

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 386 355**

51 Int. Cl.:  
**B66B 7/12**

(2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Número de solicitud europea: **04821855 .6**

96 Fecha de presentación: **16.03.2004**

97 Número de publicación de la solicitud: **1725490**

97 Fecha de publicación de la solicitud: **29.11.2006**

54 Título: **Sistema y método de medición de la resistencia de un soporte tensor**

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:  
**17.08.2012**

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:  
**17.08.2012**

73 Titular/es:  
**OTIS ELEVATOR COMPANY  
10 FARM SPRINGS ROAD  
FARMINGTON, CT 06032, US**

72 Inventor/es:  
**VERONESI, William A. y  
HOOTSMAN, Norbert**

74 Agente/Representante:  
**de Elizaburu Márquez, Alberto**

**ES 2 386 355 T3**

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

## DESCRIPCIÓN

Sistema y método de medición de la resistencia de un soporte tensor.

### CAMPO TÉCNICO

5 La presente invención se refiere a la evaluación de la resistencia en un soporte tensor y, más particularmente, a un sistema y un método que supervisa la resistencia de un soporte tensor en base a las características eléctricas del soporte tensor.

### ANTECEDENTES DE LA INVENCION

10 Los soportes tensores, tales como cintas de acero revestidas o cables de alambres que contienen cables metálicos, son usados para mover una cabina de ascensor hacia arriba y hacia abajo, dentro de un hueco de ascensor. Debido a que el estado del soporte tensor es crítico para el funcionamiento seguro del ascensor, existe una necesidad de determinar el nivel de resistencia restante del soporte tensor y detectar si el nivel de resistencia restante se reduce por debajo de un umbral mínimo.

15 La resistencia del soporte tensor puede verse reducida por el funcionamiento normal del ascensor. La principal fuente de degradación de la resistencia del soporte tensor es la flexión cíclica del soporte tensor alrededor de las poleas conforme el ascensor se mueve hacia arriba y hacia abajo en el hueco de ascensor. Normalmente, la degradación del soporte tensor no es uniforme a lo largo de la longitud del soporte tensor; por el contrario, las áreas del soporte tensor sometidas a altos niveles o intensidades de los ciclos de flexión, se degradarán más rápidamente que las zonas que experimentan menos ciclos de flexión.

20 Algunas características eléctricas, tales como la impedancia o la resistencia eléctrica, de los cables en el soporte tensor variarán conforme se reduce el área de la sección transversal de los cables. De esta manera, es teóricamente posible determinar la resistencia de soporte restante del soporte tensor en base a las características eléctricas del cable. El documento US 2004/0046540 describe un método de medición de la resistencia eléctrica para detectar el deterioro de un cable de ascensor. Sin embargo, tal como se ha indicado anteriormente, los puntos más débiles en el soporte tensor están distribuidos, generalmente, a lo largo del soporte tensor de maneras diferentes, dependiendo del uso del ascensor (por ejemplo, velocidad, aceleración, sacudidas, etc.), la disposición del sistema de ascensor, el material del cable, las variables de fabricación y otros factores, lo que dificulta la determinación exacta de cuándo y donde puede haber alcanzado el soporte tensor su resistencia mínima restante. Sin un método cuantitativo que relacione una característica eléctrica del soporte tensor con la resistencia restante del soporte tensor, una supervisión eléctrica del soporte tensor sólo puede revelar si el soporte tensor está intacto o roto.

30 Existe una necesidad de un sistema y un método que pueda indicar, cuantitativamente, un nivel de resistencia restante de los cables en un soporte tensor, en base a las características eléctricas de los cables y, por lo tanto, las características eléctricas del soporte tensor.

### SUMARIO DE LA INVENCION

35 La presente invención se refiere a un método y un sistema que pueden determinar la degradación de la resistencia en un soporte tensor en base a una característica eléctrica, tal como la resistencia eléctrica. Los aspectos de la presente invención están definidos por las reivindicaciones 1 y 15. Un sistema ejemplar determina una relación entre la degradación de la resistencia y diversos factores físicos, tales como la tasa de degradación para una carga determinada, la información del entorno operativo para el soporte tensor y los datos de uso real o estimado, para obtener un mapa de la degradación media. A continuación, este mapa de degradación media es usado para generar uno o más mapas que relacionan la degradación de la resistencia (es decir, en la forma de porcentaje de resistencia restante) y una característica eléctrica, tal como la resistencia, que varía conforme varía la resistencia restante del soporte tensor. En base a estos mapas de características eléctricas, es posible detectar cuándo ha perdido el soporte tensor un determinado nivel de resistencia mediante la medición de la característica eléctrica.

45 En una realización, las variaciones en la tasa de degradación del soporte tensor, las relaciones entre la característica eléctrica y la degradación de la resistencia, la temperatura y/o los dispositivos eléctricos usados para medir la característica eléctrica son tenidos en cuenta para generar los mapas de características eléctricas.

### BREVE DESCRIPCION DE LOS DIBUJOS

La Figura 1 es un diagrama de bloques de un método para generar un mapa de la degradación media según una realización de la invención;

50 la Figura 2 es un diagrama de bloques de un método para determinar una resistencia aparente según una realización de la invención;

la Figura 3 es un gráfico de las probabilidades de resistencia restante para aumentos determinados en la resistencia aparente según una realización de la invención;

la Figura 4 es un gráfico de las probabilidades de resistencia restante para un uso estimado y para un uso real según otra realización de la invención;

5 la Figura 5 es un diagrama de bloques que ilustra una posible implementación de la invención.

#### DESCRIPCIÓN DETALLADA DE LAS REALIZACIONES

10 Tal como se ha indicado anteriormente, la resistencia de un soporte tensor está relacionada con el área de la sección transversal de los cables en el soporte tensor y las roturas acumuladas en los cables conforme el soporte tensor es flexionado y relajado alrededor de una o más poleas durante el funcionamiento del ascensor. Los ensayos empíricos pueden proporcionar un modelo de pérdida de resistencia que relaciona la pérdida de resistencia del soporte tensor y los factores de funcionamiento de un ascensor, tales como la carga del soporte tensor, la geometría de la polea (por ejemplo, el diámetro de la polea) y el número de ciclos de flexión. En otras palabras, el modelo proporciona una relación entre una carga constante y la tasa de degradación de resistencia causada por la carga constante.

15 Debido a que distintas secciones del soporte tensor pierden resistencia a tasas diferentes, es conveniente generar un mapa de la degradación media para predecir la cantidad de degradación de resistencia para cualquier sección en el soporte tensor. En la práctica, es prácticamente imposible localizar directamente la parte más débil del soporte tensor. Sin embargo, debido a que las partes debilitadas del soporte tensor están distribuidas a lo largo de la longitud total del soporte tensor durante el uso, la resistencia de todo el soporte tensor puede ser una indicación precisa de la sección más débil en el soporte tensor, lo que determina la resistencia restante del soporte tensor.

20 La Figura 1 ilustra un método para generar el mapa 100 de degradación media. En esta realización, el mapa 100 es generado en base a un modelo 102 de pérdida de resistencia para el sistema de ascensor en consideración, la configuración 104 de ascensor y el tráfico 106 estimado del ascensor. Cada uno de estos componentes se explicará, en mayor detalle, más adelante.

25 Para obtener el modelo 102 de pérdida de resistencia, se obtiene, empíricamente, la tasa de degradación del soporte tensor para una carga constante determinada. En una realización, se aplican ciclos de flexión repetidos a una pluralidad de muestras de soporte tensor hasta que se rompen. Esto puede realizarse usando cualquier máquina de fatiga conocida. A partir de esta información, es posible determinar una distribución estadística del número de ciclos de flexión requeridos para flexionar un soporte tensor determinado hasta el fallo para una carga constante conocida.

30 La resistencia restante en el soporte tensor es determinada también por la configuración 104 del elevador, tal como el número de poleas en el sistema de ascensor, el paso del soporte tensor alrededor de las poleas, la distancia entre las poleas y la configuración de poleas. El tráfico 106 estimado del ascensor, tal como la frecuencia de uso, el peso medio de los pasajeros, etc., son tenidos en cuenta también en la generación del mapa de degradación media. Los detalles de uso, tales como el número de veces que el ascensor se mueve entre ciertas plantas, afecta directamente a la localización y la cantidad de degradación en el soporte tensor. Teniendo en cuenta el tráfico 106 estimado del ascensor y la configuración 104 de ascensor, se realiza un seguimiento del número de veces que una polea contacta con una sección particular del soporte tensor y la tensión en ese momento. Esto se realiza mediante un algoritmo 108 de seguimiento de la carga y del contacto con las poleas. A partir de esta información, es posible predecir un estado de desgaste de una sección determinada del soporte tensor y, por lo tanto, predecir la resistencia restante de todo el soporte tensor.

40 El mapa 100 de degradación media para una configuración 104 de ascensor determinada puede ser analizado estadísticamente variando los datos 106 de tráfico estimado del ascensor y los datos acerca de la tasa 102 de degradación y los datos 108 para supervisar los efectos de la carga en las zonas en las que la polea contacta con el soporte tensor en diferentes situaciones de carga y tráfico. El mapa 100 de degradación media resultante proporciona una distribución estadística de la degradación de la resistencia para un sistema de ascensor particular, para una carga constante determinada. En otras palabras, el mapa 100 de degradación media indica un rango de ciclos de flexión en el que se espera que el soporte tensor falle para un tipo de sistema de ascensor.

45 Para detectar la resistencia restante en el soporte tensor en base a una característica eléctrica, tal como la resistencia eléctrica, la información en el mapa 100 de degradación media debe ser relacionada con las características eléctricas del soporte tensor, preferentemente en forma de mapas de características eléctricas. La Figura 2 es un diagrama de bloques que ilustra un método 200, según una realización de la invención, para determinar la relación entre la resistencia eléctrica y la resistencia restante.

50 Para generar los mapas de resistencia eléctrica en esta realización, en primer lugar, el mapa 100 de degradación es considerado con una variación 202 de la tasa de degradación, lo que refleja la incertidumbre en la tasa de degradación reflejada por el mapa 100. Aunque el mapa 100 de degradación media proporciona un rango de valores posibles, el

propio rango, reflejado en el mapa 100, puede variar también. La variación 202 de la tasa de degradación tiene en cuenta esto cuando se determinan los mapas de resistencia. La cantidad de la variación puede ser determinada empíricamente.

5 La evaluación del mapa 100 de degradación con respecto a la variación 202 de la tasa de degradación genera un rango de patrones de uso y tasas de desgaste del soporte tensor y produce un rango de resistencia mínima de soporte tensor y/o máxima pérdida de resistencia en la rotura (LBS) 204, lo que refleja la cantidad máxima a la que puede degradarse la resistencia del soporte tensor. Más particularmente, el máximo valor LBS puede ser determinado detectando, en el mapa de degradación, el punto en el que la resistencia del soporte tensor es la más baja, después de haber tenido en cuenta la variación 202 de la tasa de degradación y, a continuación, usando este punto como el valor  
10 LBS 204 máximo. El valor LBS 204 máximo indica el punto en que el soporte tensor se rompería si se colocara bajo carga extrema.

Este valor LBS 204 máximo puede relacionarse con un valor 205 de resistencia aparente, que se describirá, en mayor detalle, más adelante. A partir de esta relación, un operador puede ser alertado de una condición soporte tensor débil, cuando la resistencia 205 aparente alcanza un valor correspondiente al valor LBS 204 máximo.

15 Obsérvese que la relación entre la resistencia y el valor LBS para múltiples soportes tensores sólo proporciona un rango de posibles valores de resistencia para el valor LBS máximo. Se necesita un análisis adicional, que se explicará a continuación, para obtener la relación entre los valores de resistencia y las características de resistencia diferentes al valor LBS.

20 Tal como se ha indicado anteriormente, la pérdida en el área de la sección transversal de los cables en el soporte tensor y la acumulación de roturas en los cables pueden afectar a las características eléctricas del soporte tensor, tal como un aumento de la resistencia eléctrica. En el ejemplo mostrado en la Figura 2, una relación entre la resistencia eléctrica R y el valor LBS es desarrollada empírica y analíticamente para generar un mapa 206 R vs. LBS. Debido a que la relación entre la resistencia R y el valor LBS puede variar aleatoriamente entre soportes tensores debido a factores incontrolables, tales como variables de fabricación y propiedades de material diferentes, el método 200 simula estas variaciones aleatorias en un mapa 208 de variación y las agrega al mapa R vs. LBS.  
25

El mapa 100, 202 de degradación modificado y el mapa 206, 208 R vs. LBS modificado se incorporan, conjuntamente, para generar un mapa 210 de resistencia eléctrica, que refleja la resistencia eléctrica en cualquier sección determinada del soporte tensor. Tal como se muestra en la Figura, los puntos de mapa correspondientes en el mapa 100, 202 de degradación modificado y el mapa R vs. LBS 206, 208 modificado, se multiplican entre sí, para obtener el mapa 210 de  
30 resistencia. La resistencia total del soporte tensor en cualquier momento determinado puede ser calculada sumando 212 las resistencias de las secciones del soporte tensor.

Las variaciones y los cambios de temperatura entre los dispositivos electrónicos en el sistema de ascensor pueden cambiar la resistencia aparente del soporte tensor. En general, los efectos de las variaciones 214 inducidas por la temperatura y las variaciones 216 de los dispositivos electrónicos pueden ser determinados experimental y/o  
35 analíticamente. Por ejemplo, el efecto de los cambios de temperatura sobre la resistencia del soporte tensor puede ser calculado, y medido empíricamente, mientras que las variaciones en los dispositivos electrónicos pueden ser determinadas empíricamente mediante ensayos. El método 200 incorpora los efectos de la variación 214 inducida por temperatura y las variaciones 216 de los dispositivos electrónicos sobre el valor de resistencia para generar un mapa de resistencia que refleja los valores posibles de la resistencia 205 aparente. Como alternativa, si la temperatura a lo  
40 largo del soporte tensor es conocida o ha sido simulada, la variación de temperatura puede ser aplicada a cada valor en el mapa 210 de resistencia antes de realizar la suma 212.

De esta manera, el análisis mostrado en las Figuras 1 y 2 genera una distribución de estimaciones de resistencia mínima restante del soporte tensor y una distribución correspondiente de las resistencias aparentes correspondientes a las estimaciones de resistencia. Estas distribuciones pueden ser analizadas estadísticamente para producir  
45 estimaciones de probabilidad de la resistencia restante del soporte tensor para las resistencias eléctricas seleccionadas.

La Figura 3 es un gráfico que ilustra una posible relación entre los cambios en la resistencia total aparente del soporte tensor y las estimaciones de probabilidad de la resistencia restante del soporte tensor. Tal como se muestra en la Figura, cuanto mayor es el porcentaje de aumento en la resistencia aparente (mostrada en la Figura 3 como "DR"), menor será la cantidad de resistencia restante en el soporte tensor. Las distribuciones mostradas en la Figura 3 ilustran el porcentaje de soportes tensores que tienen un porcentaje determinado de resistencia restante para un porcentaje de aumento determinado en la resistencia aparente. A partir este gráfico, es fácil estimar la cantidad de resistencia restante en un soporte tensor en base a la cantidad en la que ha aumentado su resistencia.

55 En otra realización, el mapa 100 de degradación media, usado para calcular la resistencia aparente y para determinar el mapa de probabilidades de resistencia, está basado en datos reales de uso del ascensor, en lugar de datos

simulados o históricos. Para obtener esta realización, los datos reales de uso del ascensor pueden ser sustituidos por el tráfico 106 estimado del ascensor en la Figura 1.

5 Los datos reales de uso del ascensor pueden ser suministrados continuamente al algoritmo 108 de seguimiento de carga y contacto con poleas, de manera que el mapa 100 de degradación media y, por lo tanto, los valores 205 de resistencia aparente y los mapas de resistencia correspondientes, pueden ser actualizados continuamente, conforme se obtienen más datos relacionados con el uso del ascensor. Además de los factores de uso del ascensor, usados para estimar la degradación del soporte tensor, esta realización tiene en cuenta también la manera en la que es usado realmente el ascensor y tiene en cuenta las cargas de pasajeros y la gravedad y el número de ciclos de flexión en cualquier sección del soporte tensor. Debido a que las estimaciones de probabilidad de resistencia se basan en el uso real del ascensor, las estimaciones de los niveles de resistencia restante obtenidos en esta realización tendrán, probablemente, un rango más estrecho que las de la primera realización, que abarca un amplio rango de posibles usos del ascensor.

15 La Figura 4 muestra una comparación entre una estimación de la resistencia restante del soporte tensor basada en el uso estimado del ascensor con el uso real del ascensor. Los datos reales de uso del ascensor proporcionan un valor de resistencia eléctrica que mejora la estimación de la resistencia restante del soporte tensor para un sistema de ascensor determinado, posibilitando el establecimiento de valores umbral, para la intervención en un sistema de supervisión de la salud del ascensor, que son relevantes para el sistema de ascensor particular bajo supervisión.

20 La Figura 5 es un diagrama representativo de un sistema que evalúa la resistencia del soporte tensor, tal como se ha descrito anteriormente. En general, el sistema 300 debería incluir al menos un dispositivo de medición de características eléctricas, tales como un medidor 302 de resistencia, que supervisa el soporte tensor y un dispositivo 303 de medición de temperatura que supervisa el entorno del soporte tensor. El sistema 300 incluye también un procesador 304 que genera los mapas descritos anteriormente a partir de las características eléctricas y de temperatura medidas y determina la resistencia restante probable en el soporte tensor. Los componentes específicos a usar en el sistema 300 pueden ser seleccionados por las personas con conocimientos en la materia.

25 Mediante la medición de la resistencia del soporte tensor en base a una característica eléctrica, tal como la resistencia eléctrica, la invención puede supervisar el nivel de resistencia restante del soporte tensor, detectar un nivel mínimo de la resistencia restante y, si se desea, solicitar una acción en base al nivel de resistencia restante. Aunque los ejemplos descritos anteriormente se centran en soportes tensores usados en aplicaciones de ascensor, tales como cintas de acero revestidas, la invención puede ser usada para supervisar la resistencia de cualquier estructura cuyas características eléctricas varían en base a la resistencia del soporte tensor. Además, aunque los ejemplos anteriores se centran en una correlación entre la resistencia y la resistencia restante, otras características eléctricas pueden ser monitorizadas y usadas. La invención puede ser implementada en cualquier manera conocida, usando cualquier componente deseado; las personas con conocimientos ordinarios en la materia serán capaces de determinar qué dispositivos son necesarios para obtener los datos de las características eléctricas, obtener los datos de simulación y generar programas que puedan llevar a cabo la invención en un procesador, por ejemplo.

35 Debería entenderse que, en la práctica de la presente invención, pueden emplearse diversas alternativas a las realizaciones de la invención descritas en la presente memoria. Se pretende que las reivindicaciones siguientes definan el alcance de la invención y que el método y el aparato en el ámbito de estas reivindicaciones y de sus equivalentes estén incluidos en el mismo.

**REIVINDICACIONES**

1. Un método para modelar una condición de un soporte tensor de un ascensor, en base a una característica eléctrica, que comprende:
- 5           determinar una tasa de degradación del soporte tensor para una carga (102) seleccionada,  
          modelar una configuración de al menos un sistema (104) de ascensor seleccionado;  
          estimar un patrón (106) de tráfico del ascensor,  
          determinar la información de la carga y el contacto con las poleas usando la tasa de degradación determinada, la configuración modelada y el patrón (108) de tráfico estimado,  
10           determinar una degradación media del soporte tensor a partir de la información (100) de carga y contacto con las poleas,  
          generar un primer mapa (100, 202) a partir de la degradación media determinada,  
          generar un segundo mapa (206, 208) que correlaciona una característica eléctrica con un grado seleccionado de degradación de resistencia, y  
15           combinar el primer mapa y el segundo mapa para generar un tercer mapa (210) que correlaciona la característica eléctrica con una resistencia restante en el soporte tensor.
2. El método según la reivindicación 1, que incluye determinar una pluralidad de valores de degradación media, variando al menos uno de entre la configuración (104) modelada o el patrón (106) estimado de tráfico del ascensor.
3. El método según la reivindicación 1, que incluye determinar una relación entre una característica eléctrica y un estado seleccionado del soporte tensor y usar la relación determinada y la degradación media determinada para  
20           determinar un valor (205) aparente de la característica eléctrica que corresponde al estado seleccionado del soporte tensor.
4. El método según la reivindicación 3, que incluye repetir las etapas de la reivindicación 3 para determinar una pluralidad de los valores (205) aparentes de la característica eléctrica y usar los valores para determinar una relación entre una característica eléctrica medida correspondiente y un estado de un soporte tensor.
- 25           5. El método según la reivindicación 4, en el que la característica eléctrica es la resistencia.
6. El método según la reivindicación 5, que incluye medir sucesivamente una resistencia de un soporte tensor y usar la relación determinada entre la resistencia y el estado seleccionado del soporte tensor para determinar un estado actual del soporte tensor.
7. El método según la reivindicación 1, en el que la etapa de generación del primer mapa (100, 202) comprende  
30           incorporar al menos un factor operativo del soporte tensor con la tasa de degradación determinada.
8. El método según la reivindicación 7, en el que al menos un factor operativo del soporte tensor es seleccionado de entre el grupo que consiste en una configuración de sistema de ascensor, un tráfico estimado del ascensor, el uso actual del ascensor y el contacto con la polea.
9. El método según la reivindicación 8, en el que dicho al menos un factor operativo del soporte tensor es el uso  
35           real del ascensor, y en el que la etapa de generación del primer mapa comprende además usar el uso real actualizado del ascensor.
10. El método según la reivindicación 1, en el que la etapa de combinación comprende:
- generar un mapa intermedio que correlaciona la característica eléctrica con la resistencia restante en un  
          segmento del soporte tensor, en el que el soporte tensor comprende una pluralidad de segmentos, y  
40           sumar las resistencias restantes de la pluralidad de segmentos para generar un tercer mapa.
11. El método según la reivindicación 1, que comprende incorporar un factor (202) de variación de la tasa de degradación en el primer mapa.
12. El método según la reivindicación 1, que comprende incorporar un factor (208) de variación de la característica eléctrica en el segundo mapa.
- 45           13. El método según la reivindicación 1, que comprende incorporar al menos uno de entre un factor (214) de

variación inducida por la temperatura y un factor (216) de variación del dispositivo electrónico para generar el tercer mapa.

14. El método según la reivindicación 1, en el que la característica eléctrica es la resistencia.

5 15. Un sistema para la determinación de un estado de un soporte tensor de un ascensor en base a una característica eléctrica, que comprende:

un dispositivo para medir una característica eléctrica de al menos una parte del soporte tensor, y

10 un controlador que determina un estado actual del soporte tensor relacionando la característica eléctrica medida con un conjunto de datos predeterminado que indica una relación entre los valores aparentes de la característica correspondiente y los estados del soporte tensor, estando basada la relación en al menos una tasa de degradación determinada del soporte tensor para una carga seleccionada, una configuración modelada de un sistema de ascensor, un patrón estimado de tráfico del ascensor, información de la carga y del contacto con las poleas, o una degradación media del soporte tensor en base a una información de la carga y del contacto con las poleas, en el que el controlador:

determina una tasa de degradación del soporte tensor para una carga seleccionada;

15 modela una configuración de al menos un sistema de ascensor seleccionado;

estima un patrón de tráfico del ascensor;

determina una información de la carga y del contacto con las poleas usando la tasa de degradación determinada, la configuración modelada y el patrón estimado del tráfico;

20 determina una degradación media del soporte tensor a partir de la información de la carga y del contacto con las poleas;

genera un primer mapa (100, 202) a partir de la degradación media determinada;

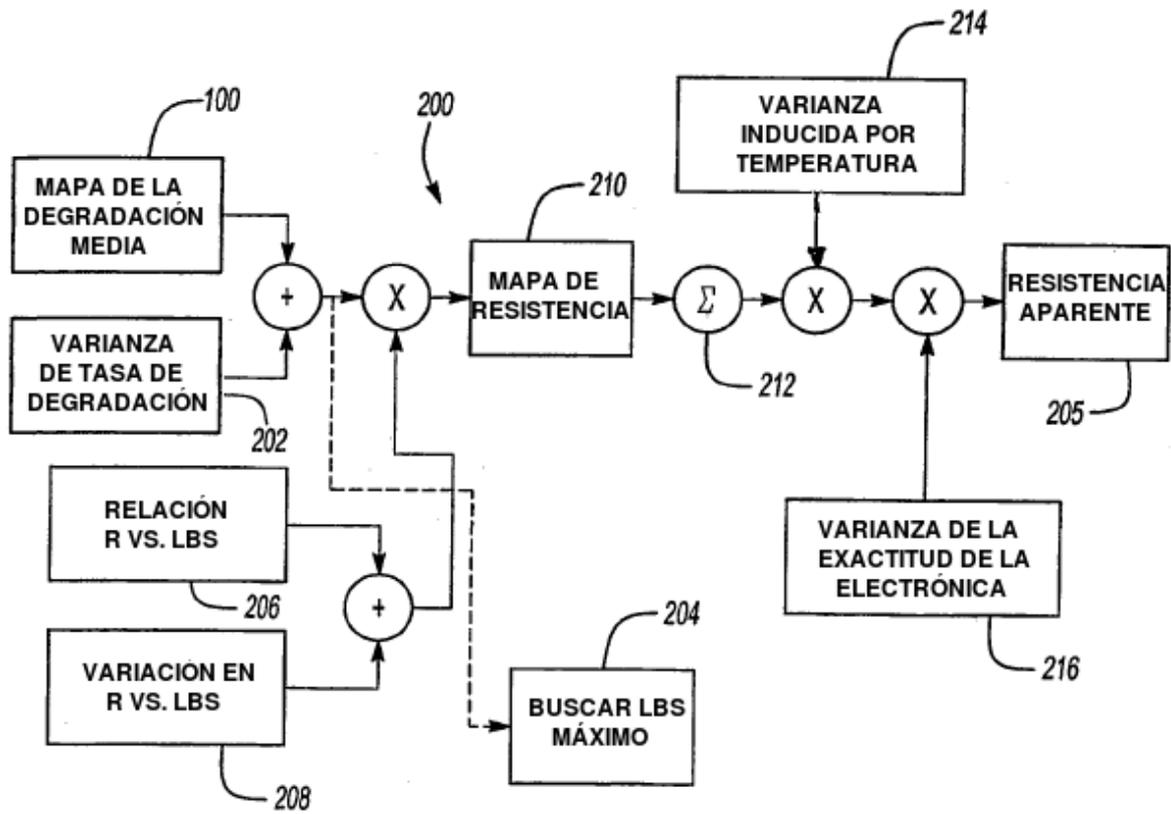
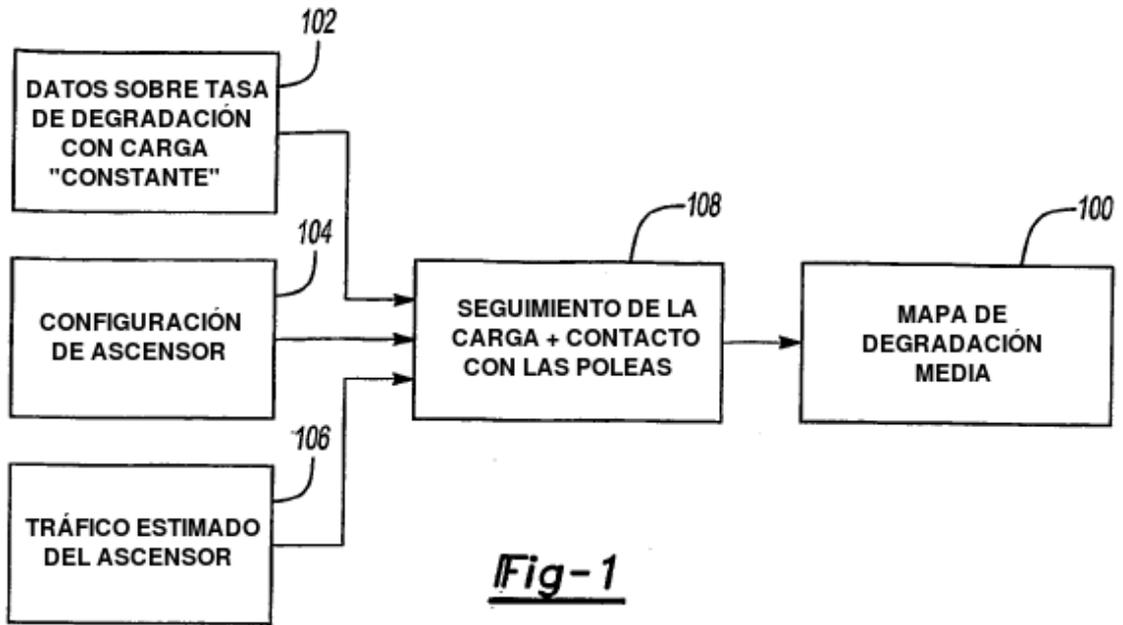
genera un segundo mapa (206, 208) que correlaciona una característica eléctrica con un grado seleccionado de degradación de resistencia; y

25 combina el primer mapa y el segundo mapa para generar un tercer mapa (210) que correlaciona la característica eléctrica con una resistencia restante en el soporte tensor.

16. El sistema según la reivindicación 15, en el que el controlador determina una relación entre una característica eléctrica y un estado seleccionado del soporte tensor y usa la relación determinada y la degradación media determinada para determinar un valor aparente de la característica eléctrica correspondiente al estado seleccionado del soporte tensor.

30 17. El sistema según la reivindicación 16, en el que el controlador determina una pluralidad de los valores aparentes de la característica eléctrica y usa esos valores para determinar una relación entre una característica eléctrica medida correspondiente y un estado del soporte tensor.

18. El sistema según la reivindicación 15, en el que la característica eléctrica es la resistencia.



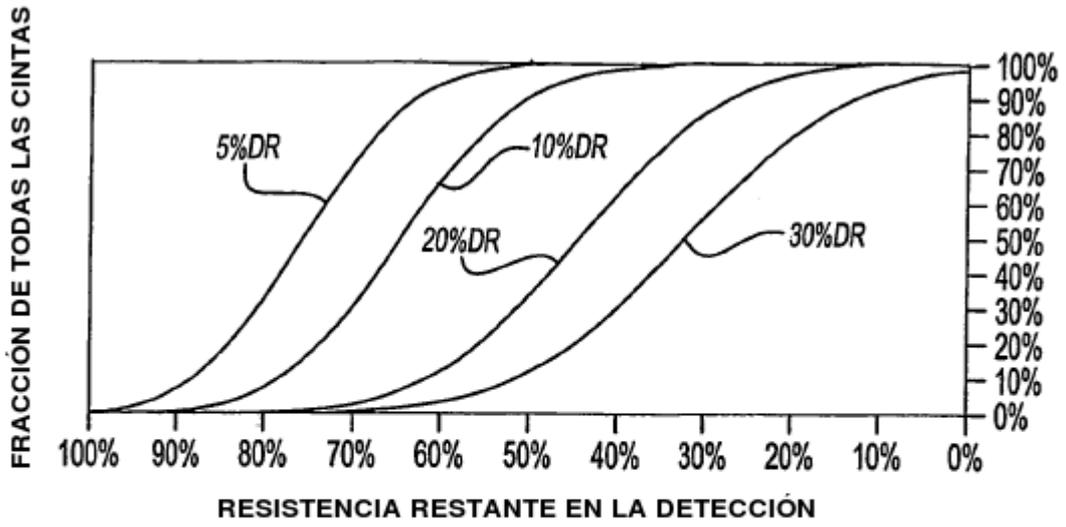


Fig-3

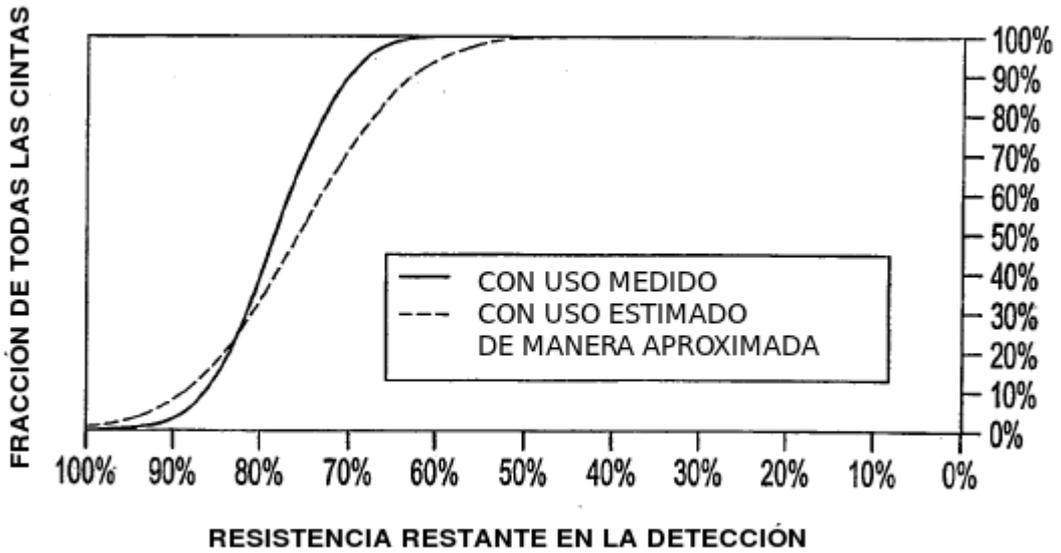


Fig-4

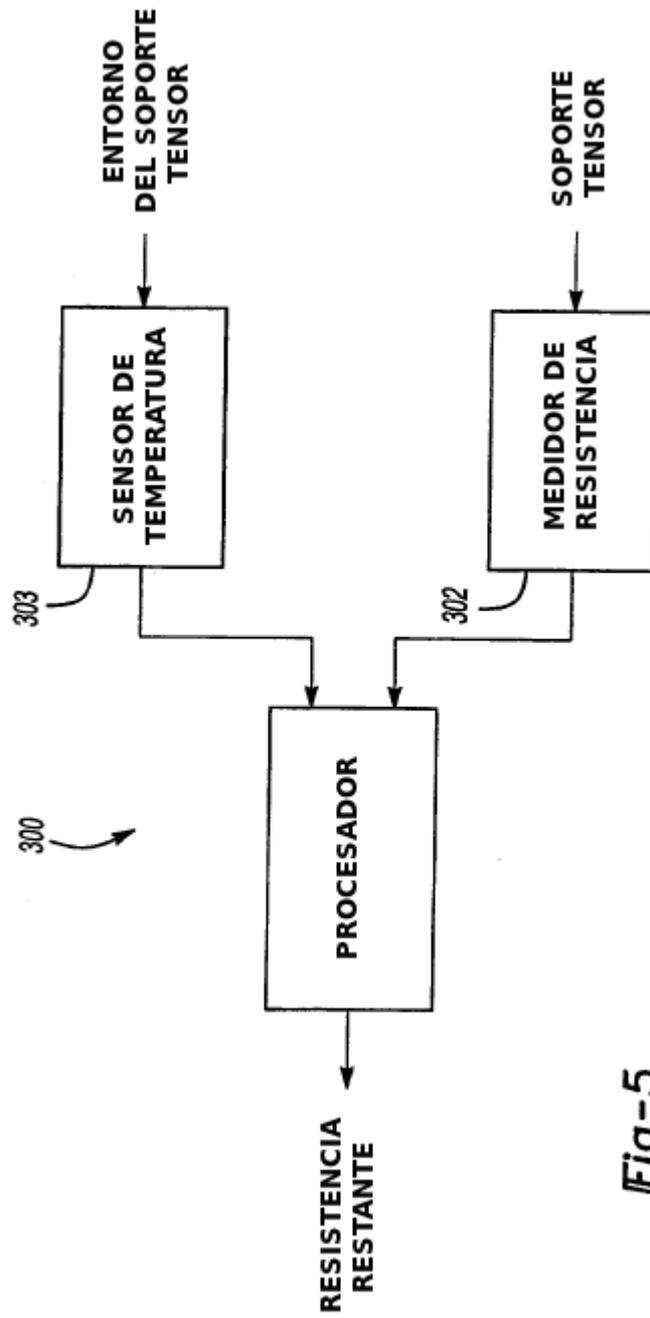


Fig-5