

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 713 246**

51 Int. Cl.:

**H02K 5/22** (2006.01)

**H01F 27/04** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **16.10.2002** **E 02023222 (9)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **28.11.2018** **EP 1411619**

54 Título: **Línea de salida de generador, en particular para un área de conexión en la base del generador**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:  
**20.05.2019**

73 Titular/es:  
**SIEMENS AKTIENGESELLSCHAFT (100.0%)**  
**Werner-von-Siemens-Straße 1**  
**80333 München, DE**

72 Inventor/es:  
**FEUERSTEIN, WINFRIED y**  
**SCHREINER, FRANZ**

74 Agente/Representante:  
**CARVAJAL Y URQUIJO, Isabel**

**ES 2 713 246 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

Línea de salida de generador, en particular para un área de conexión en la base del generador

La presente invención hace referencia a una línea de salida de generador para la conexión eléctrica entre un generador y un transformador, y en particular hace referencia a una línea de salida de generador que puede utilizarse en un área de conexión en la base del generador.

Las conexiones de alta corriente, las así llamadas líneas de salida de generador, consisten en la conexión eléctrica entre un bobinado del estator de un generador en el interior de una carcasa del generador y un transformador de máquina o de bloque asociado, en centrales eléctricas. La estructura constructiva de esa conexión eléctrica usualmente se encuentra aislada de forma monofásica, es decir que cada uno de los tres conductores de corriente del sistema de corriente trifásica de 3 fases está dispuesto en un aislamiento separado, igualmente eléctricamente conductor, de una así llamada envoltura de la línea de salida (denominada también como tubo envolvente), en una estructura coaxial. Líneas de salida de generador de esa clase se conocen por ejemplo por las solicitudes DE 25 45 832 C2 y DE 196 19 729 A1. En la solicitud US 4, 132, 853 se describe por ejemplo un conducto con un conductor central que comprende un conductor eléctrico hueco, así como un cilindro que está dispuesto concéntricamente alrededor del conductor eléctrico hueco, de modo que se forma un canal que se extiende longitudinalmente, para un flujo de refrigerante. Otros ejemplos se encuentran en las solicitudes US 2 742 582, GB 443 017 y GB 725 211.

Para comprender mejor la invención en este punto se describe en detalle primero la estructura de una línea de salida de generador convencional, mediante las figuras 4 y 5. La línea de salida de generador 10 se compone esencialmente de un conductor interno 11 cilíndrico y de un área de conexión de tubo envolvente 12 dispuesta concéntricamente con respecto al conductor interno 11, como aislamiento del conductor interno. Los tres conductores internos 11 de las tres fases, con sus áreas de conexión de tres tubos envolventes 12 aislados asociados, en un área de conexión en la base del generador 14, están aproximados al lado inferior de un generador en los tres conductos del generador 16. Para aumentar la seguridad mecánica con respecto a vibraciones, los conductores internos 11 están conectados a los conductos del generador 16 mediante bandas de extensión 18 flexibles de cobre. Con el mismo fin, también el área de conexión de tubo envolvente 12 puede presentar un fuelle de extensión (no representado). Además, el conductor interno 11, mediante un conducto de disco 20, por ejemplo de resina de colada, se encuentra de modo estanco con respecto a la pared interna del área de conexión de tubo envolvente 12. En las líneas de salida de generador 10 convencionales, tanto el conductor interno 11 cilíndrico, como también el área de conexión de tubo envolvente 12, están fabricados de aluminio puro Al<sub>99,5</sub>. A las líneas de salida de generador 10 se conectan tubos conductores 22 y tubos envolventes 23 con diámetros respectivamente más grandes que los conductores internos 11 o que el área de conexión de tubo envolvente 12.

El plano de tensión eléctrico de los generadores y de las líneas de salida de generador, dependiendo de la potencia del generador, se ubica actualmente entre 12 y 36 kV (el así llamado plano de media tensión). En correspondencia con ese plano de tensión, la distancia de aislamiento entre el conductor interno y el tubo envolvente (potencial de tierra) debe ubicarse por lo menos entre 120 y 320 mm. Por ejemplo, en las centrales termoeléctricas con potencias del generador de 600 a 900 MW y una tensión del generador de 21 a 27 KV resulta una intensidad de corriente entre 18 y 25 kA, tanto en el conductor interno, como también en el tubo envolvente externo. Debido a esas corrientes se producen pérdidas óhmicas que conducen a un aumento de temperatura del conductor interno y del tubo envolvente. Para poder observar las temperaturas máximas admisibles de 90°C, exigidas según IEC, así como ANSI, para los conductores internos, y de 70°C para el tubo envolvente, los diámetros y los grosores de las paredes, tanto del conductor interno, como también del tubo envolvente, deben dimensionarse de forma correspondiente.

Las condiciones espaciales mayormente permiten realizar de aluminio las tres líneas de salida de generador monofásicas en todas las variantes de tensión y corriente, e instalarlas. Solamente en el caso de un área de conexión en una base de generador, como se ilustra en la figura 4, debido a las exigencias técnicas / eléctricas y a las condiciones de espacio muy estrechas, así como a la distancia reducida de los conductos del generador en el generador, usualmente se utilizan construcciones de conductores internos de cobre. Esos tubos de cobre, debido a la conductancia eléctrica mejorada con respecto a tubos de aluminio, en el caso de un diámetro más reducido y de un grosor de la pared más reducido, observando las temperaturas admisibles, pueden transmitir las mismas intensidades de corriente.

Junto con los costes de material más elevados, el manejo más complejo en cuanto a la técnica de soldadura, y el peso más elevado del cobre en comparación con el aluminio, un problema particular reside en el hecho de establecer una conexión 24 especial de técnica de soldadura blanda y soldadura dura eléctrica, de técnica de soldadura dura / soldadura blanda entre el conductor interno 11 más delgado de cobre y el tubo conductor 22 consecutivo con diámetro más grande, de aluminio. Por lo tanto, en particular para áreas de conexión en la base del generador, se presenta la necesidad de desarrollar construcciones más sencillas y económicas de líneas de salida de generador.

5 El objeto de la invención consiste por lo tanto en proporcionar una línea de salida de generador con una estructura que economice en cuanto al espacio y que al mismo tiempo sea sencilla, la cual observe las exigencias eléctricas, así como los valores límite térmicos, y que en particular sea adecuada también para la utilización en áreas de conexión en la base del generador, en el caso de potencias del bloque comparativamente elevadas, por ejemplo superiores a 18 KA.

Dicho objeto, según la invención, se soluciona debido a que el tubo conductor interno y el tubo conductor externo del conductor interno están separados respectivamente en dirección transversal y están conectados uno con otro a modo de una cruz, de manera que las rutas de corriente en la dirección longitudinal del conductor interno cambian al menos una vez entre el tubo conductor externo y el tubo conductor interno.

10 La invención se basa en la consideración de fabricar el conductor interno nuevamente de aluminio más liviano, más económico y más fácil de procesar, en lugar de utilizar cobre, logrando a pesar de ello una construcción que economiza en cuanto al espacio. Para esto, en la línea de salida de generador, para el conductor interno, se sugiere una así llamada solución de tubo doble, de un tubo interno y un tubo externo, cuya dimensión externa es igual a la solución convencional en la que se economiza en cuanto al espacio, del conductor interno anterior de cobre.  
 15 Con esa solución de tubo doble, la corriente total del generador debe dividirse aproximadamente en dos partes iguales. Durante la transmisión de corriente continua a través del conductor interno, al tubo interno y al externo se aplica también en efecto respectivamente aproximadamente 50% de la corriente total; pero esto no aplica para la transmisión de corriente alterna.

20 En el caso de la transmisión de corriente alterna, casi toda la corriente (> 95%) circula en el tubo externo del conductor interno. El motivo de ese efecto es la resistencia de corriente alterna diferente de los dos tubos, así como el efecto pelicular que se encuentra presente en la corriente alterna. Los dos tubos concéntricos del conductor interno representan eléctricamente un conductor tubular, a través de cuya cubierta tubular externa circula casi toda la corriente. Puesto que debido a la configuración de conexión de generador estandarizada el tubo externo del conductor interno posee el diámetro anterior del conductor interno de cobre, debido a la peor conductancia del  
 25 aluminio en comparación con el cobre, puede esperarse una marcada superación de las temperaturas admisibles del conductor interno. Por lo tanto, solamente la estructura de un conductor interno con construcción de tubo doble no soluciona aún el objeto antes mencionado.

30 Por lo tanto, se desea que en la solución de tubo doble para el conductor interno, en los dos tubos del conductor interno, predomine aproximadamente el mismo flujo de corriente. Según la invención, esto se logra debido a que las rutas de corriente, en dirección del eje longitudinal del conductor interno, cambian al menos una vez entre el tubo externo y el tubo interno del conductor interno. A través del cambio de las rutas de corriente desde el tubo interno hacia el tubo externo y de forma inversa, puede compensarse la resistencia de corriente alterna, la variable de influencia eléctrica para la división de corriente, entre las dos rutas de corriente y, con ello, también el flujo de corriente entre las dos rutas de corriente. A través de la división de la corriente del generador en el tubo interno y el  
 35 externo es posible observar los valores límite de temperatura, aun cuando para el conductor interno se utilice aluminio en lugar de cobre.

De manera ventajosa, las rutas de corriente, en dirección del eje longitudinal del conductor interno, cambian una vez en una posición central en dirección longitudinal del conductor interno, entre el tubo externo y el tubo interno, de modo que una división de corriente tiene lugar aproximadamente en dos partes iguales.

40 Para lograr una división de corriente lo más uniforme posible, el tubo interno y el tubo externo del conductor interno, además, deben estar dispuestos de forma concéntrica.

Del modo ya mencionado, la línea de salida de generador de la presente invención es adecuada en particular también para la utilización en un área de conexión en la base del generador.

45 La ventaja lograda con la invención consiste en particular en el hecho de que para una construcción que economiza en cuanto al espacio, y compacta, de una línea de salida de generador, puede utilizarse aluminio para el conductor interno. La utilización de aluminio ofrece ventajas en cuanto a los costes, ya que los costes de material son más reducidos y el procesamiento es más sencillo que en el caso del cobre. Además, no se necesitan uniones de técnica de soldadura blanda y soldadura dura entre material de cobre y de aluminio. El peso más reducido del aluminio ofrece además ventajas durante el transporte y el manejo en el lugar.

50 Un ejemplo de ejecución preferente de la invención se explica en detalle mediante el dibujo que se adjunta. Las figuras muestran:

Figura 1: una representación esquemática de la conexión de tres líneas de salida de generador según la presente invención en un área de conexión en la base del generador;

Figura 2: una representación ampliada del detalle B de la figura 1, el cual muestra la estructura de un ejemplo de ejecución preferente de una línea de salida de generador según la invención;

Figuras 3a y 3b: una representación ampliada del conductor interno de la línea de salida de generador de la figura 2, así como un esquema equivalente del mismo;

5 Figura 4: una representación esquemática de la conexión de tres líneas de salida de generador convencionales en un área de conexión en la base del generador; y

Figura 5: una representación ampliada del detalle E de la figura 4, el cual muestra la estructura de la línea de salida de generador convencional.

10 A continuación se presenta una descripción de un ejemplo de ejecución preferente de una línea de salida de generador según la presente invención, la cual, ventajosamente, puede utilizarse en un área de conexión en la base del generador. Con el fin de una mayor claridad, para los mismos componentes o elementos se utilizan las mismas cifras de referencia que en el caso de la línea de salida de generador convencional de las figuras 4 y 5.

15 En la base del generador 14 de un generador está proporcionada una abertura de la base del generador 26, a través de la cual son conducidas hacia el exterior las tres conexiones eléctricas del sistema de corriente trifásica de 3 fases, mediante piezas de conexión 28 y conductos del generador 16, desde la carcasa del generador. Las líneas de salida de generador 10 de las tres fases se componen respectivamente de un conductor interno 11 cilíndrico y de un área de conexión de tubo envolvente 12 dispuesto concéntricamente con respecto al conductor interno 11, para el aislamiento monofásico del conductor interno 11. Los conductores internos 11 están conectados con los conductos del generador 16 mediante bandas de extensión flexibles 18 de cobre, para garantizar una seguridad mecánica con respecto a vibraciones, para la conexión eléctrica. Por el mismo motivo, también el área de conexión de tubo envolvente 12 puede estar provista de un compensador de extensión a modo de fuelle o de tubo corrugado (no representado).

20 Como puede observarse en particular en la figura 2, el conductor interno 11, mediante un conducto de disco 20 de resina de colada, se encuentra de modo estanco con respecto a la pared interna del área de conexión de tubo envolvente 12. Además, el conductor interno 11 se convierte en un tubo conductor interno 22 con un diámetro más grande, y el área de conexión de tubo envolvente 12 se convierte en un tubo envolvente 23 con diámetro más grande. Tanto el conductor interno 11, como también el área de conexión de tubo envolvente 12, están fabricados de aluminio, en particular de aluminio puro Al<sub>99,5</sub>.

30 El diámetro externo  $D_a$  del conductor interno de aluminio 11 de la línea de salida de generador 10 según la invención corresponde al diámetro externo del conductor interno de cobre de la construcción convencional de las figuras 4 y 5, de modo que pueden mantenerse las configuraciones existentes para soluciones de conexión de generador monofásicas, es decir la realización de la base del generador 14 y la disposición compacta de los conductos del generador 16.

35 Como se representa en las figuras 2 y 3a), el conductor interno 11 cilíndrico 11 de aluminio está diseñado como la así llamada construcción de tubo doble, es decir, que el conductor interno 11 está estructurado en base a un tubo conductor interno 11a y a un tubo conductor externo 11b, así como en base a una conexión 30 a modo de una cruz. El tubo conductor interno 11a y el tubo conductor externo 11b, preferentemente, están dispuestos concéntricamente uno con respecto a otro, y los dos están fabricados de aluminio. Para establecer la conexión 30 a modo de una cruz, el tubo conductor interno y el externo 11a, 11b están separados por ejemplo en la dirección transversal del conductor interno 11 y, a continuación, se unen nuevamente mediante técnica de soldadura dura, a través de una interconexión en X, con perfiles planos de aluminio.

40 A través de esa construcción de tubo doble del conductor interno 11, las rutas de corriente en el conductor interno 11 cambian en dirección longitudinal del conductor interno 11 en el punto de la conexión 30 a modo de una cruz, entre el tubo conductor interno 11a y el tubo conductor externo 11b. De ese modo se logra que también en el caso de una transmisión de corriente alterna, la corriente del generador total  $I_{Gen}$  se divida en el tubo conductor interno 11a y en el tubo conductor externo 11b.

45 Para producir una división regular de la corriente del generador  $I_{Gen}$  hacia el tubo conductor interno 11a y hacia el tubo conductor externo 11b, la conexión 30 a modo de una cruz 30 debe estar dispuesta en la posición central en dirección longitudinal, es decir, en la mitad de la longitud  $L/2$  del conductor interno 11. Además, las geometrías del conductor interno 11, es decir el diámetro y los grosores de las paredes de los tubos conductores 11a y 11b, deben ser iguales en la primera y en la segunda sección.

En este punto cabe señalar que la presente invención no está limitada a un cambio de las rutas de corriente en el centro del conductor interno 11. En principio también es posible prever varios cambios de las rutas de corriente entre

el tubo conductor interno 11a y el tubo conductor externo 11b. Por ejemplo, un primer cambio puede tener lugar aproximadamente en 1/4 y un segundo cambio aproximadamente en 3/4 del conductor interno 11. La conexión 30 a modo de una cruz tampoco está limitada a la construcción antes indicada, pero debe tener la menor impedancia posible.

- 5 Como puede observarse en base al esquema equivalente de la construcción de tubo doble de la figura 3b, por una parte, las resistencias inductivas  $X_a$  del tubo conductor externo 11b en la primera y en la segunda sección son iguales ( $X_{a1}=X_{a2}$ ) y las resistencias  $R_a$  del tubo conductor externo 11b en la primera y en la segunda sección son iguales ( $R_{a1}=R_{a2}$ ), y por otra parte las resistencias inductivas  $X_i$  del tubo conductor interno 11a en la primera y en la segunda sección son iguales ( $X_{i1}=X_{i2}$ ) y las resistencias  $R_i$  del tubo conductor interno 11a en la primera y en la segunda sección son iguales ( $R_{i1}=R_{i2}$ ). De este modo, también las resistencias de corriente alterna  $Z_a$  del tubo conductor externo 11b son iguales en la primera y en la segunda sección ( $Z_{a1}=Z_{a2}$ ), así como las resistencias de corriente alterna  $Z_i$  del tubo conductor interno 11a en la primera y en la segunda sección son iguales ( $Z_{i1}=Z_{i2}$ ). Además, la resistencia de corriente alterna de una ruta de corriente que en la primera sección conduce a través del tubo conductor externo 11b y en la segunda sección a través del tubo conductor interno 11a, se compone de  $Z = Z_{a1} + Z_{i2}$ , y la resistencia de corriente alterna de la otra ruta de corriente que en la primera sección conduce a través del tubo conductor interno 11a y en la segunda sección a través del tubo conductor externo 11b, se compone de  $Z = Z_{i1} + Z_{a2}$ . Con  $Z_{a1}=Z_{a2}$  y  $Z_{i1}=Z_{i2}$  resulta por tanto que las resistencias de corriente alterna  $Z$  en las dos rutas de corriente son iguales. En el caso de las mismas resistencias de corriente alterna  $Z$  en las dos rutas de corriente debe circular también la misma corriente en las dos rutas de corriente, a saber  $I = I_{Gen}/2$ .
- 20 A través de esa división uniforme preferente del flujo de corriente a través del tubo conductor interno 11a y del tubo conductor externo 11b del conductor interno 11 también las pérdidas óhmicas se dividen automáticamente de modo uniforme en ambos tubos conductores 11a y 11b, de modo que pueden observarse las temperaturas admisibles para el conductor interno 11, aun cuando para el tubo conductor interno y externo 11a, 11b del conductor interno 11 se utilice aluminio con una peor conductancia eléctrica que el cobre.
- 25 Como se representa en las figuras 2 y 3a), el tubo conductor interno y el externo 11a y 11b del conductor interno 11 presentan además aberturas de ventilación 32 para poder enfriar el conductor interno 11 desde el exterior y desde el interior con aire de refrigeración, en particular mediante convección natural.

30 En un ejemplo de ejecución de una línea de salida de generador 10 según la invención, ya probado en la práctica, con la estructura antes descrita, por ejemplo la longitud  $L$  del conductor interno 11 se ubica aproximadamente entre 1,0 y 2 m, el diámetro del área de conexión del tubo envolvente 12 se ubica aproximadamente entre 1,3 y 1,5 m, el diámetro externo del tubo conductor externo 11b del conductor interno 11 se ubica aproximadamente en 600 mm, y el diámetro externo  $D_i$  del tubo conductor interno 11a se ubica aproximadamente en 400 mm. Los grosores de las paredes del tubo conductor interno y externo 11a y 11b están seleccionados aproximadamente en 20 mm.

**REIVINDICACIONES**

- 5 1. Línea de salida de generador (10) para la conexión eléctrica entre un generador y un transformador, con un conductor interno (11) cilíndrico y un área de conexión de tubo envolvente (12) cilíndrica dispuesta concéntricamente con respecto al conductor interno, donde el conductor interno (11) presenta un tubo conductor interno (11a) y un tubo conductor externo (11b), caracterizado porque el tubo conductor interno (11) y el externo (11b) del conductor interno están separados respectivamente en dirección transversal y están conectados uno con otro a modo de una cruz, de manera que las rutas de corriente en dirección longitudinal del conductor interno (11) cambian al menos una vez entre el tubo conductor externo (11b) y el tubo conductor interno (11a).
- 10 2. Línea de salida de generador según la reivindicación 1, en donde los tubos conductores interno y externo (11a, 11b) están fabricados de aluminio.
3. Línea de salida de generador según la reivindicación 1 ó 2, en donde las rutas de corriente en dirección del eje longitudinal del conductor interno (11) cambian una vez en una posición central en la dirección longitudinal del conductor interno entre el tubo conductor externo (11b) y el tubo conductor interno (11a).
- 15 4. Línea de salida de generador según una de las reivindicaciones 1 a 3, en donde el tubo conductor interno (11) y el tubo conductor externo (11b) del conductor interno (11) están dispuestos de forma concéntrica.
5. Línea de salida de generador según una de las reivindicaciones 1 a 4, en donde la línea de salida de generador (10) está dispuesta en un área de conexión del generador, en la base del generador (14).

FIG 1

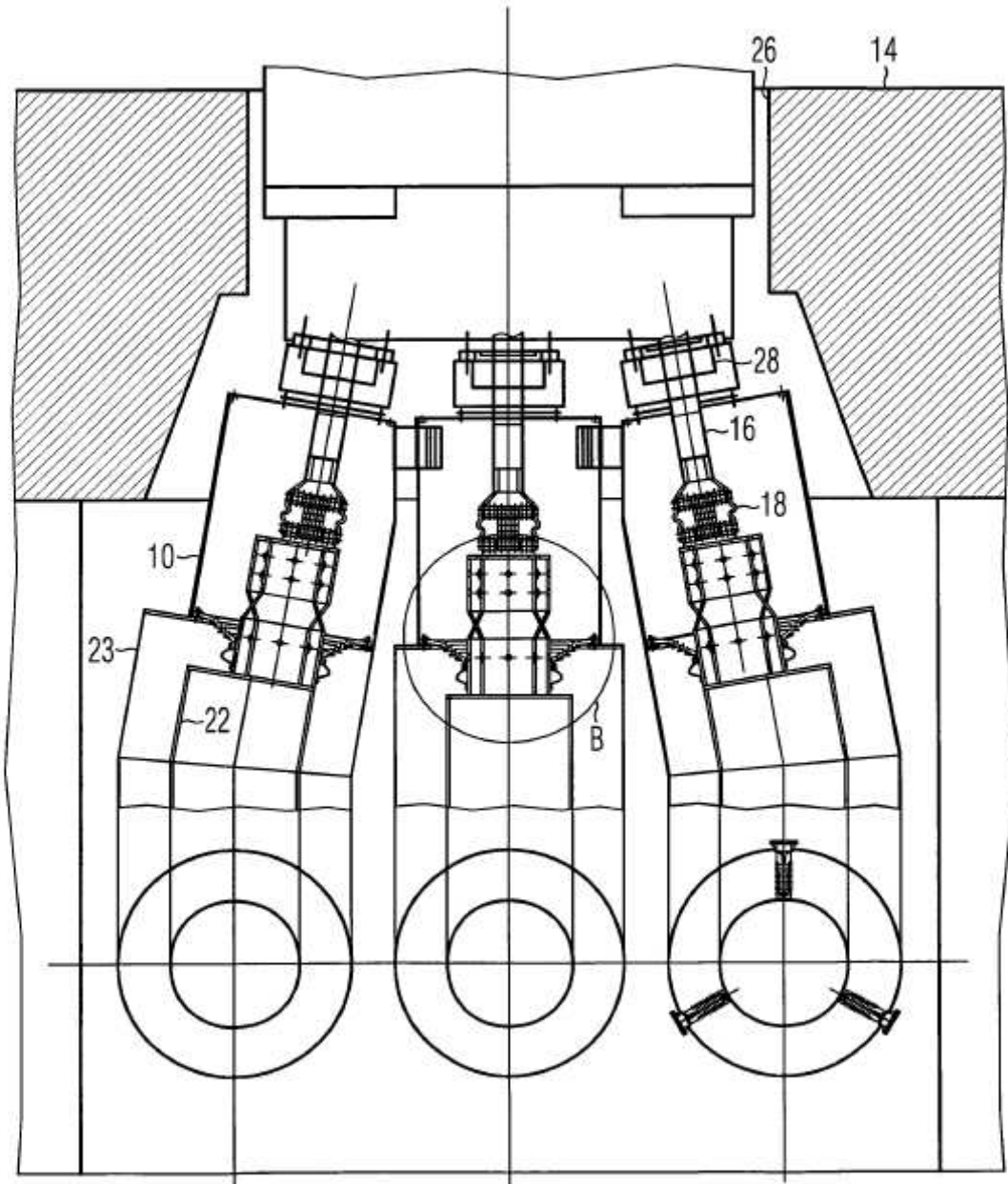


FIG 2

Detalle B

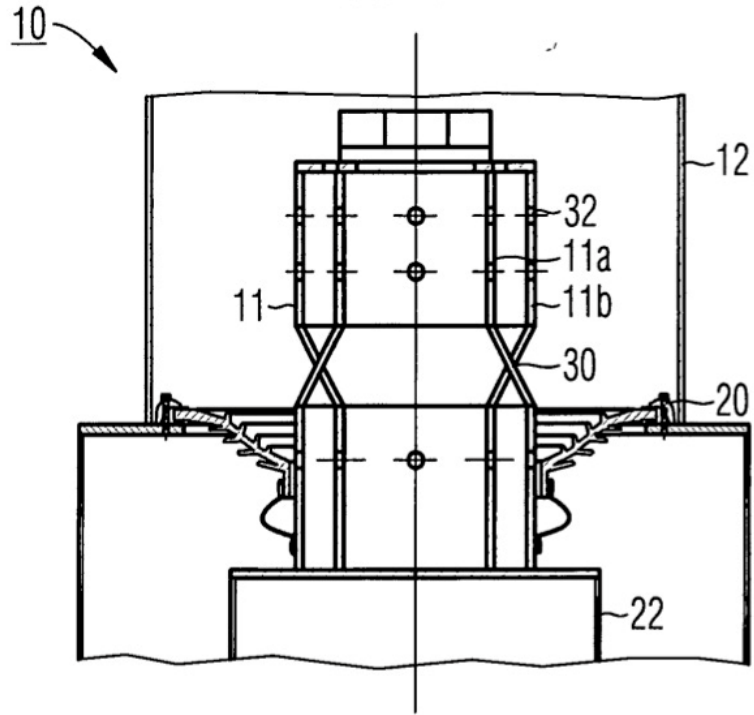
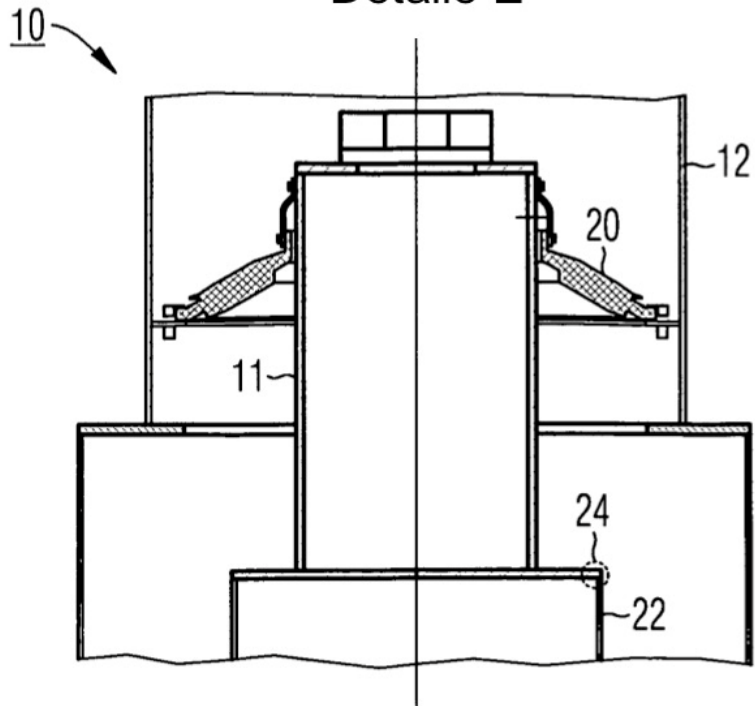


FIG 5

Detalle E





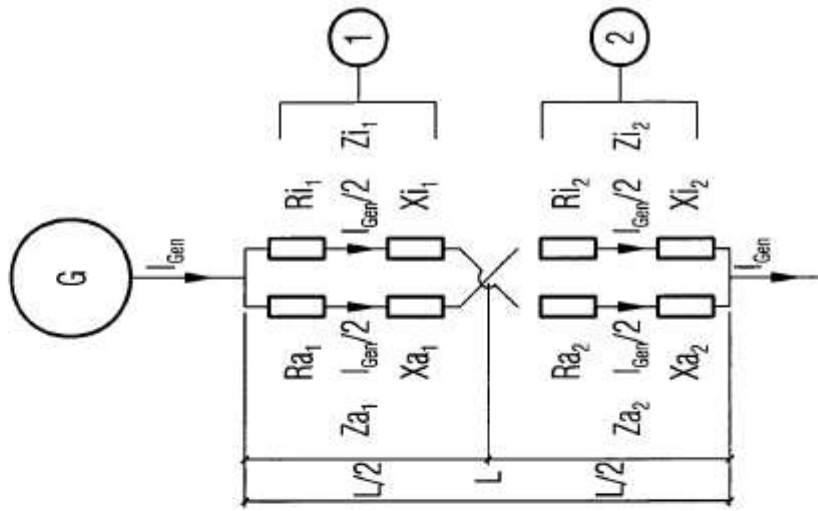


FIG 3b

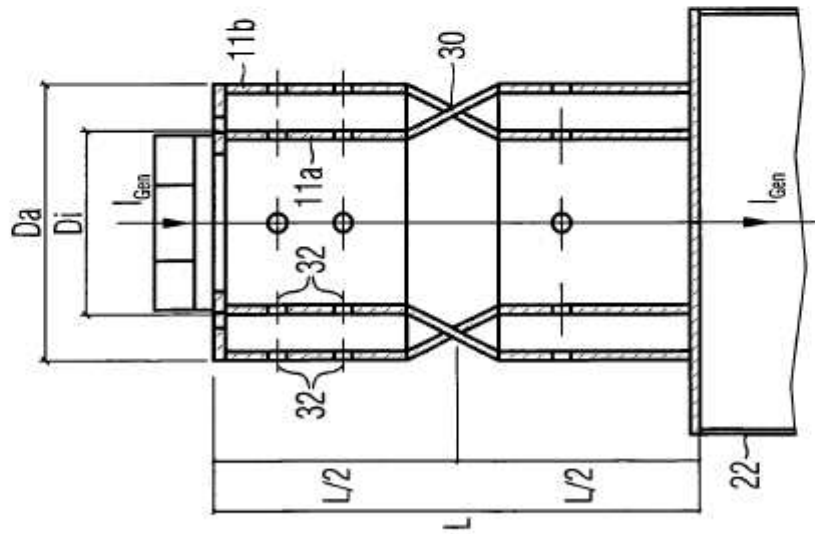


FIG 3a

FIG 4

