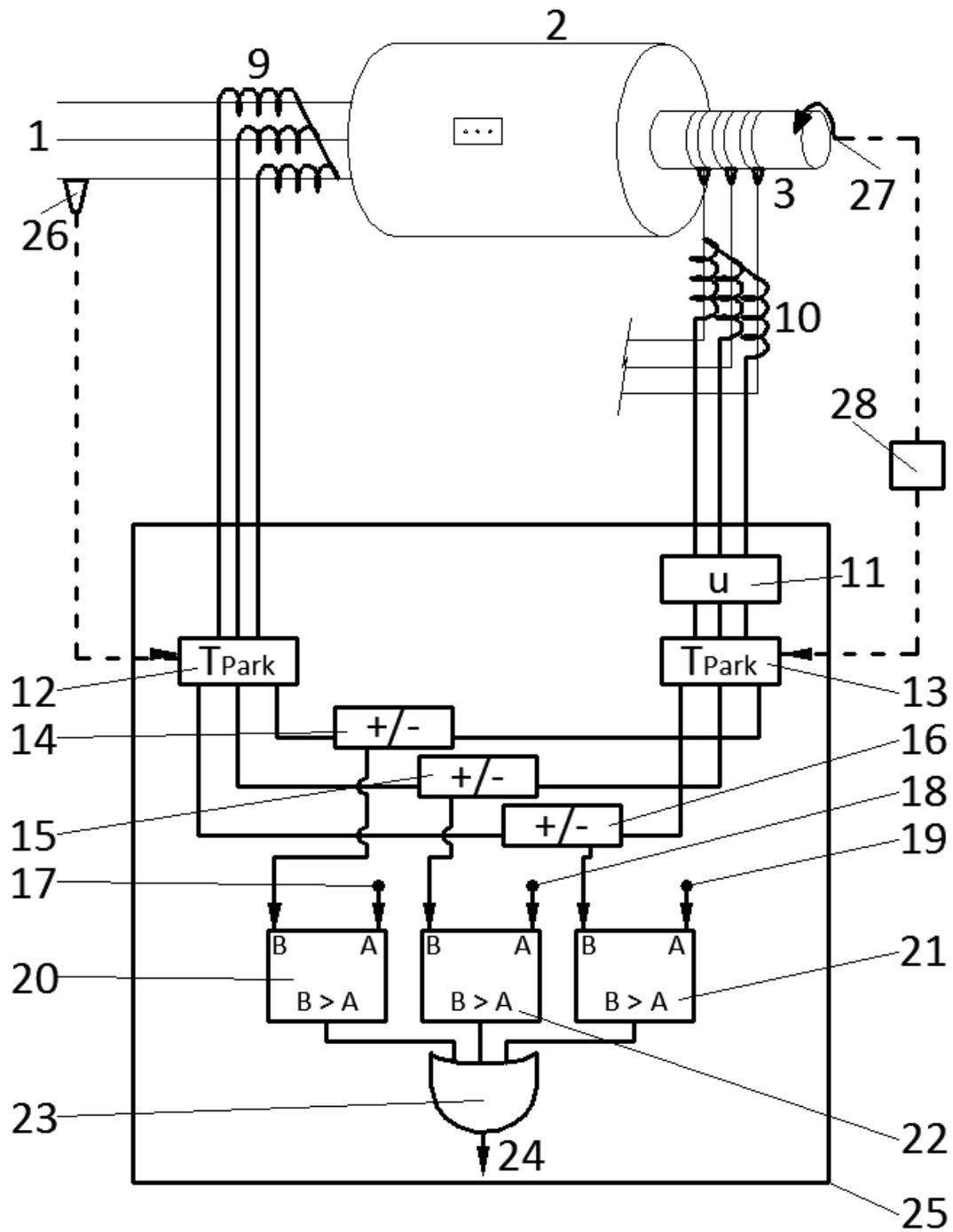


Figura 3

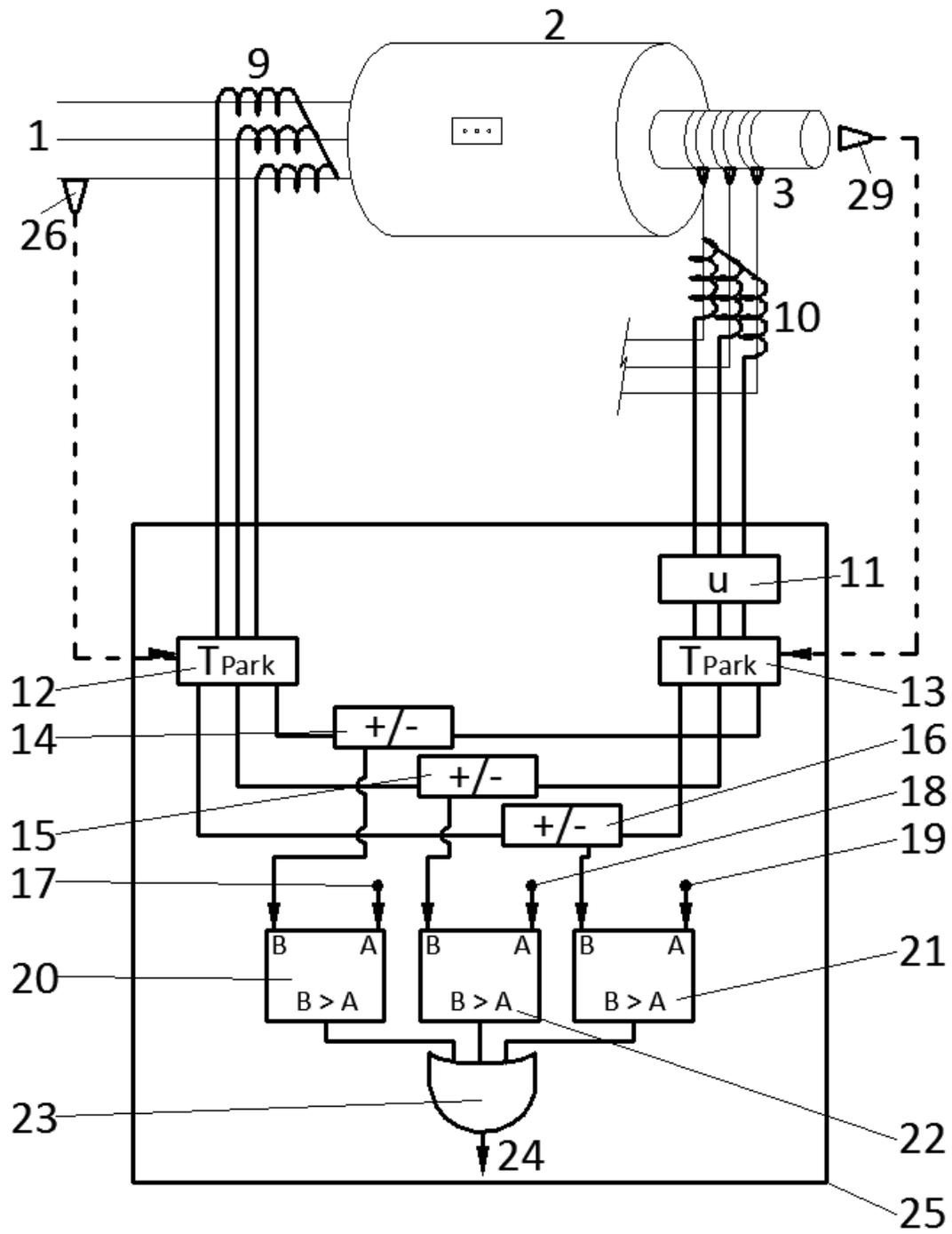


Figura 4

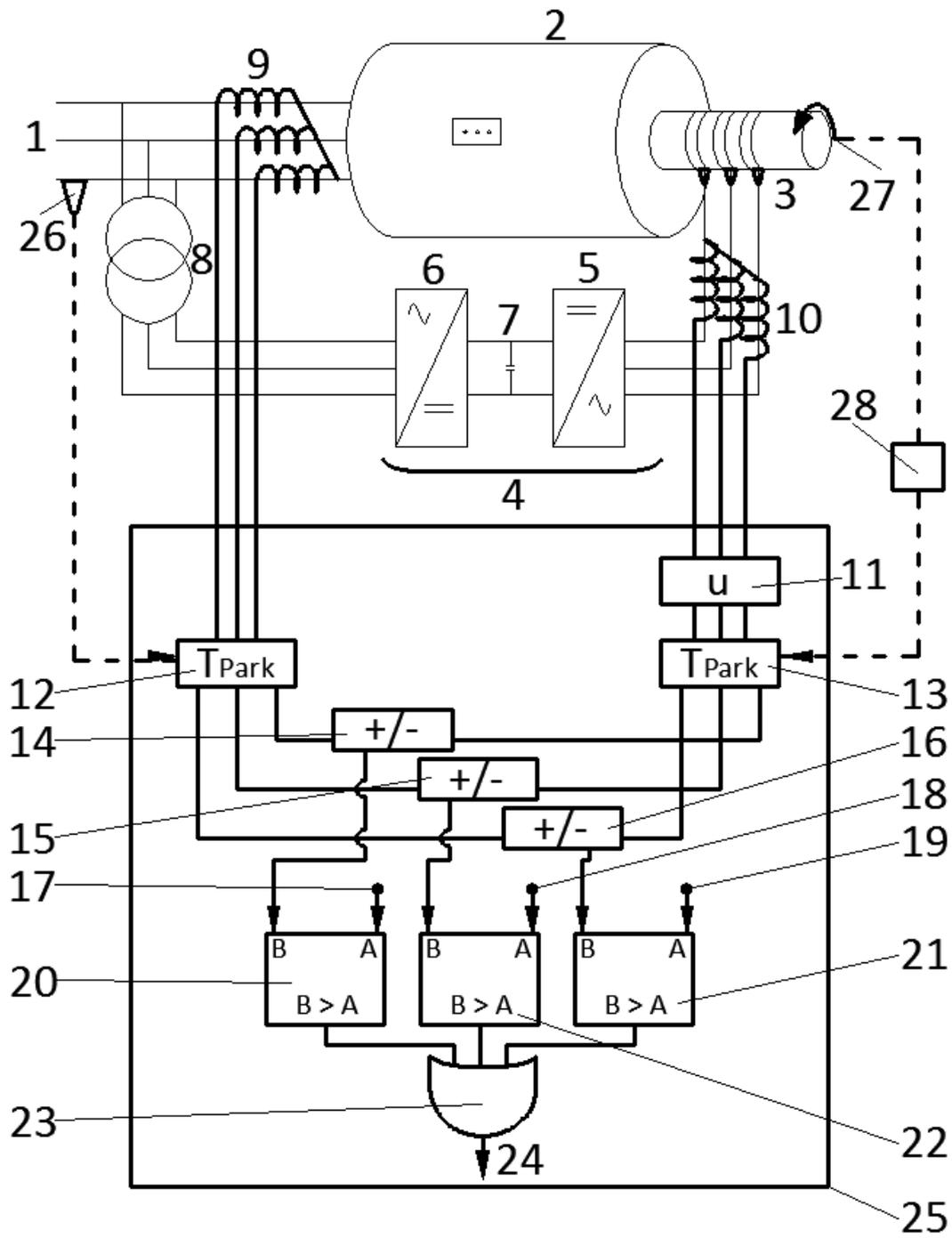


Figura 5

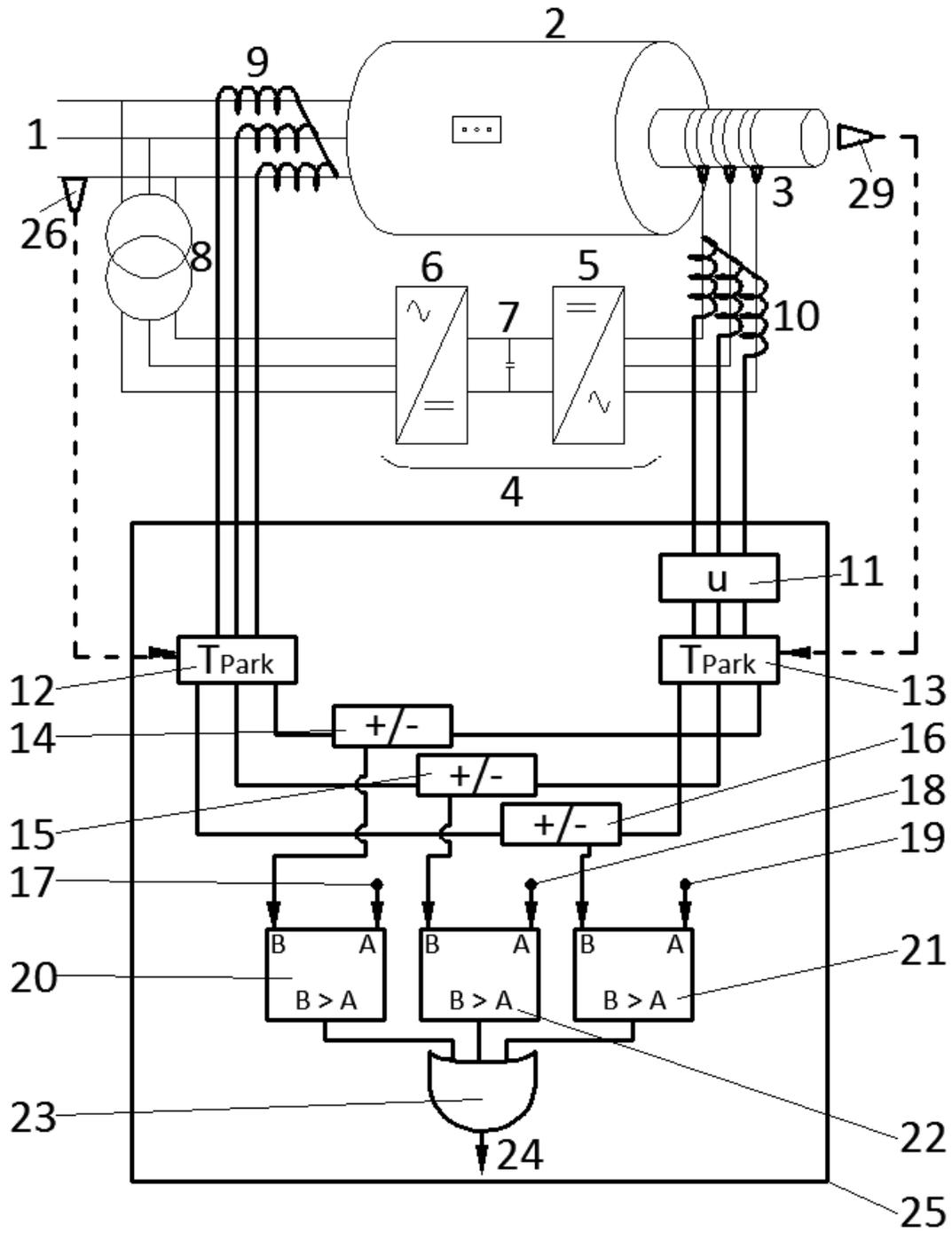


Figura 6

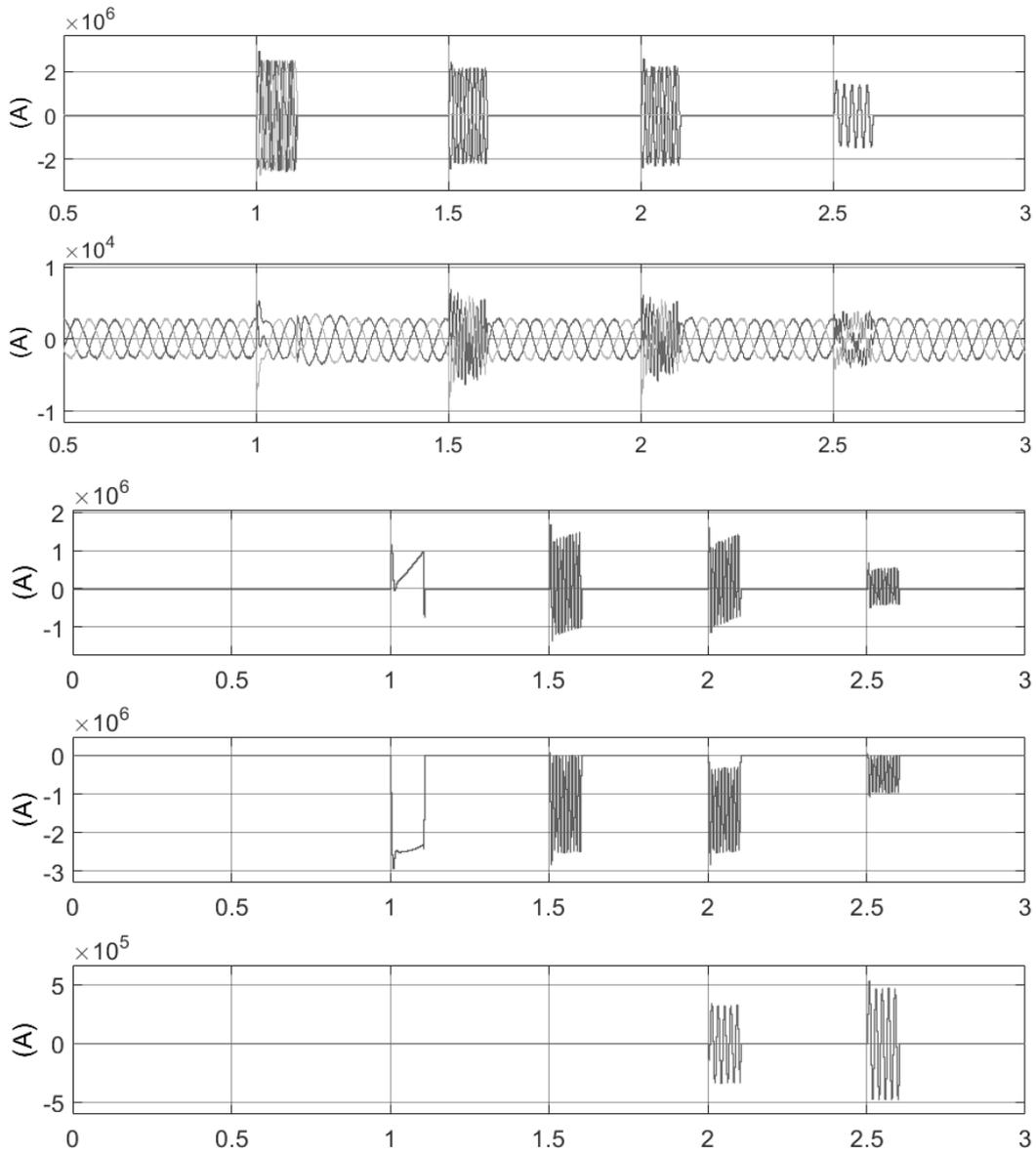


Figura 7

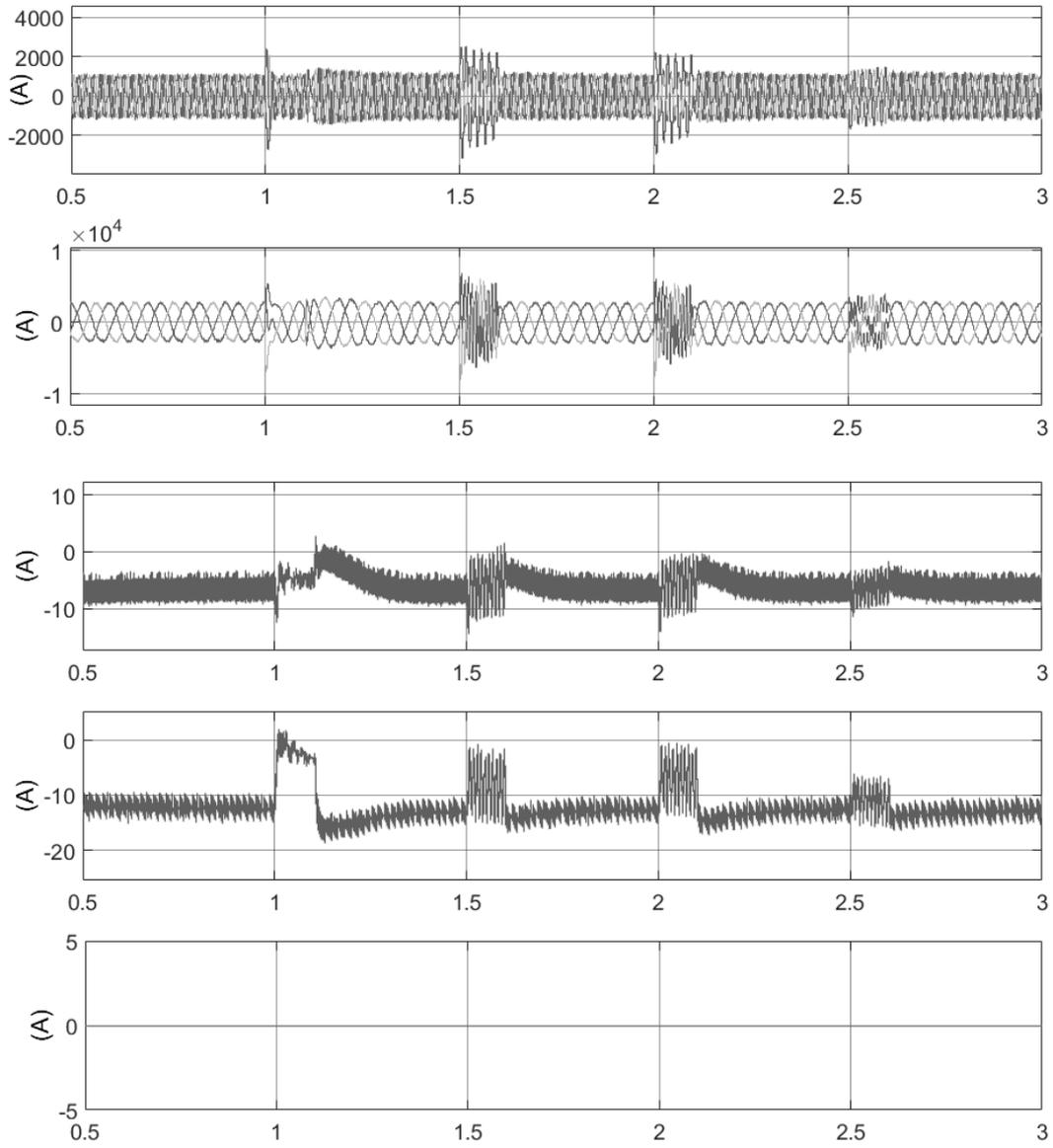


Figura 8



②① N.º solicitud: 201730202

②② Fecha de presentación de la solicitud: 20.02.2017

③② Fecha de prioridad:

INFORME SOBRE EL ESTADO DE LA TÉCNICA

⑤① Int. Cl.: **H02K17/22** (2006.01)
H02P9/00 (2006.01)

DOCUMENTOS RELEVANTES

Categoría	⑤⑥ Documentos citados	Reivindicaciones afectadas
A	Yasser Gritli; Luca Zarri; Claudio Rossi; Fiorenzo Filippetti; Gerard-Andre Capolino; Domenico Casadei. ADVANCED DIAGNOSIS OF ELECTRICAL FAULTS IN WOUND-ROTOR INDUCTION MACHINES. 01/09/2013, Vol. 60, Páginas 4012-4024, <DOI: doi:10.1109/TIE.2012.2236992>	1-4
A	Gritli Y; Rossi C; Casadei D; Filippetti F. SQUARE CURRENT SPACE-VECTOR SIGNATURE ANALYSIS FOR ROTOR FAULT DETECTION IN WOUND-ROTOR INDUCTION MACHINE. 04/09/2016, Páginas 2894-2898, <DOI: doi:10.1109/ICELMACH.2016.7732934>	1-4

Categoría de los documentos citados

X: de particular relevancia
Y: de particular relevancia combinado con otro/s de la misma categoría
A: refleja el estado de la técnica

O: referido a divulgación no escrita
P: publicado entre la fecha de prioridad y la de presentación de la solicitud
E: documento anterior, pero publicado después de la fecha de presentación de la solicitud

El presente informe ha sido realizado

para todas las reivindicaciones

para las reivindicaciones nº:

Fecha de realización del informe
18.10.2017

Examinador
L. J. García Aparicio

Página
1/4

Documentación mínima buscada (sistema de clasificación seguido de los símbolos de clasificación)

H02K, H02P

Bases de datos electrónicas consultadas durante la búsqueda (nombre de la base de datos y, si es posible, términos de búsqueda utilizados)

INVENES, EPODOC

Fecha de Realización de la Opinión Escrita: 18.10.2017

Declaración

Novedad (Art. 6.1 LP 11/1986)	Reivindicaciones 1-4	SI
	Reivindicaciones	NO
Actividad inventiva (Art. 8.1 LP11/1986)	Reivindicaciones 1-4	SI
	Reivindicaciones	NO

Se considera que la solicitud cumple con el requisito de aplicación industrial. Este requisito fue evaluado durante la fase de examen formal y técnico de la solicitud (Artículo 31.2 Ley 11/1986).

Base de la Opinión.-

La presente opinión se ha realizado sobre la base de la solicitud de patente tal y como se publica.

1. Documentos considerados.-

A continuación se relacionan los documentos pertenecientes al estado de la técnica tomados en consideración para la realización de esta opinión.

Documento	Número Publicación o Identificación	Fecha Publicación
D01	Yasser Gritli; Luca Zarri; Claudio Rossi; Fiorenzo Filippetti; Gerard-Andre Capolino; Domenico Casadei. ADVANCED DIAGNOSIS OF ELECTRICAL FAULTS IN WOUND-ROTOR INDUCTION MACHINES. Vol. 60, Páginas 4012-4024, <DOI: doi:10.1109/TIE.2012.2236992>	01.09.2013
D02	Gritli Y; Rossi C; Casadei D; Filippetti F. SQUARE CURRENT SPACE-VECTOR SIGNATURE ANALYSIS FOR ROTOR FAULT DETECTION IN WOUND-ROTOR INDUCTION MACHINE. Páginas 2894-2898, <DOI: doi:10.1109/ICELMACH.2016.7732934>	04.09.2016

2. Declaración motivada según los artículos 29.6 y 29.7 del Reglamento de ejecución de la Ley 11/1986, de 20 de marzo, de Patentes sobre la novedad y la actividad inventiva; citas y explicaciones en apoyo de esta declaración

El Objeto de la invención es un método de protección diferencial para máquinas de inducción de rotor bobinado que comprende:

- etapa de medida de las corrientes del rotor
- etapa de medida de las corrientes del estator
- etapa de medida de la velocidad del eje de la máquina y correspondiente cálculo del ángulo de referencia del rotor
- etapa de cálculo de la referencia del estator.
- etapa de cálculo que aplica la transformada de Park
- etapa de comparación de las componentes homopolar, d y q de las corrientes de estator y rotor
- donde el disparo se realiza en función de la diferencia de las componentes homopolar, d y q del rotor y del estator.

Dicho método puede variar haciendo una medición directa del ángulo de giro del eje de la máquina.

Ninguno de los documentos encontrados divulgan las etapas reivindicadas, si bien dichos documentos están orientados a máquinas de inducción de rotor bobinado que buscan la detección de faltas y que además no emplean como medio de detección la comparativa entre las corrientes de rotor y estator previamente ajustadas y a las que también se les ha aplicado la transformada de Park para conseguir vectores espaciales de manera que comparando las tres componentes: homopolar, d y q de las corrientes del rotor y estator se obtiene un valor de diferencia de manera que a partir de un umbral prefijado se puede proceder al disparo de la máquina, ya que superado dicho umbral se considera que ha habido una falta en la máquina.

Por lo tanto, la materia de la primera y segunda reivindicación contarían con Novedad y Actividad Inventiva según lo establecido en los Art 6.1 y 8.1 de la LP 11/86.

Iguals consideraciones se pueden hacer respecto de las reivindicaciones 3 y 4 relativas a un sistema que implementa el método anterior.