

(19)



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS
ESPAÑA



(11) Número de publicación: **2 549 406**

(51) Int. Cl.:

H02J 3/20	(2006.01)	H01H 33/66	(2006.01)
H02J 3/24	(2006.01)	H02J 13/00	(2006.01)
H02G 7/16	(2006.01)		
H01H 3/00	(2006.01)		
H01H 9/54	(2006.01)		
H01H 33/02	(2006.01)		
H01H 33/36	(2006.01)		
H01H 33/52	(2006.01)		
H01H 33/666	(2006.01)		
H01H 9/52	(2006.01)		

(12)

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

(96) Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **03.06.2005 E 05753113 (9)**

(97) Fecha y número de publicación de la concesión europea: **05.08.2015 EP 1756927**

(54) Título: **Aparato de conmutación y procedimiento para variar una impedancia de una línea de fase de un segmento de una línea de alimentación eléctrica**

(30) Prioridad:

04.06.2004 CA 2469778

(73) Titular/es:

**HYDRO-QUEBEC (100.0%)
75, BOULEVARD RENÉ-LÉVESQUE OUEST
Montréal, Québec H2Z 1A4 , CA**

(45) Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
27.10.2015

(72) Inventor/es:

**COUTURE, PIERRE y
LEDUC, JACQUES**

(74) Agente/Representante:

CARPINTERO LÓPEZ, Mario

ES 2 549 406 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

Aparato de conmutación y procedimiento para variar una impedancia de una línea de fase de un segmento de una línea de alimentación eléctrica

Campo de la invención

5 La presente invención se refiere a un aparato de conmutación y a un procedimiento para variar una impedancia de una línea de fase de un segmento de una línea de alimentación eléctrica. La línea de fase incluye n conductores aislados eléctricamente unos de otros y cortocircuitados entre sí en dos extremos del segmento. De manera más general, el aparato de conmutación y el procedimiento se hacen funcionar, sin referencia de tierra o de fase, a partir de una línea de alimentación de alta tensión 735 pero la invención puede aplicarse a cualquier línea de alta tensión en paquetes.

Antecedentes de la invención

10 Conocidos en la técnica están la patente de Estados Unidos nº 6.396.172 y la solicitud PCT publicada con el nº de publicación internacional WO 02/41459. En estos documentos, se describe un aparato de conmutación destinado a usarse con un segmento de una línea de alimentación eléctrica que tiene varias líneas de fase. Cada una de las 15 líneas de fase tiene varios conductores aislados eléctricamente unos de otros y conectados en paralelo. Los conductores de cada línea de fase están cortocircuitados entre sí en los extremos del segmento. El aparato comprende unos pares de conmutadores conectados en paralelo, para abrir y cerrar de manera selectiva los 20 conductores de cada línea de fase, un dispositivo de detección para detectar las condiciones de funcionamiento actuales del segmento, y un dispositivo de control para controlar los pares de conmutadores de acuerdo con las condiciones de funcionamiento actuales del segmento.

Un objeto de la presente invención es proporcionar un aparato de conmutación y un procedimiento que sean más seguros, más eficaces y menos costosos que lo que se describe en la técnica anterior.

25 La patente suiza nº CH 668 334 A5 expedida el 15 de diciembre de 1988 (HABERLIN) se refiere a un disyuntor de corriente alterna usado para un ferrocarril, que tiene una cámara de vacío con una pared exterior separada de la pared interior de un módulo montado en una aislador mediante un recubrimiento aislante, los contactos fijos y móviles en la cámara, y un activador para la cámara.

Sumario de la invención

30 De acuerdo con la presente invención, se proporciona un aparato de conmutación para variar una impedancia de una línea de fase de un segmento de una línea de alimentación eléctrica, incluyendo la línea de fase n conductores aislados eléctricamente unos de otros y cortocircuitados entre sí en los dos extremos del segmento para formar una 35 línea de alta tensión en paquetes, comprendiendo el aparato: al menos un primer interruptor de vacío conectado en serie con al menos uno de los conductores; al menos un primer motor controlable para abrir y cerrar de manera selectiva el al menos un primer interruptor de vacío; un detector para detectar un parámetro representativo de las condiciones de funcionamiento actuales de la línea de fase; y un controlador para controlar el al menos un primer motor controlable de acuerdo con el parámetro detectado por el detector.

40 De acuerdo con la presente invención, se proporciona también un procedimiento para variar una impedancia de una línea de fase de un segmento de una línea de alimentación eléctrica, incluyendo la línea de fase n conductores aislados eléctricamente unos de otros y cortocircuitados entre sí en los dos extremos del segmento que forman una línea de alta tensión en paquetes, comprendiendo el procedimiento las etapas de: a) proporcionar al menos un primer interruptor de vacío conectado en serie con al menos uno de los conductores; b) proporcionar al menos un primer motor controlable para abrir y cerrar de manera selectiva el al menos un primer interruptor de vacío; c) detectar un parámetro representativo de las condiciones de funcionamiento actuales de la línea de fase; y d) controlar el al menos un primer motor controlable de acuerdo con el parámetro detectado en la etapa c).

Breve descripción de las figuras

45 La figura 1 es una vista esquemática de un segmento de una línea de alimentación eléctrica, proporcionado con un aparato de acuerdo con una realización preferida de la presente invención;

la figura 2 es una vista esquemática de un segmento de una línea de alimentación eléctrica, proporcionado con un aparato de acuerdo con otra realización preferida de la presente invención;

50 La figura 3 es una vista esquemática de un segmento de una línea de alimentación eléctrica, proporcionado con un aparato de acuerdo con otra realización preferida de la presente invención;

la figura 4 es una vista esquemática de un segmento de una línea de alimentación eléctrica, proporcionado con un aparato de acuerdo con otra realización preferida de la presente invención;

la figura 5 es un diagrama de bloques de un aparato de acuerdo con una realización preferida de la presente invención en relación con la figura 2;

la figura 6 es un diagrama de circuito que ilustra unas partes del aparato de acuerdo con una realización preferida de la presente invención;

5 la figura 7 es una vista en perspectiva lateral de un aparato de acuerdo con una realización preferida de la presente invención;

la figura 8 es otra vista en perspectiva lateral del aparato mostrado en la figura 7;

la figura 9 es una vista en perspectiva lateral de los elementos mostrados en las figuras 7 y 8;

la figura 10 es una vista frontal de lo que se muestra en la figura 9;

10 la figura 11 es una vista lateral de los elementos mostrados en las figuras 7 y 8;

la figura 12 es una vista en sección transversal a lo largo de la sección A-A de la figura 11;

la figura 13 es una vista ampliada de una parte de la figura 12;

la figura 14 es una vista ampliada de otra parte de la figura 12;

la figura 15 es una vista lateral de los elementos mostrados en las figuras 7 y 8;

15 la figura 16 es una vista en sección transversal a lo largo de la sección A-A de la figura 15;

la figura 17 es una vista frontal esquemática del aparato mostrado en las figuras 7 y 8;

la figura 18 es una vista lateral en perspectiva de otra realización preferida de acuerdo con la presente invención;

la figura 19 es una vista lateral en perspectiva de otra realización preferida de la presente invención;

la figura 20 es otra vista en perspectiva lateral del aparato mostrado en la figura 19;

20 la figura 21 es una vista en perspectiva lateral de los elementos mostrados en las figuras 19 y 20;

la figura 22 es una vista en perspectiva lateral de otra realización preferida de la presente invención;

la figura 23 es una vista en perspectiva lateral de los elementos mostrados en la figura 22;

la figura 24 es una vista en perspectiva lateral de otra realización preferida de la presente invención;

la figura 25 es una vista en perspectiva frontal de los elementos mostrados en la figura 24;

25 la figura 26 es una vista en perspectiva lateral de los elementos mostrados en la figura 24;

la figura 27 es una vista lateral de los elementos mostrados en la figura 24;

la figura 28 es una vista en sección transversal a lo largo de la sección A-A de la figura 27;

la figura 29 es una vista lateral de los elementos mostrados en la figura 24;

la figura 30 es una vista lateral de los elementos mostrados en la figura 24;

30 la figura 31 es una vista frontal de los elementos mostrados en la figura 26;

la figura 32 es una vista en perspectiva lateral de otra realización preferida de la presente invención;

la figura 33 es una vista en perspectiva lateral de los elementos mostrados en la figura 32;

la figura 34 es una vista lateral de los elementos mostrados en la figura 32;

la figura 35 es una vista en sección transversal a lo largo de la sección A-A de la figura 34;

35 la figura 36 es una vista lateral en perspectiva de los elementos mostrados en la figura 32;

la figura 37 es una vista en perspectiva lateral de una placa de horquilla para conductores, de acuerdo con la presente invención;

la figura 38 es una vista en perspectiva lateral de otra placa de horquilla para conductores, de acuerdo con la presente invención;

la figura 39 es una vista en perspectiva lateral de otra placa de horquilla para conductores, de acuerdo con la presente invención;

la figura 40 es una vista en perspectiva lateral de otra placa de horquilla para conductores, de acuerdo con la presente invención;

5 la figura 41 es una vista en perspectiva frontal de una luz de emergencia montada en una pieza transversal entre cuatro conductores de una línea de fase, de acuerdo con la presente invención;

la figura 42 es una vista en perspectiva lateral de las antenas de una fuente de alimentación sin contacto capacitiva, montadas en los conductores de una línea de fase, de acuerdo con la presente invención;

10 la figura 43 es una vista en perspectiva lateral de un circuito de protección contra la sobretensión en combinación con una fuente de alimentación sin contacto, de acuerdo con una realización preferida de la presente invención;

la figura 44 es una vista en perspectiva lateral de un torre sobre la que está montado un aparato de acuerdo con una realización preferida de la presente invención; y

la figura 45 es una vista ampliada de la parte superior de la figura 44.

Descripción detallada de las figuras

15 En los dibujos, no se muestran los cables que enlazan los diferentes elementos del aparato de commutación, los sensores y las tarjetas de órdenes de los commutadores electrónicos.

La presente invención se refiere a un modulador de impedancia de línea (LIM), que es un sistema de transmisión de CA flexible distribuido (FACTS), en el que cada uno de los segmentos tiene una longitud de varias decenas de kilómetros y es independiente. De acuerdo con la presente invención, cada segmento de la línea de alimentación eléctrica está provisto de un módulo de commutación caracterizado porque comprende al menos un interruptor de vacío conectado en serie con al menos uno de los conductores del segmento. De acuerdo con una realización preferida, tal como se muestra en la figura 7, al menos uno de los conductores no está provisto de un commutador lo que significa que tal conductor siempre proporciona un enlace galvánico. De acuerdo con otras realizaciones preferidas, en las que se proporcionan commutadores en todos los conductores, tal como los que se muestran, por ejemplo, en la figura 24, se ha previsto un mecanismo de "hacer antes de interrumpir" de manera que los cuatro conductores de un segmento de la línea de fase no se abren de manera simultánea.

30 De acuerdo con unas realizaciones preferidas de la presente invención, se proporciona una redundancia en diversos niveles con fines de seguridad. Por ejemplo, de acuerdo con unas realizaciones preferidas, se proporcionan unos pares de interruptores de vacío tales como los mostrados en las figuras 9 a 14, conectados en paralelo. Aún de acuerdo con unas realizaciones preferidas, se proporcionan unos activadores lineales, tales como los mostrados en las figuras 9 a 14, para forzar el cierre o la apertura de un interruptor de vacío dado en caso de un fallo de funcionamiento. Aún de acuerdo con una realización preferida, como se muestra en las figuras 5 y 17, se proporcionan unas comunicaciones por medio de una comunicación de línea de alimentación, una comunicación inalámbrica o incluso una comunicación por fibra óptica. Puede realizarse un control remoto del aparato a través del sistema de comunicación. Aún de acuerdo con las realizaciones preferidas, como se muestra en las figuras 7, 17 y 42, se proporciona una fuente de alimentación desde la línea de alimentación eléctrica por medio de una fuente de alimentación sin contacto que funciona o con acoplamiento magnético o con acoplamiento capacitivo.

40 Aún de acuerdo con unas realizaciones preferidas, pueden proporcionarse para su análisis datos representativos de las operaciones actuales y pasadas de la línea de alimentación. Aún de acuerdo con una realización preferida, se proporciona una caja negra que contiene una memoria que almacena datos representativos de las operaciones actuales y pasadas del aparato, como se muestra en la figura 5.

45 Aún de acuerdo con una realización preferida de la presente invención, se proporcionan unos medios para cerrar todos los conductores de las fases de línea de la línea de alimentación eléctrica en caso de un fallo de funcionamiento del sistema de comunicación y para restablecer de este modo la línea de fase. Aún de acuerdo con una realización preferida de la presente invención, pueden enviarse los datos representativos de las operaciones actuales de cada línea de fase del segmento a través de un sistema de comunicación para un diagnóstico y mantenimiento remotos.

50 De acuerdo con una realización preferida, en caso de pérdida de la comunicación con uno o múltiples aparatos de commutación, los interruptores de vacío en uno o varios aparatos se cierran ellos mismos en una secuencia pre-establecida haciendo que la línea de alimentación vuelva a su estado inicial dentro de unas decenas de milisegundos, lo que significa que la línea de alimentación recupera su capacidad de carga completa. Además, en caso de pérdida de la fuente de alimentación en uno de los aparatos de commutación, los interruptores de vacío se cierran ellos mismos en una secuencia pre-establecida y la línea vuelve a su estado inicial dentro de unas pocas decenas de milisegundos lo que significa que el segmento de la línea de alimentación eléctrica recupera su plena capacidad.

5 Algunas aplicaciones potenciales de la presente invención incluyen las siguientes: un modulador de impedancia de línea (LIM); un anticongelante de línea; una fuente de alimentación en línea; un limitador de corriente; una amortiguación de resonancia de sub-sincronismo; una amortiguación de oscilaciones interárea; y una resistencia de ruptura. Los componentes pasivos pueden añadirse al aparato de acuerdo con la presente invención de acuerdo con la enseñanza de la solicitud PCT publicada bajo la publicación internacional nº 02/41459, publicada el 23 de mayo de 2002.

10 A continuación, se hace referencia a las figuras 1 y 5. Los componentes mostrados en la figura 5 están adaptados específicamente a la realización de la figura 2, pero pueden adaptarse fácilmente a la realización de la figura 1, e incluso a las realizaciones de las figuras 3 y 4 por un experto en la materia. Se proporciona un aparato de 15 conmutación para variar una impedancia de una línea de fase de un segmento 2 de una línea de alimentación eléctrica 4. La línea de fase que incluye cuatro conductores 6 aislados eléctricamente unos de otros y cortocircuitados entre sí en dos extremos del segmento por medio de los cortocircuitos 8. La línea de fase muestra cuatro conductores, pero puede haber n conductores 6. R, L, M son, respectivamente, las representaciones de la resistencia, la inductancia y la inductancia mutua del segmento 2 de la línea 4 de fase. El segmento 2 tiene tres líneas de fase A, B y C.

20 Como mínimo, el aparato comprende al menos un interruptor de vacío conectado en serie con al menos uno de los conductores 6. En el presente caso, se proporcionan tres primeros interruptores 10 de vacío asociados, respectivamente, a tres conductores de la línea de fase, tres primeros motores 12 controlables para abrir y cerrar de manera selectiva los tres primeros interruptores 10 de vacío, tres segundos interruptores 14 de vacío conectados en paralelo, respectivamente, con los primeros interruptores 10 de vacío, y tres segundos motores 12 controlables para abrir y cerrar de manera selectiva los segundos interruptores 14 de vacío. El aparato comprende también un detector 25 para detectar un parámetro representativo de las condiciones de funcionamiento actuales de la línea 4 de fase. En el presente caso, se proporcionan unas fuentes 16 y 18 de alimentación capacitivas e inductivas sin contacto. El aparato comprende también un controlador 20 para controlar los motores 12 controlables primero y segundo de acuerdo con los parámetros detectados por los detectores y las peticiones de control remoto. Se proporciona una fuente de alimentación sin contacto principal para suministrar un suministro de electricidad procedente de la línea de fase. La fuente de alimentación sin contacto principal comprende las fuentes 16 y 18 de alimentación capacitativa e inductiva.

30 Se proporcionan unos convertidores para convertir el suministro de electricidad procedente de la línea de fase en suministros de CC y CA. El suministro de CC alimenta una caja 22 de condensador para almacenar la energía de CC.

35 Cada una de las fuentes 16 y 18 de alimentación se duplica para proporcionar una redundancia. Cada fuente 18 de alimentación inductiva comprende unos transformadores 66 de corriente localizados en un compartimiento del aparato como se muestran, por ejemplo, en la figura 7. Estos transformadores tienen su primario suministrado por la corriente de fase. El secundario de los transformadores suministra un convertidor que está conectado a los condensadores de almacenamiento localizados en la caja 22 de condensador a través de la caja 36 de distribución.

40 Cada fuente 16 de alimentación capacitiva comprende una placa conductora aislante llamada antena capacitiva 5, mostrada, por ejemplo, en la figura 42, localizada a pocos centímetros de los conductores de la línea de fase. Las antenas 5 están conectadas eléctricamente a los transformadores 15 mostrados en la figura 17 y localizadas dentro del aparato de conmutación por medio de una alimentación 97 de paso aislante mostrada por ejemplo en la figura 22. Los transformadores 15 suministran los convertidores 17 mostrados en la figura 17, conectados a la caja 22 de condensador a través de la caja 36 de distribución.

45 Estas fuentes 16 y 18 de alimentación capacitativas e inductivas están conectadas a la caja 36 de distribución que distribuye la alimentación eléctrica a los diferentes elementos del aparato. Esta caja 36 de distribución está controlada por el controlador 20 del aparato de conmutación.

50 Un sistema 24 de comunicación de línea de alimentación del tipo PLC (portador de línea de alimentación) está conectado al controlador 20 para la comunicación a través de la línea de fase, y un router 25 emisor/receptor de alta frecuencia está conectado al PLC y al controlador 20 para la comunicación inalámbrica. Se proporciona también un sistema 21 de posicionamiento global para localizar el aparato de conmutación por satélite y con fines de temporización. El router 25 y el sistema 21 de posicionamiento global tienen unas antenas 57 como se muestra, por ejemplo, en la figura 24.

55 Todos los aparatos de conmutación de una línea de alimentación pueden estar enlazados a una red de telecomunicaciones local. En esta red local, el aparato de conmutación de cada línea de fase comunica: 1) entre los diferentes segmentos de la línea de alimentación a través del PLC; 2) entre aparatos de conmutación de un segmento a través de RF de corto alcance o de un enlace de infrarrojos; y 3) al repetidor de subestación en ambos extremos de la línea de alimentación eléctrica o entre, a través de RF de corto alcance, un enlace de infrarrojos o un enlace de fibra óptica.

Haciendo referencia ahora a la figura 2, se muestra una realización en la que el aparato comprende tres conmutadores 26 electrónicos conectados en paralelo, respectivamente, con los tres interruptores 14 de vacío, los conmutadores 26 electrónicos están controlados por el controlador. Por supuesto, pueden proporcionarse menos de tres conmutadores eléctricos.

5 Haciendo referencia ahora a la figura 3, el aparato, en esta realización, comprende tres conmutadores 26 electrónicos conectados en paralelo a los interruptores 10 y 14 de vacío primero y segundo. También es posible proporcionar menos de tres conmutadores electrónicos.

Haciendo referencia ahora a la figura 4, se muestra un aparato de acuerdo con la presente invención para descongelar. Este aparato comprende cuatro interruptores de vacío 10, 14 y 28 primero, segundo y tercero
10 conectados en paralelo y asociados, respectivamente, a cuatro conductores de la línea de fase, y cuatro motores 12 controlables primero, segundo y tercero para abrir y cerrar de manera selectiva los interruptores de vacío 10, 14 y 28 primero, segundo y tercero.

Haciendo referencia ahora a la figura 5, el aparato comprende una caja 34 negra que comprende una memoria y una carcasa para proteger la memoria. La memoria está conectada al controlador 20 para almacenar los parámetros
15 representativos de las actividades actuales y anteriores del aparato de conmutación y de la línea de fase. Los motores 12 controlables pueden ser motores lineales monofásicos, motores lineales polifásicos, motores regulares provistos de un tornillo de avance o cualquier otro tipo de motores. El flujo de señales y la alimentación suministrada dentro del aparato se realiza por medio de una caja 36 de distribución. Cada motor 12 está conectado a la caja de distribución a través de un convertidor 38 de motor. Cada conmutador 26 electrónico está conectado a la caja de distribución a través de una tarjeta 40 de control de conmutación electrónica.

Haciendo referencia ahora a las figuras 5 y 6. Los motores 12 mostrados en la parte superior de la figura 6 son para controlar los segundos interruptores 14 de vacío mostrados, por ejemplo, en la figura 1. Los motores 12 mostrados en la parte inferior de las figuras son para controlar los primeros interruptores 10 de vacío mostrados también, por ejemplo, en la figura 1. Como puede verse en la figura 6, los motores para controlar los segundos interruptores 14 de vacío que se usan como puentes de derivación están conectados a un dispositivo 42 de "activador de compañero". Este dispositivo 42 de "activador de compañero" comprende, para cada uno de los segundos motores controlables, una fuente 44 de alimentación sin contacto dedicada para suministrar un suministro de electricidad procedente de la línea de fase, un rectificador 46 para rectificar el suministro de electricidad, un condensador 48 para almacenar la energía eléctrica procedente de la salida del rectificador 46 y un conmutador 50 controlable para descargar el condensador 48 en el segundo motor controlable correspondiente para cerrarlo, tras la recepción de una señal de control desde el controlador 20. El controlador 20 tiene un detector para detectar un fallo de funcionamiento en el router 25 emisor/receptor de alta frecuencia y en el sistema 24 de transmisión de línea de alimentación y cualquier otro fallo de funcionamiento, y un generador de órdenes para generar la señal de control tras la detección del fallo de funcionamiento para cerrar al menos uno o todos los segundos interruptores 14 de vacío mostrados, por ejemplo, en la figura 1 a través de los convertidores 38 de motor si no hay respuesta a través del mecanismo 42 de "activador de compañero".

El controlador tiene también un detector para detectar un fallo de funcionamiento en las fuentes 16 y 18 de alimentación sin contacto principales, y un generador de órdenes para generar la señal de control tras la detección del fallo de funcionamiento para cerrar al menos uno o todos los segundos interruptores 14 de vacío mostrados, por ejemplo, en la figura 1. Además, el controlador tiene una entrada para detectar un fallo de funcionamiento en los primeros interruptores de vacío mostrados, por ejemplo, en la figura 1, y un generador de órdenes para ordenar a los segundos motores controlables cerrar al menos uno o todos los segundos interruptores 14 de vacío mostrados, por ejemplo, en la figura 1 tras la detección de un fallo de funcionamiento en uno de los primeros interruptores de vacío.

Haciendo referencia ahora a las figuras 1, 3 y 4, en caso de una explosión en uno de los primeros interruptores 10 de vacío, que no es probable si el sistema está bien diseñado, el segundo interruptor 14 de vacío asociado con el primer interruptor de vacío que ha explotado se cierra, y la amplitud máxima de modulación de impedancia se reduce en ϵ . Los segundos interruptores 14 de vacío se usan como puentes de desviación. ϵ es pequeña y es una función del número de segmentos en servicio en la línea de alimentación que puede tener una longitud de 200 km. Cuanto mayor sea el número de segmentos, menor es ϵ . Si un interruptor de vacío está sujeto a un fallo de funcionamiento, la línea continúa estando en funcionamiento. La sustitución de un aparato de conmutación parcialmente defectuoso toma menos de un día y esto puede hacerse sin ningún tipo de interrupción del servicio. Con excepción de un defecto involuntario en el diseño, la línea de alimentación no perderá su capacidad de transporte. En el caso de un fallo de funcionamiento de uno de los primeros interruptores 10 de vacío, el segundo interruptor 14 de vacío se hace cargo de manera automática.

55 Se hace referencia ahora a las figuras 2 y 7 a 17, para describir una realización preferida del aparato de conmutación. El aparato de conmutación comprende, en general, en un extremo una primera placa 60 conductora aislada por medio de un aislante 62 de la pared 64 lateral de la carcasa mostrada en la figura 18. Esta primera placa 60 conductora conecta eléctricamente los cuatro conductores de la fase de línea. La corriente eléctrica de los cuatro conductores fluye desde la primera placa 60 a través de un conductor central que se extiende, a continuación, a través de los transformadores 66 de corriente a través de una segunda placa 68 conductora. Estas dos placas 60 y

68 conductoras delimitan un primer compartimiento 70 que contiene los transformadores 66. Los transformadores 66 se usan para medir la corriente de fase, para extraer el suministro eléctrico procedente de la línea de fase, y como una antena de emisión y recepción para la comunicación de línea de alimentación y el sistema de posicionamiento global (GPS).

- 5 La corriente eléctrica fluye procedente de esta segunda placa 68 conductora a través de una serie de conductores 72 localizados en la periferia de esta segunda placa 68 hasta una tercera placa conductora 74. Estas placas conductoras 68 y 74 segunda y tercera delimitan un segundo compartimiento 76 para alojar el controlador y las fuentes de alimentación. Esta configuración reduce el campo magnético producido por la corriente de fase dentro de este segundo compartimiento 76, y también en los compartimentos 82 y 90.
- 10 A continuación, la corriente eléctrica fluye procedente de esta tercera placa 74 a través de los conductores 78 localizados en la periferia de esta tercera placa 74 para alcanzar una cuarta placa 80 conductora. Estas placas conductoras 74 y 80 tercera y cuarta delimitan un tercer compartimiento 82 que contiene a los activadores. Cada accionador comprende un motor, un convertidor y unos dispositivos mecánicos de control asociados. Estos activadores son motores controlables para abrir y cerrar los interruptores de vacío. Esta cuarta placa 80 conductora está
- 15 se usa como una referencia de tensión para todos los interruptores de vacío. Esta cuarta placa 80 conductora está conectada a una quinta placa 86 conductora a través de los conductores 84 localizados en la periferia de esta cuarta placa 80 conductora. Esta quinta placa 86 conductora es la placa de salida del aparato de conmutación. Las placas 80 y 86 conductoras cuarta y quinta delimitan un cuarto compartimiento 90 que contiene los interruptores que son los interruptores de vacío. Esta quinta placa 86 conductora contiene unas alimentaciones 65 de paso aislantes para
- 20 el paso de los conductores 6, una puerta 92 para amortiguar la sobrepresión en caso de explosión, una alimentación 97 de paso aislante, mostrados por ejemplo en la figura 22, para cuando se necesiten un fuente de alimentación capacitiva y los amortiguadores 114 mostrados, por ejemplo, en la figura 22.

Por lo tanto, el aparato de conmutación comprende una carcasa que tiene una pared 64 conductora lateral mostrada en la figura 18, y unas placas 60, 68, 74, 80 y 86 conductoras primera, segunda, tercera, cuarta y quinta transversales a la pared lateral y que separan la carcasa en los compartimentos 70, 76, 82 y 90 primero, segundo, tercero y cuarto. La primera placa 60 conductora está provista de un elemento 62 aislante para el aislamiento eléctrico de la pared lateral. Las placas 68, 74, 80 y 86 conductoras segunda, tercera, cuarta y quinta están conectadas eléctricamente a la pared lateral. Las placas 60, 68, 74 y 80 conductoras primera, segunda, tercera y cuarta están conectadas eléctricamente a los conductores 6 y la placa 86 conductora quinta que está aislada de algunos de los conductores 6 por medio de las alimentaciones 65 de paso aislantes. Las placas conductoras primera y segunda delimitan el primer compartimiento 70 que comprende al menos un conductor central que conecta las placas primera y segunda, y los transformadores 66 localizados alrededor del conductor central para informar al controlador de la corriente que fluye a través del conductor central. Las placas segunda y tercera delimitan el segundo compartimiento 76 que incluye el controlador y las fuentes de alimentación sin contacto dedicada y principal. Las placas tercera y cuarta delimitan el tercer compartimiento 82 que incluye los motores 12 controlables. Las placas cuarta y quinta delimitan el cuarto compartimiento 90 que incluye los interruptores 10 y 14 de vacío. De acuerdo con una realización preferida, un escudo 13 mecánico protege los interruptores de vacío unos de otros.

Uno de los conductores 6 está conectado directamente a la placa 86 de salida del aparato mediante un enlace galvánico. Los otros conductores están conectados a través de las alimentaciones 65 de paso aisladas para entrar en el cuarto compartimiento 90 que contiene los interruptores de vacío. En esta realización, los interruptores de vacío se proporcionan en pares y están conectados en paralelo como se muestra más específicamente en la figura 9. Los interruptores de vacío están conectados a la placa de referencia de tensión o a la carcasa del aparato. Para cada par de interruptores de vacío, el segundo interruptor 14 de vacío se usa como un puente de derivación y está conectado con un dispositivo de "activador de compañero". En la figura 9, el escudo 13 del interruptor 10 se ha eliminado para proporcionar una visión de los elementos que aparecen detrás del escudo 13. Los transformadores 9 de corriente conectados al controlador también se proporcionan para medir las corrientes. Los sensores 63 de tensión capacitivos se proporcionan también para medir tensiones.

Haciendo referencia ahora más específicamente a las figuras 11 a 14, cada uno de los segundos motores 12 controlables comprende un dispositivo 94 de estabilización para estabilizar la posición del segundo motor 12 controlable en la posición abierta o cerrada. Se proporciona un resorte 96 para empujar el segundo interruptor en una posición cerrada. Se proporciona un cerrojo para retener el resorte en una posición comprimida para mantener el interruptor en una posición abierta. O la activación del convertidor 38 o el cierre del interruptor 50 controlable mostrado en la figura 6 es suficiente para activar el motor 12 para superar el dispositivo 94 de estabilización y abrir la cerradura 95. El resorte, una vez que se abre el cerrojo 95, mueve el segundo interruptor 14 a la posición cerrada. Cuando se activa el accionador lineal para abrir el segundo interruptor 14 de vacío, el cerrojo 95 mantiene el interruptor 14 de vacío en la posición abierta. Si el convertidor 38 o la fuente de alimentación que suministra al convertidor 38 no está funcionando, y el controlador solicita el cierre del interruptor 14, entonces el "activador 42 de compañero" inyectará corriente en la bobina del motor para superar el dispositivo 94 de estabilización para abrir el cerrojo 95 y en consecuencia el resorte 96 cerrará el interruptor 14 de vacío.

60 Haciendo referencia ahora a las figuras 15 y 16, el primer interruptor 10 de vacío conectado en paralelo con el segundo interruptor 14 de vacío se activa mediante un motor 12 que tiene un dispositivo 11 biestable que tiene dos

posiciones estables, abierta o cerrada, y un motor 12 lineal como el mostrado más específicamente en la figura 16. Este primer interruptor 10 de vacío se usa para cortocircuitar o abrir el conductor correspondiente.

Los motores 12 lineales que abren y cierran los segundos interruptores 14 de vacío se fabrican de una sola bobina de devanado monofásica libre para moverse dentro de un campo magnético ortogonal a un campo magnético. Una fuente de tensión se suministra al devanado del motor a través de un convertidor 38. Como se muestra en la figura 6, cada dispositivo 42 "activador de compañero" comprende una fuente de alimentación independiente para cada uno de los motores 12 lineales y su interruptor de vacío asociado. Estas fuentes de alimentación independientes cargan los condensadores 48 que están conectados a los devanados de los motores a través de conmutadores 50 electromagnéticos o electrónicos. Cuando hay un fallo de funcionamiento del controlador, la fuente de alimentación o el convertidor de motor se ven obligados a continuación a cerrar los conmutadores 50 del dispositivo de "activador de compañero". La energía acumulada por un condensador 48 induce una corriente eléctrica a través del devanado del motor 12 correspondiente a lo largo de una dirección dada para producir un movimiento del motor lineal correspondiente. Este movimiento supera el dispositivo 94 de estabilización, abre el cerrojo 95 y, en consecuencia, el resorte 96 cierra el segundo interruptor 14 de vacío correspondiente. Cuando todos los segundos interruptores 14 de vacío se cierran, entonces la línea de fase recupera su capacidad original de que fluya corriente. Los convertidores 38 suministran a los motores 12 con la alimentación necesaria para abrir y cerrar los segundos interruptores de vacío. Además, los convertidores 38 y los motores 12 se usan para romper en modo regenerativo o para amortiguar el movimiento de cualquiera de los interruptores de vacío.

Haciendo referencia ahora más específicamente a la figura 17, en la que se muestran la mayoría de los elementos mostrados en la figura 5, se encuentra dentro del contexto de las realizaciones mostradas en las figuras 2 y 7 a 17. Las fuentes de alimentación capacitivas sin contacto comprenden unos transformadores 15 de tensión. Se proporcionan suministros 17 capacitivos. El controlador 20 se incorpora mediante una tarjeta de control.

Haciendo referencia ahora a la figura 18, se muestra un módulo 100 de conmutación para variar las impedancias de dos líneas de fase de dos segmentos adyacentes de una línea de alimentación eléctrica. Cada línea de fase incluye cuatro conductores aislados eléctricamente unos de otros y cortocircuitados entre sí en dos extremos de su segmento. El módulo de conmutación comprende dos aparatos de conmutación siendo cada uno, por ejemplo, como los mostrados en la figura 1 a 4. Los dos aparatos de conmutación están montados adosados. La carcasa está provista de aberturas 102 en las partes inferior y superior de la misma para la ventilación. Las aberturas de la parte superior no se muestran porque están debajo de un medio cilindro 104. La carcasa está provista de un material aislante térmico para evitar un sobrecalentamiento en el interior de la carcasa procedente de la radiación solar.

La carcasa comprende una pared 64 cilíndrica provista en sus dos extremos de unos anillos 116 de protección. Se proporciona un gancho 118 de elevación. Las aberturas localizadas en la parte superior están cubiertas por el medio cilindro 104 que dirige el aire de ventilación a los anillos 116 de protección que también están provistos de aberturas 110 localizadas por debajo y en la parte superior. Un aislante térmico se localiza por debajo del cilindro para evitar el sobrecalentamiento en el interior de la carcasa procedente de la radiación solar. Se proporcionan unos acoplamientos 93 mecánicos entre el aparato del módulo 100.

Incorporando dos aparatos de conmutación en un módulo 100 de conmutación de adosados, el número de torres que estarían involucradas con un aparato de conmutación se reduce en un factor de dos. Para un LIM de 30 km nominal o un segmento anticongelante, solo una torre por cada 60 km tiene un LIM o módulo 100 de conmutación anticongelante.

Haciendo referencia ahora a las figuras 2, y 19 a 21, se muestra un aparato de conmutación provisto de unos conmutadores 112 electrónicos. Cuando se quiere aumentar la frecuencia de apertura y cierre, entonces los primeros interruptores de vacío mostrados en la figura 1 se sustituyen por unos conmutadores 26 electrónicos conectados en paralelo con los segundos interruptores 14 de vacío. En este caso, deberían añadirse elementos adicionales tales como un sistema de refrigeración con un tubo 59 de calor, un amortiguador, un circuito para la protección contra las sobretensiones, un circuito de distribución de tensión (no mostrado) para distribuir la tensión entre las diferentes etapas de los conmutadores electrónicos y unas tarjetas 40 de control mostradas en la figura 5. Se proporciona un escudo 61 de sol para la protección contra los rayos del sol.

Haciendo referencia ahora a las figuras 3, 22 y 23, se muestra un aparato de conmutación con dos interruptores 10 y 14 de vacío y un conmutador 26 electrónico conectado en paralelo. Teniendo los interruptores 10 y 14 de vacío primero y segundo conectados en paralelo con un interruptor 26 electrónico, el operador tiene la opción de usar o el primer interruptor 10 de vacío o el conmutador 112 electrónico para conmutar el conductor correspondiente.

A continuación, se describe un modo de desbloqueo que es un modo para forzar a un interruptor de vacío a abrirse. Cuando se activa un accionador lineal para abrir un interruptor de vacío y este interruptor de vacío no se abre porque, por ejemplo, sus contactos están adheridos entre sí, entonces, una señal oscilante se superpone a la señal de órdenes del motor con el fin de superponer una fuerza de percusión sobre la fuerza de apertura para desbloquear el interruptor de vacío correspondiente.

A continuación, se describe un modo de funcionamiento en el que puede aplicarse presión adicional sobre los

contactos de los interruptores de vacío. Cuando hay un fallo de funcionamiento de tierra, la corriente de línea puede aumentar en varias decenas de kilo amperios antes del momento en que el disyuntor de línea elimina el fallo, varias decenas de milisegundos más tarde. Durante este período crítico de tiempo, es posible reducir aún más la resistencia de los contactos del interruptor mediante la adición a la fuerza de cierre de los resortes, la fuerza producida por los motores lineales durante varias decenas de milisegundos. De acuerdo con este modo de funcionamiento, se detecta la corriente de cortocircuito y se aplica una corriente fuerte a los devanados de los motores lineales por medio de los convertidores de los motores para mantener los contactos de los segundos interruptores de vacío cerrados siempre que se detecte el fallo de funcionamiento.

Haciendo referencia ahora a las figuras 4 y 24 a 31, se muestra una realización de la presente invención para anticongelar. Se describirá un modo de funcionamiento que se llama "hacer antes de interrumpir". En este modo, los cuatro conectores de la línea de fase no se pueden abrir de manera simultánea de manera que la línea de fase no está nunca completamente abierta. De acuerdo con esta realización, el aparato comprende cuatro interruptores 28 de vacío que están conectados a un mecanismo de "hacer antes de interrumpir", y cuatro segundos interruptores 14 de vacío que están conectados en paralelo a los cuatro primeros interruptores 10 de vacío. Los segundos interruptores 14 de vacío se usan como puentes de desviación. Variando la posición de funcionamiento del mecanismo de "hacer antes de interrumpir", el interruptor 28 de vacío que está cerrado se conmuta de posición.

El mecanismo de "hacer antes de interrumpir" comprende una placa que es un disco 120 de elevación activado por uno o varios motores 122 de elevación. Este disco 120 se programa y se provee de aberturas 124 a través de las que pasan las varillas 126. Las varillas 126 tienen unas geometrías predeterminadas para funcionar conjuntamente con las formas de las aberturas 124 en función de la posición angular del disco. La posición angular del disco permite mantener en cualquier momento uno de los cuatro interruptores 28 de vacío en la posición cerrada. Los motores 130 hacen girar el disco en una de las cuatro posiciones preestablecidas.

En resumen, cada uno de los motores controlables tiene una varilla conectada al tercer interruptor 28 de vacío correspondiente, que puede moverse a lo largo de un recorrido entre las posiciones de apertura y cierre. Una placa 120 móvil está provista de cuatro aberturas que permiten que las cuatro varillas pasen a través de la placa, teniendo las aberturas de la placa y las secciones transversales de las varillas unas formas de funcionamiento conjunto que permiten el recorrido de un máximo de tres interruptores 28 de vacío en la posición abierta. Los motores 130 de placa controlables se proporcionan para hacer girar la placa en diferentes posiciones de funcionamiento de manera perpendicular a las varillas para determinar a qué tres interruptores 28 se les permite moverse a la posición abierta. Los motores 122 se proporcionan también para mover la placa en paralelo a las varillas moviendo en consecuencia tres de los cuatro interruptores 28 de vacío entre las posiciones de apertura y cierre evitando de este modo, en cualquier momento, una apertura completa de la línea de fase.

Haciendo referencia ahora a las figuras 32 a 36, se muestra otra realización del mecanismo de "hacer antes de interrumpir", que se llama "mecanismo de cerrojo". En la figura 36, se han eliminado uno de los motores 12 con su convertidor 38, un resorte 96 y unos elementos asociados, en comparación con la figura 33, para proporcionar una mejor visión de algunos elementos como el perno 129. En esta realización, se proporcionan cuatro motores lineales y se asocian respectivamente a los cuatro terceros interruptores 28 de vacío y a un disco 121 de cerrojo.

Este disco 121 de cerrojo está provisto de unas aberturas 127 con diferentes geometrías, a través de las que pasan los pernos 129. El funcionamiento conjunto entre las geometrías de las aberturas 127 y de los pernos 129 está en función de la posición angular del disco 121 que evita, en cualquier momento, una apertura simultánea de los cuatro interruptores 28 de vacío. Los terceros motores 130 hacen girar el disco 121 en una de las cuatro posiciones preestablecidas posibles con el fin de dirigir la corriente a uno de los conductores de la línea de fase. En esta realización, para cada conductor, tres interruptores de vacío están conectados en paralelo. Los interruptores 28 de vacío son los interruptores de vacío del mecanismo de "hacer antes de interrumpir". Los segundos interruptores 14 de vacío se usan como puentes de derivación y los primeros interruptores 10 de vacío se usan para abrir y cerrar los conductores. Los interruptores de vacío segundo y tercero son con fines de seguridad. Para descongelar un conductor, sus tres interruptores de vacío correspondientes están cerrados.

En resumen, cada uno de los cuatro motores controlables tiene un perno conectado al tercero interruptor 28 de vacío correspondiente que puede moverse a lo largo de un recorrido entre las posiciones de apertura y cierre. Un disco 121 móvil está provisto de unas aberturas 127 que permiten a los pernos 129 pasar a través del disco, las aberturas del disco y los pernos que funcionan conjuntamente para permitir el recorrido de un máximo de tres de los cuatro interruptores 28 de vacío en la posición abierta. Los motores 130 de placa controlables se proporcionan para mover el disco 121 en diferentes posiciones de funcionamiento con respecto a los pernos para determinar a qué tres interruptores 28 se les permite moverse a la posición abierta, evitando en consecuencia en cualquier momento una apertura completa de la línea de fase, estando los motores 130 de placa controlados por el controlador.

A continuación, se describe un procedimiento de descongelación posible de los cuatro conductores de una línea de fase. Al principio, los doce interruptores de vacío del aparato de conmutación están cerrados. En cualquier momento, se miden la tensión y las corrientes de los conductores de la línea de fase. En primer lugar, se selecciona el conductor que tiene que descongelarse. En segundo lugar, el disco se hace girar de manera que el interruptor de vacío asociado con el conductor que tiene que descongelarse no pueda abrirse. En tercer lugar, se abren los tres

restantes interruptores de vacío del mecanismo de "hacer antes de interrumpir". En cuarto lugar, el controlador verifica que las etapas anteriores se han realizado de manera correcta detectando interbloqueos y midiendo la corriente eléctrica a través de los conductores. En quinto lugar, los tres interruptores de vacío usados como puentes de desviación y que se corresponden con los tres interruptores de vacío del mecanismo de "hacer antes de interrumpir" que se han abierto, también se abren de acuerdo con una secuencia predeterminada. En sexto lugar, el controlador verifica que las etapas anteriores se han realizado de manera correcta detectando interbloqueos y midiendo la corriente eléctrica a través de los conductores de la línea de fase. En séptimo lugar, los tres interruptores de vacío restantes que se corresponden con los del mecanismo de "hacer antes de interrumpir" que se han abierto, también se abren de acuerdo con una secuencia predeterminada. En octavo lugar, el controlador verifica que las etapas anteriores se han realizado de manera correcta detectando interbloqueos y midiendo las tensiones y las corrientes de los conductores de la línea de fase. En este punto, se puede considerar que ha comenzado la descongelación de uno de los conductores.

Si se detecta un problema mediante el controlador, se emite un informe y se interrumpe la operación de descongelación. Una vez que los sensores de carga montados en las placas de horquilla confirman que se ha completado la descongelación del conductor seleccionado, entonces, las etapas mencionadas anteriormente se realizan de una manera inversa con el fin de cerrar todos los interruptores de vacío. A continuación, las etapas pueden realizarse de nuevo seleccionando otro de los conductores a descongelarse.

Con el fin de evitar una rotación agrupada de conductores cuando se realiza una descongelación, se elige una secuencia de descongelación con el fin de mantener el centro de la masa de la agrupación por debajo del centro geométrico de la agrupación. Por ejemplo, dos conductores superiores y un conductor inferior se descongelan de acuerdo con una secuencia, a continuación, los dos conductores superiores y el otro conductor inferior se descongelan de acuerdo con una secuencia. Esta rutina se realiza hasta que todos los conductores están descongelados.

Haciendo referencia ahora a las figuras 37 a 40, existen diferentes placas de horquilla que se usan para aislar los conductores de la agrupación. Las placas 140 de horquilla pueden usarse para montar en las mismas unos dispositivos de seguridad para evitar la manipulación de sobretensión de una tierra o entre el error de fase, o los problemas que resultan de un relámpago. Para proteger los espaciadores, las placas de horquilla y los interruptores contra la sobretensión, pueden montarse unos bornes de tensión tales como una protección 173 de estado sólido o unas distancias 175 entre electrodos solos o en combinación. Pueden usarse las distancias entre electrodos activadas por medio de un transformador 179 de corriente mostrado en la figura 40, suministrado con la corriente que fluye a través de una protección 173 de estado sólido. Las distancias entre electrodos pueden ser distancias entre electrodos de aire o distancias entre electrodos de vacío, y pueden activarse, o no, por medio del transformador de corriente. La placa de horquilla puede usarse también para medir la carga de hielo en cada uno de los conductores de la línea de fase con fines de descongelación. La información de la carga de hielo detectada por la celda 141 de carga se transmite por medio de un emisor 143 suministrado de una manera discontinua por medio de una fuente de alimentación capacitiva sin contacto que está provista de una antena 7 capacitiva. Se proporcionan los aisladores 171. Unos casquillos 169 metálicos están montados en los aisladores 171. Puede proporcionarse también un anillo 177 de protección de camisa de refuerzo mostrado en la figura 40.

Cuando una sobretensión entre los conductores de una línea de fase se debe a un fallo de funcionamiento de tierra, rayos u otras razones, los mecanismos de protección se auto-activan. Estos limitadores de tensión de estado sólido montados en las placas de horquilla son los primeros en auto-activarse, a continuación se auto-activan las distancias entre electrodos y, finalmente, varios milisegundos más tarde, se cierran los interruptores de vacío de los conductores. Cuando se utilizan commutadores electrónicos, se añade un limitador de tensión adicional cerca de cada uno de los commutadores electrónicos y este commutador electrónico de tensión puede cerrarse por medio de un sistema de cierre automático cuando se produce un fallo de funcionamiento. Por último, varias decenas de milisegundos más tarde, se cierran los interruptores de vacío usados como puentes de derivación.

Haciendo referencia ahora a la figura 41, cuando un segmento de la línea de alimentación eléctrica se encuentra en una carretera, un circuito de carreteras o un río, este segmento puede estar provisto de una luz 140 de emergencia, que se activa cuando el segmento en cuestión se encuentra bajo una operación de descongelación. Esta luz de emergencia se monta entre los cuatro conductores de la línea de fase en un espaciador 141 aislante. La luz de emergencia se suministra por medio de una fuente de alimentación que se alimenta por la diferencia de tensión que está presente entre los conductores por medio de los cables 147 cuando el segmento de la línea de alimentación eléctrica se encuentra bajo un procedimiento de descongelación. La luz de emergencia podría usar un emisor de luz de estado sólido.

Haciendo referencia ahora a la figura 42, se muestran las antenas 142 de las fuentes de alimentación capacitivas sin contacto del aparato de commutación. Las antenas 142 se montan en el espaciador 141 por medio de unos aislantes 151 eléctricos.

Haciendo referencia ahora a la figura 43, se muestra un circuito de protección contra sobretensión con una fuente de alimentación sin contacto. El circuito de protección comprende unos bornes 173 de tensión, unas distancias 175 entre electrodos y un anillo 177 de protección de camisa de refuerzo. La fuente de alimentación sin contacto

comprende una placa que es la antena 5 capacitiva. Esta antena 5 está conectada al aparato de conmutación a través de unos cables 142 de conexión de interfaz y de una alimentación 97 de paso mostrada, por ejemplo, en la figura 22.

- 5 Haciendo referencia ahora a las figuras 44 y 45, se muestra el módulo 100 de conmutación que comprende dos aparatos de conmutación montados adosados. Estas figuras 44 y 45, muestran también dónde, el circuito de protección contra sobre tensión con un aparato 101 de fuente de alimentación sin contacto mostrado en la figura 43, se monta con respecto al módulo 100 y los espaciadores 103.
- 10 Haciendo referencia ahora a las figuras 4, 5 y 6, se describirá a continuación, de acuerdo con una realización preferida, un procedimiento para variar la impedancia de una línea de fase de un segmento 2 de una línea 4 de alimentación eléctrica. La línea de fase incluye cuatro conductores 6 aislados eléctricamente unos de otros y cortocircuitados entre sí en dos extremos del segmento. El procedimiento comprende las etapas de a) proporcionar cuatro primeros interruptores 10 de vacío conectados en serie con los cuatro conductores 6; b) proporcionar cuatro primeros motores 12 controlables para abrir y cerrar de manera selectiva los primeros interruptores de vacío; c) detectar un parámetro representativo de las condiciones de funcionamiento actuales de la línea de fase; d) controlar 15 los primeros motores controlables de acuerdo con el parámetro detectado en la etapa c); e) proporcionar cuatro segundos interruptores 14 de vacío conectados en paralelo, respectivamente, con los primeros interruptores de vacío; y f) abrir y cerrar de manera selectiva los segundos interruptores de vacío por medio de los segundos motores 12 controlables, estando los segundos motores 12 controlados por el control de la etapa d).
- 20 El procedimiento comprende además, para cada uno de los segundos motores controlables, las etapas de g) proporcionar una fuente 44 de alimentación sin contacto dedicada para suministrar un suministro de electricidad procedente de la línea de fase; h) rectificar el suministro de electricidad por medio de un rectificador 46; i) almacenar la energía eléctrica procedente de una salida del rectificador por medio de un condensador 48; y j) descargar el condensador 148 en el segundo motor controlable correspondiente para cerrar dicho segundo motor controlable, tras la recepción de una señal de control generada desde el control de la etapa d).
- 25 Aún de acuerdo con una realización preferida, se proporciona un procedimiento en el que la etapa c) comprende además una etapa de detectar si los interruptores de vacío que se deberían abrirse en respuesta al control de la etapa d) están abiertos, y emitir una señal de aviso cuando no es el caso; y la etapa d) de controlar comprende además una etapa de enviar una señal de orden de oscilación a los interruptores que están sujetos a una señal de aviso para forzar la apertura de los interruptores en cuestión.

REIVINDICACIONES

1. Un aparato de conmutación para variar una impedancia de una línea (4) de fase de un segmento (2) de una línea de alimentación eléctrica, incluyendo la línea (4) de fase n conductores (6) aislados eléctricamente unos de otros y cortocircuitados entre sí en los dos extremos del segmento, para formar una línea de alta tensión en paquetes, comprendiendo el aparato un detector para detectar un parámetro representativo de las condiciones de funcionamiento actuales de la línea (4) de fase, **caracterizado porque** el aparato comprende además:
- 5 al menos un primer interruptor (10) de vacío conectado en serie con al menos uno de los conductores (6);
 al menos un primer motor (12) controlable para abrir y cerrar de manera selectiva el al menos un primer interruptor (10) de vacío; y
 10 un controlador (20) para controlar el al menos un primer motor (12) controlable de acuerdo con el parámetro detectado por el detector.
2. Un aparato de conmutación de acuerdo con la reivindicación 1, en el que:
- 15 el al menos un primer interruptor (10) de vacío comprende n-1 primeros interruptores de vacío (10) asociados respectivamente a n-1 conductores (6) de la línea (4) de fase; y
 el al menos un primer motor (12) controlable comprende n-1 primeros motores (12) controlables para abrir y cerrar de manera selectiva los n-1 primeros interruptores (10) de vacío.
3. Un aparato de conmutación de acuerdo con la reivindicación 1, en el que:
- 20 el al menos un primer interruptor (10) de vacío comprende n primeros interruptores (10) de vacío asociados respectivamente a los n conductores (6) de la línea (4) de fase; y
 el al menos un primer motor (12) controlable comprende n primeros motores (12) controlables para abrir y cerrar de manera selectiva los n primeros interruptores (10) de vacío.
4. Un aparato de conmutación de acuerdo con la reivindicación 2 o 3, que comprende además:
- 25 al menos un segundo interruptor (14) de vacío conectado en paralelo, respectivamente, con el al menos un primer interruptor (10) de vacío; y
 al menos un segundo motor (12) controlable para abrir y cerrar de manera selectiva el al menos un segundo interruptor (14) de vacío, estando el al menos un segundo motor (12) controlable controlado por el controlador (20).
5. Un aparato de conmutación de acuerdo con la reivindicación 4, que comprende además:
- 30 al menos un tercer interruptor (28) de vacío conectado en paralelo, respectivamente, con los al menos unos interruptores (10, 14) de vacío primero y segundo; y
 al menos un tercer motor (12) controlable para abrir y cerrar de manera selectiva el al menos un tercer interruptor (28) de vacío, estando el al menos un tercer motor (12) controlable controlado por el controlador (20).
6. Un aparato de conmutación de acuerdo con la reivindicación 5, en el que cada uno de los n terceros motores (12) controlables tiene un perno conectado al tercer interruptor (28) de vacío correspondiente, que puede moverse a lo largo de un recorrido entre unas posiciones de apertura y cierre, y en el que dicho aparato de conmutación comprende además:
- 35 una placa (120) móvil provista de n aberturas que permiten a los n pernos pasar a través de la placa, funcionando conjuntamente las aberturas de la placa y los n pernos para permitir el recorrido de un máximo de n-1 terceros interruptores (28) de vacío en la posición abierta; y
 40 un motor (130) de placa controlable para mover la placa en diferentes posiciones de funcionamiento con respecto a los n pernos para determinar a cuáles de los n-1 terceros interruptores (28) de vacío se les permite moverse en la posición abierta, evitando en consecuencia en todo momento, una apertura completa de la línea de fase, estando el motor (130) de placa controlable controlado por el controlador (20).
7. Un aparato de conmutación de acuerdo con la reivindicación 5, en el que cada uno de los n terceros motores (12) controlables tienen una varilla conectada al tercer interruptor (28) de vacío correspondiente, que puede moverse a lo largo de un recorrido entre posiciones de apertura y cierre, y en el que dicho aparato de conmutación comprende además:
- 45 una placa (120) móvil provista de n aberturas que permiten que las n varillas pasen a través de la placa, teniendo las aberturas de la placa y las secciones transversales de las n varillas unas formas cooperantes que permiten el recorrido de un máximo de n-1 terceros interruptores (28) de vacío en la posición abierta; y
 50 un motor (130) de placa controlable para hacer girar la placa en diferentes posiciones de funcionamiento de manera perpendicular a las n varillas para determinar cuáles de los n-1 terceros interruptores (28) de vacío se les permite moverse en la posición abierta; en el que el al menos un (122) tercer motor (12) controlable es para mover la placa en paralelo a las varillas moviendo en consecuencia dichos n-1 terceros interruptores (28) de

vacío entre posiciones de apertura y cierre evitando de este modo en cualquier momento una apertura completa de la línea (4) de fase.

8. Un aparato de conmutación de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 y 2, que comprende además:

5 al menos un segundo interruptor (14) de vacío conectado en paralelo, respectivamente, con el al menos un primer interruptor (10) de vacío; y
al menos un segundo motor (12) controlable para abrir y cerrar de manera selectiva el al menos un segundo interruptor (14) de vacío, estando el al menos un segundo motor (12) controlado por el controlador (20).

9. Un aparato de conmutación de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 4, 5 y 8, que comprende además:

10 para cada uno de los segundos motores controlables:
una fuente (44) de alimentación sin contacto dedicada para suministrar un suministro de electricidad desde la línea (4) de fase;
un rectificador (46) para rectificar el suministro de electricidad;
15 un condensador (48) para almacenar la energía eléctrica procedente de una salida del rectificador (46); y
un conmutador (50) controlable para descargar el condensador (48) en el segundo motor (12) controlable correspondiente para cerrar dicho segundo motor (12) controlable, tras la recepción de una señal de control desde el controlador (20).

10. Un aparato de conmutación de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1, 2 y 8, que comprende además al menos un conmutador (26) electrónico conectado en paralelo, respectivamente, con el al menos un primer interruptor (10) de vacío, estando el al menos un conmutador (26) electrónico controlado por el controlador (10).

11. Un aparato de conmutación de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8 y 10, que comprende una fuente de alimentación sin contacto principal para suministrar un suministro de electricidad procedente de la línea de fase.

25 12. Un aparato de conmutación de acuerdo con la reivindicación 9, que comprende una fuente de alimentación sin contacto principal para suministrar un suministro de electricidad procedente de la línea (4) de fase.

13. Un aparato de conmutación de acuerdo con la reivindicación 11 o 12, en el que la fuente de alimentación sin contacto principal comprende una fuente (16) de alimentación capacitiva.

30 14. Un aparato de conmutación de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 11 a 13, en el que la fuente de alimentación sin contacto principal comprende una fuente (18) de alimentación inductiva.

15. Un aparato de conmutación de acuerdo con la reivindicación 13 o 14, que comprende un convertidor (17) para convertir el suministro de electricidad procedente de la línea de fase en un suministro de CC.

35 16. Un aparato de conmutación de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 15, que comprende un sistema (24) de comunicación de línea de alimentación conectado al controlador para la comunicación a través de la línea (4) de fase, y un router (25) emisor/receptor de alta frecuencia conectado al controlador (20) para la comunicación inalámbrica.

17. Un aparato de conmutación de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 16, que comprende un sistema (21) de posicionamiento global para localizar el aparato de conmutación por satélite y para fines de temporización.

40 18. Un aparato de conmutación de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 17, que comprende una memoria y una carcasa para proteger la memoria, estando la memoria conectada al controlador (20) para almacenar unos parámetros representativos de las actividades actuales y pasadas del aparato de conmutación y de la línea de fase.

45 19. Un aparato de conmutación de acuerdo con la reivindicación 9, que comprende un sistema de comunicación de línea de alimentación (24) conectado al controlador (20) para la comunicación a través de la línea (4) de fase, y un router (25) emisor/receptor de alta frecuencia conectado al controlador (20) para la comunicación inalámbrica, en el que el controlador tiene un detector para detectar un fallo de funcionamiento en el router (25) emisor/receptor de alta frecuencia y en el sistema (24) de transmisión de línea de alimentación, y un generador de órdenes para generar dicha señal de control tras la detección de dicho fallo de funcionamiento para cerrar al menos uno de los segundos interruptores (14) de vacío correspondientes.

50 20. Un aparato de conmutación de acuerdo con la reivindicación 12, en el que el controlador (20) tiene un detector para detectar un fallo de funcionamiento en la fuente (16, 18) de alimentación sin contacto principal, y un generador de órdenes para generar dicha señal de control tras la detección de dicho fallo de funcionamiento para cerrar al menos uno de los segundos interruptores (14) de vacío correspondientes.

21. Un aparato de conmutación de acuerdo con las reivindicaciones 1 a 19, en el que cada interruptor (10, 14, 28) de vacío está provisto de un escudo (13) mecánico para proteger el entorno de los interruptores (10, 14, 28) de vacío.
- 5 22. Un aparato de conmutación de acuerdo con la reivindicación 4 u 8, en el que el controlador (20) tiene una entrada para detectar un fallo de funcionamiento en el al menos un primer interruptor (10) de vacío, y un generador de órdenes para ordenar al al menos un segundo motor (12) controlable cerrar el al menos un segundo interruptor (14) de vacío tras la detección de dicho fallo de funcionamiento del al menos un primer interruptor (10) de vacío.
23. Un aparato de conmutación de acuerdo con las reivindicaciones 1 a 21, en el que se selecciona cada motor (12) controlable del grupo que comprende: un motor lineal de fase única, un motor lineal polifásico y un motor regular provisto de un tornillo de avance.
- 10 24. Un módulo (100) de conmutación para variar impedancias de dos líneas de fase de dos segmentos (2) adyacentes de una línea (4) de alimentación eléctrica, incluyendo cada línea (4) de fase n conductores (6) aislados eléctricamente unos de otros y cortocircuitados en dos extremos de su segmento para formar una línea de alta tensión en paquetes, comprendiendo el módulo (100) de conmutación dos aparatos de conmutación que comprenden cada uno un detector para detectar un parámetro representativo de las condiciones de funcionamiento actuales de la línea (4) de fase correspondiente, **caracterizado porque** cada aparato de conmutación comprende además:
- 15 al menos un primer interruptor (10) de vacío conectado en serie con al menos uno de los conductores (6) de la línea (4) de fase correspondiente;
- 20 al menos un primer motor (12) controlable para abrir y cerrar de manera selectiva el al menos un interruptor (10) de vacío; y
- un controlador (20) para controlar el al menos un primer motor (12) controlable de acuerdo con el parámetro detectado por el detector, estando los dos aparatos de conmutación montados adosados.
- 25 25. Un aparato de conmutación de acuerdo con la reivindicación 1, que comprende una carcasa que tiene una pared (64) conductora lateral y unas placas (60, 68, 74, 80, 86) primera, segunda, tercera, cuarta y quinta conductoras transversales a la pared (64) lateral y que separan la carcasa en los compartimentos (70, 76, 82, 90) primero, segundo, tercero y cuarto; estando la primera placa (60) conductora provista de un elemento (62) aislante para el aislamiento eléctrico de la pared lateral, estando las placas (68, 74, 80, 86) conductoras segunda, tercera, cuarta y quinta conectadas eléctricamente a la pared (64) lateral; estando las placas (60, 68, 74, 80) conductoras primera, segunda, tercera y cuarta conectadas eléctricamente a los conductores (6) y estando la quinta placa (86) conductora aislada de los conductores (6); delimitando las placas (60, 68) conductoras primera y segunda el primer compartimento (70), que comprende al menos un conductor central que conecta las placas (60, 68) primera y segunda, y los transformadores (66) localizados alrededor del conductor central para informar al controlador (20) de la corriente que fluye a través del conductor central; delimitando las placas (68, 74) segunda y tercera el segundo compartimento (76) que incluye el controlador (20) y una fuente (16, 18) de alimentación sin contacto para suministrar un suministro de electricidad procedente de la línea (4) de fase; delimitando las placas (74, 80) tercera y cuarta el tercer compartimiento (82) que incluye el al menos un primer motor (12) controlable; delimitando las placas (80, 86) cuarta y quinta el cuarto compartimiento (90) que incluye el al menos un primer interruptor (10) de vacío.
- 30 26. Un aparato de conmutación de acuerdo con la reivindicación 12, que comprende una carcasa que tiene una pared (64) conductora lateral y unas placas (60, 68, 74, 80, 86) conductoras primera, segunda, tercera, cuarta y quinta transversales a la pared (64) lateral y que separan la carcasa en los compartimentos (70, 76, 82, 90) primero, segundo, tercero y cuarto; estando la primera placa (60) conductora provista de un elemento (62) aislante para el aislamiento eléctrico de la pared (64) lateral; estando las placas conductoras segunda, tercera, cuarta y quinta conectadas eléctricamente a la pared lateral; estando las placas (60, 68, 74, 80) conductoras primera, segunda, tercera y cuarta conectadas eléctricamente a los conductores (6) y estando la quinta placa (86) conductora aislada de los conductores (6); delimitando las placas (60, 68) conductoras primera y segunda el primer compartimento (70) que comprende al menos un conductor central que conecta las placas (60, 68) primera y segunda, y los transformadores (66) localizados alrededor del conductor central para informar al controlador (20) de la corriente que fluye a través del conductor central; delimitando las placas (68, 74) segunda y tercera el segundo compartimento (76) que incluye el controlador (20) y las fuentes (44, 16, 18) de alimentación sin contacto dedicada y principal; delimitando las placas (74, 80) tercera y cuarta el tercer compartimiento (82) que incluye los motores (12) controlables; delimitando las placas (80, 86) cuarta y quinta el cuarto compartimiento (90) que incluye los interruptores (10, 14, 28) de vacío.
- 35 27. Un aparato de conmutación de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 4, 8, 9 y 12, en el que cada uno de los segundos motores (12) controlables comprende un dispositivo (94) de estabilización para estabilizar la posición del segundo motor (12) controlable en una posición abierta o cerrada; un resorte (96) para empujar el segundo interruptor (14) en una posición cerrada; y un cerrojo (95) para retener el resorte (96) en una posición comprimida para mantener el interruptor (14) en una posición abierta.
- 40 28. Un aparato de conmutación de acuerdo con la reivindicación 25 o 26, en el que la carcasa está provista de unas aberturas (102) en las partes inferior y superior de la misma para ventilación, y está provisto de un material aislante

térmico para evitar un sobrecalentamiento en el interior de la carcasa procedente de la radiación solar.

29. Un aparato de conmutación de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 3, 4, 5, 6 y 7, que comprende una luz (140) de emergencia conectada entre los cuatro conductores (6).

5 30. Un procedimiento para variar una impedancia de una línea (4) de fase de un segmento (2) de una línea (4) de alimentación eléctrica, incluyendo la línea (4) de fase n conductores (6) aislados eléctricamente unos de otros y cortocircuitados entre sí en dos extremos del segmento (2) que forman una línea de alta tensión en paquetes, comprendiendo el procedimiento una etapa c) de detección de un parámetro representativo de las condiciones de funcionamiento actuales de la línea (4) de fase, **caracterizado porque** el procedimiento comprende además las etapas de:

- 10 a) proporcionar al menos un primer interruptor (10) de vacío conectado en serie con al menos uno de los conductores (6);
 b) proporcionar al menos un primer motor (12) controlable para abrir y cerrar de manera selectiva el al menos un primer interruptor (10) de vacío; y
 d) controlar el al menos un primer motor (12) controlable de acuerdo con el parámetro detectado en la etapa c).

15 31. Un procedimiento de acuerdo con la reivindicación 30, que comprende además las etapas de:

- e) proporcionar al menos un segundo interruptor (14) de vacío conectado en paralelo, respectivamente, con el al menos un primer interruptor (10) de vacío; y
 f) abrir y cerrar de manera selectiva el al menos un segundo interruptor (14) de vacío por medio de al menos un segundo motor (12) controlable, estando el al menos un segundo motor (12) controlable controlado por el control 20 de la etapa d);

comprendiendo el procedimiento además, para cada uno de los segundos motores (12) controlables, las etapas de:

- g) proporcionar una fuente (44) de alimentación sin contacto dedicada para suministrar un suministro de electricidad de la línea (4) de fase;
 h) rectificar el suministro de electricidad;
 25 i) almacenar energía eléctrica procedente de una salida del rectificador por medio de un condensador (48); y
 j) descargar el condensador (148) en el segundo motor (12) controlable correspondiente para cerrar dicho segundo motor (12) controlable, tras la recepción de una señal de control generada desde el control de la etapa d).

30 32. Un procedimiento de acuerdo con la reivindicación 30, que comprende las etapas de proporcionar un sistema (24) de comunicación de línea de alimentación para una comunicación a través de la línea (4) de fase, proporcionar un router (25) emisor/receptor de alta frecuencia para una comunicación inalámbrica, detectar un fallo de funcionamiento en el router (25) emisor/receptor de alta frecuencia y en el sistema (24) de transmisión de línea de alimentación, y generar dicha señal de control tras la detección de dicho fallo de funcionamiento.

35 33. Un procedimiento de acuerdo con la reivindicación 31, que comprende además las etapas de detectar un fallo de funcionamiento en un suministro de electricidad, y generar dicha señal de control tras la detección de dicho fallo de funcionamiento.

40 34. Un procedimiento de acuerdo con la reivindicación 31, que comprende además las etapas de detectar un fallo de funcionamiento en el al menos un primer interruptor (10) de vacío o en la línea (4) de alimentación eléctrica, y ordenar al al menos un segundo motor (12) controlable cerrar el al menos un segundo interruptor (14) de vacío tras la detección de dicho fallo de funcionamiento.

35. Un procedimiento de acuerdo con la reivindicación 30, que comprende además las etapas de:

- e) proporcionar al menos un segundo interruptor (14) de vacío conectado en paralelo, respectivamente, con el al menos un primer interruptor (10) de vacío; y
 f) abrir y cerrar de manera selectiva el al menos un segundo interruptor (14) de vacío por medio de al menos un segundo motor (12) controlable, estando el al menos un segundo motor (12) controlable controlado por el control 45 de la etapa d); procedimiento en el que la etapa c) comprende además una etapa de detectar si se abren los interruptores (10, 14) de vacío que deberían abrirse en respuesta al control de la etapa d), y emitir una señal de aviso cuando no es el caso; y la etapa d) de control comprende además una etapa de enviar una señal de orden de oscilación a los interruptores (10, 14) que están sujetos a una señal de aviso para forzar la apertura de los interruptores (10, 14) en cuestión.

50 36. Un procedimiento de acuerdo con la reivindicación 31, en el que la detección de la etapa c) comprende una etapa de detectar una corriente de cortocircuito, y la etapa d) comprende además una etapa de aplicar corrientes adicionales en los segundos motores (12) controlables para reducir la resistencia de los contactos de cierre de los segundos interruptores (14) de vacío.

FIG. 1

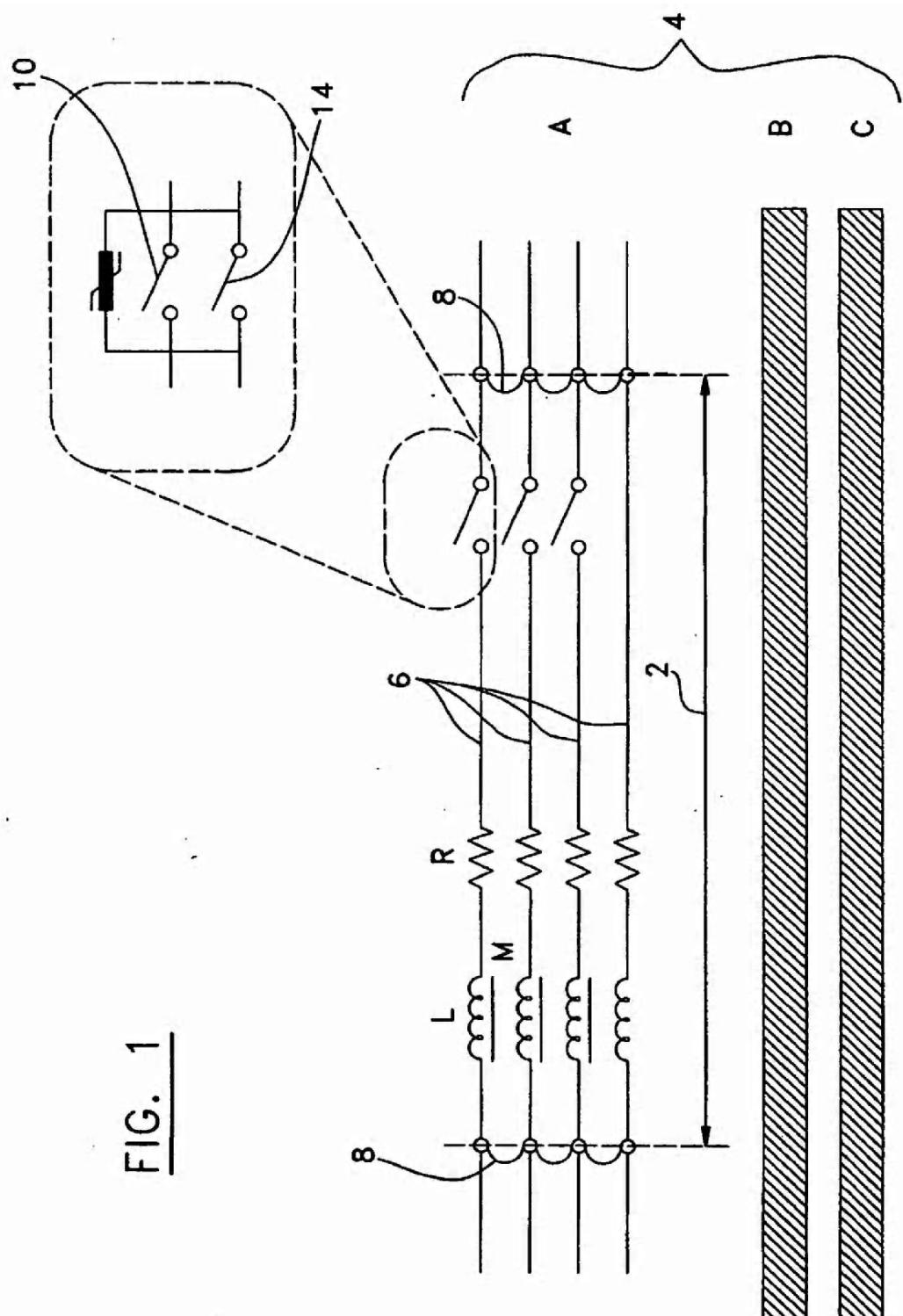


FIG. 2

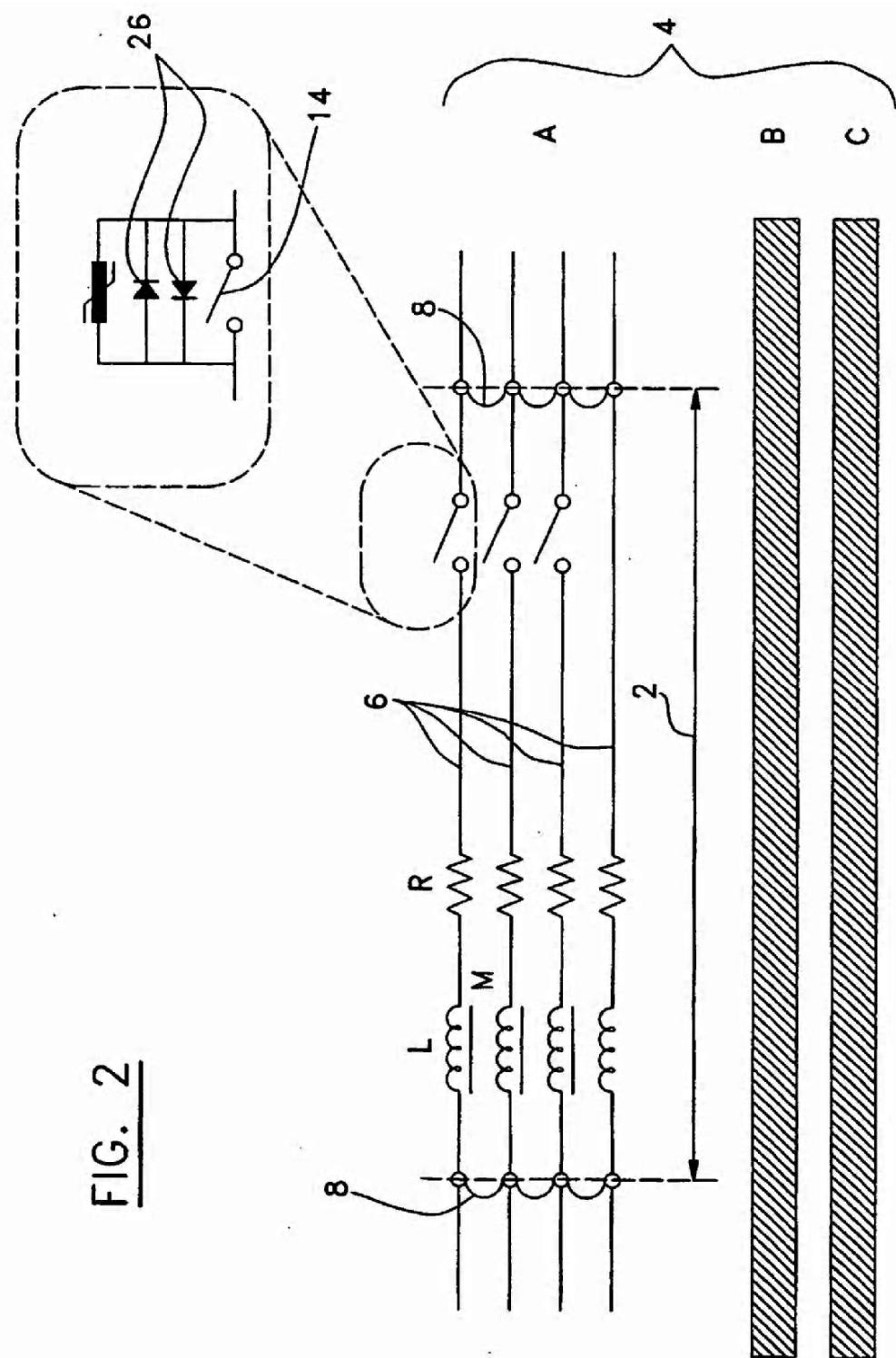


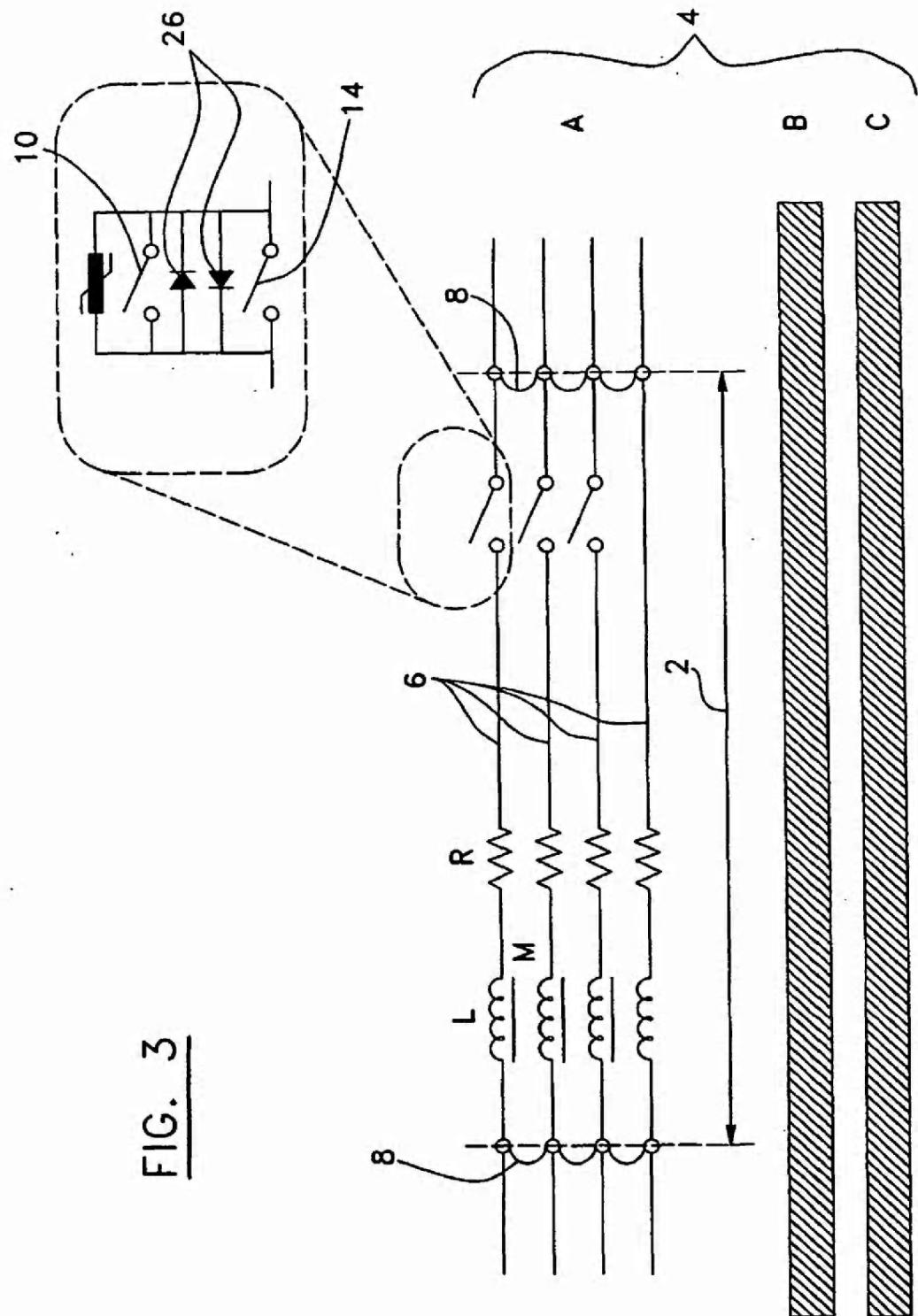
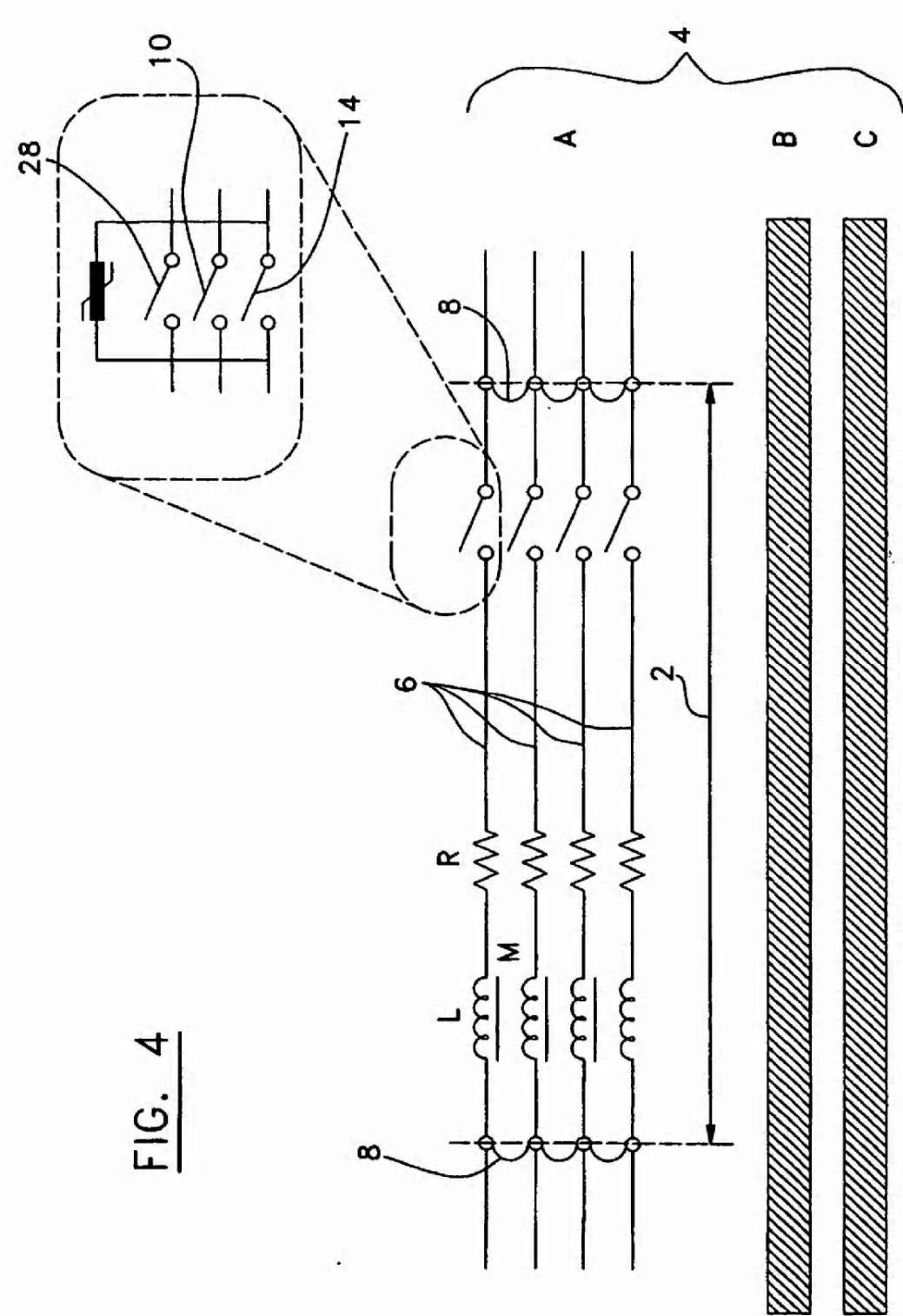
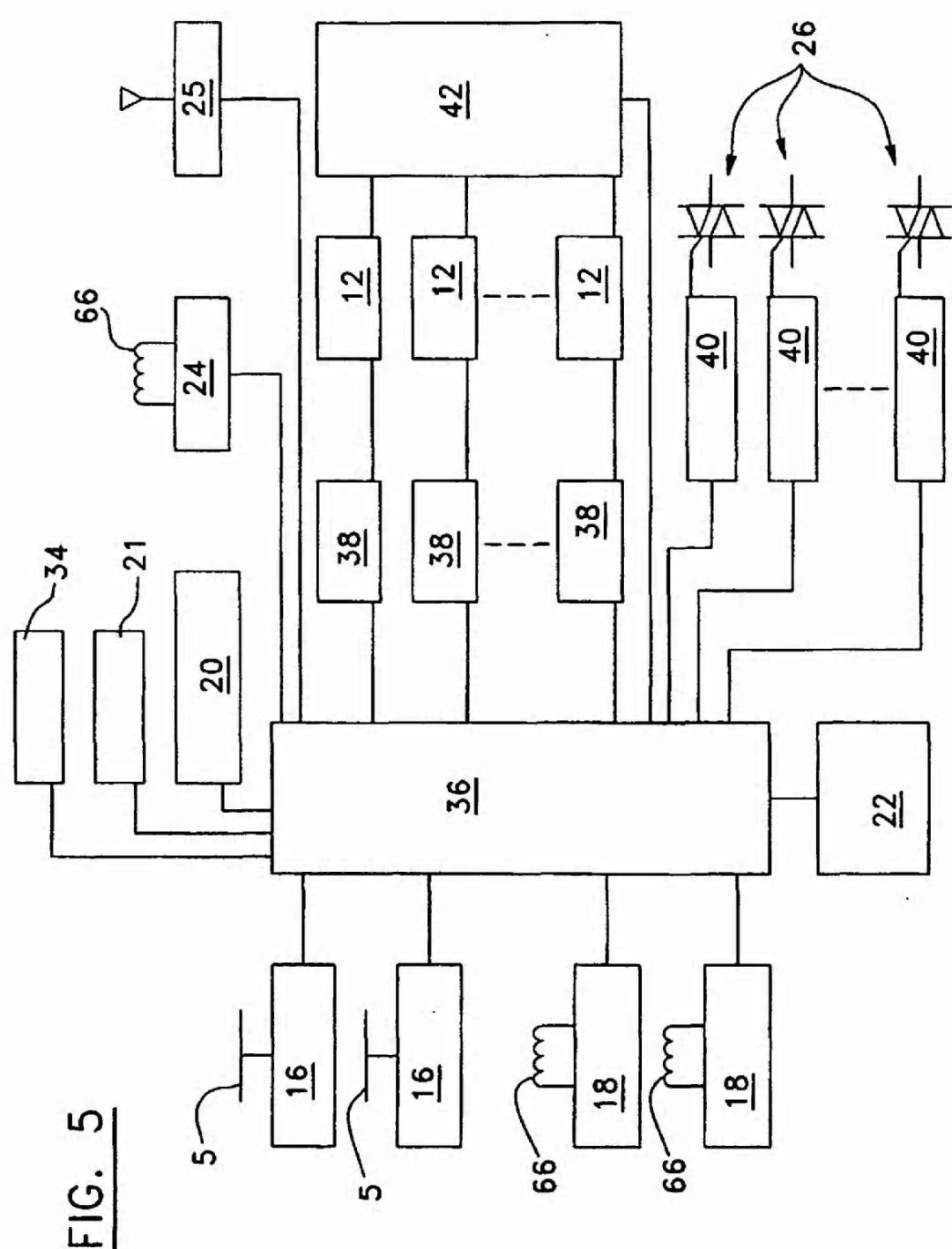
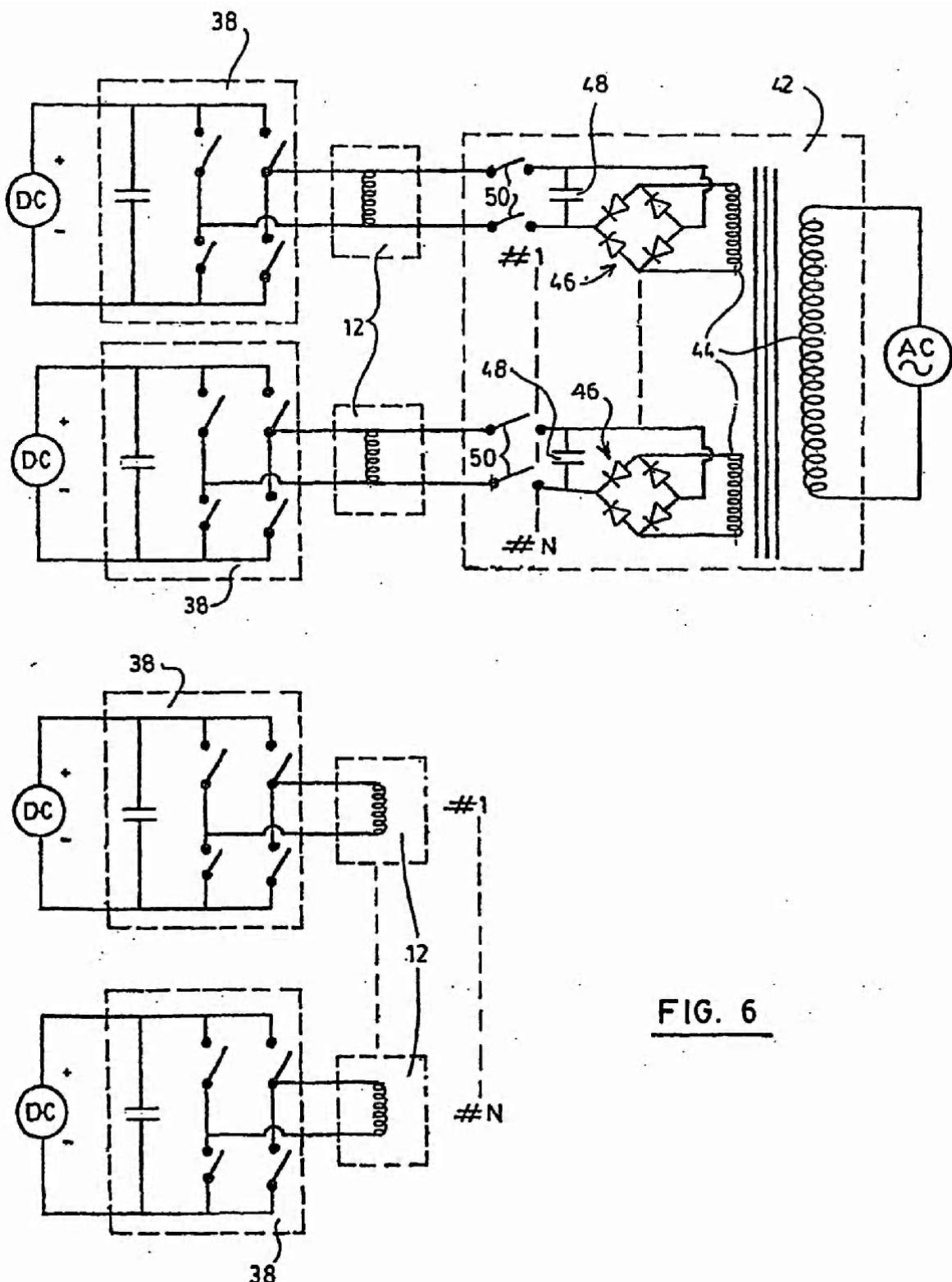
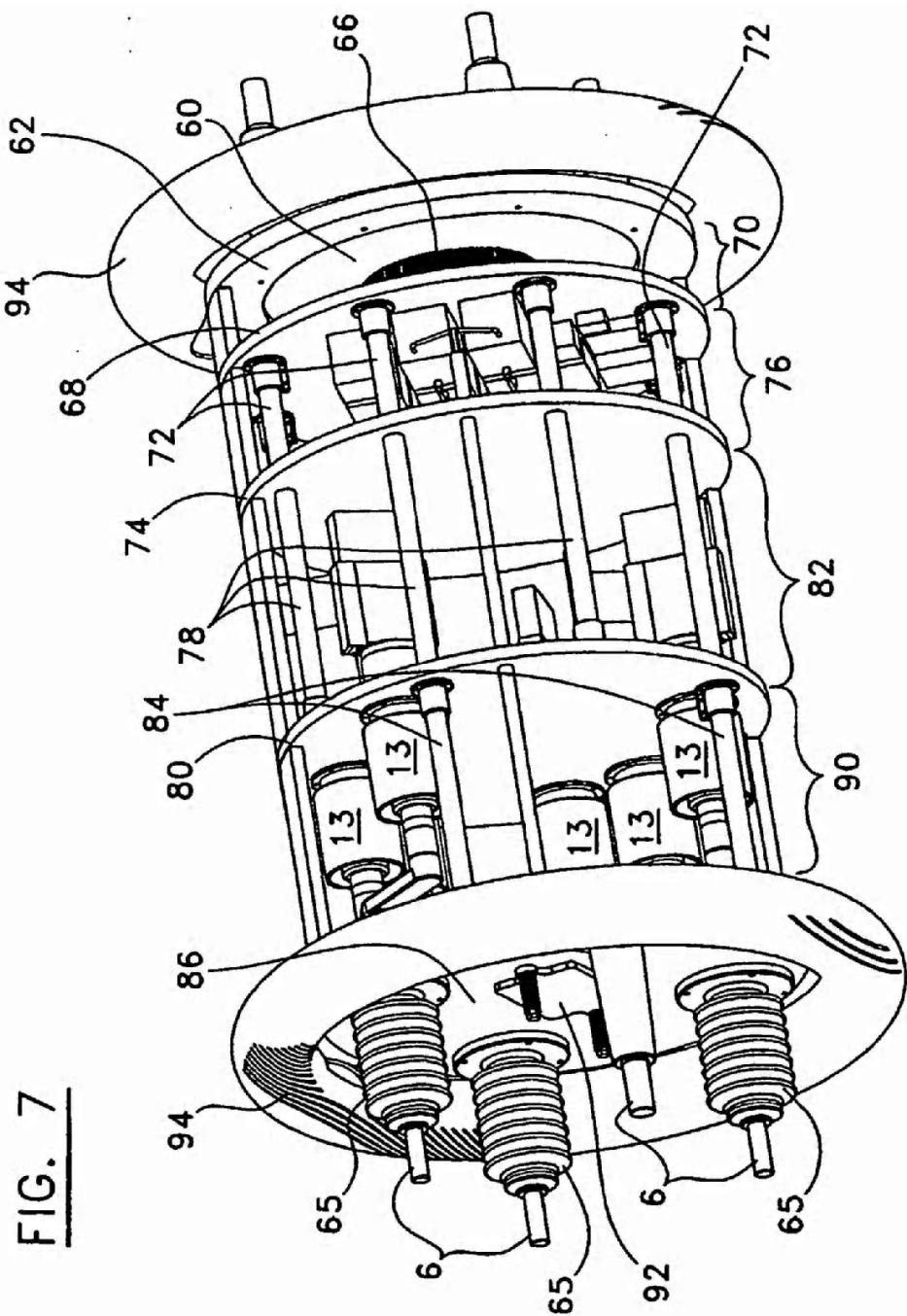
FIG. 3

FIG. 4







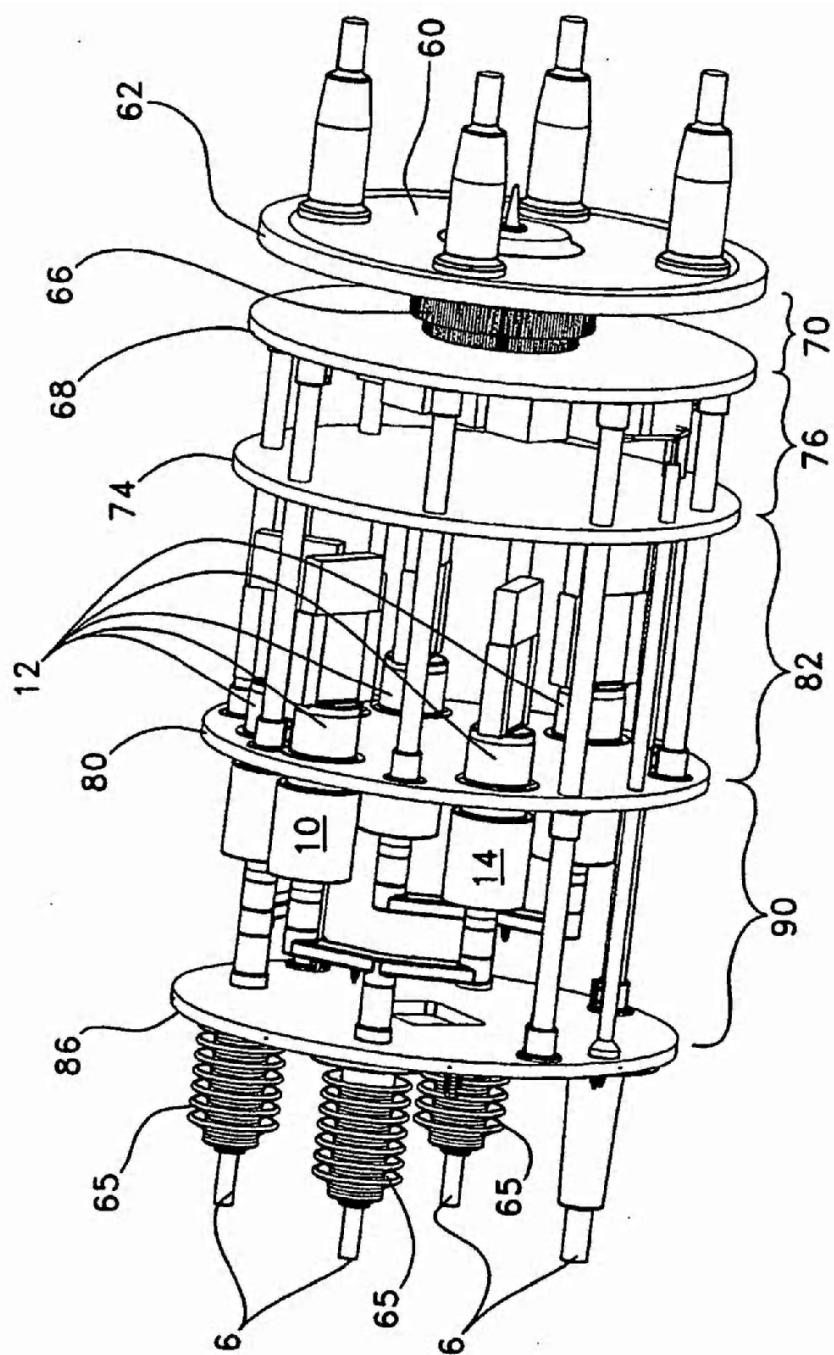
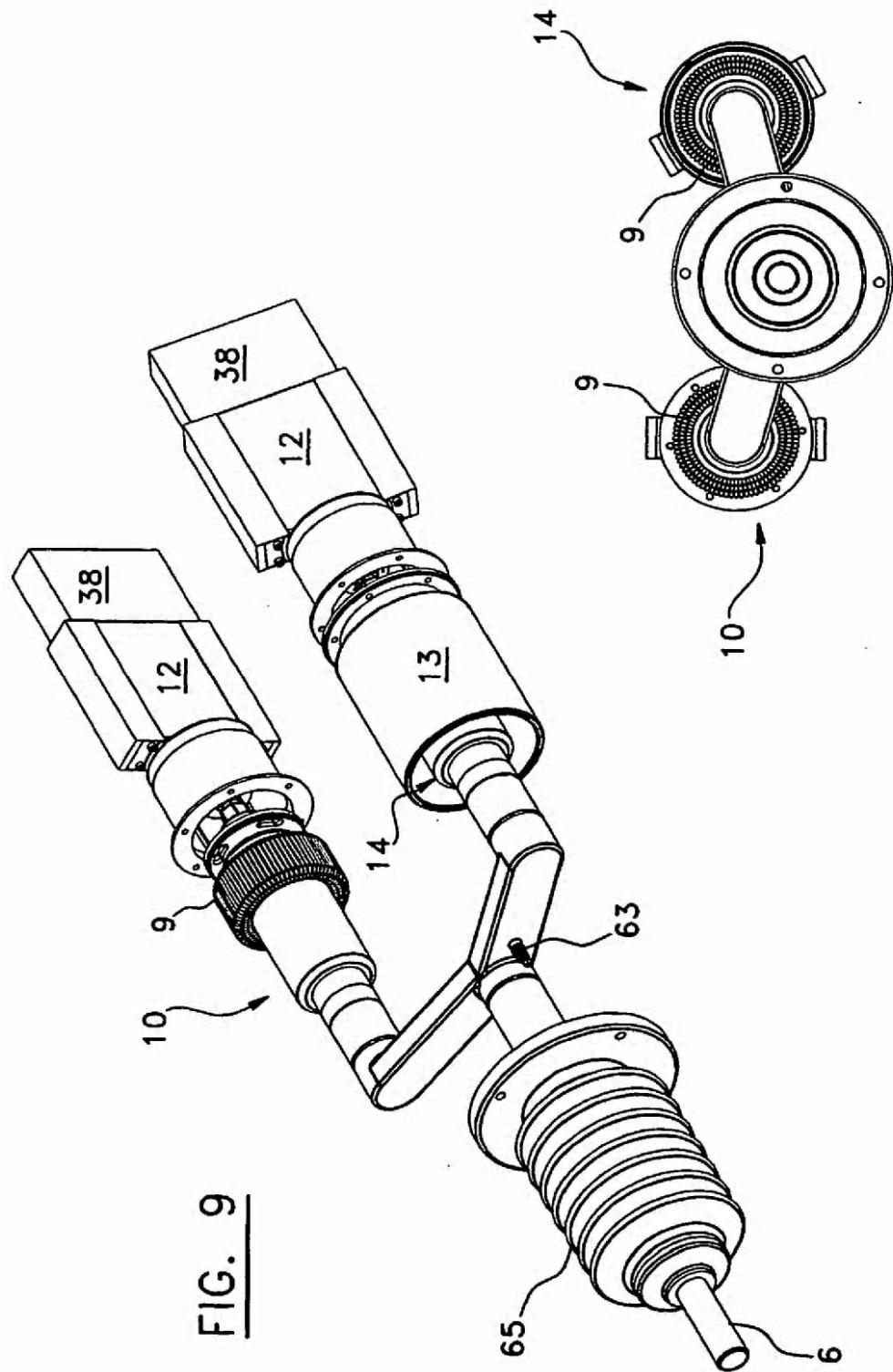
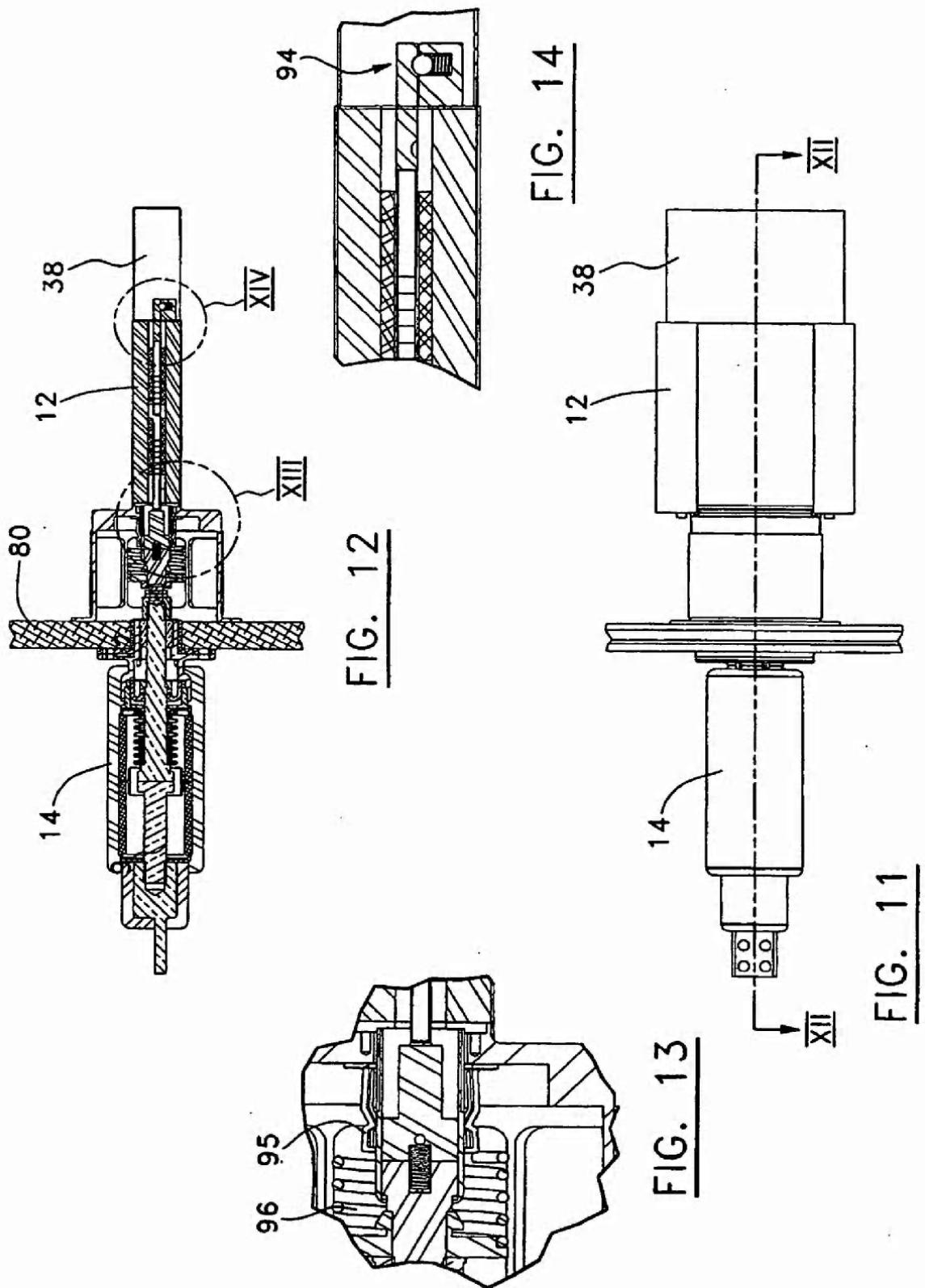


FIG. 8





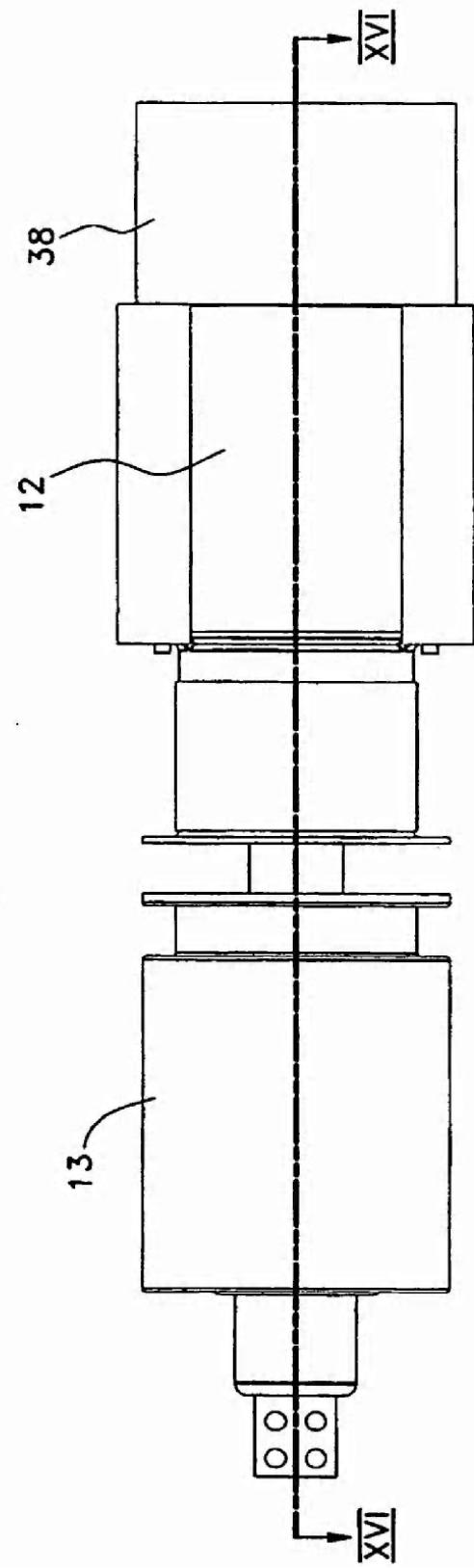
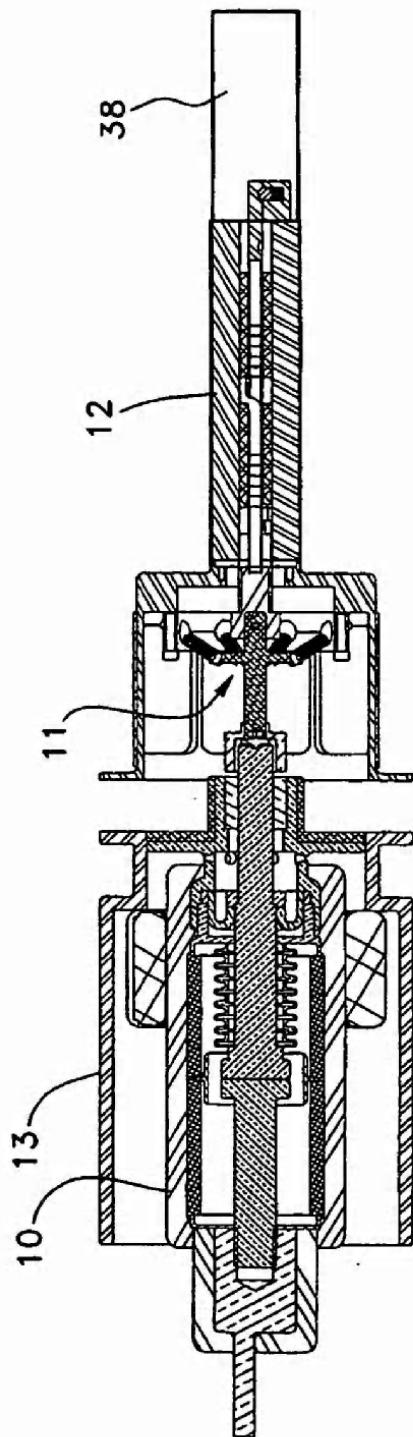
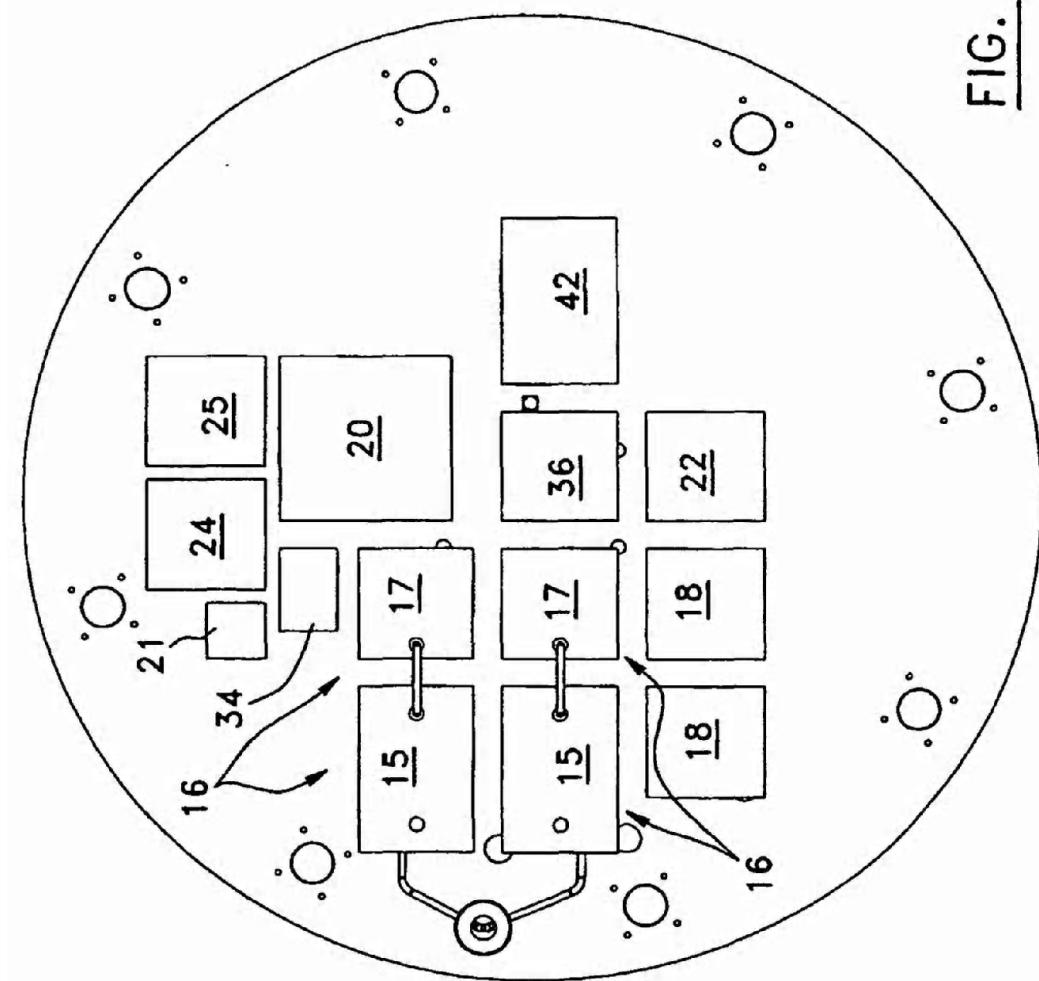


FIG. 17



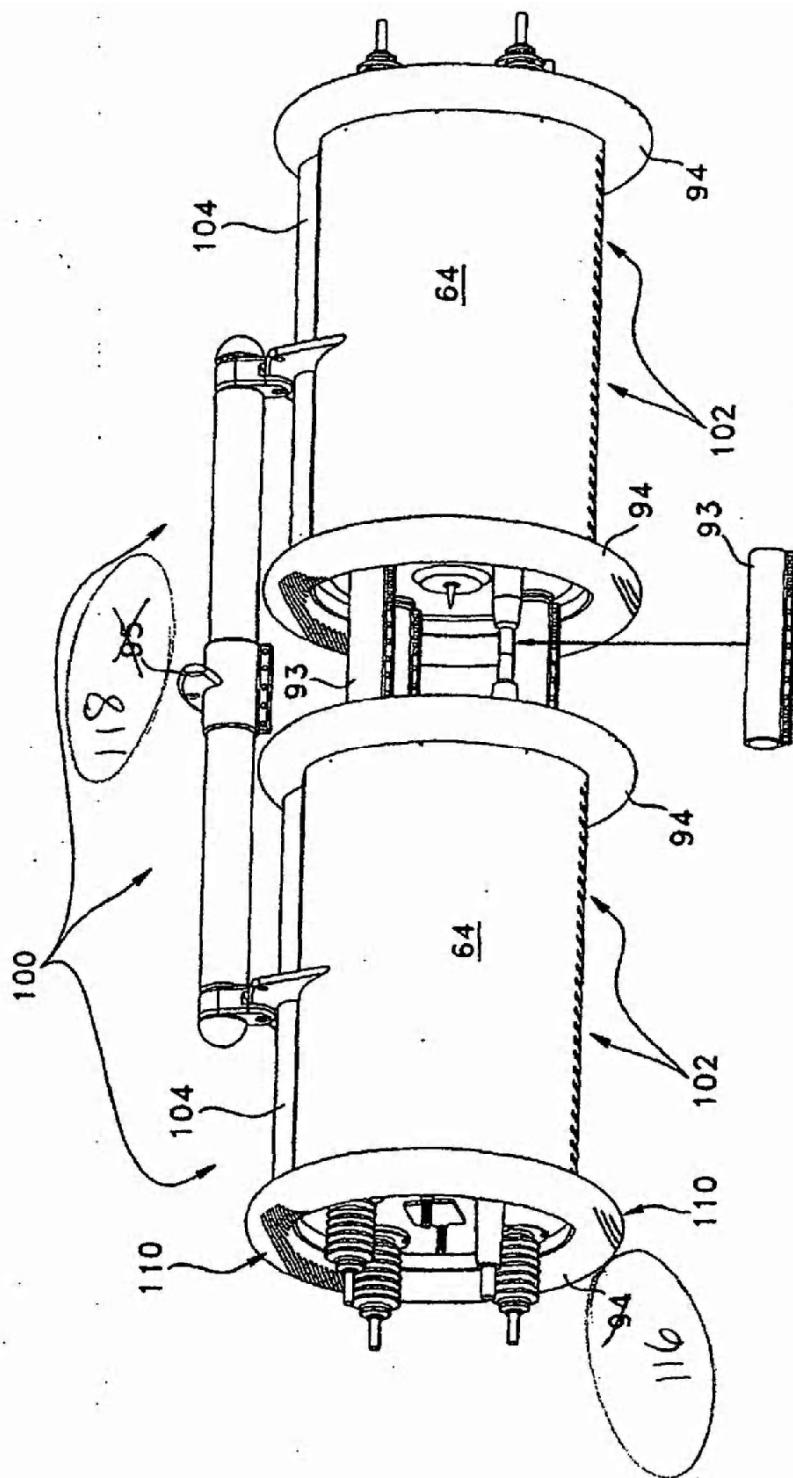
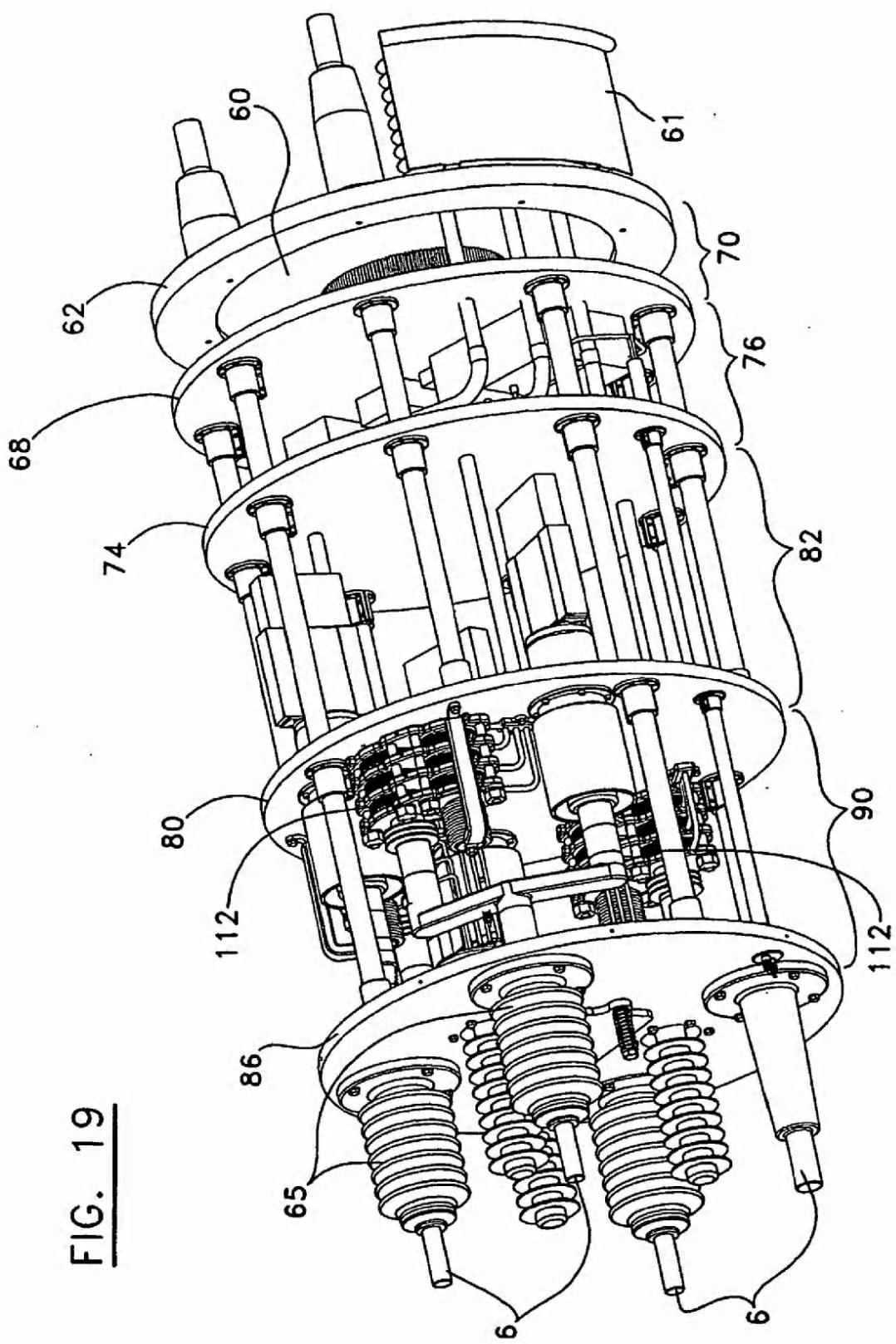


FIG. 18



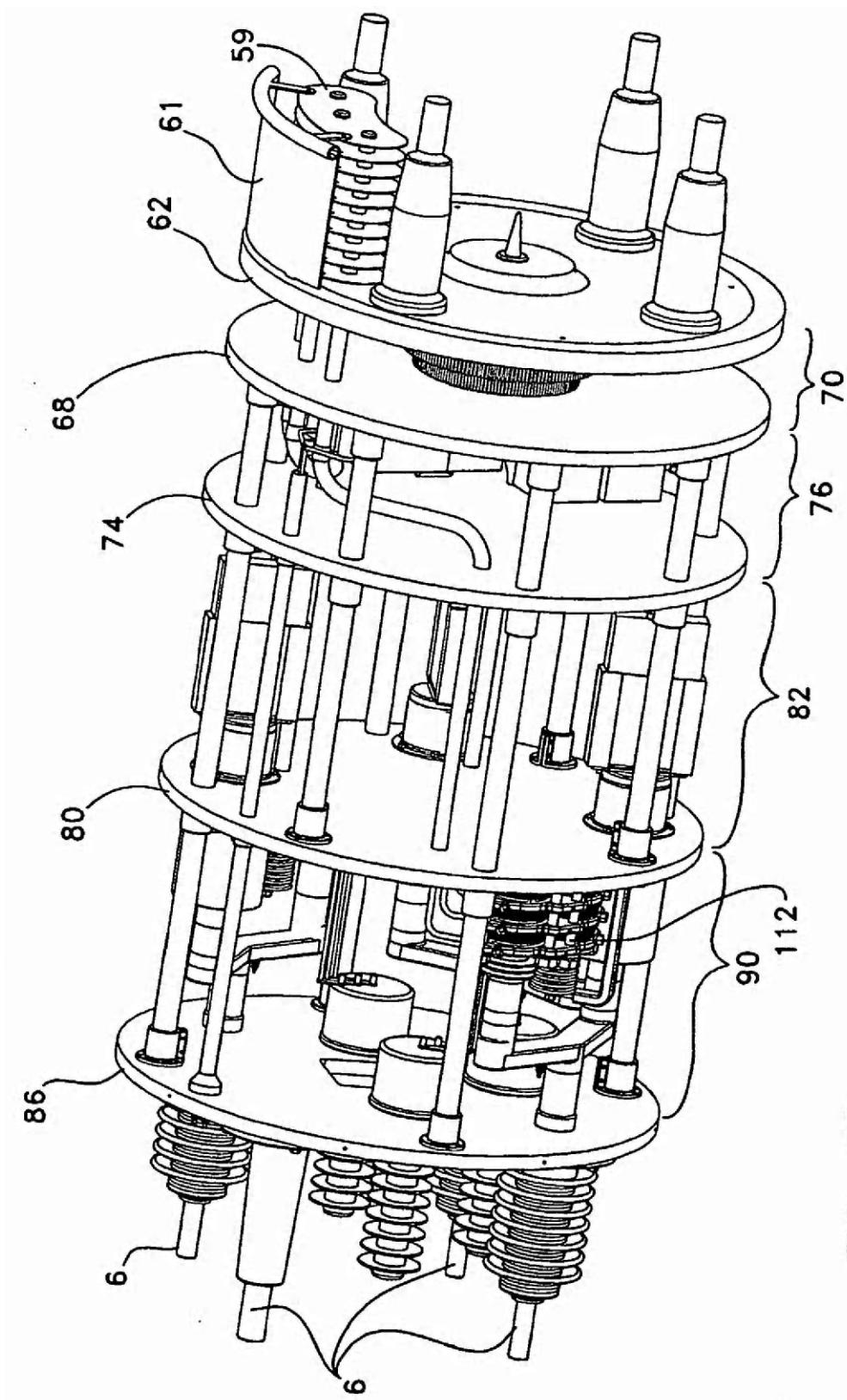


FIG. 20

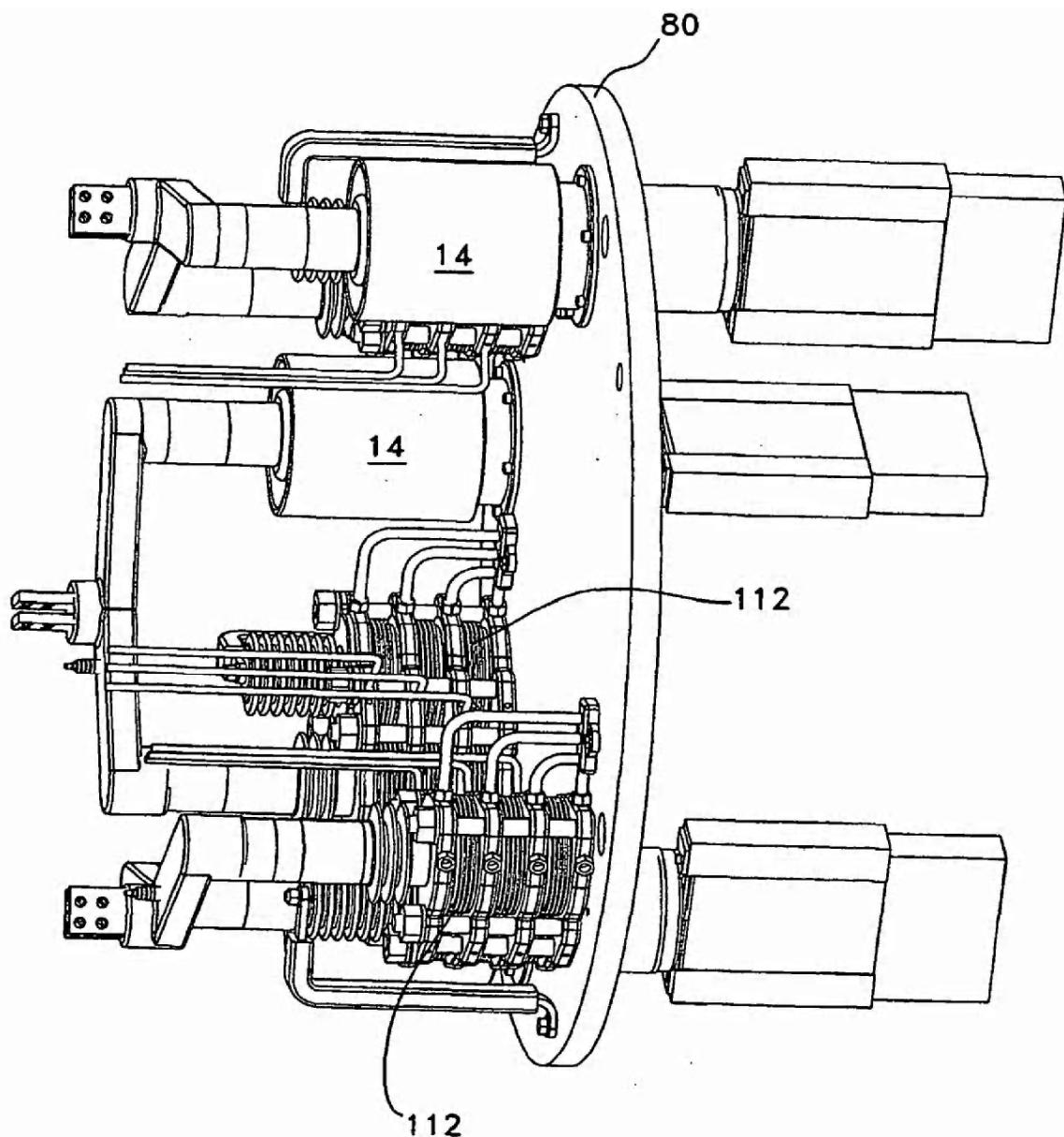


FIG. 21

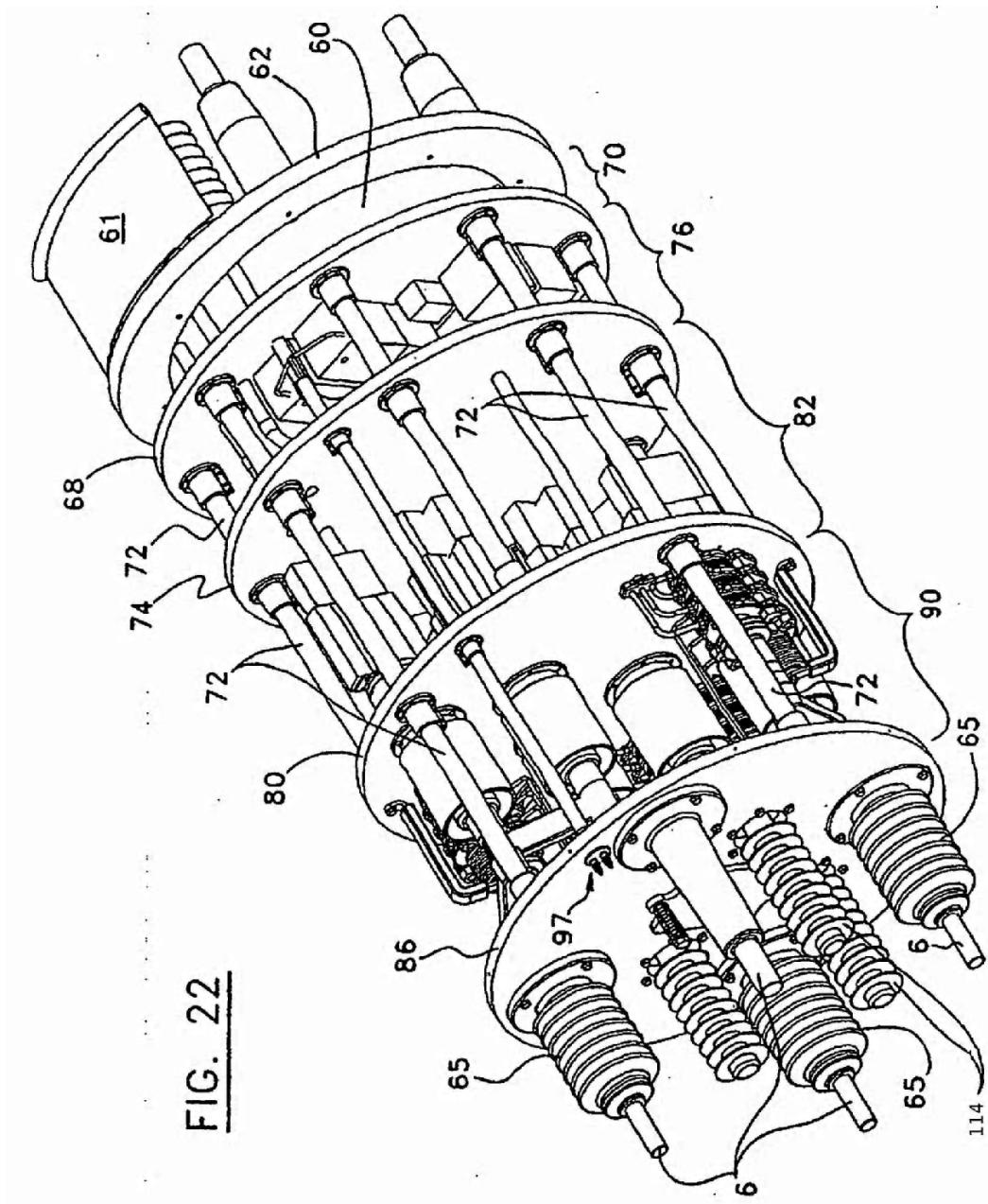


FIG. 22

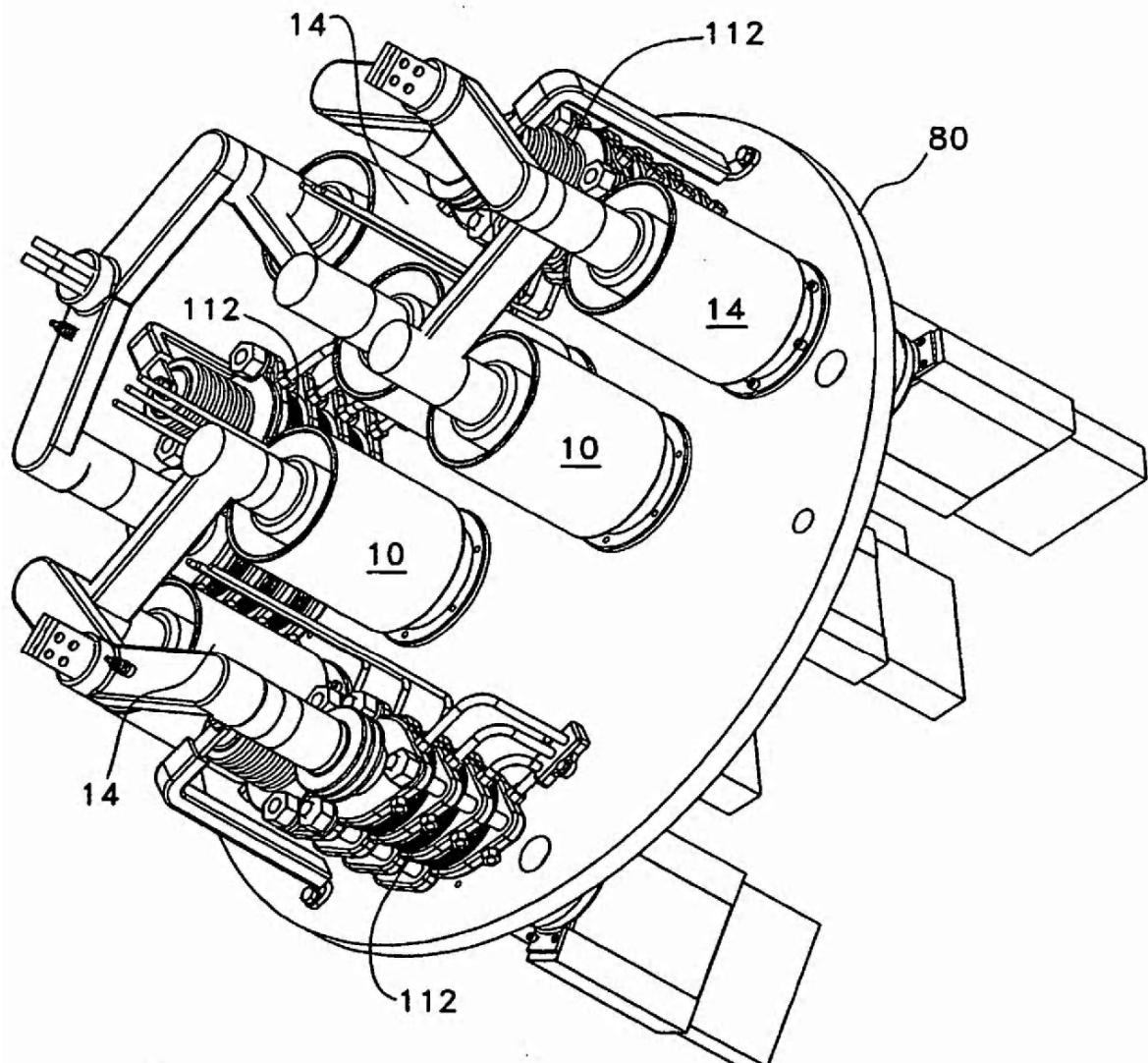
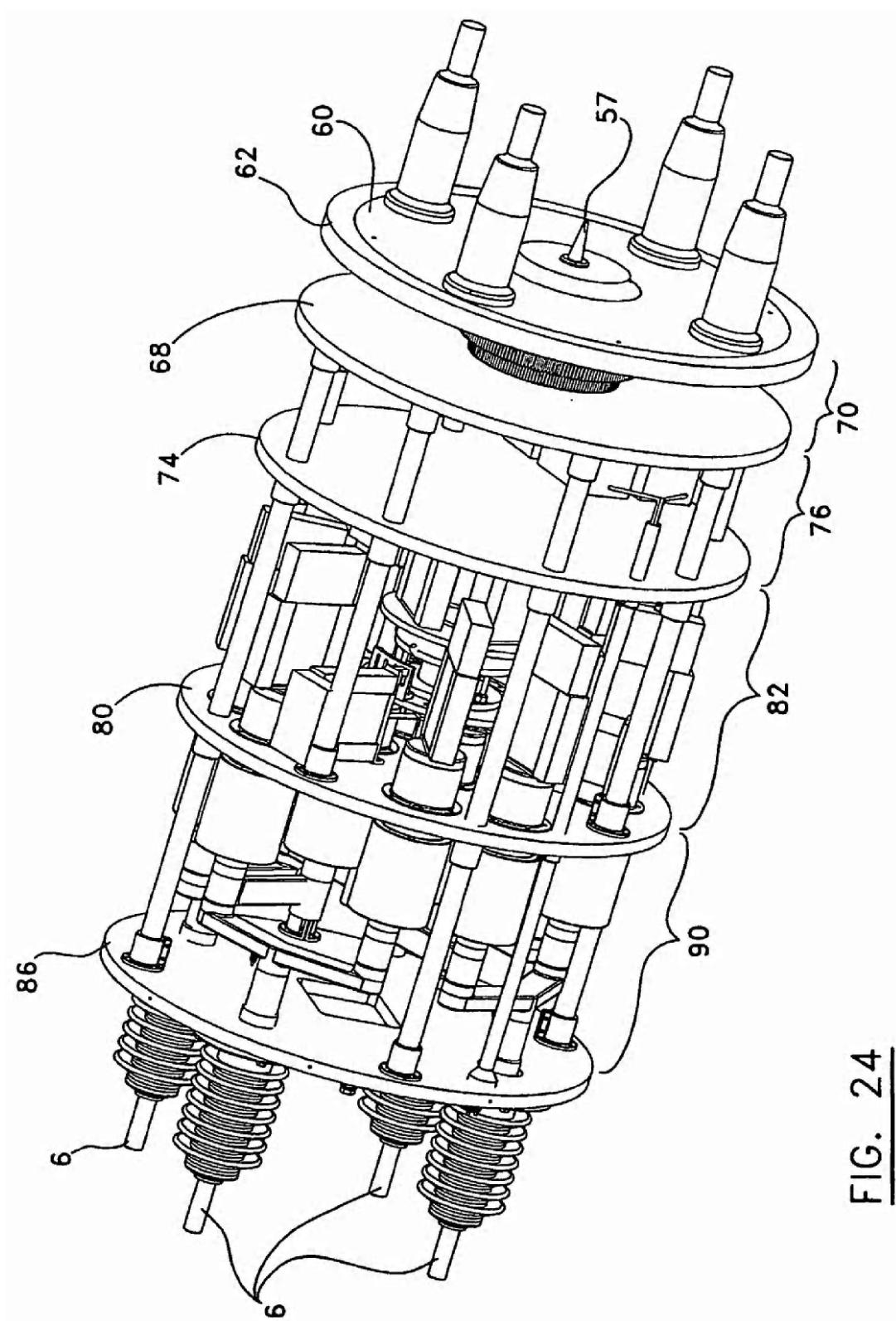


FIG. 23



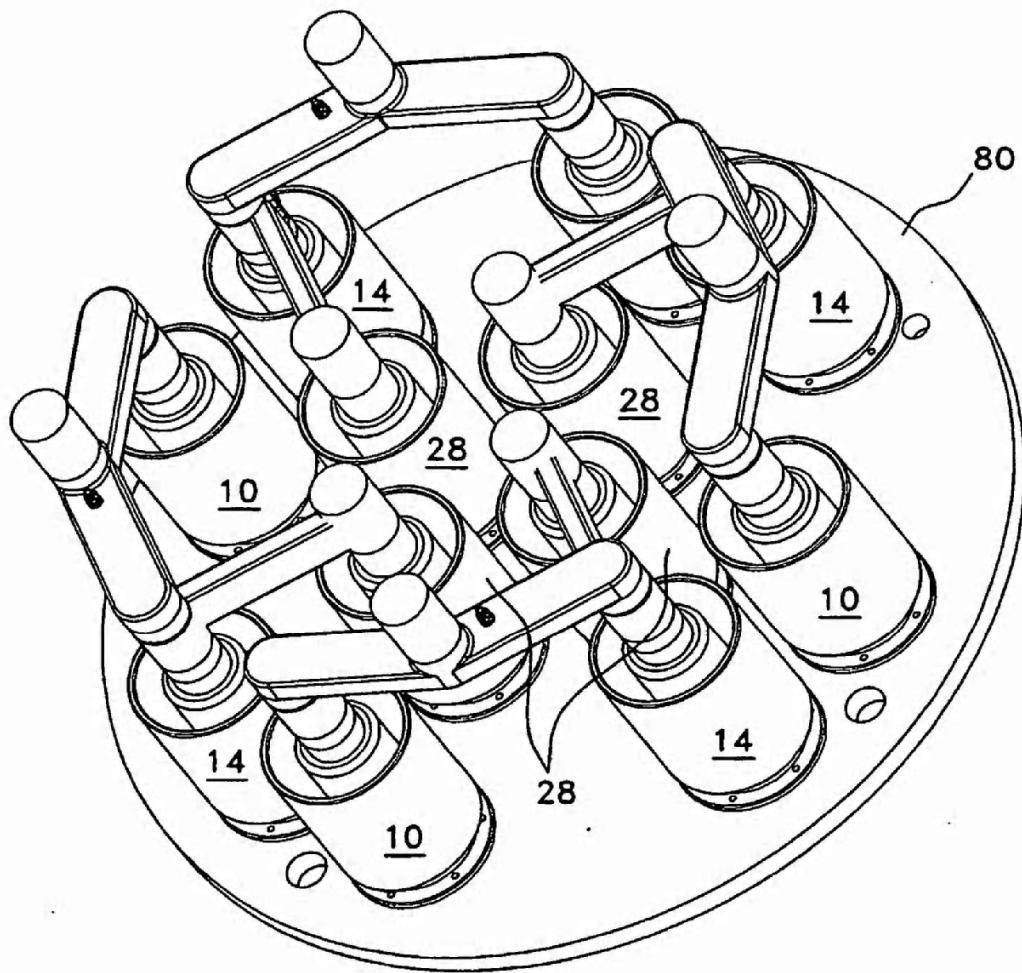


FIG. 25

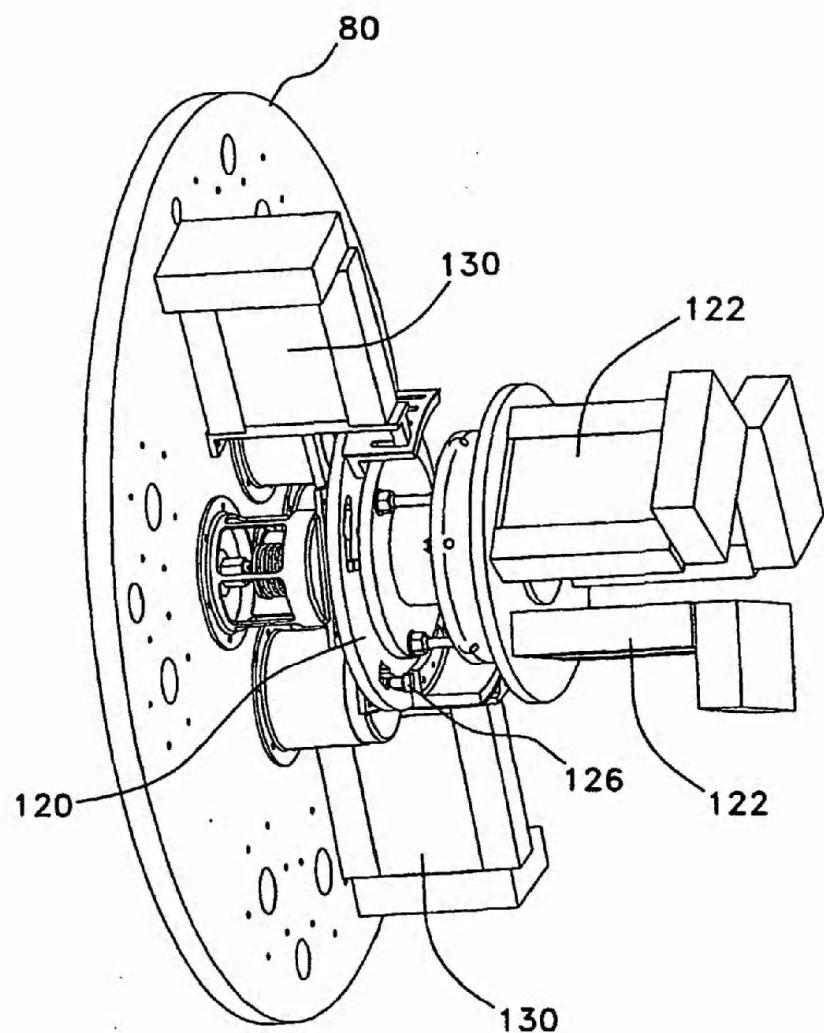


FIG. 26

FIG. 28

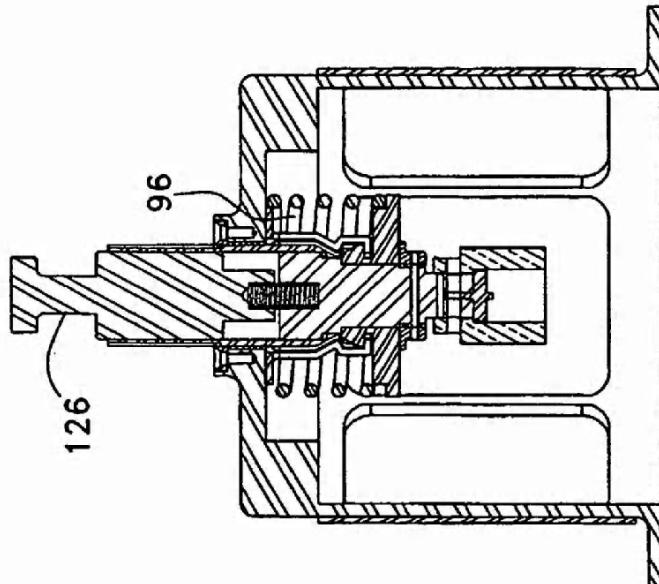
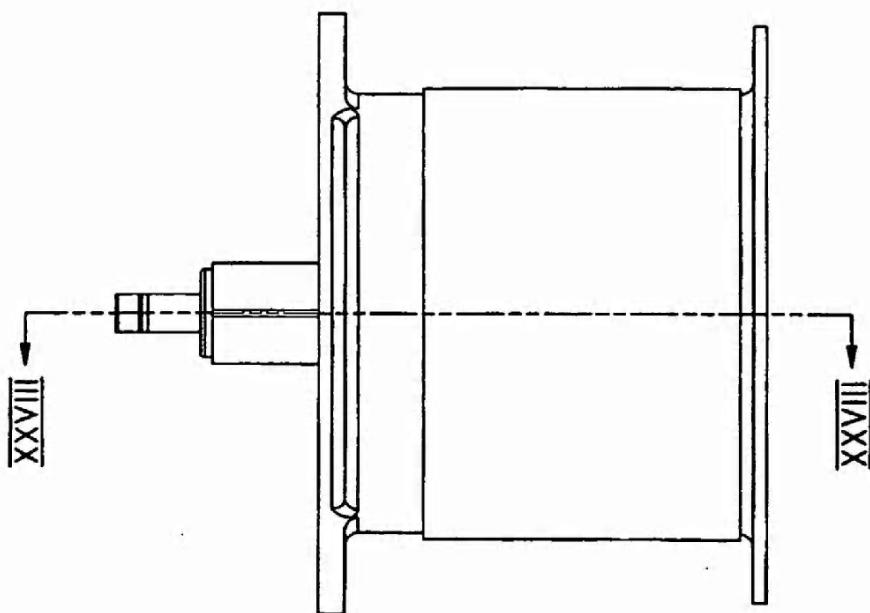


FIG. 27



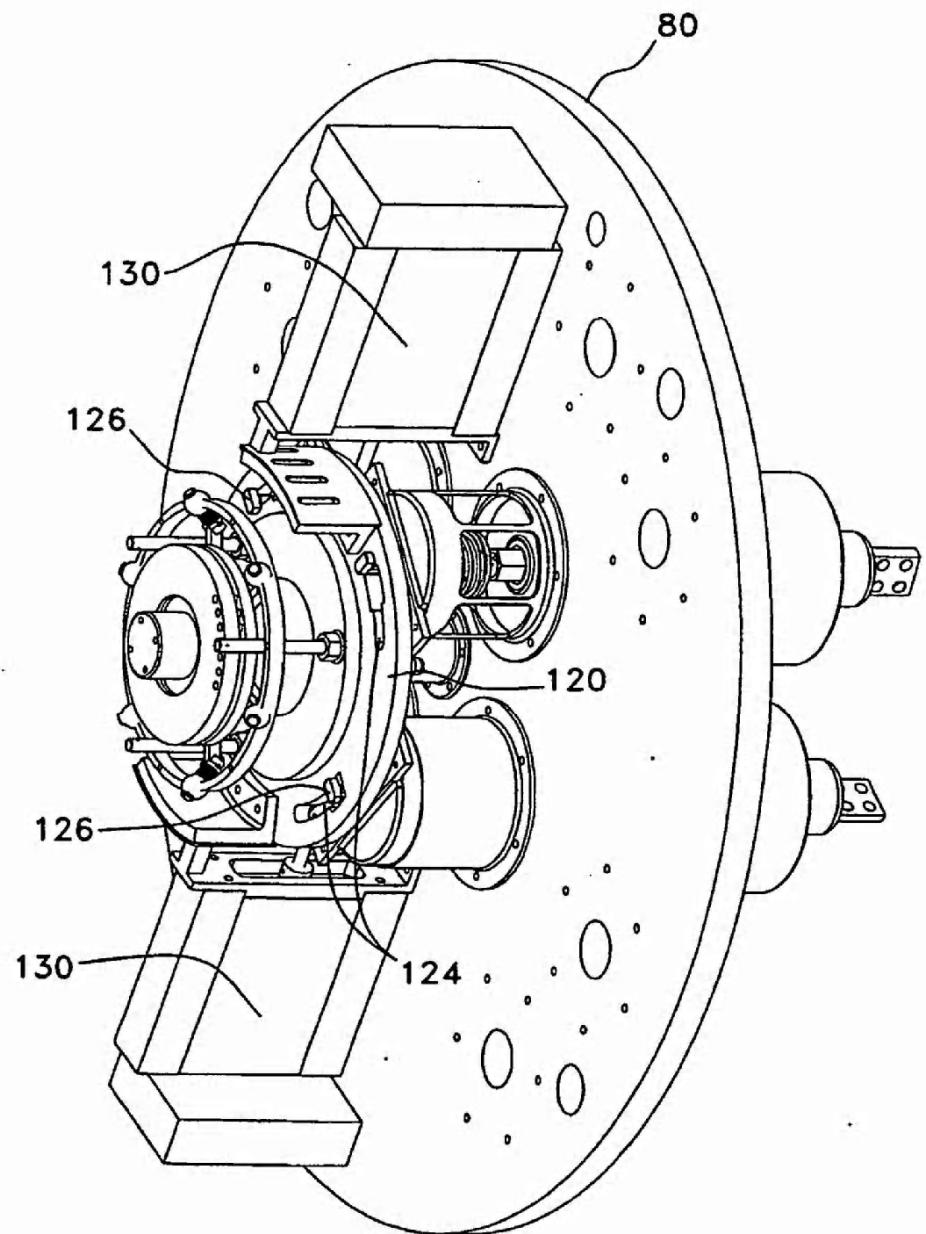


FIG. 29

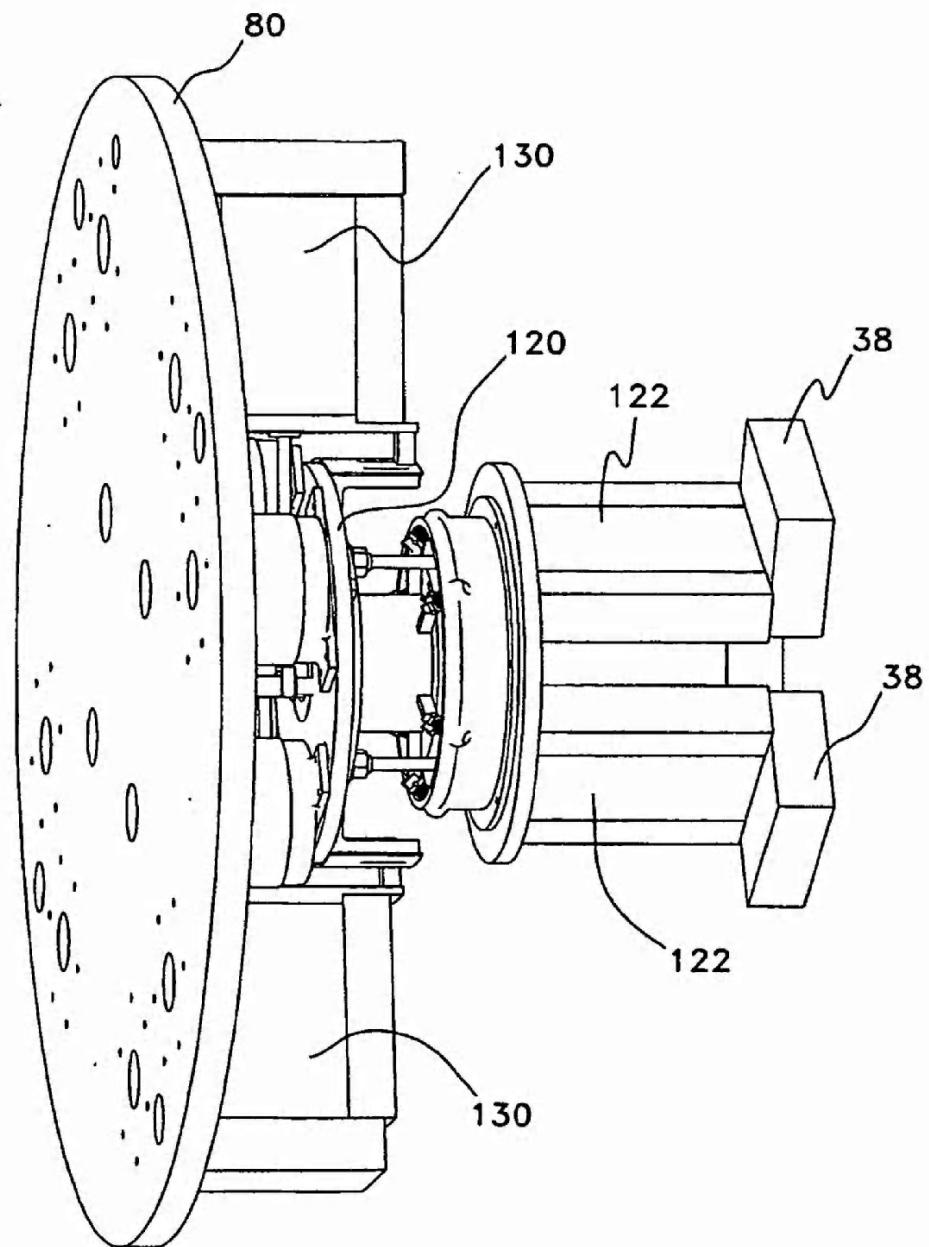


FIG. 30

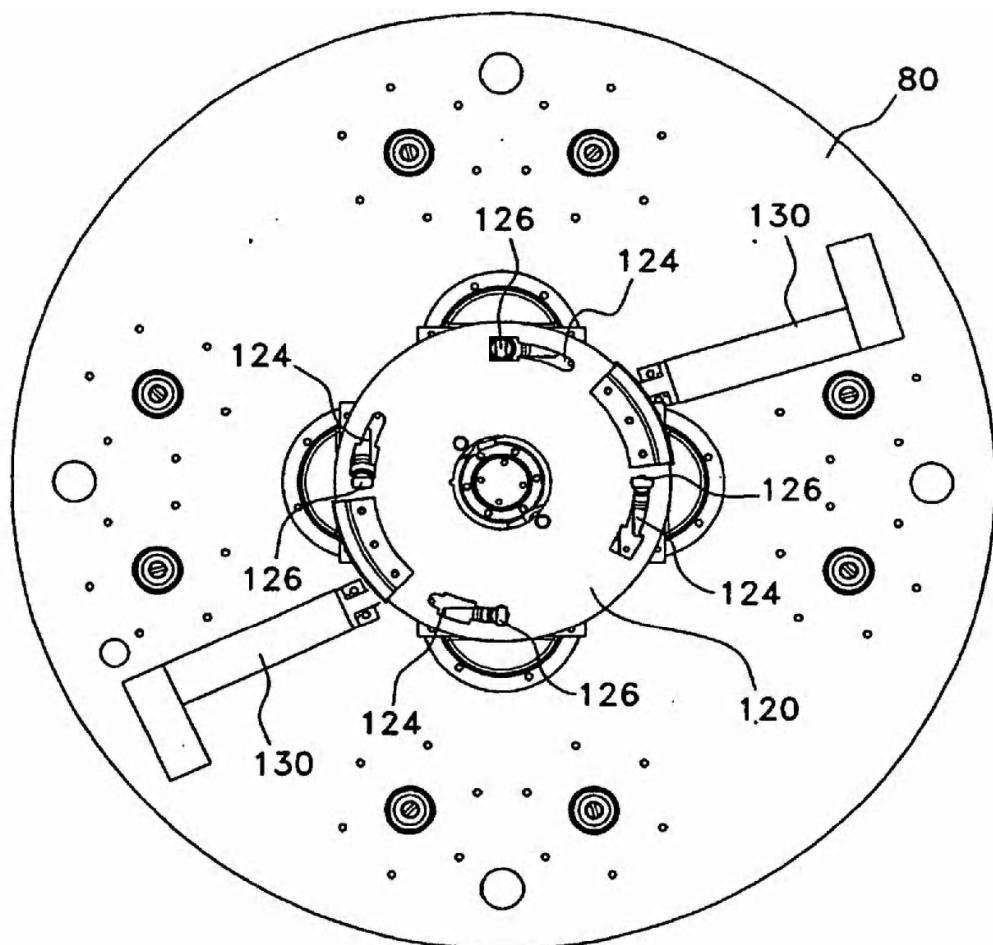
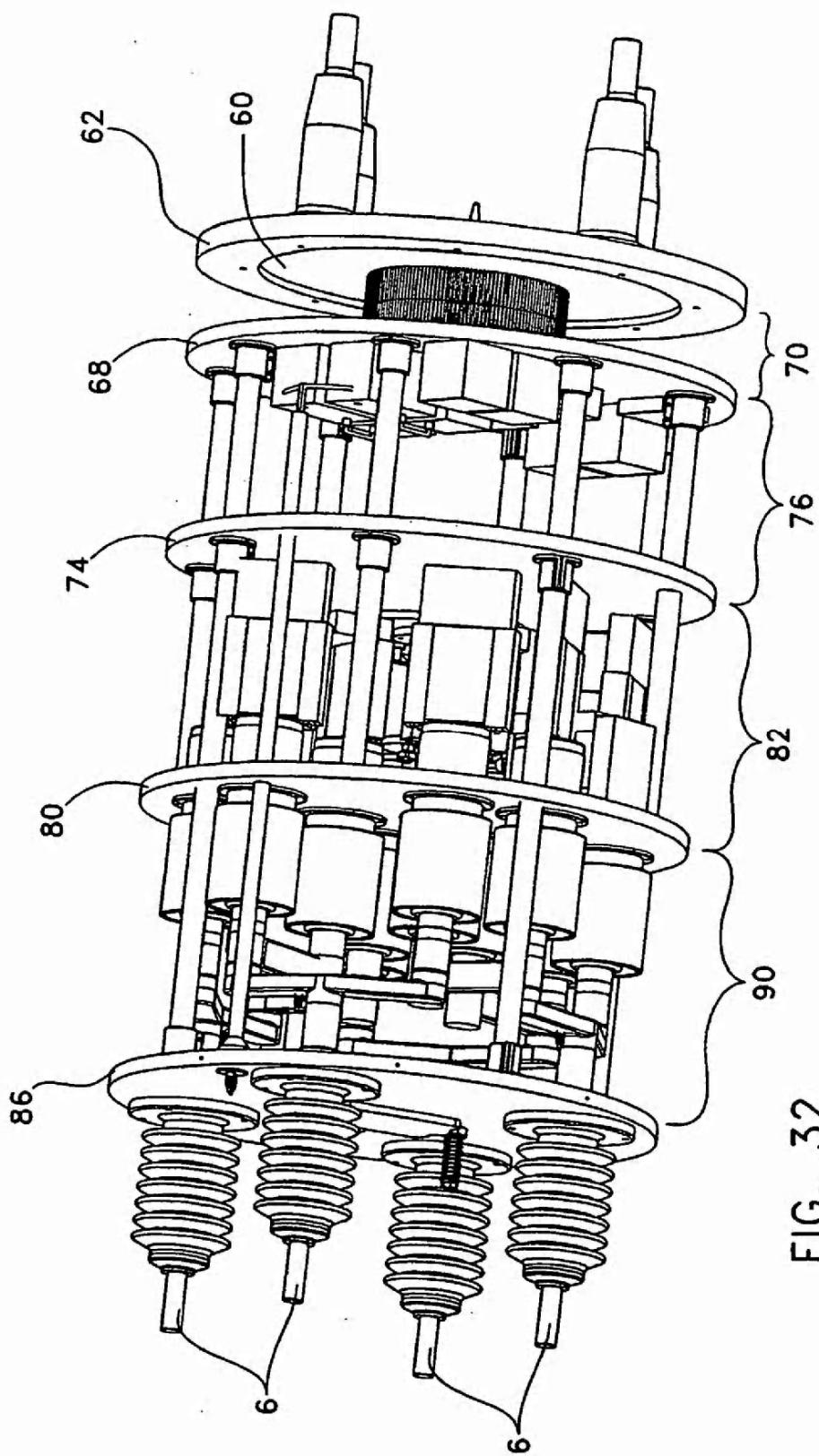


FIG. 31



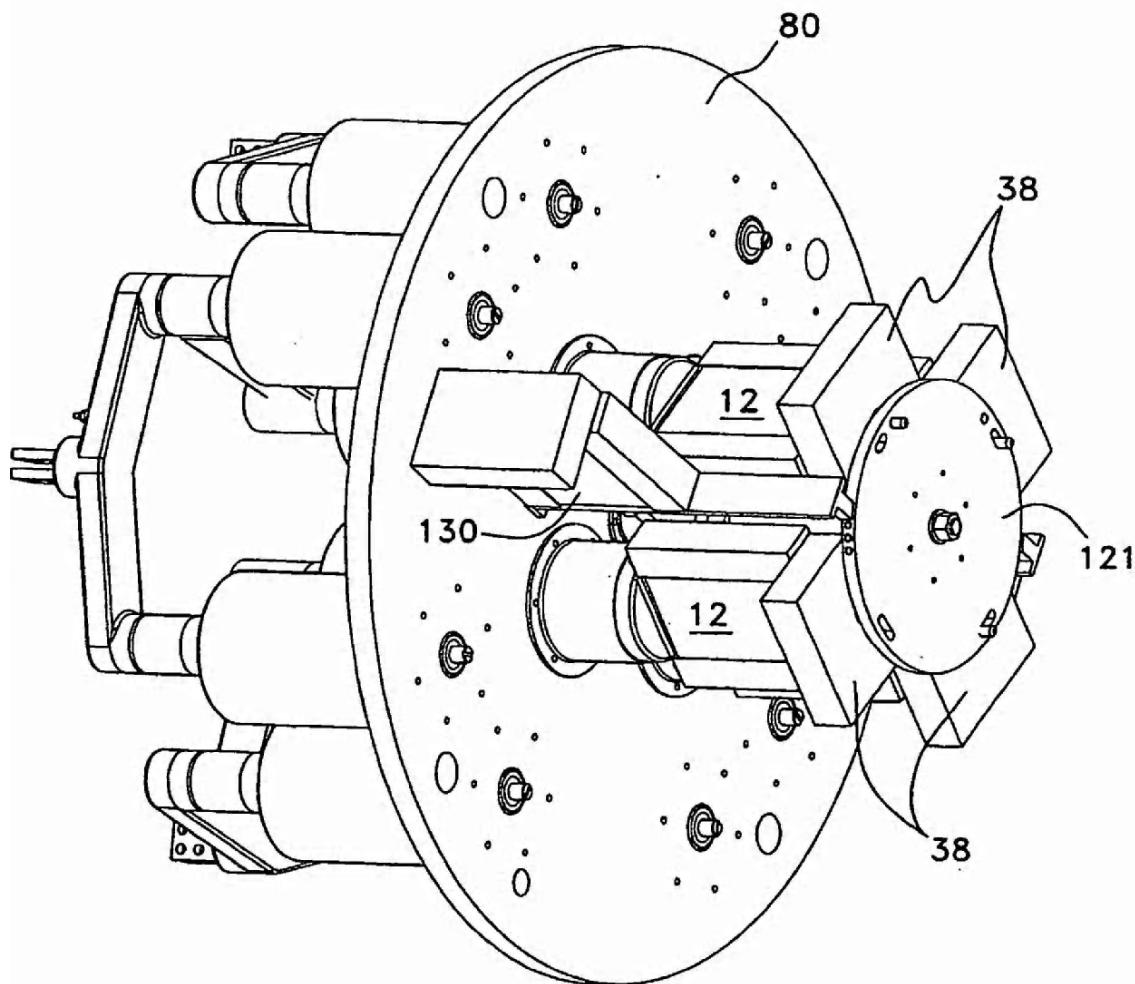


FIG. 33

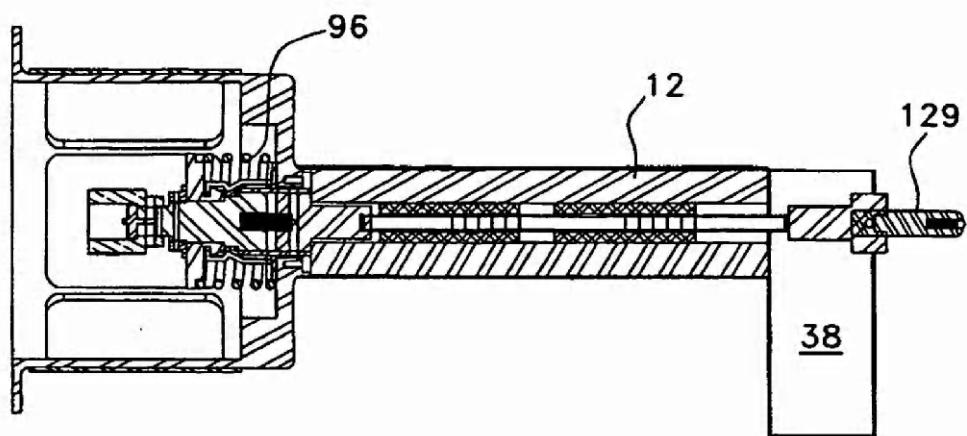


FIG. 35

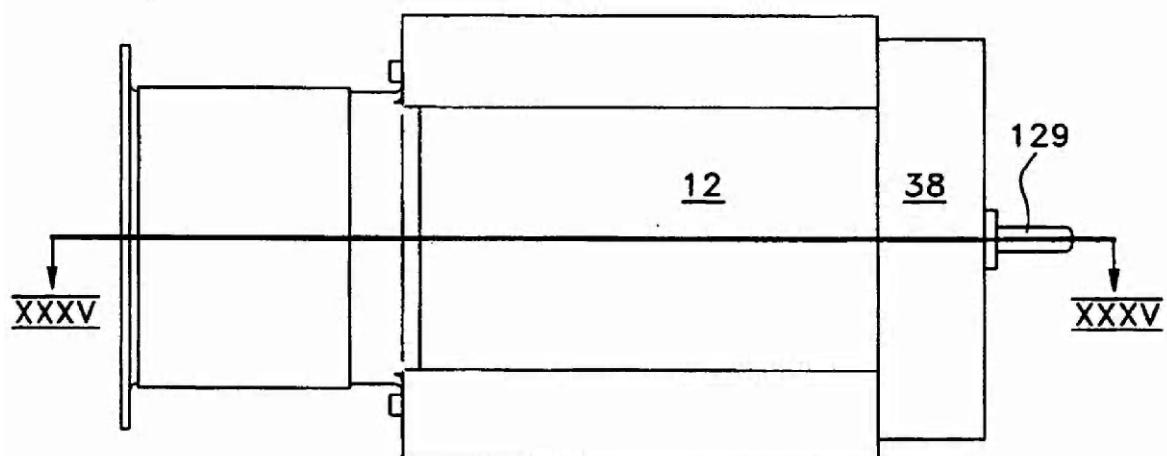


FIG. 34

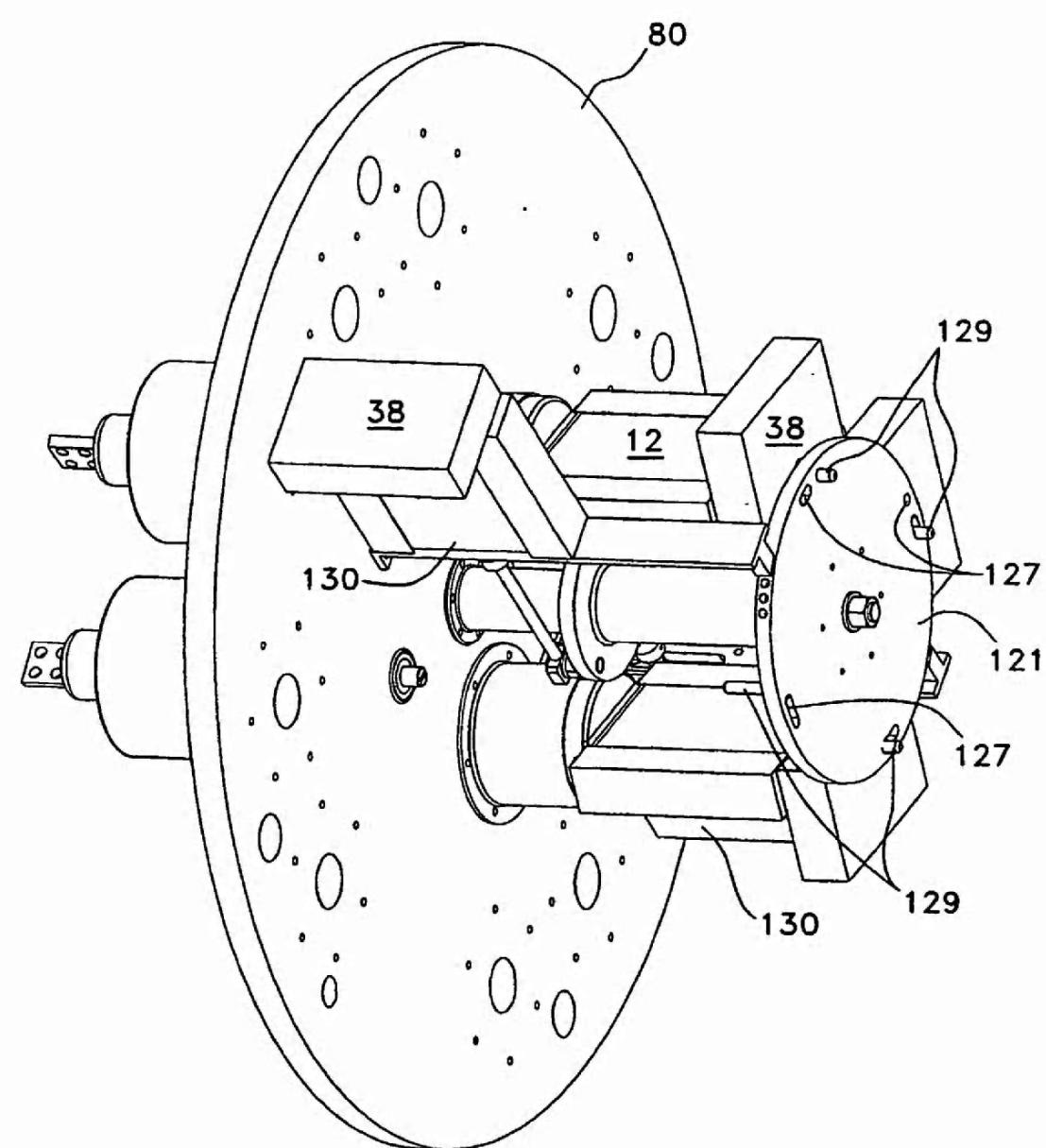


FIG. 36

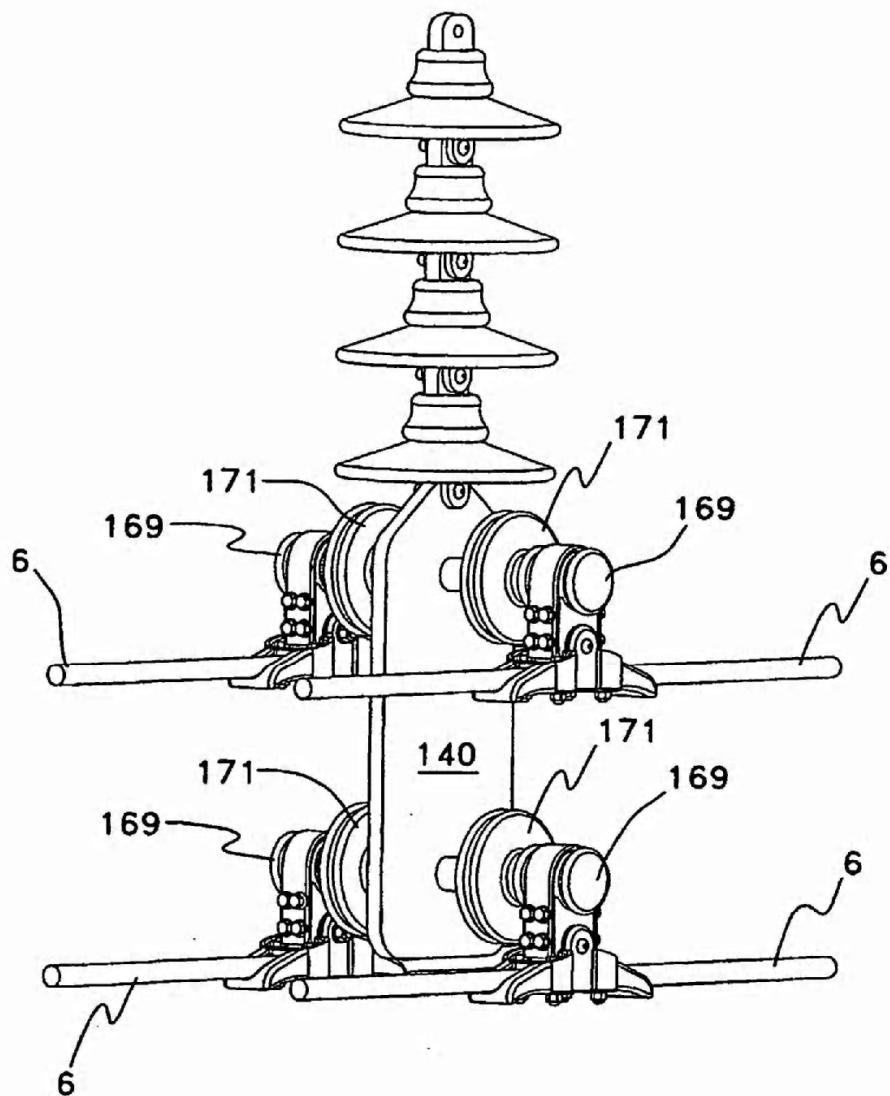


FIG. 37

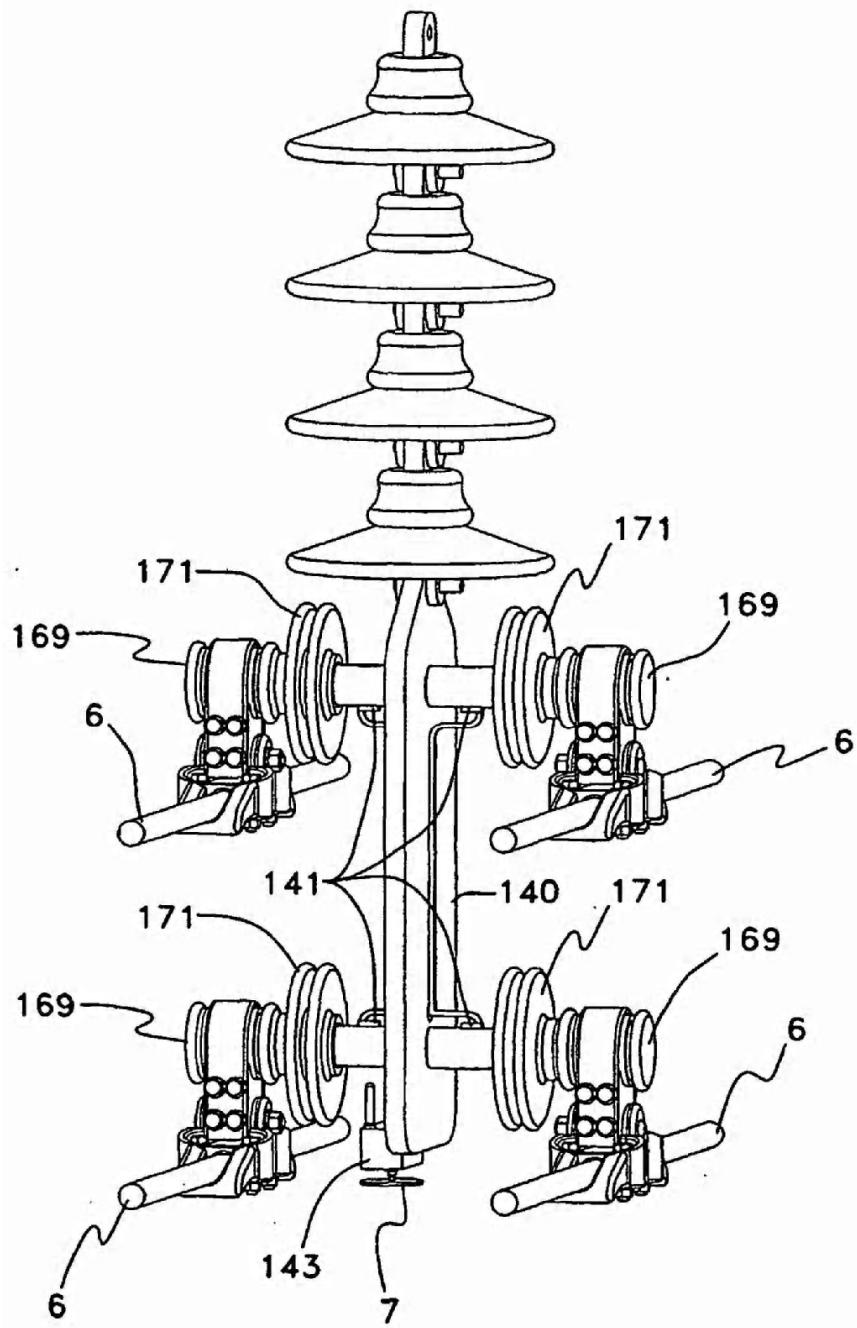


FIG. 38

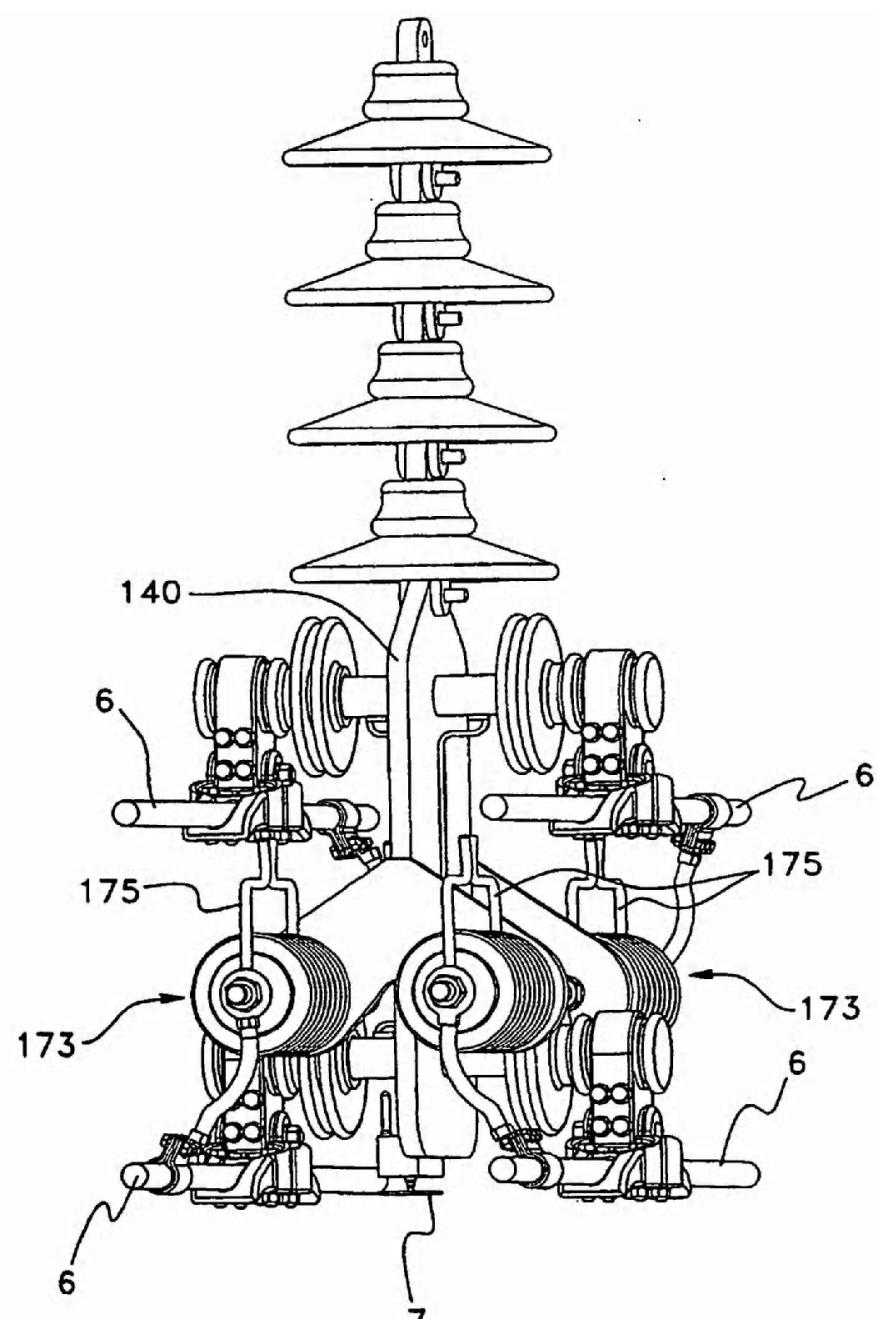


FIG. 39

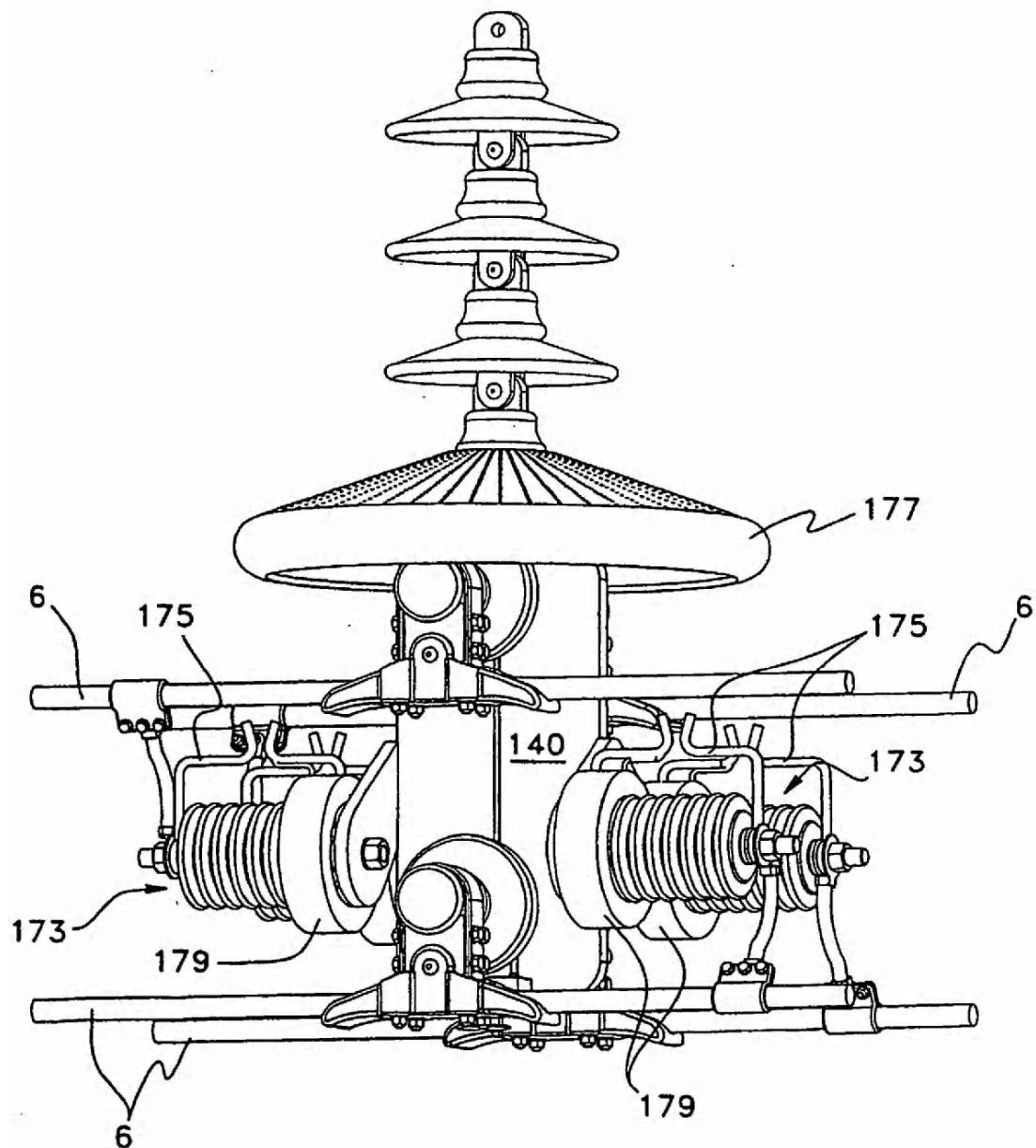
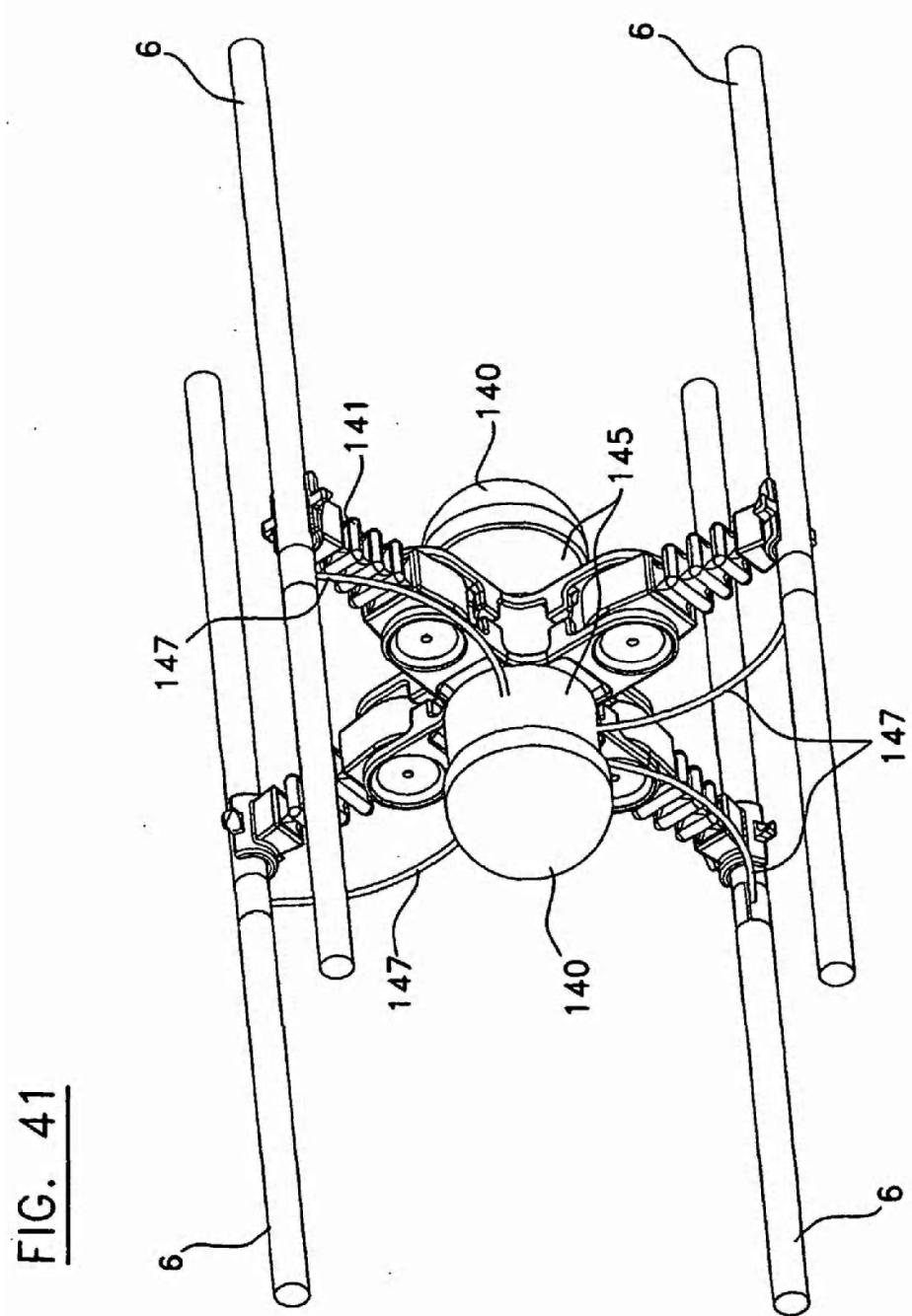


FIG. 40



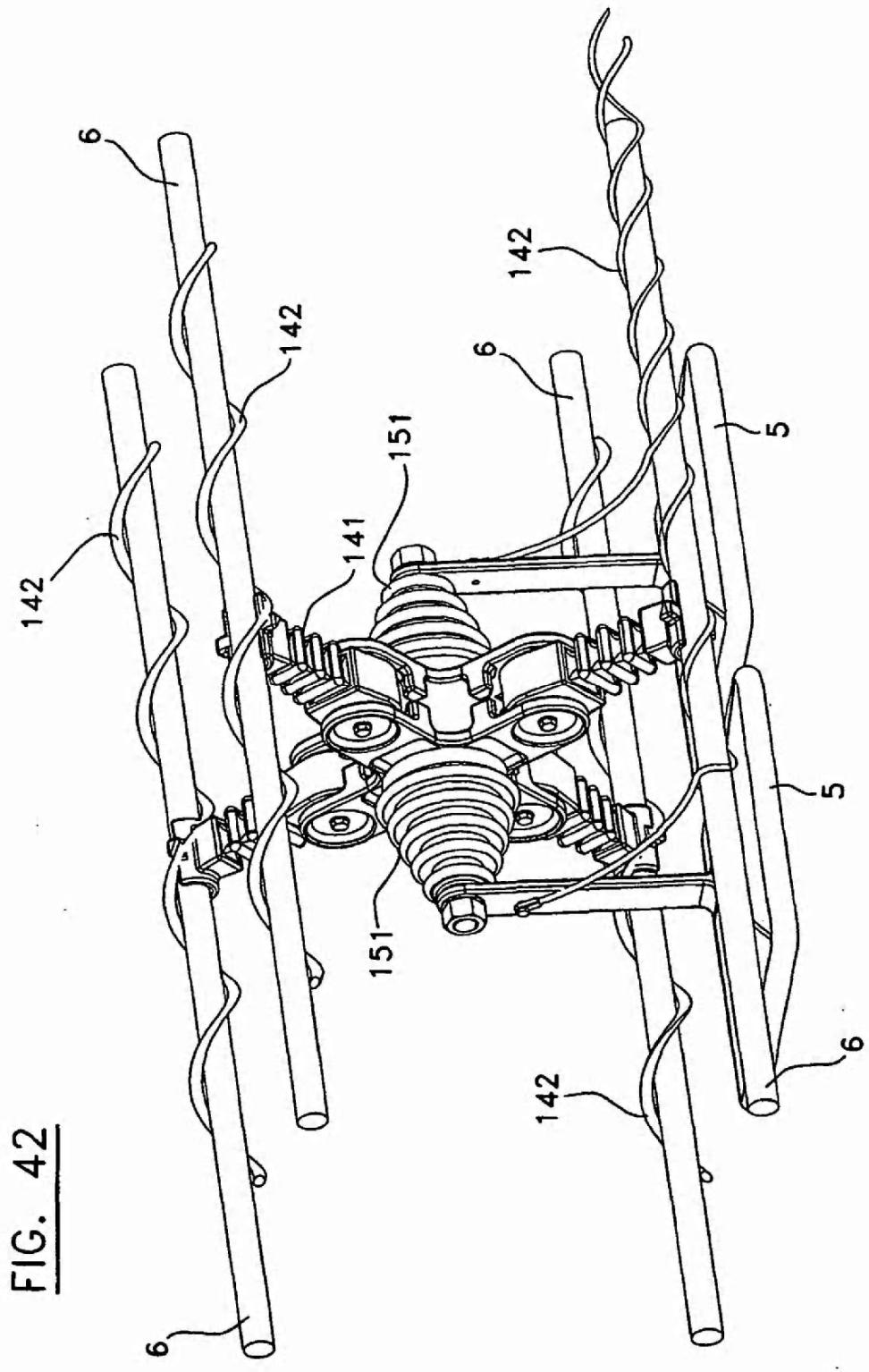
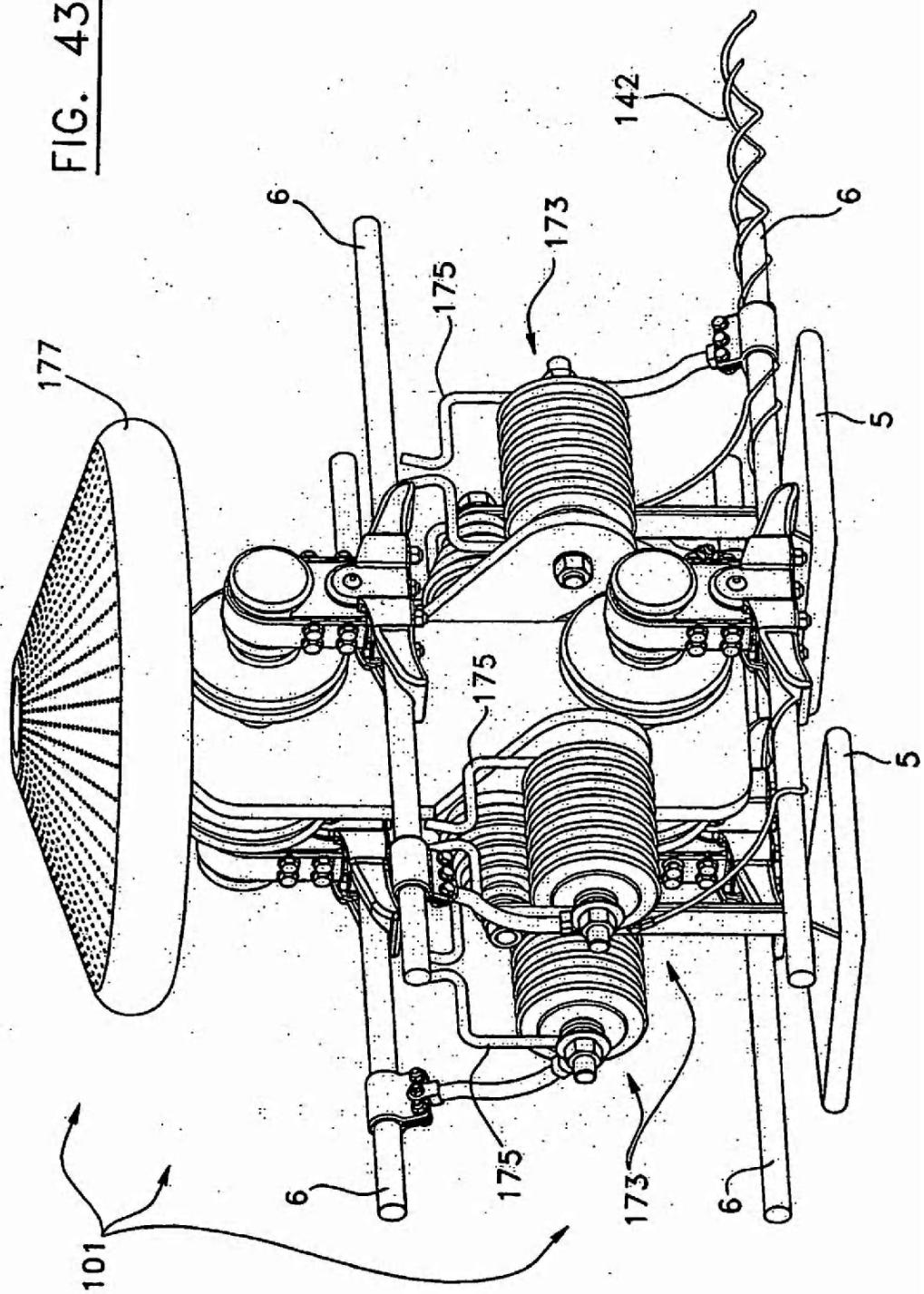


FIG. 42

FIG. 43



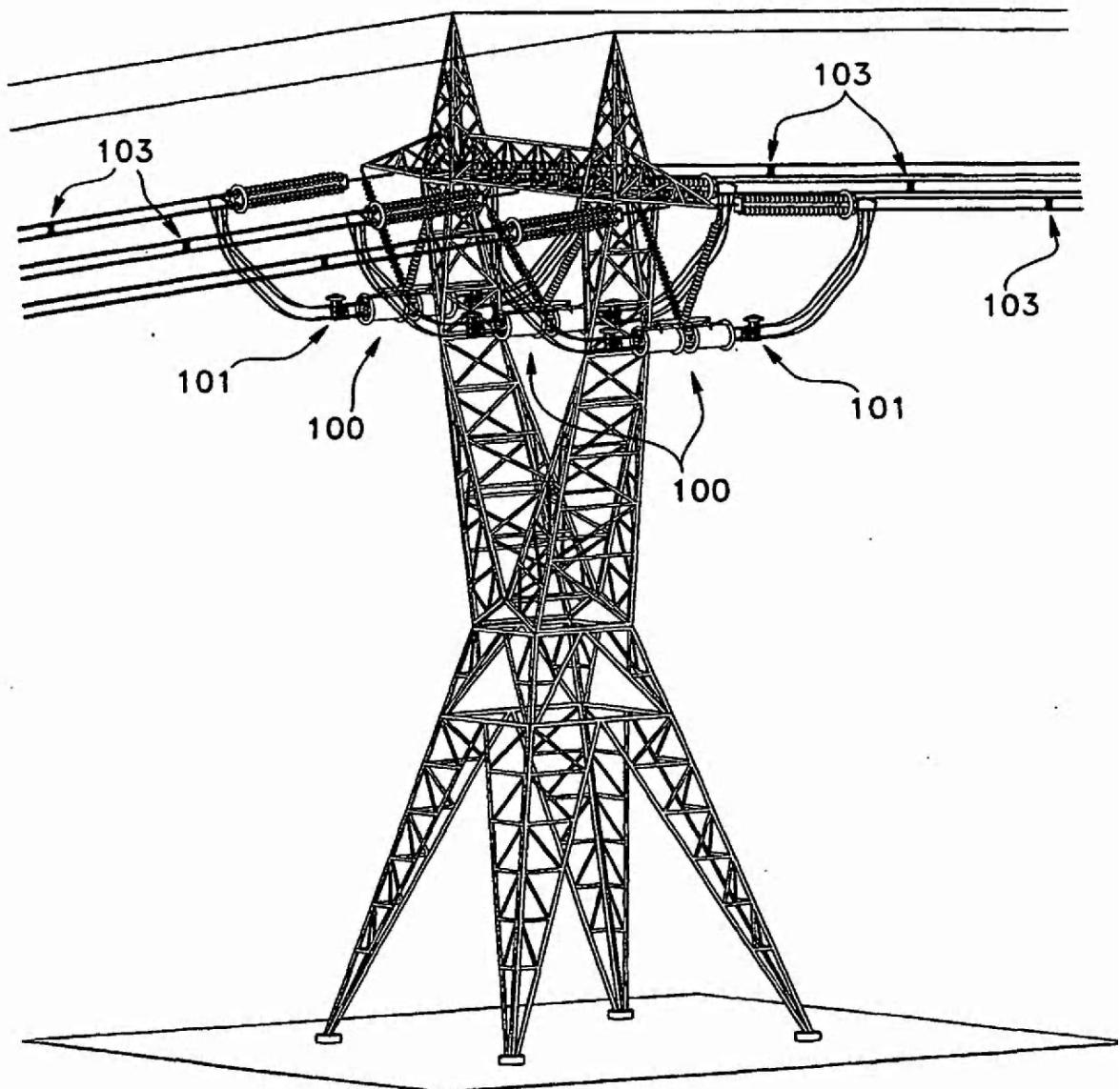


FIG. 44

