



(19)



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

(11) Número de publicación: **2 300 844**

(51) Int. Cl.:
G08B 21/06 (2006.01)

(12)

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

(86) Número de solicitud europea: **04797874 .7**

(86) Fecha de presentación : **13.11.2004**

(87) Número de publicación de la solicitud: **1687788**

(87) Fecha de publicación de la solicitud: **09.08.2006**

(54) Título: **Procedimiento y programa de ordenador para la detección de faltas de atención del conductor de un vehículo.**

(30) Prioridad: **26.11.2003 DE 103 55 221**

(45) Fecha de publicación de la mención BOPI:
16.06.2008

(45) Fecha de la publicación del folleto de la patente:
16.06.2008

(73) Titular/es: **Daimler AG.**
Mercedesstrasse 137
70327 Stuttgart, DE

(72) Inventor/es: **Hentschel, Elisabeth;**
Galley, Lars, Arnim;
Kuhn, Klaus-Peter y
Neumerkel, Dietmar

(74) Agente: **Torre Serrano, M^a Victoria de la**

ES 2 300 844 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 y programa de ordenador para la detección de faltas de atención del conductor de un vehículo.

5 La presente invención se refiere a un procedimiento así como a un programa de ordenador para detectar la falta de atención del conductor de un vehículo, en especial de un vehículo automóvil, durante el funcionamiento de este vehículo. La invención se refiere, además, a un soporte de datos con un programa de ordenador de este tipo.

10 A través del estado de la técnica se conocen distintas propuestas para detectar el descuido o la falta de atención del conductor de un vehículo automóvil, sobre la tendencia del conductor a dormirse.

Una propuesta correspondiente está revelada, por ejemplo, en la Memoria de Publicación de la Patente Alemana Núm. DE 198 18 239 A1. El dispositivo para advertir que el conductor del vehículo automóvil se duerme, el cual está revelado en esta Patente Alemana, comprende, por un lado, un mecanismo para la detección del entorno del vehículo para registrar el estilo de conducción real del conductor del vehículo automóvil. Por el otro lado, el referido dispositivo comprende un medio para registrar un estilo de conducción de referencia; en este caso, sobre todo es detectada la cantidad de movimientos laterales propios que el conductor del vehículo automóvil tiene normalmente en su estilo de conducción. El revelado dispositivo comprende, finalmente, una lógica de comparación para comparar el estilo de conducción de referencia con el estilo de conducción actual para - en función del resultado de esta comparación - emitir una advertencia al conductor del vehículo automóvil.

Además, a través de la Memoria de Patente Núm. 6 061 610 de los Estados Unidos son conocidos un procedimiento así como un dispositivo para determinar el esfuerzo del conductor de un vehículo automóvil. Este procedimiento tiene previsto que, en primer lugar, sea registrado el ángulo del volante de dirección del vehículo automóvil para de ello deducir los errores de pronóstico para el ángulo del volante de dirección al ser el vehículo automóvil controlado por su conductor. A continuación, es calculada una distribución de estos errores en el pronóstico con el fin de comparar esta distribución con otra distribución de errores de pronóstico del ángulo del volante de dirección, la cual no representa el comportamiento de conducción real del conductor, sino se refiere a un comportamiento de conducción previamente determinado de un conductor sin estrés, es decir, un conductor relajado. El resultado de esta comparación representa luego la carga o el esfuerzo actual del conductor durante la conducción del vehículo automóvil.

Finalmente, a través de la Memoria de Publicación de la Patente Alemana Núm. DE 25 46 345 es conocido un aparato de advertencia al conductor para advertir a los conductores de vehículos automóviles que se van a quedar dormidos. Este aparato registra el movimiento de cambio de dirección del conductor del vehículo automóvil; en este caso, es supuesto que, al estar el conductor despejado, el volante de dirección no esté siendo mantenido de una manera tranquila tampoco en una marcha recta sin que también durante la misma tengan lugar unos movimientos de cambio de dirección, por muy pequeños que éstos sean. Al detectar este aparato de advertencia al conductor la ausencia de estos movimientos de cambio de dirección durante un intervalo de tiempo, que puede ser regulado, el aparato deduce de ello que el conductor se ha dormido o por lo menos tiende a quedarse dormido, y el mismo advierte entonces al conductor mediante la emisión de una señal.

El aparato de advertencia al conductor, el cual está revelado en la Memoria de Publicación de la Patente Alemana Núm. DE 25 46 345, mencionada en último lugar, tiene el inconveniente de que la detección de la falta de atención del conductor de un vehículo se produce solamente en base a la detección de una fase de inactividad de la dirección, por lo que esta detección es posible solamente de una manera bastante imprecisa y poco fiable.

En la Patente Europea Núm. EP 0 147 539 A2 y en la Patente Japonesa Núm. JP 07 093678 A está descrito un procedimiento con las características indicadas en el preámbulo de la reivindicación de patente 1) de la presente Solicitud. Este procedimiento está caracterizado por las fases siguientes: Detección de una fase de actividad de la dirección, la cual tiene lugar a continuación de una fase de inactividad de la dirección; determinación de la magnitud de esta fase de actividad de la dirección mediante una evaluación de la variación en el ángulo del volante de dirección durante un tiempo; así como por la fase de determinación de una medida para la gravedad de la falta de atención del conductor durante la conducción del vehículo a través de la evaluación del resultado de un enlace de la magnitud de la fase de inactividad de la dirección y de la magnitud de la fase de actividad de la dirección.

De una forma conveniente, durante una falta de atención del conductor, este procedimiento diferencia - de forma contraria al estado de técnica anteriormente comentado - entre una inactividad de la dirección y una actividad de la dirección la que, al existir el estado de la falta de atención, tiene lugar normalmente a continuación de la primera y de una manera más o menos nerviosa. Por consiguiente, la presencia de una falta de atención tan sólo es supuesta al ser detectadas - en combinación entre sí - tanto la fase de inactividad de la dirección como la fase de actividad de la dirección, la cual se produce a continuación de la primera; en una deducción a la inversa, esto significa que la sola detección de una fase de inactividad de la dirección o de una fase de actividad de la misma no es suficiente para llegar a la conclusión de que existe una falta de atención del conductor. Para determinar la medida de la gravedad de la falta de atención, las observadas magnitudes - tanto de la fase de inactividad como de la fase de actividad - son enlazadas entre sí y el resultado es evaluado luego.

Por consiguiente, y partiendo del estado de la técnica, la presente invención tiene el objeto de proporcionar un procedimiento y un correspondiente programa de ordenador para detectar cuándo el conductor de un vehículo evidencia

una falta de atención, como asimismo de proporcionar un soporte de datos con este programa de ordenador, los cuales permitan una detección más fiable de una posible falta de atención del conductor.

De acuerdo con la presente invención, este objeto se consigue por medio del procedimiento reivindicado en la reivindicación de patente 1).

Normalmente, en los vehículos modernos, en especial en los vehículos automóviles, está previsto, de por sí, un sensor para registrar el ángulo α del volante de dirección. Por lo tanto, para llevar a efecto el procedimiento aquí descrito, como principio no se necesita, de una manera conveniente, ningún sensor adicional.

En esta descripción se indican dos ejemplos de realización distintos para llevar a efecto la presente invención. El primer ejemplo de realización está representado por las reivindicaciones de patente 4) hasta 7), mientras que el segundo ejemplo de realización está representado por las reivindicaciones de patente 8) hasta 13). Según el segundo ejemplo de realización está prevista, como principio, una manera propia para determinar la magnitud de la fase de inactividad de la dirección; no obstante, esta determinación también puede ser efectuada conforme al primer ejemplo de realización.

Las otras formas de realización del procedimiento pueden ser aplicadas, de igual manera, tanto para el primer ejemplo de realización como para el segundo.

Ventajas del primer ejemplo de realización

La determinación de la magnitud de la actividad de la dirección tan sólo en base a la formación de una variancia en el ángulo del volante de dirección representaría meramente el comportamiento de dirección del conductor en un momento determinado. Concretamente para una indicación fiable de la existencia de faltas de atención es, sin embargo, importante tener en consideración también las variaciones en el comportamiento de dirección durante un tiempo. Según la presente invención, este aspecto es tenido en cuenta por el hecho de que en la formación de la relación de variancias entran dos variancias del ángulo del volante de dirección, las cuales representan la actividad de la dirección del conductor en unos momentos distintos; a este efecto, los dos momentos se encuentran separados entre sí por un intervalo de tiempo Δt .

De una manera conveniente, la relación de variancias, determinada según la presente invención, ya puede ser interpretada como la medida de la gravedad de la falta de atención del conductor durante la dirección del vehículo en el momento t_1 ; una falta de atención del conductor existe sobre todo al tener esta relación de variancias un valor que es mayor de 1.

Ventajas del segundo ejemplo de realización

A diferencia del primer ejemplo de realización, en el segundo ejemplo de realización es así, que para la valoración de la falta de atención del conductor son empleados mucho menos parámetros. Por consiguiente, este ejemplo es de una menor intensidad de memoria. Además, el mismo puede ser dominado más fácilmente -gracias a la aplicación de unos algoritmos esencialmente más sencillos- y puede ser implementado en tiempo real. Visto en su conjunto, este ejemplo de realización es bien apropiado para su empleo dentro del vehículo.

Por consiguiente, es de ventaja que una valoración de la magnitud de la fase de inactividad de la dirección -es decir, la duración de la misma- sea determinada solamente por la evaluación del ángulo del volante de dirección, mientras que la magnitud de la fase de actividad de la dirección sea determinada preferentemente tan sólo por registrarse el gradiente máximo del ángulo del volante de dirección, el cual se presenta. De este modo, se puede prescindir de una determinación o de una evaluación en base a la función de variancias. Según el segundo ejemplo de realización, el enlace o la puesta en relación de la magnitud de la fase de inactividad de la dirección con la magnitud de la fase de actividad de la dirección para así determinar la medida de la gravedad de la falta de atención es llevada a efecto mediante un operador multidimensional. Sin embargo, con el fin de evitar una innecesaria inversión en cálculos, esta puesta en relación es efectuada preferentemente sólo en el caso en el que tanto la fase de inactividad de la dirección como la esperada fase de actividad de la dirección - que se produce a continuación de la primera - se presenten con una magnitud mínima previamente determinada. En el supuesto de que la fase de inactividad de la dirección o la fase de actividad de la dirección no sean de una suficiente magnitud, conforme a la presente invención es supuesto entonces, que el conductor no se encuentre en un estado de falta de atención.

Ventajas de las formas de realización del procedimiento de la presente invención, las cuales pueden ser comunes para los dos ejemplos de realización

De una manera conveniente, el resultado de la puesta en relación del primer ejemplo de realización y del segundo ejemplo de realización -es decir, la relación de variancias o el resultado del enlace efectuado por el operador- pueden estar reproducidos, por medio de una función sigmoidea, con un valor de probabilidad. De este modo, existe la posibilidad de indicar, con una probabilidad de entre 0 y 100%, que el conductor evidenciaba, en el momento t_1 , una falta de atención durante la conducción del vehículo.

Según otra conveniente forma de realización resulta, que el procedimiento reivindicado permite efectuar - en base al valor de probabilidad previamente determinado - una indicación acerca de la probabilidad que ha de ser asignada al comportamiento del conductor dentro de una determinada fase de cansancio de toda una multitud de fases o escalonamientos de cansancio o fatiga, previamente establecidos y elegidos de forma apropiada. Conforme a la presente invención, una asignación de este tipo es efectuada siempre teniendo en consideración el ángulo del volante de dirección actualmente registrado.

De una manera conveniente, esta asignación a las fases de cansancio previamente establecidas puede ser precisada más por el hecho de que -aparte del ángulo del volante de dirección como el primer indicador- también son tenidos en consideración otros indicadores de una falta de atención del conductor, los cuales pueden ser observados y como son, por ejemplo, el comportamiento del conductor en cuanto al cierre de los párpados o el tiempo de reacción del mismo.

Existe, asimismo, la ventaja de que la valoración del cansancio del conductor pueda ser precisada aún más por el hecho de que para esta apreciación no solamente son tenidas en cuenta los valores actualmente registrados, sobre todo de los indicadores antes mencionados, sino también los escalonamientos de un cansancio, los cuales se había efectuado en el reciente pasado. Con otras palabras, esta forma de proceder hace posible una comprobación de la nueva apreciación por plausibilidad y por tener en consideración el hecho de que el cansancio del conductos no es un fenómeno, que se presenta de repente para luego desaparecer, sino este fenómeno varía más bien de forma constante conforme pase el tiempo.

De una manera conveniente, el procedimiento reivindicado no solamente facilita -tal como descrito hasta ahora- sacar una conclusión sobre el cansancio del conductor como la causa de la detectada falta de atención. Este procedimiento permite también sacar conclusiones sobre otras causas de una detectada falta de atención las cuales pueden consistir, por ejemplo, en una conversación mantenida con el acompañante del conductor o en la manipulación de un dispositivo como, por ejemplo, la radio o la guantera dentro del vehículo.

Con el fin de aumentar la fiabilidad de una indicación sobre la atención o la falta de atención del conductor del vehículo, es recomendable evaluar no solamente el resultado de la puesta en relación conforme al primer ejemplo de realización o al segundo ejemplo de realización sino, en lugar de ello, fundamentar esta indicación sobre una multitud de tales resultados del enlace o de la puesta en relación. Para ello, esta multitud puede consistir tanto en solamente los resultados del primer ejemplo de realización o del segundo ejemplo de realización, pero también en una mezcla de los resultados del primer ejemplo de realización y del segundo ejemplo de realización. Concretamente, una indicación sobre la falta de atención del conductor puede ser tomada con mayor fiabilidad por el hecho de que cada resultado, procedente de un tal enlace, está ponderado con un factor de ponderación, que le está asignado, para obtener finalmente de la cantidad disponible de los resultados ponderados de un enlace o de la puesta en relación -a través de la formación de un valor medio matemático- un resultado ponderado del enlace. Este resultado ponderado del enlace representa luego -en comparación con un resultado no ponderado del enlace- una medida más fiable para la gravedad de la falta de atención del conductor durante la conducción del vehículo en un momento determinado.

Es, finalmente, de ventaja que sobre todo el conductor del vehículo sea informado -en forma de una señal de advertencia óptica o acústica- sobre la detectada falta de atención.

Otras convenientes formas de realización del procedimiento constituyen el objeto de las reivindicaciones secundarias.

El arriba indicado objeto de la presente invención es conseguido, además, por medio de un programa de ordenador para llevar a efecto el procedimiento aquí descrito; a través de un soporte de datos con este programa de ordenador; así como por medio de un aparato de control para la realización del referido procedimiento. Las ventajas de estas soluciones corresponden a las ventajas anteriormente mencionadas en relación con el procedimiento aquí descrito.

De una manera conveniente, este programa de ordenador necesita ser programado -por lo menos para algunos tipos de vehículos- solamente una vez, y el mismo puede ser implementado luego en todos los vehículos de una serie correspondiente.

En los planos adjuntos indican:

La Figura 1 - un aparato de control conforme a la presente invención;

La Figura 2 - Un ejemplo para el desarrollo del ángulo del volante de dirección α al estar presente una falta de atención del conductor, conforme a la presente invención;

La Figura 3a - El desarrollo del procedimiento de la presente invención según un primer ejemplo de realización;

Las Figuras 3b y 3c - En combinación con la Figura 3a, el desarrollo del procedimiento de la presente invención según un segundo ejemplo de realización;

La Figura 4 - Una función sigmoidea;

La Figura 5 - Un primer diagrama sobre causa/efecto;

La Figura 6 - Las distribuciones Gauss para distintas fases de magnitud en las cuales se puede presentar un valor de probabilidad, que representa la falta de atención del conductor, así como

La Figura 7 - Un segundo diagrama de causa/efecto.

La Figura 1 muestra un aparato de control 100 para llevar a efecto el procedimiento de la presente invención para la detección de una falta de atención del conductor de un vehículo, en especial de un vehículo automóvil. De forma preferente, el aparato de control está montado dentro del vehículo (no indicado aquí), y el mismo comprende un sensor de ángulo de volante de dirección 110 para registrar el ángulo actual x del volante de dirección, es decir, el movimiento de dirección, efectuado por el conductor. El aparato de control 100 comprende, además, un dispositivo de mando 120 que preferentemente está realizado en forma de un microcontrolador. Este dispositivo de mando 120 registra una señal, que es producida por el sensor 110 del ángulo del volante de dirección, y la misma representa el ángulo x del volante de dirección.

El ángulo x del volante de dirección representa un primer indicador -y, conforme a la presente invención, el indicador preferido- para una falta de atención del conductor. Aparte del ángulo del volante de dirección, el dispositivo de mando 120 puede, como principio, recibir así como evaluar también las señales de otros sensores, 112 y 114, como unos indicadores adicionales de la falta de atención del conductor. Estas señales de los sensores adicionales no las tomamos, de momento, en consideración, si bien las mismas son mencionadas más abajo en esta descripción.

A efectos de la detección de una falta de atención del conductor es así, que en el dispositivo de mando 120 se desarrolla un programa de ordenador 122, que detecta la falta de atención según el procedimiento de la presente invención -el cual está descrito a continuación- a través de la evaluación del ángulo x del volante de dirección, como el indicador preferente. Al ser detectada una falta de atención del conductor, es conveniente que el dispositivo de mando 120 active un dispositivo de advertencia 130 con el fin de que éste pueda emitir un aviso de advertencia acústica u óptico para el conductor. En base a este aviso de advertencia, al conductor se le indica su comportamiento de una falta de atención durante la conducción del vehículo, y se le da la oportunidad de restablecer su atención.

En la Figura 2 está indicado un desarrollo típico del ángulo del volante de dirección, tal como el mismo se presenta al ser detectada -por medio de la presente invención- una falta de atención del conductor. Este desarrollo es típico para la existencia de una falta de atención del conductor en el sentido de que el desarrollo comprende, en primer lugar, una fase de inactividad de la dirección LR, en la que el mismo no se modifica esencialmente; según lo indicado en la Figura 2, el ángulo X del volante de dirección permanece, durante esta fase de inactividad de la dirección LR, dentro de la zona de desviación ΔX , que está delimitada por las dos líneas horizontales y paralelas entre sí. Para la existencia de una falta de atención en el sentido de la presente invención, es característica luego una muy fuerte o violenta actividad de la dirección, la cual se produce a continuación de esta fase de inactividad de la dirección. Esta violenta actividad de la dirección LA, está representada en la Figura 2 por la subida empujada del ángulo X del volante de dirección al final de la fase de inactividad.

La Figura 3 representa el procedimiento de la presente invención, el cual es llevado a efecto por medio del aparato de control 100 arriba descrito. Los pasos del procedimiento, S0 hasta S8, que están indicados en la Figura 3a, representan, antes que nada, un primer ejemplo de realización para este procedimiento. Seguidamente, este ejemplo de realización está descrito, en primer lugar, de una forma continua y coherente. Para este primer ejemplo de realización pueden ser desdeñadas las desviaciones A, B, C y D, indicadas en la Figura 3a; las mismas tan sólo son de relevancia para la descripción del segundo ejemplo de realización, la cual está relacionada a continuación de la descripción del primer ejemplo de realización.

Primer ejemplo de realización

Después de un paso de iniciación S0, el primer ejemplo de realización según la Figura 3a tiene previsto, en primer lugar, registrar un movimiento de la dirección en el volante de dirección del vehículo, es decir, registrar el comportamiento de dirección del conductor en forma de un ángulo x del volante de dirección (Paso S1 del procedimiento). A continuación, y sobre la base del registrado ángulo x del volante de dirección se produce, en un segundo paso S2, la detección de la fase de inactividad de la dirección LR; véase la Figura 2. También en el paso S2 tiene lugar entonces la determinación de una relación de variancias $vv(x, t_1)$ como el cociente de una segunda variancia del ángulo de volante de dirección x con respecto a una primera variancia de este ángulo. A este efecto, la primera variancia del ángulo de volante de dirección $v(x, t_1 - \Delta t)$ es calculada, en un momento más temprano $t_1 - \Delta t$, según la siguiente fórmula (1):

$$v(x, t_1 - \Delta t) = \text{var}(x(t_1 - \Delta t), \dots, x(t_1 - \Delta t - T)) = \frac{1}{T} \sum_{t=t_1-\Delta t}^{t_1-\Delta t-T} (x(t) - \bar{x})^2 \quad (1)$$

en la que representa:

$x(t_1 - \Delta t)$ el ángulo x del volante de dirección en el momento $t_1 - \Delta t$;

5 Δt una multitud del intervalo de exploración;

T una ventana temporal de observación;

$T_1 - \Delta t$ el momento de la observación;

10 $\bar{x}$ un valor medio temporal del ángulo x del volante de dirección ponderado sobre la ventana temporal de observación T ; así como

var la función matemática de variancia.

15

La segunda variancia del ángulo de dirección $v(x, t_1)$ es calculada según la siguiente fórmula (2):

20

$$v(x, t_1) = \text{var}(x(t_1), \dots, x(t_1 - T)) = \frac{1}{T} \sum_{t=(t_1-T)}^{(t_1-T)} (x(t) - \bar{x})^2 \quad (2) ,$$

25

En este caso, las variables tienen aquí el mismo significado como en la fórmula (1), con la única diferencia de que las mismas son observadas en el momento de observación t_1 .

30 Seguidamente, de la primera y de la segunda variancia del ángulo de volante de dirección es calculada la relación de variancia $vv(x, t_1)$ como sigue:

35

$$vv(x, t_1) = \frac{v(x, t_1)}{v(x, t_1 - \Delta t)} \quad (3)$$

40 La relación de variancias, determinada en el paso S2 del procedimiento, representa una medida fiable para la gravedad de la falta de atención del conductor durante la conducción del vehículo en el momento t_1 y esto por el hecho de que la misma registra, de una manera eficaz, el comportamiento típico de dirección o conducción de un conductor con una falta de atención de éste. Tal como esto ya ha sido indicado más arriba y con referencia a la Figura 2, el comportamiento típico durante la conducción y a una falta de atención está caracterizado por una primera fase de inactividad de la dirección LR -con o sin una actividad de la dirección, la que es solamente reducida- así como por una
45 segunda fase de actividad de la dirección LA, con unos movimientos extraordinariamente violentos de la dirección, la cual tiene lugar a continuación de la primera fase. En un momento de observación más temprano, $t_1 - \Delta t$, la primera fase conduce a una reducida magnitud de la primera variancia. La segunda fase, en cambio, conduce - sobre todo en el momento t_1 - a un valor considerablemente mayor de la segunda variancia. Visto en su conjunto, de ello resulta un
50 valor más pequeño para el denominador así como un valor mayor para el numerador de tal manera que, en base a estos dos efectos, sea formado en total un mayor valor para la relación de variancias. Mientras que la relación de variancias sea ≤ 1 , esto indica que el conductor presta atención. Tan sólo al tomar la relación de variancias un valor mayor de 1, se puede deducir que el conductor del vehículo no presta al tráfico rodado la necesaria atención.

55 En teoría, el valor de la relación de variancias puede ser de cualquier magnitud. Sin embargo, los valores de una magnitud a discreción de este tipo son poco apropiados para poder clasificar, con la suficiente exactitud, la falta de atención del conductor.

60 Por consiguiente, según una variante especial del procedimiento de la presente invención, dentro del siguiente paso S3 del procedimiento esta relación de variancias es convertida en un valor de probabilidad. Esta conversión es efectuada - preferentemente por medio de una función sigmoidea, que está indicada en la Figura 4 - con un valor de umbral SW que, de manera apropiada, es establecido previamente. En la función sigmoidea, representada en la Figura 4, este valor de umbral SW es igual a 2. Esto quiere decir que - con una relación de variancias $vv(x, t_1)$ de 2, la cual está indicada en la abscisa de la Figura 4 - existe una probabilidad $P(U_n)$ con $n = 1$ (primer indicador) de 0,5, o sea, de un 50% de que el conductor del vehículo haya estado desatento en el momento t_1 . Tal como esto puede ser apreciado
65 en el gráfico de la función sigmoidea de la Figura 4, esta probabilidad $P(U_1)$ puede - como principio y en función de la magnitud de la relación de variancias - ser de un valor entre 0 y 100%.

La función sigmoidea asegura una transición suave desde una atención total, correspondiente a un valor de probabilidad de 0 para la momentánea falta de atención, hasta una falta completa de atención, correspondiente a un valor de la falta de atención de 1 = 100%. De forma matemática, la función sigmoidea, indicada en la Figura 4, es calculada según la siguiente fórmula (4), en la que representa:

$$P(U_1) = \frac{1}{1 + e^{-v v(x, t_1) - S}} \quad (4),$$

$P(U_1)$ la probabilidad de una falta de atención del conductor durante la conducción del vehículo; en este caso

U_1 es un incidente de falta de atención, detectado por medio del primer indicador (ángulo del volante de dirección: $n = 1$), mientras que

S representa el valor de umbral.

Las evaluaciones del ángulo x del volante de dirección, las cuales se han efectuado hasta ahora - es decir, hasta el paso S3 del procedimiento - han facilitado el conocimiento de la existencia o de la ausencia de una falta de atención del conductor en el momento t_1 . Una evaluación ulterior de los conocimientos obtenidos hasta ahora - preferentemente por medio de un modelo dinámico de probabilidades - permite, además, sacar conclusiones sobre las posibles causas de una detectada falta de atención. Por consiguiente, mediante los pasos S4 hasta S6 del procedimiento, los cuales se describen a continuación, queda indicado un procedimiento a través del cual puede ser detectado con qué probabilidad puede ser el cansancio la causa de la falta de atención, observada en el conductor.

En la Figura 5 está representada la relación - que se acaba de describir - entre el cansancio y la causa de la resultante falta de atención del conductor durante la conducción del vehículo. Las flechas, aquí previstas, indican desde la causa cansancio hasta los distintos efectos posibles, sobre todo hacia una falta de atención durante la conducción del vehículo (indicador 1). No obstante, aparte del efecto de la falta de atención, el cansancio puede tener otros efectos observables como, por ejemplo, un comportamiento de cierre de párpados, que se presenta con frecuencia (indicador 2), o una más lenta capacidad de reacción (indicador 3).

Con el fin de poder sacar - al ser detectada la incidencia de una falta de atención durante la conducción del vehículo - conclusiones sobre el cansancio del conductor es así, que según la presente invención es determinada, en el paso S4 del procedimiento, un primer vector de probabilidad $O_{n=1}$, cuyos respectivos elementos $O_{n=1, kn=1}$ representan unos correspondientes valores de probabilidad para que el valor de probabilidad $P(U_1)$ se pueda presentar en los individuales grados de magnitud, previamente determinados y elegidos de manera apropiada, k_n con $k_n \in \{1...K\}$. El parámetro n representa aquí un respectivo indicador elegido, mientras que $n = 1$ representa, como indicador, el comportamiento de dirección o el ángulo del volante de dirección.

En la Figura 6 está indicada la determinación del primer vector de probabilidad $O_{n=1}$. Aquí es así, que en la abscisa está indicado el valor de probabilidad $P(U_1)$ entre 0 y 100%, el que había sido determinado en el anterior paso S3 del procedimiento y el cual representa la probabilidad de una falta de atención del conductor durante la conducción del vehículo en el momento t_1 . En el paso S4 del procedimiento debe estar ahora indicado el anteriormente determinado valor de probabilidad $P(U_1)$, que ha de estar asignado a los grados de magnitud $k_1 \in \{1...K\}$, definidos de forma apropiada. En el ejemplo de realización, indicado en la Figura 6, para el indicador 1 se han establecido tres grados de magnitud "ligero" ($k_1 = 1$); "mediano" ($k_1 = 2$) y "elevado" ($k_1 = 3$) (Véase la Figura 5), los que en la Figura 6 están representados a través de una propia función Gauss. Por lo tanto, el número de los grados de magnitud para el indicador 1 es, según este ejemplo, $k_1 = 3$.

Según el caso de aplicación, estas funciones Gauss para los respectivos grados de magnitud han de ser parametrizados de una manera apropiada en cuanto a su número y respecto a los parámetros como, por ejemplo, a sus centros o a sus variancias. Tal como esto puede ser observado en la Figura 6, después de la realización del paso S4 del procedimiento, a un valor de probabilidad $P(U_1)$ de 0,33 para la falta de atención del conductor, el cual es tomado a título de ejemplo, está asignada una probabilidad del 70% para que este valor de probabilidad se presente solamente con una ligera magnitud. Con una probabilidad del 28% se presenta el calculado valor de probabilidad con una magnitud mediana, mientras que este valor de probabilidad se presenta con solamente un 2% en cuanto a una magnitud elevada.

Expresado de otra manera, con el ejemplo indicado en la Figura 6 se obtiene - para el supuesto valor de probabilidad de 0,33 para la falta de atención del conductor en el momento t_1 - la indicación de que la probabilidad de una falta de atención del conductor con una posibilidad del 70% era solamente de una magnitud ligera, es decir, el conductor estaba atento con una probabilidad del 70%. De la misma manera, se obtiene la indicación de que el conductor estaba medianamente atento con una probabilidad del 28% y de que el mismo estaba atento en un grado elevado con una probabilidad del 2% solamente.

En el siguiente paso S5 del procedimiento puede ser definido ahora cualquier número de grados del cansancio, a los cuales están asignadas las condicionadas probabilidades entre estos grados y la observada incidencia de la falta de atención en la dirección del vehículo. Según el ejemplo de la Figura 5, se ha previsto un total de tres fases de cansancio, o sea, “despierto”, “ligeramente cansado” y “cansado”. En este caso, las condicionadas probabilidades pueden ser asignadas - todavía dentro del paso S5 del procedimiento - en forma de una matriz B entre cada una de estas fases del cansancio y uno de los grados de magnitud arriba descritos. Esta matriz B comprende un número total de elementos de matriz, el cual está calculado en base al producto del número de grados de magnitud, multiplicado por el número de fases de cansancio, previamente establecido. Con los tres grados de magnitud, “ligero”, “mediano” y “elevado”, para la incidencia de una falta de atención en la conducción así como con las tres fases de cansancio arriba indicadas, se obtiene para la matriz B un número total de $3 * 3 = 9$ condicionadas probabilidades. Una de estas probabilidades puede indicar, por ejemplo, la magnitud de la probabilidad de que una incidencia de la falta de atención durante la conducción se produzca dentro del grado de magnitud “elevado”, y de que este modelo de probabilidades se encuentre en “despierto” dentro de la primera fase del cansancio. Estas condicionadas probabilidades tienen que ser parametrizadas de una manera apropiada.

Con el vector de probabilidad $O_{n=1}$, que ha sido determinado dentro del paso S5, y con la calculada matriz B existe ahora la posibilidad de determinar - en el paso S6 del procedimiento - un vector de probabilidad del cansancio S' , cuyos elementos representan las respectivas probabilidades P (fase de cansancio), habida cuenta de que la registrada falta de atención del conductor durante la conducción del vehículo está asignada a las individuales fases del cansancio, las cuales han sido establecidas previamente y son elegidas de manera apropiada. El cálculo del vector de probabilidad de cansancio S' es efectuado según la siguiente fórmula (5):

$$S'(t) = O_1^T \cdot B_1 \quad (5),$$

en la que representa:

$O_{n=1}^T$ la transpuesta del primer vector de probabilidad; así como

B_1 la matriz B del indicador registrado para las faltas de atención, el cual está representado por el índice 1.

La prescripción de cálculo (5), que se acaba de describir para calcular el vector de probabilidad de cansancio S' , tiene el inconveniente de que la misma está basada solamente en una evaluación del ángulo α del volante de dirección como el indicador ($n = 1$). En la Figura 5, para el cálculo del vector de probabilidad de cansancio no son tenidas en consideración, sin embargo, las otras repercusiones observables del cansancio, tal como las mismas están reflejadas en la Figura 5 a través de los indicadores 2 (por ejemplo, la frecuencia de cerrar los párpados) o el indicador 3 (por ejemplo, el tiempo de reacción).

No obstante, existe asimismo la posibilidad de emplear, para el cálculo de un más preciso vector de probabilidad de cansancio S'' , tanto los indicadores, 2 y 3, como otros indicadores apropiados n como son, por ejemplo, el ángulo de cabezales del vehículo, el comportamiento en cuanto a guardar la distancia respecto al vehículo que va por delante, o una salida del carril de conducción, siempre que ésta pueda ser medida. A este efecto, los respectivos pasos S4 y S5 anteriormente descritos no solamente tienen que ser efectuados para el observado ángulo del volante de dirección como el indicador $n = 1$, sino también - y de forma separada (paso S5a del procedimiento) - para los otros indicadores deseados, como son el comportamiento del cierre de párpados ($n = 2$) y/o el tiempo de reacción ($n = 3$), etc. En este caso, en el transcurso del paso S4 del procedimiento ha de ser fijado, de forma individual para cada indicador n , un respectivo número de grados de magnitud k_n con $k_n = 1 \dots K$. Este número de los grados de magnitud k_n corresponde entonces al respectivo número de elementos de un vector de probabilidad O_n , que está asignado al indicador correspondiente. Cada uno de estos elementos $O_n k_n$ representa las respectivas probabilidades $P(O_n, k_n)$ de que los valores de probabilidad $P(U_n)$ para los otros indicadores de la falta de atención $n = \dots N$ estén individualmente predeterminados - aparte de la falta de atención en la dirección $n = 1$ - en cada uno de los indicadores, y de que se presenten unos grados de magnitud k_n elegidos de una manera apropiada.

También para estos otros indicadores n ha de ser establecida - previamente y de forma individual así como conforme al paso S5 del procedimiento - una correspondiente matriz B_n . En base a los datos, que entonces están disponibles, el más preciso vector de probabilidad de cansancio S'' es calculado entonces, dentro del paso S6, según la siguiente fórmula (6):

$$S''(t) = \prod_{n=1}^N O_n^T \cdot B_n \quad (6),$$

ES 2 300 844 T3

en la que representa:

n el indicador n para la falta de atención del conductor;

5 k_n el elemento k del vector O_n o el grado de magnitud k para el indicador n ;

O_n^T La transpuesta de un vector de probabilidad;

10 B_n la matriz de acondicionadas probabilidades entre las fases de cansancio, individualmente establecidas con antelación, y una incidencia de falta de atención, representada por el indicador n ; así como

N el número de los indicadores empleados.

15 En las dos variantes, hasta ahora descritas para el cálculo del vector de probabilidad de cansancio S , la conclusión sobre la fase de cansancio, que exista más probablemente, ha sido sacada solamente sobre la base de la gravedad de una detectada incidencia de la falta de atención, sea en base a una misma incidencia de la falta de atención detectada, sea en base a otros acontecimientos detectados adicionalmente, como son el comportamiento del cierre de párpados o un más corto tiempo de reacción. Una ulterior precisión de esta conclusión - desde la observada falta de atención
20 en retorno hacia una existente fase de cansancio como la causa de esta falta de atención - puede ser conseguida por el hecho de que, aparte de la gravedad de la incidencia de falta de atención, también es tenida en consideración la más probable fase de cansancio, que queda determinada dentro de un paso temporal anterior. De este modo, está asegurado que una incidencia de falta de atención, que ha sido detectada una vez o por primera vez, ya pueda conducir inmediatamente a una conclusión sobre una elevada fase de cansancio. Esto sería, además, contrario a la característica
25 real del cansancio en el sentido de que el cansancio es, como principio, un fenómeno que no se produce de repente sin que se constituye lentamente en el transcurso de un determinado tiempo.

Por consiguiente, en las tres fases de cansancio arriba mencionadas y descritas en la Figura 5, los cambios de una fase de cansancio a la otra fase de cansancio están acompañadas de unas probabilidades de distintas condiciones. En el
30 marco del modelo de probabilidades, las condicionadas probabilidades son previamente establecidas, de una manera apropiada y preferentemente en forma de una matriz A . Estas condicionadas probabilidades dentro de la matriz A deberían sobre todo indicar que una transición directa - como, por ejemplo, desde la fase de cansancio 1 "despierto" hacia la fase de cansancio 3 "cansado" - es esencialmente menos probable que un cambio directo desde la fase 1 hacia la fase 2 "ligeramente cansado" en la que, en relación con la fase 1, ya podían ser detectadas unas primeras mermas
35 en la atención del conductor. Además, la parametrización de la matriz A debería tener en consideración también que las transiciones desde un estado despierto hacia un estado de mayor cansancio tienen lugar con otras condicionadas probabilidades que las transiciones desde un estado cansado hacia un estado despierto.

Teniendo adicionalmente en consideración la fase de cansancio más probable, determinada previamente dentro
40 del paso temporal, el vector de probabilidad de cansancio S''' - que con ello queda precisado aún más - es calculado después, dentro del paso S_7 , según la siguiente fórmula recursiva (7):

$$S'''(t_1) = S''(t_1) \cdot A \cdot S'''(t_1 - 1) \quad (7),$$

45 en la que representa:

$S''(t_1)$ el precisado vector de probabilidades de cansancio S'' , sin tener en cuenta la fase de cansancio de mayor probabilidad, la que anteriormente había sido determinada en el paso temporal;

50 A la matriz de las condicionadas probabilidades entre una fase de cansancio dentro del último paso temporal y una fase de cansancio actual; así como

55 $S'''(t_1 - 1)$ el precisado vector de cansancio S''' dentro del paso temporal $t_1 - 1$.

Para iniciar el cálculo recursivo del precisado vector de probabilidad de cansancio S''' según la fórmula (7) como la tercera variante, es recomendado emplear un valor inicial de $S'''(0) = (1, 0, 0)^T$.

60 Expresado de otra manera, el cálculo más preciso del vector de probabilidad de cansancio S''' según la fórmula (7) surte el efecto de un alisamiento del vector de cansancio por el tiempo, o bien el mismo impide que una incidencia de la falta de atención, detectada por primera vez, pueda conducir inmediatamente a una variación en la supuesta fase de cansancio, supuesta como la causa más probable del detectado acontecimiento de la falta de atención. A través de una parametrización apropiada, sobre todo de la matriz A , queda asegurado, además, que - a la inversa - una gran
65 atención, detectada de repente en el conductor, no pueda conducir directamente a una inferior fase de cansancio si inmediatamente antes se había detectado todavía una muy elevada fase de cansancio como la probable causa de una detectada falta de atención.

El procedimiento hasta ahora descrito pretendía siempre sacar - en base a una registrada falta de atención en la dirección o conducción del vehículo así como, de forma opcional, también en base a otros indicadores más de una falta de atención del conductor - la conclusión de que cierta fase de cansancio sea la causa de la detectada falta de atención. Esto está gráficamente representado en la Figura 7, en la que las flechas indican de una causa hacia un efecto. Sin embargo, en la Figura 7 también puede ser observado, en base a la extensión de las flechas, que el cansancio - conforme a un modelo tomado como base - es la única causa de los indicadores 2 (el comportamiento del cierre de párpados) y 3 (un más corto tiempo de reacción), pero que este cansancio no tiene porque ser necesariamente la única causa de una detectada falta de atención en la conducción. La causa para una distracción también puede ser una conversación mantenida, por ejemplo, con el acompañante del conductor o bien una manipulación, realizada en un elemento de uso como, por ejemplo, la radio o la guantera del vehículo. Si, aparte de las incidencias de falta de atención o de los indicadores mencionados hasta ahora, son registradas adicionalmente también otras posibles causas de una distracción por medio de unos sensores apropiados - como, por ejemplo, de un micrófono 112 o de una cámara 114 (Véase la Figura 1) - resulta, que a través de la evaluación de estas registradas incidencias y por medio del modelo de probabilidades, puede ser conseguida una indicación acerca de la probabilidad de una distracción del conductor como, por ejemplo, en base a una conversación mantenida o de una manipulación efectuada, con la que el cansancio puede ser supuesto como la causa de la observada falta de atención.

Finalmente, la falta de atención del conductor, la cual es detectada por una de las variantes del primer ejemplo de realización, es comparada con un criterio de errores, sobre todo con un respectivo valor de umbral que, de una manera apropiada, está determinado previamente, con el fin de emitir luego - en función del resultado de esta comparación - una señal de advertencia al conductor (paso S8 del procedimiento según lo indicado en la Figura 3a).

Segundo ejemplo de realización

El segundo ejemplo de realización del procedimiento de la presente invención si bien es, como principio, independiente del primer ejemplo de realización, el mismo comprende, sin embargo, algunos pasos individuales del procedimiento, los cuales proceden del primer ejemplo de realización. Una diferencia fundamental entre el primer ejemplo de realización y el segundo ejemplo de realización consiste en el hecho de que en el primer ejemplo de realización coinciden entre si - en forma de cálculo de la relación de variancias - la detección de una fase de actividad de la dirección LA y el cálculo de un resultado del enlace entre la magnitud de la fase de inactividad de la dirección LR y la magnitud de la fase de actividad de la dirección LA. El segundo ejemplo de realización ofrece, en cambio, la ventaja de que no solamente la fase de inactividad de la dirección LR, sino también la fase de actividad de la dirección LA, que tiene lugar a continuación de la primera, así como el enlace - realizado según la presente invención - entre las magnitudes de estas dos fases pueden ser llevados a efecto, de forma separada, como unos pasos independientes del procedimiento, tal como esto será descrito a continuación con más detalles, haciendo para ello referencia a las Figuras 3a, 3b y 3c.

Después del paso de iniciación SO, el segundo ejemplo de realización según la Figura 3a tiene previsto registrar, antes que nada, el movimiento de dirección, efectuado en el volante de dirección del vehículo, es decir, registrar el comportamiento de dirección del conductor en forma de ángulo α del volante de dirección (paso S1 del procedimiento); en cuanto a ello, son todavía coincidentes entre si el primer ejemplo de realización y el segundo ejemplo de realización. En el segundo ejemplo de realización no es efectuado ahora el paso S2 del procedimiento, el cual está indicado en la Figura 3a, sino el procedimiento se ramifica, a través de la marca A, hacia la Figura 3b, en la que dentro del paso S2/2 del procedimiento es determinada, en primer lugar, la magnitud de la fase de inactividad de la dirección. Esta magnitud en primer lugar, la magnitud de la fase de inactividad de la dirección. Esta magnitud de la fase de inactividad de la dirección se refiere sobre todo a la duración de la misma. Una fase de inactividad de la dirección está presente durante el tiempo en el que el ángulo de volante de dirección del vehículo se encuentre dentro del intervalo previamente determinado del ángulo del volante de dirección $\Delta\alpha$; véase la Figura 2. El tiempo, durante el cual existe esta situación, representa luego la magnitud de la fase de inactividad de la dirección LR.

A continuación, dentro de un paso S3/2 del procedimiento, es detectada la magnitud de una fase de actividad de la dirección, la cual se produce a continuación de la detectada fase de inactividad de la dirección. A este efecto, es determinado el gradiente máximo del ángulo de la dirección, el cual se produce aquí. En la Figura 2, este gradiente está representado en forma de la inclinación del ángulo del volante de dirección, tal como la misma se presenta después de que el ángulo del volante de dirección haya abandonado el intervalo $\Delta\alpha$ del ángulo de volante de dirección.

El resultado del enlace según el segundo ejemplo de realización, el cual ha sido determinado dentro del paso S4/2 del procedimiento, puede ahora ser evaluado y procesado de distintas maneras.

Una primera posibilidad consiste en el hecho de que este resultado sea normalizado por medio de, por ejemplo, una función sigmoidea. Esta posibilidad está representada en la Figura 3b a través de la marca B, que se ramifica en la entrada del paso S3 del procedimiento, la que está indicada en la Figura 3a. En este caso, no solamente puede ser realizado el paso S3 del procedimiento, sino también pueden ser llevados a efecto todos los demás pasos, S4 hasta S8 del procedimiento, tal como anteriormente descrito con referencia a la Figura 3a.

Una segunda posibilidad para el ulterior procesamiento del resultado del enlace o de la puesta en relación, el cual se ha obtenido en el paso S4/2 del procedimiento, consiste en el hecho de que este resultado - si bien es normalizado

todavía por medio de la función sigmoidea dentro del paso S3 del procedimiento - no es, sin embargo, evaluado más según el paso S4 etc. del procedimiento, sino el mismo es procesado ulteriormente en el paso S9 del procedimiento según lo indicado en la Figura 3c, tal como esto está representado en la Figura 3a a través de la marca C. Con este paso del procedimiento, queda reflejado que el anteriormente efectuado cálculo del resultado del enlace debe ser efectuado varias veces - sea según el primer ejemplo de realización en el paso S2 o según el segundo ejemplo de realización en el paso S4/2 del procedimiento - dentro de un intervalo de tiempo de medición previamente determinado. La repetida realización del cálculo de los resultados del enlace, en distintos momentos t_i y con $i = 1 - I$ durante el intervalo del tiempo de medición, conduce a que al final de este intervalo de tiempo de medición se dispone, de forma preferente, de una multitud de resultados del enlace. Tal como descrito hasta ahora, estos resultados del enlace son tomados preferentemente en la salida del paso S3 del procedimiento, teniendo en cuenta que los mismos están aquí presentes en su forma normalizada. No obstante, y como alternativa, los resultados del enlace, los cuales se han obtenido directamente en los pasos S2 y S4/2 del procedimiento, también pueden ser recogidos y memorizados directamente en el paso S9 del procedimiento. Dentro del paso S10 del procedimiento, resulta que estos resultados del enlace son ponderados de una manera individual por el hecho de que a cada uno de los mismos está asignado un factor de ponderación. Estos factores de ponderación representan la respectiva situación en la conducción del vehículo o la actual distracción en aquél momento al cual se refiere el resultado del enlace.

Finalmente, dentro del paso S11 de procedimiento, un ponderado resultado del enlace o de la puesta en relación es calculado a través de la formación matemática - preferentemente ponderada de forma aritmética - de un valor medio de los resultados del enlace, los cuales se han obtenido durante el intervalo de medición, teniendo en consideración los factores de ponderación, asignados a éstos últimos.

Teniendo en cuenta la hora del día, es decir, unos factores circadianos y/o el tiempo, los factores de ponderación quedan fijados desde el comienzo del viaje. Con el resultado ponderado del enlace, se dispone de una medida muy fiable - que sobre todo puede ser determinada de una manera relativamente sencilla y rápida - de la gravedad de la falta de atención del conductor durante la conducción del vehículo. A continuación, este ponderado resultado del enlace es sometido - dentro del paso S8 del procedimiento, preferentemente según lo indicado en la Figura 3c, en relación con la Figura 3a, así como a través de la marca D - a un criterio de errores, y el mismo es evaluado a los efectos de emitir una señal de advertencia al conductor. Este criterio de errores es considerado como cumplido si la suma de todos los resultados de enlace, calculados en los últimos minutos x , estén ponderados y sobrepasen - con su factor individual de ponderación - un valor de umbral previamente determinado.

La hasta ahora descrita segunda posibilidad para el ulterior procesamiento del resultado del enlace - el cual es obtenido en el paso S4/2 del procedimiento según el segundo ejemplo de realización - a través de los pasos S9 hasta S11 existe, de igual manera, también para el resultado del enlace, el cual se ha obtenido en la fase S2 del procedimiento según el primer ejemplo de realización.

Una tercera posibilidad para el ulterior procesamiento del resultado de enlace, el cual procede del paso S2 o del paso S4/2, consiste en la forma de realización de los pasos S4 hasta S7 así como S9 hasta S11, la cual es preferentemente paralela en cuanto al tiempo.

Los dos ejemplos de realización del procedimiento de la presente invención, conjuntamente con todas sus variantes, son llevados a efecto preferentemente en forma de por lo menos un programa de ordenador. Dado el caso, este programa de ordenador puede estar memorizado - en conjunto con otros programas de ordenador - en un soporte de datos. Este soporte de datos puede ser, por ejemplo, un disquete, un disco compacto, una llamada memoria relámpago u otro medio similar. En este caso, el programa de ordenador, memorizado en el soporte de datos, puede ser vendido como un producto a un cliente. Como alternativa a una transmisión mediante un soporte de datos, existe asimismo la posibilidad de la transmisión por medio de una red de comunicación, sobre todo a través de Internet.

REIVINDICACIONES

1. Procedimiento para detectar cuándo el conductor de un vehículo, en especial de un vehículo automóvil, cometa una falta de atención; procedimiento éste que comprende los pasos siguientes:

- Registrar el movimiento del volante de dirección del vehículo en forma de un ángulo x del volante de dirección (paso S1 del procedimiento); y

- Detectar una fase de inactividad de la dirección y determinación de la magnitud de esta fase de inactividad por evaluar el registrado ángulo del volante de dirección y/o la variación del ángulo en el tiempo;

- Detectar una actividad de la dirección, la cual tiene lugar a continuación de la fase de inactividad de la dirección, así como determinar la magnitud de la actividad de la dirección por evaluar la variación en el ángulo del volante de dirección durante el tiempo; así como

- Determinación de una medida para la gravedad de la falta de atención del conductor durante la conducción del vehículo a través de la evaluación del resultado de un enlace o de una puesta en relación de la magnitud de la fase de inactividad de la dirección y de la magnitud de la actividad de la dirección; procedimiento éste que está **caracterizado** por:

- Realizar este enlace en unos momentos distintos t_i durante un intervalo del tiempo de medición, el cual es previamente determinado;

- Memorizar los respectivos resultados de los enlaces en los momentos t_i conjuntamente con los asignados factores de ponderación, que representan la situación de la conducción del vehículo o la distracción actual del conductor en el respectivo momento t_i ; así como por:

- Calcular un resultado ponderado del enlace a través de la formación matemática, preferentemente aritmética, de un valor medio de los resultados, memorizados durante el intervalo del tiempo de medición, teniendo en consideración los factores de ponderación asignados a los mismos.

2. Procedimiento conforme a la reivindicación 1) y **caracterizado** porque los factores de ponderación son calculados teniendo en consideración unos factores de influencia circadianos y/o el tiempo desde el comienzo del viaje.

3. Procedimiento conforme a las reivindicaciones 1) o 2) y **caracterizado** por la emisión de una información, sobre todo de un aviso de advertencia acústico u óptico al conductor del vehículo, al sobrepasar el resultado - preferentemente ponderado - un valor de umbral previamente determinado.

4. Procedimiento conforme a las reivindicaciones 1), 2) o 3) y **caracterizado** porque la magnitud de la fase de inactividad de la dirección es determinada en el momento $t_1 - \Delta T$ y en forma de una primera variación en el ángulo del volante de dirección y/o en el momento t_1 y en forma de una segunda variación en el ángulo del volante de dirección, cada vez en función del registrado ángulo x del volante de dirección.

5. Procedimiento conforme a la reivindicación 4) y **caracterizado** porque la primera variación en el ángulo del volante de dirección - en forma de una variancia $v(x, t_1 - \Delta T)$ en este ángulo del volante de dirección - es calculada según la siguiente fórmula (1):

$$v(x, t_1 - \Delta t) = \text{var}(x(t_1 - \Delta t), \dots, x(t_1 - \Delta t - T)) = \frac{1}{T} \sum_{t=(t_1 - \Delta t)}^{(t_1 - \Delta t) - T} (x(t) - \bar{x})^2 \quad (1)$$

en la que representa:

$x(t_1 - \Delta T)$ el ángulo x del volante de dirección en el momento $t_1 - \Delta T$;

ΔT una múltiplo del intervalo de exploración;

T una ventana temporal de observación;

$t_1 - \Delta T$ el momento de observación;

$\bar{x}$ un valor medio temporal del ángulo x del volante de dirección ponderado sobre la ventana temporal de observación T ; y

var la función matemática de variancia.

así como **caracterizado** porque la segunda variación en el ángulo del volante de dirección - en forma de una variancia $v(x, t_1)$ en este ángulo del volante de dirección - es calculada según la siguiente fórmula (2):

$$v(x, t_1) = \text{var}(x(t_1), \dots, x(t_1 - T)) = \frac{1}{T} \sum_{t=(t_1)}^{(t_1-T)} (x(t) - \bar{x})^2 \quad (2) ,$$

en este caso, los parámetros tienen el mismo significado como en la fórmula (1).

6. Procedimiento conforme a la reivindicación 5) y **caracterizado** porque la magnitud de la actividad de la dirección así como el enlace entre la fase de inactividad de la dirección y la actividad de la dirección son determinados por la formación de una relación de variación $vv(x, t_1)$, preferentemente en forma de un cociente de la segunda variancia del ángulo del volante de dirección con respecto a la primera variancia.

7. Procedimiento conforme a la reivindicación 6) y **caracterizado** porque la relación de variancia $vv(x, t_1)$ es calculada según la siguiente fórmula (3):

$$vv(x, t_1) = \frac{v(x, t_1)}{v(x, t_1 - \Delta t)} \quad (3)$$

8. Procedimiento conforme a la reivindicación 1) y **caracterizado** porque la magnitud de la fase de inactividad de la dirección es determinada como la duración de tiempo durante la cual el ángulo del volante de dirección permanece dentro de un intervalo del ángulo de volante de dirección (Δx), que ha sido determinado previamente.

9. Procedimiento conforme a la reivindicación 8) y **caracterizado** porque el intervalo del ángulo del volante de dirección queda determinado previamente en función de la velocidad actual del vehículo.

10. Procedimiento conforme a las reivindicaciones 4), 5), 8) o 9) y **caracterizado** porque la magnitud de la actividad de la dirección es determinada - a continuación de una precedente fase de inactividad de la dirección - en forma de un gradiente máximo del ángulo del volante de dirección, el cual se presenta entonces.

11. Procedimiento conforme a la reivindicación 10) y **caracterizado** porque el enlace entre la magnitud de la fase de inactividad de la dirección y la magnitud de la actividad de la dirección en un momento t_1 es llevado a efecto a través de un operador multidimensional, de forma preferente, sin embargo, solamente si la magnitud de la fase de inactividad de la dirección es - en forma de su duración de tiempo - mayor que una duración de tiempo mínima, previamente determinada, y al sobrepasar el gradiente máximo del ángulo del volante de dirección un valor de umbral, previamente determinado para el mismo.

12. Procedimiento conforme a la reivindicación 11) y **caracterizado** porque el operador multidimensional representa un campo característico, una función de ponderación o bien una función de decisión lógica.

13. Procedimiento conforme a las reivindicaciones 11) o 12) y **caracterizado** porque el operador multifuncional es dimensionado en función de la velocidad del vehículo y/o en función de la dinámica del estilo de conducción del conductor del vehículo.

14. Procedimiento conforme a una de las reivindicaciones 6), 7) u 11), 12) o 13) y **caracterizado** porque, dentro de un siguiente paso (S3 del procedimiento), el resultado del enlace en forma de una relación de variancias $vv(x, t)$ o de un operador multifuncional es pasado - preferentemente por medio de una función sigmoidea - a un valor de probabilidad $P(U_1)$ entre 0 y el 100%, el cual representa la falta de atención del conductor durante la conducción del vehículo en el momento t_1 .

15. Procedimiento conforme a la reivindicación 14) y **caracterizado** por los siguientes pasos ulteriores para evaluar el cansancio del conductor:

- Determinación de un primer vector de probabilidad $O_{n=1}$, cuyos elementos $O_{n=1, k_1}$ representan unos respectivos valores de probabilidad $P(O_{1, k_1})$ de que se pueda presentar un valor de probabilidad $P(U_1)$ en unas individuales fases de magnitud - previamente determinadas de forma individual así como seleccionadas - k_1 con $k_1 \in \{1 \dots K_1\}$ (paso S4 del procedimiento); así como

ES 2 300 844 T3

- Determinación de un vector de probabilidad de cansancio S' , cuyos elementos representan unas respectivas probabilidades P (fase de cansancio) de que la registrada falta de atención del conductor durante la conducción del vehículo esté asignada a unas individuales fases de cansancio, previamente determinadas y elegidas de una manera apropiada, conforme a la siguiente fórmula (5):

$$S'(t) = O_1^T \cdot B_1; \quad (5),$$

en la que representa:

O_1^T la transpuesta del primer vector de probabilidad;

B_1 la matriz B de unas condicionales probabilidades previamente determinadas en relación con la falta de atención durante la conducción, la cual está representada por el indicador $n = 1$; y

K_1 el número de fases de la magnitud para el indicador $n = 1$.

16. Procedimiento conforme a la reivindicación 13) y **caracterizado** por los siguientes pasos ulteriores:

- Determinación de otros vectores de probabilidad $O_{n=2} \dots O_{n=N}$, cuyos elementos $O_{n, kn}$ representan, con $kn = 1 \dots Kn$, unas respectivas probabilidades $P(O_{n, kn})$ de que - aparte de la falta de atención $n = 1$ en la dirección - se puedan presentar unos valores de probabilidad $P(U_n)$, para otros indicadores de la falta de atención $n = 2 \dots N$ del conductor, sobre todo el comportamiento del cierre de párpados $n = 2$ o el tiempo de reacción $n = 3$, en unas individuales fases de magnitud k_n , previamente establecidas de forma individual para los indicadores de la falta de atención; así como

- Dentro del paso S6, el vector de probabilidad de cansancio S'' es calculado entonces según la siguiente fórmula (6):

$$S''(t) = \prod_{n=1}^N O_n^T \cdot B_n \quad (6),$$

en la que representa:

n el indicador n para la falta de atención del conductor;

O_n^T La transpuesta de los otros vectores de probabilidad;

B_n la matriz B para el indicador n ; así como

N el número de indicadores.

17. Procedimiento conforme a una de las reivindicaciones 15) o 16) y **caracterizado** por

- La memorización del vector de probabilidad de cansancio $S'''(t_1)$; así como por

- El cálculo de un vector de probabilidad de cansancio $S'''(t)$, que está precisado más, según la siguiente fórmula (7) (Paso S7 del procedimiento):

$$S'''(t) = S''(t) \cdot A \cdot S'''(t-1), \quad (7)$$

en la que A representa la matriz de las condicionadas probabilidades entre una fase de cansancio, procedente del último paso temporal, y una fase de cansancio actual.

18. Procedimiento conforme a una de las reivindicaciones 16) o 17) y **caracterizado** porque - aparte de la falta de atención del conductor durante la conducción así como de los otros indicadores opcionales de una falta de atención del mismo - también es detectado si el conductor mantiene una conversación o efectúa una manipulación en un elemento de uso como, por ejemplo, en la radio o en la guantera del vehículo; así como **caracterizado** porque - a través de la evaluación de estas registradas incidencias y por medio del modelo de probabilidades - puede ser conseguida una indicación acerca de la probabilidad con la que una distracción del conductor, basada en la conversación o en la manipulación, así como de la probabilidad con la que el cansancio del conductor puedan ser supuestos como la causa de la observada falta de atención.

ES 2 300 844 T3

19. Programa de ordenador (122), con un código de programa para un aparato de control para la detección de una falta de atención del conductor de un vehículo; programa éste que está **caracterizado** porque el código del programa está concebido para la realización del procedimiento conforme a una de las reivindicaciones 1) hasta 19).

5 20. Soporte de datos **caracterizado** por el programa de ordenador la reivindicación 19).

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

60

65

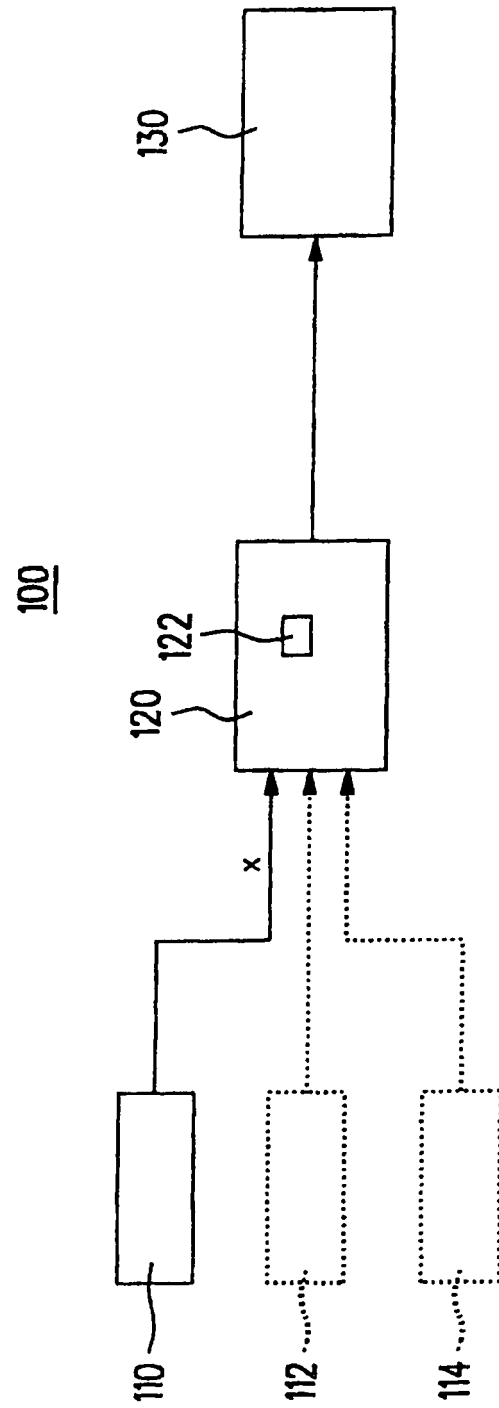


Fig. 1

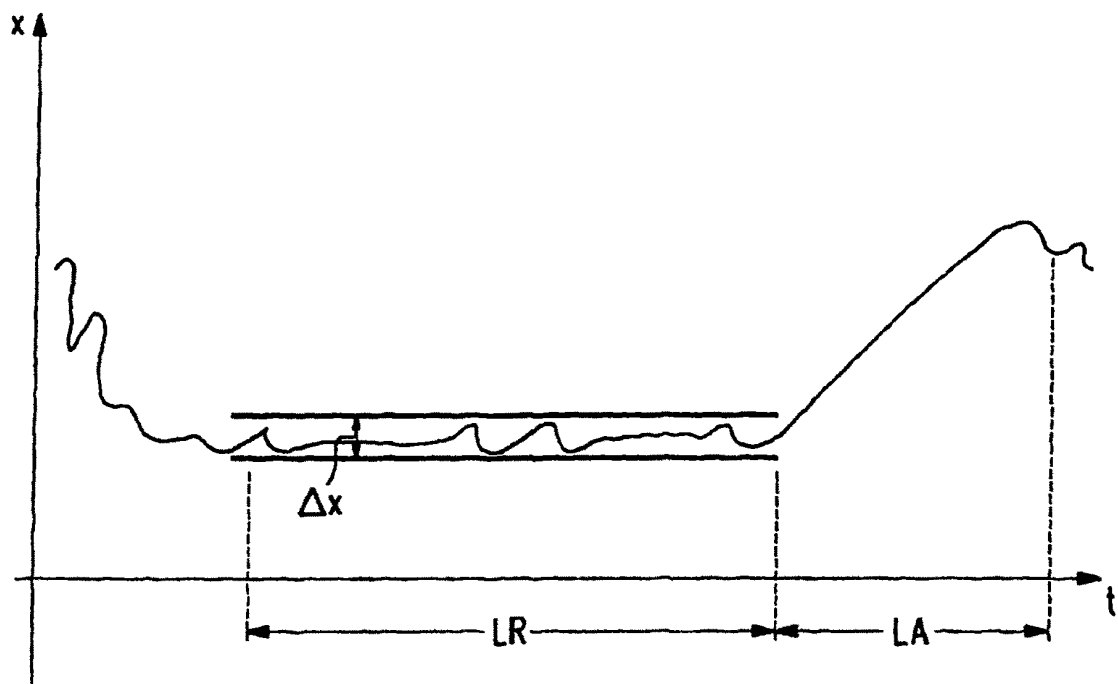


Fig. 2

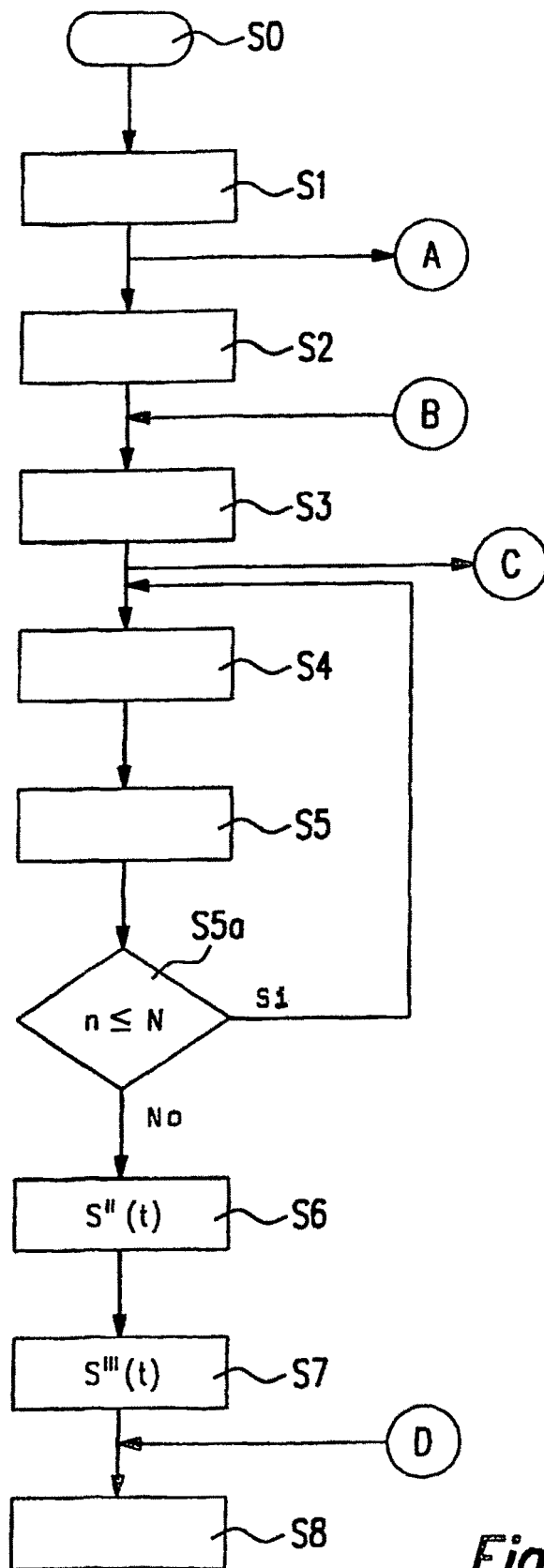
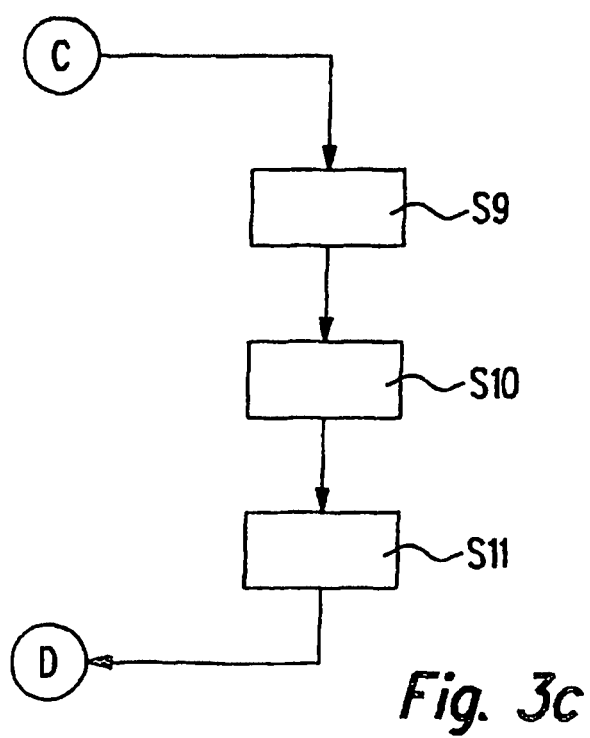
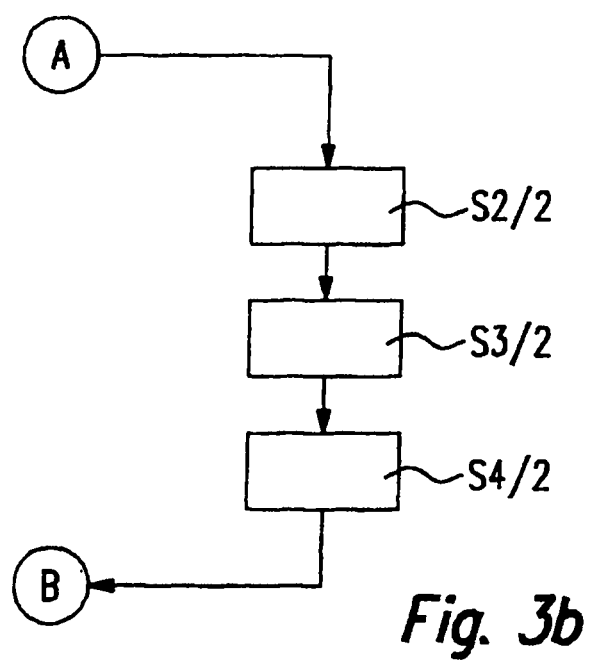


Fig. 3a



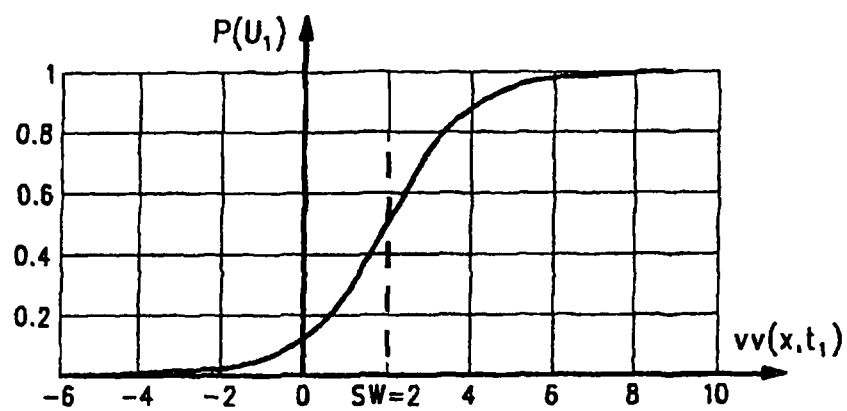


Fig. 4

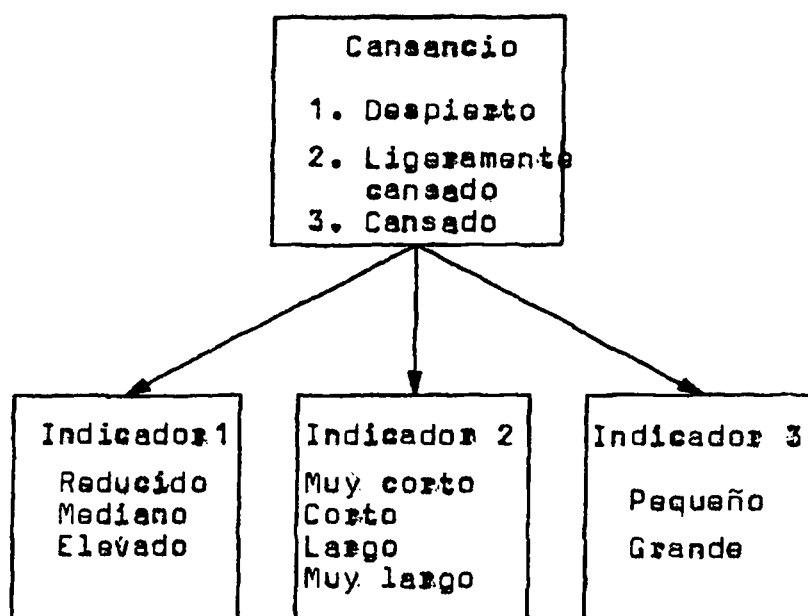


Fig. 5

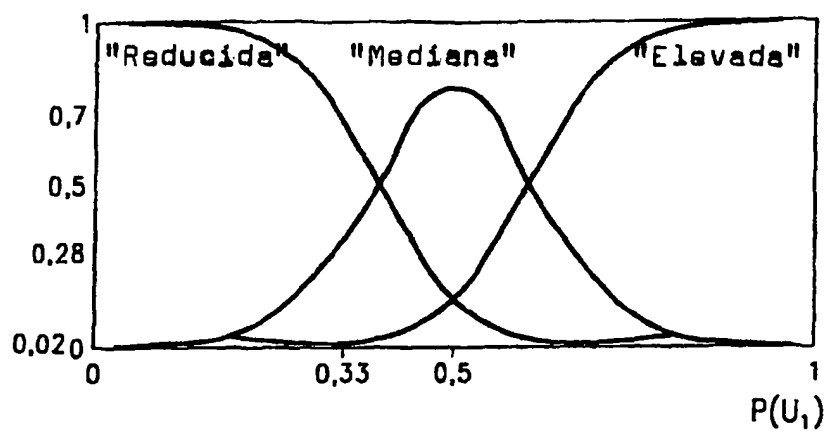


Fig. 6

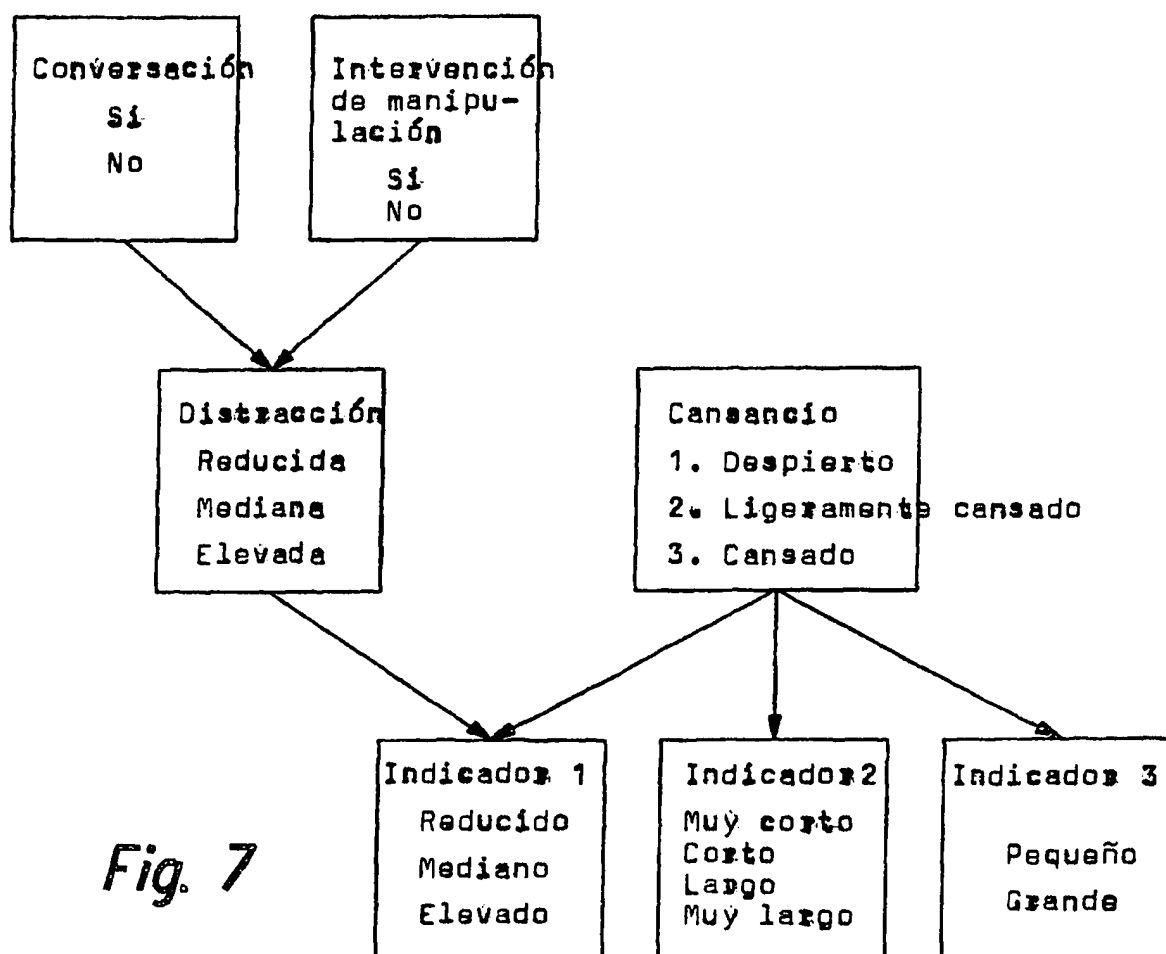


Fig. 7