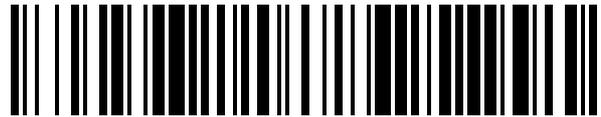


19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **1 233 064**

21 Número de solicitud: 201931083

51 Int. Cl.:

**H01Q 5/20** (2015.01)

12

SOLICITUD DE MODELO DE UTILIDAD

U

22 Fecha de presentación:

**27.06.2019**

30 Prioridad:

**27.06.2018 EP 18382481**

43 Fecha de publicación de la solicitud:

**31.07.2019**

71 Solicitantes:

**PREMO, S.A. (100.0%)  
Calle Severo Ochoa, Num. 47  
29590 Campanillas (Málaga) ES**

72 Inventor/es:

**CAÑETE CABEZA, Claudio;  
ARIZA BAQUERO, Miguel Ángel;  
ROJAS CUEVAS, Antonio y  
ARRO PÉREZ, Francisco Ezequiel**

74 Agente/Representante:

**SALIS, Eli**

54 Título: **ANTENA EMISORA DE BAJA FRECUENCIA**

ES 1 233 064 U

**DESCRIPCIÓN**

**ANTENA EMISORA DE BAJA FRECUENCIA**

La presente invención se refiere a una antena emisora de baja frecuencia, BF, de un solo eje que incluye un núcleo magnético alargado que se extiende en una primera dirección, con una bobina de antena arrollada alrededor de dicho núcleo magnético alargado.

5 Baja frecuencia o BF según se utiliza en este documento se entenderá como una frecuencia comprendida desde 20kHz hasta 500kHz (las frecuencias de BF RFID dedicadas típicas son 20kHz, 125kHz y 134kHz)

El objetivo de esta invención es aumentar el alcance efectivo de una antena emisora y, al mismo tiempo, reducir significativamente la longitud de su núcleo magnético en relación con  
10 otras antenas de BF alargadas conocidas en el estado de la técnica, proporcionando una solución que permite aumentar el rendimiento de todas las antenas de BF de un solo eje y específicamente ayuda a que las antenas de rango medio se conviertan en antenas de largo alcance al aumentar los rangos de emisión y recepción.

Al hacer esto, la presente invención proporciona una manera de lograr el rendimiento de una  
15 antena de BF de rango medio con el tamaño y el coste de una antena de BF de rango corto, aumentando así, al menos un 50% el rendimiento de emisión y recepción, manteniendo el tamaño y el coste bajos con ventajas obvias en términos económicos, de rendimiento, e impacto medioambiental, recuento de componentes y escalabilidad de la nueva generación de proyectos de comunicación de BF, principalmente, pero no solo para ellos sino aplicable  
20 además a sistemas ESP (entrada sin llave pasiva) de automoción, KGO (arranque sin llave), SES (sistemas de entrada sin llave) o comunicaciones de BF V2V (vehículo a vehículo).

La presente invención está destinada principalmente a Sistemas de Entrada sin Llave y a otros sistemas de comunicación de BF.

Otra aplicación de los principios de esta invención en el campo de la Detección  
25 Electromagnética de BF es su extensión a antenas emisoras de 3 ejes de bajo perfil, como una manera de incrementar muy significativamente su rendimiento, manteniendo su tamaño o como una manera de reducir su tamaño.

**Estado de la técnica**

Los sistemas de comunicación RFID de baja frecuencia siempre trabajan utilizando un  
30 sistema de alimentación que genera un campo magnético H, alto, en una antena Tx emisora

o transmisora conectada a una fuente de alimentación (batería o red) y una etiqueta electrónica pasiva o un sistema que tiene una antena receptora o una antena Rx que es muy sensible a los campos magnéticos pequeños y que energiza las etiquetas electrónicas para activar las funciones de repuesta. Un ejemplo de tal sistema o etiqueta es un Transpondedor que contiene un código ID en su memoria y lo retorna al Emisor cuando se requiere. En muchos casos la Etiqueta electrónica en automoción es el transpondedor inmovilizador o el Llaverero.

Los sistemas de comunicación pueden estar trabajando en modos volumétricos especiales diferentes:

- 10 • 1D (una dimensión o dirección X, Y o Z)
  - Las antenas Tx and Rx transmiten y reciben en solo una dirección de coordenadas x, y, z
- Tx 1D, Rx 3D Híbridas
  - La antena Tx emite en solo una dirección espacial de coordenadas, pero las antenas Rx incluyen bobinas 3D (bobinas en tres ejes ortogonales) que pueden recibir en tres direcciones 3D (x, y, z).
- 15 • 3D, +2 Tx 1D, Rx 3D Híbridas
  - Varias antenas Largas Tx 1D en diferentes posiciones (x, y, z) y orientaciones (típicamente x, y) trabajando con antenas Rx 3D (x, y, z)
- 20 • 3D Completo
  - Un emisor Tx 3D y un receptor 3D completo.

Las antenas emisoras TX para 1D y los sistemas Híbridos se caracterizan por las siguientes características:

- Deben emitir campos H de alta intensidad
- 25 • Deben soportar corrientes altas
- Normalmente trabajan en modo resonante, en la frecuencia de operación o frecuencia resonante en combinación con un condensador local (en la antena) o un condensador central (en la unidad de control electrónico UCE)
- Para evitar la saturación del núcleo ferromagnético hay un valor máximo de  $N \times I$  (número de espiras por corriente) que determina el umbral de saturación magnética  $B_{sat}$  (máxima inducción dentro de un núcleo magnético blando en el punto de saturación) y que hace que estas antenas tengan un bajo número de espiras bajo y baja inductancia del orden de  $100\mu\text{H}$  a  $800\mu\text{H}$ .

- La bobina está hecha normalmente de hilo grueso del orden de 0.1 a 1mm de diámetro, unos pocos giros (80 a 150) y una capa.
- Son físicamente grandes y largas (50 a 500mm) y se clasifican en 3 grupos según su longitud y rango.

- 5
- Rango corto (longitud 50 -100 mm) rango de lectura 1-2m.
  - Rango medio (longitud 100 – 200 mm) rango de lectura 1.5-3m.
  - Rango largo (longitud 200m – 500 mm) rango de lectura >3m.

Con respecto a las antenas emisoras de baja frecuencia BF a las que se refiere esta invención:

- 10
- El factor de calidad y la sensibilidad no son críticos.
  - La relación L/D longitud / diámetro (o diámetro equivalente o anchura promedio, en el caso de formas cuadradas o rectangulares) es muy alta (típicamente mayor que 10) para maximizar el efecto de la permeabilidad magnética efectiva en el núcleo. La forma específica del núcleo de ferrita (también puede ser de cualquier otro material magnético blando como metales Amorfos nano-cristalinos o PBM, por ejemplo)
- 15
- también pretende maximizar la Inductancia, sensibilidad y alcance de la antena construida con tal núcleo.

Existen numerosas patentes y solicitudes de patente para antenas de transmisión de BF, algunas de las cuales, a modo de información, se detallan en las siguientes: US5396698,

20 US2003/0122725A1, US2003/0184489A1, DE102006003999A1, US2004/0252068A1, US2012/0176215A1 US2016/0315388A1, US2017/0062915A, US2017/0263368A1, US2007/0075913A1, FR2892566, EP1641073B1, EP 3192084A1, EP3089176B1, CN204011727U.

En cualquier caso, la revisión de las soluciones de la técnica anterior evidencia que en todos

25 los casos proponen un núcleo que tiene una forma y área de sección transversal constante a lo largo del núcleo.

Como se ha explicado anteriormente las antenas de medio alcance son más largas que las antenas de corto alcance y las antenas de largo alcance son aún más largas que las antenas de medio alcance.

30 Los dispositivos largos tienen ventajas obvias porque proporcionan un alcance mayor.

De este modo, se reduce el número de componentes obteniendo:

- fiabilidad más alta del sistema;
- costes de montaje menores;
- menor coste total del sistema.

5 Sin embargo, debido a la fragilidad intrínseca de las ferritas, las antenas más largas necesitan núcleos más largos que presentan varios inconvenientes:

- son muy frágiles;
- estabilidad térmica muy baja;
- rendimiento mecánico reducido;

10

- resistencia al doblado muy baja;
- resistencia a la torsión muy pobre.

Como resultado de esto, se plantean unos desafíos para el coste y la fabricación:

- La producción de núcleos de ferrita largo se vuelve crítica debido a un “efecto banana” durante el encogimiento en el proceso de sinterizado.
- 15
- Una pequeña contracción o dilatación de una proporción L/D alta produce un alto impacto en la permeabilidad magnética efectiva y, por lo tanto, produce una falta de estabilidad de los parámetros de L y SRF respecto al rango de temperatura.
  - La protección mecánica del núcleo con alojamientos plásticos y/o resinas se vuelve costoso y crítico ya que los coeficientes térmicos son críticos.
- 20
- Los costes de fabricación suben ya que las herramientas y moldes son mucho mayores y complejos (mayor inversión) mientras que el rendimiento es menor en las partes pequeñas como consecuencia de la fragilidad y de la menor resistencia mecánica.

Por ello el coste de los materiales y el proceso es mucho mayor reduciendo de este modo  
25 las ventajas de un número de componentes menor para los vehículos, y la lógica de unos costes del sistema totales menores usando menos antenas se desvirtúa si el coste de esas antenas es mucho mayor que sus equivalentes de corto alcance.

Por lo tanto, existe una necesidad de encontrar una solución que consiga todas las ventajas de las antenas de medio alcance y largo alcance sin los inconvenientes mencionados anteriormente de fragilidad, materiales costosos, procesos e inversiones y temperatura crítica y rendimiento mecánico.

- 5 El objetivo de esta invención es proporcionar una antena emisora de BF que tenga todas las características positivas de las antenas de medio alcance, preservando y manteniendo todas las características buenas de las antenas de corto alcance (rentables, mecánicamente robustas y térmicamente estables).

Breve descripción de la invención

- 10 La presente invención está dirigida a una antena emisora de BF que incluye un núcleo con un área de sección transversal variable que, en una realización preferida, es máxima en ambos extremos de la antena y mínima en el centro de la antena donde está situada la bobina.

- Como es bien conocido, para un campo magnético  $H$  constante, la inducción  $B$  es
- 15 proporcional a la densidad de las líneas de campo magnético y a la permeabilidad magnética efectiva del material. Para el mismo material magnético en el mismo número de vueltas (bobina idéntica  $N = \text{constante}$ ), la inducción  $B$  en una parte del núcleo con la mitad del área de sección transversal es doble. Así, una sección decreciente del núcleo concentraría campo magnético para maximizar la inducción  $B$  en el punto en que las áreas
- 20 de sección transversales son mínimas. Por lo tanto, la inducción  $B$  en el punto más estrecho del núcleo es significativamente más alta que en la parte más ancha. Este efecto de concentración del flujo magnético también mejorará el alcance de la antena de BF respecto a otras antenas de BF de núcleo magnético alargado con un núcleo de sección transversal constante porque la intensidad del campo magnético que se proyecta hacia el exterior del
- 25 núcleo es una función de la intensidad del campo magnético en el núcleo magnético y la distribución del campo magnético a lo largo del desarrollo longitudinal del núcleo.

- Típicamente el núcleo magnético de una antena incluye un núcleo largo de material magnético sobre el que se dispone una bobina. La bobina comprende un conductor tal como un cable o hilo conductor, conectado, el cual se dispone de manera uniforme arrollado
- 30 alrededor de la longitud del núcleo para formar una bobina.

Como se ha explicado anteriormente, una antena emisora de BF de un solo eje incluye:

- un núcleo magnético alargado que tiene una primera parte extrema y una segunda parte extrema opuestas entre sí y una parte central entre las mismas, definiendo dicho núcleo magnético alargado un eje longitudinal a través de dicho primer extremo, parte central y segundo extremo; y
- 5
- una bobina rodeando al menos parte del núcleo magnético, arrollada alrededor de dicho eje longitudinal.

El núcleo magnético alargado tiene dos partes extremas opuestas separadas por una parte central interpuesta, dichas tres partes están en sucesión y definen un eje longitudinal a su largo.

- 10
- La bobina se fabricará de un hilo conductor eléctrico, y sus extremos estarán conectados a un circuito de control electrónico, y/o a una fuente de alimentación.

La circulación controlada de energía eléctrica a través de la bobina generará un campo magnético en el núcleo magnético alargado.

- 15
- Según la presente invención, el núcleo magnético alargado tendrá una sección transversal (o sea, perpendicular al eje longitudinal) decreciente desde la primera parte extrema hacia dicha parte central del núcleo magnético, de manera que el flujo magnético se concentra en la posición central produciendo así un rango de transmisión mejorado.

- 20
- Es decir que el núcleo magnético alargado tiene un área de sección transversal en la primera parte extrema mucho mayor que el área de sección transversal de la parte central,”, proporcionando un núcleo magnético alargado con una parte central estrecha y con un ensanchamiento del núcleo magnético alargado al menos en la primera parte extrema, pero preferiblemente en ambas partes extremas primera y segunda opuestas.

- 25
- Esta área de sección transversal incrementada en la primera parte extrema produce un efecto de magnificación del campo magnético generado en el núcleo magnético alargado que se proyecta hacia fuera del núcleo, es decir, en el área de recepción de señal, produciendo una señal muy fuerte que puede ser detectada desde una distancia mayor, en comparación con una antena emisora que tiene un núcleo magnético alargado de la misma longitud sin dicha sección transversal decreciente.

- 30
- Según una realización de la presente invención, el núcleo magnético alargado también tiene una sección transversal (perpendicular al eje longitudinal) decreciente desde la segunda

parte extrema hacia dicha parte central del núcleo magnético. En este caso, las dos partes extremas opuestas tienen un área de sección transversal mayor que la de la parte central. En este caso el efecto de magnificación se incrementa.

5 Dicha sección transversal decreciente define, preferiblemente, una sección transversal decreciente progresiva con múltiples secciones transversales sucesivas con un área decreciente, siendo cada sección transversal perpendicular al eje longitudinal. Una sección transversal decreciente progresiva produce un cuerpo no escalonado.

10 También se propone que dichas múltiples secciones transversales sucesivas sean secciones transversales circulares. En este caso dicha sección transversal decreciente progresiva podría definir tanto un área de superficie cónica como un núcleo magnético alargado, por ejemplo en la primera parte extrema o en ambas partes extremas primera y segunda, dicha área de superficie cónica tendrá un ápice truncado y dirigido hacia la parte central del núcleo magnético alargado.

15 Ambas partes extremas primera y segunda incluyen dichas áreas de superficie cónicas, correspondientes a dos ápices truncados que estarán conectados entre sí, definiendo una parte de ambas áreas de superficie cónica la porción central del núcleo magnético alargado o en una alternativa dichos dos ápices truncados estarán conectados a los extremos opuestos de una parte central cilíndrica.

20 Alternativamente, se propone que la forma de al menos parte de dicha sección transversal decreciente esté definida por un cuerpo de revolución alrededor de un eje longitudinal obtenido a partir de una curva cóncava, produciendo un área de revolución de superficie curvo-cóncava en el núcleo magnético alargado. Esta forma puede cubrir solo parte de la primera parte extrema, ambas partes extremas primera y segunda, o las partes primera, segunda y central. En este caso un área de sección transversal mayor se puede presentar al  
25 campo externo  $H$ , incrementando entonces el flujo magnético  $\Phi$  a través del núcleo para guiar el máximo número de líneas de campo a través de la trayectoria de baja reluctancia proporcionada por el núcleo.

30 Como alternativa, se propone que dichas secciones transversales múltiples sucesivas sean secciones transversales poligonales, por ejemplo triangulares, cuadradas, hexagonales, octogonales y cualquier otro polígono convexo regular o irregular.

En este caso, dicha sección transversal decreciente podría definir, por ejemplo, áreas de superficie piramidal en el núcleo magnético alargado, producidas por una pirámide con el

mismo número de caras triangulares que el número de caras de la sección transversal poligonal.

Alternativamente, se propone una superficie piramidal que tiene unas caras curvas cóncavas triangulares en lugar de caras triangulares planas.

- 5 Como en la realización precedente, dichas superficies piramidales tienen un ápice truncado señalando a la parte central. El ápice truncado se conectará a una pirámide simétrica con un ápice truncado, o a una parte central con una forma diferente, tal como una forma prismática.

10 Según una realización adicional de esta invención, la citada sección transversal decreciente progresiva define otras geometrías, tales como:

- áreas de superficie curvo-cóncava en el núcleo magnético alargado; y/o
- áreas de superficie cóncava con múltiples facetas en el núcleo magnético alargado; y/o
- al menos partes de superficies cónicas en áreas superficiales del núcleo magnético  
15 alargado; y/o

al menos partes de áreas de superficie curvo-cóncava en el núcleo magnético  
alargado

20 Un área de superficie cóncava es un área delimitada por una superficie que es cóncava. Dicha superficie cóncava puede ser curva o alternativamente con múltiples facetas (incluyendo varias superficies planas).

25 En cualquiera de los ejemplos descritos anteriormente, la parte central podría tener una sección transversal constante perpendicular al eje longitudinal, afectando la sección transversal decreciente solo a las partes extremas primera y/o segunda. Alternativamente dicha sección transversal decreciente también puede ser definida parcialmente en dicha parte central.

En todos los ejemplos de realización el núcleo magnético alargado es simétrico con relación al eje longitudinal (A) y la primera parte extrema y la segunda parte extrema comprenden unas caras extremas convexas.

La bobina citada anteriormente puede estar arrollada alrededor de la parte central del núcleo magnético alargado, y no cubrir las partes extremas primera y segunda. Pero también se contempla que dicha bobina podría estar arrollada alrededor del núcleo magnético alargado pero también cubriendo total o parcialmente las partes extremas primera y segunda.

- 5 También se contempla que la bobina esté segmentada en varias bobinas sucesivas separadas entre sí, extendiéndose a lo largo del núcleo.

El núcleo magnético alargado incluye, según una realización alternativa, dos superficies paralelas opuestas, superior e inferior, extendiéndose cada superficie a lo largo de la primera parte extrema, la parte central y la segunda parte extrema. El núcleo magnético alargado  
10 tiene dichas dos caras paralelas y también la sección transversal decreciente compuesta de dos rebajes laterales, determinando que el núcleo magnético alargado tenga un grosor constante y una anchura variable.

También se propone que la primera parte extrema y la segunda parte extrema comprendan caras extremas convexas, siendo dichas partes extremas las dos áreas más distantes del  
15 núcleo magnético alargado entre sí.

El núcleo magnético alargado puede ser:

- un núcleo magnético flexible hecho de múltiples núcleos magnéticos parciales unidos entre sí formando una cadena; o
- un núcleo magnético flexible hecho de múltiples núcleos magnéticos parciales unidos  
20 entre sí formando una cadena y rodeados por una cubierta o envolvente de polímero flexible; o
- un núcleo magnético flexible constituido por un medio polimérico curado incluyendo conductores flexibles ferromagnéticos paralelos a dicho eje longitudinal.

Cualquiera de esas tres soluciones propuestas proporcionará un núcleo magnético alargado  
25 flexible, evitando adicionalmente cualquier riesgo de rotura del núcleo magnético alargado.

La longitud del núcleo magnético alargado es al menos cinco veces mayor en la dirección del eje longitudinal que la anchura media del núcleo magnético alargado en una dirección perpendicular a dicho eje longitudinal.

Según una realización preferida, dicho núcleo magnético alargado tiene una longitud de al menos 50mm.

La antena emisora de baja frecuencia resultante puede estar recubierta con un material aislante eléctricamente para proteger la disposición de la antena emisora de baja frecuencia.

- 5 Se entenderá que las referencias a posición geométrica, tal como paralela, perpendicular, tangente, etc. permitirán desviaciones de hasta  $\pm 2^\circ$  desde la posición teórica definida por esta nomenclatura.

También se entenderá que cualquier rango de valores dados podría no ser óptimo en valores extremos y podría requerir adaptaciones de la invención cuando estos valores  
10 extremos son aplicables, estando tales adaptaciones dentro del alcance de una persona experta.

Otras características de la invención aparecerán en la siguiente descripción detallada de una realización.

#### Breve descripción de las figuras

- 15 Las anteriores y otras ventajas y características se entenderán más completamente a partir de la siguiente descripción detallada de una realización con referencia a los dibujos adjuntos, para tener en cuenta de manera ilustrativa y no limitativa, en los que:

La Fig. 1 muestra una vista en planta, lateral y frontal de la antena emisora de BF propuesta según una primera realización incluyendo una bobina arrollada alrededor de la parte central  
20 del núcleo magnético alargado, teniendo dicho núcleo magnético alargado unas partes extremas primera y segunda y una parte central entre ellas, presentando dicho núcleo magnético alargado dos caras opuestas superior e inferior paralelas y opuestas, dos caras extremas convexas y dos caras laterales cóncavas curvas;

La Fig. 2 muestra una vista en planta, lateral y frontal de la antena emisora de BF propuesta  
25 según una segunda realización similar a la primera realización pero teniendo dos caras laterales cóncavas con múltiples facetas;

La Fig. 3 muestra una vista en planta, lateral y frontal del núcleo magnético alargado propuesto según una tercera realización similar a la primera realización pero sin la bobina;

La Fig. 4 muestra una vista en planta, lateral y frontal del núcleo magnético alargado propuesto según una cuarta realización en la que dicho núcleo magnético alargado tiene una sección transversal cuadrada, variable, definiendo unas caras cóncavas curvas superior, inferior y lateral, teniendo cada cara una longitud variable y con una parte central estrecha, y  
5 dos caras extremas convexas;

La Fig. 5 muestra una vista lateral y en perspectiva del núcleo magnético alargado propuesto según una quinta realización en la que dicho núcleo magnético alargado tiene una sección transversal circular variable definiendo dos áreas en forma de cono conectadas entre sí definiendo una forma de diábolo, y dos caras extremas convexas;

10 La Fig. 6 muestra una vista lateral y una perspectiva del núcleo magnético alargado propuesto según una sexta realización similar a la mostrada en la Fig. 5, pero incluyendo un área cilíndrica entre y conectando dichas dos áreas en forma de cono del núcleo magnético alargado;

La Fig. 7 muestra una vista lateral y en perspectiva del núcleo magnético alargado  
15 propuesto según una séptima realización similar a la mostrada en la Fig. 2, pero estando constituido el núcleo magnético alargado por múltiples núcleos magnéticos parciales conectados entre sí, formando una cadena flexible.

#### Descripción detallada de unos ejemplos de realización

Las anteriores y otras ventajas y características se entenderán más completamente a partir  
20 de la siguiente descripción detallada de varias realizaciones con referencia a los dibujos adjuntos, para tener en cuenta de manera ilustrativa y no limitativa.

En todas las realizaciones propuestas, la antena emisora de baja frecuencia se ha de entender que está formada ha sido mostrada incluyendo un núcleo magnético alargado 10 con una bobina 20 arrollada alrededor que está situada en la región central del núcleo sólo a  
25 modo de ejemplo no limitativo.

El núcleo magnético alargado 10 tiene una dimensión principal más larga que las otras dimensiones del mismo, definiendo un eje longitudinal A, e incluye una primera parte extrema 11 y una segunda parte extrema 12 en lados opuestos de dicho eje longitudinal A, quedando ambas partes extremas conectadas entre sí a través de una parte central 13.

El núcleo magnético alargado 10 tiene una sección transversal variable, es decir, que la sección transversal del núcleo magnético alargado tiene un área diferente dependiendo de dónde se mida dicha sección transversal a lo largo de la longitud del núcleo.

Se entenderá que una sección transversal es cualquier sección del núcleo magnético  
5 alargado perpendicular al eje longitudinal A.

Como se ha expuesto anteriormente la sección transversal variable es decreciente en área desde la primera parte extrema 11 hacia dicha parte central 13 del núcleo magnético alargado 10, y también desde la segunda parte extrema 12 hacia la parte central 13, de manera que la parte central 13 es donde la sección transversal es más reducida en tamaño.  
10 Esta configuración especial determina que una concentración de flujo magnético ocurra en dicha parte central 13. Este efecto también produce un rango mejorado de la antena emisora de baja frecuencia propuesta.

La bobina 20 puede estar arrollada sólo alrededor de la parte central 13 del núcleo magnético alargado 10, como se muestra en la Fig. 1 y 2, o también puede estar arrollada  
15 cubriendo parcial o totalmente las partes extremas primera 11 y segunda 12.

En todas las realizaciones el núcleo magnético alargado (10) es simétrico con relación al eje longitudinal (A)

Según las realizaciones mostradas en las Figs. 1 a 6, el núcleo magnético alargado 10 es de un material ferromagnético o está hecho de un medio polimérico curado incluyendo  
20 filamentos flexibles ferromagnéticos al eje longitudinal A del núcleo magnético alargado, produciendo un núcleo magnético alargado flexible.

Según la séptima realización mostrada en la Fig. 7, el núcleo magnético alargado 10 es un núcleo magnético flexible hecho de múltiples núcleos magnéticos parciales 15 unidos entre sí formando una cadena flexible, que opcionalmente puede estar rodeada por una cubierta o  
25 envolvente de polímero flexible.

Respecto a la forma del núcleo magnético alargado 10, se proponen muchas formas diferentes, todas produciendo el incremento deseado del rango de la antena emisora de baja frecuencia.

Según las realizaciones primera, segunda y tercera mostradas en las Figs. 1, 2 y 3, y la  
30 séptima realización mostrada en la Fig. 7, el núcleo magnético alargado 10 es un núcleo

magnético plano que tiene dos superficies paralelas opuestas, teniendo dicho núcleo magnético alargado 10 un grosor constante.

En esos casos, la disminución de tamaño de la sección transversal se obtendrá mediante una anchura variable del núcleo magnético alargado 10, creando dos caras laterales  
5 convexas.

En las Figs. 1 y 3, las referidas caras laterales convexas definen dos áreas convexas curvas simétricas, siendo dichas áreas convexas curvas continuas, abarcando la primera parte extrema 11, la parte central 13 y la segunda parte extrema 12.

Según una realización alternativa mostrada en las Figs. 2 y 7, dichas dos caras laterales  
10 convexas son caras laterales con múltiples facetas.

Alternativamente, se propone que la forma del núcleo magnético alargado 10 sea un cuerpo de revolución, por ejemplo dos conos truncados centrados con el eje longitudinal A y conectados a través de su ápice truncado, produciendo un cuerpo magnético alargado con forma de diábolo 10, como se muestra en la Fig. 5.

15 Opcionalmente, entre dichas dos partes con forma cónica se puede insertar una parte cilíndrica, como se muestra en la Fig. 6.

Según otra realización, el núcleo magnético alargado tendrá una sección transversal poligonal, por ejemplo un cuadrado, como se muestra en la Fig. 4.

En este caso, la sección transversal variable puede generar unas caras convexas curvas, o  
20 alternativamente, superficies convexas con múltiples facetas

Finalmente, respecto a las caras extremas 14 del núcleo magnético alargado 10, que son las caras más separadas entre sí del núcleo magnético alargado 10, éstas son unas superficies convexas.

Se entenderá que varias partes de una realización de la invención pueden ser libremente  
25 combinadas con partes descritas en otras realizaciones, incluso siendo dicha combinación no descrita explícitamente, siempre que tal combinación no perjudique.

## REIVINDICACIONES

1. Antena emisora de baja frecuencia, que incluye:

- 5 • un núcleo magnético alargado (10) que tiene una primera parte extrema (11) y una segunda parte extrema (12), opuestas entre sí, y una parte central (13) entre las mismas, definiendo dicho núcleo magnético alargado (10) un eje longitudinal (A) que se extiende a través de dicha primera parte extrema (11), parte central (13) y segunda parte extrema (12), y
- 10 • una bobina (20) hecha de un hilo conductor eléctrico que rodea al menos parte del núcleo magnético alargado (10) arrollada alrededor de dicho eje longitudinal (A);

en la que el núcleo magnético alargado (10) tiene una sección transversal, perpendicular al eje longitudinal (A), decreciente desde la primera parte extrema (11) hacia dicha parte central (13) y desde la segunda parte extrema (12) hacia dicha parte central (13) del núcleo magnético alargado (10), de manera que el flujo magnético se concentra en la parte central (13) produciendo así un rango de transmisión mejorado;

caracterizada por qué

- el núcleo magnético alargado (10) es simétrico en relación con el eje longitudinal (A);  
y
- 20 • la primera parte extrema (11) y la segunda parte extrema (12) tienen unas caras extremas convexas (14).

2. Antena emisora de baja frecuencia según la reivindicación 1, en la que dicha sección transversal decreciente es progresiva, con múltiples secciones transversales sucesivas de área decreciente, siendo dichas múltiples secciones transversales sucesivas perpendiculares al eje longitudinal (A).

25 3. Antena emisora de baja frecuencia según la reivindicación 2, en la que dichas secciones transversales sucesivas son secciones transversales circulares.

4. Antena emisora de baja frecuencia según la reivindicación 3, en la que dichas secciones transversales sucesivas decrecientes definen:

- áreas de superficie cónica en el núcleo magnético alargado (10); o
- áreas de revolución de superficie curvo-cóncava en el núcleo magnético alargado (10)

5 5. Antena emisora de baja frecuencia según la reivindicación 3 o 4, en la que la parte central (13) tiene una forma cilíndrica.

6. Antena emisora de baja frecuencia según la reivindicación 2, en la que múltiples secciones transversales son secciones transversales poligonales.

7. Antena emisora de baja frecuencia según la reivindicación 6, en la que dichas secciones transversales decrecientes progresivas definen:

- 10
- áreas de superficie piramidal en el núcleo magnético alargado (10); o
  - áreas de superficie piramidal con caras curvo-cóncavas en el núcleo magnético alargado (10).

8. Antena emisora de baja frecuencia según las reivindicaciones 6 o 7, en la que la parte central (13) es una parte prismática.

15 9. Antena emisora de baja frecuencia según la reivindicación 2, en la que dicha sección transversal decreciente define:

- áreas de superficie curvo-cóncava en el núcleo magnético alargado (10); y/o
- áreas de superficie cóncava con múltiples facetas en el núcleo magnético alargado (10); y/o

- 20
- al menos partes de una superficie cónica en áreas de superficie del núcleo magnético alargado (10); y/o
  - al menos partes de áreas de superficie curvo-cóncava en el núcleo magnético alargado (10).

25 10. Antena emisora de baja frecuencia según la reivindicación 9, en la que la parte central (13) tiene una sección transversal constante perpendicular al eje longitudinal (A).

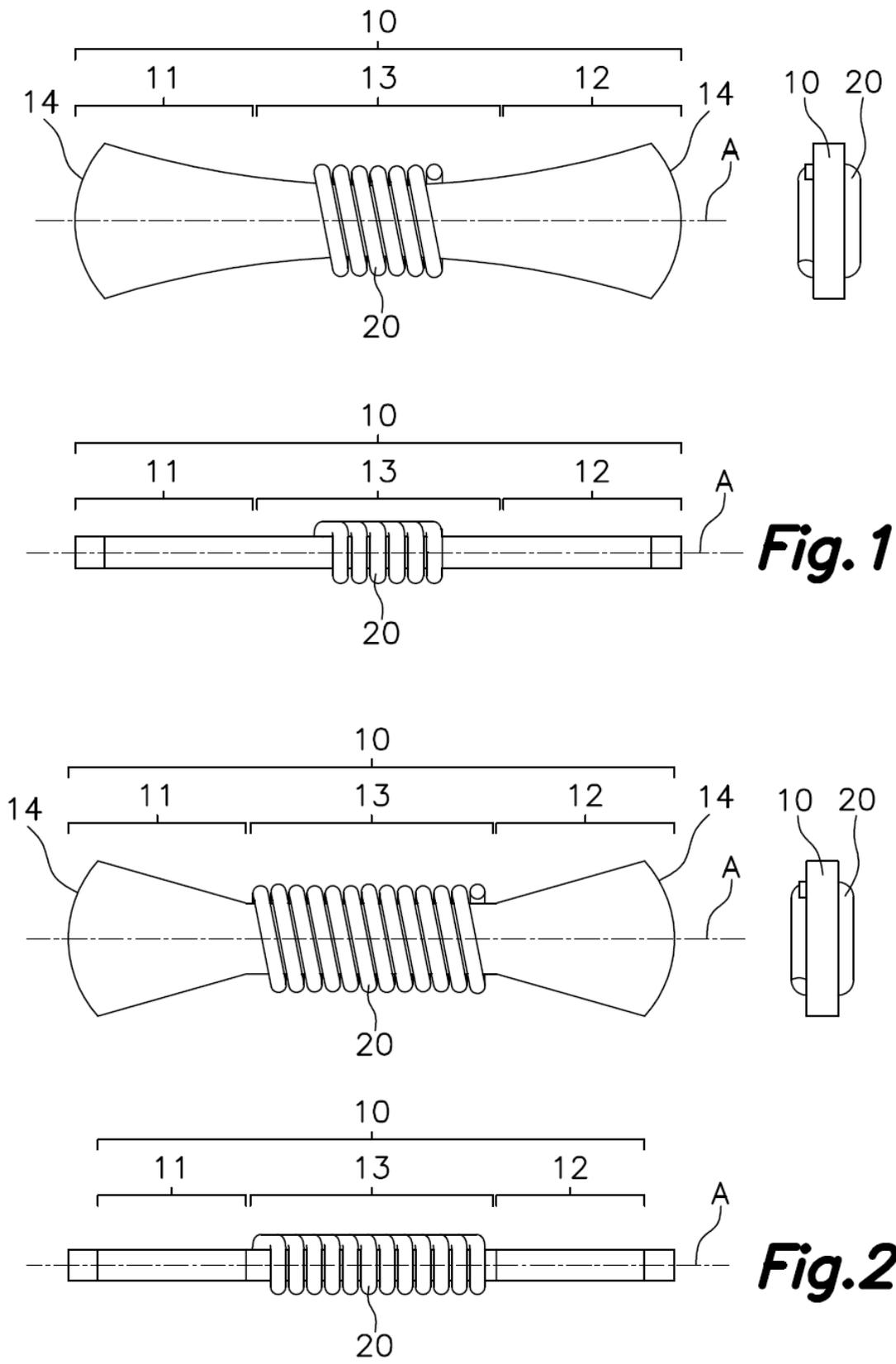
11. Antena emisora de baja frecuencia según una cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en la que la bobina (20) está arrollada alrededor de la parte central (13) del núcleo magnético alargado (10).

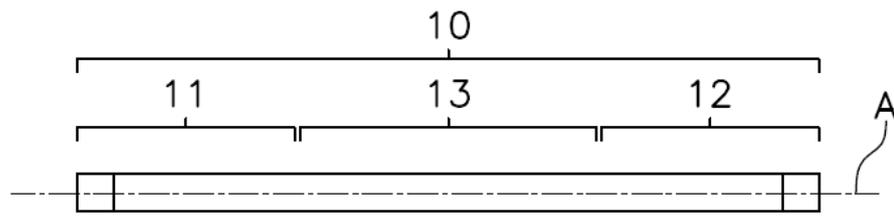
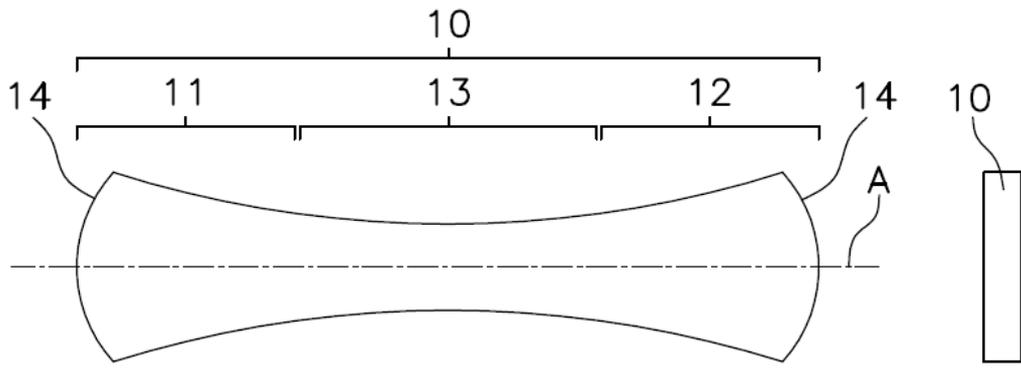
12. Antena emisora de baja frecuencia según la reivindicación 9, en la que el núcleo magnético alargado (10) incluye dos superficies paralelas opuestas, extendiéndose cada superficie a lo largo de la primera parte extrema (11), la parte central (13) y la segunda parte extrema (12).

13. Antena emisora de baja frecuencia según una cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en la que el núcleo magnético alargado es:

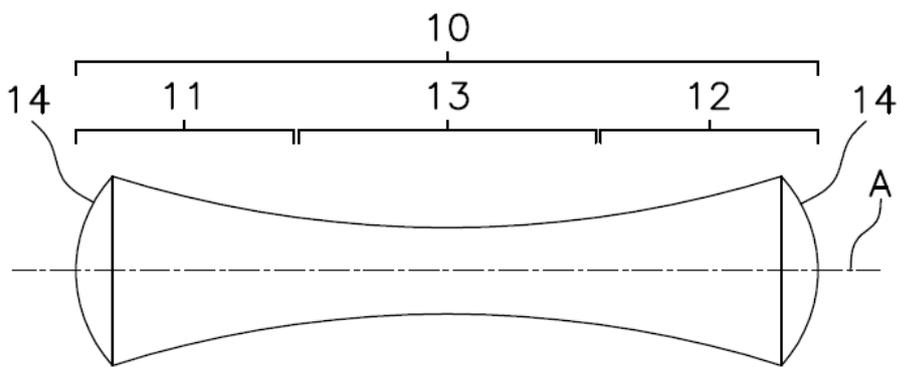
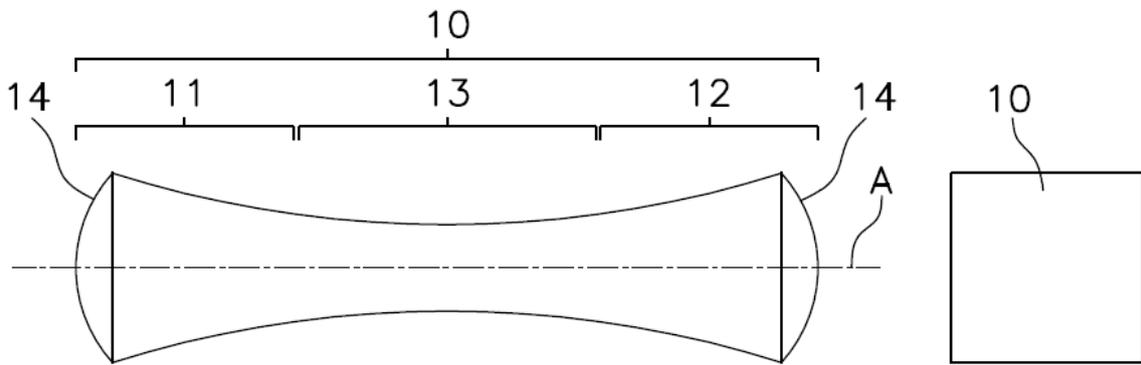
- 10      • un núcleo magnético flexible hecho de múltiples núcleos magnéticos parciales (15) unidos entre sí formando una cadena; o
- un núcleo magnético flexible hecho de múltiples núcleos magnéticos parciales (15) unidos entre sí formando una cadena y rodeados por una cubierta de polímero flexible; o
- 15      • un núcleo magnético flexible constituido por un medio polimérico curado incluyendo filamentos flexibles ferromagnéticos paralelos a dicho eje longitudinal.

14. Antena emisora de baja frecuencia según una cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en la que la longitud del núcleo magnético alargado en la dirección del eje longitudinal es al menos cinco veces la anchura media del núcleo magnético alargado en  
20 una dirección perpendicular a dicho eje longitudinal, y/o es de al menos 50mm.

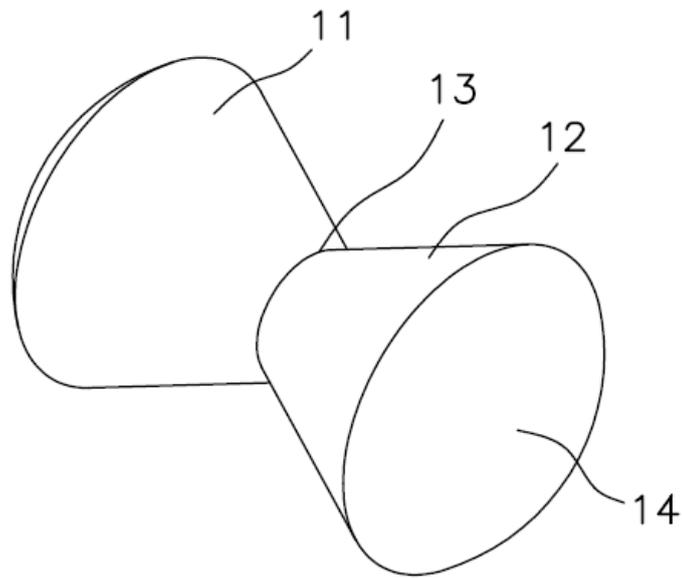
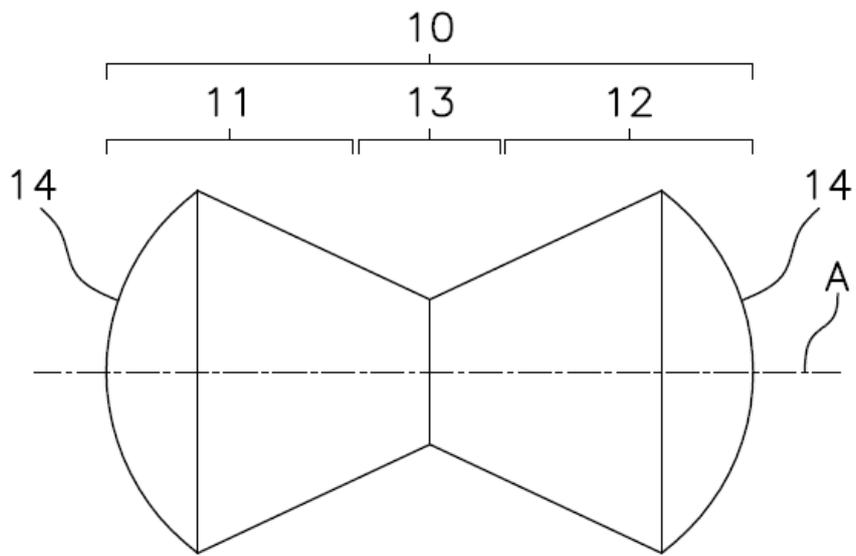




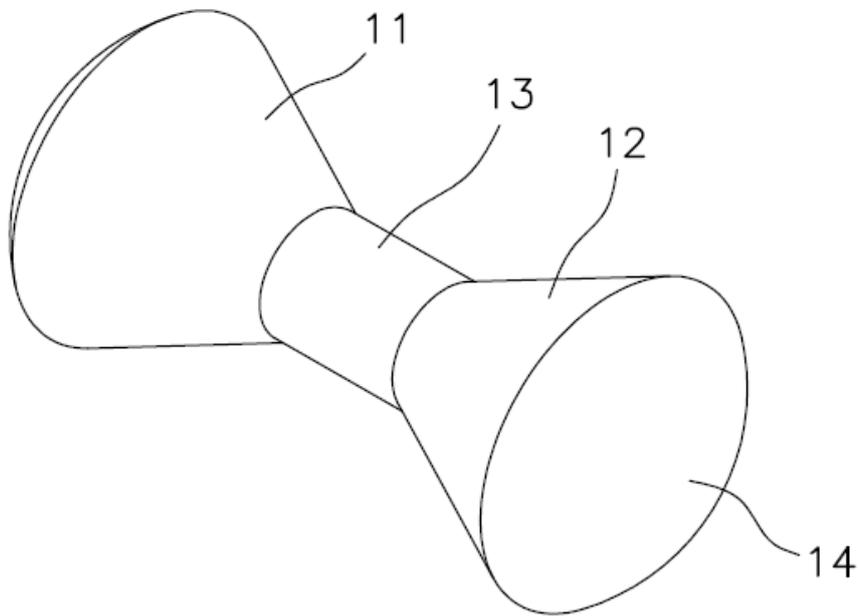
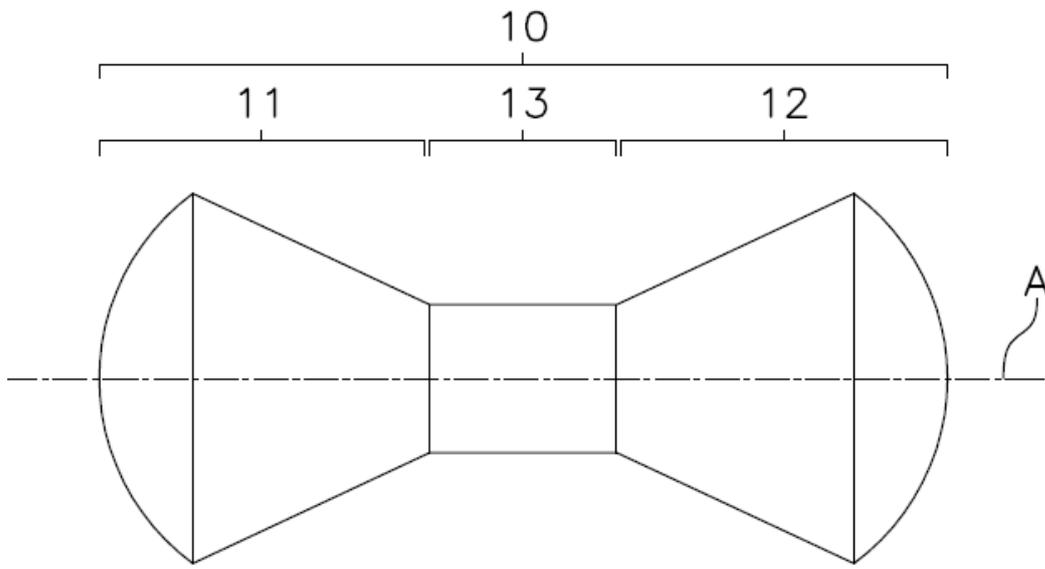
**Fig.3**



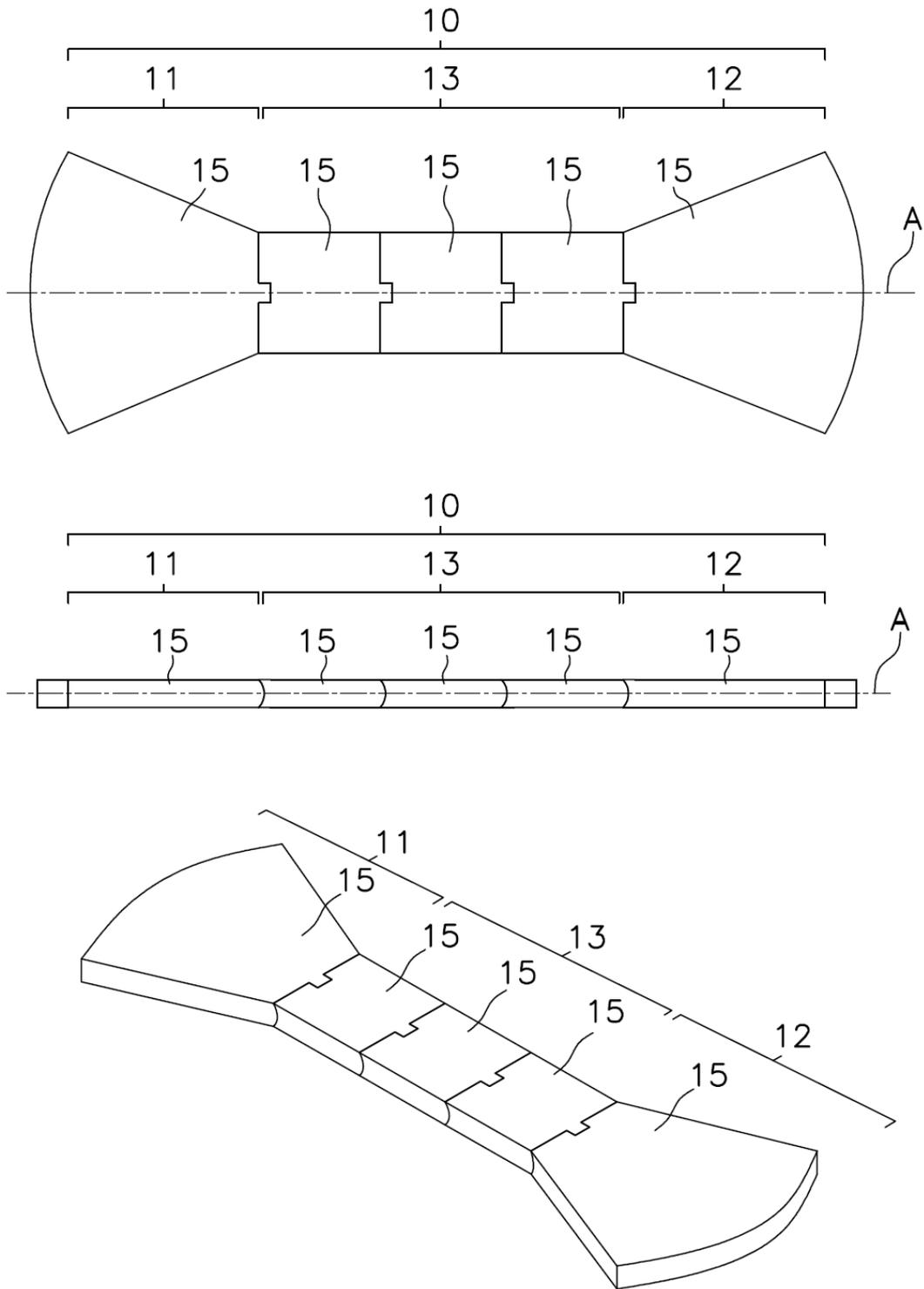
**Fig.4**



**Fig.5**



**Fig.6**



**Fig. 7**