



19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

11 Número de publicación: **2 331 831**

51 Int. Cl.:
H02K 1/00 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Número de solicitud europea: **01935462 .0**

96 Fecha de presentación : **14.05.2001**

97 Número de publicación de la solicitud: **1206828**

97 Fecha de publicación de la solicitud: **22.05.2002**

54 Título: **Disposición de accionamiento de motor tolerante a fallos con conexiones de fase independientes y sistema de monitorización.**

30 Prioridad: **24.05.2000 US 577809**

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:
18.01.2010

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:
18.01.2010

73 Titular/es: **Electric Boat Corporation**
75 Eastern Point Road
Groton, Connecticut 06340-4989, US

72 Inventor/es: **Eaves, Stephen, S. y**
Kasson, Matthew, L.

74 Agente: **Elzaburu Márquez, Alberto**

ES 2 331 831 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).

ES 2 331 831 T3

DESCRIPCIÓN

Disposición de accionamiento de motor tolerante a fallos con conexiones de fase independientes y sistema de monitorización.

5 Antecedentes del invento

Este invento se refiere a disposiciones de accionamiento para motores y generadores que están sujetos a fallos de cableado interno.

10 Los motores y generadores, denominados aquí como “máquinas eléctricas”, están típicamente previstos con arrollamientos de fase que están conectados internamente en una configuración en estrella o en triángulo. Estas conexiones proporcionan un trayecto de baja impedancia para que una corriente de defecto circule en el caso de un fallo entre fases. Similarmente, otras disposiciones de arrollamiento que no proporcionan ningún aislamiento entre fases dan como
15 resultado un trayecto de baja impedancia para que circulen corrientes de defecto entre fases. Por ejemplo, cuando tienen lugar un corto de fase a fase debido a que el aislamiento entre conductores de dos fases se deteriora o cuando dos o más fases son conectadas externamente durante o como resultado de un trabajo de mantenimiento, se producen elevadas corrientes de defecto a través de los trayectos de baja impedancia entre fases.

20 Durante un fallo súbito de fase a fase, la corriente de defecto contribuye al fallo desde la fuente ya que se crea un circuito continuo a través del fallo por la interconexión de las fases en la fuente. La corriente de defecto ha contribuido a que los arrollamientos del estator de La máquina eléctrica hayan fallado debido a la rotación continuada de un campo magnético permanente dentro del arrollamiento del estator que ha fallado. Tal corriente de defecto circula a través del fallo debido a que se ha creado un circuito continuo por las fases interconectadas de los arrollamientos.

25 Las máquinas eléctricas con campos controlables tales como máquinas síncronas de campo con arrollamientos tienen la capacidad de limitar la duración de la contribución de la corriente de defecto por desexcitación del campo magnético. Otras máquinas, tales como las de tipo de imán permanente no pueden limitar la duración de La corriente de defecto a la que ha contribuido la máquina durante un funcionamiento en punto muerto subsiguiente al desplazamiento por el circuito de potencia como resultado del fallo. Un fallo trifásico es similar al fallo de fase a fase antes descrito
30 excepto porque implica las tres fases en vez de sólo dos fases. El funcionamiento en continuo con una máquina trifásica en fallo, si es posible en su totalidad, requeriría aumentar la reactancia de pérdida de la máquina, lo que requeriría una compensación con respecto a las características de rendimiento normales.

35 Un fallo de fase a tierra tiene lugar cuando falla el aislamiento del motor entre un conductor y tierra tal como en una estructura de motor puesta a tierra. Las magnitudes de la corriente de defecto de fase a tierra han sido mitigadas previamente utilizando una impedancia de tierra de elevada resistencia entre el neutro de un sistema de múltiples fases y tierra. Sin embargo, con sistemas típicos conectados en triángulo o en estrella, está resistencia a tierra consiste de una sola resistencia conectada al neutro de un sistema en estrella o al neutro derivado de un sistema en triángulo y
40 el valor de esa resistencia debe ser tal que la impedancia sea menor que la impedancia resultante de la capacitancia de carga total del sistema que, en un sistema en triángulo o en estrella, consiste de las tres fases en paralelo. Esto da como resultado cantidades relativamente mayores de corriente de defecto a tierra disponibles para un fallo de línea monofásica a tierra que para un circuito monofásico. Además, las disposiciones de puesta a tierra en tales sistemas no tienen capacidad para detectar fallos de fase.

45 Las disposiciones de detección del fallo entre fases han sido descritas en la técnica anterior. Por ejemplo, la patente de Hasegawa Nº 4.363.065 describe una disposición de detección de un fallo entre fases en la que cada fase tiene arrollamientos de detección independientes e incluye una resistencia de tierra correspondiente en la que la detección del fallo depende de la tensión que se detecta a través de cada resistencia de tierra. La patente de Baker y col., Nº 5.521.787 describe una protección del fallo de corriente diferencial que utiliza tanto la detección de corriente de una fase como de múltiples fases y las patentes de Traub y col., Nº 3.584.259 y de Lardennois Nº 3.999.104 están dirigidas
50 en general a la detección de fallo de fase utilizado resistencias independientes conectadas a tierra.

55 Con relación a las reivindicaciones independientes 1ª y 8ª del documento US-A-5.587.804 se describen circuitos de protección para cortocircuitos y fallos de tierra utilizando sensores de corriente de fase y sensores diferenciales. Esta disposición de circuito tolerante a fallos está adaptada para máquinas de múltiples fases que comprenden una máquina eléctrica que tienen una pluralidad de circuitos de fase alimentados y una disposición de monitor o vigilancia para al menos uno de los circuitos de fase en respuesta a un fallo de aislamiento del circuito de fase a circuito de fase o de circuito de fase a tierra para proporcionar una indicación del fallo. Dicho documento describe también un
60 método para limitar el daño en una máquina eléctrica de múltiples fases que se produce como resultado de un fallo de aislamiento de fase a fase o de fase a tierra que proporcionan una pluralidad de arrollamientos de fase alimentados para una máquina eléctrica y que proporciona una disposición de monitor o vigilancia para al menos un circuito de fase para detectar un fallo de aislamiento de circuito de fase a circuito de fase o un fallo de aislamiento de circuito de fase a tierra y proporcionar una indicación de un fallo de aislamiento.

65

Sumario del invento

Por consiguiente, es un objeto del presente invento proporcionar una disposición de circuito tolerante a fallos para una máquina eléctrica de múltiples fases que supere las desventajas de la técnica anterior.

5

Otro objeto del invento es proporcionar una disposición de circuito tolerante a fallos para máquinas eléctricas de múltiples fases que tienen conexiones de fase independientes y un sistema de monitorización que supere las desventajas de la técnica anterior.

10

Estos y otros objetos del invento son obtenidos proporcionando una disposición de circuito tolerante a fallos para máquinas eléctricas de múltiples fases que tienen circuitos de fase alimentados de modo independiente cada uno con una conexión de elevada impedancia a tierra de modo que el único trayecto a tierra resultante de un solo fallo de aislamiento es a través de una conexión de elevada impedancia y un monitor para al menos un circuito de fase para detectar un fallo de aislamiento de circuito de fase a circuito de fase o de circuito de fase a tierra y un indicador para

15

indicar un fallo de aislamiento detectado. La disposición de circuito puede ser aplicada a sistemas de accionamiento de motor de múltiples fases para mejorar la supervivencia de los sistemas mitigando la corriente de defecto disponible durante los modos más comunes de fallo eléctrico. Aunque la disposición de circuito puede ser usada con motores síncronos, de inducción o de imán permanente, es especialmente beneficiosa cuando es aplicada a motores de imán permanente en los que el campo magnético no puede ser desexcitado como consecuencia de un fallo.

20

Como se ha usado aquí el término “fallo entre fases” se refiere a fallos que implican múltiples fases y el término “fallo dentro de una fase” se refiere a un fallo dentro de una única fase, es decir, de una vuelta de un arrollamiento a otra vuelta del arrollamiento.

25

Con la disposición de circuito del invento, la corriente de defecto es mitigada para fallos de múltiples fases, de fase a fase y de línea a tierra utilizando arrollamientos de fase independientes del motor en unión con una configuración de accionamiento eléctrico que proporciona el aislamiento entre fases de la fuente del fallo y una tierra del sistema de elevada resistencia en cada fase aislada. La misma disposición de circuito tolerante a fallos es aplicable a generadores.

30

Breve descripción de los dibujos

Otros objetos y ventajas del invento serán evidentes a partir de la lectura de la siguiente descripción en unión con los dibujos adjuntos en los que:

35

La fig. 1 es un diagrama de circuito esquemático que ilustra la disposición de una realización representativa de una configuración de máquina eléctrica de acuerdo con el invento; y

40

La fig. 2 es un diagrama de circuito esquemático similar a la fig. 1 que ilustra el efecto de un fallo de fase a fase en un motor eléctrico.

40

Descripción de realizaciones preferidas

En la realización típica del invento ilustrada en los dibujos, un motor 10 magnético permanente de múltiples fases tiene tres arrollamientos de fase 12, 14 y 16 que están eléctricamente aislados entre sí. Los arrollamientos tienen unidades de accionamiento monofásicas separadas correspondientes 20, 22 y 24, respectivamente, que reciben corriente procedente de fuentes de corriente alterna correspondientes 26, 28 y 30 a través de transformadores del potencia 32, 34 y 36 respectivamente. Así, el motor 10 es accionado por tres fuentes de energía independientes que alimentan corriente a los arrollamientos aislados, pero también es posible alimentar corriente alterna a las unidades de accionamiento 20, 22 y 24 desde fuentes monofásicas, polifásicas o de corriente continua independientes si se desea. Por simplicidad la disposición ilustrada en la fig. 1 muestra transformadores monofásicos 32, 34 y 36 pero es también posible un transformador de múltiples fases con arrollamientos de salida monofásicos aislados.

50

Cada uno de los arrollamientos 12, 14 y 16 recibe corriente independientemente de su único accionamiento de fase correspondiente 20, 22 y 24 a través de pares correspondientes de conductores 20a y 20b, 22a y 22b, respectivamente, y una disposición de monitor incluye un sensor 40 de exceso de corriente para un conductor de cada par. Además, un conductor de cada par está conectado a tierra a través de un conductor 42 y una resistencia elevada 44 y la disposición de monitor o vigilancia incluye un sensor 46 de exceso de corriente que detecta corriente a través del conductor de tierra 42 mientras un sensor 48 de tensión detecta la tensión a través de la resistencia elevada 44. La única conexión normal entre los arrollamientos de fase separados es a través de las elevadas resistencias 44 a tierra. La disposición de monitor o vigilancia incluye también un sensor 50 de corriente diferencial para cada uno de los pares de conductores 20a y 20b, 22a y 22b y 24a y 24b que detecta corrientes diferenciales en el circuito de fase que tienen lugar cuando la corriente es desviada a través de la resistencia de tierra 44 como resultado de un fallo trifásico, de fase a fase o de fase a tierra.

60

Con esta disposición, cuando tiene lugar un fallo trifásico, de fase a fase, o de fase a tierra, el único trayecto para que lo siga la corriente de defecto es a través de los conductores 42 y resistencias 44 a tierra, lo que limita la magnitud de la corriente de defecto. A este respecto, el valor de la resistencia 44 es seleccionado de acuerdo con la capacitancia de carga asociada con cada fase individual, que proporciona protección a sobretensiones al tiempo que asegura una

65

ES 2 331 831 T3

mitigación máxima de la corriente de defecto. Esto permite una impedancia de tierra más elevada que si el valor de la resistencia fuera seleccionado de acuerdo con la capacitancia de carga total del sistema. Además, cada resistencia 44 tiene una capacidad de transporte de corriente suficiente para permitir el funcionamiento continuado después de un fallo de aislamiento.

5

La disposición de monitor o vigilancia incluye también una unidad de monitorización 52 que recibe señales procedentes de los sensores 50 de corriente diferencial que rodean a los pares de conductores de cada arrollamiento de fase del motor, los sensores 40 y 46 de exceso de corriente, y los sensores 48 de tensión y analiza las señales recibidas continuamente para determinar corrientes de tierra y proporcionar indicaciones tempranas del deterioro de aislamiento así como de la situación de cualesquiera fallos.

10

La fig. 2 ilustra un trayecto de circulación 54 para la circulación de corriente de defecto para un fallo 56 de fase a fase en el motor de la fig. 1. En esta ilustración la alimentación de corriente a uno de los arrollamientos 16 del motor está omitida con propósitos de claridad. Como la corriente de defecto circula a través de los conductores de tierra 42, los sensores de corriente y tensión 46 y 48 en cada conexión de tierra de elevada resistencia proporcionan un respaldo para el detector de fallo de fase a fase, mejorando por ello la fiabilidad de la protección del motor. Por consiguiente, el sistema ha aumentado la fiabilidad tanto para fallos entre fases como para fallos de fase a tierra, que son detectados cada uno por dos disposiciones separadas.

15

20

Un beneficio adicional resulta de la separación de fases debido a que la monitorización del aislamiento entre fases que es proporcionada inherentemente por la monitorización continua de las corrientes de tierra por los sensores 46. Esto permite una detección temprana del deterioro del aislamiento entre fases antes de que pueda ocurrir un fallo.

25

Una ventaja principal de la disposición del invento es que las corrientes de defecto resultantes de los fallos trifásicos y de fase a fase son mitigadas debido a que la corriente de defecto debe circular a través de las resistencias de tierra como se ha mostrado en la fig. 2. Esto minimiza el daño del equipo y maximiza la seguridad personal cuando tiene lugar un fallo. Además, las fases implicadas en un fallo son identificadas automáticamente ya que los fallos de fase son detectables por las resistencias de tierra, lo que no es posible con la disposición conectada en estrella o en triángulo, mejorando por ello la fiabilidad de la protección del sistema. Además, cualesquiera corrientes de defecto de tierra son reducidas con esta disposición ya que la resistencia de tierra en cada fase es seleccionada en proporción a la corriente de carga asociadas con una fase en vez de estar basada en la combinación de las tres fases, y la magnitud de la corriente de defecto de fase es reducida a un nivel que es menor que para un fallo de línea a tierra, permitiendo el funcionamiento en continuo durante un fallo entre fases.

30

35

Debería resaltarse, sin embargo, que esta disposición no ha perfeccionado la protección para fallos dentro de una fase, es decir fallos que ocurren dentro de un único arrollamiento, tal como un fallo de vuelta a vuelta. Los problemas operativos resultantes de la interferencia electromagnética son mitigados con la configuración de fase independiente debido a la eliminación de un punto de unión neutro de tres fases y los trayectos de conducción de interferencia electromagnética común asociados que tienen lugar en los arrollamientos conectados en triángulo y en estrella tradicionales.

40

Aunque el invento ha sido descrito aquí con referencia a realizaciones específicas, a los expertos en la técnica se les ocurrirán muchas modificaciones y variaciones en el mismo. Por consiguiente, la totalidad de tales variaciones y modificaciones están incluidas dentro del marco pretendido del invento según ha sido definido por las reivindicaciones adjuntas.

45

50

55

60

65

REIVINDICACIONES

1. Una disposición de circuito tolerante a fallos para máquinas de múltiples fases que comprende:
- 5 una máquina eléctrica que tiene una pluralidad de circuitos de fase alimentados independientemente cada uno con una conexión de elevada impedancia a tierra de modo que el único trayecto a tierra resultante de un solo fallo de aislamiento es a través de una conexión a tierra de elevada impedancia; y
- 10 una disposición de monitor o vigilancia para al menos uno de los circuitos de fase en respuesta a un fallo de aislamiento de un circuito de fase a un circuito de fase o de un circuito de fase a tierra para proporcionar una indicación del fallo.
2. Una disposición de circuito según la reivindicación 1ª en la que la disposición de monitor o vigilancia comprende un sensor de corriente diferencial para detectar una corriente diferencial significativa en al menos un circuito de fase como una indicación de la degradación del aislamiento.
3. Una disposición de circuito según la reivindicación 1ª en la que la disposición de monitor o vigilancia detecta la corriente que circula a través de una conexión a tierra de elevada impedancia para indicar la degradación de aislamiento del sistema.
- 20 4. Una disposición de circuito según la reivindicación 1ª en la que la disposición de monitor o vigilancia incluye un sensor de corriente diferencial y un sensor de corriente a tierra en al menos un circuito de fase para proporcionar la detección redundante de la degradación del aislamiento.
- 25 5. Una disposición de circuito según la reivindicación 1ª en la que la disposición de monitor o vigilancia incluye un detector de fallo de tierra activo.
6. Una disposición de circuito según la reivindicación 1ª en la que la conexión de elevada impedancia a tierra comprende una resistencia de tierra que tiene una capacidad de corriente suficiente para permitir el funcionamiento en continuo de la máquina eléctrica después de un fallo de aislamiento de un circuito de fase a un circuito de fase o de un circuito de fase a tierra.
- 30 7. Una disposición de circuito según la reivindicación 1ª en la que la disposición de monitor o vigilancia provoca un corte de corriente en al menos un circuito de fase en respuesta a la detección de un fallo de aislamiento.
- 35 8. Un método para limitar el daño en una máquina eléctrica de múltiples fases resultante de un fallo de aislamiento de fase a fase o de fase a tierra que comprende:
- 40 proporcionar una pluralidad de abordecas de arrollamientos de fase alimentados independientemente para una máquina eléctrica cada uno con una conexión de elevada impedancia a una tierra común de modo que el único trayecto de la corriente de defecto resultante de un solo fallo de aislamiento es a través de una conexión a tierra de elevada impedancia; y
- 45 proporcionar una disposición de monitor o vigilancia para al menos un circuito de fase para detectar un fallo de aislamiento de circuito de fase a circuito de fase o un fallo de aislamiento de circuito de fase a tierra y proporcionar una indicación de un fallo de aislamiento.
9. Un método según la reivindicación 8ª en el que la disposición de monitor o vigilancia incluye un sensor de corriente diferencial para al menos una corriente de fase para detectar la corriente diferencial significativa para el circuito de fase para indicar un fallo de aislamiento.
- 50 10. Un método según la reivindicación 8ª en el que la disposición de monitor o vigilancia incluye un sensor para detectar la corriente que circula a través de la conexión a tierra de elevada impedancia e indicar el fallo de aislamiento en respuesta a la detección de un nivel de corriente seleccionado.
- 55 11. Un método según la reivindicación 8ª en el que la disposición de monitor o vigilancia incluye un sensor de corriente diferencial y un sensor de corriente a tierra asociado con al menos un circuito de fase para detectar el fallo de aislamiento, proporcionando por ello una detección redundante del fallo de aislamiento.
- 60 12. Un método según la reivindicación 8ª en el que la disposición de monitor o vigilancia incluye un detector de fallo de tierra activo.
13. Un método según la reivindicación 8ª en el que la conexión a tierra de elevada impedancia incluye una resistencia de tierra que tiene una capacidad de corriente suficiente para permitir el funcionamiento en continuo de la máquina eléctrica después de un fallo de aislamiento.
- 65 14. Un método según la reivindicación 8ª en el que el monitor provoca un corte de corriente al menos en un circuito de fase en respuesta a la detección de un fallo de aislamiento.

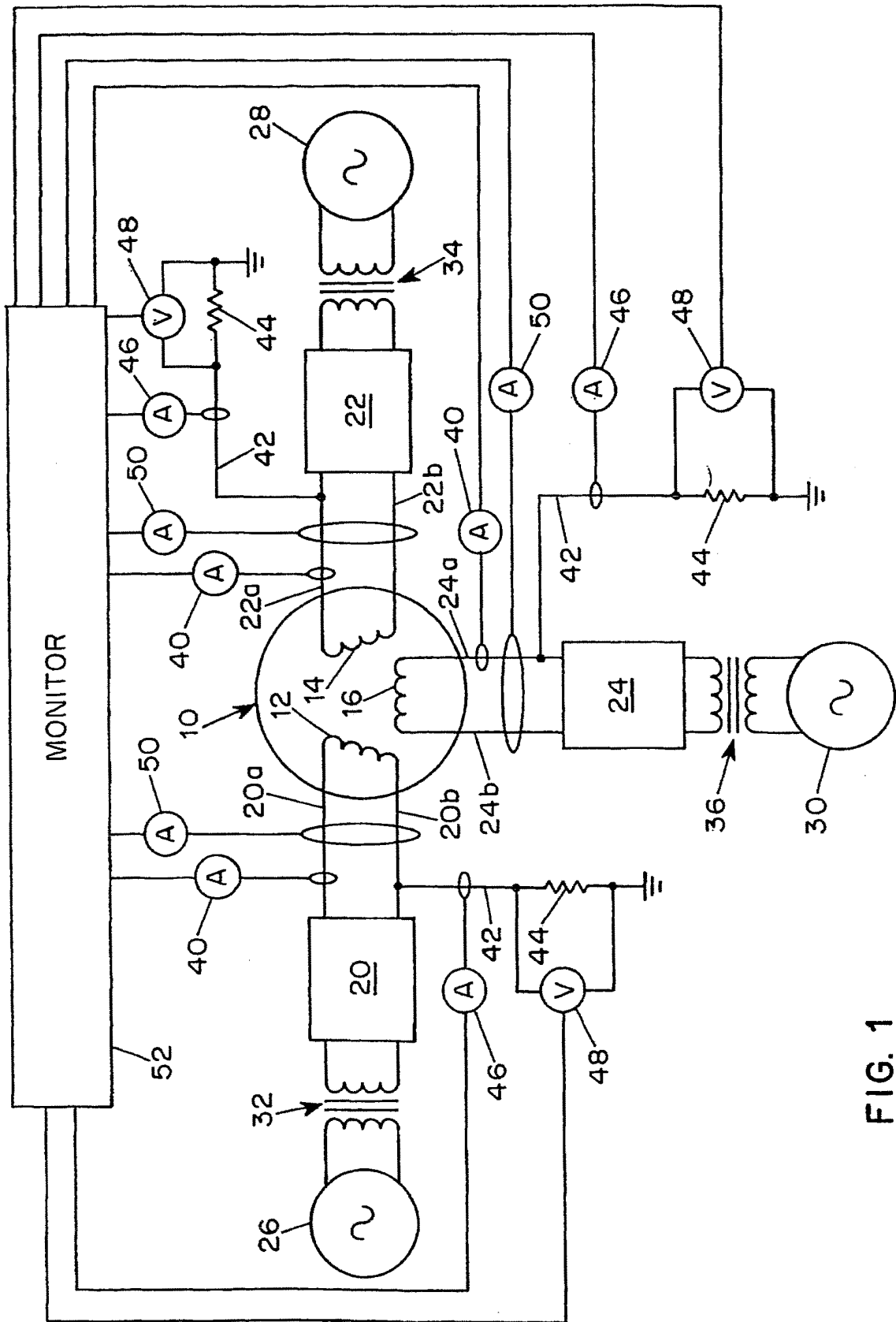


FIG. 1

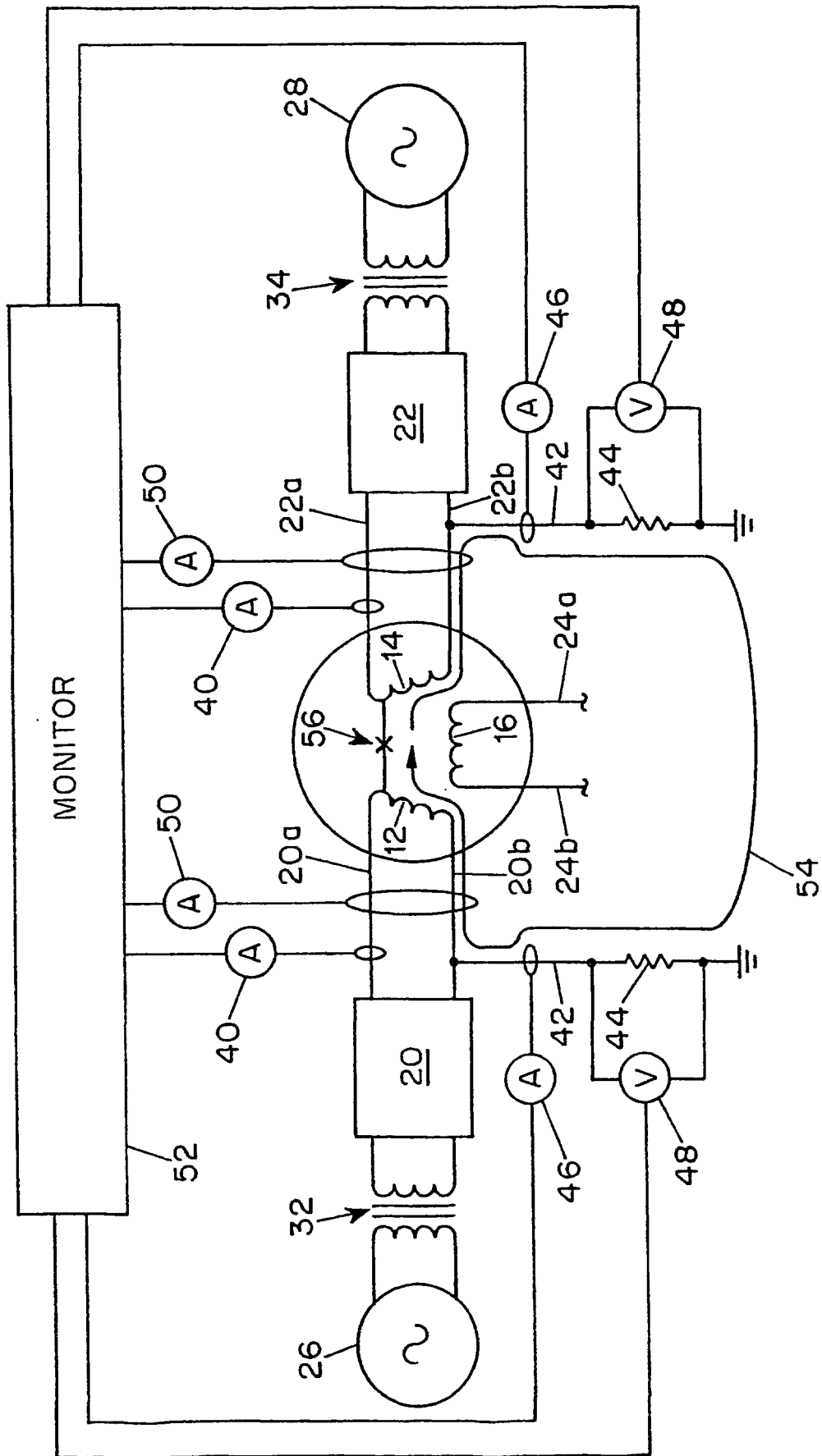


FIG. 2