

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 685 701**

51 Int. Cl.:

B61L 27/04 (2006.01)

B61L 3/00 (2006.01)

B61L 27/00 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **24.04.2013 PCT/EP2013/058440**

87 Fecha y número de publicación internacional: **31.10.2013 WO13160327**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **24.04.2013 E 13720308 (9)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **30.05.2018 EP 2812225**

54 Título: **Procedimiento para generar recomendaciones de acción para el conductor de un vehículo ferroviario o señales de control para el vehículo ferroviario mediante un sistema de asistencia para el conductor y sistema de asistencia para el conductor**

30 Prioridad:

25.04.2012 DE 102012206859

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

10.10.2018

73 Titular/es:

**SIEMENS MOBILITY GMBH (100.0%)
Otto-Hahn-Ring 6
81739 München, DE**

72 Inventor/es:

**PORSCH, ROLAND y
SCHMIDT, PATRICK**

74 Agente/Representante:

CARVAJAL Y URQUIJO, Isabel

ES 2 685 701 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

Procedimiento para generar recomendaciones de acción para el conductor de un vehículo ferroviario o señales de control para el vehículo ferroviario mediante un sistema de asistencia para el conductor y sistema de asistencia para el conductor

5 La invención hace referencia a un procedimiento para generar recomendaciones de acción para el conductor de un vehículo ferroviario o señales de control para el vehículo ferroviario mediante un sistema de asistencia para el conductor, en donde considerando al menos una información del viaje se calculan datos de conducción y en base a los datos de conducción:

10 - se genera una recomendación de acción y se muestra en un dispositivo de visualización de la recomendación de acción, o

- se genera una señal de control que actúa sobre un dispositivo de control del vehículo.

15 En el funcionamiento semiautomático con vehículos ferroviarios es conocido el hecho de utilizar sistemas de asistencia para el conductor que se basan en cálculos modelo. Dichos cálculos modelo, en base a un perfil del tramo almacenado y al itinerario deseado, determinan cómo acelerar el vehículo ferroviario y cómo debe frenarse frente a curvas, desviadores o puntos de detención, para cumplir de forma óptima con las exigencias del itinerario, con una demanda de energía mínima. De este modo, en la práctica se ha observado que los sistemas de asistencia para el conductor, en comparación con vehículos controlados sólo por el conductor del vehículo, pueden reducir en promedio en un 20% la demanda energética, en el caso del mismo tiempo de conducción.

20 En la solicitud US 2009/0118970 A1 se describe un procedimiento para optimizar un sistema de energía y para monitorear y controlar el funcionamiento de un vehículo. De este modo, puede aumentarse la eficiencia y al mismo tiempo cumplirse con las condiciones del itinerario. Mediante un sistema de asistencia para el conductor se generan recomendaciones de acción para el conductor del vehículo o señales de control. Considerando la información del viaje se calculan datos de conducción.

25 El objeto de la invención consiste en sugerir un procedimiento para generar recomendaciones de acción para el conductor de un vehículo ferroviario o señales de control para el vehículo ferroviario, a través del cual pueda reducirse aún más una demanda energética, en particular en el caso de viajes a alta velocidad.

30 Para ello se sugiere que como información del viaje se considere al menos una variable característica de la presión del aire. Debido a ello, al menos una parte aerodinámica de la resistencia del vehículo ferroviario puede considerarse en el cálculo de los datos de conducción para una recomendación de acción o bien una señal de control, incluyendo una variable característica referida a una presión del aire actual en un cálculo modelo en el cual se basa la determinación de los datos de conducción. A diferencia de los procedimientos de asistencia para el conductor tradicionales, en los cuales la parte aerodinámica se considera en los cálculos modelo como constante - pueden alcanzarse ahorros de energía aumentados en particular en el caso de viajes a alta velocidad y grandes diferencias de altitud a lo largo de un tramo. Como un "viaje a alta velocidad" debe entenderse en particular un viaje
35 en donde se alcanza una velocidad superior a 200 km/h, preferentemente superior a 250 km/h.

40 Como una "información de conducción" debe entenderse en particular una información que caracteriza el viaje de un vehículo ferroviario a lo largo de un trayecto al menos en un instante o durante un intervalo de tiempo, o bien en al menos una posición a lo largo del trayecto, o en una sección del tramo. Una información del viaje puede ser un parámetro de entrada de un cálculo modelo para determinar los datos de conducción o la misma puede servir para derivar un parámetro de entrada de esa clase, por ejemplo asociándola a los parámetros de entrada de la información del viaje. Una información del viaje que ya se considera en los procedimientos tradicionales de asistencia para el conductor puede ser una propiedad del vehículo ferroviario, como por ejemplo una formación, una masa, una ocupación de pasajeros, una potencia máxima disponible, etc., o una propiedad del tramo, como un perfil determinado de curvas, subidas o pendientes, la presencia o la proximidad de un desviador o de un túnel, una
45 distancia con respecto a un punto de detención, un estado de señal, un itinerario, etc. Con la consideración según la invención de una variable característica de la presión del aire como información del viaje puede alcanzarse un perfeccionamiento ventajoso de cálculos modelo ya existentes.

50 En base a los "datos de conducción" que se utilizan para generar una recomendación de acción o bien una señal de control, para reducir al mínimo la demanda energética, pueden derivarse propiedades del vehículo que deben observarse, como en particular una velocidad, una aceleración, una desaceleración, un tiempo de detención, etc. Un conjunto de datos de conducción que como contenido de información contiene en particular una modificación objetivo de propiedades de conducción de esa clase con el tiempo y/o con la distancia hacia el punto de inicio o como destino, puede denominarse también como "curva de conducción". Los datos de conducción son calculados por una unidad de cálculo que preferentemente está dispuesta a bordo del vehículo ferroviario. De manera

alternativa o adicional, los datos de conducción pueden calcularse con una unidad de cálculo que está dispuesta alejada del vehículo ferroviario, en una estación de cálculo fija, donde los datos de conducción se transmiten al vehículo ferroviario.

5 Como una "variable característica de la presión del aire" debe entenderse en particular una variable física, a través de la cual puede establecerse una correspondencia con respecto a un valor de presión del aire. La variable característica de la presión del aire puede ser la presión del aire en sí misma o una variable característica proporcional a la presión del aire, como por ejemplo una variable característica eléctrica detectada por una unidad de sensor.

10 De acuerdo con una ejecución de la invención, a través de una única detección o determinación de variables características de la presión del aire antes de un viaje del vehículo ferroviario puede producirse un perfil de la presión del aire del tramo que debe recorrerse, el cual se incluye en el cálculo de curvas de conducción para todo el tramo.

15 En otra variante de ejecución preferente - para adaptar ventajosamente los datos de conducción, para la optimización de energía, a una presión del aire que varía a lo largo del tramo - se sugiere sin embargo que la variable característica de la presión del aire sea detectada varias veces durante un viaje. En particular, la variable característica de la presión del aire puede detectarse de forma continua durante el viaje. De manera conveniente, el "viaje" tiene lugar a lo largo de un punto de inicio predeterminado y un tramo que conecta un destino predeterminado, el cual puede recorrerse según un itinerario que debe ser observado.

20 Además, según la invención se sugiere que se detecte la variable característica de la presión del aire y en función del valor de detección se incluya en el cálculo de los datos de conducción un factor almacenado en una base de datos. A través de la asociación de un factor a un valor detectado de la variable característica de la presión del aire, donde el factor está almacenado en una unidad de memoria de forma permanente, puede alcanzarse una determinación particularmente rápida de los datos de conducción. El factor asociado a la variable característica de la presión del aire detectada se incluye preferentemente como parámetro de entrada de un cálculo modelo para determinar los datos de conducción, donde éste representa una parte aerodinámica en la resistencia del vehículo ferroviario. El mismo se selecciona en la base de datos que está almacenada en la unidad de memoria y en donde factores están asociados a valores de la variable característica de la presión del aire. Los factores almacenados, de manera ventajosa, se calculan durante el desarrollo del vehículo ferroviario en base a sus propiedades aerodinámicas y para diferentes valores de la variable característica de la presión del aire. Si una unidad de cálculo para calcular los datos de conducción está dispuesta a bordo del vehículo ferroviario, la base de datos preferentemente está almacenada también a bordo del vehículo ferroviario.

35 La variable característica de la presión del aire puede detectarse mediante sensores de la presión del aire que están dispuestos en distintos puntos a lo largo del tramo. Los mismos pueden formar parte de estaciones meteorológicas dispuestas cerca del tramo. Una detección de la variable característica de la presión del aire en cualquier posición a lo largo del tramo, sin embargo, puede alcanzarse cuando la variable característica de la presión del aire es detectada por una unidad de sensor a bordo del vehículo ferroviario. Dicha unidad de sensor puede presentar un sensor de presión y una unidad de cálculo conectada al mismo, la que se utiliza para considerar la influencia de la velocidad de conducción en el valor de detección.

40 De manera alternativa o adicional con respecto a una detección mediante un sistema de sensores, la variable característica de la presión del aire puede detectarse mediante la detección de una variable característica de la altitud. Una correspondencia de la variable característica de la altitud con respecto a una variable característica de la presión del aire puede establecerse mediante la fórmula de altitud barométrica. La variable característica de la altitud puede utilizarse en sí misma como variable característica de la presión del aire, incluyéndola directamente como parámetro de entrada de un cálculo modelo para determinar los datos de conducción, o bien asociándola directamente a un parámetro de entrada de esa clase o, adicionalmente con respecto a una variable característica de la altitud, puede calcularse una variable característica de la presión del aire separada a partir de la variable característica de la altitud.

50 De manera ventajosa, la variable característica de la altitud se deriva en base a una información de localización. Dicha información puede detectarse mediante una unidad de localización que en particular está dispuesta a bordo del vehículo ferroviario, y/o puede determinarse mediante datos del tramo almacenados.

55 La invención hace referencia además a un sistema de asistencia para el conductor, para generar recomendaciones de acción para el conductor de un vehículo ferroviario o señales de control para el vehículo ferroviario, con una unidad de cálculo que se proporciona para calcular datos de conducción considerando al menos una información del viaje, y un dispositivo de visualización de recomendaciones de acción para mostrar una recomendación de acción generada en base a los datos de conducción y/o un dispositivo de control del vehículo sobre el cual actúa una señal de control generada en base a los datos de conducción.

Para diseñar de ese modo un sistema de asistencia para el conductor, de modo que una demanda energética pueda reducirse aún más, en particular en el caso de viajes a alta velocidad, se sugiere que la unidad de cálculo esté determinada para considerar como información del viaje al menos una variable característica de la presión del aire. Con un sistema de asistencia para el conductor de esa clase, de manera conveniente pueden alcanzarse las mismas ventajas que ya se han indicado anteriormente con relación al procedimiento según la invención.

Un ejemplo de ejecución de la invención se explicará en detalle mediante los dibujos. Las figuras muestran:

Figura 1: un vehículo ferroviario con un sistema de asistencia para el conductor,

Figura 2: un perfil de altitud de un tramo recorrido por el vehículo ferroviario, y

Figura 3: una base de datos en donde valores de una variable característica de la presión del aire están asociados a factores de cálculo para un cálculo modelo del sistema de asistencia para el conductor.

La figura 1 muestra un vehículo ferroviario 10 en una vista lateral esquemática. El mismo está realizado como tren automotor, el cual en particular está diseñado para un funcionamiento a alta velocidad. Éste presenta una pluralidad de vagones 12 acoplados unos a otros. Los vagones del extremo 12.1 y 12.5 poseen respectivamente una cabina de conducción 14 que presenta respectivamente una unidad de mando 16 para un conductor del tren automotor. Mediante la unidad de mando 16 éste puede ingresar órdenes de conducción para controlar el vehículo ferroviario 10. Para ello, la unidad de mando 16 se encuentra en una conexión activa con un dispositivo de control del vehículo 18.

La unidad de mando 16 presenta un dispositivo de visualización de la recomendación de acción 20, la cual se utiliza para mostrar una recomendación para el conductor del tren automotor. Esa recomendación de acción se genera en base a datos de conducción FD que son determinados en una unidad de cálculo 22 considerando información del viaje. Una recomendación de acción puede ser en particular una velocidad de conducción recomendada, una etapa de tracción, una etapa de frenado, etc., donde el contenido de información de los datos de conducción FD calculados está referido a ese parámetro de conducción.

La unidad de cálculo 22 se proporciona para calcular los datos de conducción FD basándose en al menos un cálculo modelo M. Dicho cálculo modelo M, considerando al menos un perfil del tramo S y un itinerario deseado como información del viaje, determina cómo acelerar el vehículo ferroviario 10 y cómo debe frenarse frente a curvas, desviadores o puntos de detención, para cumplir de forma óptima con las exigencias del itinerario, con una demanda de energía mínima. Un cálculo modelo M de esa clase puede determinar de forma adecuada una aceleración a optimizada con respecto a la demanda energética, en función de una posición actual x y una velocidad v del vehículo ferroviario 10 según

$$a(x) = M(x, v(x), S(x), FP)$$

donde S(x) representa las condiciones del tramo en una sección del tramo, partiendo de la posición x y FP representa el itinerario. Los datos del tramo del perfil del tramo S, así como del itinerario FP, en particular al preparar el vehículo ferroviario 10 antes de la partida en el punto de inicio, pueden almacenarse en una unidad de memoria 24 conectada mediante tecnología de datos a la unidad de cálculo 22. La aceleración a, así como una información que se basa en esa variable, forma parte de los datos de conducción FD que se transmiten al dispositivo de visualización de la recomendación de acción 20.

Además, el control del vehículo ferroviario 10 durante el viaje puede ser asumido por el dispositivo de control del vehículo 18. En ese modo, acciones que en el funcionamiento normal son efectuadas a través del conductor del vehículo motor mediante la unidad de mando 16, son efectuadas automáticamente por el dispositivo de control del vehículo 18. En ese modo, una señal de control que se genera en base a datos de conducción FD determinados por la unidad de cálculo 22, puede actuar sobre el dispositivo de control del vehículo 18. Debido a ello, la operación de conducción del vehículo ferroviario 10, en el modo de control automático, puede optimizarse en cuanto a la información del viaje, generando señales de control en base a una curva de conducción determinada, optimizada en cuanto a la información del viaje, y proporcionándola al dispositivo de control del vehículo 18.

La figura 2, en la forma de un diagrama bidimensional, muestra un perfil del tramo de un tramo que debe ser recorrido por el vehículo ferroviario 10, desde un punto de inicio A hasta un destino B. El eje horizontal corresponde a la distancia x con respecto al punto de inicio A y el eje vertical corresponde a la altitud H. Tal como puede observarse en el perfil de altitud, existen grandes variaciones en la altitud H a lo largo del tramo y, conforme a ello, modificaciones de la presión del aire, relevantes para la dinámica de conducción.

La unidad de cálculo 22 se proporciona para determinar los datos de conducción FD considerando una información del viaje en forma de una variable característica referida a la presión del aire - denominada también como variable característica de la presión del aire L.

5 De acuerdo con una primera variante de detección, la variable característica de la presión del aire L se detecta mediante una unidad de sensor 26 que está dispuesta a bordo del vehículo ferroviario 10 (véase la figura 1). La unidad de sensor 26 presenta un sensor de presión que detecta una variable característica para la presión del aire que rodea el vehículo ferroviario 10, y eventualmente una unidad de cálculo que deriva la variable característica de la presión del aire L a partir del valor de detección, considerando la velocidad de conducción v actual. La variable
10 característica de la presión del aire L puede detectarse de forma continua durante todo el viaje, debido a lo cual los datos de conducción FD siempre pueden adecuarse a la presión del aire que varía de forma continua.

La variable característica de la presión del aire L detectada es influenciada en alto grado por un viaje del vehículo ferroviario 10 en un túnel. Conforme a ello, se considera ventajoso considerar la permanencia del vehículo ferroviario 10 en un túnel al detectar la variable característica de la presión del aire L. Esto puede tener lugar en particular mediante los datos del tramo del perfil del tramo S, los cuales al preparar el vehículo ferroviario 10 en el punto de inicio A se almacenan en la unidad de memoria 24.
15

Después de la detección de la variable característica de la presión del aire L, ésta se incluye en la determinación de los datos de conducción FD a través de la unidad de cálculo 22. Esto tiene lugar mediante una base de datos 28 mostrada en la figura 3, la cual está almacenada en la unidad de memoria 24. Con la ayuda de esa base de datos 28, a un valor de detección de la variable característica de la presión del aire L, en un intervalo determinado $[L_i^A, L_i^E]$ puede asociarse un factor F_i que representa una parte aerodinámica en la resistencia en un cálculo modelo M'. El cálculo modelo M' mencionado, el cual está programado en base a una fórmula de resistencia, considera el factor F_i correspondiente a la variable característica de la presión del aire L en la determinación de los datos de conducción FD. Retomando el ejemplo anterior de una aceleración a recomendada, optimizada en cuanto a la demanda energética, en una posición x, la determinación de la aceleración esquemáticamente puede expresarse como
20

$$25 \quad a(x) = M'(x, v(x), S(x), FP, F_i(x))$$

donde $F_i(x)$ es el factor asociado a la variable característica de la presión del aire L (x) en la posición x.

La base de datos 28 se crea al fabricar el vehículo ferroviario 10, en base a las propiedades aerodinámicas del vehículo ferroviario 10, y está almacenada permanentemente en la unidad de memoria 24.

30 De acuerdo con una segunda variante de detección, la variable característica de la presión del aire L puede detectarse a través de la detección de una variable característica de la altitud H, donde puede establecerse una vinculación entre ambas variables características L y H, mediante la fórmula de altitud barométrica. La variable característica de la altitud H puede determinarse en particular a partir de información de localización de una unidad de localización 30 dispuesta a bordo del vehículo ferroviario 10. Por ejemplo, la unidad de localización 30 puede estar diseñada para recibir señales de GPS. De manera alternativa o adicional, la variable característica de la altitud
35 H puede derivarse desde los datos del tramo conocidos del perfil del tramo S.

En el ejemplo de ejecución mostrado, la unidad de cálculo 22 y la unidad de sensor 26 están dispuestas a bordo del vehículo ferroviario 10. En otras formas de ejecución es posible que la unidad de cálculo 22 esté dispuesta alejada del vehículo, en una estación de cálculo fija, donde los datos de conducción FD determinados se transmiten al vehículo ferroviario 10 y/o que la unidad de sensor 26 esté realizada como una unidad que se encuentra a lo largo del tramo, por ejemplo como parte de una estación meteorológica.
40

REIVINDICACIONES

- 5 1. Procedimiento para generar recomendaciones de acción para el conductor de un vehículo ferroviario (10) o señales de control para el vehículo ferroviario (10) mediante un sistema de asistencia para el conductor, en donde considerando al menos una información del viaje se calculan datos de conducción (FD) y en base a los datos de conducción (FD)
- se genera una recomendación de acción y se muestra en un dispositivo de visualización de la recomendación de acción (20), o
 - se genera una señal de control que actúa sobre un dispositivo de control del vehículo (18), donde como información del viaje se considera al menos una variable característica de la presión del aire (L),
- 10 caracterizado porque
- se detecta la variable característica de la presión del aire (L) y en función del valor de detección un factor (F) almacenado en una base de datos (28) se incluye en el cálculo de los datos de conducción (FD).
2. Procedimiento según la reivindicación 1, caracterizado porque la variable característica de la presión del aire (L) se detecta varias veces durante un viaje.
- 15 3. Procedimiento según una de las reivindicaciones precedentes, caracterizado porque la variable característica de la presión del aire (L) es detectada por una unidad de sensor (26) a bordo del vehículo ferroviario (10).
4. Procedimiento según una de las reivindicaciones precedentes, caracterizado porque la variable característica de la presión del aire (L) es detectada mediante la detección de una variable característica de la altitud (H).
- 20 5. Procedimiento según la reivindicación 4, caracterizado porque la variable característica de la altitud (H) es derivada en base a una información de localización.
6. Procedimiento según la reivindicación 5, caracterizado porque la información de localización es detectada mediante una unidad de localización (30).
7. Procedimiento según la reivindicación 5, caracterizado porque la información de localización es determinada mediante datos de tramos almacenados.
- 25 8. Sistema de asistencia para el conductor, para generar recomendaciones de acción para el conductor de un vehículo ferroviario (10) o señales de control para el vehículo ferroviario (10), con una unidad de cálculo (22) que se proporciona para calcular datos de conducción (FD) considerando al menos una información del viaje, y un dispositivo de visualización de recomendaciones de acción (20) para mostrar una recomendación de acción generada en base a los datos de conducción (FD) y/o un dispositivo de control del vehículo (18) sobre el cual actúa
- 30 una señal de control generada en base a los datos de conducción (FD), donde la unidad de cálculo (22) se proporciona para considerar como información del viaje al menos una variable característica de la presión del aire (L), caracterizado porque se detecta la variable característica de la presión del aire (L) y en función del valor de detección un factor (F) almacenado en una base de datos (28) se incluye en el cálculo de los datos de conducción (FD).
- 35 9. Vehículo ferroviario con un sistema de asistencia para el conductor según la reivindicación 8.

FIG 1

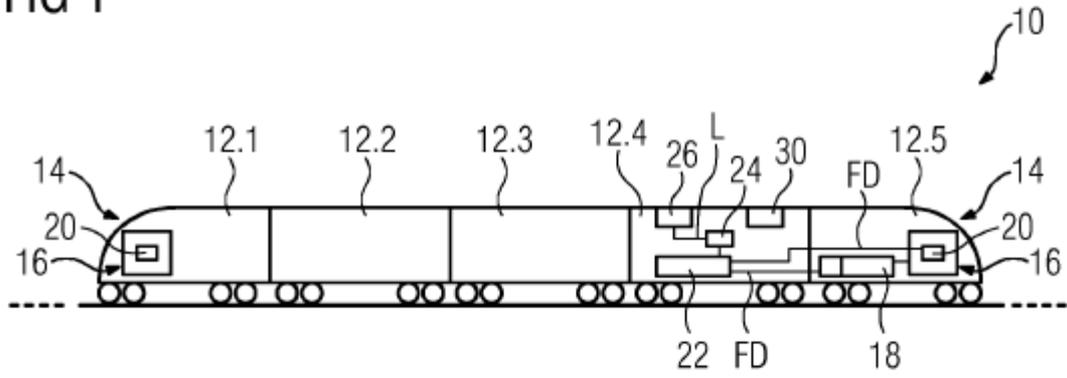


FIG 2

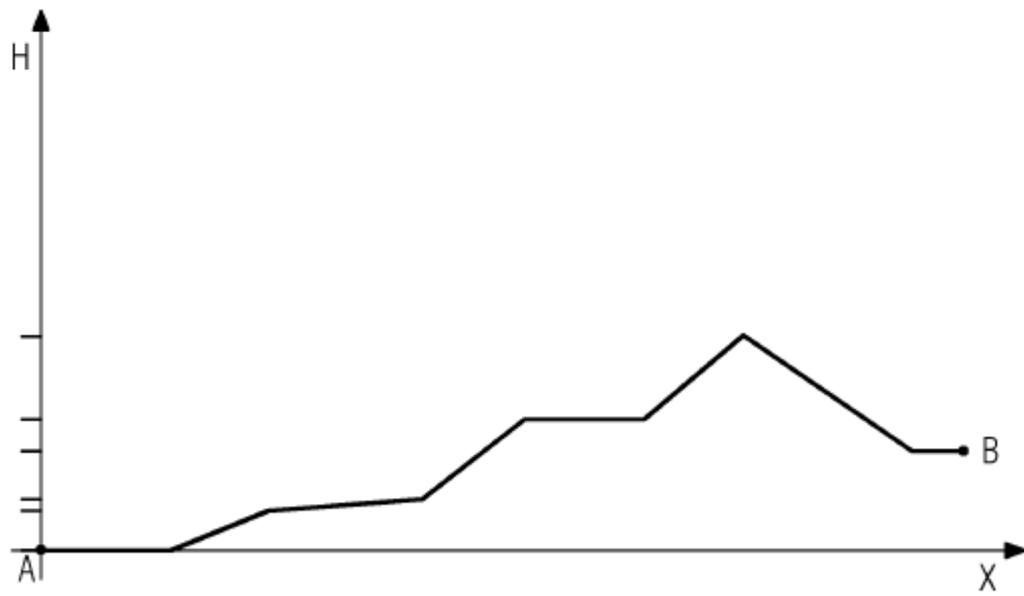


FIG 3

28

$[L_1^A, L_1^E,]$	F_1
$[L_2^A, L_2^E,]$	F_2
$[L_3^A, L_3^E,]$	F_3
\vdots	\vdots
$[L_{N-1}^A, L_{N-1}^E,]$	F_{N-1}
$[L_N^A, L_N^E,]$	F_N