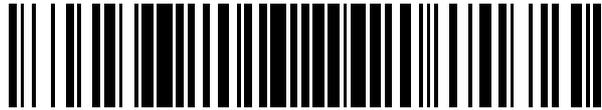


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 590 532**

21 Número de solicitud: 201530540

51 Int. Cl.:

B61L 1/20 (2006.01)

12

SOLICITUD DE PATENTE

A1

22 Fecha de presentación:

21.04.2015

43 Fecha de publicación de la solicitud:

22.11.2016

56 Se remite a la solicitud internacional:

PCT/ES2015/070778

71 Solicitantes:

**CENTRO DE ESTUDIOS E INVESTIGACIONES
TECNICAS DE GUIPUZCOA (CEIT) (100.0%)**

**Pº de Manuel Lardizabal, 15
20018 SAN SEBASTIAN (Gipuzkoa) ES**

72 Inventor/es:

**ADIN MARCOS, Iñigo;
SOLAS ZUBIAURRE, Gonzalo;
MENDIZABAL SAMPER, Jaizki;
PODHORSKI, Adam;
SEDANO GARCÍA, Beatriz y
ARRIZABALAGA JUARISTI, Saioa**

74 Agente/Representante:

VEIGA SERRANO, Mikel

54 Título: **MÉTODO PARA LA EVALUACIÓN DE LA COMUNICACIÓN TREN-TIERRA Y DISPOSITIVO PARA LLEVAR A CABO DICHO MÉTODO**

57 Resumen:

Método para la evaluación de la comunicación tren-tierra y dispositivo para llevar a cabo dicho método, en donde el método comprende los pasos de:

- generar una señal eléctrica de referencia,
- generar una señal eléctrica de ruido e interferencia,
- mezclar la señal eléctrica de referencia con la señal eléctrica de ruido e interferencia,
- introducir la señal eléctrica mezclada en un lazo magnético (19, 26) para obtener una señal combinada (20) que se envía hacia la antena (3) del dispositivo receptor (1), y
- evaluar si el dispositivo receptor (2) ha procesado la señal combinada (20).

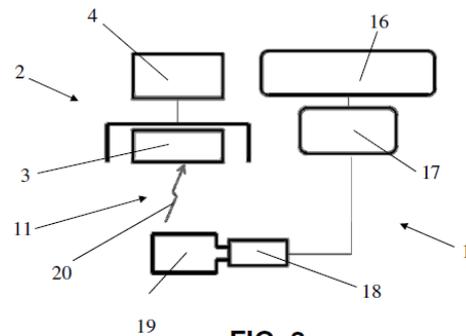


FIG. 3

DESCRIPCIÓN

MÉTODO PARA LA EVALUACIÓN DE LA COMUNICACIÓN TREN-TIERRA Y DISPOSITIVO PARA LLEVAR A CABO DICHO MÉTODO

5

Sector de la técnica

La presente invención está relacionada con el sector ferroviario, y más concretamente con los dispositivos empleados en la comunicación entre tren y tierra. Especialmente, la presente invención describe un método y un dispositivo para evaluar la eficiencia de la comunicación establecida entre las balizas ubicadas en vía y los dispositivos receptores de dichas balizas embarcados en el tren, cuando la comunicación se puede ver afectada por señales de interferencia presentes en la vía.

15

Estado de la técnica

El sistema ERTMS (Sistema de Gestión de Tráfico Ferroviario Europeo) dispone de una comunicación entre la vía y el tren compuesta de un equipamiento externo ubicado en vía y un equipamiento embarcado en el tren, de manera que la comunicación se establece entre unas balizas de la vía y unos dispositivos receptores embarcados en el tren.

Las balizas, (denominadas EUROBALIZAS), se encuentran distribuidas puntualmente a lo largo de la vía, y son las encargadas de generar un campo electromagnético para transmitir una señal denominada señal *uplink*, con la información relativa al control del tren y la operación del tráfico ferroviario. Los dispositivos receptores se componen de una antena situada en la parte inferior del tren, que se encarga de recibir la señal *uplink* enviada por la baliza y remitirla a un módulo BTM (Módulo de Transmisión de Baliza), el cual a su vez se encarga de convertir la señal *uplink* en un formato legible por el sistema de control del tren (EVC).

30

Garantizar la comunicación entre la baliza y el dispositivo receptor es esencial para la seguridad, por ello, la Directiva Europea 96/48/CE establece unos estándares que evalúan el funcionamiento de estos dispositivos. A este respecto, el estándar SUBSET-085 define un método para evaluar la comunicación entre la baliza y el dispositivo receptor (antena-BTM), así como define de forma independiente las pruebas para evaluar el funcionamiento de la baliza y el dispositivo receptor en un laboratorio de ensayos.

35

De acuerdo con dicho estándar, la señal *uplink* generada por la baliza se obtiene generando una señal de referencia que por medio de un lazo magnético se convierte en el campo magnético correspondiente a la señal *uplink*, y dicha señal *uplink* se envía hacia el dispositivo receptor (antena-BTM), comprobándose si la comunicación se da de forma correcta o no.

Durante el servicio ferroviario, la comunicación entre las balizas y los dispositivos receptores puede verse afectada por diversos factores ambientales, por ello, el estándar SUBSET-085 también define unas condiciones reales de operación en las que se debe evaluar la comunicación. Por ejemplo, para simular la comunicación en condiciones degradadas, el estándar define unas condiciones en donde las balizas se cubren de nieve, polvo, agua, piedras, arena, barro, aceite, grasa o masas metálicas. Este estándar permite evaluar la eficiencia de la comunicación en condiciones desfavorables, sin embargo se debe emplear un tiempo excesivo en preparar las condiciones de la prueba. Además, en algunos casos, las condiciones en las que se realizan las pruebas suelen ser más favorables que las condiciones reales a las que se debe someter el vehículo ferroviario.

Adicionalmente, el estándar SUBSET-116, plantea la necesidad de evaluar la inmunidad del dispositivo receptor ante la acción de ruido electromagnético. Concretamente, el estándar SUBSET-116 define la introducción de una señal de ruido e interferencia en el espacio de aire (air-gap) que existe entre la baliza que genera la señal *uplink* y la antena del dispositivo receptor que la recibe. Para crear la señal de ruido e interferencia, el estándar SUBSET-116 emplea un generador de señales y un lazo magnético adicional, lo cual implica prácticamente duplicar el coste del equipamiento para poder generar la señal *uplink* y la señal de ruido e interferencia. Asimismo se aumenta el tiempo de realización de los ensayos, ya que para garantizar la viabilidad de las pruebas se hace necesario calibrar tanto el equipo para generar la señal *uplink*, como el equipo para generar la señal de ruido e interferencia y su monitorización.

Se hace por tanto necesario un método alternativo para evaluar la comunicación tren-tierra que permita resolver los problemas anteriormente indicados.

Objeto de la invención

Con la finalidad de cumplir estos objetivos y solucionar los problemas técnicos indicados, la presente invención da a conocer un método para evaluación de la comunicación entre

balizas de vía y dispositivos receptores embarcados en tren (antena- módulo BTM) frente a señales de ruido e interferencia, así como un dispositivo para llevar a cabo dicho método.

5 El método para la evaluación de la comunicación tren-tierra de la presente invención comprende los siguientes pasos:

- generar una señal eléctrica de referencia,
- generar una señal eléctrica de ruido e interferencia,
- mezclar y sincronizar la señal eléctrica de referencia con la señal eléctrica de ruido e
10 interferencia,
- introducir la señal eléctrica mezclada en un lazo magnético para obtener una señal combinada que se envía hacia la antena del dispositivo receptor, y
- evaluar si el dispositivo receptor ha procesado correctamente la señal combinada
(20).

15

De acuerdo a un ejemplo de realización preferente de la invención, la señal eléctrica de referencia y la señal eléctrica de ruido e interferencia se mezclan y sincronizan digitalmente y se cargan en un generador de señal combinada que genera la señal eléctrica mezclada, la cual posteriormente se introduce en el lazo magnético para obtener la señal combinada que
20 se envía hacia la antena del dispositivo receptor.

Según otro ejemplo de realización de la invención, la señal eléctrica de referencia y la señal eléctrica de ruido e interferencia se generan respectivamente de forma independiente en un generador de señal de referencia, y en un generador de señal de ruido e interferencia.
25 Ambas señales eléctricas generadas se mezclan y sincronizan en un mezclador de señales, y se introduce la señal eléctrica mezclada en un lazo magnético para obtener la señal combinada que se envía hacia la antena del dispositivo receptor.

El dispositivo para llevar a cabo el método de evaluación de la comunicación tren-tierra de la
30 invención comprende:

- medios para la generación de una señal eléctrica mezclada a partir de una señal eléctrica de referencia y una señal eléctrica de ruido e interferencia,
- un lazo magnético configurado para convertir la señal eléctrica mezclada en una
35 señal combinada que se envía hacia la antena del dispositivo receptor, y

- un módulo BTM configurado para evaluar si la señal combinada ha sido correctamente procesada por el dispositivo receptor.

Según un ejemplo de realización preferente de la invención, los medios para la generación de la señal eléctrica mezclada están constituidos por un generador de señal combinada encargado de generar la señal eléctrica mezclada. Según otro ejemplo de realización de la invención, los medios para la generación de la señal eléctrica mezclada están constituidos por un generador de señal de referencia encargado de generar la señal eléctrica de referencia, un generador de señal de ruido e interferencia encargado de generar la señal eléctrica de ruido e interferencia, y un mezclador de señales configurado para mezclar y sincronizar la señal eléctrica de referencia y la señal eléctrica de ruido e interferencia.

Con todo ello así se obtiene un método para comprobar la comunicación entre una baliza y un dispositivo receptor que permite introducir señales de ruido e interferencia en la comunicación sin la necesidad de tener que emplear un equipamiento adicional, de manera que con un único lazo magnético se puede generar una señal combinada que es suma de una señal de referencia y una señal de ruido e interferencia, resultando así en un sistema de menor coste. Asimismo, se evita la necesidad de tener que calibrar el equipamiento para generar la señal de ruido e interferencia, de manera que se requiere de menos tiempo para llevar a cabo los ensayos necesarios para evaluar la comunicación entre la baliza y el dispositivo receptor. Por otro lado, el método permite modelizar digitalmente cualquier tipo de señal de ruido e interferencia que pueda provocar un fallo en la comunicación entre la baliza y la antena del dispositivo receptor, con lo que se puede evaluar la comunicación frente a cualquier condición desfavorable a la que se encuentre sometida la baliza, como por ejemplo ruido electromagnético, nieve, polvo, agua, piedras, arena, barro, aceite, grasa o elementos similares.

Descripción de las figuras

La figura 1 muestra un diagrama simplificado del estándar SUBSET-085 correspondiente al estado de la técnica que define un método para evaluar la comunicación entre el dispositivo receptor y la baliza.

La figura 2 muestra un diagrama simplificado del estándar SUBSET-116 correspondiente al estado de la técnica que define un método para evaluar la comunicación entre el dispositivo receptor y la baliza frente a una señal de ruido e interferencia.

La figura 3 muestra un diagrama simplificado del método para la evaluación de la comunicación tren-tierra de la presente invención, de acuerdo a un ejemplo de realización preferente.

- 5 La figura 4 muestra otro diagrama simplificado del método para la evaluación de la comunicación tren-tierra de la presente invención, de acuerdo a otro ejemplo de realización.

Descripción detallada de la invención

- 10 En la figura 1 se puede observar un diagrama correspondiente al estado de la técnica conforme al estándar SUBSET-085, que define un método para testear en laboratorio la fiabilidad de la comunicación entre un equipamiento que emula el comportamiento de una baliza (1) y un dispositivo receptor (2). En condiciones normales de operación el dispositivo receptor (2) se ubica embarcado a bordo del tren, mientras que la baliza (1) se ubica entre
15 los raíles de la vía, de manera que cuando el tren circula por encima de una baliza (1) se produce la comunicación entre la baliza (1) y el dispositivo receptor (1).

El dispositivo receptor (2) se constituye por una antena (3) y un módulo BTM (4). La antena (3) generalmente se ubica en la parte inferior del tren, y es la encargada de recibir una señal
20 *uplink* (5) proveniente de la baliza (1) y remitirla al módulo BTM (4), que se encarga de convertir la señal *uplink* (5) en un formato legible por el sistema de control del tren.

El equipamiento que se emplea en laboratorio para emular el comportamiento de la baliza (1) está constituido por un generador de señal de referencia (6), un amplificador de
25 radiofrecuencia (7), un transformador de balanceado a desbalanceado, comúnmente denominado balun (8), y un lazo magnético de referencia (9).

El generador de señal de referencia (6) genera una señal eléctrica de referencia, el amplificador de radiofrecuencia (7) regula el nivel de potencia de la señal eléctrica de
30 referencia generada por el generador de señal de referencia (6) y a su vez sirve de separador para evitar que el generador de señal de referencia (6) pueda verse afectado por variaciones de tensión o impedancia. El balun (8) incorpora un sensor de corriente que monitoriza la tensión que transmite el generador de señal de referencia (6) y por tanto controla la potencia de transmisión de la señal eléctrica. El lazo magnético de referencia (9)
35 convierte la señal eléctrica generada por el generador de señal de referencia (6) en un campo magnético que es captado por la antena (3) del dispositivo receptor (2) en forma de

una señal de uplink (5).

Para realizar los ensayos de prueba en el laboratorio el estándar SUBSET-085 define un sistema de gestión (LTMS), "Laboratory Test Management System", que se comunica con el módulo BTM (4) a través de una primera interfaz (V1) y es el encargado de controlar los ensayos a los que se debe someter el dispositivo receptor (2) para comprobar la fiabilidad de la comunicación. Asimismo el estándar define un módulo de tiempo y odómetro (LTOM), "Laboratory Time and Odometer", que se comunica con el módulo BTM (4) a través de una segunda interfaz (V2) y es el encargado de suministrar información de tiempo y velocidad, como por ejemplo velocidad simulada del tren y localización simulada de las balizas (2). Los El sistema LTMS, el módulo LTOM y los interfaces V1 y V2 del estándar SUBSET-085 no son objeto de la presente invención y no se entran a describir en mayor profundidad.

En la figura 2 se puede observar un diagrama correspondiente al estado de la técnica conforme al estándar SUBSET-116. Este estándar define la introducción de una señal de ruido e interferencia (10) en el espacio de aire (11) que existe entre la baliza (1) y la antena (3) del dispositivo receptor (1). Para ello, el estándar SUBSET-116 define el empleo de un equipamiento adicional para la generación de la señal de ruido e interferencia (10), es decir, el estándar define el empleo de un generador de señal de ruido (12), un segundo amplificador de radiofrecuencia (13), un segundo balun (14), y un segundo lazo magnético (15).

La introducción de una señal de ruido e interferencia de forma independiente conlleva la necesidad de tener que realizar una sincronización entre el generador de señal de referencia (6) de la señal uplink (5) y el segundo generador de señal (12) de la señal de ruido e interferencia (10), además de tener que comprobar que la sincronización se lleva a cabo de forma correcta. Además, esta alternativa conlleva duplicar el equipamiento, lo cual además de encarecer significativamente la introducción de la señal de ruido e interferencia, incrementa también significativamente los dispositivos sometidos a posibles fallos en su funcionamiento.

En la figura 3 se muestra un diagrama simplificado de un ejemplo de realización del dispositivo empleado para llevar a cabo el método de evaluación de la comunicación tren-tierra de la presente invención.

35

En dicha figura 3 se muestra un equipamiento que se emplea en laboratorio para emular el

comportamiento de la baliza (1), el cual está compuesto por un generador de señal combinada (16), un amplificador de radiofrecuencia (17), un balun (18) y un lazo magnético (19). El generador de señal combinada (16) está configurado para generar una señal eléctrica mezclada a partir de una señal eléctrica de referencia y una señal eléctrica de ruido e interferencia. El nivel de potencia de la señal eléctrica mezclada se regula mediante el amplificador de radiofrecuencia (17), y mediante el balun (18) se controla la potencia de transmisión de la señal eléctrica mezclada. La señal eléctrica mezclada se introduce en el lazo magnético (19) para convertirla en una señal combinada (20) que se envía hacia la antena (3) del dispositivo receptor (2) a través del espacio de aire (11). Posteriormente el módulo BTM (4) del dispositivo receptor (2) se encarga de evaluar si la señal combinada (20) ha sido correctamente recibida por la antena (3), y por tanto de comprobar si la señal de señal eléctrica de ruido e interferencia ha interferido en la comunicación.

La señal eléctrica de referencia y la señal eléctrica de ruido e interferencia se modelizan en una herramienta de software y se mezclan digitalmente para obtener la señal eléctrica mezclada, la cual se carga en el generador de señal combinada (16). Como posibles equipos para la generación la señal eléctrica mezclada se pueden emplear un generador de señal "Agilent E4438C" o "HP 8647a".

Mediante el ejemplo de realización de la figura 3 se obtiene un método y un dispositivo para la evaluación de la comunicación entre la baliza (1) y el dispositivo receptor (2) que permite la introducción de una señal de ruido e interferencia en la comunicación sin la necesidad de tener que emplear un generador de señal y un lazo magnético adicional, como es el caso del estándar SUBSET-116. Asimismo, el método propuesto por la invención es compatible con el estándar SUBSET-085, pudiéndose por tanto realizar cualquier tipo de ensayo definido por dicho estándar SUBSET-085 ante la presencia de señales de ruido e interferencia.

En la figura 4 se muestra un diagrama simplificado de otro ejemplo de realización de la presente invención, en donde las señales eléctricas de referencia y ruido e interferencia se generan de forma independiente. Se ha previsto emplear esta realización en los casos en donde el rango dinámico del generador de señal empleado no permita generar la señal eléctrica mezclada correctamente, debido a la diferencia de potencia entre la señal eléctrica de referencia y la señal eléctrica de ruido e interferencia.

De acuerdo con la realización de la figura 4, la emulación de la baliza (1) se realiza mediante un equipamiento compuesto por un generador de señal de referencia (21), un primer

amplificador de radiofrecuencia (22), un generador de señal de ruido e interferencia (23), un segundo amplificador de radiofrecuencia (24), un mezclador de señales (25), un balun (26) y un lazo magnético (27).

5 Las señales eléctricas de referencia y de ruido e interferencia se modelizan en una herramienta software y posteriormente se cargan respectivamente en el generador de señal de referencia (21) y en el generador de señal de ruido e interferencia (23). El nivel de potencia de las señales eléctricas generadas es elevado por su respectivo amplificador (22,24), y ambas señales eléctricas generadas se mezclan en el mezclador de señales (25).
10 Mediante el balun (26) se controla la potencia de transmisión de la señal eléctrica mezclada y posteriormente se introduce en el lazo magnético (27) para convertirla en la señal combinada (20) que se envía hacia la antena (3) del dispositivo receptor a través del espacio de aire (11). Posteriormente el módulo BTM (4) del dispositivo receptor (2) se encarga de evaluar si la señal combinada (20) ha sido correctamente recibida por la antena (3).

15

20

25

30

35

REIVINDICACIONES

1.-Método para la evaluación de la comunicación tren-tierra, que se establece entre una baliza (1) y un dispositivo receptor (2) constituido por una antena (3) y un módulo BTM (4),
5 caracterizado porque el método comprende los siguientes pasos:

- generar una señal eléctrica de referencia,
- generar una señal eléctrica de ruido e interferencia,
- mezclar la señal eléctrica de referencia con la señal eléctrica de ruido e interferencia,
- 10 – introducir la señal eléctrica mezclada en un lazo magnético (19, 26) para obtener una señal combinada (20) que se envía hacia la antena (3) del dispositivo receptor (2), y
- evaluar si el dispositivo receptor (2) ha procesado la señal combinada (20).

2.- Método para la evaluación de la comunicación tren-tierra, según la reivindicación 1,
15 caracterizado porque la señal eléctrica de referencia y la señal eléctrica de ruido e interferencia se mezclan digitalmente y se cargan en un generador de señal combinada (16) que genera la señal eléctrica mezclada que se introduce en el lazo magnético (19) para obtener la señal combinada (20).

20 3.- Método para la evaluación de la comunicación tren-tierra, según la reivindicación 1, caracterizado porque la señal eléctrica de referencia y la señal eléctrica de ruido e interferencia se generan respectivamente de forma independiente en un generador de señal de referencia (21), y en un generador de señal de ruido e interferencia (23), ambas señales eléctricas generadas se mezclan en un mezclador de señales (25), y se introduce la señal
25 eléctrica mezclada en un lazo magnético (27) para obtener la señal combinada (20).

4.- Dispositivo para llevar a cabo el método de evaluación de la comunicación tren-tierra de las reivindicaciones anteriores, caracterizado porque comprende:

- 30 – medios para la generación de una señal eléctrica mezclada a partir de una señal eléctrica de referencia y una señal eléctrica de ruido e interferencia,
- un lazo magnético (19, 27) configurado para convertir la señal eléctrica mezclada en una señal combinada (20) que se envía hacia la antena (3) del dispositivo receptor (1), y
- 35 – un módulo BTM (4) configurado para evaluar si la señal combinada (20) ha sido procesada por el dispositivo receptor (2).

5.- Dispositivo según la reivindicación anterior, caracterizado porque los medios para la generación de la señal eléctrica mezclada están constituidos por un generador de señal combinada (16) que genera la señal eléctrica mezclada.

5 6.- Dispositivo según la reivindicación anterior, caracterizado porque los medios para la generación de la señal eléctrica mezclada están constituidos por un generador de señal de referencia (21) que genera la señal eléctrica de referencia, un generador de señal de ruido e interferencia (23) que genera la señal eléctrica de ruido e interferencia, y un mezclador de señales (25) configurado para mezclar la señal eléctrica de referencia y la señal eléctrica de ruido e interferencia.
10

15

20

25

30

35

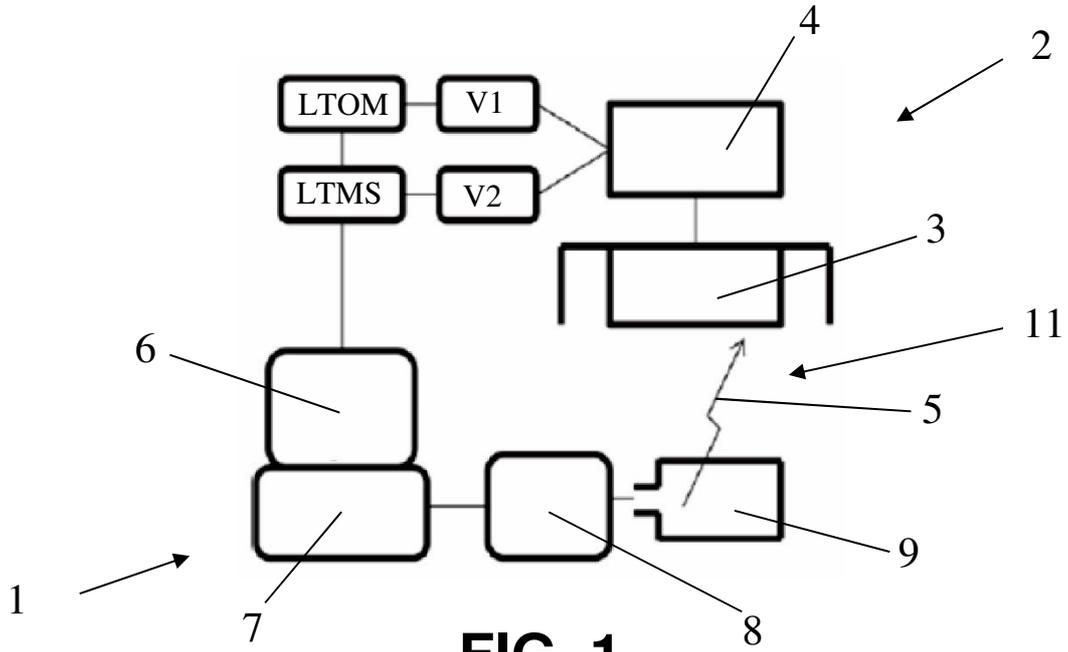


FIG. 1

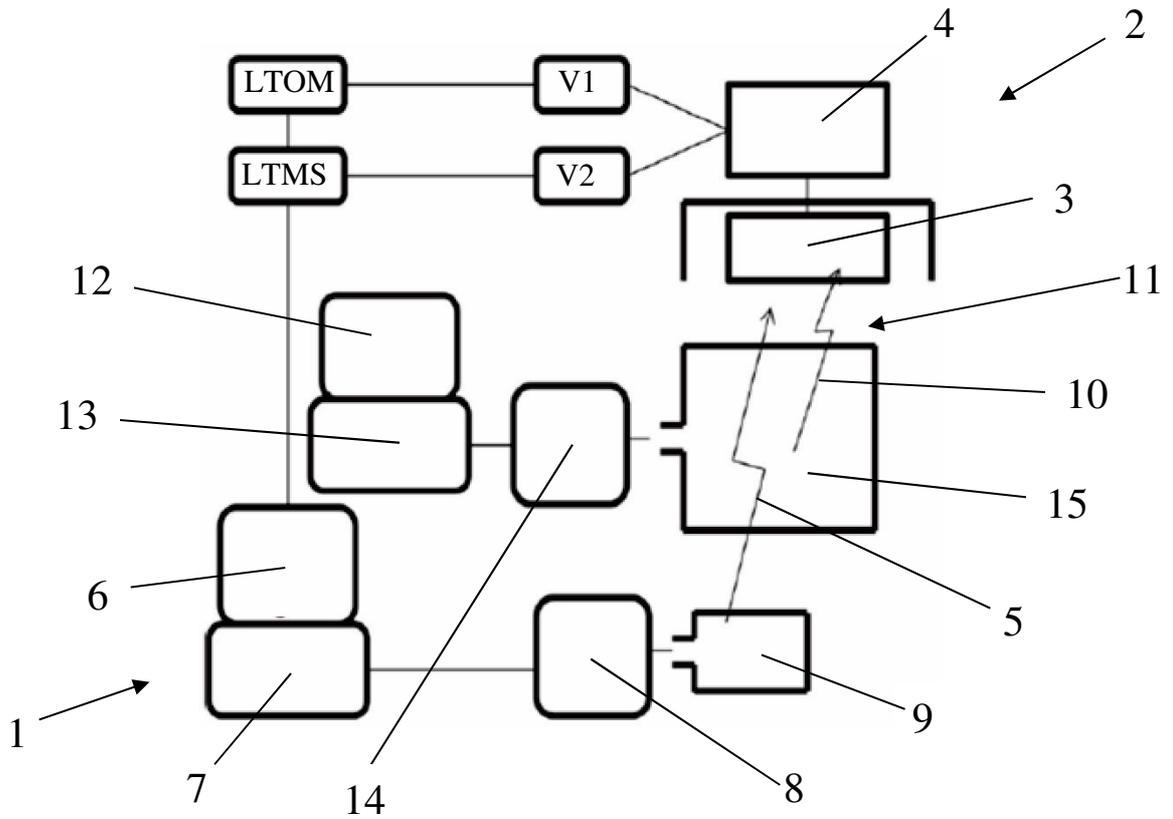


FIG. 2

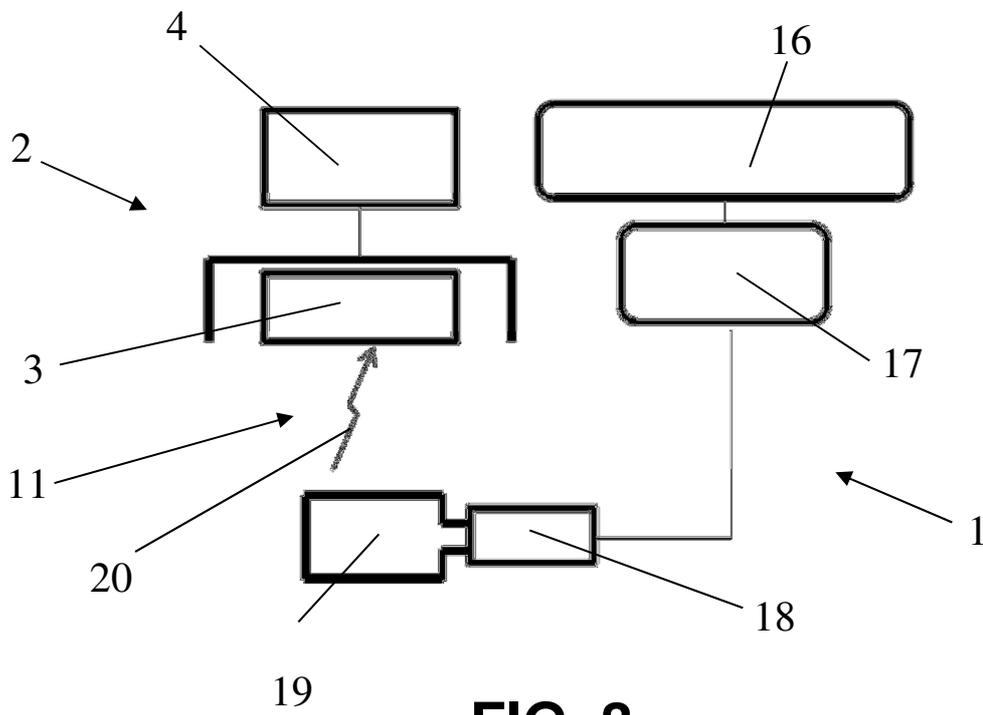


FIG. 3

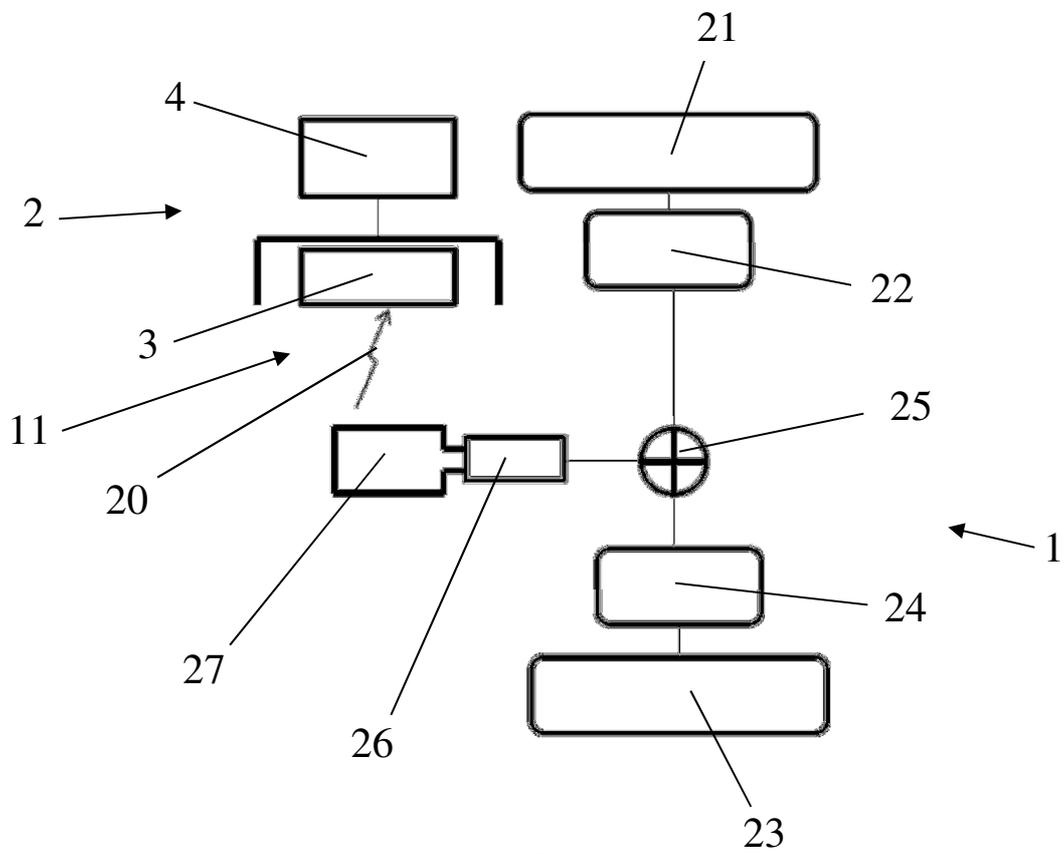


FIG. 4