(12) SOLICITUD INTERNACIONAL PUBLICADA EN VIRTUD DEL TRATADO DE COOPERACIÓN EN MATERIA DE PATENTES (PCT)

(19) Organización Mundial de la Propiedad Intelectual
Oficina internacional

(43) Fecha de publicación internacional
25 de enero de 2018 (25.01.2018)

WIPO | PCT

(10) Número de publicación internacional
WO 2018/015592 A1

(51) Clasificación internacional de patentes:
B64F 5/60 (2017.01)

(21) Número de la solicitud internacional:
PCT/ES2017/070475

(22) Fecha de presentación internacional:
29 de junio de 2017 (29.06.2017)

(25) Idioma de presentación: español

(26) Idioma de publicación: español

(30) Datos relativos a la prioridad:
16382343.8 18 de julio de 2016 (18.07.2016) EP

(71) Solicitantes: **AIRBUS OPERATIONS S.L.** [ES/ES]; Avda. John Lennon s/n, 28906 Getafe (Madrid) (ES). **AIRBUS OPERATIONS (S.A.S)** [FR/FR]; 316, route de Bayonne, 31060 Toulouse (FR). **AIRBUS S.A.S.** [FR/FR]; 1 Rond-point Maurice Bellonte, 31700 Blagnac (FR).

(72) Inventores: **GARCIA MARTINEZ, Valentin**; Airbus Operations, S.L., Avda. John Lennon s/n, 28906 Getafe (ES). **MURILLO, Richard**; Airbus Operations (S.A.S), 316, route de Bayonne, 31060 Toulouse (FR). **DUPOUY, Sebastien**; Airbus S.A.S., 1 Rond-point Maurice Bellonte, 31700 Blagnac (FR). **BREGAND, Antoine**; Airbus Operations (S.A.S), 316, route de Bayonne, 31060 Toulouse (FR). **BORILLO LLORCA, Irene**; Airbus Operations S.L., Avda. John Lennon s/n, 28906 Getafe (ES). **COËMET, Romain**; Airbus Operations (S.A.S), 316, route de Bayonne, 31060 Toulouse (FR).

(74) Mandatario: **DE ELZABURU MÁRQUEZ, Alberto**; c/ Miguel Ángel, 21, Madrid, 28010 Madrid (ES).

(54) Title: METHOD AND DEVICE FOR INSPECTING THE DAMAGE TO THE SKIN OF AN AEROPLANE AFTER A LIGHTNING STRIKE

(54) Título: MÉTODO Y DISPOSITIVO PARA LA INSPECCIÓN DEL DAÑO EN EL REVESTIMIENTO DE UN AVIÓN DESPUÉS DEL IMPACTO DE UN RAYO

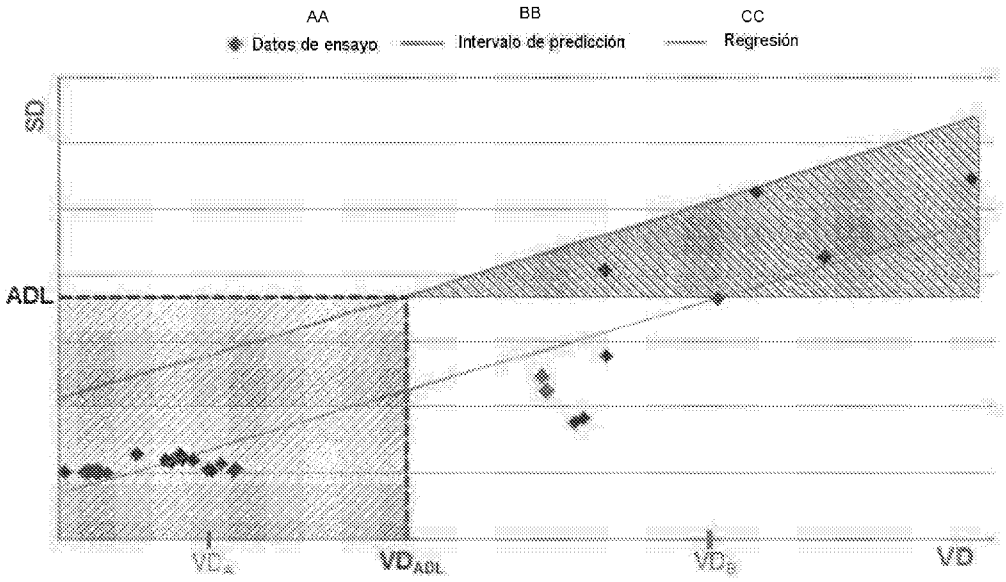


Fig. 11

(57) Abstract: The invention relates to a method and device for inspecting the structural damage to the skin of an aircraft after a lightning strike, wherein the skin comprises a set of marks caused by the lightning strike, said marks including a visual damage (VD) and a structural damage (SD). The method comprises the following steps: for each mark, measuring the surface area of the paint that has been removed by the lightning strike; comparing the measured surface area with a surface area threshold value, wherein the threshold value relates to the structural damage (SD) of each mark.

(57) Resumen: Método y dispositivo para la inspección del daño estructural en revestimiento de una aeronave después de un impacto

[Continúa en la página siguiente]

WO 2018/015592 A1

(81) Estados designados *(a menos que se indique otra cosa, para toda clase de protección nacional admisible)*: AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

(84) Estados designados *(a menos que se indique otra cosa, para toda clase de protección regional admisible)*: ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), euroasiática (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), europea (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Publicada:

— *con informe de búsqueda internacional (Art. 21(3))*

— *antes de la expiración del plazo para modificar las reivindicaciones y para ser republicada si se reciben modificaciones (Regla 48.2(h))*

de rayo, el revestimiento comprendiendo un conjunto de marcas derivadas del impacto del rayo, dichas marcas comprendiendo un Daño Visual (VD) y un Daño Estructural (SD). El método comprende los siguientes pasos: - en cada marca, medición de la superficie de pintura que ha sido eliminada por el impacto del rayo, - comparar la superficie medida con un valor umbral de superficie, en el que el valor umbral está relacionado con el Daño Estructural (SD) de cada marca.

MÉTODO Y DISPOSITIVO PARA LA INSPECCIÓN DEL DAÑO EN EL REVESTIMIENTO DE UN AVIÓN DESPUÉS DEL IMPACTO DE UN RAYO

CAMPO DE LA INVENCIÓN

La presente invención se refiere a un método y un dispositivo para la inspección de los daños en una aeronave avión después del impacto de un rayo mediante la consecución de un daño visual admisible optimizado determinado por la relación entre el daño estructural y el daño visual producido por una cierta energía del impacto del rayo.

ESTADO DE LA TÉCNICA

El impacto de rayos pueden afectar las operaciones aéreas causando costosos retrasos e interrupciones del servicio. Cuando los aviones comerciales son alcanzados por un rayo, el resultado puede variar desde ningún daño al daño grave que puede requerir reparación inmediata que puede poner la aeronave fuera de servicio durante un período prolongado de tiempo. La gravedad de los daños es muy variable y depende de múltiples factores tales como el nivel de energía del rayo.

El rayo se une inicialmente a una extremidad de la aeronave en un solo lugar y sale por otro. Debido a la velocidad relativa de la aeronave respecto al canal del rayo, puede haber varios puntos de unión adicionales entre los puntos inicial y de salida (impacto en barrido), esto puede conducir hasta a cientos de marcas extendidas a lo largo del revestimiento de la aeronave.

Los efectos directos del impacto de un rayo son los daños causados a la estructura, que incluyen fundido, picaduras en la estructura, marcas de quemaduras alrededor de los tornillos y pintura quemada en las estructuras metálicas. En el caso de estructuras de materiales compuestos, además de la pintura quemada, pueden encontrarse fibras dañadas y delaminaciones.

En cada punto de entrada del arco del rayo, el daño en un componente de material compuesto se puede separar en dos partes:

- En primer lugar, son visibles y cuantificables en la superficie exterior del fuselaje marcas de quemaduras y falta de pintura.

- En segundo lugar, se pueden encontrar en el interior del material compuesto, daños estructurales como el sobrecalentamiento de la resina, fibras rotas y delaminación.

Algunas zonas de la aeronave son más propensas a la caída de rayos que otras. Es ya conocido y normalizado que la aeronave se puede dividir en varias zonas con respecto a la probabilidad de recibir un rayo:

Zona 1 - Alta probabilidad de impacto de un rayo (entrada o salida).

Zona 2 - Alta probabilidad de impacto de un rayo siendo barrido desde un punto de unión inicial.

Zona 3 - Cualquier superficie de aeronave que no sean las contempladas en las zonas 1 y 2.

En cada zona, se espera un nivel máximo de energía del impacto de acuerdo a las normas existentes, por ejemplo, Eurocae ED-91 y ED-84.

Cuando la aeronave se encuentre de nuevo en el suelo después del impacto, debe evaluarse la severidad del daño y, dependiendo de la magnitud de los daños, pueden ser necesarias algunas operaciones de mantenimiento (reparación, inspección de áreas, etc.).

En estructuras CFRP (polímero reforzado con fibra de carbono), es bien sabido que los daños de delaminación pueden ser mayores que el daño externo observado (el daño visual), por lo que, con el estado actual de la técnica, se requiere una inspección con un dispositivo capaz de detectar daños en la estructura; normalmente, estos dispositivos de ensayo utilizan ultrasonidos, rayos X o termografía. La inspección se realiza marca a marca utilizando entre cinco y diez minutos en cada marca; por lo tanto, en el caso en el que hay numerosos puntos de fijación del rayo (impacto en barrido), el tiempo asociado a esas inspecciones en cada marca puede obligar a la aeronave a estar en tierra durante un tiempo significativo, poniendo en riesgo las operaciones diarias de la línea aérea. Así, la inspección de la

aeronave después de un impacto de rayo consume mucho tiempo y sólo puede realizarse por personal cualificado.

SUMARIO DE LA INVENCIÓN

El objeto de la invención es un método y un dispositivo para la inspección de los daños de la aeronave después del impacto de un rayo sobre la base de un umbral de daño visual admisible optimizado.

Después de ser impactado por un rayo, el revestimietno CFRP comprende un conjunto de marcas visuales. Algunas de ellas tienen tanto pintura eliminada como daño estructural potencial.

El método de inspección, objeto de la invención, se basa en el enlace de estos dos parámetros:

- El Daño Visual (VD), que hace referencia a la zona en la que la pintura ha sido eliminada del revestimiento CFRP por el impacto de rayos.

- El Daño Estructural (SD) como resultado de la caída de rayos que se refiere a los daños en las capas estructurales de los elementos compuestos en donde el laminado ha sido dañado de manera efectiva.

Se ha realizado un estudio profundo sobre el daño visual en comparación con el daño estructural en todo el rango de ambos parámetros con el fin de validar una política de autorización de las aeronaves basada en la confianza de los resultados predichos.

Esta relación definida permite la definición de los daños estructurales que se pueden esperar para un daño visual dado. Los criterios de aceptación (daño visual) deben definirse de tal manera que las piezas de la aeronave afectadas son capaces de mantener el nivel de cargas estructurales que permite la operación segura continua de la aeronave.

El método de objeto de inspección de la invención permite la determinación de un daño visual máximo por el que se asegura que los daños estructurales asociados están siempre

por debajo de los límites definidos. Este daño visual admisible se refiere como VD_{ADL} a partir de ahora.

Relación entre el daño visual y los daños estructurales

La relación entre el daño visual y el daño estructural no se ha estudiado ni por la industria ni por la comunidad científica.

Al elegir el parámetro principal adecuado que impulsa la relación y haciendo algunas hipótesis, la invención desarrolla un método para predecir uno de los parámetros (VD ó SD), cuando se conoce el otro, con un nivel de confianza definido. Las conclusiones de este método se han verificado en un entorno de laboratorio y en condiciones de vuelo reales.

Parámetro primario. - Varios parámetros tienen un impacto en el daño estructural, como espesor de la pintura, el espesor de CFRP, porcentaje de grosor dieléctrico del CFRP, refuerzo estructural, la corriente pico del rayo, la energía inyectada por el rayo, o lo que es lo mismo, el nivel de energía del impacto del rayo, etc. El parámetro elegido como parámetro "primario" o "principal" tiene una importancia fundamental, ya que permite encontrar una dependencia. No todos los parámetros anteriores tienen una influencia o el mismo nivel de influencia en el daño visual. En este caso, después de analizar varios parámetros, se elige como el parámetro primario el nivel de energía del rayo o la corriente pico del rayo.

Analizando los datos empíricos, se observa la existencia de una relación monótona creciente entre el daño visual medio y el nivel de energía del rayo o de la corriente pico, así como entre el daño estructural medio y el nivel de energía o la corriente pico. Esta observación será la base para establecer conclusiones diferentes para este método.

Suposición. - Se considera que el resto de los parámetros antes mencionados (por ejemplo, el espesor de la pintura, espesor CFRP, refuerzos estructurales) son menos significativos en comparación con el parámetro principal, asumiendo que estos parámetros están dentro del umbral definido por el fabricante de la aeronave (por ejemplo, el espesor de la pintura puede estar limitada por los procesos de fabricación, los requisitos operacionales y los daños esperables). Por lo tanto, estos parámetros secundarios pueden ser absorbidos como parte de la aleatoriedad natural que caracteriza el fenómeno rayo.

Se proporciona un Daño Estructural admisible (ADL) para cada componente de la aeronave, es decir, para la zona de la aeronave en la que se encuentra la marca. Dicho Daño Estructural admisible (ADL) se establece de acuerdo a las características técnicas del material del componente y a las cargas estructurales que el componente de la aeronave verá durante su vida útil.

El método objeto de la invención comprende los siguientes pasos:

- En cada marca, medición de la superficie de pintura que ha sido eliminada por el rayo (Daño Visual),

- Comparación de la superficie medida con un valor umbral de superficie, en la que el valor umbral está relacionado con el Daño Estructural (SD) de cada marca y se obtiene mediante las siguientes etapas:

  - ordenar los datos empíricos de Daño Estructural (SD) frente al Daño Visual (VD) para diferentes niveles de energía del rayo, los niveles de energía estando por debajo de una energía máxima esperable en la zona específica de la aeronave en la que se encuentra la marca,

  - proporcionar un Daño Estructural admisible (ADL) para la zona de la aeronave en la que se encuentra la marca,

  - calcular un Visual Daño admisible (VD_{ADL}) para le que el Daño Estructural máximo (SD) que se pueden encontrar es menor que el Daño Estructural admisible (ADL) para la zona de la aeronave en la que se encuentra la marca, dicho Daño Visual optimizado (VD_{ADL}) siendo el valor umbral del área.

Hay que tener en cuenta la reducción de la complejidad del método propuesto en comparación con el método del estado de la técnica. Se evitan ensayos no destructivos que consumen mucho tiempo; el operador sólo tiene que medir el daño visual causado por el impacto del rayo y compararlo con un valor de umbral previamente calculado.

Después de elegir el parámetro primario y el establecer la suposición, se han desarrollado

los siguientes ejemplos de realización para establecer el método para calcular el Daño Visual admisible (VD_{ADL}):

- si el impacto esperado más energético de un rayo en la zona específica de la aeronave en la que se encuentra la marca provoca un Daño Estructural (SD) más bajo que el Daño Estructural admisibles (ADL) proporcionado, se utiliza un método llamado "Método del cuadro delimitador",

- si el impacto esperado más energético de un rayo en la zona específica de la aeronave causa un Daño Estructural (SD) superior al Daño Estructural admisible (ADL), se utiliza un método llamado "Método dependiente de energía".

Ambos métodos determinan un Daño Visual admisible (VD_{ADL}) para el que el Daño Estructural máximo (SD) que se puede encontrar es menor que el Daño Admisible (ADL) para la zona del revestimiento en la que se encuentra la marca. Por lo tanto, si durante una inspección se encuentran daños causados por el impacto de rayos y el Daño Visual (VD) es menor que el Daño Visual admisible (VD_{ADL}), es posible asegurar la operación continua de la aeronave sin realizar ninguna prueba no destructiva, ahorrando tiempo para la línea aérea.

También es un objeto de la presente invención un dispositivo para la inspección del daño en la aeronave después de un impacto de rayo. Comprende un área característica que es igual a un valor umbral de Daño Visual que está relacionado con el Daño Estructural y en el que el valor de umbral se calcula de acuerdo con el método anterior.

Dicho dispositivo permite una rápida comparación del Daño Visual de cada marca con sólo situar el dispositivo sobre la marca. La ventaja es que proporciona incluso una inspección visual más rápida que conduce a una reducción del tiempo en tierra de la aeronave.

Con este método, la mayor parte de los daños, en los que se necesitaba una inspección con un aparato de ultrasonidos, de rayos X o termografía, ahora se evalúan únicamente mediante inspección visual, ahorrando horas y aumentando la capacidad de funcionamiento de la aeronave.

DESCRIPCIÓN DE LAS FIGURAS

Se proporcionan dibujos Para completar la descripción y con el fin de proporcionar una mejor comprensión de la invención. Dichos dibujos forman parte integral de la descripción e ilustran ejemplos de realización de la invención. Los dibujos comprenden las siguientes figuras.

La figura 1 muestra gráficos que representan el comportamiento del Daño Estructural (SD) y el Daño Visual (VD) según el nivel de energía del rayo. La figura 1a representa el caso en el que se debe aplicar el método llamado “Método del cuadro delimitador" (máximo Daño Estructural (SD) que se espera en esa zona de la aeronave es menor que el daño estructural admisible (ADL)). La figura 1b representa el caso alternativo, cuando el método llamado "Método dependiente de la energía" debe ser utilizado (el máximo daño estructural (SD) que se espera en esa zona de la aeronave es superior al Daño Estructural admisible (ADL)).

La figura 2 muestra los dos enfoques diferentes que se pueden utilizar para encontrar la relación Daño Visual – Daño Estructural (VD-SD). Los rectángulos representan el "Método del cuadro delimitador", mientras que las otras líneas crecientes representan el "Método dependiente de la energía ". "Nivel de energía 1" es el menos energético "Nivel de energía 4" es el más enérgico.

La figura 3 muestra una representación cualitativa del "Método del cuadro delimitador".

La figura 4 muestra los resultados obtenidos con el "Método del cuadro delimitador" para un ejemplo real.

La figura 5 muestra un gráfico que muestra una comparación de los resultados cualitativos en la aplicación del "Método del cuadro delimitador" y del "Método dependiente de la energía".

La Figura 6 muestra un gráfico que representa la naturaleza de la relación Daño Visual - Daño Estructural (VD-SD) y lo compara con el método estadístico utilizado.

La figura 7a muestra gráficos que representan la variación de los intervalos de predicción de Daños Estructurales (SD) con respecto al nivel máximo de energía ensayado, siendo e1 el nivel de energía más alto esperado de una zona específica de la aeronave en la que

se encuentra la marca y e_4 el más bajo. La figura 7b destaca el posible problema de la obtención de daños estructurales en áreas que inicialmente puede creerse que son seguras debido al nivel máximo de energía elegida.

La Figura 8 muestra un gráfico que representa el nivel de energía para calcular el Daño Visual admisible (VD_{ADL}), y el Daño Visual mínimo y máximo (VD_{min}, VD_{max}) para dicho nivel de energía.

Las figuras 9a y 9b muestran gráficos que representan las relaciones Daño Visual admisible - energía (VD_{ADL} - energía) y Daño Visual mínimo - energía (VD_{min}-energía), respectivamente. En la figura 9b, la curva A representa el caso cuando el Daño Visual mínimo (VD_{min}) aumenta monotónicamente con la energía, mientras que la curva B representa el caso cuando no lo es.

La figura 10 muestra tres gráficos que muestran la relación Daño Visual mínimo - Daño Visual admisible (VD_{min}-VD_{ADL}). Si el Daño Visual mínimo (VD_{min}) aumenta monotónicamente con el nivel de energía, el caso A es aplicable; si el Daño Visual mínimo (VD_{min}) no aumenta monótonamente con la energía, son aplicables el caso B1 y B2.

La figura 11 muestra un gráfico que representa la relación Daño Estructural - Daño Visual (SD-VD) encontrado utilizando el método llamado "Método dependiente de la energía".

DESCRIPCIÓN DETALLADA DE LA INVENCIÓN

Dependiendo del nivel máximo de energía del rayo esperado en una zona definida de la aeronave y su relación con el Daño Estructural admisible (ADL) aplicable a dicha zona, se proporcionan dos ejemplos de realización diferentes para calcular el área del Daño Visual (el Método del cuadro delimitador y el Método dependiente de la energía).

Método 1: Método del cuadro delimitador

Como se dijo anteriormente, este ejemplo de realización es válido para los casos en que el Daño Estructural admisible (ADL) de la zona de la aeronave en la que se encuentra la marca está por encima del Daños Estructural (SD) asociado al nivel de energía máximo del impacto

del rayo o el pico de corriente esperado de la sección de la aeronave estudiada, véase la figura 1a.

En este método se hace una hipótesis fuerte: para el nivel de energía máximo anteriormente mencionado, se supone que no hay relación entre el Daño Visual (VD) y el Daño Estructural (SD), que conduce a analizar el Daño Visual (VD) y Daño Estructural (SD) como parámetros estadísticamente independientes. Esta hipótesis se basa en el supuesto de que, para un número suficiente de muestras, como el Daño Visual (VD) y el Daño Estructural (SD) tienen una dependencia monótonamente creciente con la energía y como el área bajo estudio está asociado a la energía máxima prevista, no se esperan daños mayores que los límites calculados.

El método comprende los siguientes pasos:

1) Clasificar los datos por el parámetro primario (es decir, el nivel de energía o pico de corriente). El nivel más alto nivel de energía ensayado corresponde con el impacto del rayo más energético que va a experimentar la zona dle revestimiento de la aeronave en la que se encuentra la marca.

2) Calcular el intervalo de confianza de cada tipo de daño para el nivel de energía más alto, teniendo en cuenta la cantidad de muestras disponibles para el estudio y el nivel de confianza que se quiera conseguir para cada tipo de daño (VD, SD) de forma independiente. Los límites calculados definen un "cuadro delimitador", donde están confinados los datos, véase la Figura 3.

3) El Daño Visual máximo (VD_{max}) determinado por el intervalo de confianza es el Daño Visual admisible (VD_{ADL}).

Para verificar dicho cálculo, se debe asegurar que el Daño Estructural admisible (ADL) de la marca es mayor o igual que el límite superior del cuadro delimitador, es decir, que el Daño Estructural máximo (SD_{max}). Por lo tanto, el Daño Visual admisible (VD_{ADL}) corresponde al límite más a la derecha del cuadro (VD_{max}), véase la Figura 4.

<u>Método 2: Método dependiente de la energía</u>

Si el objetivo del Daño Estructural admisible (ADL) no está asociado a la energía máxima esperada en la zona estudiado de la aeronave, véase la figura 1b, se utiliza un segundo método para determinar el Daño Visual admisible (VD_{ADL}).

Con este método, es posible determinar y validar la figura del Daño Visual admisible final (VD_{ADL}) y reducir al mínimo el número de ensayos. Los ensayos de impacto de rayos son caros; este método permite:

(a) estimar el nivel de energía que se encuentra en el rango aceptable del Daño Visual (VD) para un Daño Estructural admisible definido (ADL), reduciendo así en lo posible el número de ensayos.

(b) Una vez que se obtienen las energías que deben ser ensayadas, se puede determinar el Daños Visual admisible (VD_{ADL}).

Como se ha mencionado, el Daño Visual (VD) y el Daño Estructural (SD) sigue de media una dependencia monótonamente creciente con la energía. De esto se puede deducir que el Daño Visual (VD) y el Daño Estructural (SD) siguen de media una dependencia monótonamente creciente, como verifican los datos empíricos.

La idea detrás de este ejemplo de realización es modelar adecuadamente esta relación Daño Estructural – Daño Visual (SD-VD) en todos los diferentes niveles de energía, en comparación con el primer caso, donde se analizaron el Daño Visual (VD) y el Daño Estructural (SD) de forma independiente para el nivel de energía máximo esperado. Se calcula un intervalo de confianza de la predicción de la relación Daño Estructural – Daño Visual (SD-VD).

Al analizar los parámetros del Daño Estructural (SD) y del Daño Visual (VD) de forma independiente (ejemplo de realización 1) los intervalos previstos independientes son más altos porque no se utiliza toda la información disponible. Teniendo en cuenta que el Daño Estructural (SD) y el Daño Visual (VD) siguen una relación monótona creciente, esto permite descartar algunas áreas (VD, SD); por lo tanto, el intervalo de predicción es más preciso. En la Figura 5, una comparación de los resultados cualitativos al aplicar el método del cuadro delimitador y el método dependiente de la energía revela una zona de sombra que corresponde a la zona que puede ser desechada cuando se utiliza el método dependiente de la energía, lo que representa mejor la física subyacente.

Con el fin de alcanzar el primer objetivo (es decir, la estimación de la energía que debe ser ensayada por estar en un rango aceptable de Daño Visual (VD) y Daño Estructural (SD)), los siguientes temas deben ser resueltos:

• Los datos empíricos anteriores demuestran que la relación Daño Visual - Daño Estructural (VD-SD) es claramente exponencial, véase la Figura 6; a medida que aumenta la energía, el Daño Estructural (SD) aumenta de manera exponencial, así como su dispersión. Sería posible definir con precisión este comportamiento con una extensa campaña de ensayos de impacto de rayo, pero esta opción no es viable, ya que implicaría un considerable impacto financiero.

• Para superar este problema, tiene que ser utilizado un modelo matemático para determinar un intervalo de predicción para el Daño Estructural (SD). Desafortunadamente, no existe un modelo existente capaz de adaptarse a una curva exponencial con el aumento exponencial de la dispersión; los modelos estándar están dirigidos por la dispersión del Daño Estructural (SD) del nivel máximo de energía incluidos en los cálculos. Como resultado, valores extremadamente altos de Daño Estructural (SD) se predicen para los niveles más bajos de energía, dando resultados inútiles desde el punto de vista tecnológico aplicado. Esto es claramente una falla del modelo matemático como datos empíricos muestran que el límite de lo predicho por los modelos estándar es excesivamente conservador, véase la Figura 6.

• Dado que este método permite hacer estimaciones para bajas energías, se debe asegurar que los niveles más altos de energía no pondrá en peligro el Daño Visual permisible establecido (VD): no se pueden permitir Daños Estructurales (SD) más altos que el Daño Estructural admisible (ADL) para Daños Visuales (VD) más bajos que el Daño Visual admisible (VD_{ADL}), ver figura 7b, ya que esta situación podría dar lugar a un problema de seguridad.

Para resolver los problemas antes mencionados, es necesario entender dos relaciones: la relación entre el Daño Visual (VD), el Daño Estructural (SD) y el Daño Estructural admisible (ADL); y la relación entre el Daño Visual (VD) y el nivel de energía.

• Daño Visual - Daño Estructural (VD-SD) relación con el Daño Estructural admisible (ADL):

a. Cuando se calculan los intervalos de predicción, debido al aumento exponencial de la dispersión con la energía (véase la Figura 6), si se tienen en cuenta los niveles de

energía más altos, el intervalo de predicción está dominado por los valores Daño Visual – Daño Estructural (SD-VD) del nivel más alto de energía. Vea la figura 7a; al añadir niveles de energía más altos para los cálculos (e_4 → e_4+e_3 → $e_4+e_3+e_2$ → $e_4+e_3+e_2+e_1$, siendo e_i diferentes niveles de energía donde $e_4<e_3<e_2<e_1$), la curva de predicción del Daño Estructural (SD) (los valores máximos de Daño Estructural (SD), predichos para un Daño Visual (VD)) se modifica, ya que está fuertemente influenciado por el nivel de energía más alto.

b. Vea la Figura 7a. Para el caso e_1, el intervalo de predicción nunca cruza con la línea del Daño Estructural admisible (ADL), por lo tanto, estadísticamente, para cualquier valor de Daño Visual (VD), el Daño Estructural (SD) obtenido será más alto que el Daño Estructural admisible (ADL).

c. Vea la Figura 7a. Para el caso e_3 (sólo se tienen en cuenta los niveles de energía e_3 y e_4) el intervalo de predicción disminuye a medida que la dispersión de los daños asociados a e_3 es menor que el asociado a e_1. Por lo tanto, el intervalo de predicción cruza la línea del Daño Estructural admisible (ADL), lo que permite definir un Daño Visual admisible (VD_{ADL3}) que asegura que para valores inferiores de Daños Visuales (VD), el Daño Estructural (SD) será inferior al Daño Estructural admisible (ADL).

d. En consecuencia, el nivel de energía más alto que se tenga en cuenta para el método estadístico determinará el Daño Visual admisible (VD_{ADL}). A medida que el nivel de energía más alto disminuye, el Daño Visual admisible (VD_{ADL}) aumentará (es decir, $VD_{ADL1}<VD_{ADL2}<VD_{ADL3}<VD_{ADL4}$).

e. Por lo tanto, se pueden definir para diferentes niveles de energía diferentes Daños Visuales admisibles (VD_{ADL}), que cumplen la condición de Daño Estructural (SD) < Daño Estructural admisible (ADL).

• Relación Daño Visual (VD) con nivel de energía:

a. Aunque existen diferentes posibles Daños Visuales admisibles (VD_{ADL}) para diferentes niveles de energía que cumplan la condición de Daño Estructural (SD) < Daño Estructural admisible (ADL), no todos los valores son viables.
b. Como ya se ha mencionado, cada nivel de energía tiene una dispersión del Daño Visual (VD) asociado (ver Método del cuadro delimitador); por lo tanto, se pueden

predecir una serie de Daños Visuales (VD) [VD_{min}, VD_{max}] para cada nivel de energía.

c. Por lo tanto, cada nivel de energía tiene un Daño Visual admisible (VD_{ADL}) y un Daño Visual mínimo (VD_{min}) asociado al mismo. Vea la Figura 8.

d. El Daño Visual admisible (VD_{ADL}) que corresponde a un nivel de energía específico puede ser mayor que el Daño Visual mínimo (VD_{min}) de los niveles de energía más altos, lo que implica que puede encontrase un Daño Estructural (SD) más alto que el Daño Estructural admisible (ADL) para un Daño Visual (VD) más bajo que el Daño Visual admisible (VD_{ADL}).Vea la Figura 7b. Al contrario que el Daño Visual admisible (VD_{ADL}), el Daño Visual mínimo (VD_{min}) no siempre sigue una relación monótona creciente con la energía (véase la Figura 9), razón por la que puede producirse esta circunstancia.

Por lo tanto, teniendo en cuenta (a) la relación entre el Daño Visual – Daño Estructural (VD-SD) con el Daño Estructural admisible (ADL) y (b) la relación de Daño Visual (VD) con la energía, debe cumplirse la siguiente condición:

$$VD_{ADL}{}^{*} \leq VD_{min} \; \forall \, VD_{min} \; / \; e > e^{*} \qquad [1]$$

siendo e* el nivel de energía más alto incluido en los cálculos y $VD_{ADL}{}^{*}$ su Daño Visual admisible asociado. Esta condición asegura que no habrá Daños Estructurales (SD) superiores al Daño Estructural admisible (ADL) para Daños Visuales (VD) más bajos que el Daño Estructural admisible* ($VD_{ADL\,*}$).

• Es posible establecer la relación entre el Daño Visual admisible (VD_{ADL}) y el nivel de energía e, así como entre el Daño Visual mínimo (VD_{min}) y el nivel de energía e, véase la Figura 9. El Daño Visual admisible (VD_{ADL}) sigue una función monótonamente decreciente. El Daño Visual mínimo (VD_{min}) sigue una relación monótona creciente con la energía e, hasta un nivel de energía en donde, dependiendo de varios parámetros, puede o no puede continuar siguiendo una relación monótona creciente.

• Haciendo uso del conocimiento antes mencionado, puede establecerse una relación entre el Daño Visual mínimo (VD_{min}) y el Daño Visual admisible (VD_{ADL}), lo que permite determinar el Daño Visual admisible óptimo (VD_{ADL}), es decir, el Daño Visual admisible máximo (VD_{ADL}) que cumple la condición [1], véase la Figura 10. Volviendo a la relación Daño Visual admisible máximo - energía (VD_{ADL}-e), se puede determinar el nivel de energía máxima a la que se efectúa el ensayo.

Por lo tanto, para determinar las energías a la que se debería ensayar, deben seguirse estos pasos:

1) Calcular el Daño Visual admisible (VD_{ADL}) y el Daño Visual mínimo (VD_{min}) estimados para los diferentes niveles de energía a partir de datos de las campañas de ensayos/ reales anteriores.
2) Encontrar la relación entre el Daño Visual admisible (VD_{ADL}) y los niveles de energía, así como entre el Daño Visual mínimo (VD_{min}) y los niveles de energía.
3) Relacionar el Daño Visual admisible (VD_{ADL}) y el Daño Visual mínimo (VD_{min}) para encontrar el Daño Visual admisible óptimo (VD_{ADL}^*), $VD_{ADL}^* \leq VD_{min} \; \forall VD_{min} \; / e > e^*$.
4) Averiguar el nivel de energía que corresponde a la Daño Visual admisible óptimo (VD_{ADL}^*) usando la relación encontrada en el paso 2.

Una vez que se obtiene la máxima energía a ensayar, se deben seguir los siguientes pasos para validar empíricamente el Daño Visual admisible estimado (VD_{ADL}):

1) Obtención de datos el ensayo de al menos dos, recomendado tres o más, niveles de energía cercanos. Cuanto mayor sea el número de muestras, menores intervalos de predicción.

2) Encontrar la regresión más adecuada para relacionar el Daño Visual (VD) y el Daño Estructural (SD), siendo el Daño Visual (VD) la variable independiente y el Daño Estructural (SD) la dependiente (SD = f (VD)). Esta regresión puede ser lineal o no lineal, dependiendo del caso específico (por ejemplo, en función del material y de la superficie de protección del rayo).

3) El intervalo de predicción se calcula teniendo en cuenta el número de muestras, el grado de confianza, la calidad del ajuste y la dispersión de los datos mediante el uso de métodos matemáticos existentes se encuentran en la literatura.

4) Determinar el Daño Visual permisible (VD_{ADL}), que corresponde a la intersección entre el Daño Estructural admisible (ADL) y el intervalo de predicción del Daño Estructural (SD). Esta intersección define una zona segura, donde se asegura que se encontrarán Daños

Estructurales (SD) mayores que el Daño Estructural admisible (ADL) para un Daño Visual (VD) más bajo que el Daño Visual admisible (VD_{ADL}), véase la Figura 11.

REIVINDICACIONES

1.- Método para inspeccionar el daño estructural en el revestimiento de una aeronave después de un impacto de rayo, el revestimiento comprendiendo un conjunto de marcas derivadas del impacto del rayo, dichas marcas comprendiendo un Daño Visual (VD) en el que se ha retirado la pintura del revestimiento y un Daño Estructural (SD), donde la aeronave está dividida en diferentes zonas con respecto a la probabilidad de recibir el impacto de un rayo, teniendo cada zona un nivel esperado máximo de energía del impacto de un rayo, caracterizado por que el método comprende los pasos siguientes:

- en cada marca, medición de la superficie de pintura que ha sido eliminada por el impacto del rayo,

- comparación de la zona medida con un valor umbral de superficie, donde el valor umbral está relacionado con el Daño Estructural (SD) de cada marca y se obtiene mediante los siguientes pasos:

  - ordenación de datos empíricos de Daño Estructural (SD) frente al Daño Visual (VD) para diferentes niveles de energía o picos de corriente del impacto de rayo, los niveles de energía o picos de corriente estando por debajo de una energía máxima o pico de corriente esperable en la zona específica de la aeronave en la que se encuentra la marca,

  - proporcionar un Daño Estructural admisible (ADL) para la zona de la aeronave en la que se encuentra la marca,

  - calcular un Daño Visual admisible (VD_{ADL}) para el que el Daño Estructural máximo (SD) que se puede encontrar es menor que el Daño Estructural admisible (ADL) para la zona de la aeronave en la que se encuentra la marca, dicho Daño Visual admisible (VD_{ADL}) siendo el valor umbral de superficie.

2.- Método, según la reivindicación 1, donde el Daño Estructural (SD) para el nivel máximo esperado de la energía o pico de corriente del impacto del rayo en la zona de la aeronave en la que se encuentra la marca es menor que el Daño Estructural admisible (ADL), el nivel

máximo de energía prevista en la zona de la aeronave en la que se encuentra la marca se toma para calcular el Daño Visual admisible (VD_{ADL}).

3.- Método, según la reivindicación 2, que comprende los pasos siguientes para calcular el Daño Visual admisible (VD_{ADL}):

- calcular, para el nivel de energía máximo esperado, un intervalo de confianza tanto para el Daño Visual (VD) como para el Daño Estructural (SD), de forma independiente,
- tomar el Daño Visual máximo (VD_{max}) del intervalo de confianza como el Daño Visual admisible (VD_{ADL}).

4.- Método, según la reivindicación 1, donde si el Daño Estructural (SD) para el nivel máximo esperado de energía o pico de corriente del impacto del rayo en la zona de la aeronave en la que se encuentra la marca es mayor que el Daño Estructural admisible (ADL), tiene que ser calculado un modelo de la relación Daño Estructural - Daño Visual (SD-VD) entre los diferentes niveles de energía.

5.- Método, según la reivindicación 4, que comprende los pasos siguientes para calcular el Daño Visual admisible (VD_{ADL}):

- calcular a partir de datos empíricos el Daño Visual admisible (VD_{ADL}) y el Daño Visual mínimo (VD_{min}) para cada nivel de energía,

- encontrar la relación entre el Daño Visual admisible (VD_{ADL}) y los niveles de energía, y entre el Daño Visual mínimo (VD_{min}) y los niveles de energía,

- encontrar un Daño Visual admisible óptimo (VD_{ADL} *), de acuerdo con, $VD_{ADL}{}^{*} \leq VD_{min} \; \forall \; VD_{min} \;\; / \; e > e^{*}$,

- encontrar el nivel de energía que corresponde al Daño Visual admisible óptimo (VD_{ADL}*) a partir de la relación entre el Daño Visual admisible (VD_{ADL}) y los niveles de energía,

- validar Daño Visual admisible estimado (VD_{ADL}) relacionando Daño Visual (VD) y Daño Estructural (SD), y calculando el intervalo de predicción del Daño Estructural (SD).

6.- Método de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones precedentes, donde la etapa de comparación de la marca con el valor umbral de la superficie se realiza mediante un dispositivo que comprende una superficie que es igual al valor umbral de superficie (VD_{ADL}) tal que el dispositivo se localiza encima de la marca .

7.- Dispositivo para la inspección del daño en el revestimiento de una aeronave después del impacto de un rayo, caracterizado por que el dispositivo comprende una superficie que es igual a un valor umbral de Daño Visual admisible (VD_{ADL}) calculado de acuerdo con el método de una cualquiera de las reivindicación precedentes.

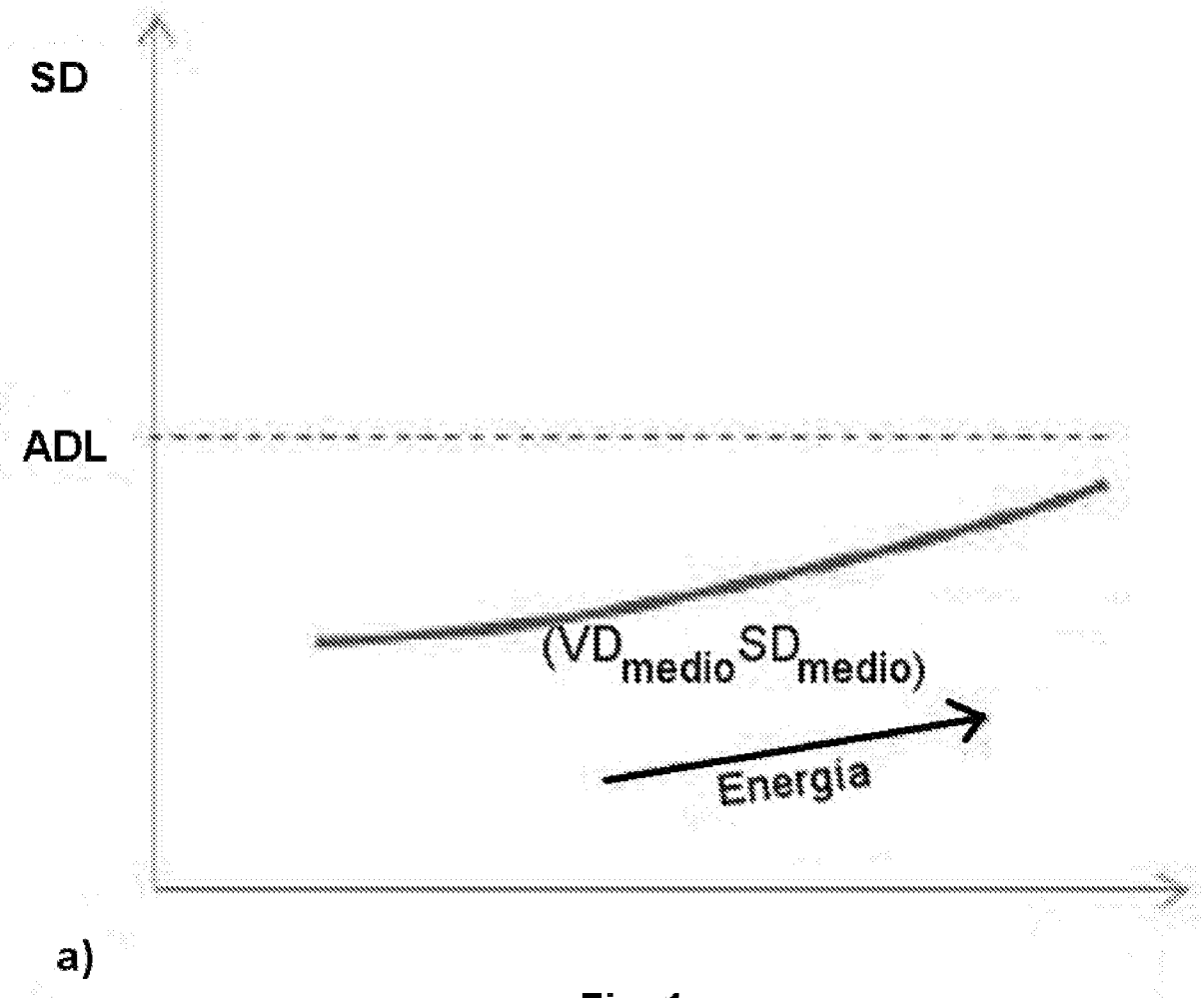


Fig. 1a

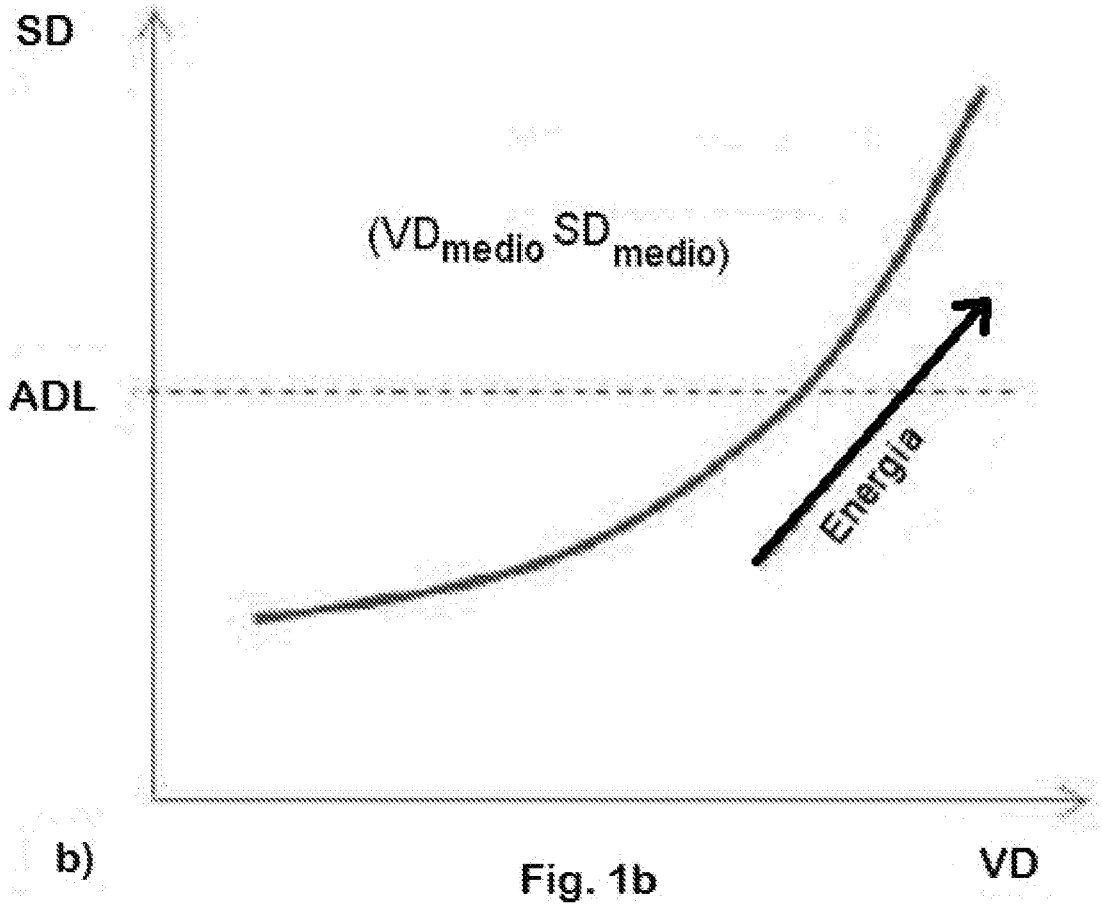


Fig. 1b

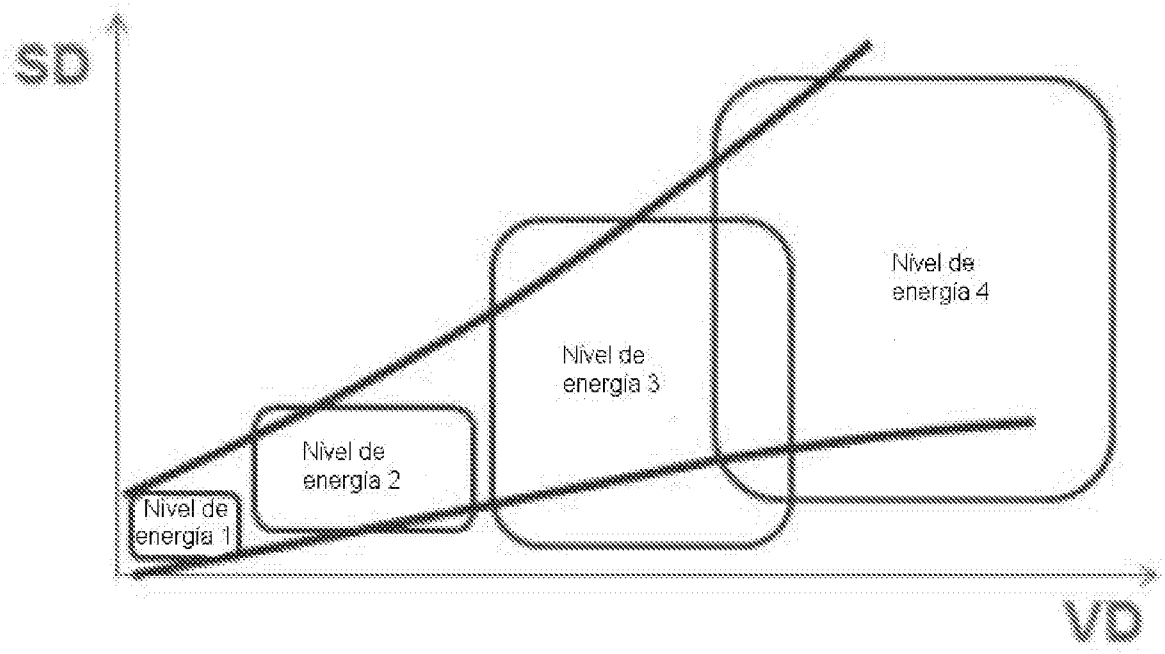

SD
Nivel de energía 1
Nivel de energía 2
Nivel de energía 3
Nivel de energía 4
VD

Fig. 2

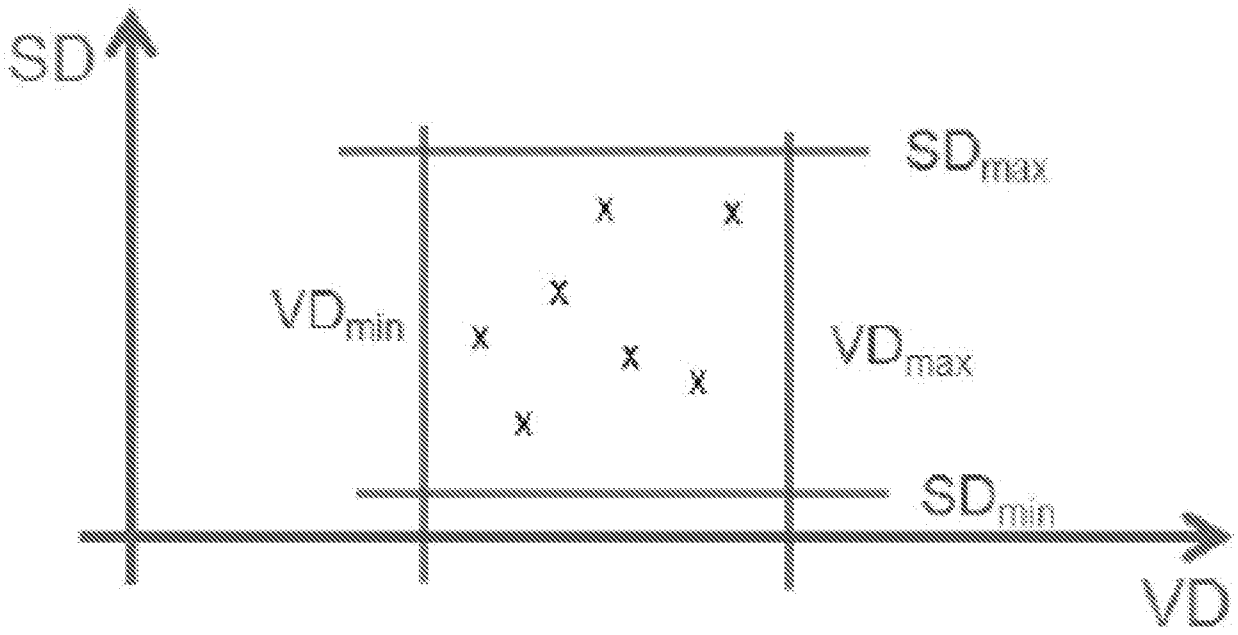


Fig. 3

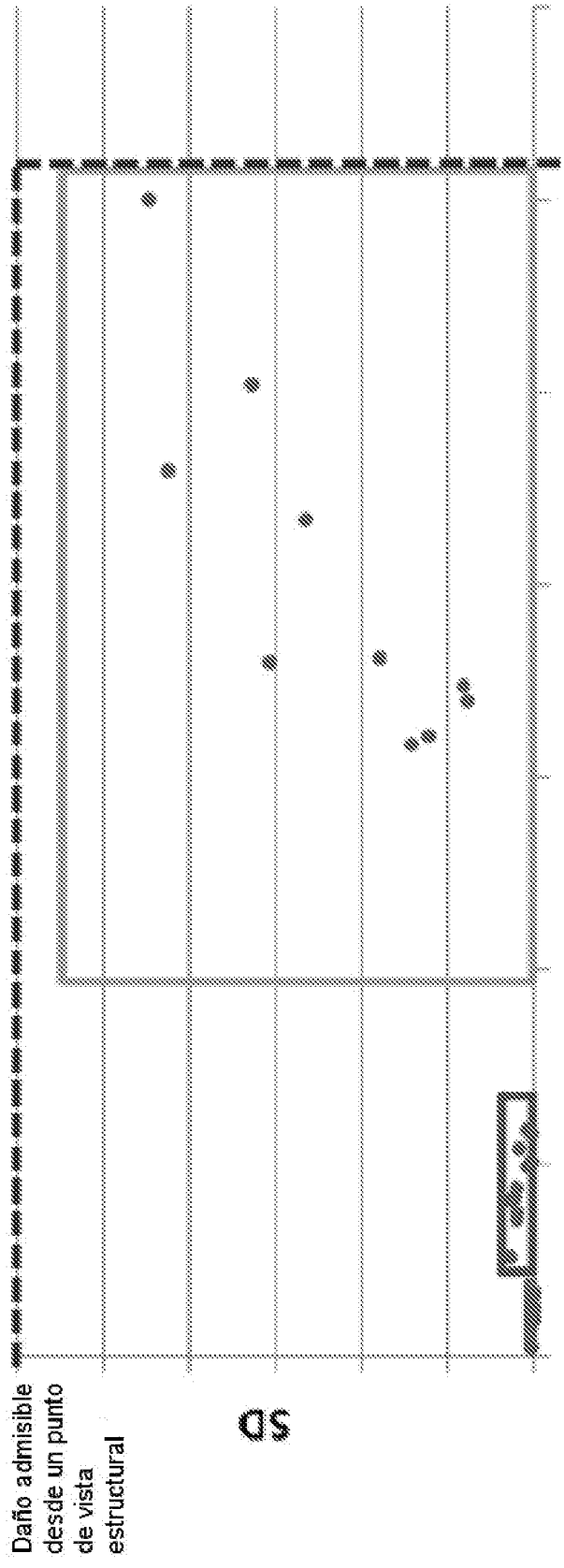

VD admisible
VD
Daño admisible desde un punto de vista estructural
SD

Fig. 4

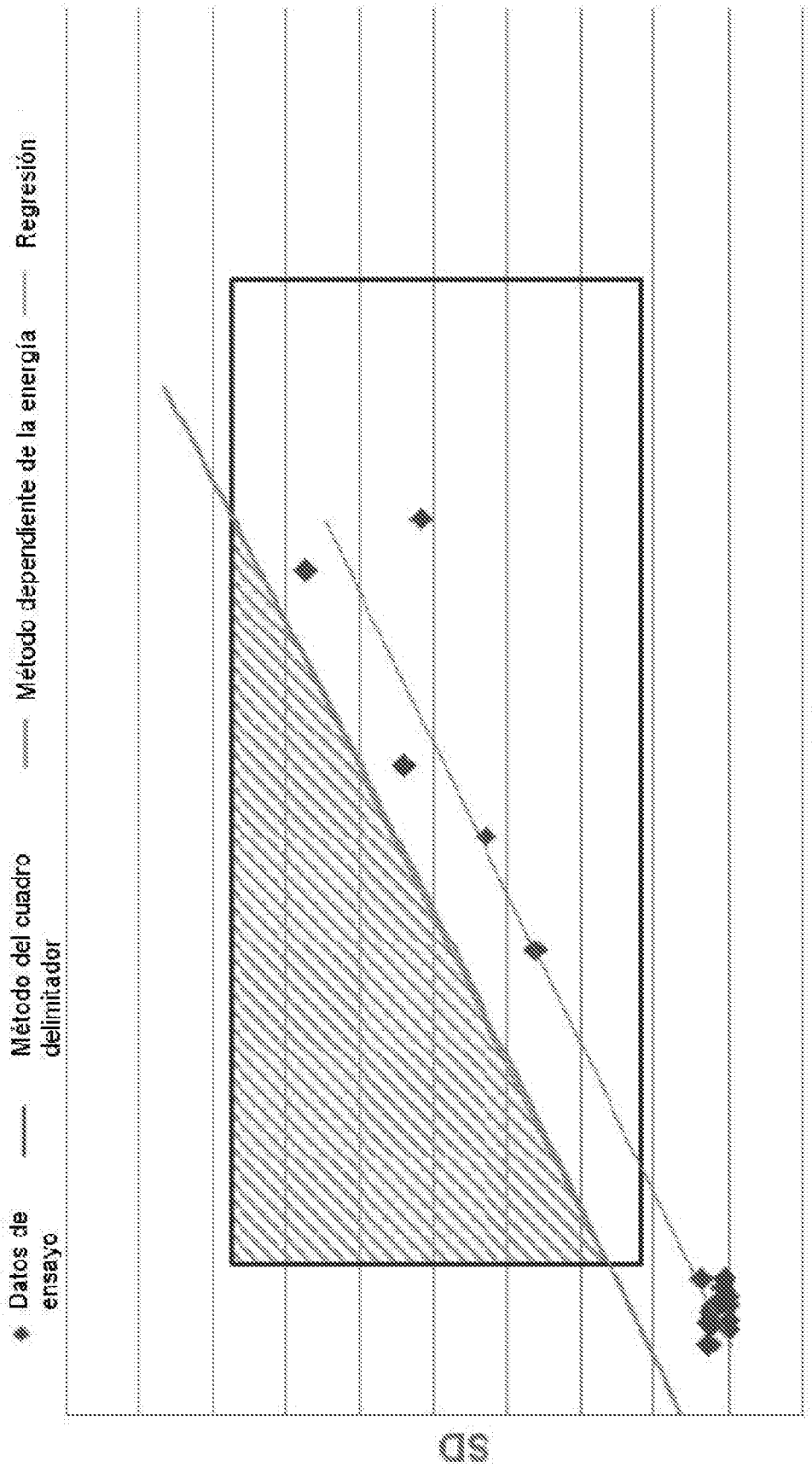

Datos de ensayo
Método del cuadro delimitador
Método dependiente de la energía
Regresión
qs
VD

Fig. 5

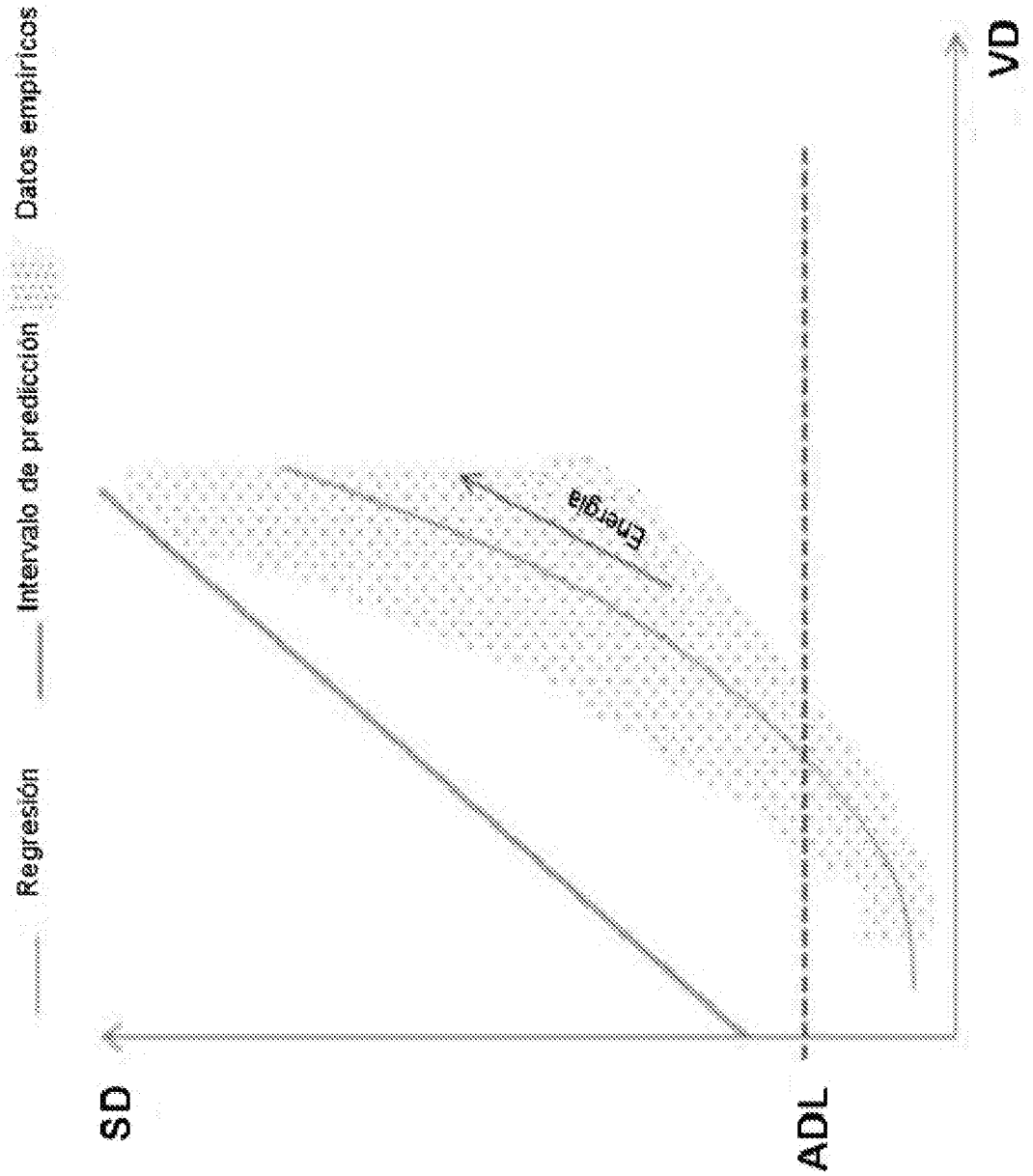

Regresión
Intervalo de predicción
Datos empíricos
SD
ADL
VD
Energía

Fig. 6

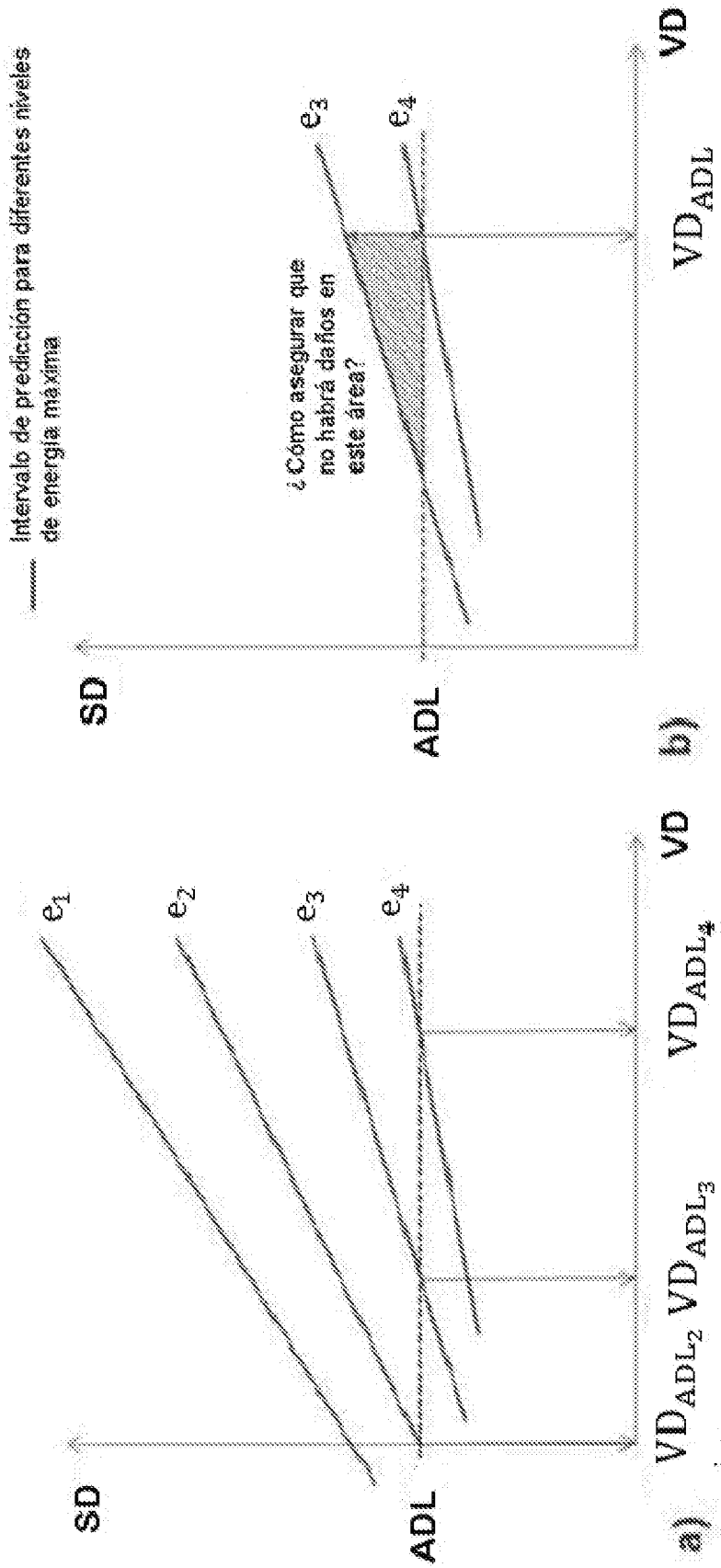

a)
SD
ADL
VD
e_1
e_2
e_3
e_4
VD_{ADL_1}
VD_{ADL_2}
VD_{ADL_3}
VD_{ADL_4}
b)
SD
ADL
VD
e_3
e_4
VD_{ADL}
¿Cómo asegurar que no habrá daños en este área?
Intervalo de predicción para diferentes niveles de energía máxima

Fig. 7a

Fig. 7b

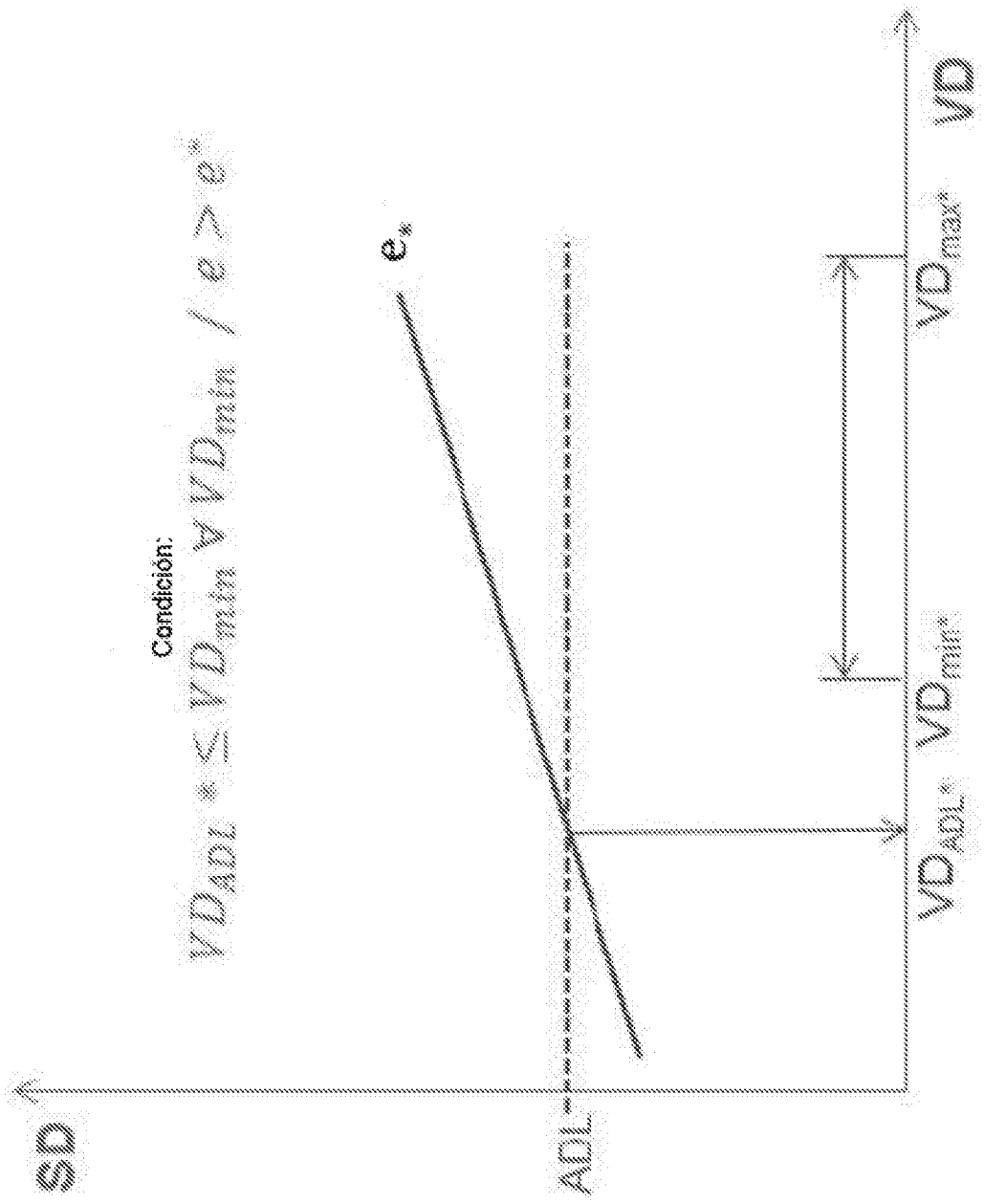

SD
ADL
VD
VD_{max^*}
VD_{min^*}
VD_{ADL^*}
e^*
Condición:
$VD_{ADL^*} \leq VD_{min} \vee VD_{min} / e > e^*$

Fig. 8

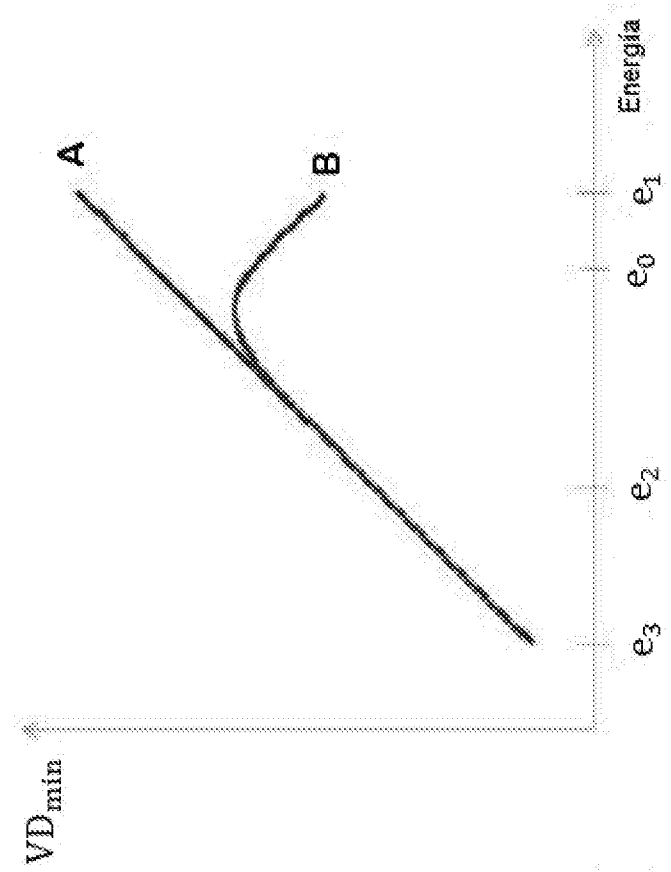


Fig. 9b

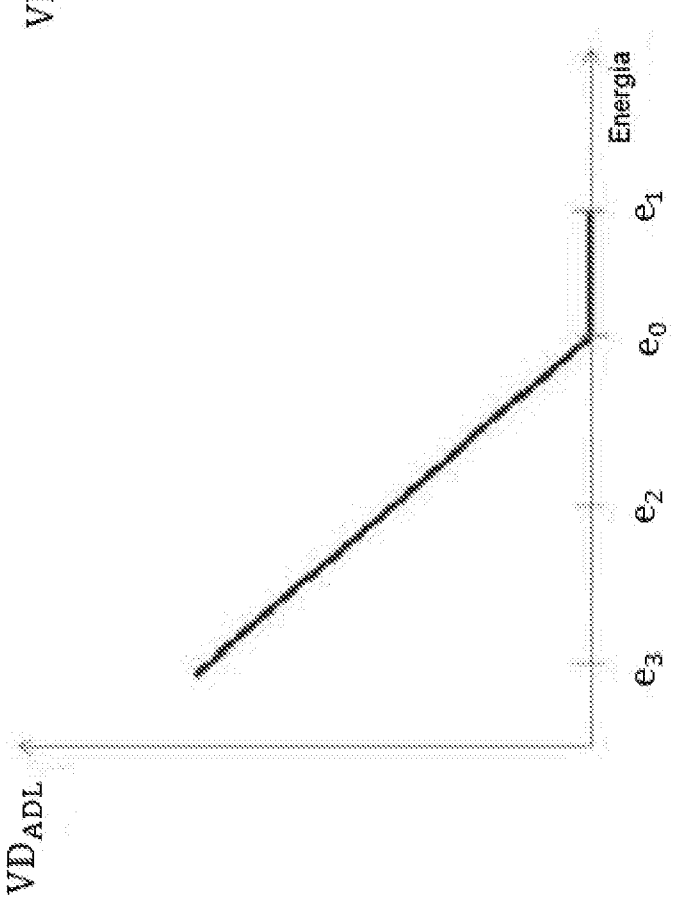


Fig. 9a

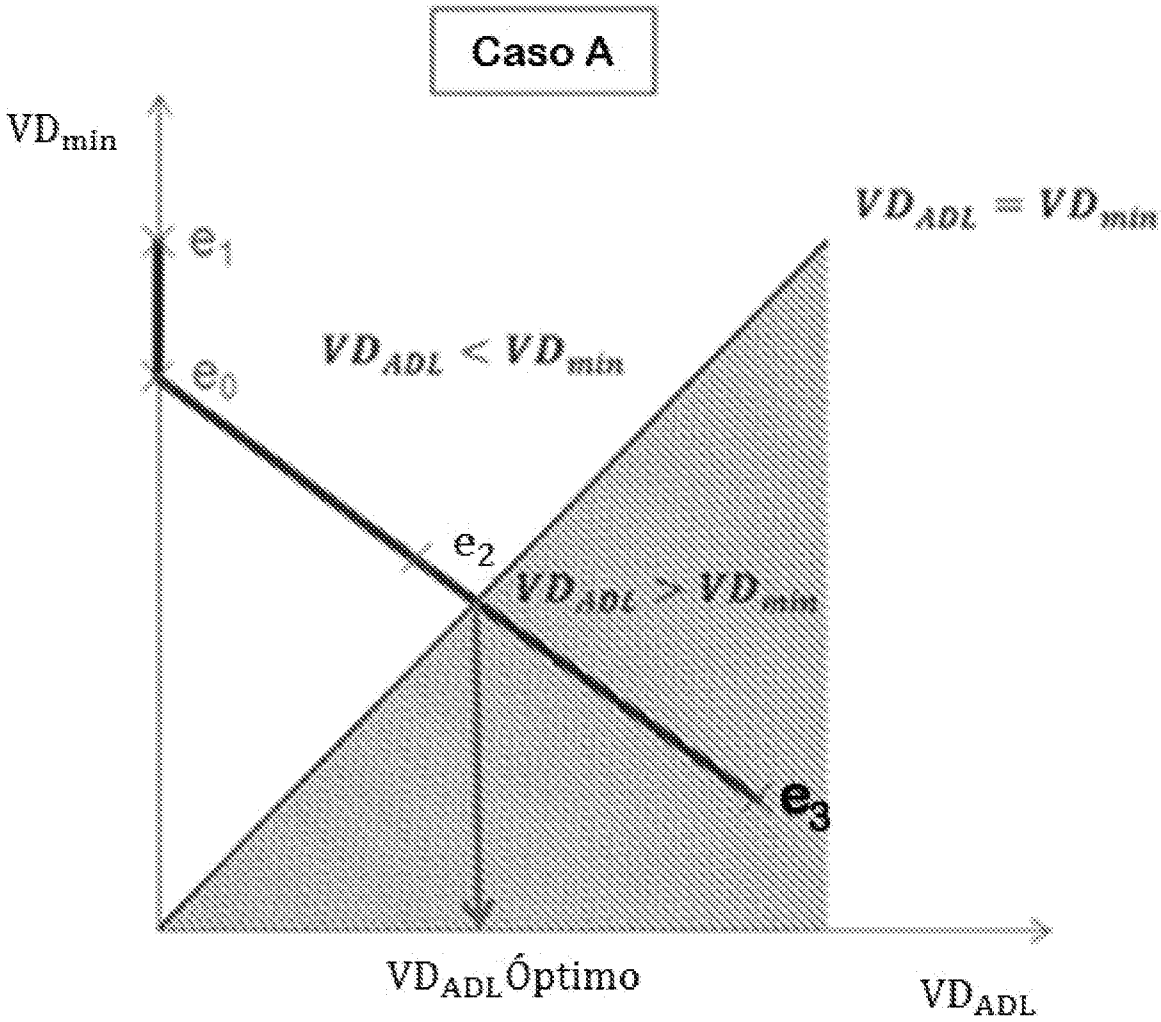

Caso A
VDmin
e1
e0
e2
e3
VDADL = VDmin
VDADL < VDmin
VDADL > VDmin
VDADL Óptimo
VDADL

Fig. 10

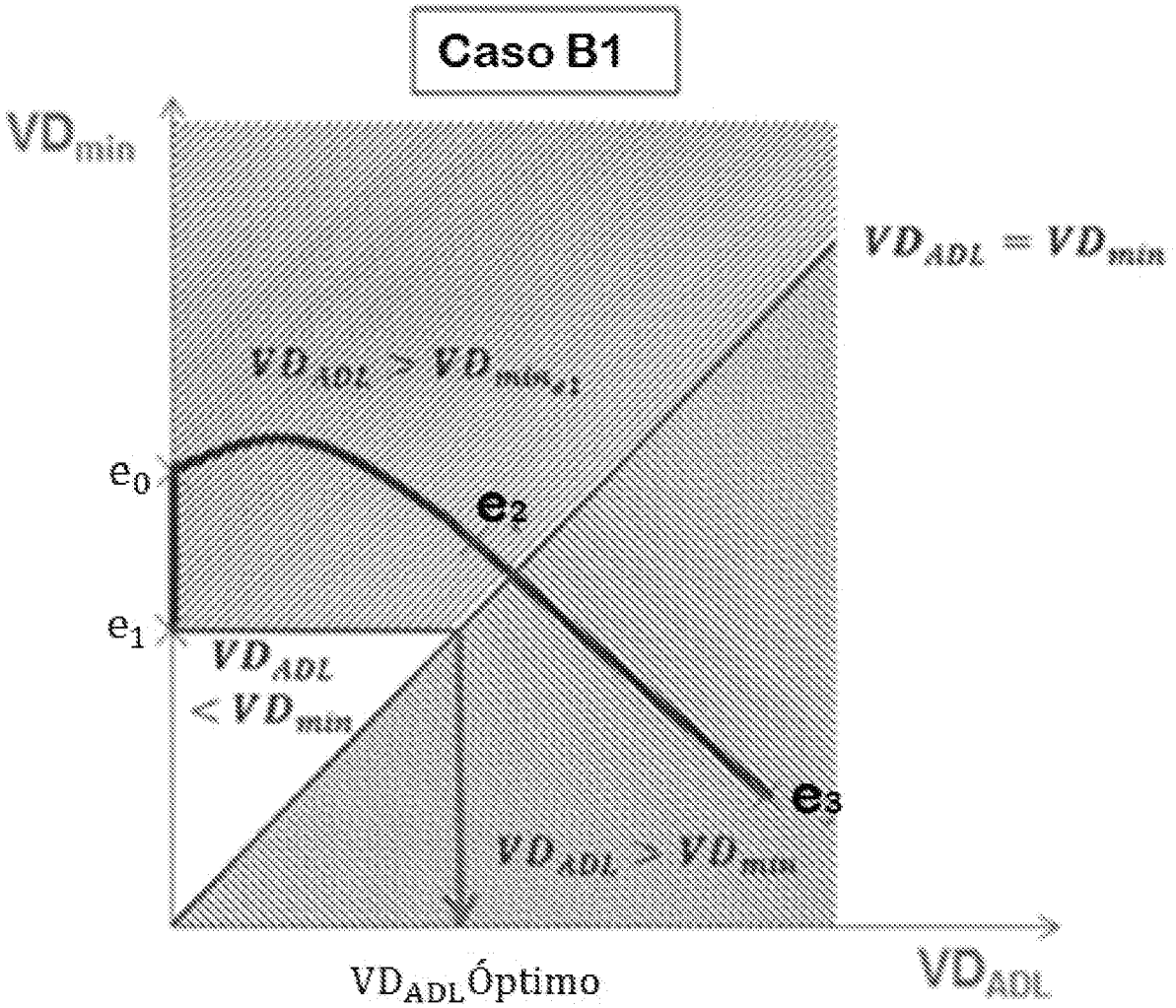

Caso B1
VD_{min}
$VD_{ADL} = VD_{min}$
$VD_{ADL} > VD_{min\ e1}$
e_0
e_2
e_1
$VD_{ADL} < VD_{min}$
e_3
$VD_{ADL} > VD_{min}$
VD_{ADL}Óptimo
VD_{ADL}

Fig. 10

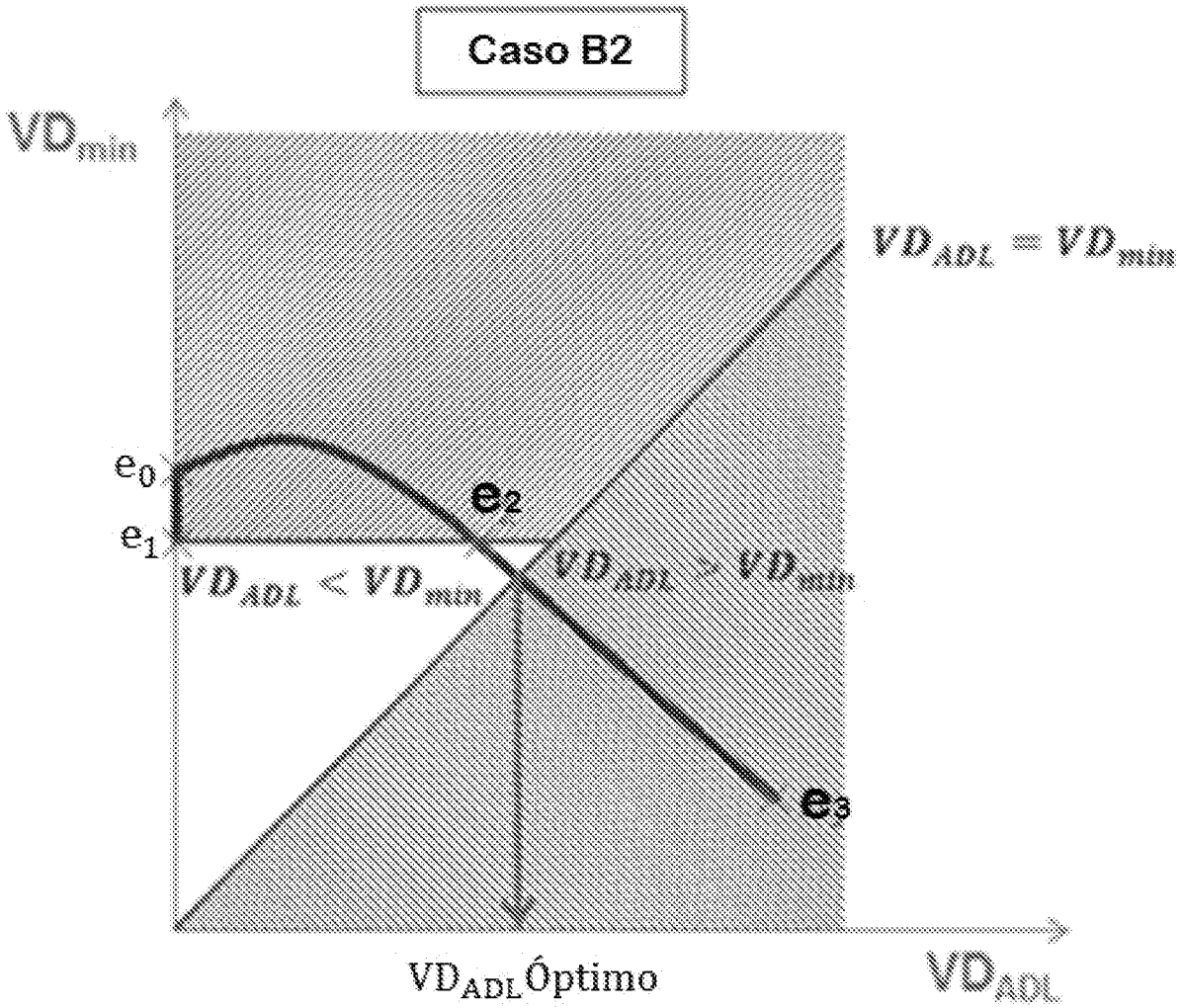

Caso B2
VD_{min}
$VD_{ADL} = VD_{min}$
e_0
e_1
e_2
$VD_{ADL} < VD_{min}$
$VD_{ADL} > VD_{min}$
e_3
VD_{ADL}Óptimo
VD_{ADL}

Fig. 10

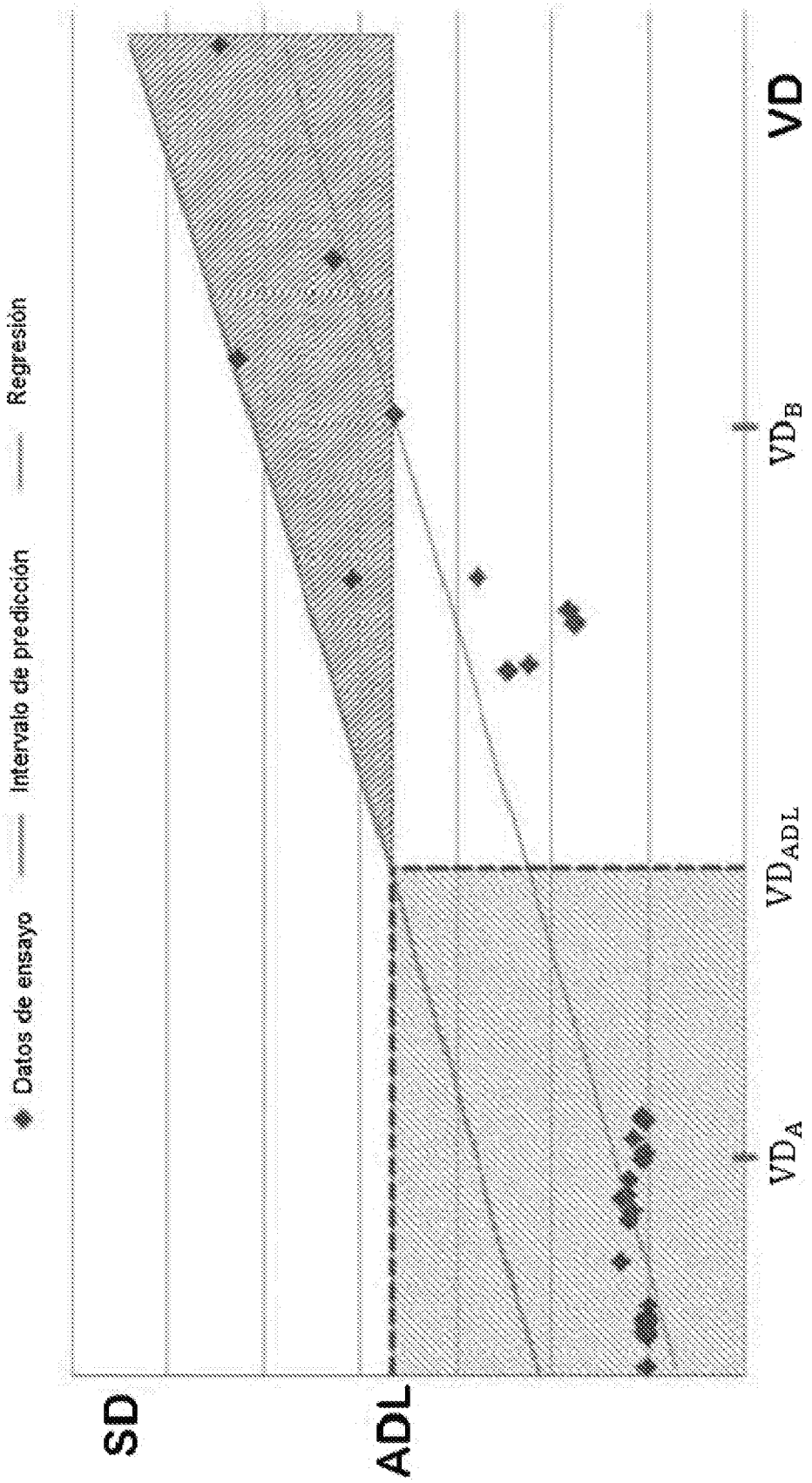

Datos de ensayo
Intervalo de predicción
Regresión
SD
ADL
VD
VD_B
VD_{ADL}
VD_A

Fig. 11

INFORME DE BÚSQUEDA INTERNACIONAL

Solicitud internacional Nº
PCT/ES2017/070475

A. CLASIFICACIÓN DEL OBJETO DE LA SOLICITUD INV. B64F5/60
ADD.

De acuerdo con la Clasificación Internacional de Patentes (CIP) o según la clasificación nacional y CIP.

B. SECTORES COMPRENDIDOS POR LA BÚSQUEDA

Documentación mínima buscada (sistema de clasificación seguido de los símbolos de clasificación)
B64F G01M B64D

Otra documentación consultada, además de la documentación mínima, en la medida en que tales documentos formen parte de los sectores comprendidos por la búsqueda

Bases de datos electrónicas consultadas durante la búsqueda internacional (nombre de la base de datos y, si es posible, términos de búsqueda utilizados) EPO-Internal, WPI Data

C. DOCUMENTOS CONSIDERADOS RELEVANTES

Categoría*	Documentos citados, con indicación, si procede, de las partes relevantes	Relevante para las reivindicaciones Nº
Y	EP 2 664 548 A2 (BOEING CO [US]) 20 de noviembre de 2013 (2013-11-20) párrafos [0015], [0021], [0029], [0032]	1,4-7
A		2,3
Y	PAOLO FERABOLI ET AL: "Damage of Carbon/Epoxy Composite Plates Subjected to Mechanical Impact and Simulated Lightning" , JOURNAL OF AIRCRAFT, vol. 47, no. 3, 1 de mayo de 2010 (2010-05-01), páginas 999-1012, XP055336392, ISSN: 0021-8669, DOI: 10.2514/1.46486 Section I. Introduction Section II. Experimental procedure figuras 26,27; tabla 5	1,4-7
A		2,3

☒ En la continuación del Recuadro C se relacionan otros documentos ☒ Los documentos de familias de patentes se indican en el Anexo

* Categorías especiales de documentos citados:

"A" documento que define el estado general de la técnica no considerado como particularmente relevante.

"E" solicitud de patente o patente anterior pero publicada en la fecha de presentación internacional o en fecha posterior.

"L" documento que puede plantear dudas sobre una reivindicación de prioridad o que se cita para determinar la fecha de publicación de otra cita o por una razón especial (como la indicada).

"O" documento que se refiere a una divulgación oral, a una utilización, a una exposición o a cualquier otro medio.

"P" documento publicado antes de la fecha de presentación internacional pero con posterioridad a la fecha de prioridad reivindicada.

"T" documento ulterior publicado con posterioridad a la fecha de presentación internacional o de prioridad que no pertenece al estado de la técnica pertinente pero que se cita por permitir la comprensión del principio o teoría que constituye la base de la invención.

"X" documento particularmente relevante; la invención reivindicada no puede considerarse nueva o que implique una actividad inventiva por referencia al documento aisladamente considerado.

"Y" documento particularmente relevante; la invención reivindicada no puede considerarse que implique una actividad inventiva cuando el documento se asocia a otro u otros documentos de la misma naturaleza, cuya combinación resulta evidente para un experto en la materia.

"&" documento que forma parte de la misma familia de patentes.

Fecha en que se ha concluido efectivamente la búsqueda internacional.	Fecha de expedición del informe de búsqueda internacional
6 de noviembre de 2017	23/11/2017
Nombre y dirección postal de la Administración encargada de la búsqueda internacional European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Fax: (+31-70) 340-3016 Nº de fax	Funcionario autorizado Kaiser, Jean-Luc Nº de teléfono

INFORME DE BÚSQUEDA INTERNACIONAL

Solicitud internacional Nº
PCT/ES2017/070475

C (continuación). DOCUMENTOS CONSIDERADOS RELEVANTES

Categoría*	Documentos citados, con indicación, si procede, de las partes relevantes	Relevante para las reivindicaciones Nº
A	FERABOLI P ET AL: "Damage resistance and tolerance of carbon/epoxy composite coupons subjected to simulated lightning stri ke " COMPOSITES PART A: APPLIED SCIENCE AND MANUFACTURING, ELSEVIER, AMSTERDAM, NL, vol. 40, no. 6-7, 1 de julio de 2009 (2009-07-01) , páginas 954-967, XP026146242, ISSN: 1359-835X, D0I: 10.1016/ J . COMPOS I TESA .2009.04.025 [recuperado el 2009-05-03] figuras 1,2	1-7
A	Cessna: "Paint Thickness Controls on Composite Aircraft Surfaces", 7 de marzo de 2014 (2014-03-07), páginas 1-2, XP054977081, Recuperado de Internet: URL: https : //www.youtube . com/watch? v=0 I ENxO WfhSs [recuperado el 2017-01-19] Todo el documento	1-7

INFORME DE BÚSQUEDA INTERNACIONAL

Información relativa a miembros de familias de patentes

Solicitud internacional Nº

PCT/ES2017/070475

EP 2664548	A2	20-11-2013	EP	2664548 A2	20-11-2013
			JP	2013239175 A	28-11-2013
			US	2013311111 A1	21-11-2013

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/ES2017/070475

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
INV. B64F5/60
ADD.

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)
B64F G01M B64D

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)
EPO-Internal, WPI Data

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	EP 2 664 548 A2 (BOEING CO [US]) 20 November 2013 (2013-11-20)	1,4-7
A	paragraphs [0015], [0021], [0029], [0032]	2,3

Y	PAOLO FERABOLI ET AL: "Damage of Carbon/Epoxy Composite Plates Subjected to Mechanical Impact and Simulated Lightning", JOURNAL OF AIRCRAFT, vol. 47, no. 3, 1 May 2010 (2010-05-01), pages 999-1012, XP055336392, ISSN: 0021-8669, DOI: 10.2514/1.46486	1,4-7
A	Section I. Introduction Section II. Experimental procedure figures 26,27; table 5	2,3

	-/--	

[X] Further documents are listed in the continuation of Box C.

[X] See patent family annex.

* Special categories of cited documents :

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search	Date of mailing of the international search report
6 November 2017	23/11/2017

Name and mailing address of the ISA/	Authorized officer
European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Fax: (+31-70) 340-3016	Kaiser, Jean-Luc

2

Form PCT/ISA/210 (second sheet) (April 2005)

C(Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	FERABOLI P ET AL: "Damage resistance and tolerance of carbon/epoxy composite coupons subjected to simulated lightning strike", COMPOSITES PART A: APPLIED SCIENCE AND MANUFACTURING, ELSEVIER, AMSTERDAM, NL, vol. 40, no. 6-7, 1 July 2009 (2009-07-01) , pages 954-967, XP026146242, ISSN: 1359-835X, DOI: 10.1016/J.COMPOSITESA.2009.04.025 [retrieved on 2009-05-03] figures 1,2 -----	1-7
A	Cessna: "Paint Thickness Controls on Composite Aircraft Surfaces", , 7 March 2014 (2014-03-07), pages 1-2, XP054977081, Retrieved from the Internet: URL:https://www.youtube.com/watch?v=0IENx0WfhSs [retrieved on 2017-01-19] the whole document -----	1-7

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No
PCT/ES2017/070475

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
EP 2664548 A2	20-11-2013	EP 2664548 A2	20-11-2013
		JP 2013239175 A	28-11-2013
		US 2013311111 A1	21-11-2013