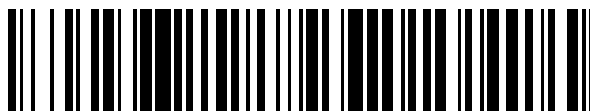


19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 711 459**

51 Int. Cl.:

**B66B 11/04** (2006.01)

**B66B 17/12** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **05.12.2013 PCT/US2013/073303**

87 Fecha y número de publicación internacional: **11.06.2015 WO15084366**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **05.12.2013 E 13898526 (2)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **06.02.2019 EP 3077311**

54 Título: **Sistema de propulsión lineal**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:  
**03.05.2019**

73 Titular/es:  
**OTIS ELEVATOR COMPANY (100.0%)**  
**One Carrier Place**  
**Farmington CT 06032, US**

72 Inventor/es:  
**TANGUDU, JAGADEESH;**  
**VERONESI, WILLIAM, A. y**  
**MANES, ENRICO**

74 Agente/Representante:  
**ISERN JARA, Jorge**

ES 2 711 459 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

Sistema de propulsión lineal

**Campo de la descripción**

5 La presente descripción se refiere a un sistema de propulsión lineal, y, en particular, se refiere a sistemas de ascensores auto-propulsados.

**Antecedentes de la descripción**

10 Los sistemas de ascensores auto-propulsados, denominados también como sistemas de ascensores sin cables se conciben como útiles en varias aplicaciones (es decir, rascacielos) donde la masa de los cables para un sistema con cables es engorrosa y existe un deseo de que haya múltiples cabinas de ascensor en un solo hueco de ascensor. Existen sistemas de ascensores auto-propulsados en los que un primer hueco de ascensor está diseñado para cabinas de ascensores que se desplazan hacia arriba y un segundo hueco de ascensor está diseñado para cabinas de ascensores que se desplazan hacia abajo. Se ha usado un puesto de transferencia en cada extremidad de hueco de ascensor para mover las cabinas horizontalmente entre el primer hueco de ascensor y el segundo hueco de ascensor.

Se desea un sistema de ascensores económico.

**15 Compendio de la descripción**

20 Según un aspecto de la descripción, se ha descrito una máquina de propulsión lineal. La máquina de propulsión lineal puede comprender un primer estátor y un primer accionador principal. El estátor puede incluir una pluralidad de dientes. El primer accionador puede ser adyacente al primer estátor y se puede mover en una dirección lineal a lo largo del primer estátor. El accionador puede incluir una pluralidad de estratos ferromagnéticos separados, una pluralidad de ranuras, cada una de las ranuras adyacente al menos a uno de entre los estratos, una pluralidad de bobinas de hilo conductor, y una pluralidad de capas de imán. Cada capa de imán puede estar intercalada entre dos de los estratos y dispuesta dentro de una de la pluralidad de bobinas. Cada bobina puede estar dispuesta al menos en una ranura, y las bobinas pueden tener un estado activado y un estado desactivado. Cada bobina puede estar dispuesta sustancialmente de forma perpendicular a la dirección del flujo magnético de la capa de imán permanente alrededor de la cual se ha enrollado la bobina. Los dientes o la capa de imán permanente pueden estar dispuestos en un ángulo con relación a un plano sustancialmente perpendicular a la dirección de empuje sobre el primer accionador generado por la interacción del primer accionador con el primer estátor.

25 En un perfeccionamiento, la pluralidad de ranuras puede ser un múltiplo de un número de fases de la máquina de propulsión lineal.

30 En otro perfeccionamiento, cada uno de la pluralidad de dientes puede incluir una superficie lateral oblicua.

En aún otro perfeccionamiento, cada uno de la pluralidad de dientes tiene una anchura de diente y una distancia a través de la ranura entre dos estratos es una anchura de ranura, en donde la anchura de ranura es aproximadamente la misma que la anchura de diente.

En otro perfeccionamiento, cada uno de los estratos puede incluir una superficie lateral de estrato oblicua.

35 En otro perfeccionamiento, la máquina de propulsión lineal puede incluir además un segundo estátor. El primer accionador puede estar dispuesto entre el primer y segundo estatores.

40 En otro perfeccionamiento, la máquina de propulsión lineal puede incluir además un segundo accionador que se puede mover en una dirección lineal a lo largo del primer estátor. El primer estátor puede estar dispuesto entre el primer y segundo accionadores. En un perfeccionamiento adicional, las capas de imán de cada uno del primer y segundo estatores pueden estar inclinadas en relación con el primer estátor. En otro perfeccionamiento, la máquina de propulsión lineal puede incluir además un tercer y cuarto accionadores que se pueden mover en una dirección lineal a lo largo del primer estátor. El primer estátor puede estar dispuesto entre el tercer y cuarto accionadores y el tercer y cuarto accionadores pueden estar desplazados del primer y segundo accionadores.

45 Según otro aspecto de la descripción, se ha descrito otra máquina de propulsión lineal. La máquina de propulsión lineal puede comprender un primer estátor, y un primer accionador. El estátor puede incluir una pluralidad de dientes, teniendo cada uno de los dientes un polo magnético. El primer accionador puede ser adyacente al primer estátor y se puede mover en una dirección lineal a lo largo del primer estátor. Los dientes del primer estátor y del primer accionador pueden definir un espacio. El accionador puede incluir una pluralidad de estratos ferromagnéticos separados, una pluralidad de ranuras, una pluralidad de bobinas de hilo conductor, y una pluralidad de capas de imán permanente. Cada capa de imán permanente puede estar intercalada entre dos de los estratos y dispuesta dentro de una de la pluralidad de bobinas. Cada una de las ranuras puede ser adyacente al menos a uno de los estratos. Cada bobina puede estar dispuesta al menos en una ranura. Las bobinas pueden tener un estado activado y un estado desactivado. La pluralidad de capas de imán permanente pueden ser montadas sobre el accionador para tener polaridades invertidas con capas de imán permanente consecutivas en una dirección longitudinal a lo largo del accionador. Cada

5 bobina puede estar dispuesta sustancialmente de manera perpendicular a la dirección del flujo magnético de la capa de imán permanente alrededor de la cual se ha enrollado la bobina. Los dientes o la capa de imán permanente pueden estar dispuestos en un ángulo del orden de aproximadamente  $-60^\circ$  a aproximadamente  $60^\circ$  desde un plano sustancialmente perpendicular a la dirección de empuje sobre el primer accionador generado por la interacción del primer accionador con el primer estátor.

En un perfeccionamiento, cada capa de imán permanente puede tener una forma trapezoidal.

En otro perfeccionamiento, cada capa de imán permanente puede estar comprendida de un primer y segundo imanes permanentes. El primer imán permanente puede estar dispuesto entre el estátor y el segundo imán. El primer imán permanente puede ser un imán agregado.

10 Se ha descrito un sistema de ascensor según la reivindicación 12.

Los dientes pueden estar dispuestos en un ángulo del orden de aproximadamente  $-60^\circ$  a aproximadamente  $60^\circ$  desde un plano perpendicular a la dirección de empuje sobre el primer accionador generado por la interacción del primer accionador con el primer estátor.

15 Las capas de imán permanente pueden estar dispuestas en un ángulo del orden de aproximadamente  $-60^\circ$  a aproximadamente  $60^\circ$  desde un plano perpendicular a la dirección de empuje sobre el primer accionador generado por la interacción del primer accionador con el primer estátor.

La pluralidad de dientes puede ser mayor que la pluralidad de ranuras.

El sistema de ascensores puede incluir además un segundo estátor. El primer accionador puede estar dispuesto entre el primer y el segundo estatores.

20 El sistema de ascensores puede incluir además un segundo accionador montado en la cabina y que se puede mover en una dirección lineal a lo largo del primer estátor. El primer estátor puede estar dispuesto entre el primer y segundo accionadores. En otro perfeccionamiento, los dientes del primer y segundo accionadores pueden estar dispuestos en un ángulo del orden de aproximadamente  $-60^\circ$  a aproximadamente  $60^\circ$  desde un plano perpendicular a la dirección de empuje sobre el primer accionador generado por la interacción del primer accionador con el primer estátor.

25 El sistema de ascensores puede incluir además un tercer y cuarto accionadores montados en la cabina y se pueden mover en una dirección longitudinal a lo largo del primer estátor. El primer estátor puede estar dispuesto entre el tercer y cuarto accionadores y el tercer y cuarto accionadores pueden estar desplazados del primer y segundo accionadores. El desplazamiento puede ser una distancia del orden de más de cero a aproximadamente uno por unidad de paso del canal de estátor.

30 Estos y otros aspectos de esta descripción resultarán más fácilmente evidentes tras la lectura de la siguiente descripción detallada cuando es tomada junto con los dibujos adjuntos.

### Breve descripción de los dibujos

La fig. 1 es un ejemplo de un sistema de ascensores ejemplar;

La fig. 2 es otro ejemplo de un sistema de ascensores ejemplar;

35 La fig. 3 es una vista en perspectiva de un ejemplo de un motor lineal para un sistema de ascensores construido según las enseñanzas de esta descripción;

La fig. 4 es una vista en perspectiva de otro ejemplo de un motor lineal;

La fig. 5 es una vista frontal esquemática del motor lineal de la fig. 4 con las líneas de flujo magnético ilustradas;

La fig. 6 es una vista en perspectiva de otro ejemplo de un motor lineal;

40 La fig. 7 es una vista frontal esquemática del motor lineal de la fig. 6 con las líneas del flujo magnético ilustradas;

La fig. 8 es un ejemplo alternativo con dos motores lineales montados sobre una cabina ejemplar;

La fig. 9 es un gráfico de la fuerza de empuje media y el porcentaje de fluctuación de la fuerza de empuje como una función del desplazamiento entre los dos motores lineales de la fig. 8;

45 La fig. 10 es un gráfico de la fuerza de empuje como una función del desplazamiento del motor lineal para los dos motores lineales de la fig. 8;

La fig. 11 es una vista frontal del motor lineal ejemplar de la fig. 3 con los dientes de estátor inclinados;

La fig. 12 es una vista frontal del motor lineal ejemplar de la fig. 3 con las capas de imán del accionador inclinadas;

La fig. 13 es un esquema ampliado de una capa de imán ejemplar de un accionador;

La fig. 14 es un esquema de otra realización ejemplar de una capa de imán;

La fig. 15 es un esquema que muestra una vista ampliada de una parte de un accionador ejemplar; y

La fig. 16 es un esquema que muestra una vista ampliada de una parte de un estátor y un diente ejemplares.

- 5 Mientras la presente descripción es susceptible de varias modificaciones y construcciones alternativas, se han mostrado ciertas realizaciones ilustrativas de la misma en los dibujos y serán descritas a continuación en detalle. Debería comprenderse, sin embargo, que no hay intención de que esté limitada a las formas específicas descritas, sino lo contrario, la intención es cubrir todas las modificaciones, construcciones alternativas, y equivalencias que caen dentro del alcance de la presente descripción.

## 10 Descripción detallada

El sistema 10 de propulsión lineal descrito en este documento puede ser utilizado en aplicaciones que requieran movimiento de un vehículo a lo largo de una vía. Por ejemplo, el sistema de propulsión lineal puede ser utilizado para ascensores, trenes, montañas rusas, o similares.

- 15 Para facilitar la comprensión de esta descripción, el sistema de propulsión lineal será descrito como utilizado en un sistema de ascensores propulsado por un motor lineal. Se ha de comprender que el sistema de propulsión lineal no se pretende que este limitado a aplicaciones de ascensores. La aplicación de ascensores descrita en este documento es una realización ejemplar descrita con el fin de facilitar la comprensión del sistema de propulsión descrito.

- 20 Con referencia ahora a la fig. 1, se ha mostrado un sistema 10 de propulsión de manera esquemática. El sistema de propulsión es un sistema de ascensores ejemplar que utiliza uno o más motores lineales. Como se ha mostrado en la fig. 1, el sistema 10 de ascensores comprende un hueco 18 de ascensor que incluye una primera parte 12 de hueco de ascensor y una segunda parte 16 de hueco de ascensor. La primera y segunda partes 12, 16 de hueco de ascensor pueden estar dispuestas cada una verticalmente dentro de un edificio de múltiples pisos. La primera y segunda partes 12, 16 de hueco de ascensor pueden estar dedicadas a un recorrido direccional. En algunas realizaciones, la primera y segunda partes 12, 16 de hueco de ascensor pueden ser parte de un sólo hueco 18 de ascensor abierto. En otras realizaciones, la primera y segunda partes 12, 16 del hueco de ascensor pueden ser parte de un hueco 18 de ascensor dividido que tiene una pared u otro separador entre la primera y segunda partes 12, 16 de hueco de ascensor. El hueco 18 de ascensor no está limitado a dos partes de hueco de ascensor. En algunas realizaciones, el hueco 18 de ascensor puede incluir más de dos partes de hueco de ascensor dispuestas verticalmente dentro de un edificio de múltiples pisos.

- 30 En la realización ilustrada en la fig. 1, las cabinas 14 de ascensor se pueden desplazar hacia arriba en la primera parte 12 de un hueco de ascensor. Las cabinas 14 de ascensor pueden desplazarse hacia abajo en la segunda parte 16 de hueco de ascensor. El sistema 10 de ascensores transporta cabinas 14 de ascensor desde un primer piso a un piso superior en el primer hueco 12 de ascensor y transporta cabinas 14 de ascensor desde el piso superior al primer piso en el segundo hueco 16 de ascensor. Por encima del piso superior hay un puesto 20 de transferencia superior donde las cabinas 14 de ascensor procedentes del primer hueco 12 de ascensor son movidas al segundo hueco 16 de ascensor. Se ha de comprender que el puesto 20 de transferencia superior puede estar ubicado en el piso superior, en vez de por encima del piso superior. Debajo del primer piso hay un puesto 22 de transferencia inferior donde las cabinas 14 de ascensor son movidas desde el segundo hueco 16 de ascensor al primer hueco 12 de ascensor. Se ha de comprender que el puesto 22 de transferencia inferior puede estar ubicado en el primer piso, en vez de por debajo del primer piso. Aunque no se ha mostrado en la fig. 1, las cabinas 14 de ascensor pueden parar en pisos intermedios para permitir la entrada hacia y salida desde una cabina 14 de ascensor.

- 45 La fig. 2 representa otra realización ejemplar del sistema 10 de ascensores. En esta realización, el sistema 10 de ascensores incluye un puesto 24 de transferencia intermedia ubicado entre el primer piso y el piso superior donde la cabina 14 de ascensor puede moverse desde la primera parte 12 de hueco de ascensor a la segunda parte 16 de hueco de ascensor y viceversa. Aunque se ha mostrado un solo puesto 24 de transferencia intermedia, se ha de comprender que se puede usar más de un puesto 24 de transferencia intermedia. Tal transferencia intermedia puede ser utilizada para acomodar llamadas de ascensor. Por ejemplo, uno o más pasajeros pueden estar esperando para una cabina 14 que se desplaza hacia abajo en un acceso en un piso. Si no están disponibles las cabinas 14, una cabina 14 de ascensor puede ser movida desde la primera parte 12 de hueco de ascensor a la segunda parte 16 de hueco de ascensor en el puesto 24 de transferencia intermedia y a continuación ser movida al piso apropiado para permitir al pasajero o pasajeros entrar. Se ha observado que las cabinas de ascensor pueden estar vacías antes de la transferencia desde un hueco de ascensor a otro en cualquiera de entre el puesto 20 de transferencia superior, el puesto 22 de transferencia inferior, o el puesto 24 de transferencia intermedia. El sistema 10 de ascensores incluye uno o más estatores 30 dispuestos dentro de cada una de las partes 12, 16 de hueco de ascensor. El estátor 30 se extiende generalmente a la longitud de las partes 12, 16 de hueco de ascensor y puede estar montado sobre un bastidor de soporte, una pared del hueco 18 de ascensor, o similar. El sistema 10 de ascensores incluye uno o más accionadores montados en cada cabina 14.

Volviendo ahora a la fig. 3 (que se ha proporcionado para propósitos de información y no cae dentro del alcance de las reivindicaciones), en ella se muestra una disposición ejemplar de un primer estátor 30 dispuesto dentro de una de las partes 12, 16 de hueco de ascensor y un primer accionador 32 montado en una cabina 14. El estátor 30 puede incluir una pluralidad de dientes 34 y está hecho de material ferromagnético. Por ejemplo, el estátor 30 puede estar hecho de acero al silicio, o similar. En algunos ejemplos, el estátor 30 puede ser también un material laminado. Entre cada uno de los dientes 34 hay un canal 35. Típicamente, la cantidad de canales 35 es un número par.

Cada uno de la pluralidad de dientes 34 tiene una anchura W de diente. Además, cada uno de los dientes 34 del estátor 30, cuando es adyacente a la accionador 32, puede ser un polo magnético M. Por ejemplo, en la fig. 3, el estátor 30 tiene ocho (8) polos M sobre la longitud del primer accionador 32. El número de polos M del estátor es diferente del número de ranuras 42 del accionador (las ranuras 42 son descritas en más detalle después) sobre la longitud del accionador. Por ejemplo, el número de polos M puede ser uno (1) mayor o menor que el número de ranuras 42, dos (2) mayor o menor que el número de ranuras 42, tres (3) mayor o menor que el número de ranuras 42, etc. En general, cuanto más próximo está el número de ranuras 42 del accionador al número de polos M del estátor (sobre la longitud del accionador) mejor es el rendimiento del motor lineal.

El accionador 32 es adyacente al estátor 30 y se puede mover en una dirección lineal a lo largo del estátor 30. Los dientes 34 del estátor 30 y el accionador 32 definen un espacio 38. En algunos ejemplos, el espacio 38 puede ser un entrehierro. El accionador 32 puede incluir una pluralidad de estratos 40 separados, una pluralidad de ranuras 42, una pluralidad de bobinas 44 de hilo conductor, y una pluralidad de capas 46 de imán permanente.

Cada estrato 40 puede estar hecho de material ferromagnético. En algunos ejemplos, cada estrato 40 puede estar hecho de material ferromagnético laminado. En algunos ejemplos, cada estrato 40 puede estar generalmente en forma de L de tal manera que dos estratos consecutivos pueden formar un par en forma de U. Los estratos 40 no están limitados a esta forma y pueden tener también otras formas.

Cada ranura 42 es adyacente al menos a uno de los estratos 40. En ejemplos lineales, las ranuras 42 pueden estar agrupadas como ranuras completas 42a internas y medias ranuras 42b externas. Las ranuras 42a internas están dispuestas entre dos estratos 40. Las medias ranuras 42b externas son adyacentes a un estrato 40. Típicamente las medias ranuras 42b externas son la primera y la última ranuras 42 sobre un accionador 32. La distancia a través de una ranura 42 entre dos estratos 40 es una anchura de ranura  $W_s$ . En un ejemplo, la anchura de ranura  $W_s$  puede ser aproximadamente la misma que la anchura de diente W. En otros ejemplos, la anchura de ranura  $W_s$  puede ser diferente de la anchura de diente W. Dos de las medias ranuras 42b externas son equivalentes a una ranura completa 42a. El paso  $S_p$  de la ranura del accionador es la distancia entre el punto medio de una primera ranura 42 y el punto medio de la siguiente ranura 42 adyacente.

En un ejemplo, la pluralidad de ranuras 42 es un múltiplo del número de fases de la máquina de propulsión lineal o motor lineal 48 que comprende al menos un accionador 32 y al menos un estátor 30. Más específicamente, la cantidad de ranuras 42 es un múltiplo del número de fases P del motor lineal 48 con el fin de conseguir un bobinado equilibrado y puede estar definido por la ecuación: cantidad de ranuras =  $k \cdot P$  donde k es un número entero. Por ejemplo, en el ejemplo de la fig. 3, el motor lineal es una máquina trifásica. El valor de P es tres (3), el valor de k es tres (3) y el número de ranuras resultante es equivalente a nueve (9) ranuras completas (ocho ranuras completas 42a más dos medias ranuras 42b).

Cada bobina 44 de hilo conductor está dispuesta al menos en una ranura 42. Cada bobina 44 está enrollada alrededor, o rodea, la combinación de capa 46 de imán y al menos los dos estratos 40 que emparedan la capa 46 de imán. Como puede verse en la FIG. 3, las dos bobinas 44 separadas están enrolladas a través de, cada ranura 42a interna o depositadas en ella.

Las bobinas 44 pueden estar conectadas de forma operativa a una fuente de corriente eléctrica (no mostrada). La fuente puede proporcionar corriente multifásica como se conoce en la técnica. Por ejemplo, el motor lineal ilustrado en la fig. 3 es una máquina trifásica que puede recibir las tres corrientes A, B, C alternas de una fuente eléctrica trifásica. En tal sistema trifásico, tres grupos de bobinas 44 (A, B, C) cada uno soporta una de las tres corrientes alternas de la misma frecuencia que alcanzan sus valores máximos en un tercio de un ciclo entre sí. Como se ha ilustrado en la fig. 3, las bobinas 42A y 42A' soportan la fase A, las bobinas 42B y 42B' soportan la fase B, y las bobinas 42C y 42C' soportan la fase C. Se ha indicado la dirección de la corriente hacia dentro de la página mediante A', B' y C'. Se ha indicado la dirección de la corriente hacia fuera de la página mediante A, B, C.

Cada bobina 44 puede estar hecha de un material conductor tal como cobre, aluminio, una combinación de los dos, o similar. Cada bobina 44 tiene un estado activado y un estado desactivado, cuando está activado, la corriente está circulando en la bobina 44. Cada bobina 44 dispuesta, en relación a la capa 46 de imán, perpendicular a la dirección de flujo magnético de la capa 46 de imán alrededor de la cual está enrollada la bobina 44. Esta orientación asegura que la corriente en la bobina 44 es también perpendicular al flujo magnético.

Cada capa 46 de imán está intercalada entre dos de los estratos 40 y dispuesta dentro de una de la pluralidad de bobinas 44. Cada capa 46 de imán puede ser un imán permanente o un electroimán. La pluralidad de capas 46 de

imán está montada sobre el accionador 32 para tener polaridades invertidas con capas 46 de imán consecutivas en una dirección longitudinal a lo largo del accionador 32.

En funcionamiento, la interacción de las bobinas 44 activadas del accionador 32 con el estátor 30 produce un empuje sobre el accionador 32 unido a la cabina 14 e impulsa la cabina 14 a lo largo del estátor 30. Mientras que, la combinación del estátor 30 con el accionador 32 se describe en combinación con el uso como un motor 48, puede ser usada también como un generador durante la regeneración.

Volviendo ahora a la fig. 4 (que se ha proporcionado para propósitos de información y no cae dentro del alcance de las reivindicaciones), en ella se ha ilustrado otro ejemplo de un motor 48. Los elementos de la fig. 4 que corresponden a elementos en la fig. 3 son etiquetados con los mismos números de referencia donde se pueda practicar. En el ejemplo de la fig. 4, el sistema 10 de ascensores incluye un primer estátor 30a, un segundo estátor 30b y un accionador 32 dispuesto entre el primer y segundo estatores 30a, 30b. Los estatores 30a, 30b son similares a los descritos con referencia al ejemplo de la fig. 3 excepto que, con el fin de facilitar la circulación de flujo entre el accionador 32 y cada uno de los estatores 30a, 30b, cada uno de los estratos 40 no tienen forma de L como la tenían en el ejemplo ilustrado en la fig. 3. Los dientes 34a del primer estátor 30a y del accionador 32 definen un primer espacio 38a, y los dientes 34b del segundo estátor 30b y del accionador 32 definen otro espacio 38b. Como en el ejemplo previo ilustrado en la fig. 3, cada espacio 38a, 38b puede ser un entrehierro. Además, cada uno de los dientes 34a, 34b de cada estátor 30a, 30b puede ser un polo magnético Ma, Mb. Para conseguir un mejor rendimiento, los dientes 34a del primer estátor 30a pueden estar desplazados (verticalmente) de los dientes 34b del segundo estátor 30b. En un ejemplo, el desplazamiento puede ser del orden de desde mayor de cero a aproximadamente un paso de canal de estátor  $C_P$ . Se ha definido el paso de canal  $C_P$  como una distancia desde el punto medio de un primer canal 35 al punto medio de un segundo canal 35 adyacente. El desplazamiento es beneficioso para la producción de fuerza/par de torsión útil. La fuerza de empuje máxima puede ser generada cuando cada uno de los dientes de un estátor está desplazado de los dientes del otro estátor opuesto por la mitad de un paso de canal de estátor  $C_P$ .

Volviendo a la fig. 5, se han ilustrado esquemáticamente en ella las líneas de flujo magnético del ejemplo ilustrado en la fig. 4 cuando las bobinas son excitadas por una carga de corriente. Como puede verse las líneas de flujo 50 magnético fluyen desde uno de los polos de la capa 46 de imán, en este ejemplo una capa magnética permanente, a los dientes 34 de estátor y de nuevo a la capa 46 de imán. En la fig. 5, las bobinas han sido retiradas de la ilustración de modo que no oscurezcan las líneas magnéticas del flujo 50 en la ilustración.

Volviendo ahora a la fig. 6, se ha ilustrado en ella un ejemplo del motor lineal 48 para su uso en el sistema 10 de ascensores. Los elementos de la fig. 6 que corresponden a los elementos en la fig. 3 son etiquetados con los mismos números de referencia donde se pueda practicar. En el ejemplo de la fig. 6, el motor lineal 48 del sistema 10 de ascensores incluye un estátor 30 dispuesto entre dos accionadores 32, a saber un primer accionador 32a y un segundo accionador 32b. Ambos accionadores 32a, 32b son montados en una cabina 14. El primer accionador 32a y los dientes 34 del estátor 30 definen un primer espacio 38a como lo hacen el segundo accionador 32b y los dientes 34 del estátor 30. Esta disposición incluye duplicar los imanes del ejemplo mostrado en la fig. 3 y proporciona así una mayor densidad de potencia y fuerza sobre los accionadores 32a, 32b con relación al otro ejemplo.

Volviendo a la fig. 7, se han ilustrado esquemáticamente en ella las líneas de flujo magnético del ejemplo ilustrado en la fig. 6 cuando las bobinas son excitadas por una carga de corriente. Como puede verse las líneas de flujo 50 magnético que fluyen desde los polos de las capas 46 de imán, en este ejemplo una capa magnética permanente, a los dientes 34 del estátor y de nuevo a las capas 46 de imán son combinadas para los dos accionadores 32a, 32b, que generan un mayor empuje o fuerza sobre los accionadores 32a, 32b que en los ejemplos que tienen solamente un accionador 32. En la fig. 7, las bobinas han sido retiradas de la ilustración de modo que no oscurezcan las líneas magnéticas del flujo 50 en la ilustración.

Volviendo ahora a la fig. 8, se ha ilustrado en ella un ejemplo alternativo en el que el sistema 10 de ascensores incluye dos de los motores lineales de la fig. 6. Más específicamente, el sistema 10 de ascensores de la fig. 8 incluye un primer, un segundo, un tercer y un cuarto accionadores 32a, 32b, 32c, 32d montados en una cabina 14. Similar al ejemplo de la fig. 6, el estátor 30 está dispuesto entre el primer y segundo accionadores 32a, 32b. En la fig. 8, el estátor 30 está dispuesto también entre el tercer y cuarto accionadores 32c, 32d. Los elementos de la fig. 8 que corresponden a elementos en la fig. 3 son etiquetados con los mismos números de referencia donde se pueda practicar.

Cada uno del tercer y cuarto accionadores 32c, 32d está desplazado en una distancia D desde el primer y segundo accionadores 32a, 32b. Este desplazamiento reduce la fluctuación de fuerza de empuje para proporcionar un acceso a la cabina 14 de mejor calidad para los pasajeros. La fluctuación de la fuerza de empuje puede ocurrir debido a la variación en la permeancia del estátor 30 experimentada por los accionadores 32a, 32b, 32c, 32d cuando atraviesa el estátor 30. La reducción en la fluctuación de fuerza de empuje se puede conseguir ajustando la posición de los accionadores 32a, 32b del primer motor lineal 48a con relación a los accionadores 32c, 32d del segundo motor lineal 48b de manera que la fluctuación de fuerzas de empuje instantánea generada por cada uno es cancelada mientras que la fuerza de empuje media es mantenida constante. Esto reduce las vibraciones y mejora la calidad del acceso. La distancia D puede ser del orden de desde mayor de cero a aproximadamente uno por unidad de paso de canal de estátor  $C_P$ .

La fig. 9 ilustra la fuerza 52 de empuje media y el porcentaje de fluctuación 54 de la fuerza de empuje como una función de desplazamiento entre los dos motores lineales 48a, 48b de la fig. 8. El desplazamiento ha sido utilizado en términos de paso del canal de estátor. Puede verse que existen tres diferentes distancias de desplazamiento, en este ejemplo, que dan como resultado la reducción de fluctuación de fuerza de empuje desde aproximadamente el 48% a aproximadamente el 12%. Esto se consigue generando una fuerza de empuje instantánea del motor lineal 48b (fig. 8) que está desfasada de la del motor lineal 48a. En el ejemplo ilustrado en la fig. 9, los intervalos de unidad de paso de canal de estátor  $C_P$  que ha proporcionado fluctuación de fuerza de empuje inferior fueron los siguientes: aproximadamente 0,14 a aproximadamente 0,17 por unidad de paso  $C_P$  de canal de estátor; aproximadamente 0,47 a aproximadamente 0,53 por unidad de paso  $C_P$  de canal de estátor; y aproximadamente 0,80 a aproximadamente 0,86 por unidad de paso  $C_P$  de canal de estátor.

La fig. 10 ilustra la fuerza de empuje como una función de desplazamiento del motor lineal. La línea 56 ilustra la fuerza de máquina por unidad para la máquina lineal 48a, la línea 58 ilustra la fuerza de máquina por unidad para la máquina lineal 48b, la línea 60 ilustra la fuerza total generada por los dos motores lineales 48a, 48b sin desplazamiento, y la línea 62 ilustra la fuerza total generada por los dos motores lineales con desplazamiento.

La fig. 11 ilustra una variación en la que los dientes 34 del estátor 30 pueden estar inclinados. Aunque se ha mostrado con respecto al ejemplo de la fig. 3, esta variación se puede aplicar a cada uno de los ejemplos mencionados anteriormente en las figs. 3-4, 6 y 8. El término "inclinado" como se ha utilizado en este documento significa girado en un ángulo desde un plano H perpendicular a la dirección de empuje sobre el accionador 32 generado por la interacción del accionador 32 con el estátor 30. El ángulo para los dientes 34 del estátor 30 es el ángulo  $\alpha$  y puede ser del orden de aproximadamente  $-60^\circ$  a aproximadamente  $60^\circ$  desde un plano H perpendicular a la dirección de empuje sobre el accionador 32 generado por la interacción del accionador 32 con el estátor 30.

La fig. 12 ilustra una variación en la que las capas 46 de imán del accionador 32 pueden estar inclinadas. Aunque se ha mostrado con respecto al ejemplo de la fig. 3, esta variación se puede aplicar a cada uno de los ejemplos mencionados anteriormente en las figs. 3-4, 6 y 8. El ángulo para la capa 46 de imán del accionador 32 es el ángulo  $\theta$  y puede ser del orden de aproximadamente  $-60^\circ$  a aproximadamente  $60^\circ$  desde el plano H perpendicular a la dirección de empuje sobre el accionador 32 generado por la interacción del accionador 32 con el estátor 30.

La fig. 13 ilustra en un esquema ampliado una variación de la capa 46 de imán ejemplar. Esta variación se puede aplicar a cada uno de los ejemplos mencionados anteriormente en las figs. 3-4, 6, 8, 11 y 12 y ayuda a reducir las pérdidas magnéticas y a conseguir eficiencias operativas más elevadas. En la fig. 13, cada capa 46 de imán puede estar comprendida de uno o más imanes. En el ejemplo mostrado en la fig. 13 la capa de imán está comprendida de tres imanes, un primer imán 66a, un segundo imán 66b y un tercer imán 66c. El imán 66a dispuesto más próximo a los dientes 34 del estátor puede estar hecho de un imán agregado con altas propiedades de resistividad. El segundo y tercer imanes 66b, 66c pueden ser imanes sinterizados. En otro ejemplo, cada capa 46 de imán puede estar comprendida de una pluralidad de imanes que incluyen un grupo de imanes sinterizados y un grupo de imanes agregados. Cada imán en el grupo sinterizado es un imán sinterizado, y cada imán en el grupo agregado está dispuesto entre el grupo sinterizado y el diente 34 de estátor y es un imán agregado con propiedades de alta resistividad.

La fig. 14 ilustra, en un esquema ampliado, una variación del estátor ejemplar. Esta variación se puede aplicar a cada uno de los ejemplos mencionados anteriormente en las figs. 3-4, 6, 8, 11, 12 y 13. En la fig. 14 cada capa 46 de imán puede tener forma trapezoidal. La forma trapezoidal ayuda a reducir la saturación magnética y permite a la máquina de propulsión lineal operar a mayores densidades de fuerza.

Las figs. 15-16 ilustran variaciones en las que una pluralidad de superficie 70 del estrato 40 (del accionador 32) y/o una pluralidad de superficie 72 del estátor 30 pueden estar oblicuas. El término "oblicuo" como se ha utilizado en este documento significa que las superficies 70, 72 aplicables se estrechan desde un plano perpendicular a la dirección de empuje sobre el accionador 32 generado por la interacción del accionador 32 con el estátor 30. Las variaciones ilustradas en las figs. 15-16 pueden aplicarse a cada uno de los ejemplos mencionados anteriormente en las figs. 3-4, 6, 8, y 11-14 y entre sí.

La fig. 15 es una vista ampliada que muestra una parte de un accionador 32 ejemplar. La fig. 15 ilustra una variación en la que una o más superficies 70 de cada uno de los estratos 40 del accionador 32 pueden ser oblicuas. En la fig. 15, las bobinas 44 de hilo conductor y las capas 46 de imán permanente han sido retiradas con el fin de mostrar mejor la oblicuidad del estrato 40. En la realización ejemplar de la fig. 15, cada estrato 40 incluye una superficie 70a lateral exterior, una superficie 70b lateral interior; una superficie 70c lateral izquierda y superficies 70d laterales derechas; la superficie 70a lateral exterior de cada estrato 40 (que es adyacente a la capa 46 de imán permanente) es oblicua y la superficie 70b lateral interior (que es adyacente a las bobinas 44 de hilo conductor) es oblicua. En esta realización particular, las superficies 70c, 70d laterales izquierda y derecha no son oblicuas. En una realización en la que los estratos 40 son oblicuos como se ha descrito anteriormente, las capas 46 de imán permanente y las bobinas 44 de hilo conductor del accionador 32 pueden ser oblicuas también con el fin de acomodar la geometría del estrato 40.

La fig. 16 es una vista ampliada que muestra una parte de un estátor 30 ejemplar. La fig. 16 ilustra una variación del estátor 30 en la que una o más superficies 72 del estátor pueden ser oblicuas. En la realización ejemplar de la fig. 16, cada diente 34 tiene una superficie 72a, 72b lateral superior e inferior. Puede verse que la superficie 72b lateral inferior

de cada diente 34 es oblicua. Aunque no es visible en la ilustración, la superficie 72a lateral superior opuesta de cada diente es oblicua también en esta realización.

Aplicabilidad industrial

5 A la luz de lo anterior, puede verse que la presente descripción expone un sistema de propulsión lineal. En una realización ejemplar el sistema de propulsión lineal es un sistema de ascensores que utiliza uno o más motores lineales por cabina. Tales sistemas de ascensores pueden ser los más apropiados para la propulsión de cabinas de ascensor sin contrapeso o sin cables.

10 En las realizaciones descritas en este documento, el estátor está libre de elementos activos y es mecánicamente resistente, rígido y simplificado. Los elementos activos, las capas magnéticas y las bobinas de hilo conductor, están dispuestos sobre el accionador en vez de sobre el estátor estacionario posicionado en el hueco de ascensor. Ya que los imanes y las bobinas de hilo conductor no se alinean en toda la pista de estátor, se utilizan unos pocos en general. Esto da como resultado un sistema más económico sin sacrificar fuerza de empuje. Además, la inclinación o bien de los dientes del estátor o bien de la capa de imán da como resultado una eficiencia mejorada y la oblicuidad da como resultado una fluctuación de fuerza de empuje reducida. Además, en las realizaciones en las que se han utilizado una pluralidad de motores lineales para cada cabina, los motores lineales pueden ser así posicionados sobre la cabina para reducir la fluctuación de fuerza de empuje.

15 Aunque solamente ciertas realizaciones han sido expuestas, serán evidentes alternativas y modificaciones de la descripción anterior para los expertos en la técnica. Estas y otras alternativas son consideradas equivalentes y están dentro del alcance de las reivindicaciones.

20



**REIVINDICACIONES**

- 1.- Una máquina (10) de propulsión lineal que comprende:  
un primer estátor (30), incluyendo el estátor una pluralidad de dientes (34); y  
un primer accionador (32) adyacente al primer estátor (30) y que se puede mover en una dirección lineal a lo largo del  
5 primer estátor (30), incluyendo el accionador (32):  
una pluralidad de estratos (40) ferromagnéticos separados;  
una pluralidad de ranuras (42), cada una de las ranuras (42) adyacente al menos a uno de los estratos (40);  
una pluralidad de bobinas (44) de hilo conductor, cada bobina (44) dispuesta al menos en una ranura (42),  
10 teniendo las bobinas (44) un estado activado y un estado desactivado; y caracterizado por que el accionador  
comprende además  
una pluralidad de capas (46) de imán, cada capa (46) de imán intercalada entre dos de los estratos (40) y  
dispuesta dentro de una de la pluralidad de bobinas (44), en donde cada bobina (44) está dispuesta sustancialmente  
perpendicular a la dirección del flujo magnético de la capa (46) de imán permanente alrededor de la cual está enrollada  
15 la bobina (44), en donde los dientes (34) o la capa (46) de imán permanente están dispuestos en un ángulo desde un  
plano sustancialmente perpendicular a la dirección de empuje sobre el primer accionador (32) generado por la  
interacción del primer accionador (32) con el primer estátor (30).
- 2.- La máquina (10) de propulsión lineal de la reivindicación 1, en donde la pluralidad de ranuras (42) es un múltiplo  
de un número de fases de la máquina (10) de propulsión lineal.
- 3.- La máquina (10) de propulsión lineal de la reivindicación 1 o 2, en donde cada uno de la pluralidad de dientes (34)  
20 incluye una superficie lateral oblicua.
- 4.- La máquina (10) de propulsión lineal de la reivindicación 1, 2 o 3, en la que cada uno de la pluralidad de dientes  
(34) tiene una anchura de diente y una distancia a través de la ranura (42) entre dos estratos (40) es una anchura de  
ranura, en donde la anchura de ranura es aproximadamente la misma que la anchura de diente.
- 5.- La máquina (10) de propulsión lineal de cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en donde cada uno de los  
25 estratos (40) incluye una superficie lateral de estratos oblicua.
- 6.- La máquina (10) de propulsión lineal de cualquiera de las reivindicaciones precedentes, que incluye además un  
segundo estátor (30b), en donde el primer accionador (32) está dispuesto entre el primer y segundo estatores (30a),  
(30b).
- 7.- La máquina (10) de propulsión lineal de cualquiera de las reivindicaciones precedentes, que incluye además un  
30 segundo accionador (32b) que se puede mover en una dirección lineal a lo largo del primer estátor (30a), en donde el  
primer estátor (30a) está dispuesto entre el primer y segundo accionadores (32a), (32b); y en donde preferiblemente  
las capas (46) de imán de cada uno del primer (32a) y segundo (32b) accionadores están inclinadas en relación con  
el primer estátor.
- 8.- La máquina (10) de propulsión lineal de la reivindicación 7, que incluye además un tercer (32c) y cuarto (32d)  
35 accionadores, que se puede mover en una dirección lineal a lo largo del primer estátor (30a), en donde el primer  
estátor (30a) está dispuesto entre el tercer (32c) y cuarto (32d) accionadores, y el tercer y cuarto accionadores están  
desplazados del primer (32a) y segundo (32b) accionadores.
- 9.- La máquina (10) de propulsión lineal de cualquier reivindicación precedente, en donde cada uno de los dientes (34)  
40 tiene un polo magnético;  
en donde los dientes del primer estátor y el primer accionador definen un espacio, en donde la pluralidad de capas  
(46) de imán permanente están montadas sobre el accionador (32) para tener polaridades invertidas con capas (46)  
de imán permanente consecutivas en una dirección longitudinal a lo largo del accionador (32); y  
en donde los dientes (34) o la capa (46) de imán permanente están dispuestos en un ángulo del orden de  
45 aproximadamente -60° a aproximadamente 60° desde un plano sustancialmente perpendicular a la dirección de  
empuje sobre el primer accionador (32) generado por la interacción del primer accionador (32) con el primer estátor  
(30).
- 10.- La máquina (10) de propulsión lineal de cualquier reivindicación precedente, en donde cada capa (46) de imán  
permanente tiene una forma trapezoidal.

11- la máquina (10) de propulsión lineal de la reivindicación 9 o 10, en donde cada capa (46) de imán permanente está comprendida de un primer (66a) y segundo (66b) imanes permanentes, el primer imán (66a) permanente dispuesto entre el estátor (30) y el segundo imán (66b), en donde el primer imán (66a) es un imán agregado.

12.- Un sistema de ascensores que comprende:

5 un hueco de ascensor;

una cabina dispuesta dentro del hueco de ascensor; y

una máquina de propulsión lineal como se ha reivindicado en cualquiera de las reivindicaciones precedentes en donde la máquina de propulsión lineal es un motor lineal, y en donde:

10 el primer estátor está dispuesto en el hueco de ascensor y cada uno de los dientes es un polo magnético, el primer estátor está hecho de material ferromagnético laminado; y

el primer accionador está montado sobre la cabina

la pluralidad de estratos separados están hechos de material ferromagnético laminado;

15 , cada capa de imán permanente está comprendida de un primer imán y un segundo imán, el primer imán dispuesto entre el segundo imán y el estátor, el primer imán un imán agregado, el segundo imán un imán sinterizado; y

cada bobina de la pluralidad de bobinas está enrollada alrededor de uno de los imanes permanentes,

en donde el motor lineal es un motor polifásico y un primer grupo de la pluralidad de bobinas de hilo conductor soportan corriente alterna con una fase diferente que un segundo grupo de la pluralidad de bobinas de hilo conductor.

20 13.- El sistema de ascensores de la reivindicación 12, en donde los dientes están dispuestos en un ángulo del orden de aproximadamente  $-60^\circ$  a aproximadamente  $60^\circ$  desde un plano perpendicular a la dirección de empuje sobre el primer accionador generado por la interacción del primer accionador con el primer estátor; y/o

en donde las capas de imán permanente están dispuestas en un ángulo del orden de desde aproximadamente  $-60^\circ$  a aproximadamente  $60^\circ$  desde un plano perpendicular a la dirección de empuje sobre el primer accionador generado por la interacción del primer accionador con el primer estátor.

25 14- el sistema de ascensores de la reivindicación 13, en donde la pluralidad de dientes es mayor que la pluralidad de ranuras; y/o

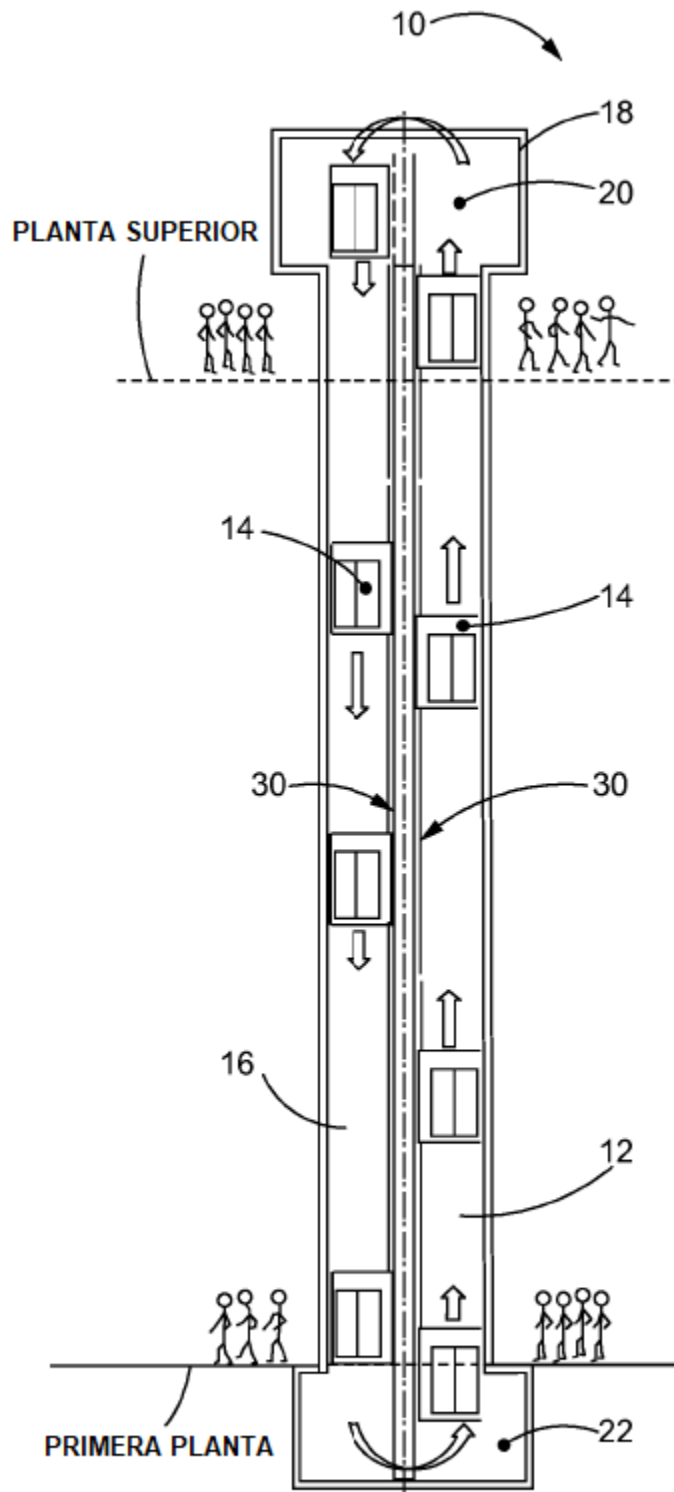
que incluye además un segundo estátor, en donde el primer accionador está dispuesto entre el primer y segundo estatores; y/o

30 que incluye además un segundo accionador montado en la cabina y que se puede mover en una dirección lineal a lo largo del primer estátor, en donde el primer estátor está dispuesto entre el primer y segundo accionadores; y preferiblemente

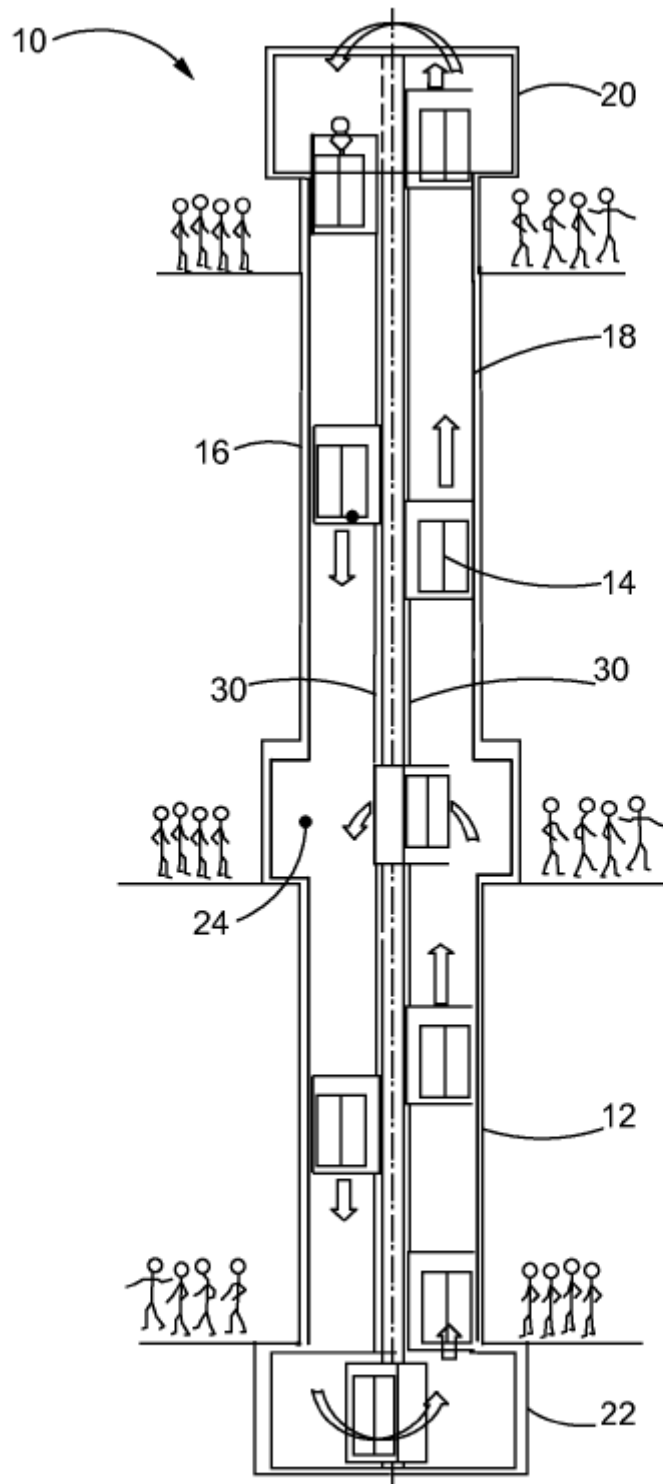
en donde los dientes del primer y segundo accionadores están dispuestos en un ángulo del orden de aproximadamente  $-60^\circ$  a aproximadamente  $60^\circ$  desde un plano perpendicular a la dirección de empuje sobre el primer accionador generado por la interacción del primer accionador con el primer estátor.

35 15.- El sistema de ascensores de la reivindicación 12, 13 o 14, que incluye además un tercer y cuarto accionadores montados en la cabina y que se puede mover en una dirección lineal a lo largo del primer estátor, en donde el primer estátor está dispuesto entre el tercer y cuarto accionadores y el tercer y cuarto accionadores están desplazados del primer y segundo accionadores, en donde el desplazamiento es una distancia del orden de más de cero a aproximadamente uno por unidad de paso de canal de estátor.

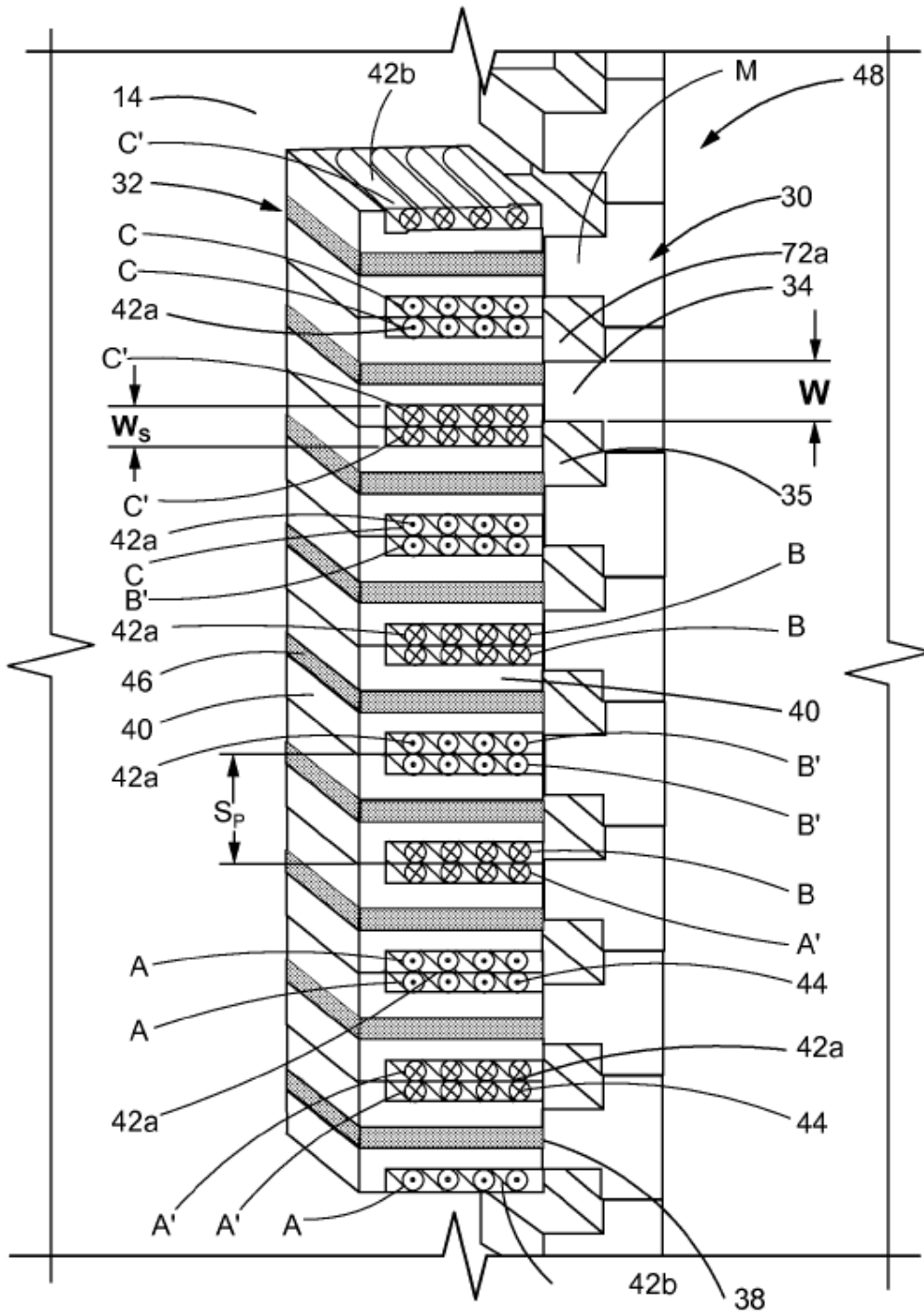
40



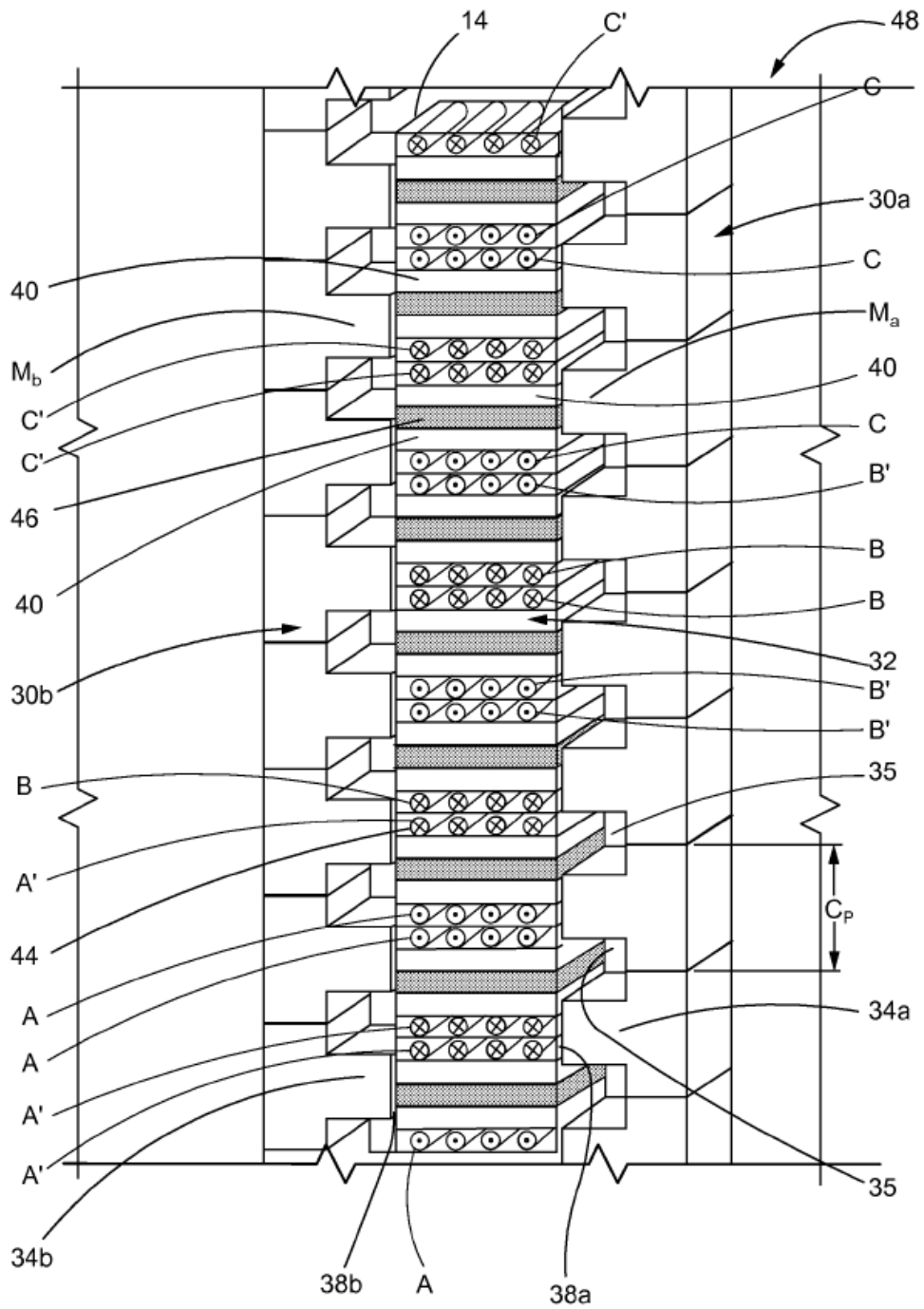
**FIG. 1**



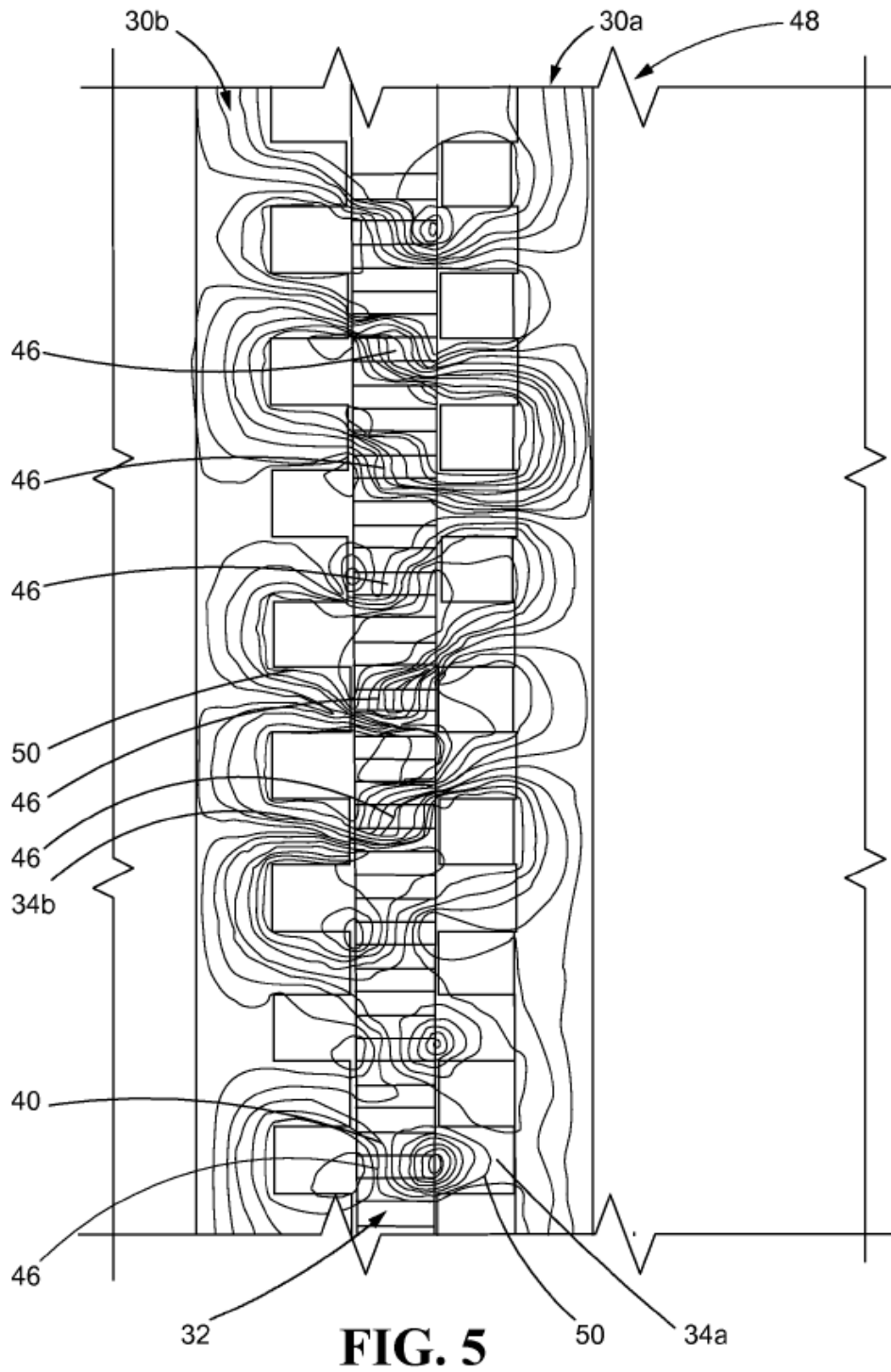
**FIG. 2**

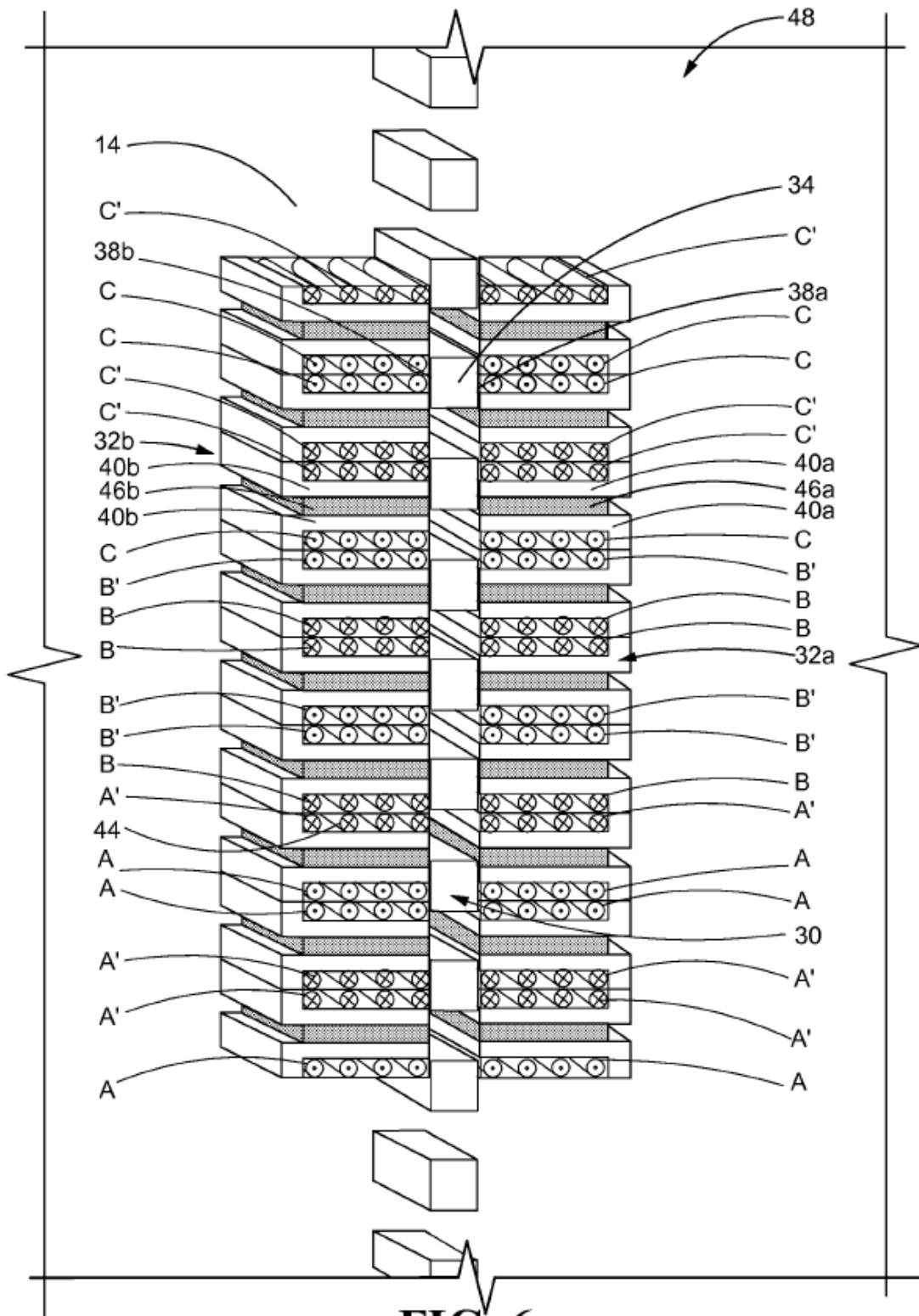


**FIG. 3**



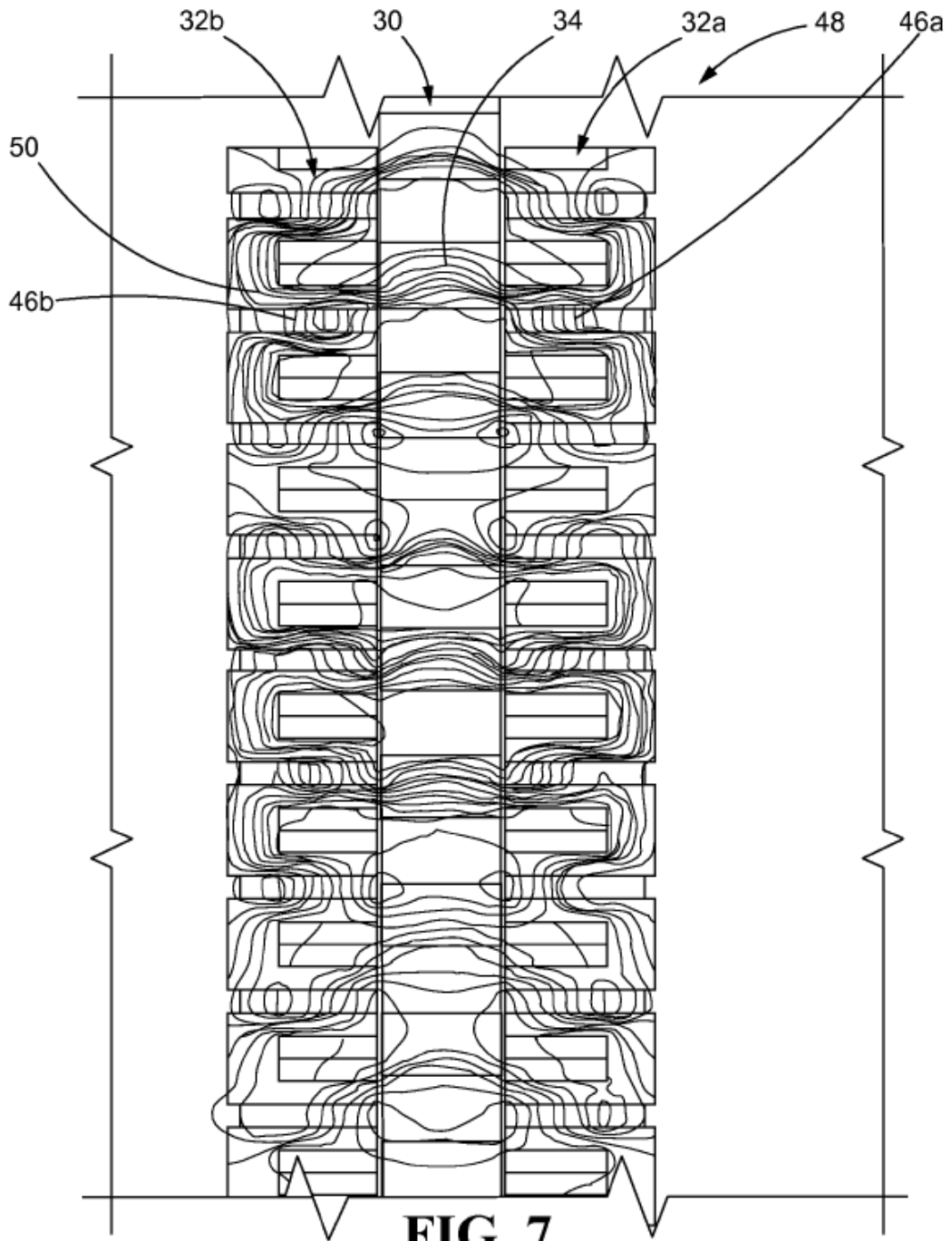
**FIG. 4**

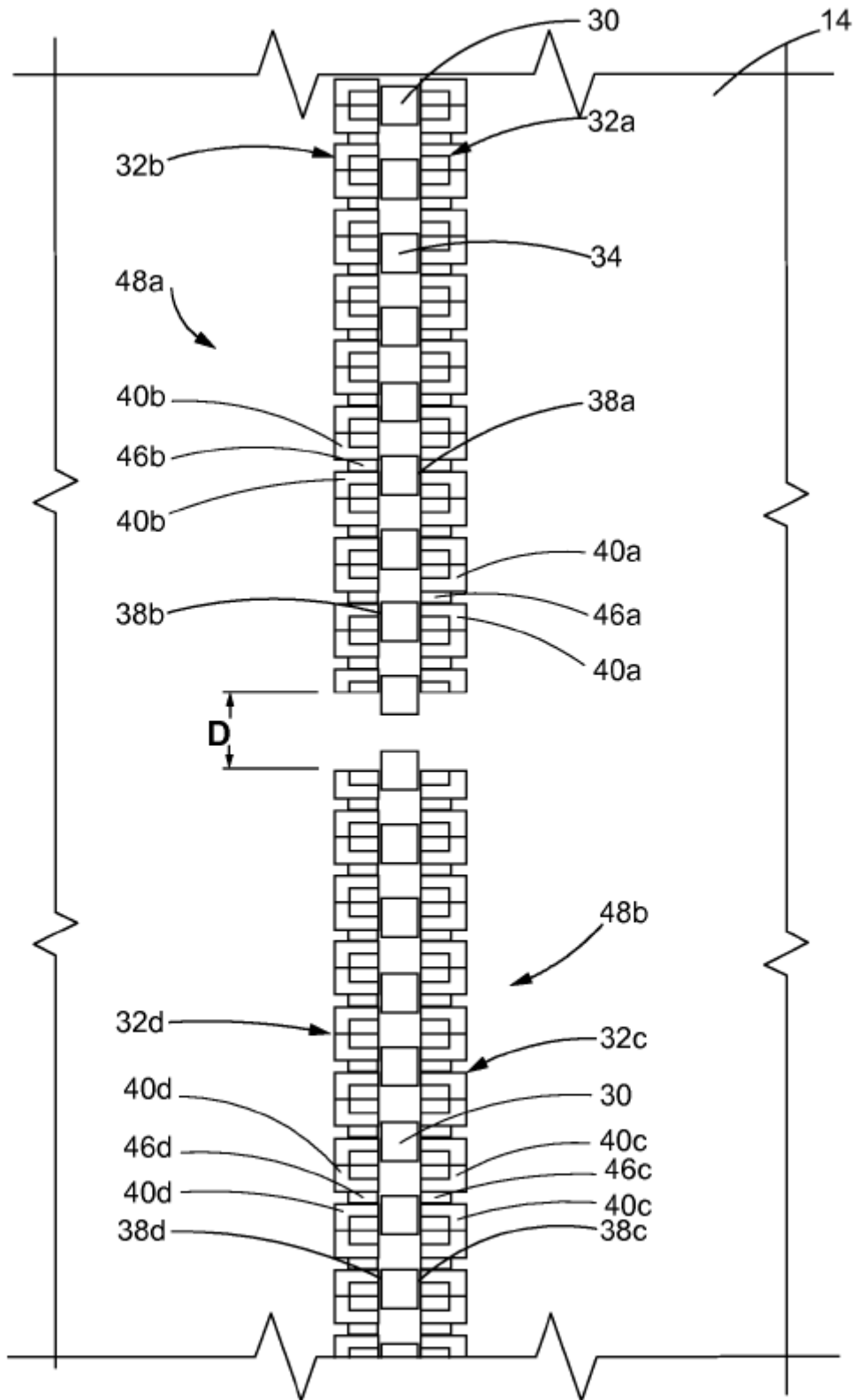




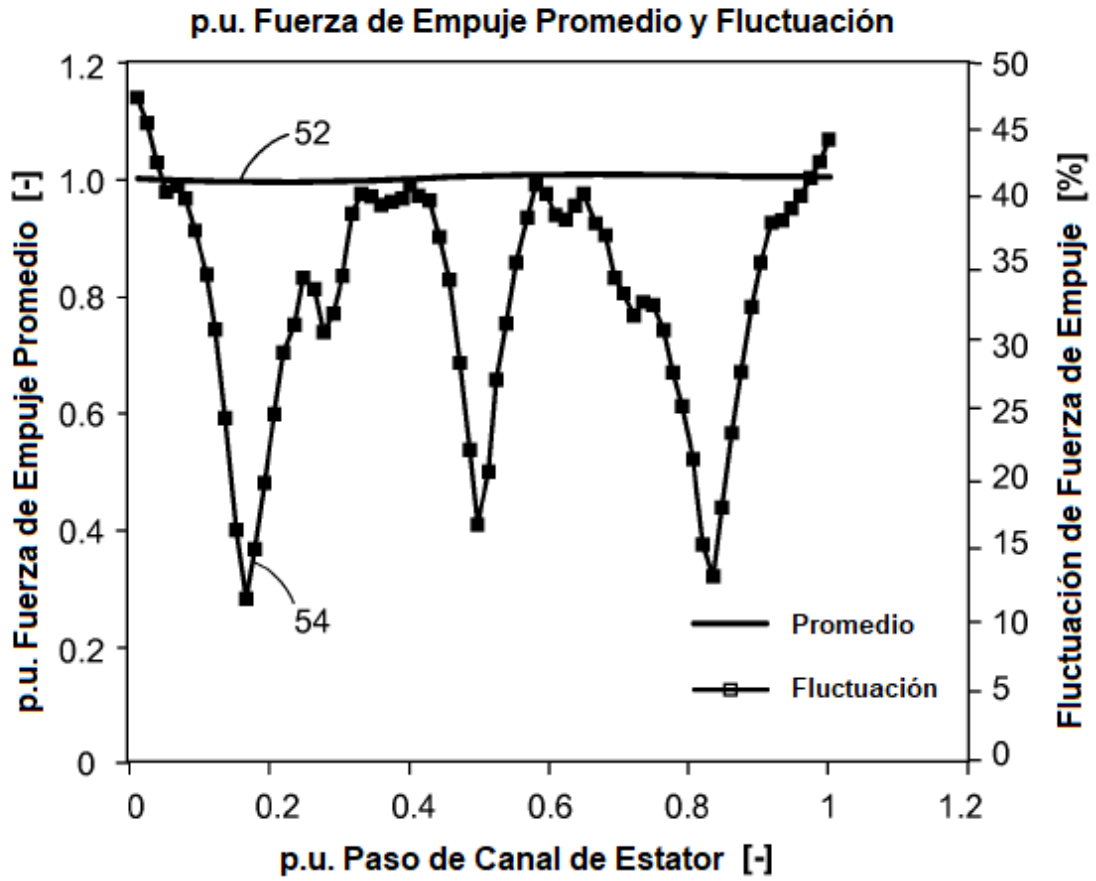
**FIG. 6**



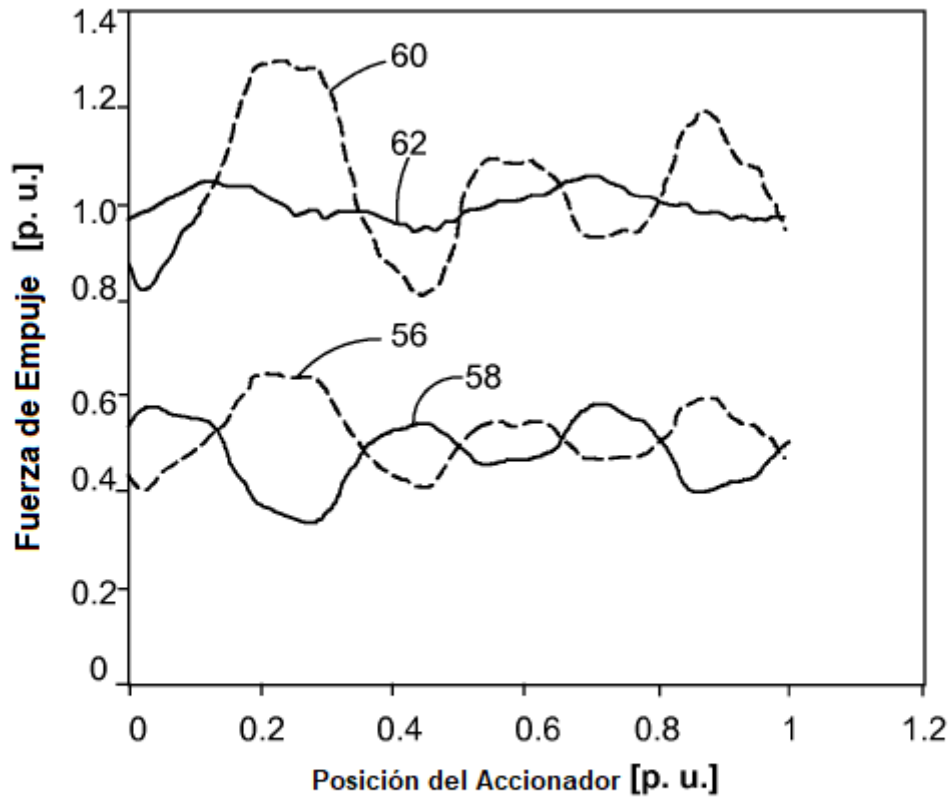




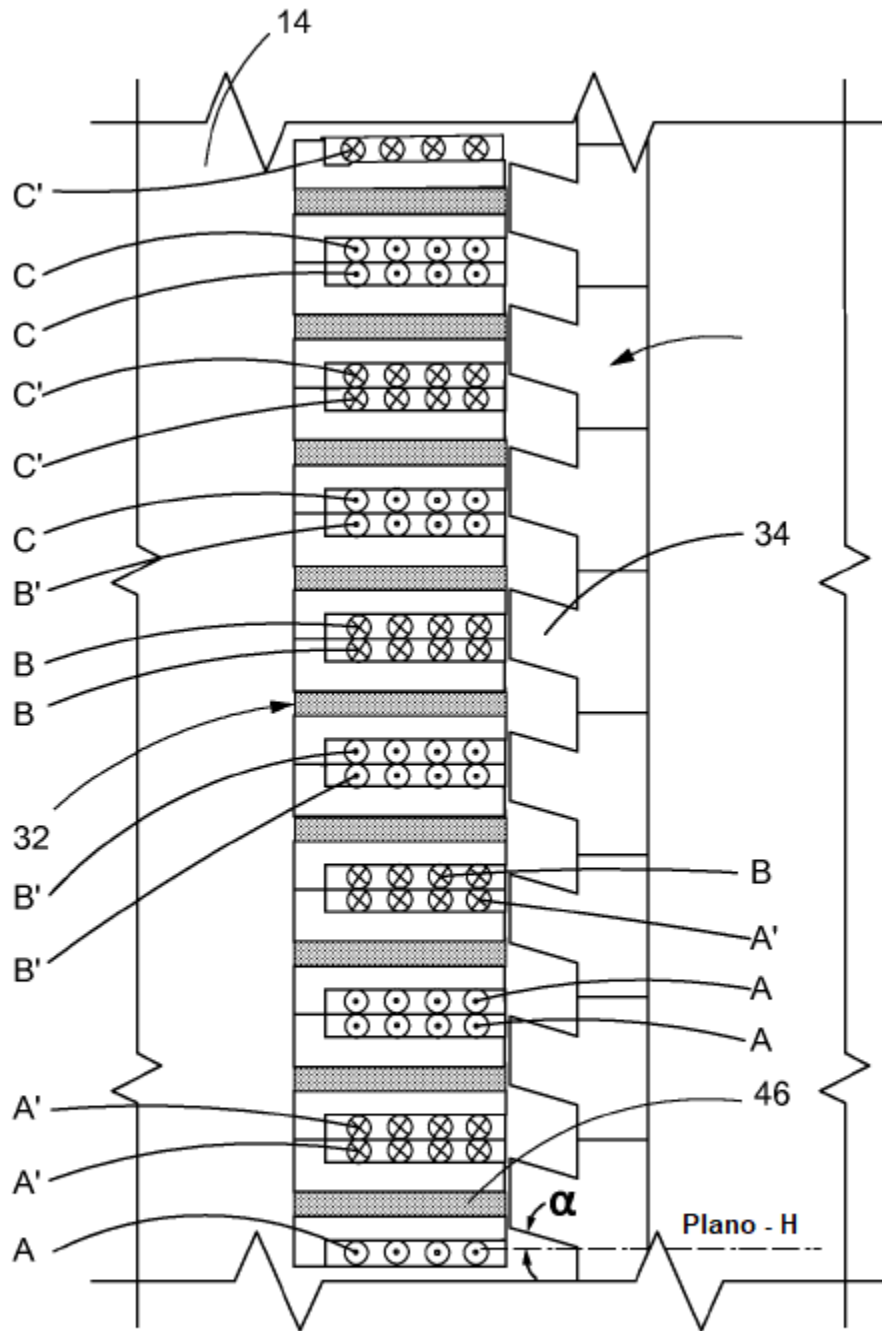
**FIG. 8**



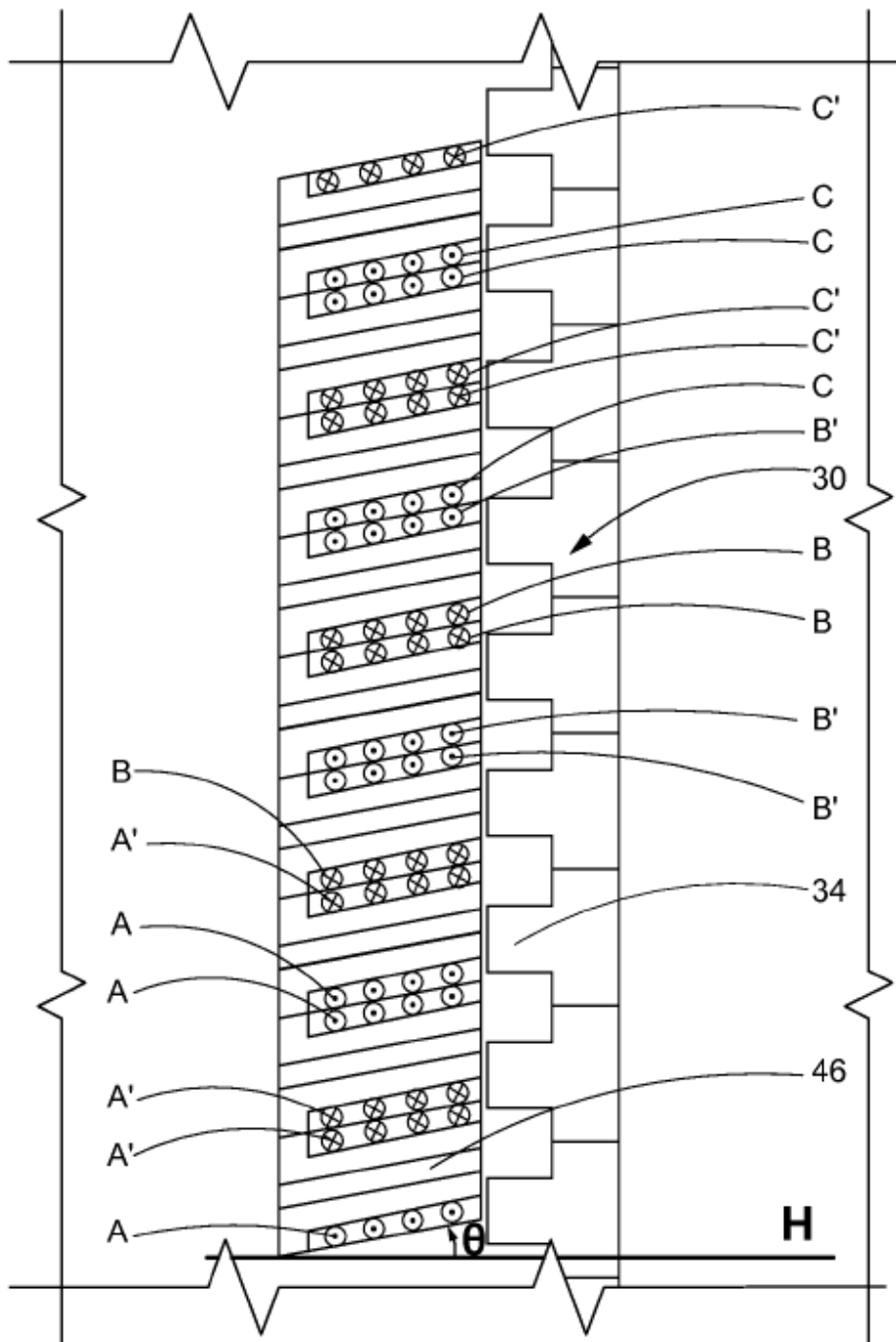
**FIG. 9**



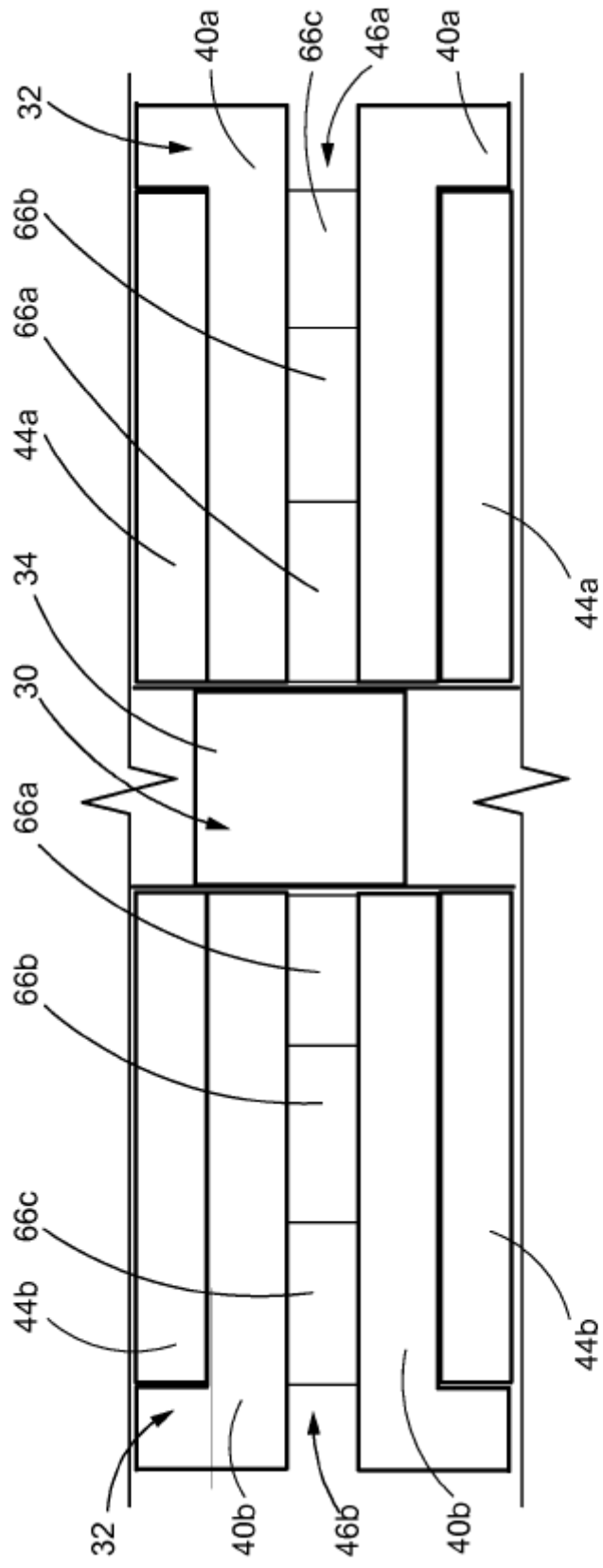
**FIG. 10**



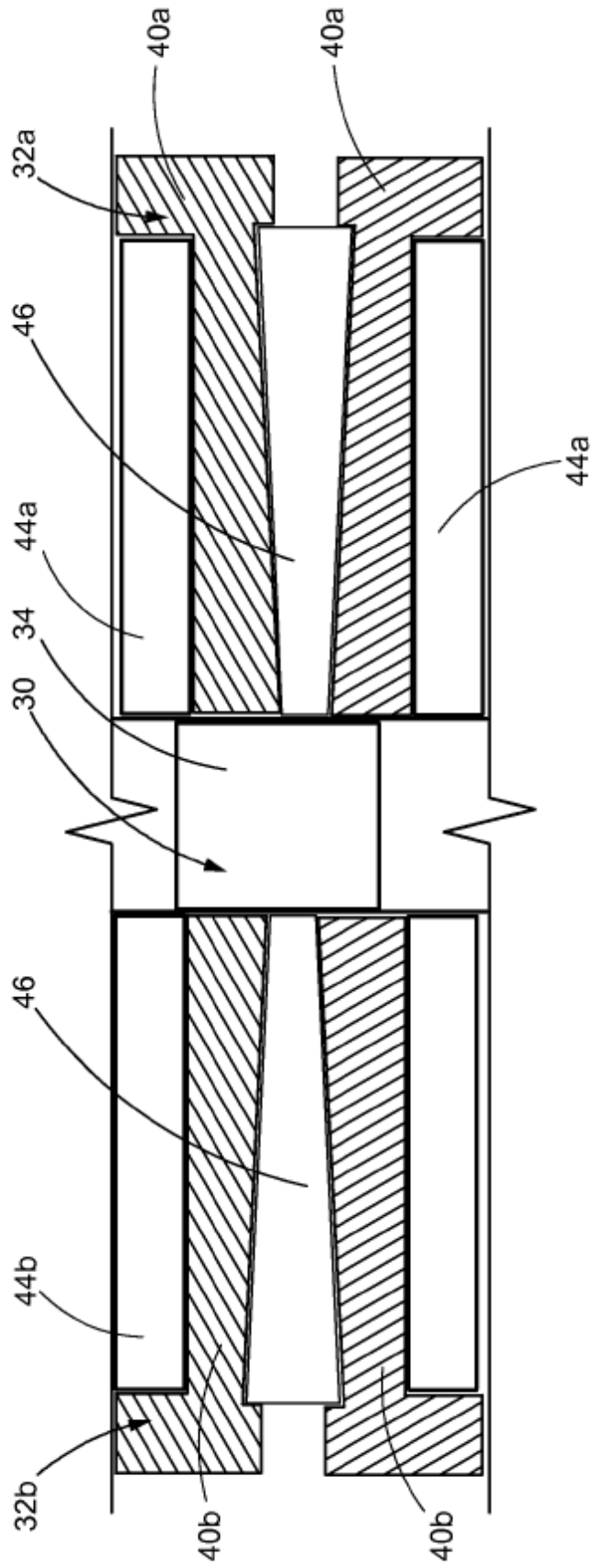
**FIG. 11**



**FIG. 12**

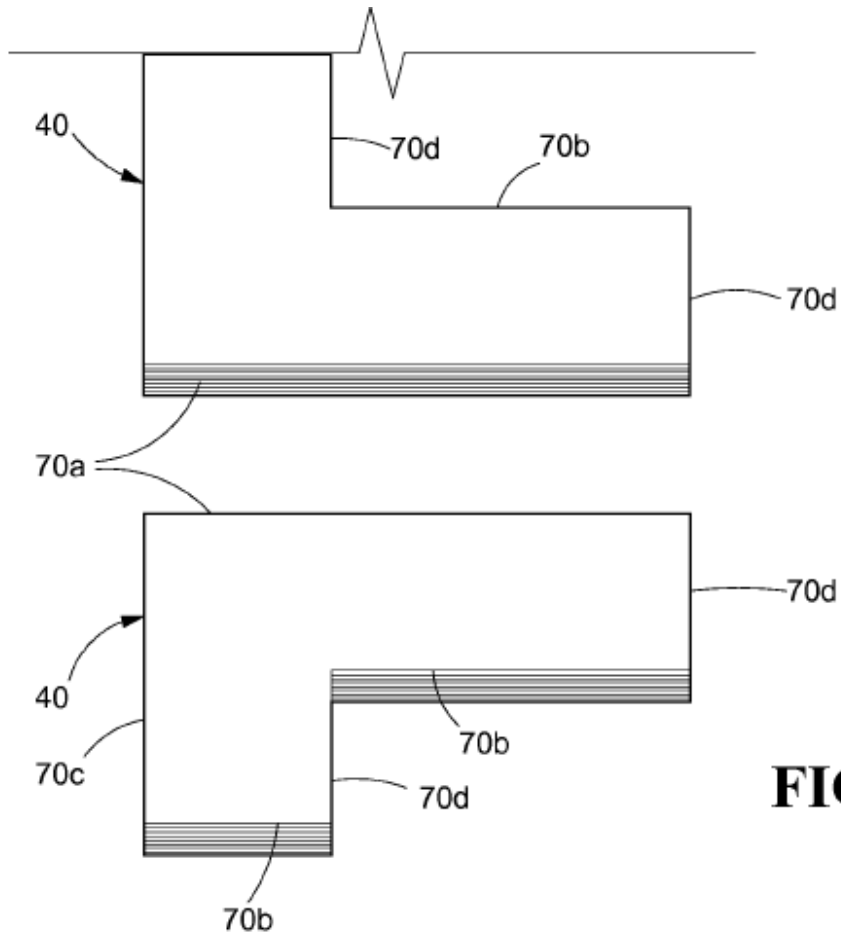


**FIG. 13**

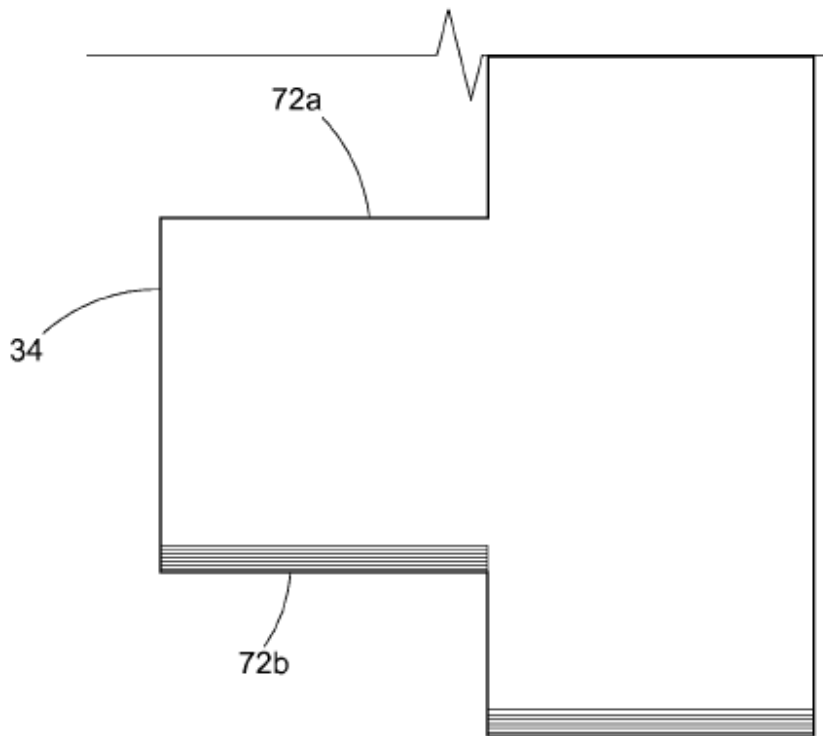


**FIG. 14**





**FIG. 15**



**FIG. 16**