

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 805 018**

51 Int. Cl.:

**F03D 5/00** (2006.01)

**F03D 7/00** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **04.09.2014 PCT/IT2014/000231**

87 Fecha y número de publicación internacional: **19.03.2015 WO15037024**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **04.09.2014 E 14790359 (5)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **29.04.2020 EP 3044459**

54 Título: **Control de cometa de energía**

30 Prioridad:  
**13.09.2013 IT TO20130752**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:  
**10.02.2021**

73 Titular/es:  
**KITE GEN RESEARCH S.R.L. (100.0%)**  
**Corso Lombardia 63/D**  
**10099 San Mauro Torinese (TO) , IT**

72 Inventor/es:  
**IPPOLITO, MASSIMO**

74 Agente/Representante:  
**SÁEZ MAESO, Ana**

ES 2 805 018 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**

Control de cometa de energía

5 La presente invención se refiere a un proceso para gestionar, ajustar y controlar un generador eólico de gran altitud.

Los generadores eólicos son conocidos en la técnica, que están equipados con sistemas para ajustar y controlar las condiciones de trabajo del propio generador cuando cambia la velocidad del viento.

10 En particular, se conoce un sistema de control de energía, que es adecuado para optimizar la energía entregada por un generador eólico en dependencia de la velocidad del viento, al verificar la superficie expuesta a los vientos de las alas que giran alrededor de su propio eje, o mediante un sistema de frenado adecuado para reducir la velocidad de rotación del rotor de un generador hasta el umbral de viento máximo tolerado: cuando se supera dicho umbral máximo, el sistema entra en un estado de protección y garantiza la integridad del generador y de sus partes a través de una parada completa del rotor y/o una desalineación entre el eje del rotor y el eje de rotación del ala.

15 También se conocen generadores eólicos de energía eléctrica, que explotan el vuelo de cometas, como los que, por ejemplo, se describen en los documentos WO2008004261, WO2007122650, EP1672214, WO2008120257, DE202006005389 U1, US2009/033098 A1: tales generadores generalmente explotan los sistemas de control que comprenden medios de detección colocados a bordo de tales cometas, sin embargo, resultan escasamente eficientes y precisos. Alternativa o adicionalmente, se conocen sistemas de control, que se colocan en el suelo y son adecuados para detectar información sobre la posición relativa de tales cometas, la dirección e intensidad de una corriente de viento a la cual se somete la cometa, pero no garantizan una eficiencia y gestión precisa de la operación del generador relacionado: un ejemplo de tales sistemas se describe, en particular, en el documento WO2008072269.

20 Por lo tanto, el objetivo de la presente invención es resolver los problemas anteriores de la técnica anterior, proporcionando un proceso para gestionar, ajustar y controlar un generador eólico de gran altitud, que es más eficiente con respecto a lo que propone la técnica anterior conocida.

25 Los anteriores y otros objetivos y ventajas de la invención, como resultará de la siguiente descripción, se obtienen mediante un proceso para gestionar, ajustar y controlar un generador eólico de gran altitud como se reivindica en la reivindicación 1. Las modalidades preferidas y las variaciones no triviales de la presente invención son el tema de las reivindicaciones dependientes.

30 Se pretende que todas las reivindicaciones adjuntas sean una parte integral de la presente descripción.

Será inmediatamente obvio que numerosas variaciones y modificaciones (por ejemplo, relacionadas con la forma, tamaños, disposiciones y partes con funcionalidad equivalente) se pueden hacer a lo que se describe, sin apartarse del alcance de la invención que se define en las reivindicaciones adjuntas.

35 La presente invención se describirá mejor mediante algunas modalidades preferidas de la misma, proporcionadas como un ejemplo no limitante, con referencia a los dibujos adjuntos, en los que:

- la Figura 1 muestra un gráfico utilizado por el proceso de acuerdo con la presente invención relacionado con el comportamiento de la energía emitida por un generador eólico en función de la velocidad del viento, y con el comportamiento de la energía emitida por un generador eólico de gran altitud conocido;
- la Figura 2 muestra un gráfico utilizado por el proceso de acuerdo con la presente invención relacionado con el comportamiento de la tracción ejercida por el generador eólico en función de la velocidad del viento, y con el comportamiento de la tracción ejercida por un generador eólico de gran altitud conocido; y
- la Figura 3 muestra un gráfico utilizado por el proceso de acuerdo con la presente invención relacionado con el comportamiento de la velocidad de desenrollado de cable del generador eólico en función de la velocidad del viento, y con el comportamiento de la velocidad de desenrollado de cable de un generador eólico de gran altitud conocido.

40 En particular, como se puede ver y describe a continuación con más detalle, el proceso de acuerdo con la presente invención para gestionar, ajustar y controlar al menos un generador eólico de gran altitud del tipo que comprende preferiblemente al menos una cometa conectada operativamente a través de cables de accionamiento a cabrestantes u otros mecanismos para controlar el vuelo de dicha cometa, se implementa a través de un sistema del tipo sustancialmente conocido en la técnica, que comprende:

- al menos un medio de detección, tal como, por ejemplo, al menos un sensor de velocidad u otro medio similar, adaptado para detectar al menos un valor de velocidad del viento al cual se someten las cometas de dicho generador;
- al menos un medio de adquisición, tal como, por ejemplo, al menos un sistema de adquisición digital adaptado para interactuar con el medio de detección y para adquirir su valor de velocidad de viento detectado;
- al menos un medio de procesamiento, tal como, por ejemplo, un procesador, adaptado para comparar dicho valor de velocidad del viento detectado por dicho medio de detección con valores preestablecidos de velocidad del viento y para procesar dicha comparación generando al menos un comando de control que se enviará al menos a un medio de control;

- al menos un medio de control adaptado para recibir dicho comando de control del medio de procesamiento y para activar al menos un primer motor de accionamiento adaptado para ejercer una acción de desenrollado-rebobinado en los mecanismos de comando respectivos de dichos cables de accionamiento conectados a las cometas del generador.

5 En particular, el proceso de acuerdo con la presente invención comprende ventajosamente las etapas de:

a) proporcionar al menos un primer gráfico 1 de valores de energía (a lo largo de la ordenada) emitidos por dicho generador dependiendo de los valores de velocidad del viento (a lo largo de la abscisa);

b) proporcionar al menos un segundo gráfico 2 de valores de tracción (a lo largo de la ordenada) ejercidos por dicho generador adecuado para mover los cables de accionamiento conectados a las cometas del generador dependiendo de los valores de velocidad del viento (a lo largo de la abscisa);

10 c) proporcionar al menos un tercer gráfico 3 de los valores de velocidad de desenrollado de los cables (a lo largo de la ordenada) en los mecanismos de comando respectivos de dicho generador dependiendo de los valores de velocidad del viento (a lo largo de la abscisa);

d) ubicar en cada uno de estos gráficos 1, 2, 3 al menos una primera área de operación A en la que los valores de la velocidad del viento se incluyen entre una velocidad del viento nula y un valor mínimo de la velocidad del viento (velocidad de corte) 4, al menos una segunda área de operación B en la que los valores de velocidad del viento se incluyen entre dicho valor mínimo de velocidad del viento 4 y un valor preestablecido de velocidad del viento de máxima tracción (velocidad de fuerza total) 5, al menos una tercera área de operación C en la que los valores de la velocidad del viento se incluyen entre dicho valor preestablecido de velocidad del viento de máxima tracción 5 y al menos un valor preestablecido de velocidad del viento de máxima energía (velocidad de energía máxima) 6 y al menos una cuarta área operativa D en la que los valores de velocidad del viento son mayores que dicho valor preestablecido de velocidad del viento de máxima energía (velocidad de energía máxima) 6;

15 e) definir los modos de operación de dicho generador, cada uno de los cuales depende de una respectiva de dichas áreas de operación A, B, C, D;

f) detectar al menos un valor de velocidad del viento, por ejemplo, a través de dicho medio de detección, y enviar dicho valor de velocidad del viento detectado a dichos medio de procesamiento, preferiblemente interponiendo dicho medio de adquisición; y

g) comparar dicho valor de velocidad de viento detectado con dicho valor mínimo de velocidad de viento (velocidad de corte) 4 y/o dicho valor de velocidad de viento de máxima tracción preestablecido (velocidad de fuerza total) 5 y/o dicho valor de velocidad de viento de máxima energía preestablecido (velocidad de energía máxima) 6 e imponer un modo operativo a dicho generador en dependencia de una de las áreas operativas A, B, C, D ubicadas por dicho valor de velocidad detectado en los gráficos 1, 2, 3.

35 En particular, la etapa e) comprende la subetapa de definir al menos un primer modo operativo del generador en dependencia de la primera área operativa A, al menos un segundo modo operativo del generador en dependencia de la segunda área operativa B, al menos un tercer modo de funcionamiento del generador en dependencia de la tercera área de funcionamiento C y al menos un cuarto modo de funcionamiento del generador en dependencia de la cuarta área de funcionamiento D.

40 En particular, la etapa g) comprende las subetapas de:

- realizar una primera comparación entre el valor de la velocidad del viento detectado y el valor mínimo de la velocidad del viento 4 en los gráficos 1, 2, 3;
- si, a partir de dicha primera comparación, resulta que el valor de la velocidad del viento detectado es inferior al valor mínimo de la velocidad del viento 4, seleccionar el primer modo de funcionamiento y, en particular, generar al menos un comando de control relacionado con el primer modo de funcionamiento que se enviará al medio de control, para evitar el funcionamiento del generador imponiendo como nulo el valor de energía emitido, el valor de tracción ejercida y el valor de velocidad de desenrollado del cable, pasando de lo contrario a la siguiente etapa;
- si, a partir de dicha primera comparación, resulta que el valor de la velocidad del viento detectado es mayor que el valor mínimo de la velocidad del viento 4, realizar una segunda comparación entre el valor de la velocidad del viento detectado y el valor predeterminado de la velocidad del viento de tracción máxima 5 en los gráficos 1, 2, 3;
- si, a partir de dicha segunda comparación, resulta que el valor de velocidad del viento detectado es menor que el valor de velocidad del viento de tracción máxima preestablecido 5, seleccionar el segundo modo operativo y, en particular, generar al menos un comando de control relacionado con el segundo modo operativo para enviarse al medio de control, no para evitar el funcionamiento del generador pero, dado que no hay suficientes condiciones de viento para producir energía eléctrica y para cuidar y desenrollar los cables de conducción de las cometas de energía respectivas, imponer como nula la energía emitida valor y el valor de la velocidad de desenrollado del cable, e imponer el valor de tracción ejercida por debajo de al menos un valor de tracción nominal 8 preestablecido en el segundo gráfico 2, de lo contrario pasar a la siguiente etapa;
- si, a partir de dicha segunda comparación, resulta que el valor de velocidad de viento detectado es mayor que el valor de velocidad de viento de tracción máxima preestablecido 5, realizar una tercera comparación entre el valor de velocidad de viento detectado y al menos el valor de velocidad de viento de energía máxima preestablecida (velocidad de energía total) 6 en los gráficos 1, 2, 3 para los cuales el generador alcanza al menos un valor de energía nominal predeterminado 7 en el primer gráfico 1 y al menos un valor de velocidad nominal de desenrollado de cable predeterminado 9 en el tercer gráfico 3;

5 • si, a partir de dicha tercera comparación, resulta que el valor de velocidad del viento detectado es menor que el valor de velocidad del viento de energía máxima preestablecido 6, el generador está en condiciones adecuadas para producir energía eléctrica y desenrollar los cables de accionamiento en sus respectivos mecanismos de comando, y, por lo tanto, seleccionar el tercer modo de funcionamiento, y en particular generar al menos un comando de control relacionado con el tercer modo de funcionamiento que se enviará al medio de control, para imponer un valor de energía emitida inferior al valor de energía nominal 7, imponer un valor de tracción ejercida igual al valor de tracción nominal 8 e imponer un valor de velocidad de desenrollado de cable inferior al valor de velocidad nominal 9;

10 • si, a partir de dicha tercera comparación, resulta que el valor de velocidad del viento detectado es mayor que el valor de velocidad del viento de energía máxima preestablecido 6, el generador es adecuado para producir energía eléctrica y para desenrollar los cables de accionamiento al máximo en sus respectivos mecanismos de comando y, en consecuencia, seleccionar el cuarto modo operativo, y en particular generar al menos un comando de control relacionado con el cuarto modo operativo que se enviará al medio de control, para imponer un valor de energía emitido igual y/o mayor que el valor de energía nominal 7, un valor de tracción ejercida igual al valor de tracción nominal 8, y un valor de velocidad de desenrollado de cable igual al valor de velocidad nominal 9.

15 Posiblemente, el proceso de acuerdo con la presente invención puede comprender además la etapa de controlar la energía en exceso emitida por el generador al descentrar el posicionamiento de las cometas dentro de al menos una ventana de viento, adecuadamente definida y ubicada en dependencia de los valores de velocidad del viento detectados.

20 El gráfico que se muestra en la Figura 1, que incluye el comportamiento de la energía emitida por el generador eólico en función de los valores de velocidad del viento, también muestra el comportamiento PN (con línea discontinua) de la energía emitida por un generador eólico conocido en función de los mismos valores de velocidad del viento, y de la comparación de los dos comportamientos queda claro cómo el proceso de control del generador eólico de acuerdo con la presente invención permite una gestión más eficiente y precisa del funcionamiento de dicho generador.

25 El gráfico que se muestra en la Figura 2, que incluye el comportamiento de la tracción ejercida por el generador eólico en función de los valores de velocidad del viento, también muestra el comportamiento TN (con línea discontinua) de la tracción ejercida por un generador eólico conocido en función de los mismos valores de velocidad del viento, y de la comparación de los dos comportamientos queda claro cómo el proceso de control del generador eólico de acuerdo con la presente invención permite una gestión más eficiente y precisa del funcionamiento de dicho generador.

30 El gráfico que se muestra en la Figura 3, que incluye el comportamiento de la velocidad de desenrollado de los cables conectados al generador eólico en función de los valores de velocidad del viento, también muestra el comportamiento VN (con línea discontinua) de la velocidad de desenrollado de los cables conectados a un generador de viento conocido en función de los mismos valores de velocidad del viento, y de la comparación de los dos comportamientos queda claro cómo el proceso de control del generador eólico de acuerdo con la presente invención permite una gestión más eficiente y precisa del funcionamiento de dicho generador.

35 Queda completamente claro que la presente invención se refiere además a un programa informático que comprende medios de código de programa informático adaptados para realizar todos o parte de las etapas del proceso descrito anteriormente cuando dicho programa es ejecutado por los medios de procesamiento.

40 Por lo tanto, el proceso de acuerdo con la presente invención como se describió anteriormente, permite tener al menos las siguientes ventajas:

- 45
- asegurar un control del funcionamiento del generador eólico a gran altitud al aumentar la velocidad del viento;
  - asegurar la integridad de los componentes del generador eólico mediante la verificación de la energía en exceso emitida por el generador eólico;
  - controlar eficientemente el funcionamiento del generador eólico en dependencia de tres parámetros que caracterizan al propio generador eólico en función de la velocidad del viento, señalando sus áreas de operación.
- 50

**REIVINDICACIONES**

1. Proceso para gestionar, ajustar y controlar al menos un generador eólico de gran altitud, del tipo que comprende al menos una cometa conectada operativamente a través de cables de accionamiento a cabrestantes u otros mecanismos para controlar el vuelo de dicha cometa, dicho proceso que se implementa a través de un sistema que comprende:
- al menos un medio de detección, adaptado para detectar al menos un valor de velocidad del viento al cual se someten las cometas de dicho generador;
  - al menos un medio de adquisición, adaptado para interactuar con el medio de detección y para adquirir su valor de velocidad de viento detectado;
  - al menos un medio de procesamiento, adaptado para comparar dicho valor de velocidad detectado por dicho medio de detección con valores de velocidad del viento preestablecidos y para procesar dicha comparación generando al menos un comando de control que se enviará al menos a un medio de control;
  - al menos un medio de control adaptado para recibir dicho comando de control del medio de procesamiento y para activar al menos un primer motor de accionamiento adaptado para ejercer una acción de desenrollado-rebobinado en los mecanismos de comando respectivos de dichos cables de accionamiento conectados a las cometas del generador;
- caracterizado porque el proceso comprende las etapas de:
- a) proporcionar al menos un primer gráfico (1) de valores de energía emitidos por dicho generador en dependencia de los valores de velocidad del viento;
  - b) proporcionar al menos un segundo gráfico (2) de los valores de tracción ejercida por dicho generador adecuado para mover dichos cables de accionamiento en dependencia de los valores de velocidad del viento;
  - c) proporcionar al menos un tercer gráfico (3) de los valores de velocidad de desenrollado de dichos cables en dependencia de los valores de velocidad del viento;
  - d) ubicar en cada uno de dichos gráficos (1, 2, 3) al menos una primera área operativa (A) en la que dichos valores de velocidad del viento se incluyen entre una velocidad del viento nula y un valor mínimo de velocidad del viento (4), al menos una segunda área operativa (B) en la que dichos valores de velocidad del viento están incluidos entre dicho valor mínimo de la velocidad del viento (4) y un valor predeterminado de la velocidad del viento de máxima tracción (5), al menos una tercera área operativa (C) en la que dichos valores de velocidad del viento se incluyen entre dicho valor preestablecido de velocidad del viento de máxima tracción (5) y al menos un valor preestablecido de velocidad del viento de máxima energía (6), y al menos una cuarta área operativa (D) en la que dichos valores de velocidad del viento son mayores que dicho valor de velocidad de viento de energía máxima preestablecido (6);
  - e) definir modos de operación de dicho generador, cada uno de dichos modos de operación depende de una respectiva de dichas áreas de operación (A, B, C, D);
  - f) detectar al menos un valor de velocidad del viento; y
  - g) comparar dicho valor de velocidad de viento detectado con dicho valor mínimo de velocidad de viento (4) y/o dicho valor de velocidad de viento de máxima tracción preestablecida (5) y/o dicho valor de velocidad de viento de máxima energía preestablecida (6) e imponer uno de dichos modos operativos para dicho generador en dependencia de una de dichas áreas operativas (A, B, C, D) ubicadas por dicho valor de velocidad del viento detectado en dichos gráficos (1, 2, 3), dicha etapa g) que comprende las subetapas de:
    - realizar una primera comparación entre dicho valor de velocidad de viento detectado y dicho valor mínimo de velocidad de viento (4) en dichos gráficos (1, 2, 3);
    - si, a partir de dicha primera comparación, resulta que dicho valor de velocidad del viento detectado es inferior a dicho valor mínimo de velocidad del viento (4), seleccionar dicho primer modo de funcionamiento para evitar una operación de dicho generador, imponiendo como nulo el valor de energía emitida, el valor de tracción ejercida y el valor de la velocidad de desenrollado del cable, de lo contrario pasa a la siguiente etapa;
    - si, a partir de dicha primera comparación, resulta que dicho valor de velocidad de viento detectado es mayor que dicho valor mínimo de velocidad de viento (4), realizar una segunda comparación entre dicho valor de velocidad de viento detectado y dicho valor de velocidad de viento de tracción máxima preestablecido (5) en dichos gráficos (1, 2, 3);
    - si, a partir de dicha segunda comparación, resulta que dicho valor de velocidad de viento detectado es menor que dicho valor de velocidad de viento de tracción máxima preestablecido (5), seleccionar dicho segundo modo de funcionamiento no para evitar una operación de dicho generador sino para imponer nulo el valor de energía emitida y el valor de velocidad de desenrollado del cable e imponer el valor de tracción ejercida por debajo de al menos un valor de tracción nominal predeterminado (8) en dicho segundo gráfico (2), de lo contrario pasar a la siguiente etapa;
    - si, a partir de dicha segunda comparación, resulta que dicho valor de velocidad de viento detectado es mayor que dicho valor de velocidad de viento de máxima tracción preestablecido (5), realizar una tercera comparación entre dicho valor de velocidad de viento detectado con al menos dicho valor de velocidad de viento de máxima energía preestablecido (6) en dichos gráficos (1, 2, 3) para los cuales dicho generador alcanza al menos un valor de energía nominal predeterminado (7) en dicho primer gráfico (1) y al menos un valor de velocidad nominal predeterminado de desenrollado de cable (9) en dicho tercer gráfico (3);
    - si, a partir de dicha tercera comparación, resulta que dicho valor de velocidad de viento detectado es menor que dicho valor de velocidad de viento de energía máxima preestablecido (6), seleccionar dicho tercer modo de operación para imponer un valor de energía emitido menor que dicho valor de energía nominal (7), imponer un

valor de tracción ejercida igual a dicho valor de tracción nominal (8) e imponer un valor de velocidad de desenrollado del cable inferior a dicho valor de velocidad nominal (9);

5 - si, a partir de dicha tercera comparación, resulta que dicho valor de velocidad de viento detectado es mayor que dicho valor de velocidad de viento de energía máxima preestablecido (6), seleccionar dicho cuarto modo operativo para imponer un valor de energía emitido igual y/o mayor que dicho valor de energía nominal (7), un valor de tracción ejercida igual a dicho valor de tracción nominal (8), y un valor de velocidad de desenrollado de cable igual a dicho valor de velocidad nominal (9).

10 2. Proceso de acuerdo con la reivindicación anterior, caracterizado porque dicha etapa e) comprende la subetapa de definir al menos un primer modo operativo de dicho generador en dependencia de dicha primera área operativa (A), en dependencia de al menos un segundo modo operativo de dicho generador en dicha segunda área operativa (B), al menos un tercer modo operativo de dicho generador en dependencia de dicha tercera área operativa (C), y al menos un cuarto modo operativo de dicho generador en dependencia de dicha cuarta área operativa (D).

15 3. Proceso de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizado porque comprende la etapa de verificar una energía en exceso emitida por dicho generador, descentrar el posicionamiento de dichas cometas dentro de al menos una ventana de viento definida y ubicada en dependencia de dichos valores de velocidad de viento detectados.

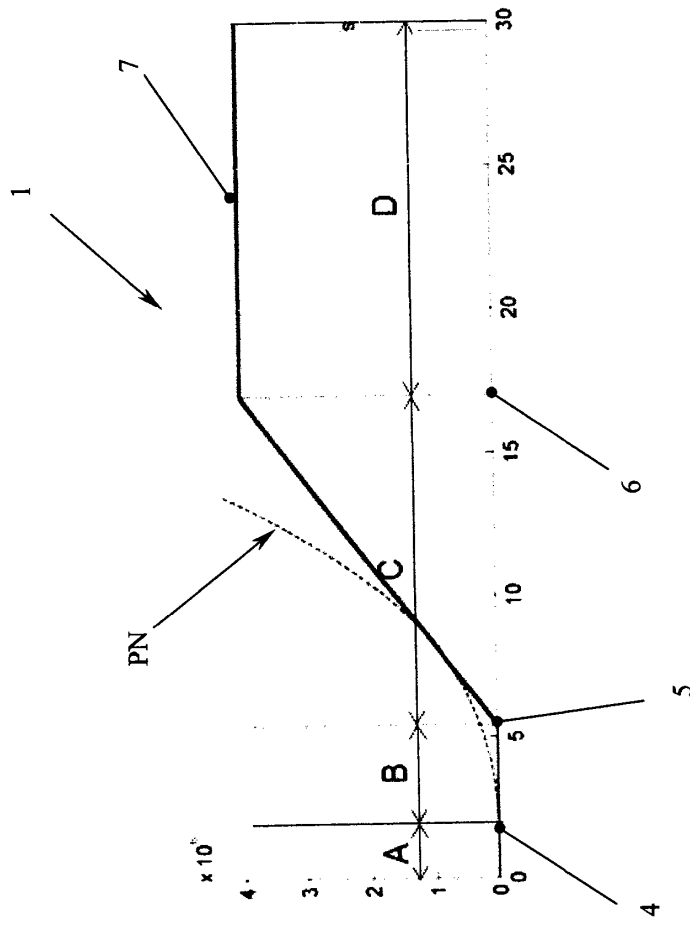


FIG. 1

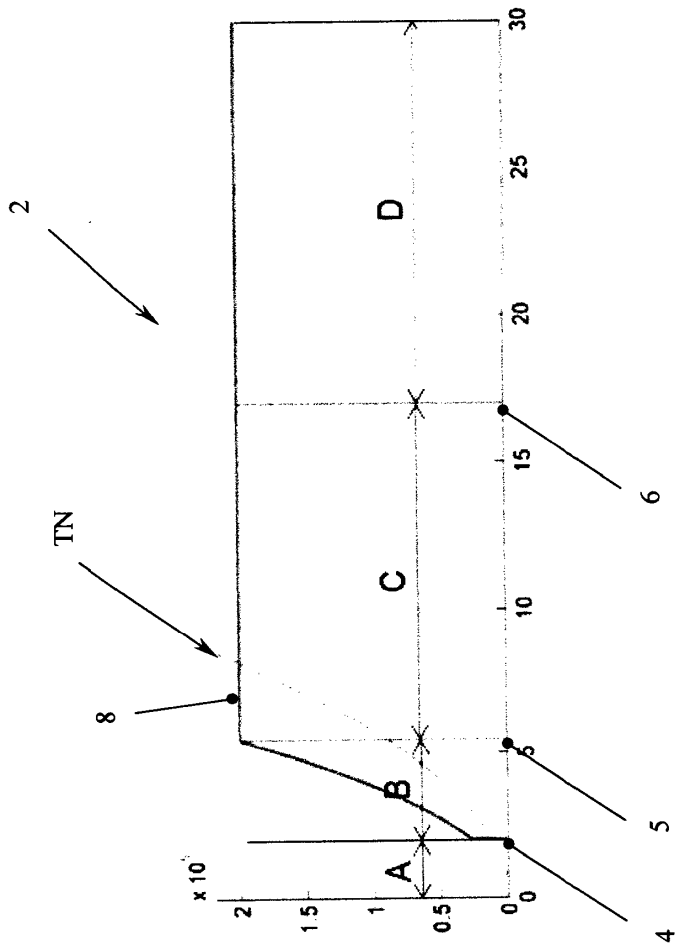


FIG. 2



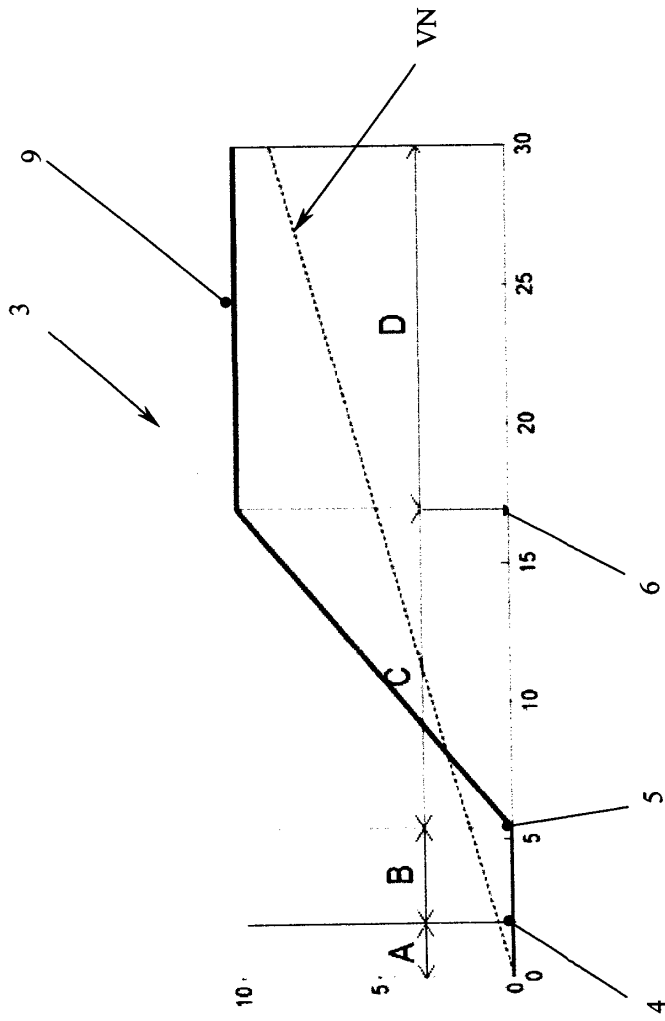


FIG. 3