

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 818 224**

21 Número de solicitud: 201930869

51 Int. Cl.:

C25C 3/16 (2006.01)

C25C 3/20 (2006.01)

C25C 7/06 (2006.01)

12

PATENTE DE INVENCION CON EXAMEN

B2

22 Fecha de presentación:

07.10.2019

43 Fecha de publicación de la solicitud:

09.04.2021

Fecha de modificación de las reivindicaciones:

24.09.2021

Fecha de concesión:

08.11.2021

45 Fecha de publicación de la concesión:

16.11.2021

73 Titular/es:

**PRADO PUEO, Félix (100.0%)
C/ MARIA AUXILIADORA 1
22400 MONZÓN (Huesca) ES**

72 Inventor/es:

PRADO PUEO, Félix

74 Agente/Representante:

AZAGRA SAEZ, María Pilar

54 Título: **INSTALACIÓN DE ELECTRO-DEPOSICIÓN CON BARRAS INTER-CELDA ACTIVAS Y SU PROCEDIMIENTO DE OPERACIÓN**

57 Resumen:

Instalación de electro-deposición con barras inter-celda activas (2) y su procedimiento de operación que comprende al menos tres celdas (1) conectadas, o susceptibles de ser conectadas, en serie entre el polo positivo y el polo negativo de un rectificador, varias barras inter-celda activas (2) instaladas entre dichas celdas (1), y también en los extremos de la instalación, comprendiendo cada una un cuerpo conductor común (3) con múltiples segmentos de barra conductora (4), uno para cada electrodo (11, 12), eléctricamente aislados pero conectables eléctricamente y de manera independiente, al cuerpo conductor común (3) o a un cable extensor (13) mediante unos interruptores (22) gobernados desde un equipo micro informático con capacidad de comunicación remota.

Esta invención aporta la principal ventaja de dotar a una planta convencional con una segura protección de los electrodos ante cortocircuitos, con una completa gestión de la producción mediante una monitorización completa del proceso en tiempo real, y con una mayor capacidad productiva mediante la despolarización interna de los electrodos.

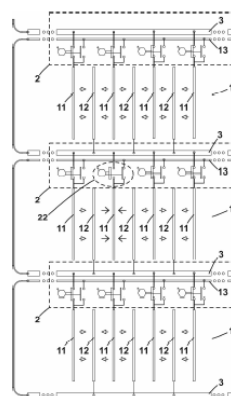


Fig. 3

Aviso: Se puede realizar consulta prevista por el art. 41 LP 24/2015.
Dentro de los seis meses siguientes a la publicación de la concesión en el Boletín Oficial de la Propiedad Industrial cualquier persona podrá oponerse a la concesión. La oposición deberá dirigirse a la OEPM en escrito motivado y previo pago de la tasa correspondiente (art. 43 LP 24/2015).

ES 2 818 224 B2

DESCRIPCIÓN

Instalación de electro-deposición con barras inter-celda activas y su procedimiento de operación

5

La presente memoria descriptiva se refiere, como su título indica, a una instalación de electro-deposición con barras inter-celda activas, del tipo de las utilizadas en procesos de electrodeposición de metales, electro-obtención, electro-refinado o recubrimiento, y a su procedimiento de operación. Esta instalación comprende al menos tres celdas conectadas, o susceptibles de ser conectadas, en serie entre el polo positivo y el polo negativo de un rectificador y varias barras inter-celda activas instaladas entre dichas celdas, y también en los extremos de la instalación.

10

Cada una de estas barras inter-celda activas comprende a su vez un cuerpo conductor común con múltiples segmentos de barra conductora, uno para cada electrodo, eléctricamente aislados pero conectables eléctricamente y de manera independiente, al cuerpo conductor común o a un cable extensor mediante unos interruptores gobernados desde un dispositivo de control local, instalado en la propia barra activa, con acceso remoto desde un equipo micro informático, propiciando una completa gestión de la producción con un monitorizado completo del proceso en tiempo real, y pudiendo operar con una mayor capacidad productiva mediante la despolarización interna de los electrodos y una segura protección de los electrodos ante cortocircuitos.

20

Campo de la invención

25

La invención se refiere al campo de las plantas y procesos de electro-deposición de metales en la que las celdas de producción que contienen los electrodos y el electrolito están conectadas o pueden conectarse entre sí mediante una barra eléctrica inter-celda.

Estado actual de la técnica

30

En la actualidad son ampliamente conocidas y utilizadas instalaciones de electro-deposición bien sean de electro-refinado, donde el metal a depositar en el cátodo constituye el propio ánodo, o electro-obtención donde el metal a depositar está disuelto en el electrolito. Se componen de celdas que conteniendo el electrolito y al menos tres electrodos se conectan

35

entre sí formando una cadena con alimentación eléctrica serie. Cuando enfrentamos dos electrodos en un medio electrolítico, el electrodo con potencial más positivo lo llamamos ánodo y el de potencial más negativo cátodo, por lo que con electrodo nos referimos genéricamente a ambos. Ejemplos de estas instalaciones de electro-deposición convencionales las podemos encontrar descritas, por ejemplo, en las patentes ES2112025 *“Célula de electrodeposición continua de aleaciones metálicas”*, ES2556039 *“Compartimiento anódico para celdas de electrodeposición de metales”* ó ES2092993 *“Conductor eléctrico, en especial para usar como un ánodo insoluble en procesos de electrodeposición, y en procesos electroquímicos en general, y procedimiento para su producción”*.

Un diagrama simplificado de estas instalaciones convencionales de electro-deposición lo encontramos reflejado en la figura –1-, y en la figura –2-, que muestra una sección representativa (16) de una instalación convencional de electro-deposición que consta de tres porciones de tres celdas. En estas instalaciones convencionales cada una de las celdas se conecta con la anterior recibiendo así su corriente y con la siguiente suministrándole la misma corriente, de esta forma la misma corriente eléctrica es compartida por toda la cadena de celdas en serie, consiguiendo un resultado de re-utilización de la corriente eléctrica. Más en concreto, todos los cátodos (17) de la celda anterior descansan y se conectan a una barra eléctrica conductora que llamamos barra inter-celda (18). A su vez todos los ánodos (19) de la celda siguiente se apoyan y conectan alternándose con los cátodos anteriores sobre la misma barra inter-celda (18). En estas figuras –1- y –2- se muestra un esquema en planta en el que vemos realmente los colgadores y justo debajo se encuentran las placas de electrodos correspondientes sumergidos en el electrolito, un extremo y solo un extremo del colgador, como se muestra en la figura –2-, está en contacto eléctricamente con la barra de alimentación, el otro extremo parece flotar en el dibujo, y eso es lo que hace en términos eléctricos al descansar en un calzo aislador eléctrico, que no obstante da el imprescindible apoyo mecánico. Los colgadores anódicos y así los ánodos se conectan en el extremo que corresponde a la barra inter-celda más positiva o más próxima al positivo del rectificado, con el otro extremo del colgador apoyado sobre un calzo aislante eléctrico. Los cátodos por el contrario se conectan a través del otro extremo del colgador más próximo al negativo del rectificador, con el otro extremo del colgador apoyado sobre un calzo aislante eléctrico.

Dichos ánodos y cátodos comparten barra inter-celda si bien pertenecen a dos celdas diferentes consecutivas, y de esta forma se establece la conexión eléctrica de todas las celdas en serie. Los ánodos de la primera celda de la cadena se conectan a la barra positiva del rectificador (20), los cátodos de la última celda se conectan a la barra negativa del rectificador (21). Todo el conjunto está supervisado desde una sala de control (23), ambientalmente acondicionada para los operarios y próxima a las celdas, efectuando dichos operarios las incursiones necesarias para inspeccionar el estado del proceso productivo, que se lleva a cabo en cada uno de los miles de electrodos de las celdas dispersos sobre la planta.

Son conocidas muchas variaciones estructurales en las formas de las barras inter-celda: triangular, rectangular, la llamada hueso de perro, con slots o ranuras triangulares en las que encajan las barras o colgadores, así como, combinaciones de las anteriores. Pero la función final es la misma, una barra metálica conductora usualmente de cobre que conecta en serie dos celdas consecutivas a la vez que redistribuye las corrientes de los electrodos conectados en paralelo entre sí. Es oportuno resaltar que estas barras son pasivas ya que no ejercen ninguna acción de conmutación de las corrientes, limitándose a actuar como un canal fijo para la distribución de la corriente. Destacar que en producción las flechas de corriente salen de la superficie de los ánodos (19), pasan por el electrolito que llena la celda y entran en los cátodos (17), sobre los que se deposita el metal.

Las instalaciones industriales de estos procesos productivos presentan una serie de limitaciones o hándicaps: las necesarias incursiones a la planta para su inspección con altas temperaturas y, a menudo, una niebla ácida casi irrespirable, con un trasiego casi continuo del puente grúa que, a cierta velocidad, recorre toda la sala de celdas, suponen un gran esfuerzo y consumo de recursos humanos en condiciones muy precarias. Las actuaciones de control del fundamental componente que es la corriente eléctrica es totalmente manual, y solo cabe la desconexión manual o extracción del electrodo en situación de riesgo. Una limitada densidad productiva ocasionada por la polarización que aparece con una densidad de corriente elevada, bajo rendimiento energético y reducida vida o durabilidad de los componentes físicos permanentes. En resumen, nos encontramos con unas serias dificultades de producción, causadas por las limitaciones operativas de las intervenciones manuales explicadas.

Para solventar alguno de estos problemas, en concreto el de la producción y el rendimiento, se pueden utilizar macro-transformadores que se superponen al rectificador de planta para

forzar variaciones de corriente electro químicamente beneficiosas en cada uno de los electrodos. Pero, al no disponer de ningún sistema de control local sobre las corrientes particulares ánodo y/o cátodo, solo queda la opción que se acaba de exponer de actuar desde los extremos de la planta con un macro-transformador, alterando drásticamente la corriente total global de la planta, superponiendo a la corriente continua de producción, una corriente alterna de alta frecuencia y de alta amplitud (igual o mayor que la amplitud de la corriente continua). Sin embargo, es una solución con actuación muy poco precisa, invasiva y con altos costes económicos.

10 Se han intentado algunas otras soluciones, como la descrita en ES2642124 "*Sistema para la evaluación de la distribución de corriente en electrodos de plantas electroquímicas*", que utiliza sonda eléctricas para monitorizar el consumo de las secciones de la celda, pero no logra aportar soluciones al resto de los problemas de esta tecnología.

15 También se conocen soluciones como la descrita en WO 2013/037899 "*Permanent system for continuous detection of current distribution in interconnected electrolytic cells*", que prevén la utilización de gatillos electromecánicos para la desconexión de las barras, pero estos elementos tienen un elevado consumo de corriente, y requieren obligatoriamente de un costoso cableado de control por elemento, lo cual hace que su implementación real en una planta de producción no sea viable ni técnica ni económicamente.

El aumento la densidad de corriente en electrodos nos permitiría paliar el gran volumen y coste de las plantas, el problema de la capacidad y calidad se consigue mejorar también con una óptima gestión de los ciclos de producción, y por último, la protección, detección y desactivación de elementos en cortocircuitos mejora el rendimiento, la calidad de la producción y la duración de los componentes. Pero las soluciones actuales solo permiten paliar tímidamente los problemas indicados al no suponer un control real del proceso.

Descripción de la invención

30

Para solventar la problemática existente en la actualidad en cuanto en los procesos de electro-deposición se ha ideado la instalación de electro-deposición con barras inter-celda activas y su procedimiento de operación objeto de la presente invención, la cual comprende

- al menos tres celdas conectadas, o susceptibles de ser conectadas, en serie entre el polo positivo y el polo negativo de un rectificador, siendo la primera celda la conectada al polo positivo,

- varias barras inter-celda activas instaladas entre dichas celdas, y también en los extremos de la instalación, que comprenden cada una a su vez un cuerpo conductor común con múltiples segmentos de barra conductora, uno para cada electrodo, estando dichos segmentos de barra conductora eléctricamente aislados del cuerpo conductor común, y siendo cada uno de los segmentos de barra conductora conectables eléctricamente, de manera independiente, al cuerpo conductor común mediante al menos un interruptor de producción gobernado mediante un elemento de control, disponiendo asimismo este elemento de control de medios de medida de la tensión en bornes del interruptor de producción y opcionalmente de sensores de corriente, y

- al menos un equipo micro informático de control, dotado con un software específico, y con medios de comunicación digital con todos y cada uno de los elementos de control y capacidad de comunicación remota.

Los segmentos de barra conductora pueden estar conectados eléctricamente con los ánodos o bien con los cátodos de las celdas, o con ambos electrodos.

El cuerpo conductor común de cada barra inter-celda activa lleva eléctricamente asociado un cable extensor dispuesto paralelamente a la barra inter-celda activa anterior, o posterior, dependiendo de si está conectado un ánodo o un cátodo, siendo conectable a los segmentos de barra conductora de la barra inter-celda activa en la cual está dispuesto paralelamente mediante unos interruptores de inversión gobernados mediante el elemento de control.

El equipo informático de control dispone de medios para establecer y modificar el software y los parámetros de control, y para captar todos los datos de proceso muestreados y transmitidos por los elementos de control. Asimismo almacena los amperios hora acumulados desde el inicio del proceso de deposición y esta información es utilizada por el software de gestión, que nos proporcionará una representación del metal depositado en los cátodos en cada momento. Cualquier desviación anormal de corriente o voltaje será inmediatamente informada como una alarma y convenientemente tratada.

Esta instalación de electro-deposición con barras inter-celda activas que se describe lleva asociado un procedimiento característico de operación, que comprende

- una etapa de operación, implicando la activación de los interruptores de producción y la desactivación de los interruptores de inversión, que se realiza en todos los ciclos, salvo si estamos en un estado de cortocircuito detectado en una etapa de control de cortocircuitos. Su ejecución pone al electrodo en producción continuamente durante la mayor parte del tiempo total, abandonándose cíclicamente durante un reducido lapso de tiempo, del orden de milisegundos, para la ejecución de unas etapas de control de cortocircuitos y de despolarización. En caso de cortocircuito inminente no se ejecuta esta etapa de operación, al encontrarse en un estado de protección,
- una etapa de medida de corriente, tras la que se retorna a la etapa de operación,
- una etapa de control de cortocircuitos, implicando la medida de tensión en terminales, con todos los interruptores desactivados, tras la que se retorna a la etapa de operación, excepto en caso de cortocircuito inminente en que se abandona para pasar a un estado de protección,
- una etapa de despolarización, implicando la desactivación de los interruptores de producción y la activación de los interruptores de inversión, tras la que se retorna a la etapa de operación, y
- una etapa de comunicación,

siendo realizadas periódicamente para todos los electrodos, entendiendo periódicamente como sinónimo de cíclicamente..

Ventajas de la invención

Esta instalación de electro-deposición con barras inter-celda activas que se presenta aporta múltiples ventajas sobre los equipos disponibles en la actualidad siendo la más importante que permite dotar a una planta convencional que dispone de un control manual que prácticamente no ha evolucionado desde su invención hace unos 100 años, con una segura protección de los electrodos ante cortocircuitos, con una completa gestión de la producción mediante una monitorización completa del proceso en tiempo real, y con una mayor capacidad productiva mediante la aplicación de pulsos y la despolarización interna de los electrodos.

Es importante resaltar que, colocando las barras inter-celda activas inteligentes, conseguimos además un monitorizado en tiempo real del estado de la producción informando al ordenador de sala de control de las corrientes y voltajes en tiempo real de todas las celdas.

5

Otra importante ventaja de estas barras es que también podemos obtener un aumento de la capacidad y calidad productiva, debido a que nuestra barra inter-celda activa es capaz sin ninguna fuente de alterna o continua adicional exterior de producir pulsos de corriente positivos y negativos controlados a cada uno de los electrodos que como es sabido mitiga la polarización de los mismos, todo ello combinado con la protección ante cortocircuitos de los electrodos.

10

También hay que resaltar que las soluciones adoptadas consiguen solventar los problemas inherentes a instalaciones convencionales. Así, el problema de la producción se consigue mejorar directamente aumentando la corriente en la planta o lo que es lo mismo la densidad de corriente en electrodos, el problema de la capacidad y calidad se consigue mejorar también con una óptima gestión de los ciclos de producción, y por último, la protección, detección y desactivación de elementos en cortocircuito mejora el rendimiento, la calidad de la producción y la vida útil de los componentes, a la vez que reduce la contaminación de la producción y del medio ambiente.

20

Asimismo no debemos olvidar que, como puede verse en la descripción, esta actividad eléctrica es fácilmente implementable en una planta productiva existente, no es nada invasiva, tiene un coste económico reducido y está muy lejos de las complejas soluciones existentes hasta nuestra invención, unas consistentes principalmente en macro transformadores que se superponen al rectificador de planta y alteran drásticamente la corriente total de planta, que hasta la fecha han resultado poco viables en la industria debido a su complejidad y alto coste económico. Otras modificando la propia estructura de cada uno de los miles y miles ánodos que componen la planta por lo que suponen también alta complejidad y coste. La solución propuesta permite especialmente eliminar la necesidad de elevados consumos energéticos y de costosos y complejos sistemas de cableado necesarios en soluciones electromecánicas, propiciando una solución fácilmente integrable y de bajo consumo.

25

30

Además, la posibilidad de utilizar reducidos consumos y medios de comunicación digital de tipo inalámbrico posibilita eliminar el cableado, y la integración total de los elementos en la barra, facilitando adicionalmente el montaje, funcionamiento y mantenimiento de la planta de producción.

5

Descripción de las figuras

Para comprender mejor el objeto de la presente invención, en el plano anexo se ha representado una instalación convencional y una realización práctica preferencial de una
10 instalación de electro-deposición con barras inter-celda activas.

En dicho plano la figura –1- muestra un diagrama esquemático de una instalación convencional de electro-deposición.

15 La figura –2- muestra una sección representativa de una instalación convencional de electro-deposición que consta de tres porciones de tres celdas, indicando con flechas el sentido de la corriente eléctrica.

La figura –3- muestra una sección representativa de una instalación de electro-deposición
20 en su realización preferente con barras inter-celda activas conectadas a los ánodos, indicando con flechas el sentido de la corriente eléctrica.

La figura –4- muestra un detalle parcial de una barra inter-celda activa, en una instalación de electro-deposición en su realización preferente con barras inter-celda activas conectadas a
25 los ánodos, con un detalle ampliado de uno de los conjuntos de interruptores y su elemento de control.

La figura –5- muestra una sección representativa de una instalación de electro-deposición en una realización alternativa con barras inter-celda activas, en este caso conectadas a los
30 cátodos, indicando con flechas el sentido de la corriente eléctrica.

La figura –6- muestra un detalle parcial de una barra inter-celda activa, en una instalación de electro-deposición en una realización alternativa con barras inter-celda activas conectadas a los cátodos, con un detalle ampliado de uno de los conjuntos de interruptores y su elemento
35 de control .

La figura –7- muestra un diagrama de bloques simplificado de un equipo informático de control.

- 5 La figura –8- muestra un organigrama simplificado del procedimiento característico de operación.

Realización preferente de la invención

- 10 La constitución y características de la invención podrán comprenderse mejor con la siguiente descripción hecha con referencia a las figuras adjuntas. Para una mayor claridad, y una mejor apreciación de las diferencias, en la figura 1 se muestra un diagrama esquemático de una instalación convencional de electro-deposición, y en la figura 2 se representa una celda estándar con barras inter-celda pasivas convencionales.

15

En las figuras 3, 4, 5, 6, y 7, ya se ilustra una instalación de electro-deposición con barras inter-celda activas que comprende

- al menos tres celdas (1) conectadas, o susceptibles de ser conectadas, en serie entre el polo positivo y el polo negativo de un rectificador, siendo la primera celda la
- 20 conectada al polo positivo,
- varias barras inter-celda activas (2) instaladas entre dichas celdas (1), y también en los extremos de la instalación, que comprenden cada una a su vez un cuerpo conductor común (3) con múltiples segmentos de barra conductora (4) asociados mecánicamente, uno para cada electrodo, estando dichos segmentos de barra
- 25 conductora (4) eléctricamente aislados del cuerpo conductor común (3) mediante medios de aislamiento (5), y siendo cada uno de los segmentos de barra conductora (4) conectables eléctricamente, de manera independiente, al cuerpo conductor común (3) mediante al menos un interruptor de producción (6) gobernado mediante un elemento de control (7) por cada interruptor de producción (6), disponiendo
- 30 asimismo este elemento de control (7) de medios de medida de la tensión en bornes del interruptor de producción (6) y opcionalmente de sensores de corriente, y
- al menos un equipo micro informático de control (8), dotado con su correspondiente software específico (9), con medios de comunicación digital (10) con todos y cada uno de los elementos de control (7) y con la sala de control (23).

35

Los segmentos de barra conductora (4) están conectados eléctricamente con los ánodos (11) de las celdas (1), tal y como se refleja en las figuras 3 y 4, o bien en una realización alternativa, con los cátodos (12) de las celdas (1), tal y como se refleja en las figuras 5 y 6. Asimismo está prevista otra realización alternativa combinando ambas conexiones simultáneamente mediante barras inter-celda doblemente activas, un segmento controlado para los ánodos (11) y otro para los cátodos (12), con el mismo equipo informático de control (8). Estos segmentos de barra conductora (4) pueden ir superpuestos o insertados en el cuerpo conductor común (3).

- 10 El cuerpo conductor común (3) de cada barra inter-celda activa (2) lleva eléctricamente asociado o conectado un cable extensor (13) dispuesto paralelamente a cualquier barra inter-celda activa (2) posterior, preferiblemente la inmediatamente posterior, en caso de segmentos de barra conductora (4) conectados eléctricamente con los ánodos (11), o a cualquier barra inter-celda activa (2) anterior, preferiblemente la inmediatamente anterior, en
15 caso de segmentos de barra conductora (4) conectados eléctricamente con los cátodos (12), siendo conectable a los segmentos de barra conductora (4) de la barra inter-celda activa (2) en la cual está dispuesto paralelamente mediante unos interruptores de inversión (14) gobernados mediante el elemento de control (7).
- 20 Tanto los interruptores de producción (6) como los interruptores de inversión (14) pueden ser tanto interruptores electrónicos de estado sólido como interruptores electromecánicos de potencia o relés, o cualquier combinación de ambos.

Los medios de comunicación digital (10) del equipo informático de control (8) con todos los
25 elementos de control (7) y con la sala de control (23) pueden ser cualquiera de los conocidos, tanto cableados como inalámbricos. Preferentemente serán elegidos del grupo formado por cable Ethernet, comunicación cableada PLC , comunicación inalámbrica WIFI y comunicación inalámbrica Bluetooth o similares.

- 30 El equipo informático de control (8) dispondrá de medios para establecer y modificar el software y los parámetros de control localmente y desde la sala de control (23), y para captar todos los datos de proceso muestreados y transmitidos por los elementos de control (7) y transmitirlos a la sala de control (23). Asimismo almacenará los amperios hora acumulados desde el inicio del proceso de deposición y el software de gestión, que nos
35 proporcionará una representación del metal depositado en los cátodos (12) en cada

momento. Cualquier desviación anormal de corriente o voltaje será inmediatamente informada como una alarma y convenientemente tratada.

Esta instalación de electro-deposición con barras inter-celda activas que se describe lleva asociado un procedimiento característico de operación, que comprende

- una etapa de operación (24),
- una etapa de medida de corriente (25),
- una etapa de control de cortocircuitos (26),
- una etapa de despolarización (27), y
- una etapa de comunicación (28),

siendo realizadas periódicamente para todos los electrodos, entendiéndose periódicamente como sinónimo de cíclicamente.

La etapa de operación (24) comprende la activación de los interruptores de producción (6) y la desactivación de los interruptores de inversión (14), ordenada desde el equipo informático de control (8) mediante los medios de comunicación digital (10) a todos los elementos de control (7). Esta etapa se realiza en todos los ciclos, salvo si estamos en un estado de cortocircuito detectado en la etapa de control de cortocircuitos (26). Su ejecución pone al electrodo en producción continuamente durante la mayor parte del tiempo total, preferentemente más del 96% del tiempo total, abandonándose cíclicamente durante un reducido lapso de tiempo, del orden de milisegundos, para la ejecución de las etapas de control de cortocircuitos (26) y de despolarización (27). En caso de cortocircuito inminente no se ejecuta esta etapa de operación (24), al encontrarse en un estado de protección (29).

En la etapa de medida de corriente (25) los elementos de control (7) muestrean la caída de tensión en bornes de los interruptores de producción (6) en estado activado (cerrado), y transmiten el valor mediante los medios de comunicación digital (10) al equipo informático de control (8) en el cual, mediante unas tablas de linealizado, se obtiene el valor de la corriente en cada electrodo (11) ó (12), si algún valor de corriente supera un valor prefijado se desactiva ese interruptor de producción (6). De manera alternativa, en caso de que los elementos de control (7) dispongan de sensor de corriente, en la etapa de medida de corriente los elementos de control (7) miden directamente mediante su sensor de corriente la corriente circulante a través de los interruptores de producción (6) en estado activado (cerrado), y transmiten el valor mediante los medios de comunicación digital (10) al equipo informático de control (8), si algún valor de corriente supera un valor prefijado se desactiva

ese interruptor de producción (6). Tras la ejecución de esta etapa se retorna a la etapa de operación (24).

En la etapa de control de cortocircuitos (26) se desactivan durante un tiempo reducido
5 preconfigurado, del orden de uno o varios milisegundos, una pareja de interruptor de
producción (6) y su interruptor de inversión (14) correspondiente, leyendo a la vez el
potencial en el lado del electrodo y transmitiendo el valor mediante los medios de
comunicación digital (10) al equipo informático de control (8), y si este potencial difiere
mucho de un valor prefijado se genera una alarma y se pasa a un estado de protección (29)
10 manteniendo la desconexión para esa pareja de interruptor de producción (6) y su interruptor
de inversión (14) correspondiente mientras dure dicha alarma, consiguiendo así la
protección de los electrodos ante cortocircuitos. De esta forma conseguimos una
sensibilidad de detección de cortocircuito muy superior a la que conseguimos mediante la
medida de la corriente o lo que es lo mismo, una detección y protección precoz antes de
15 alcanzar una corriente muy alta en el caso de existir un ligero contacto de cortocircuito, dado
que el electrodo está en un estado eléctrico flotante o desconectado (ambos interruptores
desactivados), dicho contacto de cortocircuito arrastrará muy notablemente el potencial del
electrodo libre o flotante hacia el electrodo que lo cortocircuita, esta medida de voltaje del
electrodo flotante desplazado hacia su electrodo complementario nos indicará el estado de
20 cortocircuito inminente. Tras la ejecución de esta etapa se retorna a la etapa de operación
(24), excepto en caso de cortocircuito inminente en que se abandona para pasar a un
estado de protección (29).

En la etapa de despolarización (27), se desactiva, durante un tiempo reducido
25 preconfigurado, del orden de uno o varios milisegundos, un interruptor de producción (6)
mientras se activa su correspondiente interruptor de inversión (14) correspondiente, que,
durante un periodo corto de tiempo, establecerá una conexión a un voltaje inverso obtenido
de las propias celdas mediante el cable extensor (13), ocasionando la dosis requerida de
corriente inversa en el electrodo para conseguir su despolarización. Esta etapa se ilustra en
30 las figuras 3, 4, 5 y 6 mediante un conjunto de interruptores (22) en esta configuración. Esta
etapa de despolarización se realizará periódicamente para todos los electrodos. Los
periodos de producción y de despolarización mediante corriente inversa, serán establecidos
por los técnicos de proceso de forma experimental en función de las características y
circunstancias de la producción en curso. No entra en el ámbito de esta patente el

establecimiento de estos periodos o dosis de carga de despolarización. Tras la ejecución de esta etapa se retorna a la etapa de operación (24).

En la etapa de comunicación (28) cada elemento de control (7) envía un paquete con información local, comprendiendo el estado de cortocircuito, medida de corriente, medida de voltaje..., mediante los medios de comunicación digital (10), al equipo micro informático de control (8) y a la sala de control (23), y comprueba si recibe cualquier comando, dato u orden remota por parte del equipo micro informático de control (8) o de la sala de control (23). Tras la ejecución de esta etapa se retorna a la etapa de operación (24).

Como referencia o punto de partida damos un orden de valores propuestos, obtenidos como resultado de las pruebas experimentales:

- periodo producción 6 segundos,
- periodo de corriente inversa 0.15 segundos con una amplitud de corriente inversa del orden del 40% respecto de la corriente de producción, $0.15\text{seg} \times 0.4\text{amp} / (6\text{seg} \times 1\text{amp}) \times 100 = 1.5$;

un 1.5 por cierto de carga de despolarización respecto a la de producción ha mostrado ser suficiente en un proceso de electro-refinado de cobre operando en laboratorio a 750 Amperios por metro cuadrado.

Todas estas desconexiones de la producción introduciendo cortas conexiones de corrientes inversas en nuestra invención se producirán en miles y miles de puntos sobre toda la planta, en cada uno de los miles de interruptores. Con una distribución aleatoria propiciada por un algoritmo generador de números aleatorios implementado en el software específico (9) del equipo informático de control (8), o bien con una actuación secuenciada de barrido o escaneado, pero siempre uniforme de manera que en total solamente se generará un pequeño murmullo de fondo o factor de rizado eléctrico casi indetectable en los bornes del rectificador principal.

Como puede verse esta actividad eléctrica no es nada invasiva, estando muy lejos de las soluciones propuestas hasta nuestra invención, consistentes en macro transformadores que se superponen al rectificador de planta y alteran drásticamente la corriente total de planta por lo que hasta la fecha han resultado poco viables en la industria.

Resulta obvio afirmar que si se desea, estas corrientes inversas pueden desactivarse (poniendo el valor del periodo inverso a cero), esto se puede hacer totalmente o selectivamente por tipo de electrodo ánodo/cátodo (sólo a los ánodos, sólo a los cátodos, a ambos, a ninguno), por electrodos elegidos o por intervalos de tiempo para una exploración
 5 selectiva de las condiciones/resultados óptimos de la producción.

Como se puede apreciar en las figuras la invención se puede aplicar: solo a los ánodos (11), como se muestra en las figuras 3, 4 y 5, solo a los cátodos (12), como se muestra en las figuras 6, 7 y 8, y también es posible aplicarla simultáneamente a los ánodos (11) y los
 10 cátodos (12) a la vez en la misma barra activa. Las tres opciones son en general viables y eficaces, pero dependerá del metal y de los electrodos de la planta a controlar la conveniencia de aplicar una opción u otra, aunque la decisión final será del usuario/cliente considerando su presupuesto/costes y opiniones.

15 La persona experta en la técnica comprenderá fácilmente que puede combinar características de diferentes realizaciones con características de otras posibles realizaciones, siempre que esa combinación sea técnicamente posible.

Toda la información referida a ejemplos o modos de realización forma parte de la
 20 descripción de la invención.

REIVINDICACIONES

5 1 – Instalación de electro-deposición con barras inter-celda activas **caracterizada porque** comprende

- al menos tres celdas (1) conectadas, o susceptibles de ser conectadas, en serie entre el polo positivo y el polo negativo de un rectificador, siendo la primera celda la conectada al polo positivo,
 - 10 - varias barras inter-celda activas (2) instaladas entre dichas celdas (1), y también en los extremos de la instalación, que comprenden cada una a su vez un cuerpo conductor común (3) con múltiples segmentos de barra conductora (4) asociados mecánicamente, uno para cada electrodo, estando dichos segmentos de barra conductora (4) eléctricamente aislados del cuerpo conductor común (3) mediante
 - 15 medios de aislamiento (5), y siendo cada uno de los segmentos de barra conductora (4) conectables eléctricamente, de manera independiente, al cuerpo conductor común (3) mediante al menos un interruptor de producción (6) gobernado mediante un elemento de control (7) por cada interruptor de producción (6), disponiendo asimismo este elemento de control (7) de medios de medida de la tensión en bornas
 - 20 del interruptor de producción (6), y
 - al menos un equipo informático de control (8), dotado con un software específico (9), y con medios de comunicación digital (10) con todos y cada uno de los elementos de control (7), y con la sala de control (23),
- llevando eléctricamente asociado el cuerpo conductor común (3) de cada barra inter-celda
- 25 activa (2) un cable extensor (13) dispuesto paralelamente a cualquier barra inter-celda activa (2) posterior, en caso de segmentos de barra conductora (4) conectados eléctricamente con los ánodos (11), o a cualquier barra inter-celda activa (2) anterior en caso de segmentos de barra conductora (4) conectados eléctricamente con los cátodos (12), siendo conectable a los segmentos de barra conductora (4) de la barra inter-celda activa (2) en la cual está
- 30 dispuesto paralelamente mediante unos interruptores de inversión (14) gobernados mediante el elemento de control (7).

2 – Instalación de electro-deposición con barras inter-celda activas, según la anterior reivindicación, **caracterizada porque** los segmentos de barra conductora (4) están

35 conectados eléctricamente con los ánodos (11) de las celdas (1).

3 – Instalación de electro-deposición con barras inter-celda activas, según reivindicación 1, **caracterizada porque** los segmentos de barra conductora (4) están conectados eléctricamente con los cátodos (12) de las celdas (1).

4 – Instalación de electro-deposición con barras inter-celda activas, según cualquiera de las anteriores reivindicaciones, **caracterizada porque** tanto los interruptores de producción (6) como los interruptores de inversión (14) se eligen del grupo formado por interruptor electrónico de estado sólido e interruptor electromecánico de potencia.

5 – Instalación de electro-deposición con barras inter-celda activas, según cualquiera de las anteriores reivindicaciones, **caracterizada porque** los elementos de control (7) incorporan un sensor de corriente.

6 – Instalación de electro-deposición con barras inter-celda activas, según cualquiera de las anteriores reivindicaciones, **caracterizada porque** los medios de comunicación digital (10) del equipo informático de control (8) con todos los elementos de control (7) y con la sala de control (23) son elegidos del grupo formado por cable Ethernet, comunicación cableada PLC, comunicación inalámbrica WIFI y comunicación inalámbrica Bluetooth.

7 – Procedimiento de operación de una instalación de electro-deposición con barras inter-celda activas como la descrita en las anteriores reivindicaciones, **caracterizado porque** comprende

- una etapa de operación (24), comprendiendo la activación de los interruptores de producción (6) y la desactivación de los interruptores de inversión (14), que se realiza continuamente durante la mayor parte del tiempo total, abandonándose cíclicamente durante un reducido lapso de tiempo para la ejecución de unas etapas de control de cortocircuitos (26) y de despolarización (27),

- una etapa de medida de corriente (25), retornando, tras la ejecución de esta etapa, a la etapa de operación (24),

- una etapa de control de cortocircuitos (26), en la que se desactivan durante un tiempo reducido preconfigurado, del orden de uno o varios milisegundos, una pareja de interruptor de producción (6) y su interruptor de inversión (14) correspondiente, leyendo a la vez el potencial en el lado del electrodo, retornando, tras la ejecución de esta etapa, a la etapa de operación (24), excepto en caso de cortocircuito inminente en que se abandona para pasar a un estado de protección (29),

- una etapa de despolarización (27), en la que se desactiva, durante un tiempo reducido preconfigurado, del orden de uno o varios milisegundos, un interruptor de producción (6) mientras se activa su correspondiente interruptor de inversión (14), estableciendo una conexión mediante el cable extensor (13) a un voltaje inverso
5 obtenido de las propias celdas, retornando tras la ejecución de esta etapa a la etapa de operación (24), y

- una etapa de comunicación (28), en la que cada elemento de control (7) envía un paquete con información local, mediante los medios de comunicación digital (10), al equipo micro informático de control (8) y a la sala de control (23), y comprueba si
10 recibe cualquier comando, dato u orden remota por parte del equipo micro informático de control (8) o de la sala de control (23), retornando tras la ejecución de esta etapa a la etapa de operación (24),

siendo realizadas periódicamente, para todos los electrodos.

8 – Procedimiento de operación de una instalación de electro-deposición con barras inter-celda activas, según la reivindicación 7, **caracterizado porque** la activación de los interruptores de producción (6) y la desactivación de los interruptores de inversión (14) en la etapa de operación (24) es ordenada desde el equipo informático de control (8) mediante los medios de comunicación digital (10) a todos los elementos de control (7).
20

9 – Procedimiento de operación de una instalación de electro-deposición con barras inter-celda activas, según cualquiera de las reivindicaciones 7 y 8, **caracterizado porque** en la etapa de medida de corriente (25) los elementos de control (7) miden directamente mediante su sensor de corriente la corriente circulante a través de los interruptores de producción (6)
25 en estado activado (cerrado), y transmiten el valor mediante los medios de comunicación digital (10) al equipo informático de control (8), si algún valor de corriente supera un valor prefijado se desactiva ese interruptor de producción (6).

10 – Procedimiento de operación de una instalación de electro-deposición con barras inter-celda activas, según cualquiera de las reivindicaciones 7 y 8, **caracterizado porque** en la etapa de medida de corriente (25) los elementos de control (7) muestrean la caída de tensión en bornes de los interruptores de producción (6) en estado activado (cerrado), y transmiten el valor mediante los medios de comunicación digital (10) al equipo informático de control (8) en el cual, mediante unas tablas de linealizado, se obtiene el valor de la
30

corriente en cada electrodo (11) ó (12), si algún valor de corriente supera un valor prefijado se desactiva ese interruptor de producción (6).

11 – Procedimiento de operación de una instalación de electro-deposición con barras inter-
 5 celda activas, según cualquiera de las reivindicaciones 7, 8, 9 y 10, **caracterizado porque**
 en la etapa de control de cortocircuitos (26), el valor del potencial en el lado del electrodo
 leído durante la desactivación de la pareja de interruptor de producción (6) y su interruptor
 de inversión (14) correspondiente es transmitido, mediante los medios de comunicación
 10 digital (10), al equipo informático de control (8), y si este potencial difiere mucho de un valor
 prefijado se genera una alarma se pasa a un estado de protección (29) manteniendo la
 desconexión para esa pareja de interruptor de producción (6) y su interruptor de inversión
 (14) correspondiente mientras dure dicha alarma.

12 – Procedimiento de operación de una instalación de electro-deposición con barras inter-
 15 celda activas, según cualquiera de las reivindicaciones 7, 8, 9, 10 y 11, **caracterizado**
porque en la etapa de comunicación (28) el paquete con información local enviado por cada
 elemento de control (7) al equipo micro informático de control (8) y a la sala de control (23)
 comprende el estado de cortocircuito, medida de corriente y medida de voltaje.

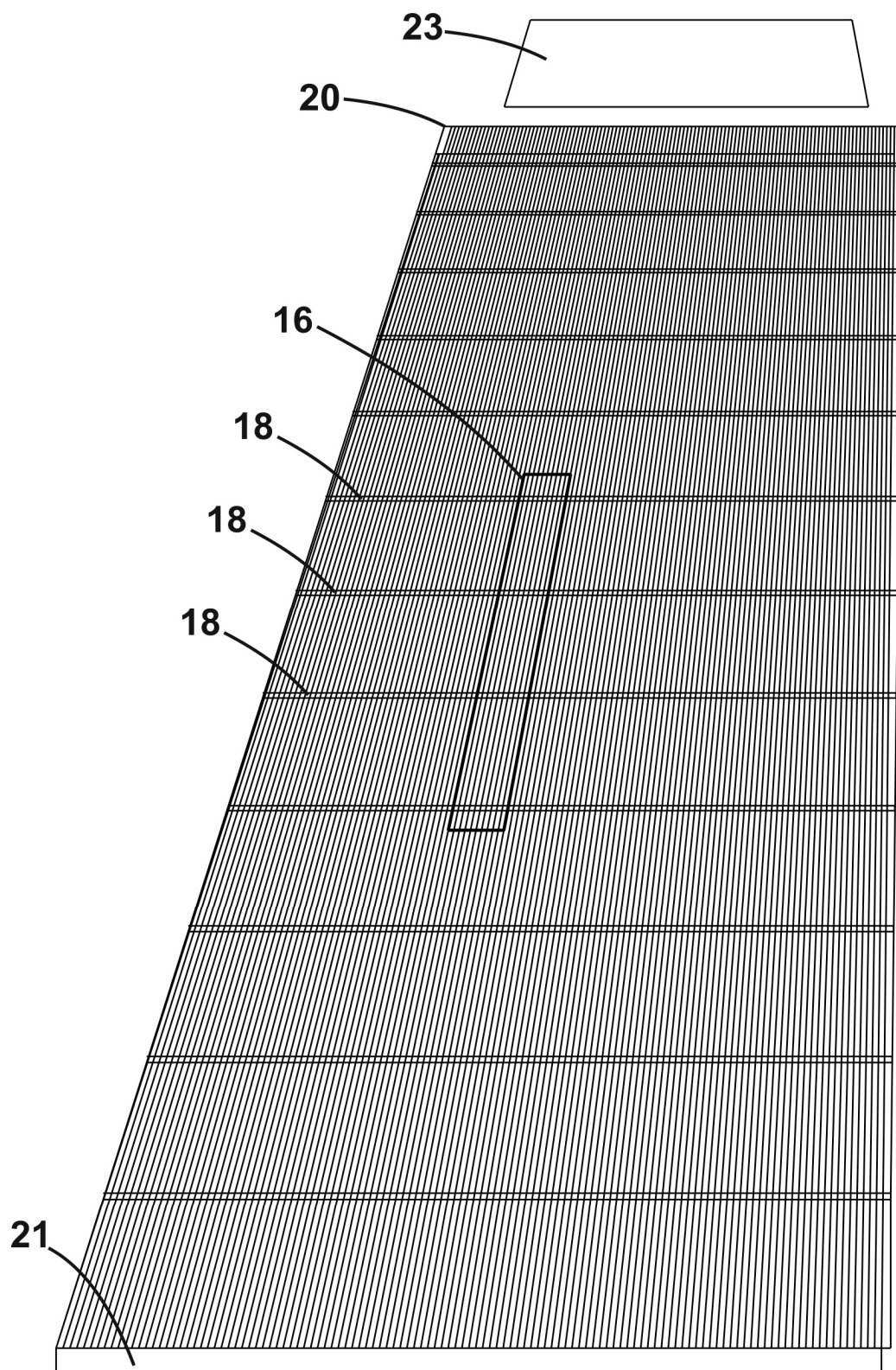


Fig. 1

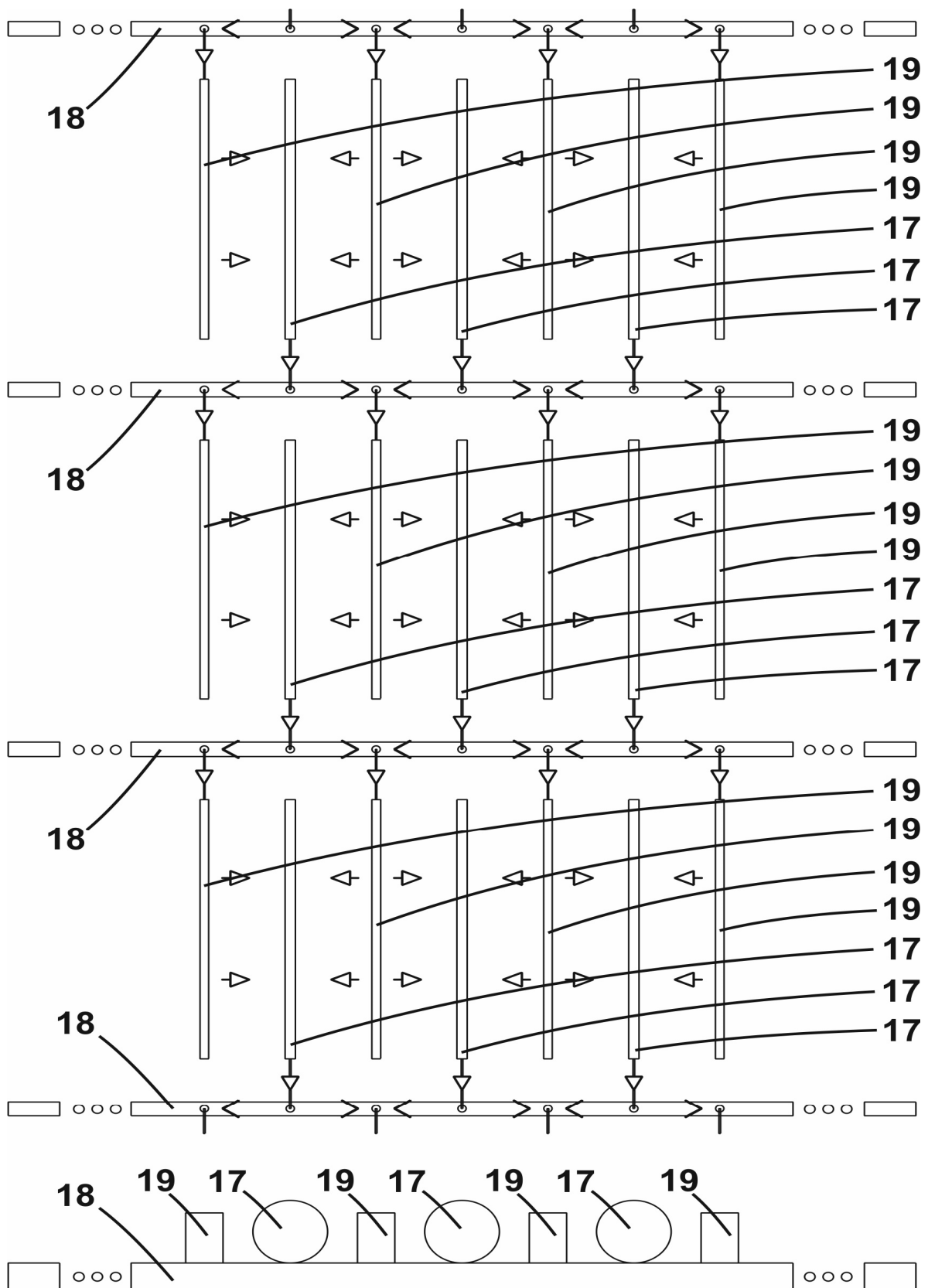


Fig. 2

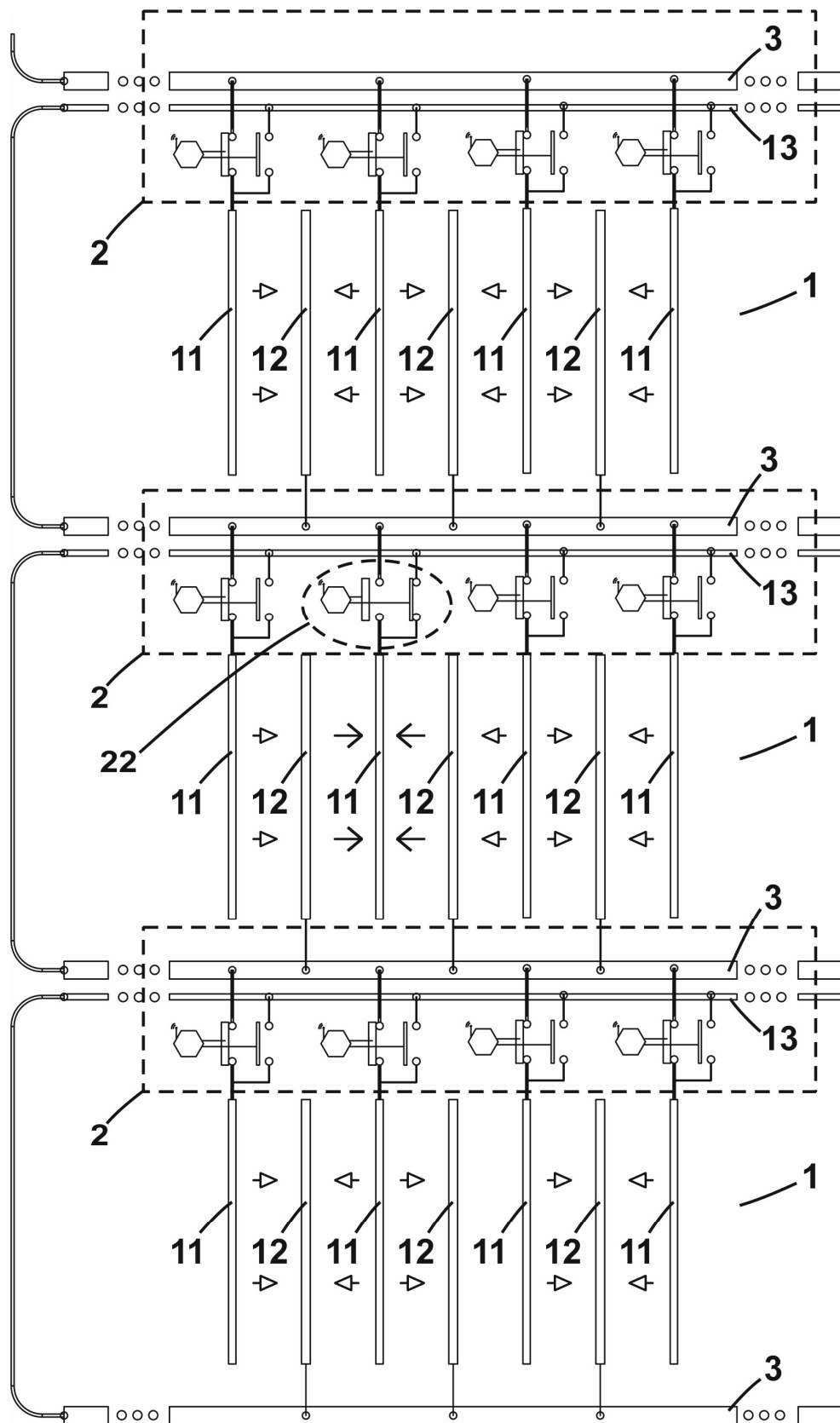


Fig. 3

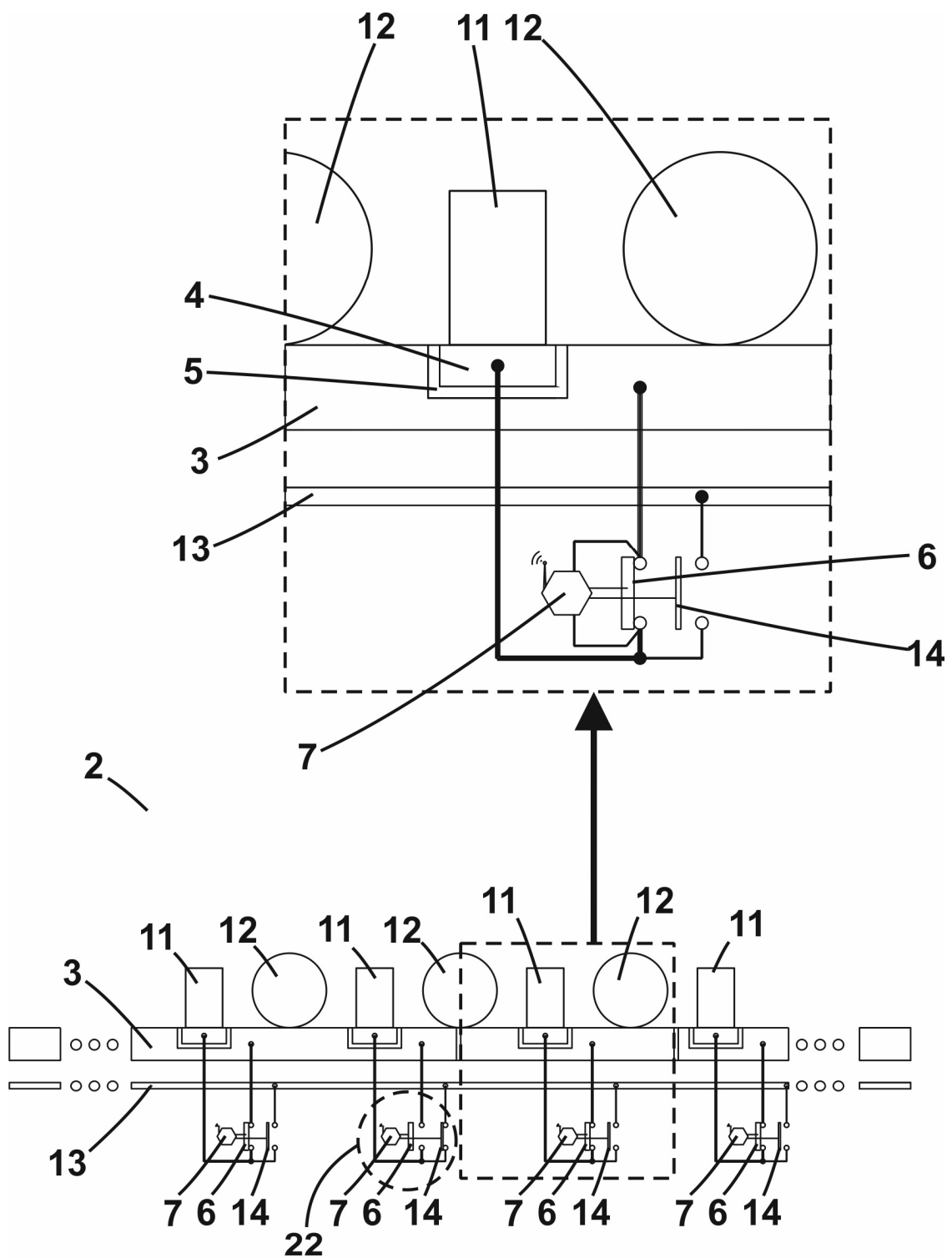


Fig. 4

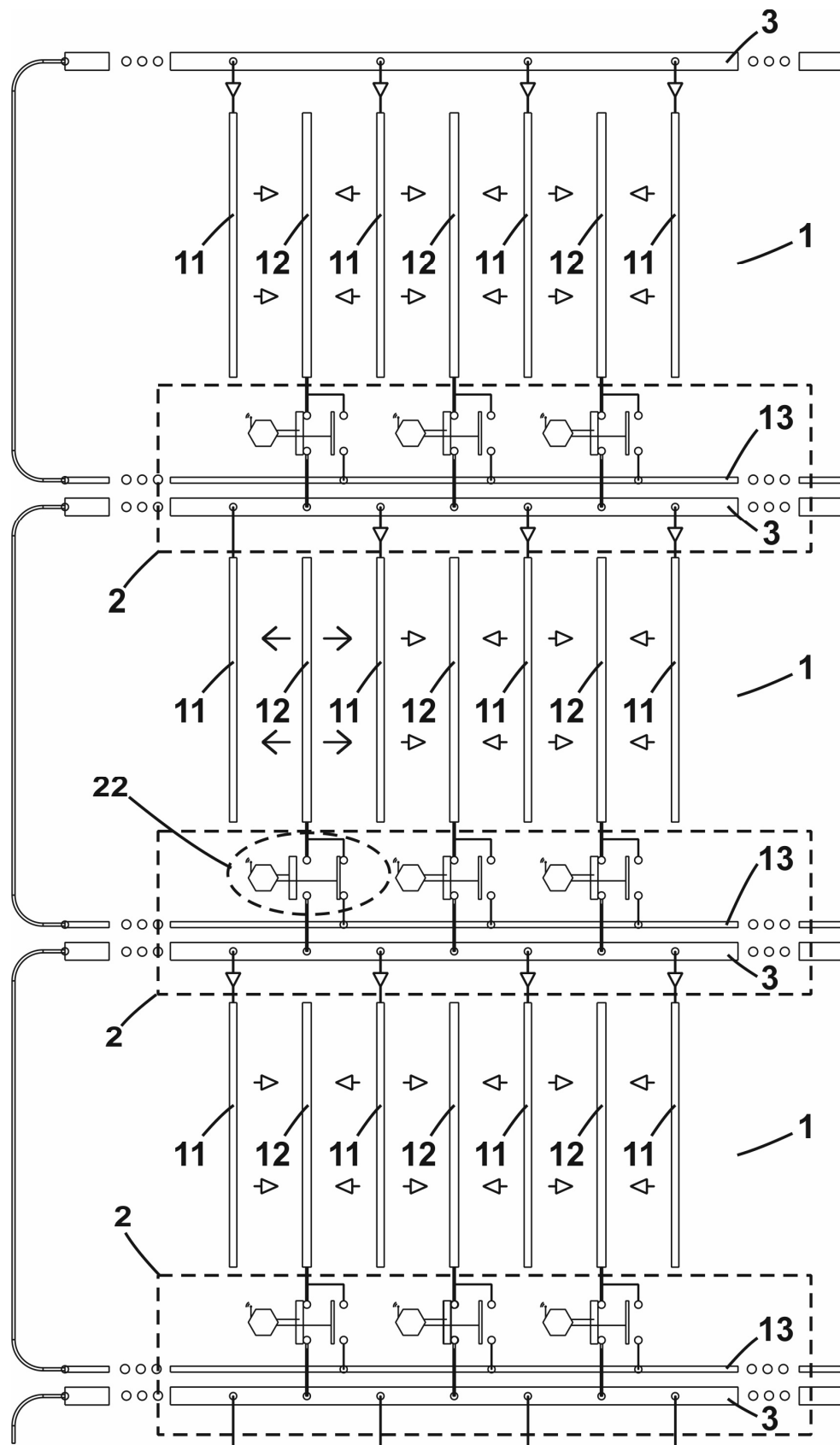


Fig. 5

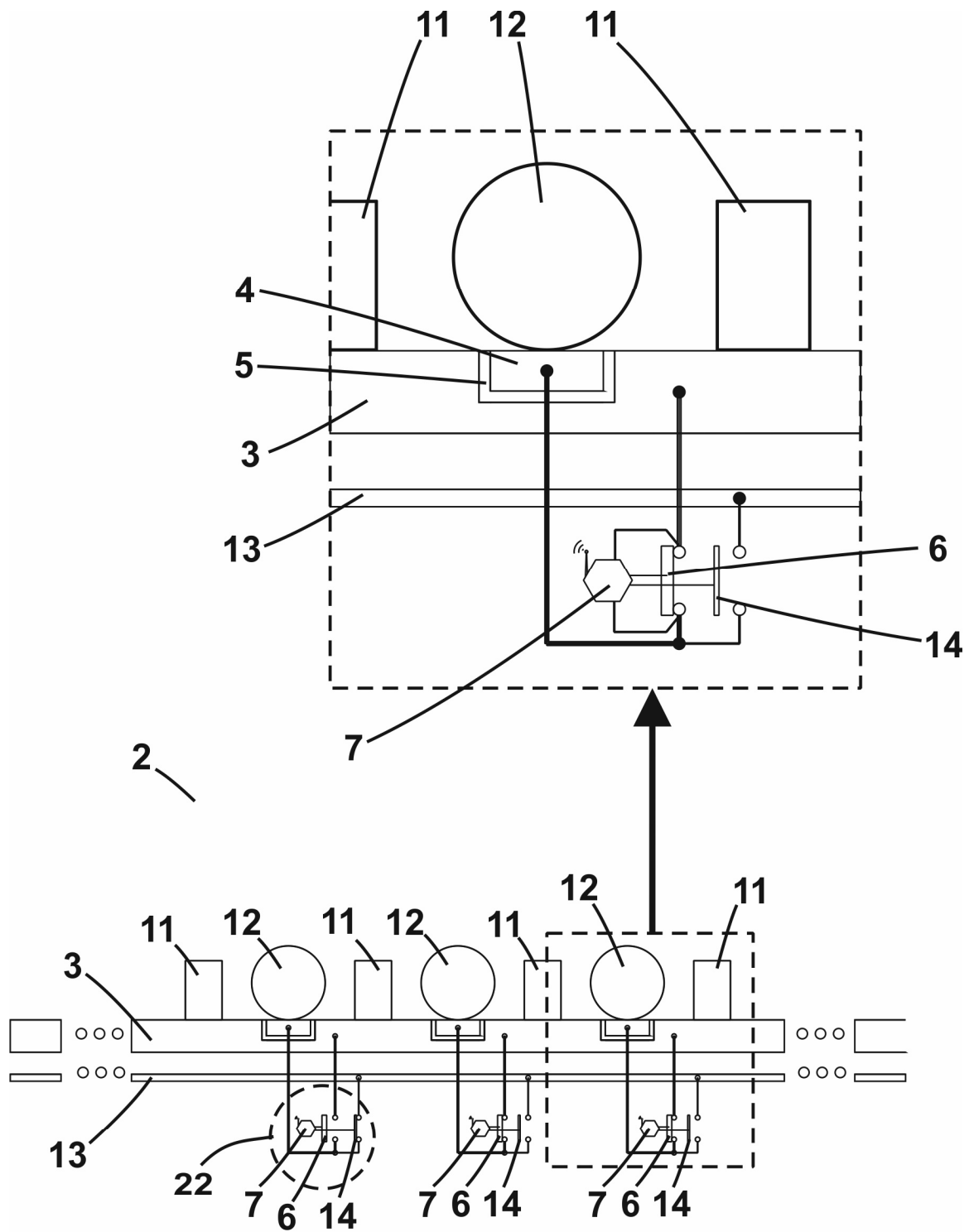


Fig. 6

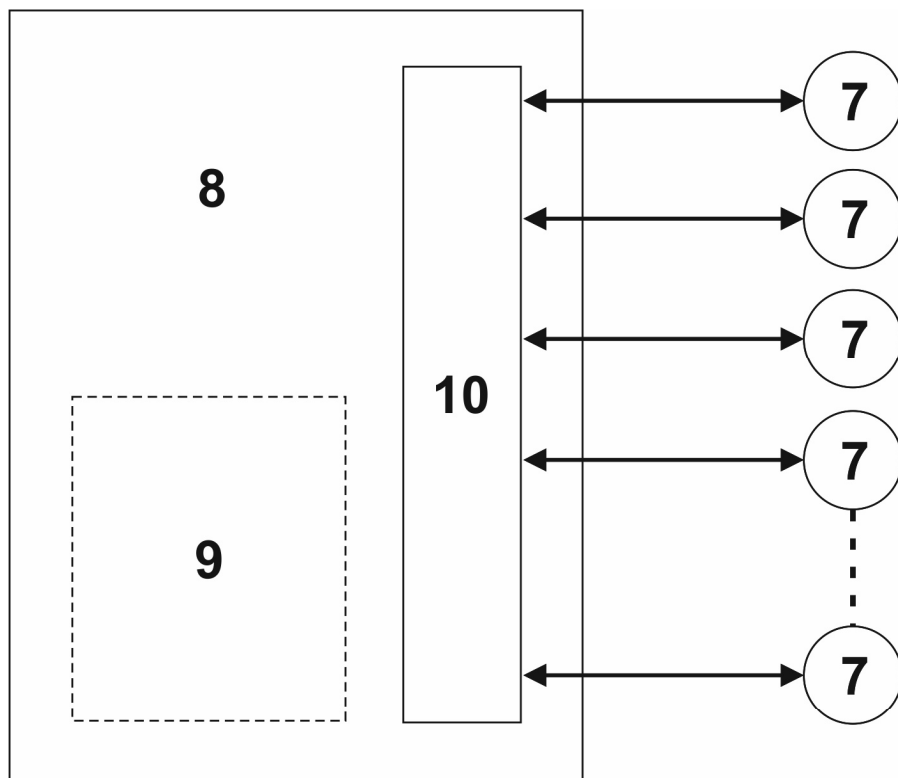


Fig. 7

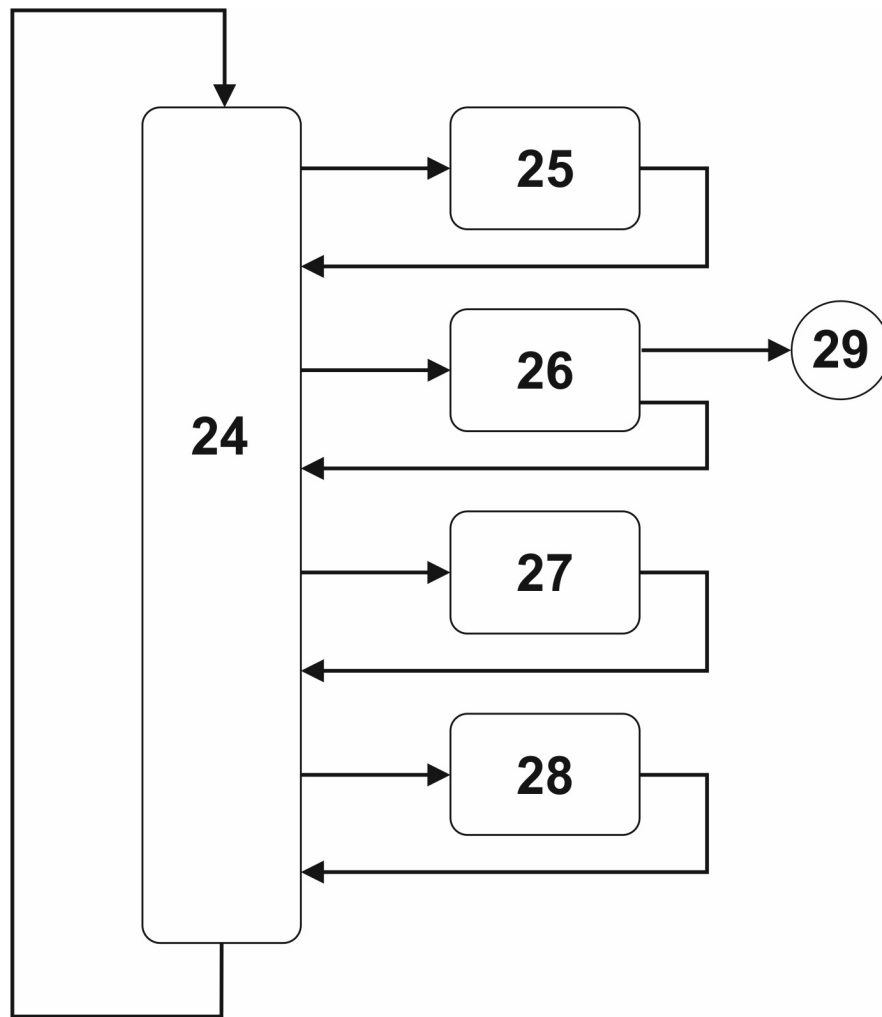


Fig. 8