

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 709 635**

51 Int. Cl.:

H02M 1/10 (2006.01)

H01F 29/02 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **27.02.2013 PCT/EP2013/053904**

87 Fecha y número de publicación internacional: **06.09.2013 WO13127835**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **27.02.2013 E 13707350 (8)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **07.11.2018 EP 2801144**

54 Título: **Dispositivo de conversión de tensión**

30 Prioridad:

29.02.2012 DE 102012203103

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

17.04.2019

73 Titular/es:

SIEMENS MOBILITY GMBH (100.0%)

Otto-Hahn-Ring 6

81739 München, DE

72 Inventor/es:

BECK, REINHOLD;

GLINKA, MARTIN y

PRÖLS, MARKUS

74 Agente/Representante:

CARVAJAL Y URQUIJO, Isabel

ES 2 709 635 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

Dispositivo de conversión de tensión

5 La invención se basa en un dispositivo de conversión de tensión con al menos un transformador, el cual está proporcionado para poner a disposición una tensión de salida a partir de una tensión de entrada; que comprende una unidad de bobinado del lado de entrada y una unidad de bobinado del lado de salida; y que puede funcionar por lo menos acorde a dos modos de funcionamiento, los cuales están asociados respectivamente a una relación de transformación de tensión diferente; en donde al menos una de las unidades de bobinado comprende un primer y al menos un segundo devanado, y a cada modo de funcionamiento tiene asignada una configuración de funcionamiento de los devanados diferente.

10 El espectro de aplicaciones que supone una transformación de tensión entre una tensión de entrada y una tensión del lado del consumidor, presenta una amplitud considerable. Entre ellas, se encuentran especialmente aplicaciones en las cuales un transformador existente debe ser adecuado para al menos dos relaciones de transformación de tensión diferentes, o bien en las cuales se requiere de una cierta flexibilidad en el uso del transformador.

15 Un ejemplo típico de este tipo de aplicaciones resulta la alimentación eléctrica de consumidores eléctricos, que se suministran de una tensión de red disponible; en donde un determinado consumidor debe ser operado con diferentes valores de la tensión de red o en donde debe ser implementable un transformador existente para la aplicación con consumidores de diferentes tensiones de funcionamiento.

20 Con las diferentes relaciones de transformación de tensión están vinculadas además exigencias en relación a corrientes de interferencia, que se establecen por parte del proveedor de red. A partir de ello, resultan diferentes requisitos referidos a la dispersión del transformador que deben ser satisfechos en las diferentes relaciones de transformación de tensión. La construcción del transformador debe tener en consideración dichas exigencias, adicionalmente para la provisión de diferentes relaciones de transformación de tensión.

25 En la rama de la ingeniería ferroviaria los transformadores principales de los vehículos ferroviarios eléctricos, adecuados para el funcionamiento con diferentes tensiones de red ferroviaria (por ejemplo AC 25 kV/50 Hz; AC 15 kV/16,7 Hz), disponen por lo general de una toma del devanado de tensión de salida para adaptar la relación de transformación de tensión, correspondiente a las diferentes tensiones de red ferroviaria, a la tensión del convertidor de tracción.

30 A partir de las diferentes exigencias de corriente de interferencia, así como a otras exigencias referidas a la transmisión de potencia a través del transformador (entre otras, cumplir con la condición $\cos(\phi) = 1$ entre la corriente de red y la tensión de red) de las diferentes redes ferroviarias, resultan diferentes exigencias respecto a la inductancia de dispersión del transformador. Según estas exigencias, la relación de la tensión de cortocircuito de transformador con respecto a la tensión nominal de transformador se puede ubicar en un intervalo típico de 20% hasta 50 %.

35 Para ajustar la inductancia de dispersión del transformador es conocido, subdividir el devanado de transformador del lado de la salida en dos devanados; en donde el transformador presenta dos modos diferentes de funcionamiento, los cuales están asignados respectivamente a una configuración diferente de funcionamiento de los devanados. En función de la red ferroviaria en la cual funcione el vehículo ferroviario, partiendo de un modo de funcionamiento con sólo un devanado activo, se conecta el segundo devanado al otro; en donde en este segundo modo de funcionamiento, el devanado conectado adicionalmente representa una extensión espacial del primer devanado. Al conectar el devanado adicional, se modifica la inductancia de dispersión del devanado de tensión de salida relativamente al devanado de tensión de entrada.

45 Esta solución presenta la desventaja de que la inductancia de dispersión en el segundo modo de funcionamiento depende considerablemente de la inductancia de dispersión del primer devanado. Por la limitada capacidad de ajuste de la relación entre las inductancias de dispersión de los diferentes modos de funcionamiento, resulta necesario con frecuencia un sobredimensionamiento del transformador con respecto a la inductancia de dispersión en un modo de funcionamiento. Si el transformador está conectado del lado de la salida con un convertidor de tracción, una innecesariamente gran inductancia de dispersión del transformador, especialmente en un regulador de cuatro cuadrantes del convertidor de tracción, conduce a cargas de corriente y de tensión elevadas, las cuales pueden ser consideradas sólo por un correspondiente sobredimensionamiento del convertidor de tracción.

50 La solicitud DD 251 057 A3 revela un sistema de bobinado para transformadores. Allí, dos devanados secundarios se subdividen reiteradas veces y los devanados parciales se disponen alternadamente en una capa para el devanado primario del transformador. Dependiendo de la deseada intensidad de corriente en el devanado secundario, los devanados se conectan en serie, en paralelo o combinados. La invención tiene por objeto, poner a

disposición un dispositivo de conversión de tensión, mediante el cual la relación de las inductancias de dispersión del transformador entre los modos de funcionamiento se pueda regular más precisamente.

5 Para ello, se recomienda que el primer devanado presente partes de devanado, que formen una disposición alternada con las partes de devanado del segundo devanado. De esta manera, se puede conseguir ventajosamente un amplio desacoplamiento de los valores de inductancia de dispersión de los modos de funcionamiento; en donde en cada modo de funcionamiento se puede lograr una flexibilidad considerablemente elevada en la selección de la inductancia de dispersión. En esta ventaja se basa una alta flexibilidad en la selección de la disposición espacial de las partes de devanado del primer y del segundo devanado. Por una "disposición alternada" de las partes de devanado, debe entenderse particularmente una disposición en la cual las partes de devanado del primer y del
10 segundo devanado estén distribuidas espacialmente dentro de la unidad de bobinado en cuestión de modo que las partes de devanado del primer devanado y las partes de devanado del segundo devanado se alternen.

15 Una parte de devanado presenta de manera conveniente al menos una espira, o bien una cantidad fija de espiras. Si el transformador presenta un tipo de devanado cilíndrico ("devanado cilíndrico" o "devanado tubular"), una parte de devanado se corresponde ventajosamente a una capa de devanado. En este caso, las capas de devanado se alternan en una dirección que está orientada de manera ventajosa perpendicularmente con respecto al eje del cilindro o bien según la norma a las capas de devanado. También es concebible una conformación de las partes de devanado como "devanados caídos".

20 Alternativamente, el transformador puede estar bobinado de manera que el mismo presente una composición de partes de devanado con forma de disco, dispuestas unas sobre otras ("devanado de disco"). Aquí, las partes de devanado del primer y del segundo devanado se alternan en una dirección que de manera preferida se orienta perpendicularmente hacia el plano de disco.

25 En las ejecuciones geométricas mencionadas anteriormente y en otras ejecuciones alternativas del transformador, la disposición alternada de las partes de devanado hace referencia preferentemente a una dirección que es característica para la determinación de la inductancia de dispersión del transformador. Particularmente (mirando en esta dirección característica) la distancia media entre la unidad de bobinado del lado de entrada y la unidad de bobinado del lado de salida se establece como magnitud de referencia para la determinación de la inductancia de dispersión del transformador.

30 En la conformación de la disposición alternada, la cantidad de partes de devanado del primer devanado que están dispuestas en continuidad entre dos partes de devanado del segundo devanado, puede elegirse libremente, por ello, se puede alcanzar una gran libertad en el ajuste de la inductancia de dispersión para cada modo de funcionamiento. De esta manera, se puede alcanzar particularmente, una ventajosa adaptación de la inductancia de dispersión a exigencias preestablecidas en cada modo de funcionamiento, sin necesidad de que el transformador o un consumidor conectado aguas abajo deban ser adaptados en su diseño dimensional. De este modo, se pueden satisfacer las exigencias de inductancia de dispersión de forma económica.

35 La subdivisión en el primer y el segundo devanado puede tener lugar del lado de la entrada. Sin embargo, en una conformación ventajosa se recomienda que el primer y el segundo devanado sean componentes de la unidad de bobinado del lado de la salida.

40 Para una conmutación sencilla entre los modos de funcionamiento, se recomienda que el dispositivo de conversión de tensión presente una unidad de conmutación, la cual conforme a una configuración de funcionamiento aplicable, conecta el primer y/o el segundo devanado en un estado activo. Por un estado "activo" de un devanado, debe entenderse un estado en el cual el devanado está conectado con tensión con un consumidor conectado aguas abajo. Con la subdivisión de una de las unidades de bobinado en al menos dos devanados, se pueden proveer ventajosamente al menos tres modos de funcionamiento.

45 Además, es recomendable que la unidad de conmutación, conforme a una configuración de funcionamiento aplicable, conecte el segundo devanado (partiendo de un estado inactivo) al primer devanado que se encuentra en un estado activo. Particularmente, cuando el primer devanado se encuentra de forma permanente en un estado activo, se puede lograr una topología de circuito sencilla.

El dispositivo de conversión de tensión resulta especialmente apropiado para aplicaciones, en las cuales la tensión de salida es menor que la tensión de entrada.

50 En una ejecución preferida de la invención, se recomienda que la tensión de entrada sea una tensión de red ferroviaria y la tensión de salida sirva para alimentar un consumidor de vehículo ferroviario. El diseño constructivo de transformadores en el área de construcción de vehículos ferroviarios, en especial, el diseño constructivo de un así denominado transformador principal, se conoce como particularmente voluminoso. Un sobredimensionamiento, necesario para cubrir las exigencias de inductancia de dispersión, conduce de manera convencional a un

requerimiento espacial adicional considerable. En este sentido, con el dispositivo de conversión de tensión propuesto es posible ahorrar gran espacio constructivo, que puede ser utilizado de otra manera. La tensión de salida sirve especialmente para alimentar una unidad de accionamiento de vehículo ferroviario y/o una red de a bordo (también denominada fuente de alimentación auxiliar), la cual está disponible para otros consumidores eléctricos del vehículo ferroviario.

Si el consumidor de vehículo ferroviario está conformado como una unidad de accionamiento, la tensión de salida sirve ventajosamente para hacer funcionar un convertidor de tracción. En este caso, la tensión de salida depende particularmente de una tensión de circuito intermedio. Mediante el dispositivo de conversión de tensión propuesto es posible de manera particularmente ventajosa evitar un sobredimensionamiento del convertidor de tracción, a causa de las exigencias determinadas respecto a la inductancia de dispersión.

Un ejemplo de ejecución de la invención se explica mediante los dibujos. Estos muestran:

la figura 1: un circuito eléctrico de un vehículo ferroviario con un transformador;

la figura 2: una vista en corte del transformador de la figura 1; y

la figura 3: una vista detallada de una unidad de bobinado del lado de la salida, del transformador de la figura 2.

La figura 1 muestra un circuito eléctrico de un vehículo ferroviario en una vista particularmente esquemática. El mismo presenta especialmente un dispositivo de conversión de tensión 10 que comprende un transformador 12. El mismo ajusta en funcionamiento una tensión de salida en sus bornes de salida U_{out} , que está proporcionada para la alimentación de un consumidor eléctrico del vehículo ferroviario. En el ejemplo de ejecución considerado, el consumidor eléctrico está conformado como una unidad de accionamiento de vehículo ferroviario 14, la cual comprende dos motores de accionamiento 16.1 y 16.2. Los motores de accionamiento 16 se operan mediante dos convertidores de tracción 18.1, 18.2, que de manera conocida, ponen a disposición la potencia eléctrica requerida para los motores de accionamiento 16.1, 16.2. Para ello, los convertidores de tracción 18 están conectados con un circuito intermedio 20, que pone a disposición una tensión continua V_{ZK} . La tensión continua V_{ZK} se obtiene a partir de la tensión de salida U_{out} mediante un rectificador 22, el cual conecta la salida del transformador 12 con el circuito intermedio 20.

El transformador 12 pone a disposición la tensión de salida U_{out} a partir de la tensión de entrada U_{in} , la cual en el ejemplo de ejecución considerado, se corresponde con una tensión de red ferroviaria, la cual se adquiere mediante un colector de corriente 24 de una línea 26 de una sección de vía. La línea 26 puede estar conformada como una línea aérea o como una barra tomacorriente. El transformador 12 está conectado a tierra mediante una conexión con un eje 28 del vehículo ferroviario.

El transformador 12 tiene la función de transformar la tensión de entrada U_{in} reduciéndola, de tal modo que la tensión de salida U_{out} es menor que la tensión de entrada U_{in} . El mismo está proporcionado además para al menos dos relaciones de transformación de tensión diferentes y puede por lo tanto funcionar al menos acorde a dos modos correspondientes de funcionamiento. En la ejecución, considerada aquí, como componente integral de un circuito de un vehículo ferroviario, las relaciones de transformación de tensión se diferencian por los respectivos valores de la tensión de entrada U_{in} , en donde el valor de la tensión de salida U_{out} es igual en los dos modos de funcionamiento, o bien, depende de la tensión V_{ZK} del circuito intermedio.

Esto corresponde al funcionamiento de la unidad de accionamiento de vehículo ferroviario 14 en al menos dos valores diferentes de tensión de red ferroviaria. Los valores convencionales de la tensión de entrada U_{in} son 25 kV - 50 Hz y 15 kV - 16 2/3 Hz, en donde son concebibles otros valores.

El funcionamiento del transformador 12, se explica en más detalle mediante la figura 2. La misma muestra una vista en corte esquemática del transformador 12.

El transformador 12 presenta una unidad de bobinado 30 del lado de entrada, la cual guía la tensión de entrada U_{in} . La tensión de salida U_{out} se dirige mediante una unidad de bobinado 32 del lado de salida, en donde ambas unidades de bobinado 30, 32 están bobinadas alrededor de un núcleo común compuesto de un material magnético, como especialmente un núcleo de hierro. En la ejecución mostrada, el transformador 12 presenta un devanado cilíndrico, en donde el plano de corte está orientado paralelo a la extensión longitudinal del cilindro y contiene al eje de simetría de la disposición cilíndrica o bien al eje del cilindro 36. En la figura está representado sólo un medio cilindro.

La figura 3 muestra, en una vista detallada, la unidad de bobinado 32 del lado de la salida. La unidad de bobinado 32 del lado de la salida está subdividida en al menos dos devanados 38, 40 diferentes. A los fines de clarificar, los mismos están representados mediante diferentes sombreados. La disposición del primer devanado 38 y del segundo

5 devanado 40, se caracteriza porque las partes de devanado 42 del primer devanado 38, junto con las partes de devanado 44 del segundo devanado 40 forman una disposición alternada. Las partes de devanado 42 del primer devanado 38 están dispuestas, mirando en dirección radial 46 o bien en dirección perpendicular con respecto al eje de cilindro 36, entre dos partes de devanado 44 del segundo devanado 40 y a la inversa. En una formulación equivalente, la disposición alternada se corresponde con una "conexión cruzada" de ambos devanados 38, 40. Para el devanado cilíndrico, en consideración, del transformador 12, las partes de devanado 42 o bien 44 se corresponden con las así llamadas capas de devanado del devanado cilíndrico. Por razones de claridad en la representación, las otras partes de devanado 42, o bien, 44 se reemplazan por líneas.

10 En la ejecución mostrada a modo de ejemplo, una parte de devanado 42 y una parte de devanado 44 se alternan respectivamente. Sin embargo, la cantidad de partes de devanado de un devanado que están dispuestas en continuidad entre las partes de devanado del otro devanado, puede elegirse libremente. Así, por ejemplo dos o más partes continuas de devanado 42 o bien 44 pueden estar dispuestas entre dos partes de devanado 44 o bien 42. Las partes de devanado 42, 44 pueden estar distribuidas según un patrón que se repite y/o la cantidad de partes de devanado continuas de un devanado entre dos partes de devanado del otro devanado pueden variar a lo largo de la dirección radial 46.

15 Cada modo de funcionamiento del transformador 12 tiene asignada una configuración de funcionamiento de los devanados 38, 40 diferente. Las configuraciones de funcionamiento se diferencian por la clase y por la cantidad de devanados 38, 40 de la unidad de bobinado del lado de la salida, conectados activamente en el respectivo modo de funcionamiento. Un devanado activo en modo de funcionamiento contribuye a la provisión de la tensión de salida U_{out} , o bien, el mismo está conectado con tensión con el consumidor eléctrico conectado aguas abajo. Para la ejecución mostrada de la unidad de bobinado 32 del lado de la salida, son posibles tres configuraciones de funcionamiento diferentes, en las cuales el primer devanado 38, el segundo devanado 40 o una combinación de ambos devanados 38 y 40 están activos.

20 Para la conmutación entre las diferentes configuraciones de funcionamiento de los devanados 38, 40, el dispositivo de conversión de tensión 10 presenta una unidad de conmutación 47, representada esquemáticamente en la figura 3. La unidad de conmutación 47 sirve para, en función del modo de funcionamiento actual del transformador 12, conmutar el primer devanado 38 y/o el segundo devanado a un estado activo, o bien conectar uno u otro con tensión con el consumidor eléctrico conectado aguas abajo.

25 En una ejecución especial, el transformador 12 funciona dependiendo del valor de la tensión de entrada, o bien, de la tensión de red ferroviaria, en un primer modo de funcionamiento, en el cual sólo se conecta activamente uno de los devanados 38, 40; o en un segundo modo de funcionamiento, en el cual ambos devanados 38, 40 se conectan activamente. En la conmutación entre ambos modos de funcionamiento, la unidad de conmutación 47 conecta el devanado, hasta ese momento inactivo, al devanado ya activo.

30 Los modos de funcionamiento se diferencian entre sí al menos en dos aspectos. Del lado de la salida, se proporcionan diferentes cantidades de espiras, mediante las cuales se consiguen diferentes relaciones de transformación de tensión. Además, los modos de funcionamiento se diferencian por la distancia media entre la unidad de bobinado 30 del lado de la entrada y la parte activa de la unidad de bobinado 32 del lado de la salida. De esta manera, se consiguen diferentes valores de inductancia de dispersión o bien de tensión de cortocircuito del transformador 12. En la ejecución mostrada, la distancia media está considerada en dirección radial 46.

35 La conformación de la unidad de bobinado 32 del lado de la salida, o bien la disposición alternada de las partes de devanado 42, 44 puede adaptarse constructivamente de manera sencilla a las exigencias referidas a la inductancia de dispersión o bien a la tensión de corto circuito, que se estipulan por los operadores ferroviarios independientemente de la tensión de red ferroviaria.

45

REIVINDICACIONES

- 5 1. Dispositivo de conversión de tensión con al menos un transformador (12), el cual está proporcionado para poner a disposición una tensión de salida (U_{out}) a partir de una tensión de entrada (U_{in}); que comprende una unidad de bobinado (30) del lado de entrada y una unidad de bobinado (32) del lado de salida; y que puede funcionar por lo menos acorde a dos modos de funcionamiento, los cuales están asociados respectivamente a una relación de transformación de tensión diferente; en donde al menos una de las unidades de bobinado (30, 32) comprende un primer (38) y al menos un segundo devanado (40), y cada modo de funcionamiento tiene asignada una configuración de funcionamiento de los devanados (38, 40) diferente; caracterizado porque el primer devanado (38) presenta partes de devanado (42), las cuales forman junto con las partes de devanado (44) del segundo devanado (40) una disposición alternada, y la misma presenta una unidad de conmutación (47), la cual conforme a una configuración de funcionamiento aplicable, conecta el segundo devanado (4) partiendo de un estado inactivo, en el primer devanado (38) que se encuentra en un estado activo.
- 10 2. Dispositivo de conversión de tensión según la reivindicación 1, caracterizado porque el primer (38) y el segundo devanado (40) son componentes de la unidad de bobinado (32) del lado de la salida.
- 15 3. Dispositivo de conversión de tensión según una de las reivindicaciones precedentes, caracterizada porque las partes de devanado (42, 44) están conformadas como capas de devanado.
4. Dispositivo de conversión de tensión según una de las reivindicaciones precedentes, caracterizada porque la tensión de salida (U_{out}) es menor que la tensión de entrada (U_{in}).
- 20 5. Dispositivo de conversión de tensión según una de las reivindicaciones precedentes, caracterizada porque la tensión de entrada (U_{in}) es una tensión de red ferroviaria y la tensión de salida (U_{out}) sirve para alimentar un consumidor de vehículo ferroviario.
6. Dispositivo de conversión de tensión según la reivindicación 5, caracterizado porque la tensión de salida (U_{out}) sirve para hacer funcionar un convertidor de tracción (18.1, 18.2).
- 25 7. Vehículo ferroviario con un dispositivo de conversión de tensión (10) según una de las reivindicaciones precedentes.

FIG 1

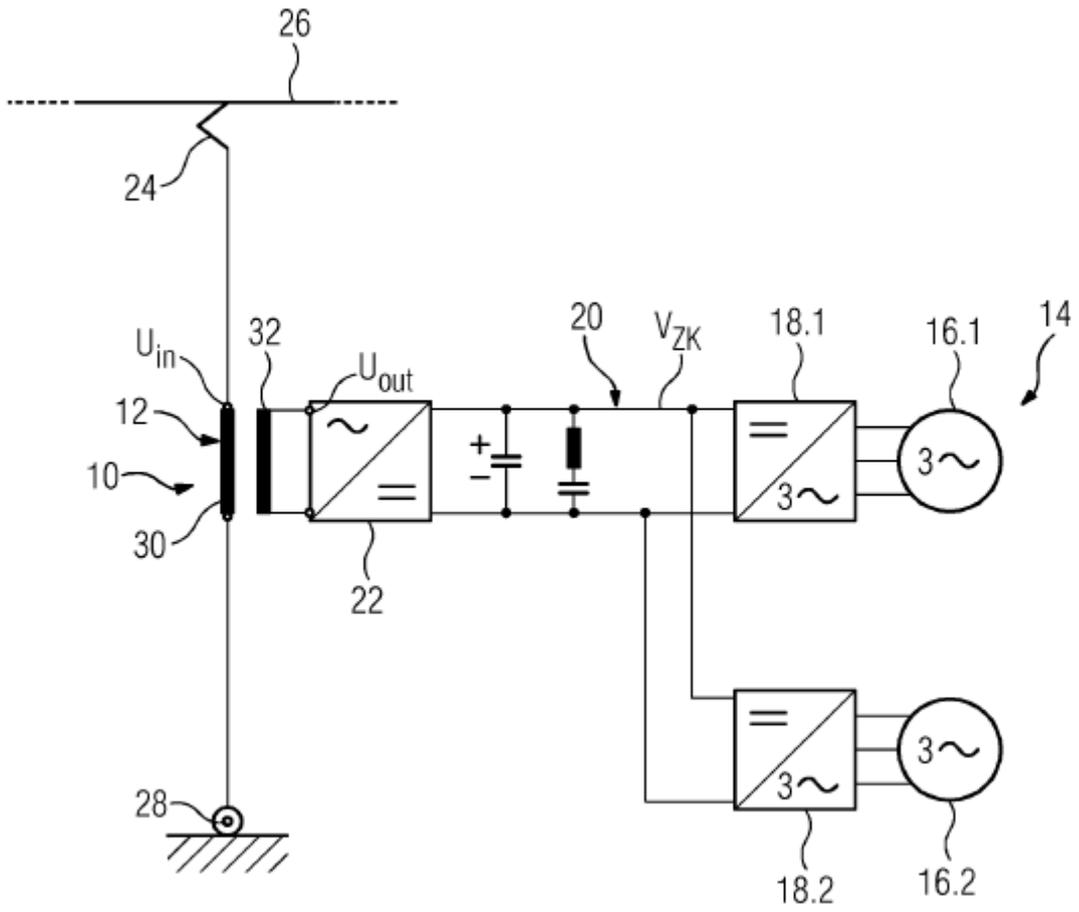


FIG 2

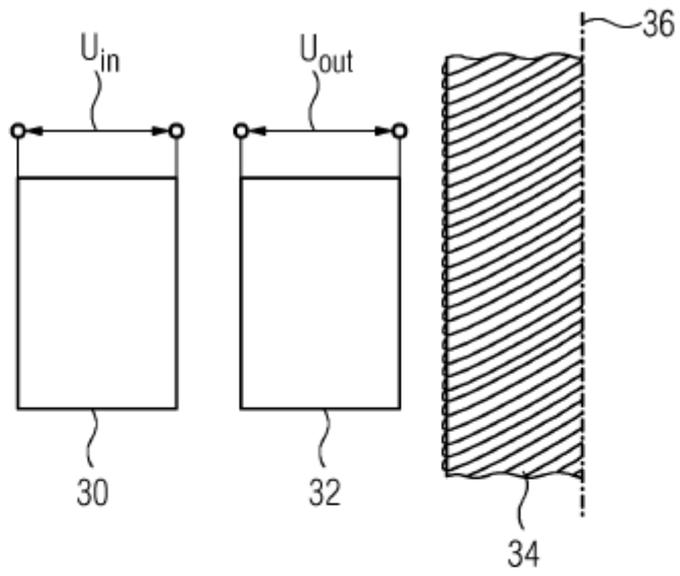


FIG 3

