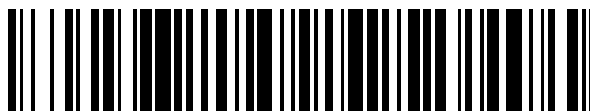


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 688 244**

51 Int. Cl.:

G01K 15/00 (2006.01)

G01N 29/34 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **14.10.2016** **E 16194010 (1)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **12.09.2018** **EP 3156775**

54 Título: **Aparato y método para probar sensores térmicos lineales**

30 Prioridad:

16.10.2015 US 201514885436

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

31.10.2018

73 Titular/es:

**KIDDE TECHNOLOGIES, INC. (100.0%)
4200 Airport Drive, NW
Wilson, NC 27896, US**

72 Inventor/es:

ROGERS, AARON STANLEY

74 Agente/Representante:

ISERN JARA, Jorge

ES 2 688 244 T3

Aviso: En el plazo de nueve meses a contar desde la fecha de publicación en el Boletín Europeo de Patentes, de la mención de concesión de la patente europea, cualquier persona podrá oponerse ante la Oficina Europea de Patentes a la patente concedida. La oposición deberá formularse por escrito y estar motivada; sólo se considerará como formulada una vez que se haya realizado el pago de la tasa de oposición (art. 99.1 del Convenio sobre Concesión de Patentes Europeas).

DESCRIPCIÓN

Aparato y método para probar sensores térmicos lineales

5 ANTECEDENTES

Los gases de escape y/o el aire comprimido de los motores de una aeronave pueden usarse para muchos fines. Los gases de escape pueden portarse para impulsar los propulsores de los motores neumáticos para proporcionar energía. Estos motores de accionamiento por propulsor pueden realizar varias funciones mecánicas, como generar electricidad, bombear gases, girar ejes, etc. Los gases de escape pueden portarse para proporcionar calor en ubicaciones remotas de los motores de la aeronave. Los gases de escape pueden ser usados como parte de un sistema de regulación de temperatura para mantener un entorno atmosférico en ubicaciones de una aeronave sensibles a la temperatura. El aire comprimido puede usarse para la presurización de la cabina o como fuente para los sistemas de control neumático.

15 Tanto los gases de escape como el aire comprimido pueden estar muy calientes, ya que los gases de escape son el producto de una reacción química exotérmica, y la presurización eleva la temperatura del aire que está siendo comprimido. Varias cámaras, colectores y conductos pueden usarse para dirigir estos gases de escape desde los motores a las diferentes ubicaciones de la aeronave que requieren su uso. Puede ser deseable ubicar la alta temperatura de los gases a ubicaciones inmediatamente circundantes a estas cámaras, colectores y conductos. Si estas cámaras, colectores y conductos no permiten que los gases de escape y/o el aire comprimido escape, pueden surgir efectos perjudiciales.

20 Los sensores térmicos lineales pueden ubicarse adyacentes a, y a lo largo de, estas cámaras, colectores y conductos que llevan los gases de escape y/o el aire comprimido calientes. Dichos sensores térmicos lineales pueden proporcionar una función de monitorización de la temperatura inmediatamente adyacente a las cámaras, colectores y conductos en ubicaciones atravesadas por los sensores térmicos lineales. Si estos sensores térmicos lineales indican una temperatura en una ubicación específica que es mayor a un umbral predeterminado, los pilotos de la aeronave pueden recibir una notificación sobre la condición de exceso de temperatura detectada.

25 Los sensores térmicos lineales pueden usarse en varias ubicaciones a parte de la aeronave. Por ejemplo, los sensores térmicos lineales pueden usarse en aplicaciones en tierra, marinas y/o aeroespaciales. Estos sensores son particularmente útiles si la detección de los eventos de sobrecalentamiento es necesaria a lo largo de una ruta lineal. Los métodos conocidos para probar los sensores térmicos lineales arrojan resultados que no llegan a ser óptimos. Y los sistemas conocidos que interactúan con los sensores térmicos lineales y distribuciones de sensores han encontrado dificultades a la hora de detectar los eventos térmicos más allá de una primera discontinuidad eléctrica.

RESUMEN

40 Aparato y métodos asociados relacionados con un sistema de prueba de sensor térmico lineal que incluye un generador de señal que se configura para generar una serie de señales de impulso sinusoidal amortiguadas cada una de una frecuencia diferente, y transmitir las señales de impulso sinusoidal amortiguadas a un primer extremo de un sensor térmico lineal. El sensor térmico lineal está configurado para generar una señal de reflejo que corresponde a cada una de la serie de señales de impulso sinusoidal amortiguadas en una o más discontinuidades eléctricas en el sensor térmico lineal. El sistema de prueba de sensor térmico lineal incluye un analizador de reflejo que está configurado para recibir una señal de reflejo del primer extremo del sensor térmico lineal. La señal de reflejo tiene indicios de ubicaciones y propiedades eléctricas dentro del sensor térmico lineal para cada una de la una o más discontinuidades eléctricas. El analizador de reflejo se configura además para calcular las propiedades eléctricas y las ubicaciones dentro del sensor térmico lineal sobre la base de los indicios de la señal de reflejo recibida.

50 En algunas realizaciones, un método de prueba de un sensor térmico lineal incluye la etapa de generar una serie de señales de impulso sinusoidal amortiguadas cada una de una frecuencia diferente. El método incluye la etapa de transmitir la serie generada de señales de impulso sinusoidal amortiguadas a un primer extremo del sensor térmico lineal. El método incluye la etapa de recibir, en el primer extremo del sensor térmico lineal, una serie de señales de reflejo cada una correspondiente a una de la serie de señales de impulso sinusoidal amortiguadas. Cada una de las señales de reflejo es reflejada por una o más discontinuidades eléctricas en el sensor térmico lineal. El método incluye la etapa de determinar una amplitud de la señal reflejada recibida. El método incluye la etapa de calcular una propiedad eléctrica de una discontinuidad eléctrica del sensor térmico lineal basada en la amplitud determinada y el cambio de fase de la señal reflejada recibida.

BREVE DESCRIPCIÓN DE LOS DIBUJOS

65 La fig. 1 es una vista en planta de una aeronave ejemplar que tiene un conducto de aire caliente y un sensor térmico lineal para monitorizar fugas del conducto de aire caliente. La fig. 2 es una vista en perspectiva de un detector térmico lineal ejemplar del tipo sal eutéctica coaxial.

La fig. 3 es una vista en perspectiva de un detector térmico lineal ejemplar de tipo termistor.

Las figs. 4A-4B son gráficos de mapeo térmico y reflectometría de dominio de tiempo (TDR) tradicional de un sensor térmico lineal ejemplar que es sustancialmente uniforme a lo largo del mismo, respectivamente.

5 Las figs. 5A-5B son gráficos de mapeo térmico y reflectometría de dominio de tiempo (TDR) tradicional de un sensor térmico lineal ejemplar que tiene una discontinuidad eléctrica, respectivamente.

La fig. 6 es un diagrama de bloques de un sistema de prueba ejemplar para sensores térmicos lineales.

La fig. 7 es un gráfico de una señal ejemplar transmitida a un sensor térmico lineal y una señal de reflejo ejemplar recibida desde el sensor térmico lineal.

10 La fig. 8 es un gráfico de una señal ejemplar transmitida a un sensor térmico lineal y dos señales de reflejo recibidas del sensor térmico lineal.

La fig. 9 es un diagrama de flujo de un método ejemplar para probar sensores térmicos lineales.

La fig. 10 es un diagrama de bloques de una unidad de procesamiento de señal ejemplar para un sistema de detección de exceso de temperatura multifunción.

15 La fig. 11 es una vista esquemática de una señal ejemplar producida por un sistema de detección de exceso de temperatura multifunción.

DESCRIPCIÓN DETALLADA

20 La fig. 1 es una vista en planta de una aeronave ejemplar que tiene un conducto de aire caliente y un sensor térmico lineal para monitorizar las fugas del conducto de aire caliente. En la representación de la fig. 1, la aeronave 10 incluye conductos de aire caliente 12 que proporcionan una ruta de fluidos para los gases de escape generados en los motores 14 a lo largo de los bordes frontales 16 de las alas 18. Próximo a cada uno de los conductos de aire caliente 12 está el sensor térmico lineal 20. Los conductos de aire caliente 12 pueden proporcionar una ruta de fluidos para los gases de escape a lo largo de los bordes frontales 16 para proporcionar una capacidad de deshielo, por ejemplo. Los sensores térmicos lineales 20 discurren adyacentes a, y a lo largo de, los conductos de aire caliente 12 para monitorizar la temperatura adyacente a, y a lo largo de, los conductos de aire caliente 12. Los sensores térmicos lineales 20 pueden usarse para detectar fugas en los conductos de aire caliente 12. Las señales transmitidas en los sensores térmicos lineales 20 pueden contener indicios que pueden usarse para proporcionar una ubicación precisa en la cual los sensores térmicos lineales 20 experimentan una condición de exceso de temperatura, una temperatura que supera un umbral predeterminado.

35 La fig. 2 es una vista en perspectiva de un detector térmico lineal ejemplar del tipo sal eutéctica coaxial. En la fig. 2, el detector térmico lineal 20 ejemplar incluye un conductor interno 22, un aislador poroso 24 y una tubería conductiva externa 26 dispuestos de modo coaxial. El aislador poroso 24 puede saturarse con un medio de sal eutéctica o semiconductor dieléctrico. Pueden usarse varias composiciones químicas de sales eutécticas. La sal eutéctica puede tener una alta resistencia cuando está en fase sólida y una baja resistencia cuando está en fase líquida, por ejemplo. Así, si en todas partes a lo largo de una longitud del detector térmico lineal 20 hay una temperatura que es inferior a la temperatura de fusión de la sal eutéctica que satura el aislador poroso 24, el conductor interno 22 y la tubería conductiva externa 26 estarán sustancialmente aislados eléctricamente uno de la otra. Si, sin embargo, una ubicación a lo largo de una longitud del detector o sensor término lineal 20 está sometida a una temperatura mayor que la temperatura de fusión de la sal eutéctica que satura el aislador poroso 24, la conducción eléctrica se facilitará entonces entre el conductor interno 22 y la tubería conductiva externa 26 mediante la conducción a través de la sal eutéctica fundida.

45 Pueden usarse varias composiciones de sales eutécticas o medio semiconductor dieléctrico, cada uno con una temperatura de fusión particular específica para la composición de la sal eutéctica. Pueden realizarse varios métodos para rellenar o saturar el aislador poroso 24. Por ejemplo, puede realizarse revestimiento por pulverización de aerosol sobre el aislador poroso 24 antes de recubrir el aislador poroso 24 con la tubería conductiva externa 26. El aislador poroso 24 puede revestirse por inmersión antes de recubrir el aislador poroso 24 con tubería conductiva externa 26. Y tras recubrir el aislador poroso 24 con tubería conductiva externa 26, el aislador poroso 24 puede saturarse con la sal eutéctica usando métodos de extracción de relleno por vacío.

55 Cada método de fabricación y cada configuración de material pueden presentar sus propios desafíos. El aislador poroso 24 puede estar hecho de material cerámico, por ejemplo. Pueden usarse varios materiales cerámicos, algunos de los cuales son frágiles. Si el aislador poroso 24 se rompe, los parámetros eléctricos del sensor térmico lineal pueden diferir en una ubicación de dicha rotura de aquellos donde el aislador poroso 24 no está roto. Cualquiera de los métodos de revestimiento con sal eutéctica puede resultar inadvertidamente en discontinuidades de saturación y/o vacíos en el medio semiconductor o en la sal eutéctica. Los vacíos y/o discontinuidades pueden ser problemáticos por uno o más motivos. Por ejemplo, donde exista un vacío, el sensor térmico lineal 20 puede ser insensible para detectar un evento de sobrecalentamiento, porque un cambio de estado de la sal eutéctica no puede producirse donde no exista sal eutéctica. Cada discontinuidad eléctrica reflejará una señal de impulso de incidencia usada en los métodos de reflectometría de dominio de tiempo (TDR) tradicionales. Cuando se utiliza la TDR tradicional para proporcionar una ubicación de un evento de sobrecalentamiento, dichos reflejos pueden resultar en falsas alarmas, por ejemplo. Un ejemplo de análisis de integridad realizado usando TDR se describe en el documento US 2013/139598 A1.

Debido a estos y otros problemas, los sensores térmicos lineales 20 pueden probarse para determinar si existen vacíos y/o discontinuidades. Los sensores térmicos lineales 20 pueden mapearse térmicamente, por ejemplo. El mapeo térmico puede implicar calentar una ubicación en un primer extremo del sensor térmico lineal 20 hasta que la sal eutéctica se funde. A continuación, se calienta una ubicación adyacente hasta que la sal eutéctica se funde. Cada ubicación entre el primer extremo y un segundo extremo del sensor térmico lineal 20 se calienta a una temperatura por encima del punto de fusión de la sal eutéctica para garantizar que no hay vacíos en la saturación del aislador poroso 24. Tal proceso de mapeo térmico puede ser lento y/o caro.

La fig. 3 es una vista en perspectiva de un detector térmico lineal ejemplar de tipo termistor. En la fig. 3, el detector térmico lineal 20' ejemplar incluye cables 28 cada uno en contacto con un extremo opuesto de los talones 30 del termistor. Separando talones de termistor adyacentes 30 hay relleno de silicato 32. Una cubierta 34 rodea el relleno de silicato 32, los talones de termistor 30 y los cables 28. Los talones de termistor 30 tienen resistencias eléctricas que cambian como una función de la temperatura. La resistencia entre los cables conductores 28 es, por tanto, indicadora de la temperatura de los talones de termistor 30.

Las figs. 4A-4B son gráficos de mapeo térmico y reflectometría de dominio de tiempo (TDR) tradicional, respectivamente, de un sensor térmico lineal ejemplar que es sustancialmente uniforme a lo largo de los mismos. En la fig. 4A, el gráfico 100 tiene un eje horizontal 102, que representa las ubicaciones (en unidades de longitud) a lo largo de una longitud del sensor térmico lineal 20. El gráfico 100 tiene un eje vertical 104, que representa los tiempos de respuesta (en unidades de segundos) para que se produzca la fusión de la sal eutéctica usando una fuente de calor. El gráfico 100 tiene una serie de datos experimentales 106 trazados sobre el mismo. Cada dato 106 indica el tiempo de calentamiento requerido en una ubicación concreta a lo largo de una longitud del sensor térmico lineal 20 hasta que se detecta que la fusión mediante conductividad eléctrica entre el conductor interno 22 y el tubo conductivo externo 26 se eleva por encima de un nivel de umbral. Esta figura indica la fusión de la sal eutéctica a aproximadamente cinco segundos de calentamiento para cada ubicación probada a lo largo de la longitud del sensor térmico lineal 20.

En la fig. 4B, el gráfico 110 muestra las curvas de respuesta de TDR tradicional 116, 118 usando el mismo sensor térmico lineal 20 que fue mapeado térmicamente en la fig. 4A. El gráfico 110 tiene un eje horizontal 112 que representa el tiempo. El gráfico 110 tiene un eje vertical 114 que representa las magnitudes de las señales de reflejo. El gráfico 110 tiene datos experimentales 116, 118 trazados sobre el mismo. Los datos experimentales 116 representan una magnitud de una señal de reflejo medida desde un primer extremo del sensor térmico lineal 20. En un tiempo de aproximadamente 0,15 segundos, se mide el pico 120 en los datos 116 de la señal de reflejo. El pico 120 corresponde a una discontinuidad eléctrica asociada con la inserción de la señal en un primer extremo del sensor térmico lineal 20. Luego en tiempos tras producirse el pico 120, la señal de reflejo 116 es sustancialmente constante hasta que se mide el pico 122. Los picos 122 de los datos 116, 118 de la señal de reflejo, respectivamente, indican un reflejo desde un extremo terminal abierto del sensor térmico lineal 20. Los datos de señal de reflejo 118 se alinean con los datos de señal de reflejo 116 y se traza el gráfico en inversa con los mismos, cada conjunto de datos 116, 118 indica la misma información, pero medida desde un extremo opuesto del sensor térmico lineal 20. Debe tenerse en cuenta que aparte de los picos 120, 122, no se muestran otros picos significativos, lo que indica que no se detectan discontinuidades eléctricas significativas aparte de una discontinuidad de inserción y una discontinuidad de terminal en dos extremos opuestos del sensor térmico lineal 20.

Las figs. 5A-5B son gráficos de mapeo térmico y reflectometría de dominio de tiempo (TDR) tradicional, respectivamente, de un sensor térmico lineal ejemplar que tiene una discontinuidad eléctrica. En la fig. 5A, el gráfico 130 tiene un eje horizontal 132, que representa ubicaciones (en unidades de longitud) a lo largo de una longitud del sensor térmico lineal 20. El gráfico 130 tiene un eje vertical 134, que representa los tiempos de respuesta (en unidades de segundos) para que se produzca la fusión de la sal eutéctica usando una fuente de calor. El gráfico 130 tiene una serie de datos experimentales 136 trazados sobre el mismo. Cada dato 136 indica el tiempo de calentamiento requerido en una ubicación concreta a lo largo de una longitud del sensor térmico lineal 20 hasta que se detecta que la fusión mediante conductividad eléctrica entre el conductor interno 22 y el tubo conductivo externo 26 se eleva por encima de un nivel de umbral. Debe tenerse en cuenta que en la región 138 del gráfico 130, los datos 136 indican que se requiere un tiempo de calentamiento largo antes de que se detecte la fusión de la sal eutéctica. Los datos 136 en la región 138 pueden simplemente indicar la condición de tiempo límite cuando finaliza la prueba, y quizá la condición de conductividad de que la fusión no se ha alcanzado antes de la condición de tiempo límite. Dicho tiempo de calentamiento largo puede indicar un vacío de la sal eutéctica en una región del sensor térmico lineal 20 que se corresponde con las coordenadas x (es decir, coordenadas de ubicación) de la región 138. Esta figura indica la fusión de la sal eutéctica a aproximadamente cinco segundos de calentamiento para todas las ubicaciones probadas fuera de la región 138. Fuera de la región 138, la sal eutéctica parece presente como indican los tiempos de prueba normales.

En la fig. 5B, el gráfico 150 muestra las curvas de respuesta de TDR tradicional 156, 158 usando el mismo sensor térmico lineal 20 que ha sido mapeado térmicamente en la fig. 5A. El gráfico 150 tiene un eje horizontal 152 que representa el tiempo. El gráfico 150 tiene un eje vertical 154 que representa las magnitudes de las señales de reflejo. El gráfico 150 tiene datos experimentales 156, 158 trazados sobre el mismo. Los datos experimentales 156 representan una magnitud de una señal de reflejo medida desde un primer extremo del sensor térmico lineal 20. En

un tiempo de aproximadamente 0,15 segundos, el pico 160 se mide en los datos de señal de reflejo 156. El pico 160 se corresponde con una discontinuidad eléctrica asociada con la inserción de señal en un primer extremo del sensor térmico lineal 20. A continuación en los tiempos tras producirse el pico 160, la señal de reflejo 156 es sustancialmente constante hasta que se mide el pico 162. El pico 162 de los datos de señal de reflejo 156 indica un reflejo desde un extremo terminal abierto del sensor térmico lineal 20. Los datos de señal de reflejo 158 se alinean con los datos de la señal de reflejo 156 y se traza el gráfico en inversa con los mismos, cada conjunto de datos 156, 158 indica la misma información, pero medida desde un extremo opuesto del sensor térmico lineal 20. Debe tenerse en cuenta que aparte de los picos 160,162, no se muestra ningún otro pico significativo, lo que indica que no se detectan discontinuidades eléctricas significativas distintas a una discontinuidad de inserción y una discontinuidad de terminal sobre dos extremos opuestos del sensor térmico lineal 20. Pero en este ejemplo, una discontinuidad eléctrica conocida existe en las ubicaciones correspondientes a las coordenadas x de la región 138 en la fig. 5A. Así, las mediciones de TDR tradicional no detectan dichas discontinuidades eléctricas.

No solo las técnicas de medición con TDR tradicional no detectan las discontinuidades eléctricas correspondientes a los vacíos de sal eutéctica en los sensores térmicos lineales, sino que las técnicas de medición con TDR tradicional pueden ser insatisfactorias por otros motivos. Por ejemplo, las técnicas de medición con TDR tradicional pueden usar señales de impulso que no atraviesan una primera discontinuidad eléctrica con suficiente energía para detectar de forma fiable las discontinuidades eléctricas posteriores. Las señales de impulso sinusoidal, sin embargo, de las frecuencias ajustadas para atravesar una discontinuidad eléctrica específica pueden “mirar más allá” de una primera discontinuidad eléctrica. Las técnicas de medición con TDR tradicional utilizan señales de impulso que tienen bordes rápidos y/o contenido CD. Los bordes rápidos y/o el contenido CD pueden dañar la estructura molecular de las sales eutécticas y/o el medio semiconductor dieléctrico. Las señales de impulso sinusoidal amortiguadas, sin embargo, con bordes que tienen inclinaciones máximas de una magnitud inferior a un umbral predeterminado no dañarán el medio de los sensores térmicos lineales. Las señales de impulso sinusoidal amortiguadas que sustancialmente no tienen contenido CD proporcionarán estímulo a la señal sin dañar el medio de los sensores térmicos lineales.

La fig. 6 es un diagrama de bloques de un sistema de prueba ejemplar para sensores térmicos lineales. En la fig. 6, el diagrama de bloques 200 incluye el sistema de prueba 202 y el sensor térmico lineal 204 eléctricamente conectados entre ellos mediante líneas de conexión 206, 208. El sistema de prueba 202 incluye un generador de señal 210, atenuador/amplificador 212, interfaz de entrada/salida 214, amplificador de detección 216, y analizador de señal 218. El analizador de señal 218 ejemplar incluye el detector de demora de tiempo de reflejo 220, el detector de fase de reflejo 222 y el detector de amplitud de reflejo 224.

En la realización representada, el generador de señal 210 genera una señal de impulso sinusoidal amortiguada. La señal de impulso sinusoidal amortiguada puede tener entre 2 y 10 periodos de una senoide. En algunas realizaciones, la señal de impulso sinusoidal amortiguada puede tener entre 3 y 5 periodos. La señal de impulso sinusoidal amortiguada puede ser modulada en amplitud por un envolvente de amplitud. El envolvente de amplitud puede ser un envolvente de amplitud amortiguado que resulta en un primer ciclo que tiene una amplitud que es mayor que una amplitud de los ciclos posteriores, por ejemplo. En algunas realizaciones, cada uno de ciclos posteriores tras el primer ciclo puede tener una amplitud que es menor o igual que la amplitud de todos los ciclos que lo preceden.

La señal generada a continuación se amplifica y/o se atenúa mediante el atenuador/amplificador 212. La señal atenuada/amplificada se suministra a continuación al sensor térmico lineal a través de la interfaz de entrada/salida 214. La señal luego recorre una longitud 226 del sensor térmico lineal 204. La señal se reflejará en ubicaciones que marcan las discontinuidades eléctricas. La señal reflejada será comunicada al amplificador de detección 216 mediante la interfaz de entrada/salida 214. El analizador de señal 218 a continuación comparará la señal reflejada con la señal generada. Las diferencias entre la señal reflejada y la señal generada pueden incluir una demora de tiempo, diferencia de fase y/o una diferencia de amplitud. Cada una de estas diferencias puede medirse en la realización representada. La señal suministrada al analizador de señal 218 mediante el amplificador de detección 216 puede incluir partes de la señal generada y partes de la señal reflejada. El analizador de señal 218 puede distinguir estas partes comparando la señal suministrada por el amplificador de detección 216 con la señal generada proporcionada por el generador de señal 210.

La fig. 7 es un gráfico de una señal ejemplar transmitida a un sensor térmico lineal y una señal de reflejo ejemplar recibida desde el sensor térmico lineal. El gráfico 300 incluye un eje horizontal 302, que indica el tiempo. El gráfico 300 incluye un eje vertical 304 que indica las amplitudes de señal. Las partes de la señal 306, 310 se corresponden con la señal suministrada al analizador 218 por el amplificador de detección 216 en la fig. 6. La señal 306 representa la parte de la señal generada y la señal 310 representa la parte de la señal reflejada. Debe tenerse en cuenta que tanto la parte de la señal generada 306 como la parte de la señal reflejada 310 son señales de impulso sinusoidal amortiguadas. Cada una de las señales 306, 310 tienen envolventes de amplitud 308, 312, respectivamente, que están amortiguados. Cada una de las señales 306, 310 tienen tres periodos de una senoide.

Las señales 306 y 310 difieren, sin embargo, en al menos tres maneras. Primero, la diferencia de amplitud 316 muestra que la parte de señal reflejada 310 es más pequeña que la parte de señal generada 306. Segundo, la demora de tiempo 314 muestra que la parte de señal reflejada 310 se demora con respecto a la parte de señal

generada 306. Tercero, la diferencia de fase 318 muestra que la señal reflejada 310 se demora en fase, con respecto al envolvente de amplitud 312 en comparación con una fase de la señal generada 306 con respecto al envolvente de amplitud 308. La diferencia de fase 318 y la diferencia de amplitud 316 pueden usarse para calcular la naturaleza de la discontinuidad eléctrica que causó la parte de señal de reflejo 310. La demora de tiempo 314 puede usarse para determinar una ubicación de la discontinuidad eléctrica que causó la parte de la señal de reflejo 310.

En la realización representada, la demora de tiempo 314 es más larga que un tiempo en que los envolventes de amplitud 308, 312 son no cero. En dicha realización, la parte de señal reflejada 310 se separa o no se superpone a la parte de señal generada 306. En algunas realizaciones, la demora de tiempo 314 puede ser más pequeña que el tiempo en que los envolventes de amplitud 308, 312 son no cero. En dichas realizaciones, la parte de señal reflejada 310 puede superponerse a la parte de señal generada 306. El analizador 218 de la fig. 6 puede entonces determinar la demora de tiempo 314, la diferencia de amplitud 316 y la diferencia de fase 318 a partir de las partes de señal superpuestas 306, 310. Pueden usarse varios medios para determinar dichas métricas. Por ejemplo, la parte de señal reflejada 310 puede mezclarse con la parte de señal generada 306. La señal mezclada puede filtrarse. Las métricas pueden entonces extraerse de la señal mezclada filtrada, por ejemplo. Otra realización ejemplar puede realizar una Transformada Rápida de Fourier (FFT por sus siglas en inglés) sobre las señales superpuestas. La FFT puede entonces usarse para extraer las métricas, usando ángulos de fase, amplitudes, etc.

La fig. 8 es un gráfico de una señal ejemplar transmitida a un sensor térmico lineal y dos señales de reflejo recibidas del sensor térmico lineal. En la fig. 8, el gráfico 320 incluye un eje horizontal 322 y un eje vertical 324. El eje horizontal 322 indica el tiempo y el eje vertical 324 indica las amplitudes de señal. Las partes de señal 326, 328, 330 de nuevo se corresponden con la señal suministrada al analizador 218 por el amplificador de detección 216 en la fig. 6. En el gráfico de la fig. 8, la parte de señal 326 representa la parte de señal generada, y las señales 328, 330 representan dos partes de señal diferentes reflejadas desde dos diferentes discontinuidades eléctricas, respectivamente, en el sensor térmico lineal 20. La primera parte de reflejo 328 tiene la demora de tiempo 332 con respecto a la parte de señal generada 326. La segunda parte de reflejo 330 tiene una demora de tiempo 334 con respecto a la parte de señal generada 326.

Una frecuencia de la parte de señal generada 326 puede haber sido seleccionada para que la parte de señal generada 326 atravessara una primera discontinuidad eléctrica asociada con la parte de señal reflejada 328. Dicha selección de frecuencia puede facilitar la capacidad de un sistema de prueba para “ver más allá” de una primera discontinuidad y facilitar la capacidad para determinar las características eléctricas y la ubicación de la posterior discontinuidad. Tal posterior discontinuidad puede estar asociada con la parte de señal reflejada 330, por ejemplo. Cuando la parte de señal generada 326 tiene una frecuencia que atraviesa una discontinuidad eléctrica, la discontinuidad eléctrica atravesada solo puede reflejar una pequeña fracción de la parte de señal generada 326 incidente en la misma. Así, la parte de la señal reflejada 328 se representa como que tiene una amplitud relativamente pequeña con respecto a la parte de la señal generada 326.

Debido a que solo una pequeña fracción de la parte de la señal generada 326 es reflejada por una primera discontinuidad eléctrica, una fracción grande de la señal incidente en la misma puede continuar a lo largo del sensor térmico lineal 20. Esta fracción que continúa a lo largo del sensor térmico lineal 20 puede entonces encontrar una segunda discontinuidad eléctrica, que a su vez refleja una fracción de la señal incidente en la misma. Debido a que una fracción grande de la parte de señal generada 326 es incidente en la segunda discontinuidad eléctrica, la parte de la señal reflejada 330 asociada con la segunda discontinuidad eléctrica puede tener una amplitud que es mayor que si solo una pequeña fracción de la parte de la señal generada 326 hubiera sido incidente en la misma. Una parte de la señal reflejada 330 de gran amplitud puede facilitar mejor la determinación de la naturaleza eléctrica y la ubicación de la segunda discontinuidad eléctrica que se facilitaría por un parte de señal reflejada de amplitud pequeña.

La fig. 9 es un diagrama de flujo de un método ejemplar para probar sensores térmicos lineales. En la fig. 9, el método 400 para probar un sensor térmico lineal se muestra desde la vista en perspectiva del sistema de prueba 202 ilustrado en la fig. 6. El método 400 comienza inicializando un contador, I, en la etapa 402. A continuación, en la etapa 404, se selecciona una frecuencia asociada con el contador, I. En la etapa 406, el generador de señal 210 genera una señal de impulso sinusoidal amortiguada, S, que tiene una frecuencia, f, y un envolvente de amplitud, A. En la etapa 408, el generador de señal 210 transmite la señal generada a una interfaz de entrada/salida para la comunicación eléctrica con el sensor térmico lineal 20. En la etapa 410, el sistema de prueba recibe la señal reflejada, R, correspondiente a la señal generada, S.

En la etapa 412, el analizador de señal 218 determina una o más demoras de tiempo, τ_N , de las partes reflejadas correspondientes a una o más discontinuidades eléctricas, respectivamente. En la etapa 414, el analizador de señal 218 determina una o más amplitudes, A_N , de las partes reflejadas correspondientes a la una o más discontinuidades eléctricas, respectivamente. En la etapa 416, el analizador de señal 218 determina una o más diferencias de fase, ϕ_N , entre las partes reflejadas correspondientes a la una o más discontinuidades eléctricas, respectivamente, y la señal de impulso sinusoidal amortiguada generada. En la etapa 418, el analizador de señal 218 calcula las ubicaciones L_N , correspondientes a la una o más discontinuidades eléctricas, basándose en los valores determinados de A_N y ϕ_N . En la etapa 420, el analizador de señal 218 calcula los parámetros eléctricos de e_N ,

correspondientes a la una o más discontinuidades eléctricas, basadas en el valor determinado de τ_N . El índice, I , se incrementa en la etapa 422. En la etapa 424, el índice I se compara con el índice máximo, I_{MAX} . Si en la etapa 424, el índice, I , no es mayor que el índice máximo I_{MAX} , entonces el método 400 vuelve a la etapa 404 y selecciona una nueva frecuencia, f , asociada con el nuevo índice, I . Si, sin embargo, en la etapa 424, el índice, I , es mayor que el índice máximo I_{MAX} , entonces finaliza el método 400.

La fig. 10 es un diagrama de bloques de una unidad de procesamiento de señal ejemplar para un sistema de detección de exceso de temperatura multifunción. En la fig. 10, la unidad de procesamiento de señal 500 ejemplar incluye un generador de forma de onda digital 502, conversor digital a analógico 504, filtro de retorno de analizador de señal 506, filtro de amplitud y demora de tiempo 508, comparador de base de datos de sensor 510 y generador de salida 512. El generador de forma de onda digital 502 crea una forma de onda digital 514 que se corresponde con la señal de impulso sinusoidal amortiguada 516 que tiene una frecuencia, envolvente de amplitud y fase predeterminados. El conversor digital a analógico 504 recibe la forma de onda digital creada 514 y la convierte a forma analógica como señal de impulso sinusoidal 516. La señal de impulso sinusoidal amortiguada 516 se suministra al nodo de salida 518 para el suministro a un sensor térmico lineal.

El modo de salida 518 también se acopla con el filtro de retorno de analizador de señal 506, que filtra el ruido de la señal detectada en el nodo de salida 518. El nodo de salida 518 lleva la señal de impulso sinusoidal amortiguada 516 y cualquier señal reflejada desde un sensor térmico lineal y/o una distribución. El filtro de retorno de analizador de señal 506 puede determinar las frecuencias de dichas señales reflejadas y puede suministrar las señales reflejadas filtradas al filtro de amplitud y demora de tiempo 508. El filtro de amplitud y demora de tiempo 508 puede entonces determinar un envolvente de amplitud y una demora de tiempo que corresponde a cada una de las señales reflejadas filtradas recibidas desde el filtro de retorno de analizador de señal 506.

El comparador de base de datos del sensor 510 recibe las métricas de la señal reflejada determinadas por el filtro de amplitud y demora de tiempo y/o el filtro de retorno del analizador de señal. El comparador de la base de datos del sensor 510 a continuación compara las métricas de la señal reflejada recibida con una base de datos almacenada de métricas. Estas métricas almacenadas pueden incluir métricas que representan sensores buenos y/o malos, por ejemplo. Estas métricas pueden incluir métricas que corresponden con tiempos de reflejo esperados y/o inesperados, y o amplitudes de reflejo, por ejemplo. El comparador de la base de datos del sensor 510 a continuación envía una señal correspondiente a los resultados de la comparación al generador de salida 512. El generador de salida 512 puede tener dos modos de funcionamiento. El generador de salida 512 puede tener un modo de prueba en el cual los resultados de éxito/fracaso se proporcionan a uno o más nodos de salida. Por ejemplo, el generador de salida 512 puede proporcionar una señal de éxito/fracaso a un nodo de salida. Si la señal de éxito/fracaso indica un sensor térmico lineal que falla, el generador de salida puede proporcionar una señal correspondiente a la ubicación de fallo del sensor térmico lineal a un nodo de salida. En el generador 512 puede haber un modo de funcionamiento, y se genera una señal de alarma si el sensor térmico lineal indica una condición de exceso de temperatura, por ejemplo. El generador de salida 512 puede proporcionar esta señal de alarma a un nodo de salida si la señal reflejada indica dicha condición de exceso de temperatura. Una ubicación de dicha condición de exceso de temperatura puede comunicarse también mediante una señal de ubicación a un nodo de salida.

La fig. 11 es una vista esquemática de una señal ejemplar producida por un sistema de detección de exceso de temperatura multifunción. En la fig. 11, la unidad de procesamiento de señal 500 genera series 520 de señales de impulso sinusoidal amortiguadas 524, 526, 528 al sensor térmico lineal 522. El sensor térmico lineal 522 refleja cada una de las señales de impulso sinusoidal amortiguadas 524, 526, 528 en cada una de las discontinuidades 530, 532 entre regiones adyacentes de diferentes densidades de medios 534, 536, 538. Cada una de las señales reflejadas 540, 542, 544 es analizada a continuación por la unidad de procesamiento de señal 500. La unidad de procesamiento de señal 500 puede, por ejemplo, realizar operaciones FFT de correlaciones cruzadas usando las señales reflejadas 540, 542, 544, y las señales de impulso sinusoidal amortiguadas 524, 526, 528. Cada operación FFT de correlación cruzada puede proporcionar métricas de demora de tiempo, amplitud y/o información de fase. La unidad de procesamiento de señal 500 puede, por ejemplo, calcular información de densidad del medio 546 a partir de las señales reflejadas 540, 542, 544, por ejemplo.

La unidad de procesamiento de señal 500 puede tener un modo de fábrica y/o un modo de aplicación, por ejemplo. En el modo de fábrica, la unidad de procesamiento de señal 500 puede determinar las métricas de éxito/fracaso de los sensores térmicos lineales probados. En el modo de aplicación, la unidad de procesamiento de señal 500 puede proporcionar monitorización continua de una distribución de sensores térmicos lineales en busca de riesgos de exceso de temperatura.

Pueden usarse varias realizaciones de varias formas. Por ejemplo, en algunas realizaciones, los sistemas de prueba de sensor térmico lineal pueden usarse durante la fabricación de sensores térmicos lineales. Dichos sistemas de prueba pueden usarse para determinar si cada sensor concreto cumple con un estándar específico, por ejemplo. Dichos sistemas de prueba pueden usarse para determinar una métrica de calidad de una composición concreta de un baño de sal eutéctica, por ejemplo. Varias realizaciones pueden usarse en una forma de operación. Por ejemplo, en algunas realizaciones, los sistemas de prueba del sensor térmico lineal pueden acoplarse de forma operativa a

un sensor térmico lineal durante una operación de vuelo estándar. Dichos sistemas de prueba pueden informar del estado de las cámaras, colector o conductos en tiempo real a un piloto, por ejemplo. Si un sistema de prueba indica una condición de exceso de temperatura, el sistema de prueba puede entonces proporcionar una ubicación específica donde se experimenta dicha condición de exceso de temperatura. Esta información de ubicación puede facilitar la respuesta de un piloto a la condición de exceso de temperatura.

El aparato y métodos asociados relacionados con un sistema de prueba de sensor térmico lineal que incluye un generador de señal que se configura para generar una serie de señales de impulso sinusoidal amortiguadas cada una de una frecuencia diferente, y transmitir las señales de impulso sinusoidal amortiguadas a un primer extremo de un sensor térmico lineal. El sensor térmico lineal está configurado para generar una señal de reflejo que corresponde a cada una de la serie de señales de impulso sinusoidal amortiguadas en una o más discontinuidades eléctricas en el sensor térmico lineal. El sistema de prueba del sensor térmico lineal incluye un analizador de reflejo que está configurado para recibir una señal de reflejo del primer extremo del sensor térmico lineal. La señal de reflejo tiene indicios de ubicaciones y propiedades eléctricas dentro del sensor térmico lineal para cada una de la una o más discontinuidades eléctricas. El analizador de reflejo se configura además para calcular las propiedades eléctricas y las ubicaciones dentro del sensor térmico lineal sobre la base de los indicios de la señal de reflejo recibida.

El sistema de detección térmica lineal del párrafo anterior puede incluir opcionalmente, adicionalmente y/o alternativamente, una distribución conectada en serie de sensores térmicos lineales. Una realización adicional de cualquiera de los sistemas de detección térmica lineal anteriores, es una donde la una o más discontinuidades eléctricas pueden incluir al menos una discontinuidad de inserción próxima al primer extremo del sensor térmico lineal y/o una discontinuidad de terminal en un segundo extremo del sensor térmico lineal. En una realización adicional de cualquiera de los sistemas de detección térmica lineal anteriores, cada una de las señales de impulso sinusoidal amortiguadas puede comprender entre 2 y 10 ciclos de una senoide cada una, teniendo todas sustancialmente el mismo periodo. En una realización adicional de cualquiera de los sistemas de detección térmica lineal anteriores, cada una de las señales de impulso sinusoidal amortiguadas puede comprender entre 3 y 5 ciclos de una senoide cada una, teniendo todas sustancialmente el mismo periodo.

Una realización adicional de cualquiera de los sistemas de detección térmica lineal anteriores, es una donde un primer ciclo puede tener una amplitud más grande y cada uno de los ciclos posteriores puede tener una amplitud que es menor o igual que una amplitud de todos los ciclos que lo preceden. En una realización adicional de cualquiera de los sistemas de detección térmica lineal anteriores, al analizador de reflejo puede configurarse adicionalmente para comparar la señal de reflejo recibida con una señal de firma que es representativa un sensor térmico lineal que cumple con un estándar de especificación predeterminado. En una realización adicional de cualquiera de los sistemas de detección térmica lineal anteriores, el sensor térmico lineal puede comprender un sensor eutéctico coaxial. En una realización adicional de cualquiera de los sistemas de detección térmica lineal anteriores, el sensor térmico lineal comprende un sensor termistor.

En una realización adicional de cualquiera de los sistemas de detección térmica lineal anteriores, la frecuencia de cada una de las señales de impulso sinusoidal amortiguadas de la serie generada es menor de 100 kHz. En una realización adicional de cualquiera de los sistemas de detección térmica lineal anteriores, la frecuencia de cada una de las señales de impulso sinusoidal amortiguadas de la serie generada es menor de 20 kHz. En una realización adicional de cualquiera de los sistemas de detección térmica lineal anteriores, el analizador de reflejo se configura adicionalmente para mezclar la señal de reflejo recibida con la señal de impulso sinusoidal amortiguada. En una realización adicional de cualquiera de los sistemas de detección térmica lineal anteriores, la frecuencia de al menos una de las señales de impulso sinusoidal amortiguadas de la serie generada se configura para atravesar una primera de la una o más discontinuidades eléctricas.

En algunas realizaciones, un método de prueba de un sensor térmico lineal incluye la etapa de generar una serie de señales de impulso sinusoidal amortiguadas cada una de una frecuencia diferente. El método incluye la etapa de transmitir la serie generada de señales de impulso sinusoidal amortiguadas a un primer extremo del sensor térmico lineal. El método incluye la etapa de recibir, en el primer extremo del sensor térmico lineal, una serie de señales de reflejo cada una correspondiente a una de la serie de señales de impulso sinusoidal amortiguadas. Cada una de las señales de reflejo es reflejada por una o más discontinuidades eléctricas en el sensor térmico lineal. El método incluye la etapa de determinar una amplitud de la señal reflejada recibida. El método incluye la etapa de determinar una demora de tiempo de la señal reflejada recibida. El método incluye la etapa de calcular una propiedad eléctrica de una discontinuidad eléctrica en el sensor térmico lineal basándose en la amplitud determinada y el cambio de fase de la señal reflejada recibida.

El método de prueba del párrafo anterior puede incluir opcionalmente, adicionalmente y/o alternativamente, una o más de las siguientes características, configuraciones y/o componentes adicionales: i) determinar un cambio de fase de la señal reflejada recibida; ii) calcular una ubicación de la discontinuidad eléctrica en el sensor térmico lineal basándose en la demora de tiempo determinada de la señal reflejada recibida; iii) comparar la señal de reflejo recibida con una señal de firma que es representativa de un sensor térmico lineal que cumple un estándar de especificación predeterminado; y iv) mezclar la señal de reflejo recibida con la señal de impulso sinusoidal amortiguada.

5 En una realización adicional de cualquiera de los sistemas de engranaje de impulsión de ventilador, generar una serie de señales de impulso sinusoidal amortiguadas puede incluir generar entre 2 y 10 ciclos de una senoide cada una. En una realización adicional de cualquiera de los sistemas de engranaje de impulsión de ventilador, generar una serie de señales de impulso sinusoidal amortiguadas puede incluir generar entre 3 y 5 ciclos de una senoide cada una. En una realización adicional de cualquiera de los sistemas de engranaje de impulsión de ventilador, generar una serie de señales de impulso sinusoidal amortiguadas puede incluir generar un envolvente de amplitud en deterioro, donde un primer ciclo puede tener la amplitud más grande y cada ciclo posterior puede tener un envolvente de amplitud que es menor o igual que un envolvente de amplitud de todos los ciclos que lo preceden. En una realización adicional de cualquiera de los sistemas de engranaje de impulsión de ventilador, generar una serie de señales de impulso sinusoidal amortiguadas puede incluir generar al menos una señal de impulso sinusoidal amortiguada configurada para atravesar una primera de la pluralidad de discontinuidades eléctricas.

15 Aunque la invención ha sido descrita con referencia a una realización o realizaciones ejemplares, aquellos expertos en la técnica comprenderán que pueden realizarse diferentes cambios y pueden sustituirse equivalentes por elementos de los mismos sin apartarse del alcance de la invención como definen las reivindicaciones. Además, pueden realizarse muchas modificaciones para adaptar una situación o material concreto a las enseñanzas de la invención sin apartarse del alcance esencial de la misma. Por tanto, la intención es que la invención no esté limitada a la realización o realizaciones concretas divulgadas, sino que la invención incluya todas las realizaciones que caigan dentro del alcance de las reivindicaciones adjuntas.

20

REIVINDICACIONES

1. Un sistema de prueba de sensor térmico lineal que comprende:

5 un generador de señal (210) que está configurado para generar una serie de señales de impulso sinusoidal amortiguadas, cada una de una frecuencia diferente, y transmitir las señales de impulso sinusoidal amortiguadas a un primer extremo de un sensor térmico lineal (20), donde el sensor térmico lineal está configurado para generar una señal de reflejo correspondiente a cada una de la serie de señales de impulso sinusoidal amortiguadas en una o más discontinuidades eléctricas en el sensor térmico lineal;
 10 un analizador de reflejo (218) que está configurado para recibir una señal de reflejo desde el primer extremo del sensor térmico lineal, la señal de reflejo tiene indicios de ubicaciones e indicios de propiedades eléctricas de la una o más discontinuidades eléctricas en el sensor térmico lineal, donde el analizador de reflejo se configura adicionalmente para calcular las ubicaciones y las propiedades eléctricas de la una o más discontinuidades en el sensor térmico lineal basándose en los inicios de la señal de reflejo recibida.

15 2. El sistema de prueba de sensor térmico lineal de la reivindicación 1, donde la una o más discontinuidades eléctricas incluye al menos una discontinuidad de inserción próxima al primer extremo del sensor térmico lineal y una discontinuidad térmica en un segundo extremo del sensor térmico lineal.

20 3. El sistema de prueba del sensor térmico lineal de la reivindicación 1 o 2, donde cada una de las señales de impulso sinusoidal amortiguadas comprende entre 2 y 10 ciclos de una senoide cada una, todas tienen sustancialmente el mismo periodo.

25 4. El sistema de prueba del sensor térmico lineal de la reivindicación 3, donde cada una de las señales de impulso sinusoidal amortiguadas comprende entre 3 y 5 ciclos de una senoide cada una, todos tienen sustancialmente el mismo periodo.

30 5. El sistema de prueba del sensor térmico lineal de la reivindicación 1, donde cada una de las señales de impulso sinusoidal amortiguadas tiene un envolvente de amplitud en deterioro, donde un primer ciclo tiene una amplitud más grande y cada uno de los ciclos posteriores tiene una amplitud menor o igual que una amplitud de todos los ciclos que lo preceden.

35 6. El sistema de prueba del sensor térmico lineal de cualquiera de las reivindicaciones precedentes, donde el analizador de reflejo se configura además para comparar la señal de reflejo recibida con una señal de firma que es representativa de un sensor térmico lineal que cumple con un estándar de especificación predeterminado.

7. El sistema de prueba del sensor térmico lineal de cualquiera de las reivindicaciones precedentes, donde el sensor térmico lineal comprende un sensor eutéctico coaxial.

40 8. El sistema de prueba del sensor térmico lineal de cualquiera de las reivindicaciones 1 a 6, donde el sensor térmico lineal comprende un sensor termistor.

9. Un método de prueba de un sensor térmico lineal, el método comprende las etapas de:

45 generar una serie de señales de impulso sinusoidal amortiguadas, cada una de una frecuencia diferente; transmitir la serie generada de las señales de impulso sinusoidal amortiguadas a un primer extremo de un sensor térmico lineal;
 recibir, en el primer extremo del sensor térmico lineal, una serie de las señales de reflejo, cada una correspondiente a una de las señales de impulso sinusoidal amortiguadas, de la serie generada, cada una de las señales de reflejo es reflejada por una o más discontinuidades eléctricas en el sensor térmico lineal;
 50 determinar una amplitud de la señal reflejada recibida;
 determinar una demora de tiempo de la señal reflejada recibida; y
 calcular una propiedad eléctrica de una discontinuidad eléctrica en el sensor térmico lineal basándose en la amplitud determinada y un cambio de fase de la señal reflejada recibida.

55 10. El método de la reivindicación 9, que además comprende determinar dicho cambio de fase de la señal reflejada recibida.

60 11. El método de la reivindicación 9 o 10, que además comprende calcular una ubicación de la discontinuidad eléctrica en el sensor térmico lineal basándose en la demora de tiempo determinada de la señal reflejada recibida.

12. El método de la reivindicación 9, 10 u 11, donde generar una serie de las señales de impulso sinusoidal amortiguadas comprende generar entre 2 y 10 ciclos de una senoide cada una.

65

13. El método de cualquiera de las reivindicaciones 9 a 12, donde generar una serie de las señales de impulso sinusoidal amortiguadas comprende generar un envolvente de amplitud en deterioro, donde un primer ciclo tiene la amplitud más grande y cada ciclo posterior tiene un envolvente de amplitud que es menor o igual que un envolvente de amplitud de todos los ciclos que lo preceden.
- 5
14. El método de cualquiera de las reivindicaciones 9 a 13, que además comprende mezclar la señal de reflejo recibida con la señal de impulso sinusoidal amortiguada generada.
- 10
15. El método de cualquiera de las reivindicaciones 9 a 12, donde generar una serie de las señales de impulso sinusoidal amortiguadas comprende generar al menos una señal de impulso sinusoidal amortiguada configurada para atravesar una primera de la pluralidad de discontinuidades eléctricas.

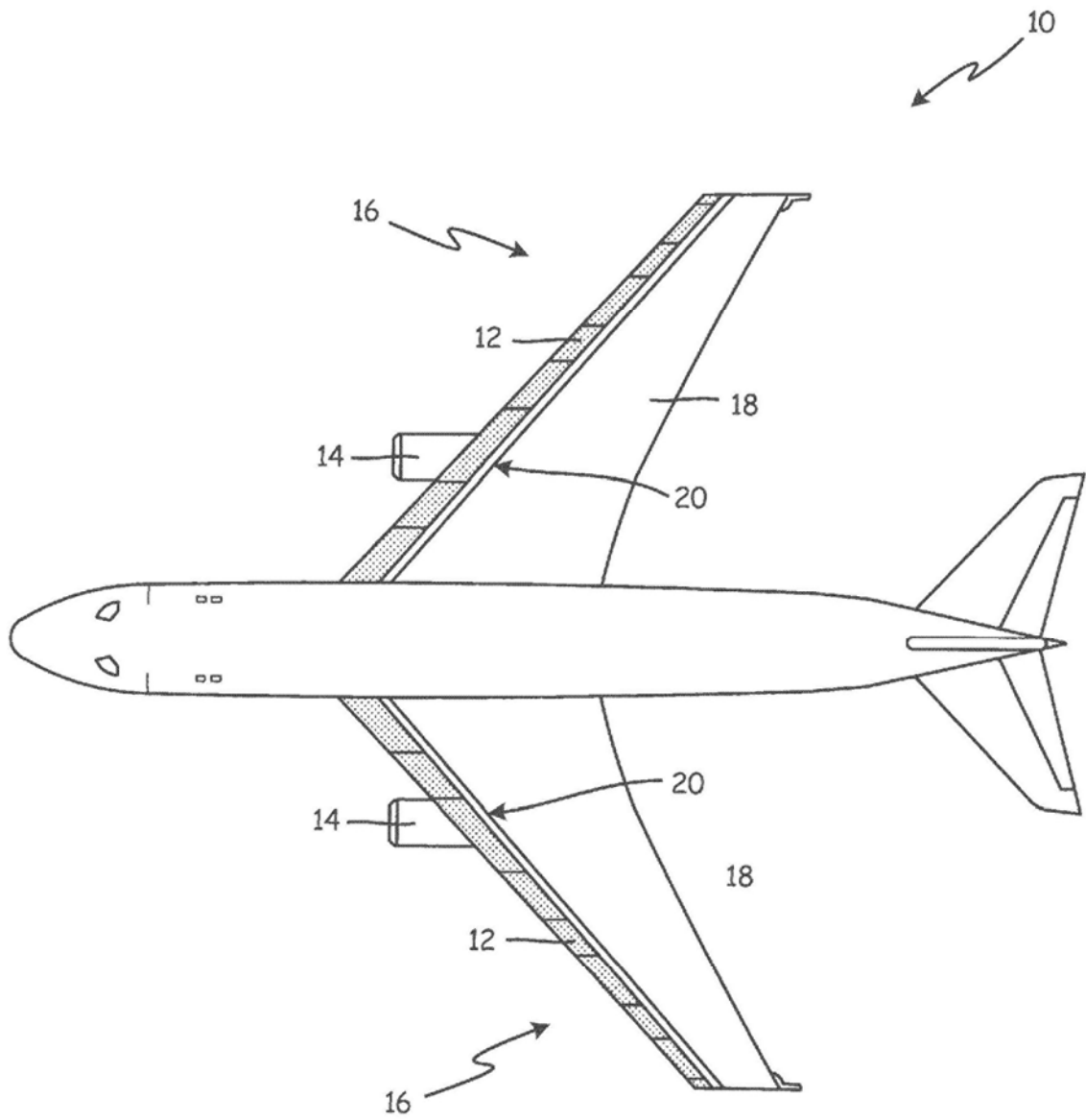


Fig. 1

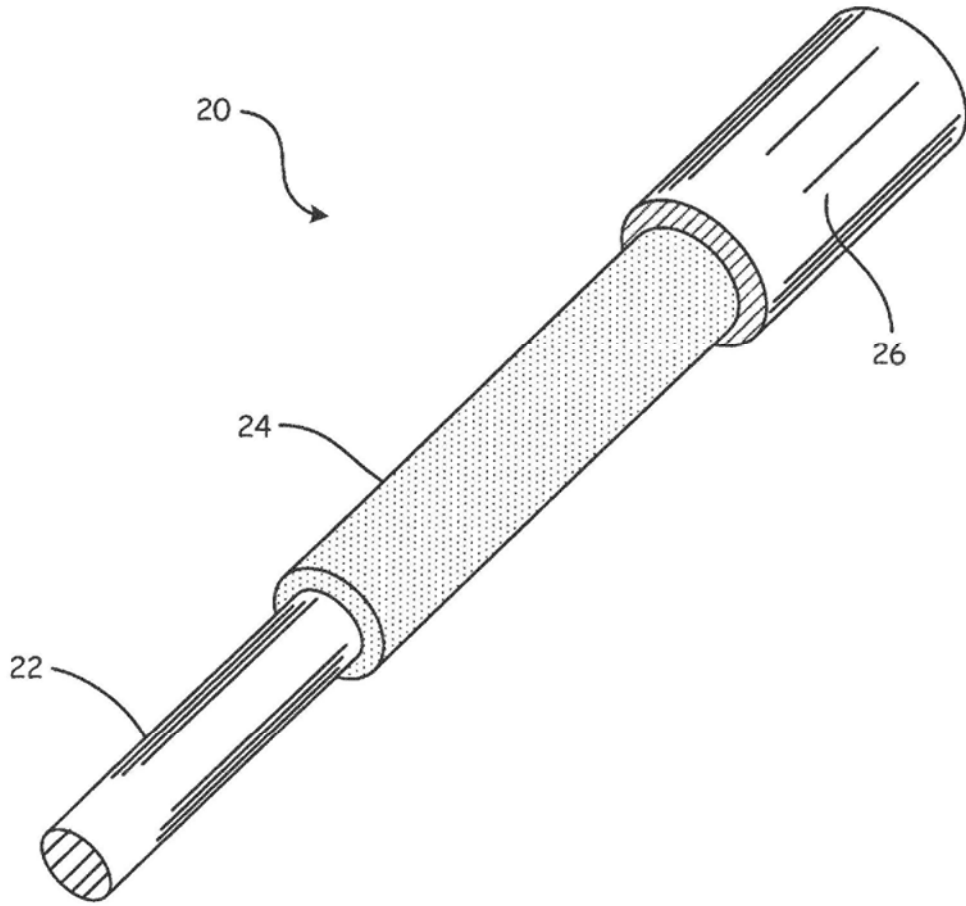


Fig. 2

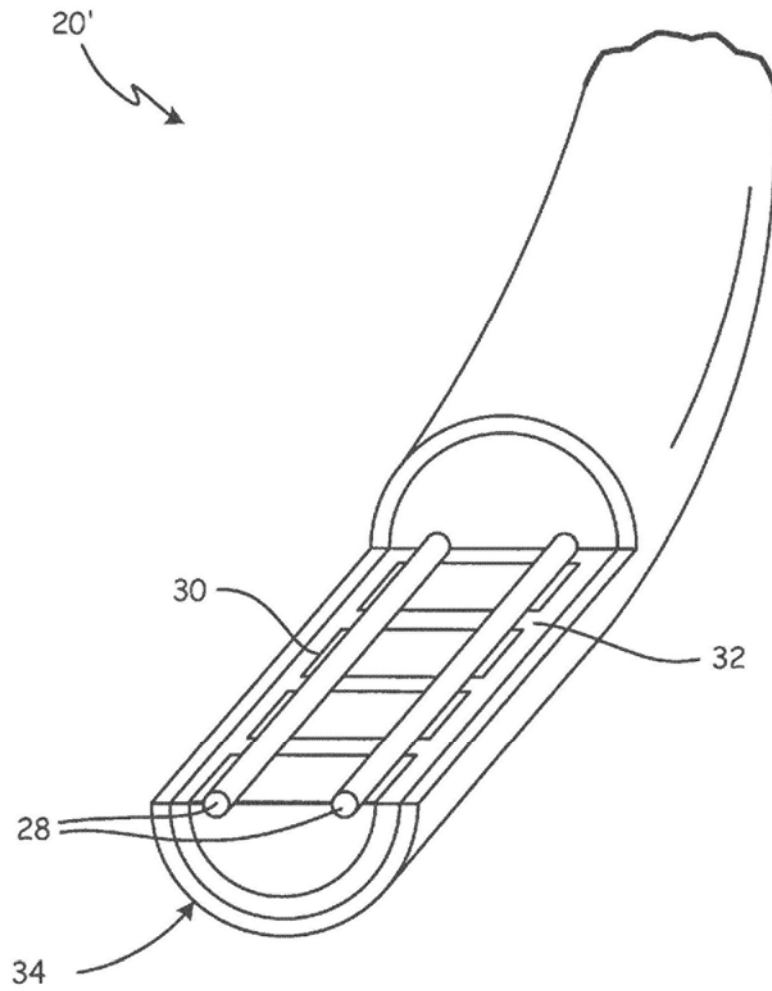
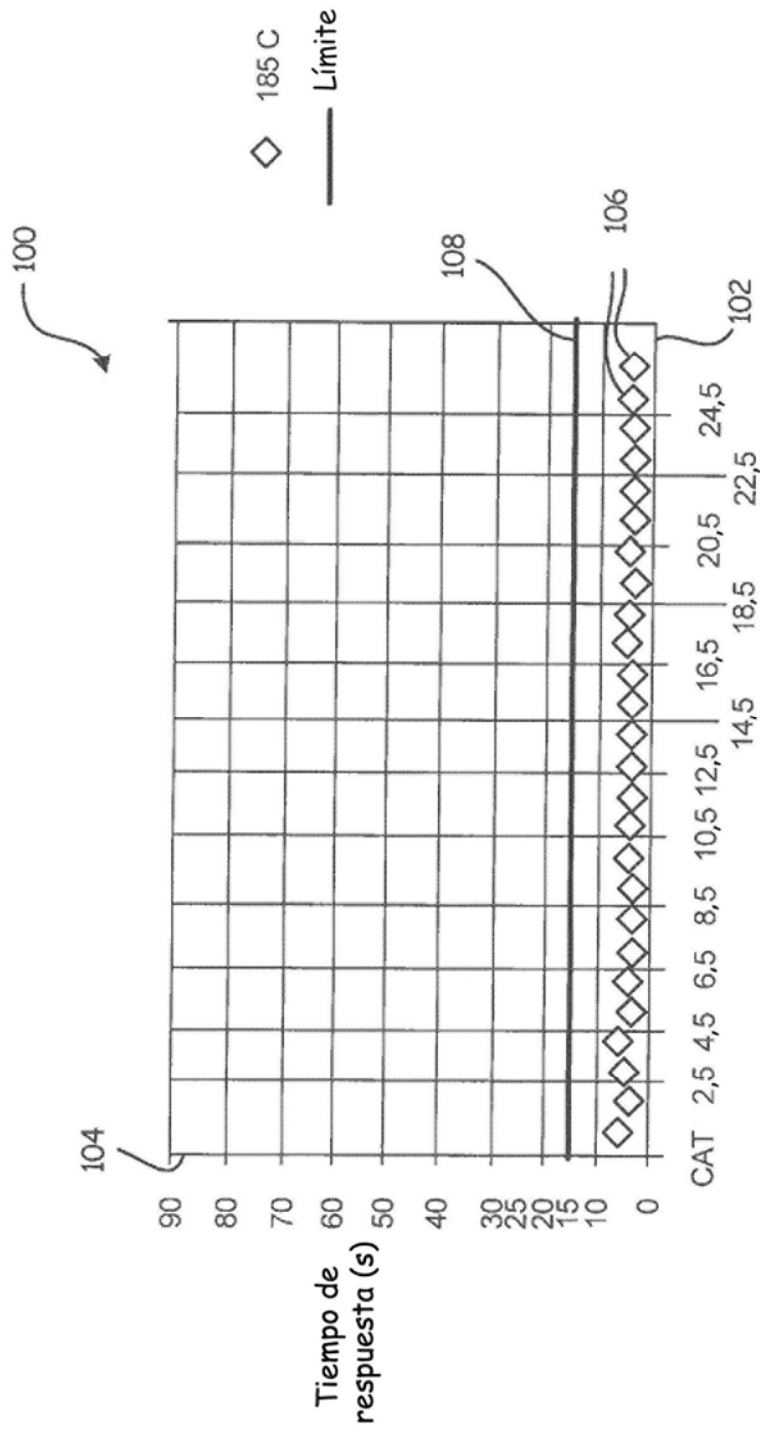


Fig. 3



Ubicación (segmentos de 1 pulgada)

Fig. 4A
(Técnica anterior)

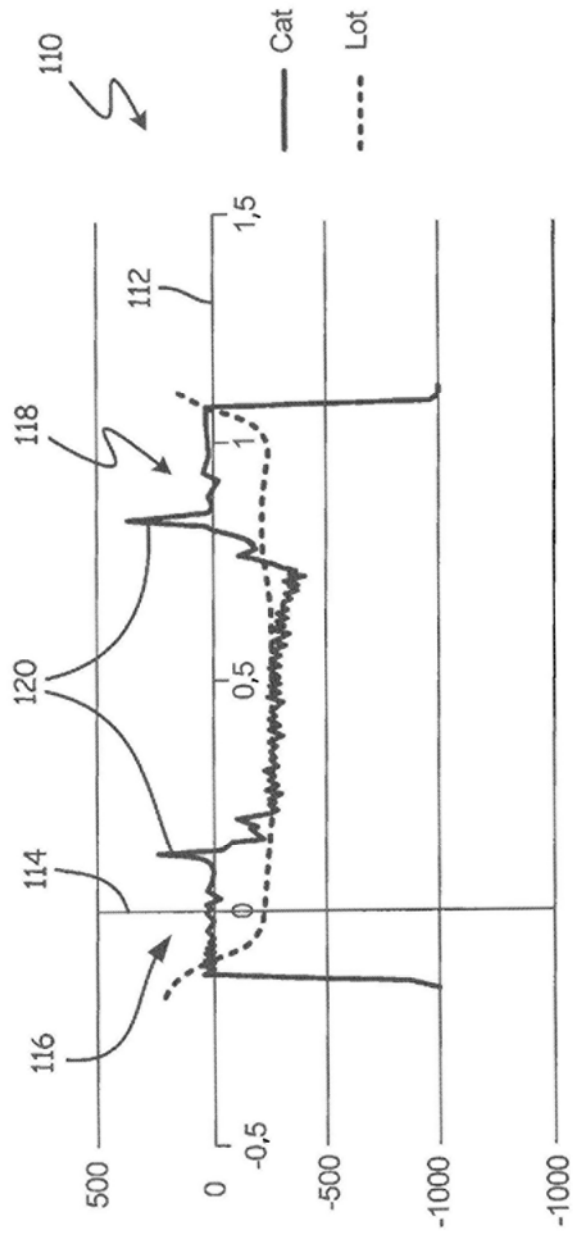
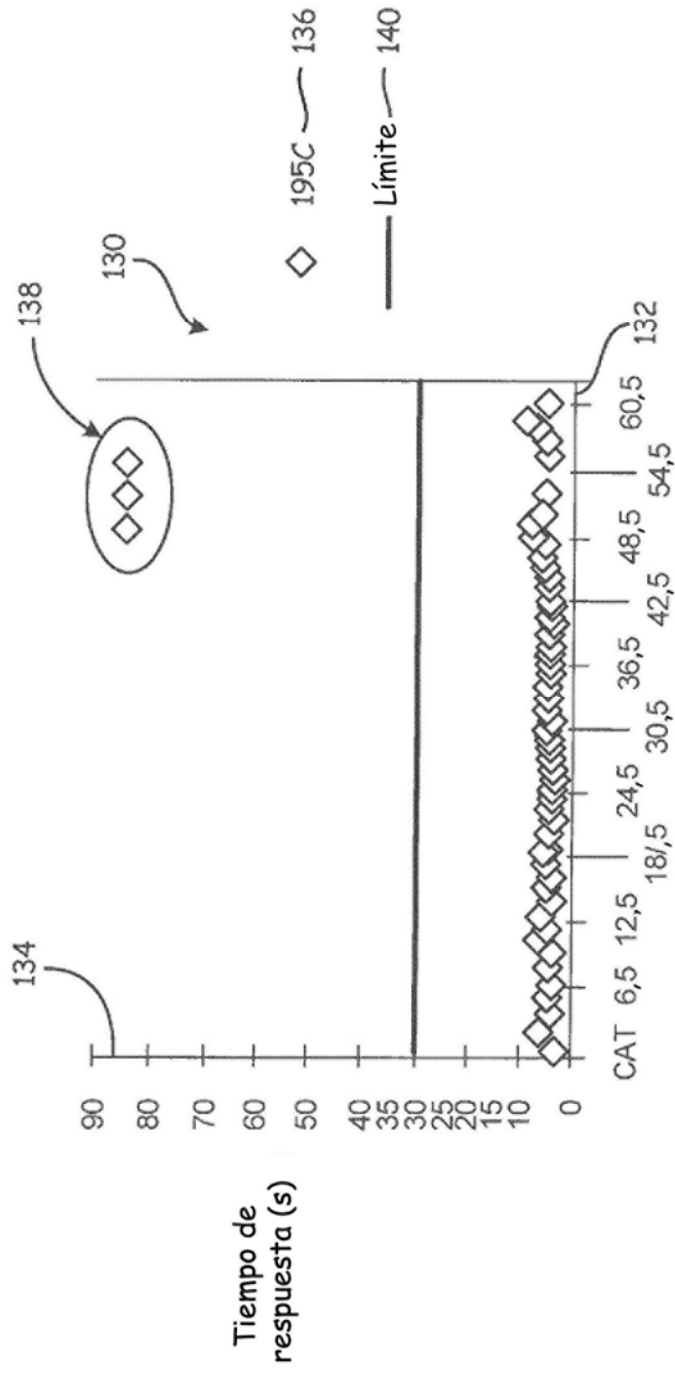


Fig. 4B
(Técnica anterior)



Ubicación (segmentos de 1 pulgada)

Fig. 5A
(Técnica anterior)

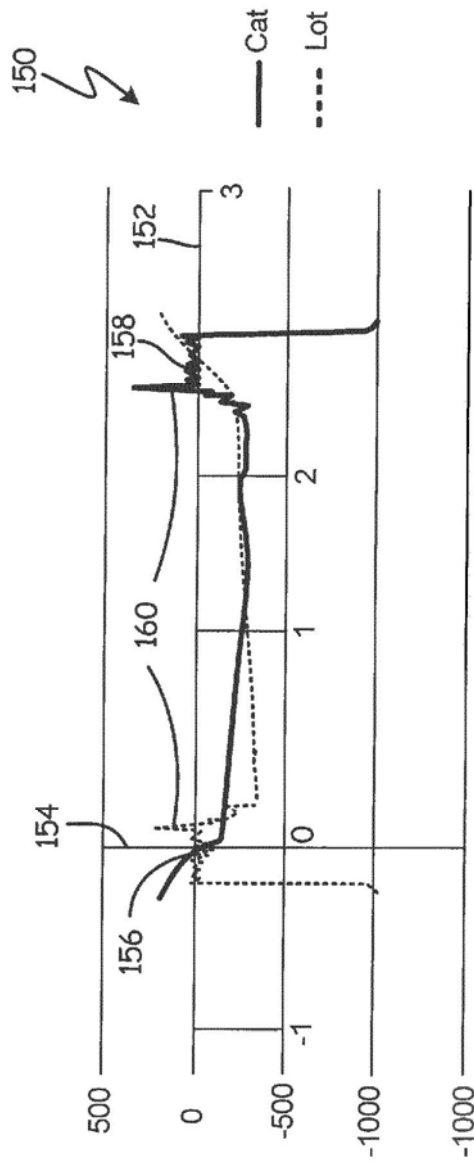


Fig. 5B
(Técnica anterior)

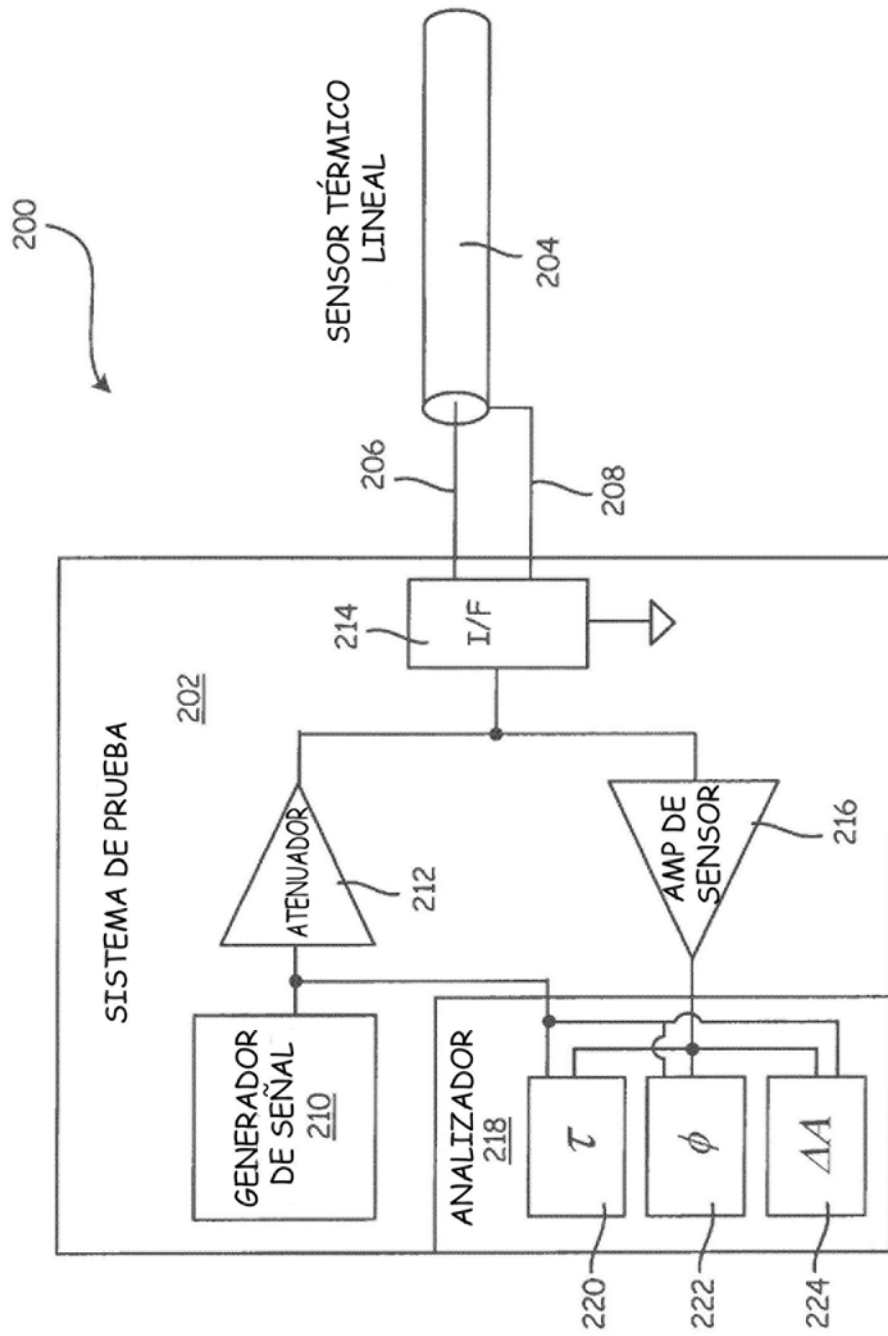


Fig. 6

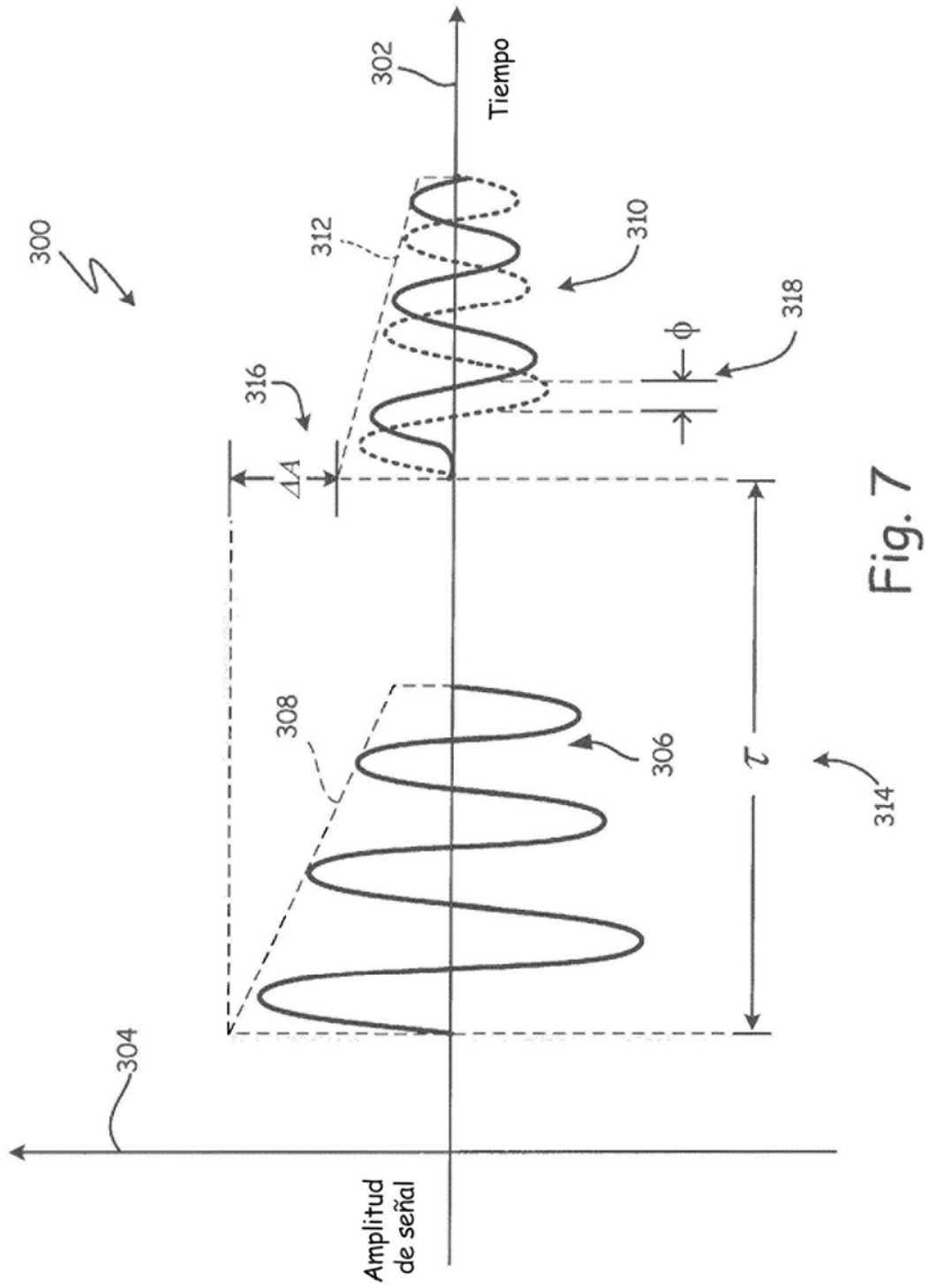


Fig. 7

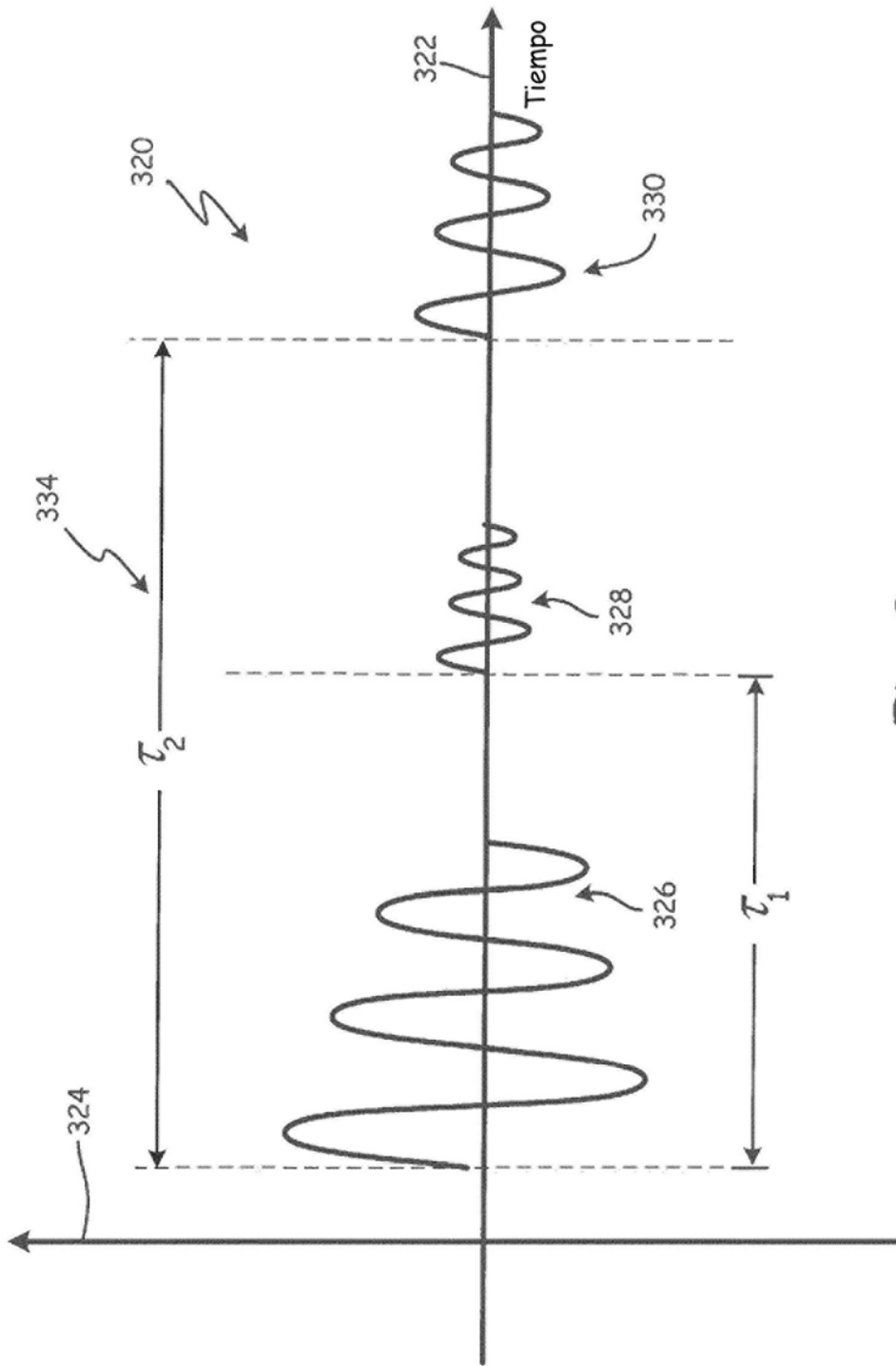


Fig. 8

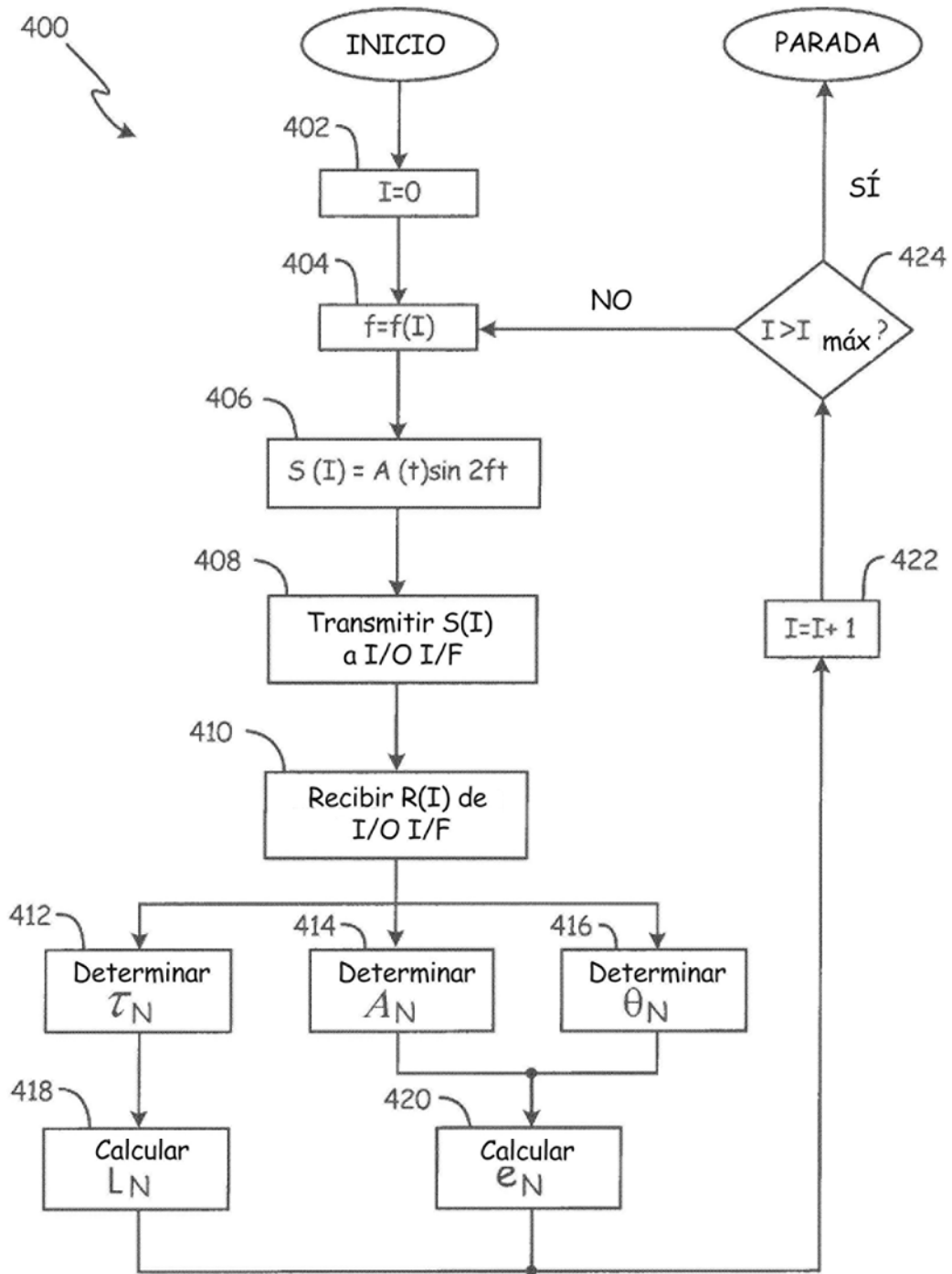


Fig. 9

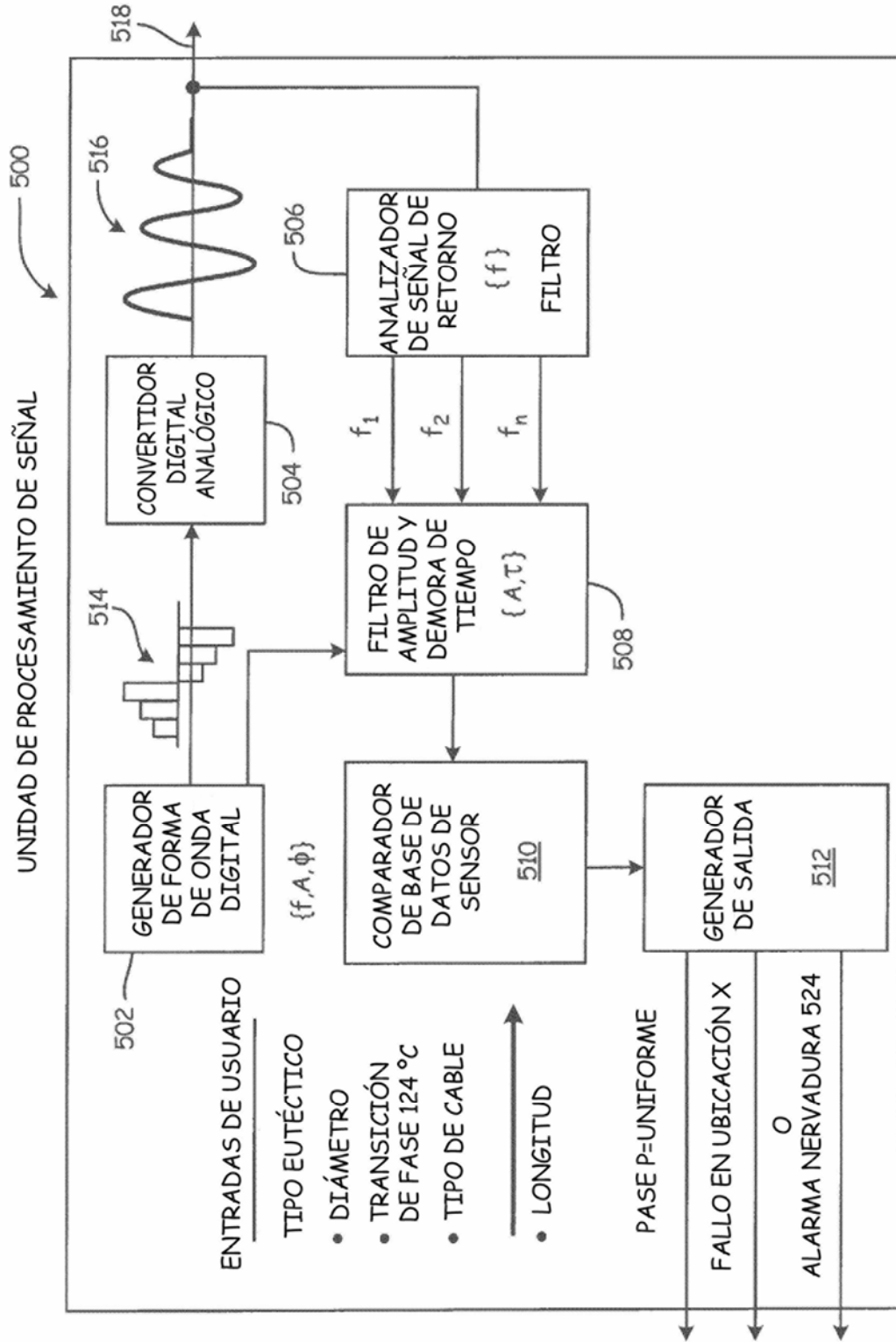


Fig. 10

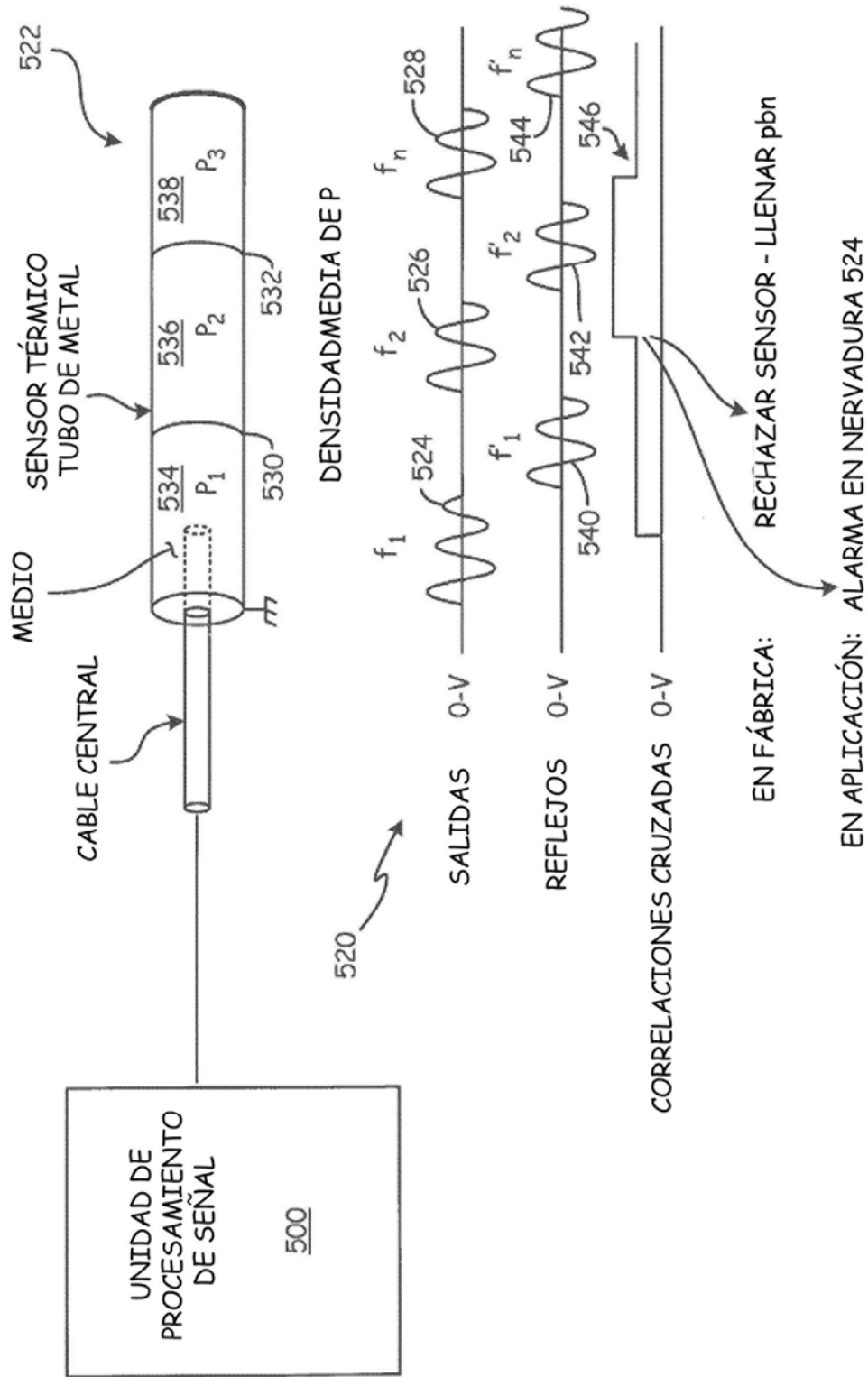


Fig. 11