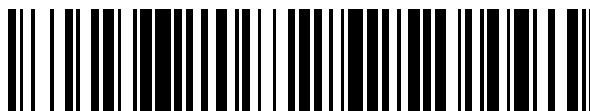


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 535 274**

51 Int. Cl.:

B60T 7/22

(2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **08.11.2011** **E 11788037 (7)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **25.02.2015** **EP 2637906**

54 Título: **Procedimiento para la detección de situaciones de conducción críticas de camiones o vehículos de pasajeros y procedimiento para evitar colisiones**

30 Prioridad:

12.11.2010 DE 102010051203

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
07.05.2015

73 Titular/es:

LUCAS AUTOMOTIVE GMBH (100.0%)
Carl-Spaeter-Strasse 8
56070 Koblenz, DE

72 Inventor/es:

HEINRICHS-BARTSCHER, SASCHA y
STELZER, CHRISTIAN

74 Agente/Representante:

CARPINTERO LÓPEZ, Mario

ES 2 535 274 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 la detección de situaciones de conducción críticas de camiones o vehículos de pasajeros y procedimiento para evitar colisiones

Antecedentes de la invención y estado de la técnica

5 Un procedimiento y un sistema para la detección de situaciones de conducción críticas de camiones o vehículos de pasajeros, sirven de la manera descrita a continuación, particularmente para evitar colisiones (en la parte posterior) entre el propio vehículo y un vehículo precedente. Este procedimiento puede funcionar en este caso, sin la inclusión de una deceleración de frenado de emergencia predeterminada.

10 El documento DE 41 01 759 A1 muestra un sistema de frenado de vehículo automático con un sensor de velocidad para determinar la velocidad del vehículo y un sensor de distancia para determinar la distancia entre el vehículo y un vehículo precedente. El sistema de frenado determina en base a la velocidad relativa y a la distancia con respecto al vehículo precedente, un tiempo crítico, que se requiere hasta que el vehículo choca con el vehículo precedente, a fin de proporcionar mediante el accionamiento de un dispositivo de alarma, una señal de alarma al conductor del vehículo cuando, cuando al no estar pisado el pedal de freno, el tiempo crítico es más corto que un valor umbral de un tiempo crítico. Si el conductor del vehículo no pisa el pedal de freno cuando se emite la señal de alarma, entonces, tras la evolución de un intervalo de tiempo, se lleva a cabo un proceso de frenado automático, para reducir hasta tal punto la velocidad del vehículo para evitar un choque con el vehículo precedente, hasta que el tiempo crítico es de nuevo mayor que el valor umbral del tiempo crítico.

20 Si el valor umbral del tiempo crítico es demasiado corto, en el caso del procedimiento de frenado automático, no siempre puede evitarse un choque con el vehículo precedente. No es suficiente en este caso la mera observación del tiempo crítico hasta el choque. Por lo tanto, se determina adicionalmente a partir de la velocidad del vehículo y del coeficiente de fricción entre la superficie de la carretera y el neumático del vehículo, una distancia de frenado requerida del vehículo. El tiempo crítico es mayor que el valor umbral de tiempo crítico predeterminado, pero la distancia entre el vehículo y el vehículo precedente es menor que la distancia de frenado predeterminada, de esta manera se lleva a cabo igualmente el proceso de frenado automático del vehículo tras la emisión de la señal de alerta, y concretamente durante tanto tiempo, hasta que la distancia vuelve a ser más grande que la distancia de frenado determinada actualmente.

25 Para determinar el tiempo crítico y la distancia de frenado, se detectan en este caso situaciones de conducción o de tráfico únicamente de manera simplificada. En situaciones de tráfico complejas, un eventual riesgo de impacto con el vehículo precedente por tanto no se detecta o se calcula mal. Por lo tanto, la emisión de la señal de alarma y en su caso, el proceso de frenado automático, puede iniciarse demasiado pronto, demasiado tarde, o nunca o innecesariamente.

30 El documento WO 2004 028847 A1 describe un procedimiento y un dispositivo para activar un proceso de frenado de emergencia automático de un vehículo, particularmente de un camión, para ofrecer una función de asistencia para la prevención del choque de un vehículo con el vehículo precedente o para reducir las consecuencias de un accidente en el caso de un choque inevitable. Se activa una alerta para el conductor cuando se cumple una condición de alerta predeterminada. En presencia de la condición de alerta, ha de activarse el proceso de frenado automático debido a la situación de conducción momentánea del vehículo y a una deceleración de frenado de emergencia predeterminada al finalizar una duración de tiempo de alerta predeterminada para evitar un choque del vehículo en la parte posterior del vehículo precedente. De esta manera, al finalizar el proceso de frenado de emergencia automático, ha de alcanzarse una velocidad relativa objetivo predeterminada o una distancia de seguridad objetivo entre el vehículo y el vehículo precedente. La situación de conducción momentánea resulta en este caso de la aceleración determinada del vehículo y de la aceleración relativa determinada entre el vehículo y el vehículo precedente. Estas variables han de permitir la detección segura del riesgo de un choque del vehículo en la parte posterior del vehículo precedente en muchas situaciones de tráfico complejas.

35 La deceleración de frenado de emergencia predeterminada, es en este caso uno de en total cinco criterios para la activación de una alerta de conductor, probados de manera acumulativa sobre ella. El proceso de frenado de emergencia automático se activa una vez se ha activado una alerta de conductor y una posterior evolución de un período de tiempo de alerta predeterminado. La alerta del conductor ha de activarse al cumplirse una condición de alerta predeterminada, entre las que se incluyen como condiciones objetivo (i) la situación de conducción del vehículo determinada teniendo en cuenta la aceleración del vehículo, (ii) una deceleración de frenado de emergencia predeterminada, (iii) una distancia de seguridad objetivo predeterminada, (iv) una velocidad relativa objetivo predeterminada entre el vehículo y el vehículo precedente, que pueden lograrse al finalizar el proceso de frenado de emergencia automático, y (v) la aceleración relativa presente determinada actualmente, entre el vehículo y el vehículo precedente.

La detección temprana de situaciones de conducción críticas mediante una evaluación adecuada de una disposición de sensores correspondiente que suministra datos en bruto, permite emitir en una situación crítica alertas para el conductor (por ejemplo, acústicas, ópticas, táctiles...) y preparar previamente el vehículo para asistir al conductor en

una situación crítica (por ejemplo, la influencia en un asistente de frenado, preparación previa del sistema de frenado,...).

El documento DE 44 01 416 A1 se refiere a una clasificación de tipos de conducción gradual, entre tipo de conducción tranquila y dinámica, registrándose durante la conducción variables indicadoras de tipo de conducción mediante sensores del vehículo. Con los valores de medición detectados, se determina mediante la utilización de un correspondiente campo característico de variables de medición/tipos de conducción perteneciente, memorizada previamente, al menos un índice de tipo de conducción. Separadamente se determinan un índice de aceleración a través del comportamiento de aceleración, un índice de frenado a través del comportamiento de frenado, y un índice de conducción a través del comportamiento de conducción, con los que pueden ajustarse los parámetros de entrada de los aparatos de control y de regulación de diferentes sistemas de control y de regulación de adaptación a tipos de conducción de un vehículo, en dependencia predeterminable de manera específica de los índices, para el aparato de control y de regulación correspondiente.

El documento DE 19 510 910 A1 se refiere a un aparato de medición para la detección de una distancia o de una separación entre vehículos, que se desplazan en la misma dirección, y con el que ha de comprobarse además, si se mantiene una distancia de seguridad predeterminada entre los dos. Un sistema de alerta correspondiente produce una alarma, cuando la distancia momentánea entre los dos vehículos, es más corta que la distancia de seguridad predeterminada. Para determinar un aparato de medición altamente exacto y fiable para la determinación de la distancia de seguridad entre vehículos, que está adaptado al correspondiente conductor, teniéndose en cuenta la facultad de percepción individual y las capacidades físicas del correspondiente conductor, el aparato de medición tiene una primera instalación para el mantenimiento de un "espacio intermedio personal" en correspondencia con la velocidad del vehículo de un vehículo equipado con el aparato de medición. El "espacio intermedio personal" es en este caso una distancia considerada por el conductor como inquietante o insuficiente. Una segunda instalación determina un trayecto recorrido durante el tiempo de reacción a partir de un tiempo de reacción hasta el accionamiento del frenado por parte del conductor y una velocidad relativa entre un vehículo precedente y el propio vehículo equipado con el aparato de medición. Una tercera instalación determina el recorrido de frenado a partir de la fuerza de accionamiento del pedal de frenado durante el proceso de frenado por parte del conductor y de la velocidad relativa. Una cuarta instalación determina una distancia de referencia a partir de la distancia personal determinada por la primera instalación, el trayecto condicionado por el tiempo de reacción determinado por la segunda instalación y el recorrido de frenado determinado por la tercera instalación. Una quinta instalación decide si una distancia momentánea entre el vehículo precedente y el vehículo equipado con el aparato de medición, es menor que la distancia de referencia determinada por la cuarta instalación.

El documento DE 19 921 238 A1 se refiere a un sistema de control de conducción de seguridad para un vehículo, que predice o anticipa posibles desaceleraciones de un obstáculo que se encuentra delante del vehículo, para llevar a cabo mediante la utilización de las desaceleraciones anticipadas un control de evitación de contacto. Este sistema ha de ser capaz de predecir o de anticipar posibles desaceleraciones en varios valores, que son producidas por un obstáculo, (por ejemplo, un vehículo precedente). A partir de las desaceleraciones anticipadas ha de llevarse a cabo el control de evitación de obstáculo, para de esta manera hacer el control relativamente fácil, y aun así, posibilitar que el control esté adaptado a las expectativas del conductor.

Para ello se detecta un obstáculo que se encuentra en el trayecto delante del propio vehículo. Se detectan parámetros que indican el movimiento del vehículo, incluyendo la velocidad del vehículo. Se detecta el estado del obstáculo en relación con el vehículo. Se determina si con el obstáculo ha de activarse una alarma o/y una evitación de contacto. Se anticipan una pluralidad de desaceleraciones, que podría producir el obstáculo, en base a los parámetros detectados (particularmente la velocidad del vehículo detectada, cuando el propio vehículo no circula con una aceleración constante) y al estado relativo detectado. En base al menos de las desaceleraciones anticipadas, se determina si ha de activarse una alarma o/y una evitación de contacto con el obstáculo.

El documento DE 10 2005 014 803 A1 se refiere a un control de un sistema de prevención de colisión para alertar al conductor a tiempo, cuando, por ejemplo, la distancia entre su vehículo y un obstáculo es demasiado pequeña. Para impedir colisiones, el sistema calcula en dependencia de la velocidad relativa entre el vehículo y el obstáculo, una distancia mínima entre el vehículo y el obstáculo, dentro de la cual el vehículo tiene que llegar a detenerse. La distancia mínima se corresponde con el tiempo de evitación de colisión mínimo. Si este tiempo de colisión mínimo se queda por debajo de un valor límite predeterminado, entonces el sistema emite una alerta. Para diferenciar si el conductor se ve capacitado de realizar un tipo de conducción más dinámico, en el que las señales de alerta superfluas se consideran como molestas, o si prefiere un tipo de conducción más tranquila, y quiere ser alertado con la suficiente antelación, cuando se acerca a un obstáculo, para entonces poder sortear el vehículo a tiempo y sin modificaciones demasiado abruptas de uno o de varios parámetros de conducción, el sistema tiene una configuración adaptativa. Mediante la reacción del conductor a las primeras señales de alerta, este umbral para la producción de señales de alerta se adapta de tal manera mediante el sistema, que las futuras señales de alerta solo se producen cuando son necesarias para el conductor individual. Para ello se capta una distancia de obstáculo entre el vehículo y un obstáculo delante del vehículo mediante un sensor de entorno. A partir de la distancia del obstáculo y de una velocidad relativa del vehículo frente al obstáculo, se determina un tiempo de evitación de colisión mínimo. Una primera señal de alerta se emite cuando el tiempo de evitación de colisión mínimo queda por debajo de un primer valor umbral. Se detecta una reacción del conductor y se ajusta el primer valor umbral en dependencia de la duración entre la señal de alerta y la reacción del conductor.

El documento 10 2005 054 064 se refiere a un procedimiento para evitar una colisión de un vehículo con un

obstáculo que se encuentra en el carril del vehículo, así como a un dispositivo de alerta, para mantener baja la frecuencia de activaciones erróneas. En este caso, para evitar una colisión de un vehículo con un obstáculo potencial, que se encuentra en el carril del vehículo, se determina un recorrido libre del vehículo mediante la detección de la distancia entre el vehículo y el obstáculo, se calcula la longitud de un trayecto recorrido, como

5 recorrido de frenado por el vehículo durante un frenado completo hasta la detención del vehículo, y se activa una alerta de colisión y/o una operación de frenado en dependencia del trayecto de recorrido libre determinado y del recorrido de frenado calculado. El cálculo del recorrido de frenado se basa en este caso en la evaluación de ecuaciones de movimiento, que por su parte se basan en la suposición de un perfil de aceleración hipotético dependiente del tiempo, que representa aproximadamente la evolución de la aceleración temporal del vehículo que

10 se espera, al iniciarse un frenado completo en el momento actual. Para ello se determinan continuamente la aceleración y el gradiente de aceleración del vehículo, y se define el perfil de aceleración hipotético en dependencia de la aceleración actual y del gradiente de aceleración actual. El perfil de aceleración hipotético también puede ser objeto de aproximación de varias secciones lineales.

Para calcular el recorrido de frenado, se calcula mediante un perfil de velocidad perteneciente al perfil de aceleración hipotético, un tiempo necesario previsiblemente hasta la detención del vehículo, y mediante un perfil de longitud de recorrido de trayecto perteneciente al perfil de aceleración hipotético, se calcula la longitud de un recorrido de trayecto recorrido durante ese tiempo.

Mediante un umbral de distancia definido, se activa la alerta de colisión o la operación de frenado, cuando el trayecto de recorrido libre es más pequeño que el recorrido de frenado, con añadidura del umbral de distancia puede ser igual a un recorrido de reacción, que se corresponde con la longitud de un recorrido de trayecto recorrido por un

20 vehículo durante un tiempo de reacción del conductor predeterminado, predeterminándose el tiempo de reacción del conductor en dependencia del estado de accionamiento actual de un pedal del conductor y un pedal de frenado del vehículo.

Una alerta de colisión o una operación de frenado, también pueden ser activadas solo en el caso de que adicionalmente el vehículo se encuentre al menos en un recorrido marcha atrás, de que el recorrido de trayecto sea mayor que un umbral predeterminado, o que una velocidad de conducción sea mayor que un umbral de velocidad predeterminado. La instalación de alerta puede ser componente de un sistema de asistencia de aparcamiento para

25 asistir al conductor durante el aparcamiento.

El documento DE 10 2006 043 676 se refiere a un sistema de asistencia al conductor (por ejemplo, sistema de alerta de abandono de carril o sistema de alerta de colisión) con una función de alerta, que indica al conductor situaciones de tráfico peligrosas. Con sistemas de alerta de este tipo conocidos, la situación del tráfico a menudo no puede evaluarse con la suficiente precisión con el sistema de sensores disponible. Esto conduce con relativa frecuencia a alertas erróneas molestas. Para evitar esto, se evalúa la dinámica de conducción del vehículo y las acciones y reacciones del conductor expresadas en la mismas, informaciones sobre la atención del conductor. Aceleraciones

30 longitudinales o transversales más fuertes, que se encuentran fuera del área de confort, se valoran como indicio claro de una atención del conductor mayor, cuando están en correlación con una situación de peligro reconocida por el sistema de asistencia. En una situación, en la que normalmente se emitiría una señal de alerta, las fluctuaciones de la dinámica longitudinal o transversal que se encuentran fuera del área de confort, se valoran como atención del conductor alta, y se suprime un indicio de alerta. De esta manera puede reducirse claramente la frecuencia de alertas erróneas y con ello aumentarse la aceptación del sistema de alerta.

40

El documento DE 10 2006 046 697 se refiere a la detección temprana de situaciones peligrosas en la zona de cruce de carreteras, para alertar de manera temprana a los participantes en el tráfico implicados, cuando se da un riesgo de conflictos o de colisiones. Para ello se detectan y se evalúan datos de posición de los participantes del tráfico que se encuentran en la zona del cruce, para establecer un pronóstico de las líneas de movimiento que caben esperar

45 de los participantes en el tráfico, y para determinar mediante el pronóstico, si hay amenaza de conflictos o de colisiones entre los participantes en el tráfico, donde para evitar los mismos, se inician medidas contrarias. Entre los datos de posición se incluyen datos de velocidad o datos de aceleración de los participantes en el tráfico. En el caso de los vehículos, se determina en base a los datos de posición un carril del vehículo en el cruce, teniendo en cuenta relaciones de desvío para el vehículo, siempre y cuando, en caso de existir, se valoren datos adicionales del vehículo. Para cada uno de los participantes en el tráfico, se determinan trayectorias propias y se determinan sus puntos de intersección, que representan posibles puntos de conflicto. Al existir puntos de conflicto, se inician las medidas contrarias, particularmente una alerta del participante en el tráfico afectado. Los puntos de conflicto se calculan teniendo en cuenta posibles acciones de frenado o de aceleración de los participantes en el tráfico.

50

El documento EP 1 559 607 A1 se refiere a una alerta de colisión en el caso de un vehículo que está equipado con un sensor de distancia y que es capaz de generar una señal de alerta fiable para el conductor, en caso de que previsiblemente no pueda mantenerse al final de un frenado de control de velocidad de crucero adaptativo (ACC por sus siglas en inglés) o tras un frenado por parte del conductor, una distancia restante con el vehículo precedente. Para ello se calcula continuamente en una instalación de evaluación aquella deceleración del vehículo, que tiene que alcanzar un vehículo tras la finalización de un tiempo de reacción del conductor, para poder mantener una

60 distancia restante con el vehículo precedente. En caso de que la deceleración calculada se encuentre en lo que a cantidad se refiere, por encima de una deceleración de vehículo asumida que puede producirse mediante un frenado del conductor, se emite una señal de alerta de colisión. Se emite una alerta de límite de sistema en caso de que una deceleración del vehículo calculada con un tiempo de reacción del conductor de cero, se encuentre en lo que a cantidad se refiere, por encima de una deceleración de vehículo realizable por el control de velocidad de crucero adaptativo (ACC por sus siglas en inglés).

65

El documento WO 2002/043029 se refiere a la detección de las condiciones de conducción de un vehículo precedente, así como a la detección de las condiciones de conducción de un vehículo siguiente y a la captación de una distancia de vehículo entre el vehículo siguiente y el vehículo precedente. La distancia de acercamiento más cercana entre el vehículo siguiente y el vehículo precedente, se anticipa en base a la condición de conducción captada del vehículo precedente, del vehículo siguiente y de la distancia de vehículo detectada. Una distancia de

vehículo adecuada se determina a partir de la distancia de vehículo entre el vehículo precedente y el siguiente. Se produce una alerta o una fuerza de frenado, cuando la distancia de acercamiento más cercana anticipada, es menor que la distancia de vehículo adecuada predeterminada. Se determina una deceleración predeterminada, que es necesaria para el mantenimiento de la distancia de vehículo adecuada. Se determinan la velocidad y la deceleración de los vehículos precedente y siguiente. La distancia de acercamiento más cercana se anticipa a partir de la velocidad detectada del vehículo precedente, de la deceleración detectada del vehículo precedente, de la velocidad detectada del vehículo siguiente y de la distancia de vehículo detectada. La fuerza de frenado se produce para adaptar la deceleración detectada del vehículo siguiente a la deceleración predeterminada calculada, cuando la distancia de acercamiento más cercana calculada, es menor que la distancia de vehículo predeterminada adecuada.

El documento WO 1999/042347 se refiere a un control de frenos de vehículo, que ha de impedir un contacto indeseado del vehículo con un objeto, mientras el funcionamiento de frenado automático no ha de molestar al conductor. Para ello se capta un objeto que se encuentra delante del vehículo en la dirección de movimiento del vehículo. La posibilidad de un contacto del vehículo con el objeto se determina a partir de la relación de posición entre el vehículo y el objeto. Un dispositivo de frenado lleva a cabo en base al resultado de la determinación, un proceso de frenado automático. Se determina un deseo de frenado del conductor. El accionamiento de frenado que lleva a cabo el conductor es reforzado por el freno, cuando durante el funcionamiento de frenado automático se detecta el deseo de frenado del conductor.

El deseo de frenado del conductor se capta a partir de la activación por presión de un pedal de frenado por parte del conductor o del retroceso de un pedal de aceleración o del movimiento de un pie del conductor hacia el pedal de freno. Antes del inicio del funcionamiento de frenado automático, se emite una señal de alerta al conductor. El deseo de frenado del conductor se detecta a partir del accionamiento por presión del pedal de frenado o del retroceso de un pedal de aceleración por parte del conductor o del movimiento del pie del conductor hacia el pedal de freno dentro de un período de tiempo predeterminado tras la emisión de la alerta. El refuerzo del accionamiento de frenado del conductor es el mantenimiento de la fuerza de frenado antes de la detección del deseo de frenado del conductor o el aumento de la fuerza de frenado en el funcionamiento de frenado automático.

Tarea subyacente

Las situaciones críticas de camiones o de vehículos de pasajeros han de detectarse de manera aún más segura, a consecuencia de ello el conductor ha de ser alertado y/o el vehículo ha de ser preparado para asistir al conductor durante un proceso de frenado de emergencia. En la medida de lo posible no han de producirse alertas y operaciones erróneas.

Solución

Para solucionar esta tarea, se propone un procedimiento para detectar situaciones de conducción críticas de vehículos, particularmente para evitar colisiones con un objeto situado delante del propio vehículo. Este procedimiento tiene los siguientes pasos:

- predeterminar un perfil de aceleración dependiente de variables de conducción del propio vehículo;
- asumir una evolución temporal de una aceleración previsible del propio vehículo en base a su aceleración actual;
- determinar un perfil de recorrido del propio vehículo a partir de la evolución temporal de la aceleración previsible;
- detectar una distancia actual y una velocidad relativa actual de un objeto situado delante del propio vehículo;
- asumir una evolución temporal de una aceleración previsible del objeto en base a su aceleración actual;
- determinar un perfil de recorrido del objeto a partir de la evolución temporal de la aceleración previsible;
- comparar el perfil de recorrido del propio vehículo con el perfil de recorrido del objeto; y,
- en caso de cortarse los dos perfiles de recorrido, determinar un momento colisión previsible del propio vehículo con el objeto;
- comparar un momento con el momento de colisión previsible determinado del propio vehículo con el objeto; y,
- si el momento de colisión previsible se encuentra antes de este momento, emitir una alerta al conductor del propio vehículo.

La determinación del perfil de recorrido del propio vehículo a partir de la evolución temporal de la aceleración previsible, puede producirse mediante la determinación de un perfil de velocidad del propio vehículo mediante la integración del perfil de aceleración adoptado; y/o la determinación del perfil de recorrido del propio vehículo mediante la integración del perfil de velocidad determinado.

La determinación del perfil de recorrido del objeto a partir de la evolución temporal de la aceleración previsible, puede producirse mediante la determinación de un perfil de velocidad del objeto mediante la integración del perfil de aceleración adoptado; y/o la determinación del perfil de recorrido del objeto mediante la integración del perfil de velocidad determinado del objeto.

La predeterminación de un perfil de aceleración dependiente de las variables de conducción del propio vehículo, puede tener en cuenta una aceleración del vehículo actual captada o calculada y/o una velocidad del vehículo actual captada o calculada del propio vehículo.

5 La asunción de una evolución temporal de una aceleración previsible del objeto situado delante, puede comprender un cálculo o determinación de la velocidad actual absoluta del objeto y/o de la aceleración absoluta actual del objeto.

La comparación del momento temporal con la determinación del momento de colisión previsible del propio vehículo con el objeto situado delante, puede comprender una fijación de un momento temporal antes del momento de colisión previsible.

10 La asunción de una evolución temporal de una aceleración del vehículo previsible del propio vehículo para un periodo de tiempo predeterminado, puede producirse en base a la aceleración del vehículo actual y/o a partir de la evolución temporal de la aceleración del propio vehículo durante un periodo de tiempo de una longitud predeterminada que alcanza hasta el pasado.

15 La asunción de una evolución temporal de un perfil de aceleración previsible dependiente de variables de conducción del propio vehículo, puede producirse en dependencia de su velocidad actual, asociándose al perfil de aceleración como valor de inicio, la aceleración del vehículo actual, y reduciéndose el perfil de aceleración lentamente con una alta velocidad y rápidamente con una velocidad baja.

20 La asunción de una evolución temporal de una aceleración del vehículo previsible del objeto situado delante, puede producirse en el caso de un periodo de tiempo predeterminado, en base a su aceleración actual del vehículo precedente y eventualmente a partir de la evolución temporal de la aceleración del vehículo del vehículo precedente durante un periodo de tiempo de una longitud predeterminada que llega hasta el pasado.

La asunción de un perfil de aceleración previsible de un objeto situado delante, dependiente de las variables de conducción, puede producirse en dependencia de su velocidad actual, asociándose al perfil de aceleración como valor de partida, la aceleración actual del objeto, y el perfil de aceleración se reduce lentamente con una velocidad alta y se reduce rápidamente con una velocidad baja.

25 Al asumir la evolución temporal de la aceleración previsible del propio vehículo, se puede distinguir si su aceleración actual es positiva, cero o negativa, y, si la aceleración actual del propio vehículo, es positiva, entonces se asume para la evolución temporal, que la aceleración del vehículo previsible disminuye en el periodo de tiempo predeterminado, adaptándose preferiblemente la evolución temporal a la situación de conducción actual, preferiblemente a la velocidad actual del propio vehículo; en caso de que la aceleración actual del propio vehículo sea negativa, entonces se asume que la aceleración previsible del propio vehículo es constante en el periodo temporal predeterminado; y si la aceleración actual del propio vehículo es cero, entonces se asume, que la aceleración previsible del propio vehículo es constante en el periodo temporal predeterminado.

35 Al asumir la evolución temporal de la aceleración previsible del objeto situado delante, se puede distinguir, si su aceleración actual es positiva, cero o negativa, y, si la aceleración actual del objeto es positiva, entonces se asume para la evolución temporal, que la aceleración previsible del objeto situado delante es constante durante el periodo temporal predeterminado; si la aceleración actual del objeto situado delante es negativa, entonces se asume para el curso temporal, que la aceleración previsible del objeto situado delante se reduce en el periodo de tiempo predeterminado, adaptándose preferiblemente la evolución temporal a la situación de conducción actual, preferiblemente a la velocidad actual del objeto situado delante; si la aceleración actual del vehículo del objeto situado delante es cero, entonces se asume que la aceleración previsible del objeto situado delante, es constante en el periodo temporal predeterminado.

Adicional o alternativamente a la emisión de una alerta para el conductor del propio vehículo, puede emitirse por ejemplo, una alerta óptica o acústica para los siguientes participantes en el tráfico.

Para evitar colisiones con un objeto situado delante de un propio vehículo, pueden realizarse los siguientes pasos:

45 predeterminar un perfil de aceleración dependiente de variables de conducción del propio vehículo;
 asumir una evolución temporal de una aceleración previsible del propio vehículo en base a su aceleración actual;
 determinar un perfil de recorrido del propio vehículo a partir de la evolución temporal de la aceleración previsible;
 detectar una distancia actual y una velocidad relativa actual de un objeto situado delante del propio vehículo;
 50 asumir una evolución temporal de una aceleración previsible del objeto situado delante en base a su aceleración actual;
 determinar un perfil de recorrido del objeto a partir de la evolución temporal de la aceleración previsible;
 comparar el perfil de recorrido del propio vehículo con el perfil de recorrido del objeto situado delante; y,
 en caso de cortarse los dos perfiles de recorrido, o si la velocidad del propio vehículo se corresponde con la del
 objeto al menos dentro de una franja de tolerancia, determinar un momento de colisión previsible del propio
 55 vehículo con el objeto,
 comparar un momento con el momento de colisión previsible determinado; y si la velocidad del propio vehículo se corresponde al menos dentro de una franja de tolerancia con la del objeto situado delante, se determina una

distancia restante del propio vehículo desde el objeto y la reducción de la velocidad hasta el momento, y, si la reducción de la velocidad se queda por debajo de un valor y la distancia restante también se queda por debajo de un valor, se inicia un frenado (de emergencia) independiente el conductor.

- 5 La predeterminación de un perfil de aceleración dependiente de variables de conducción del propio vehículo, puede tener en cuenta una aceleración del vehículo actual detectada o calculada y/o una velocidad del vehículo actual detectada o calculada de un propio vehículo.

Si el momento de colisión previsible se encuentra antes del momento predeterminado, se determinan la velocidad residual del propio vehículo en relación con el objeto situado delante con respecto al momento de colisión previsible, y la posible reducción de velocidad hasta el momento de colisión previsible.

- 10 La asunción de una evolución temporal de una aceleración previsible del objeto situado delante, puede comprender un cálculo o determinación de la velocidad absoluta actual del objeto situado delante y/o de la aceleración absoluta actual del objeto.

La comparación del momento con el momento de colisión previsible determinado del propio vehículo con el objeto situado delante, comprende una fijación de un momento antes del momento de colisión previsible.

- 15 La asunción de una evolución temporal de una aceleración previsible del objeto durante un período de tiempo predeterminado en base a su aceleración actual y/o a partir de la evolución temporal de la aceleración del vehículo del objeto situado delante, puede producirse durante un periodo de tiempo de una longitud predeterminada que llega hasta el pasado.

- 20 La asunción de una evolución temporal de un perfil de aceleración previsible, dependiente de variables de conducción del propio vehículo, puede producirse en base a una respuesta de sistema real del propio vehículo en el caso de una deceleración de frenado de emergencia predeterminada.

A partir de la evolución temporal de la aceleración del objeto situado delante, así como del propio vehículo, se determinan las evoluciones de recorrido para el propio objeto y el situado delante.

- 25 El análisis de los dos perfiles de recorrido en relación entre sí, puede comprender la búsqueda de un momento, en el que o bien ambos perfiles de recorrido presentan un punto de intersección común, o el propio objeto y el situado delante, presentan entre sí una distancia mínima.

- 30 Al existir un punto de intersección de los dos perfiles de recorrido, se determinan (i) el momento del punto de intersección, (ii) la distancia restante hasta la colisión y/o la velocidad residual en el momento de la colisión potencial, y (iii) la reducción de la velocidad hasta el momento de la colisión potencial, y en caso de no haber intersección entre los perfiles de recorrido, pero presentando una distancia mínima entre sí el propio objeto y el situado delante, se determinan (i) la distancia restante entre el propio vehículo y el objeto situado delante en ese momento y/o (ii) la reducción de la velocidad del propio vehículo hasta ese momento.

- 35 La determinación de una reducción de la velocidad, puede producirse en base a los momentos determinados anteriormente, teniendo en cuenta preferiblemente la reducción de la velocidad del propio vehículo, preferiblemente en base a una respuesta de sistema real del propio vehículo al requerir un frenado de emergencia, y la reducción de velocidad hasta alcanzar la distancia restante en ese momento, se determina mediante la integración de la aceleración del propio vehículo entre los límites de integración $t = 0$ y $t = T_{\text{distmin}}$.

- 40 En este caso una primera condición para iniciar un proceso de frenado de emergencia independiente del conductor, puede ser no llegar a una distancia mínima predeterminable entre el propio objeto y el situado delante, y/o una segunda condición para iniciar un proceso de frenado de emergencia independiente del conductor, puede ser no llegar a una reducción de velocidad predeterminable del propio vehículo hasta el momento de colisión $t = T_K$, en el que el propio vehículo colisiona con el objeto situado delante.

- 45 Puede fijarse antes o después un momento para una alerta u otras medidas preparatorias para la colisión, en dependencia de las actividades del conductor, el escenario de conducción actual y las condiciones del entorno actuales.

Adicional o alternativamente a la emisión de alertas al conductor del propio vehículo, puede emitirse una alerta óptica y/o acústica de advertencia a los siguientes participantes en el tráfico.

Breve descripción de los dibujos

- 50 Los detalles de procedimiento descritos anteriormente se representan relacionados. Se hace referencia no obstante, a que también pueden combinarse independientemente entre sí y también libremente entre sí. Los procesos mostrados en las figuras no han de entenderse como limitadores, sino como ilustrativos. También pueden realizarse pasos parciales individuales, diferenciándose del orden mostrado y también pueden ser diferentes de los mostrados.

La Fig. 1 muestra un diagrama de flujo de visión de conjunto de un procedimiento para la detección de situaciones de conducción críticas de camiones o vehículos de pasajeros para evitar colisiones (en la parte posterior) entre el propio vehículo y un vehículo u objeto que circula delante del propio vehículo.

5 La Fig. 2 muestra un diagrama de flujo de un aspecto parcial del procedimiento según la Fig. 1, en el que se observa el propio vehículo.

La Fig. 3 muestra un diagrama de flujo de un aspecto parcial del procedimiento según la Fig. 1, en el que se observa el vehículo u objeto situado delante del propio vehículo.

La Fig. 4 muestra un diagrama esquemático de los procesos del procedimiento según la Fig. 2, en el que se observa el propio vehículo.

10 La Fig. 5 muestra un diagrama esquemático de los procesos del procedimiento según la Fig. 3, en el que se observa el vehículo u objeto situado delante del propio vehículo.

La Fig. 6 muestra un diagrama esquemático de los procesos del procedimiento para determinar si se emite una alerta para el conductor del propio vehículo.

15 La Fig. 7 muestra un diagrama esquemático de los procesos del procedimiento para determinar si se inicia un frenado de emergencia del propio vehículo independiente del conductor. En este caso pueden tenerse en cuenta dos condiciones para iniciar el frenado de emergencia: una distancia restante del propio vehículo con el objeto y/o una reducción de la velocidad hasta un momento de colisión o de distancia mínima.

20 La Fig. 8 ilustra esquemáticamente la construcción modular que da lugar a la relación funcional entre la determinación de la alerta al conductor y una necesidad de un frenado de emergencia posterior, tras la finalización de la duración de la alerta, a determinar, y su subsiguiente emisión.

La Fig. 9 ilustra esquemáticamente la situación de un vehículo precedente delante del propio vehículo y los datos a determinar en esta situación en el propio vehículo mediante un sensor de radar.

Descripción detallada de los dibujos

25 Como ilustra la Fig. 9, se capta mediante un sensor de radar la situación de un vehículo precedente que circula delante del propio vehículo; de esta manera pueden determinarse la velocidad absoluta del vehículo precedente a partir de la velocidad relativa del vehículo precedente y la velocidad absoluta del propio vehículo detectada mediante sensores de la velocidad de la rueda del propio vehículo. Además de ello, el sensor de radar proporciona la distancia entre el vehículo precedente y el propio vehículo. Además de ello, puede determinarse a partir de estos datos, también la aceleración del vehículo precedente.

30 La Fig. 8 muestra, como en el caso de la forma de proceder descrita en este caso, las dos funciones "determinación de la necesidad de una alerta al conductor" y "comprobación de la necesidad de un frenado de emergencia" pueden estar conectadas modularmente y llevarse a cabo una tras otra. En este caso también pueden suprimirse la "determinación de la necesidad de un frenado de emergencia" y su posterior activación; por el contrario, la forma de proceder que aquí se presenta, también permite no llevar a cabo la "determinación de la necesidad de una alerta al conductor" y llevar a cabo directamente de la manera mostrada, los pasos para la "determinación de la necesidad de un frenado de emergencia" y su posterior activación.

40 En una primera fase del procedimiento se observa el propio vehículo. (Figs. 1, 2, 4) En este caso como primer paso se detecta o se determina por ejemplo, directamente con un sensor de aceleración longitudinal, o indirectamente a través del cálculo a partir de datos de sensores de velocidad de las ruedas, una aceleración de vehículo actual $a_{AKT,E}$ y una velocidad del vehículo actual $v_{AKT,E}$.

45 Como siguiente paso de esta primera fase, se asume un perfil de aceleración variable temporalmente $a_{VOR,E}=f(t)$, utilizándose como valor de partida ($f(0)$) la aceleración de vehículo actual $a_{AKT,E}$. Dependiendo de la velocidad actual del vehículo $v_{AKT,E}$ y/o del entorno de la conducción (por ejemplo, ciudad, carretera, autovía, etc.), se modifica el perfil de aceleración: con una alta velocidad (autovía) el perfil de aceleración predeterminado disminuye lentamente; con una baja velocidad (tráfico en la ciudad) el perfil de aceleración predeterminado disminuye rápidamente.

50 Al asumir la evolución temporal de una aceleración de vehículo previsible del propio vehículo $a_{VOR,E}$ durante un período de tiempo predeterminado T_{VOR} basado en la aceleración del vehículo actual del propio vehículo $a_{AKT,E}$, y eventualmente a partir de la evolución temporal de la aceleración del vehículo del propio vehículo durante un periodo de tiempo de longitud determinada que alcanza hasta el pasado $a_{VOR,E} = f(t)$; $0 < t < T_{VOR}$, se diferencian tres casos: la aceleración del vehículo actual del propio vehículo $a_{AKT,E}$, ¿es positiva, cero o negativa?

Si la aceleración del vehículo actual del propio vehículo es positiva $a_{AKT,E} > 0$, es decir, cuando el propio vehículo acelera, entonces se asume para la evolución temporal, que la aceleración del vehículo del propio vehículo previsible $a_{VOR,E}$, disminuye en el periodo de tiempo predeterminado T_{VOR} , adaptándose la evolución temporal a la situación de conducción actual, por ejemplo, la velocidad del vehículo actual del propio vehículo $v_{AKT,E}$.

Si la aceleración del vehículo actual del propio vehículo es negativa $a_{AKT,E} < 0$, es decir, cuando el propio vehículo frena, entonces se asume, que la aceleración del vehículo del propio vehículo previsible $a_{VOR,E}$, es constante en el periodo de tiempo predeterminado T_{VOR} .

- 5 Si la aceleración del vehículo actual del propio vehículo es cero $a_{AKT,E} = 0$, es decir, cuando el propio vehículo circula a una velocidad constante, entonces se asume, que la aceleración del vehículo previsible del propio vehículo $a_{VOR,E}$, es constante en el periodo de tiempo predeterminado (igual a cero).

Los dos últimos casos, ($a_{AKT,E} < 0$ y $a_{AKT,E} = 0$) también se pueden verificar conjuntamente y puede asumirse para los dos casos conjuntamente, que la aceleración del vehículo previsible del propio vehículo $a_{VOR,E}$, es constante en el periodo de tiempo predeterminado.

- 10 En otro paso de la primera fase, el perfil de velocidad del propio vehículo $v_E = f(t)$, se determina preferiblemente por integración gradual del perfil de aceleración asumido $a_{VOR,E}$, utilizándose como valor inicial $f(0) = v_E(0)$ la velocidad actual del vehículo $a_{AKT,E}$. El cálculo de la velocidad puede ser por lo tanto, por ejemplo, para cada momento discreto $t_{n0} \dots t_{nx}$ en el periodo de tiempo $0 < t < T_{VOR}$, según la fórmula: $v(t_n) = v(t_{n-1}) + a_n \cdot (t_n - t_{n-1})$. A continuación, sigue en esta primera fase, la determinación del perfil de recorrido del propio vehículo: $s_E = f(t)$ mediante la integración gradual del perfil de velocidad asumido v_E , donde $s_E(0) = 0$. De esta manera puede calcularse la posición del propio vehículo para cada momento discreto $t_{n0} \dots t_{nx}$ en el periodo de tiempo $0 < t < T_{VOR}$, con la fórmula: $s(t_n) = s(t_{n-1}) + v_n \cdot (t_n - t_{n-1})$.

- 20 En una segunda fase del procedimiento, se observa un vehículo precedente o un objeto situado delante del propio vehículo (Figs. 1, 3, 5). En este caso se entiende con "objeto" o "vehículo precedente" siempre, tanto un vehículo precedente o un objeto que se encuentra delante del propio vehículo en relación con el propio vehículo, que también puede estar parado.

En un primer paso de la segunda fase, se lleva a cabo por ejemplo, con un sensor de radar, una captación de una distancia actual $dist_{AKT,V}$ y de una velocidad relativa actual $v_{rel_{AKT,V}}$ entre el propio vehículo y el objeto.

- 25 En un segundo paso de la segunda fase se produce un cálculo de la velocidad absoluta del objeto a partir de la velocidad relativa actual ($v_{rel_{AKT,V}}$) del objeto y de la velocidad actual del vehículo ($v_{AKT,E}$) del propio vehículo ($v_{AKT,E}$), así como un cálculo de la aceleración absoluta del objeto a partir del perfil de velocidad de la velocidad absoluta actual del objeto mediante diferenciación gradual según el tiempo.

- 30 A continuación, se indica un perfil de aceleración que cambia en el tiempo para el objeto: $a_{VOR,V} = f(t)$; $f(0) =$ aceleración actual ($a_{AKT,V}$). Dependiendo de la velocidad actual $v_{AKT,V}$ y/o del entorno de conducción (ciudad, carretera, autovía, etc.) se modifica el perfil de aceleración, en el caso de una velocidad alta (autovía) el perfil de aceleración predeterminado se reduce lentamente; en el caso de una velocidad baja (circulación en ciudad) el perfil de aceleración predeterminado se reduce rápidamente. Para ello se asume una evolución temporal de una aceleración previsible del objeto ($a_{VOR,V}$) para un periodo de tiempo predeterminado (T_{VOR}) en base a la aceleración actual del objeto ($a_{AKT,V}$) y eventualmente a partir de la evolución temporal de la aceleración del objeto durante un periodo de tiempo de longitud predeterminada que alcanza hasta el pasado $a_{VOR,V} = f(t)$; $0 < t < T_{VOR}$.

- 35 Al asumir la evolución temporal de la aceleración previsible del objeto $a_{VOR,V}$ o la aceleración actual del objeto $a_{AKT,V}$, se diferencian tres casos: la aceleración actual del objeto $a_{AKT,E}$ ¿es positiva, cero o negativa?

- 40 Si la aceleración actual del objeto es positiva ($a_{AKT,V} > 0$), es decir, cuando el objeto acelera, entonces se asume para la evolución temporal, que la aceleración previsible del objeto ($a_{VOR,V}$) es constante en el periodo de tiempo predeterminado (T_{VOR}).

Si la aceleración actual del objeto es negativa ($a_{AKT,V} < 0$), es decir, cuando el objeto frena, entonces se asume que la aceleración previsible del objeto ($a_{VOR,V}$) disminuye en el periodo de tiempo predeterminado (T_{VOR}), adaptándose la evolución temporal a la situación de conducción actual, por ejemplo, a la velocidad actual del objeto ($v_{AKT,V}$).

- 45 Si la aceleración actual del objeto es cero ($a_{AKT,V} = 0$), es decir, cuando el objeto circula a una velocidad constante, entonces se asume, que la aceleración previsible del objeto ($a_{VOR,V}$) es constante en el periodo de tiempo predeterminado (T_{VOR}).

Los dos últimos casos, ($a_{AKT,V} < 0$ y $a_{AKT,V} = 0$) también se pueden verificar conjuntamente y puede asumirse para los dos casos conjuntamente, que la aceleración del vehículo previsible del objeto $a_{VOR,V}$, es constante en el periodo de tiempo predeterminado.

- 50 En otro paso de la segunda fase, el perfil de velocidad del objeto $v_V = f(t)$, se determina por integración gradual del perfil de aceleración asumido ($a_{VOR,V}$), utilizándose como valor inicial $f(0) = v_V(0) = v_{AKT,V}$ la velocidad actual del vehículo $a_{AKT,V}$.

El cálculo de la velocidad puede producirse para cada momento discreto $t_{n0} \dots t_{nx}$ en el periodo de tiempo $0 < t < T_{VOR}$, según la fórmula: $v(t_n) = v(t_{n-1}) + a_n \cdot (t_n - t_{n-1})$.

Finalmente sigue una determinación del perfil de recorrido del objeto $s_v = f(t)$ mediante la integración gradual del perfil de aceleración asumido ($a_{VOR,V}$), utilizándose como valor inicial $f(0) = s_v0 = \text{dist}_{AKT,V}$ la distancia actual entre el propio vehículo y el objeto. El cálculo de la posición del vehículo precedente para cada momento discreto $t_{n0} \dots t_{nx}$ en el periodo de tiempo $0 < t < T_{VOR}$, puede producirse según la fórmula: $s(t_n) = s(t_{n-1}) + v_n \cdot (t_n - t_{n-1})$.

- 5 En una tercera fase del proceso se lleva a cabo una comprobación en busca de situaciones de conducción críticas (Figs. 1, 6, 7).

La asunción de una evolución temporal de una aceleración previsible del objeto situado delante durante un periodo de tiempo predeterminado, puede llevarse a cabo en base a su aceleración actual y eventualmente a partir de la evolución temporal de la aceleración del objeto precedente durante un periodo de tiempo de una longitud predeterminada que alcanza hasta el pasado.

- 10

La asunción de una evolución temporal de un perfil de aceleración previsible dependiente de variables de conducción del propio vehículo, puede producirse en base a una respuesta del sistema real del vehículo propio en el caso de una deceleración de frenado de emergencia predeterminada. Esta respuesta del sistema real, podría presentarse como campo de curva característica dependiente del vehículo.

- 15 Como base del perfil de aceleración del vehículo precedente, así como del objeto situado delante, se determinan en un primer paso, las evoluciones de recorrido del propio objeto y del situado delante.

Para ello, en un primer paso de la tercera fase, se comparan el perfil de recorrido del propio vehículo para cada momento discreto ($t_{n0} \dots t_{nx}$) en el periodo de tiempo ($0 < t < T_{VOR}$) con el perfil de recorrido del objeto. Si los dos perfiles de recorrido se cruzan, esto significa una potencial colisión del propio vehículo con el objeto situado por delante, bajo los supuestos anteriores. En este caso, se determina un momento de colisión previsible (T_K) del propio vehículo con el objeto situado delante a partir de la intersección de los dos perfiles de recorrido. A continuación, se produce una comparación de este momento antes de la colisión potencial con el momento de colisión previsible calculado. Si el momento de colisión previsible (T_K) se encuentra antes del momento fijado, se emite una alerta y/o se toman otras medidas preparatorias de la colisión.

- 20

El análisis de los dos perfiles de recorrido en relación el uno con el otro, puede tener como objetivo la búsqueda de un momento t , en el que los dos perfiles de recorrido presentan un punto de intersección común. Un punto de intersección de los dos perfiles de recorrido significa una colisión potencial del propio objeto con el situado delante en el momento T_K bajo los supuestos anteriores (en el diagrama superior derecho de la Fig. 7, este es el punto de intersección entre la línea continua inferior (propio vehículo) con la línea de trazos (vehículo precedente) en el momento T_K). El análisis de los dos perfiles de recorrido también puede tener como objetivo determinar una distancia restante mínima D_{rest} entre el propio vehículo y el objeto situado por delante en el momento $T_{distmin}$ bajo los supuestos anteriores (en el diagrama superior derecho de la Fig. 7, este es el punto de intersección entre la línea continua (propio vehículo) con la línea discontinua superior (vehículo precedente) en el momento $T_{distmin}$).

- 25

El análisis de los dos perfiles de recorrido en relación el uno con el otro, puede comprender la búsqueda de un momento, en el que o bien, ambos perfiles de recorrido presentan un punto de intersección común, o en el que el vehículo propio y el precedente coinciden en una distancia mínima D_{rest} . Un punto de intersección de los dos perfiles de recorrido significa una colisión potencial del propio objeto con el situado delante en los supuestos anteriores. En el caso de existir un punto de intersección de este tipo, se determinan: (i) el momento T_K del punto de intersección (es decir, la colisión potencial), (ii) la distancia restante hasta la colisión y/o la velocidad residual en el momento de la colisión potencial, y (iii) la reducción de la velocidad Δv hasta el momento de la colisión potencial. En caso contrario (es decir, los perfiles de recorrido no presentan un punto de intersección, pero el propio vehículo y el precedente presentan entre sí una distancia mínima D_{rest}) se determinan: (i) la distancia restante D_{rest} entre el propio vehículo y el precedente en ese momento $T_{distmin}$ y/o (ii) la disminución de la velocidad Δv del propio vehículo hasta el momento $T_{distmin}$.

- 35

En un segundo paso, la determinación de una reducción de la velocidad puede determinarse en base a los momentos previamente determinados. Una asunción de la reducción de la velocidad Δv del propio vehículo puede producirse en base a la respuesta del sistema real del propio vehículo mediante la integración temporal según $\Delta v = \int a(t) \cdot dt$. En este caso $a(t)$ es el recorrido de la respuesta del sistema real del propio vehículo en el caso de una exigencia de frenado de emergencia (véase la Fig. 7 diagrama superior izquierdo). El proceso de frenado comienza en el momento $t = 0$. En el caso de una colisión del propio vehículo con el vehículo precedente en el momento $t = T_K$, puede determinarse la reducción de la velocidad del propio vehículo hasta la colisión, a partir de la integración entre los límites de integración $t = 0$ y $t = T_K$.

- 45

Una reducción de la velocidad Δv hasta alcanzar la distancia restante D_{rest} en el momento $T_{distmin}$, puede determinarse a partir de la integración de $\Delta v = \int a(t) \cdot dt$ entre los límites de integración $t = 0$ y $t = T_{distmin}$.

- 50

Una primera condición para el inicio de un proceso de frenado de emergencia independiente del conductor, puede ser el no llegar a una distancia mínima predeterminable D_{umbral} entre el propio objeto y el situado por delante. Por lo tanto, podría iniciarse un proceso de frenado de emergencia en el caso de la condición $D_{rest} < D_{umbral}$.

- 55

Una segunda condición para iniciar un proceso de frenado de emergencia, puede ser el no llegar a una reducción de la velocidad predeterminable ΔV_{umbral} del propio vehículo hasta el momento de colisión $t = T_k$, en el que el propio vehículo colisiona con el objeto situado delante. Es decir, un proceso de frenado de emergencia independiente del conductor, podría iniciarse al cumplirse la condición independiente, en cumplimiento de la condición $\Delta V < \Delta V_{\text{umbral}}$.

- 5 Un proceso de frenado de emergencia independiente del conductor, puede iniciarse al cumplirse la primera condición o al cumplirse la segunda condición. Un proceso de frenado de emergencia independiente del conductor, de este tipo, también puede iniciarse cuando se cumplen la primera y la segunda condición. Dicho de otra manera, cuando la reducción de la velocidad Δv del propio vehículo no llega a un valor umbral predeterminable y/o la distancia restante D_{rest} entre el propio vehículo y el objeto situado delante en este momento T_{distmin} tampoco alcanza un valor umbral predeterminable o es cero, se inicia un proceso de frenado de emergencia independiente del conductor.

- 15 El momento para una alerta u otras medidas preparatorias para la colisión, puede fijarse antes o después, en dependencia de las actividades del conductor, como por ejemplo, el accionamiento de los intermitentes, la actividad del volante, la activación del pedal de aceleración, del pedal de freno, la activación de la palanca de elección de la marcha, etc., la actividad telefónica, la situación de conducción actual, el escenario de conducción actual y las condiciones del entorno actuales, como por ejemplo, las condiciones meteorológicas detectadas por la actividad del limpiaparabrisas, luz antiniebla, sensor de lluvia ... Adicional o alternativamente a la emisión de la alerta al conductor del propio vehículo (ya al inicio o durante la duración de la alerta) puede emitirse, por ejemplo, una alerta óptica al/los siguientes participantes en el tráfico. Para ello puede activarse la instalación de luces de alerta y/o controlarse las luces de freno (también de manera intermitente).

Una situación crítica y un momento adecuado para la activación de un frenado que evite una colisión o que al menos reduzca las consecuencias de la colisión, de esta manera pueden detectarse antes.

- 25 Puede detectarse particularmente una situación crítica, y determinarse el momento adecuado, en el que una operación de frenado del sistema de frenado del vehículo conduce a que en el momento de la colisión se haya alcanzado una reducción de la velocidad predeterminada. Alternativamente puede determinarse el momento adecuado para una operación de frenado del sistema de frenado del vehículo, para tener en el momento la misma velocidad del objeto situado delante y del propio vehículo, una distancia restante predeterminada. Las operaciones de frenado erróneas o innecesarias solo deben aparecer en este caso raramente.

- 30 También pueden fijarse el valor umbral para la reducción de la velocidad y la distancia restante en dependencia de los criterios anteriores (la actividad del conductor, la situación de conducción actual, el escenario de conducción actual y las condiciones del entorno actuales).

- 35 El frenado (de emergencia) automático se termina o se interrumpe, cuando la velocidad relativa actual entre el propio vehículo y el objeto situado delante es cero, cuando existe una distancia mínima entre ellos, y/o la reducción de la velocidad predeterminada se ha superado hasta el momento (o se ha producido la colisión). En este caso también se tiene en cuenta particularmente durante la observación de la reducción de la velocidad predeterminada, que tras una finalización de la operación de frenado, no desaparece directamente la deceleración existente en este momento cuando se finaliza la operación de frenado. Dicho de otra manera, el comportamiento del vehículo real tras la finalización de la operación de frenado puede incluirse en el cálculo.

- 40 El equipo de frenado del propio vehículo ya se puede poner en la posición de frenado antes del proceso de frenado de emergencia automático (acondicionamiento de los frenos, ligero contacto de las pastillas de freno con los discos de freno, etc.). En este caso el propio vehículo ya puede ser ligeramente frenado. Esto puede producirse de una forma perceptible para el conductor, y de esta manera ser también al menos una parte de la alerta al conductor. Esta preparación de frenado es menor que el frenado de emergencia real.

- 45 Si el conductor del propio vehículo es alertado ópticamente y/o acústicamente y/o de manera táctil (por ejemplo, vibración del volante), se llama su atención de manera inequívoca, sobre la existencia del peligro de chocar por detrás con el objeto situado delante, y debido a ello, al terminar el tiempo de duración de la alerta predeterminada, se activa el proceso de frenado de emergencia automático.

- 50 El proceso de frenado de emergencia automático puede ser activado cuando se cumple una condición de frenado de emergencia predeterminada y ha finalizado el tiempo de duración de la alerta predeterminada. La deceleración de frenado de emergencia o una magnitud relacionada con ello, como la presión del frenado de emergencia, la fuerza del frenado de emergencia o el momento del frenado de emergencia, pueden predeterminarse de manera fija o ajustable. En este último caso, existe la posibilidad de determinar por ejemplo, en dependencia de variables, que describen por ejemplo, la masa de vehículo, el valor de fricción del revestimiento de las instalaciones de frenado de las ruedas del vehículo, el estado de la vía o las condiciones de la visibilidad, una deceleración de frenado máxima alcanzable realmente y de ajustar el valor de la deceleración del frenado de emergencia predeterminada en correspondencia con la deceleración de frenado máxima alcanzable realmente determinada.

En lugar de ello, el valor de la deceleración del frenado de emergencia también puede estar predeterminado de manera fija. En este caso se parte aquí de una deceleración de frenado máxima alcanzable promedia, cuyo valor se

encuentra típicamente en el rango entre 3 m/s^2 y 8 m/s^2 .

Lo mismo es válido para la predeterminación del tiempo de duración de la alerta, que también puede producirse de manera fija o ajustable. Una duración fija del tiempo de alerta predeterminado, tiene la ventaja de que el conductor conoce el momento de la activación del proceso de frenado de emergencia automático y éste no se inicia de forma inesperada o impredecible. Un valor adecuado de la duración del tiempo de alerta predeterminado puede determinarse debido a pruebas de conducción. Éste se encuentra típicamente en el rango entre 1,5 y 2,5 segundos. Por otra parte, es concebible ajustar el valor del tiempo de duración de la alerta predeterminada en dependencia de variables que describen por ejemplo, la masa del vehículo, el valor de fricción del revestimiento de las instalaciones de frenado de las ruedas del propio vehículo, el estado de la vía o las condiciones de la visibilidad. En este caso, se predetermina preferiblemente un valor mínimo de la duración del tiempo de alerta, que no debe superarse, para que el conductor tenga básicamente tiempo suficiente para prepararse para la activación del frenado de emergencia automático o incluso para intervenir el mismo con anterioridad.

La velocidad relativa del objeto situado delante con respecto al propio vehículo también puede predeterminarse bien de manera fija o ajustable. En este caso es ventajoso cuando el valor de una velocidad relativa objetivo predeterminada de manera fija es aproximadamente cero. En este caso se reduce la velocidad propia del vehículo mediante el proceso de frenado de emergencia automático solo hasta un punto absolutamente necesario, para evitar de manera fiable una colisión en la parte posterior del propio vehículo con el objeto situado delante. Cualquier otra reducción en la velocidad propia superior a ella, es innecesaria y supone particularmente para los siguientes vehículos un riesgo adicional.

Además de ello, la distancia de seguridad con el objeto situado delante también puede predeterminarse de manera fija o ajustable. Un ajuste del valor de la distancia de seguridad puede producirse o bien en dependencia de variables, que describen por ejemplo, la masa de vehículo, el valor de fricción del revestimiento de las instalaciones de frenado de las ruedas del propio vehículo, el estado de la vía, la velocidad del vehículo o las condiciones de la visibilidad, o bien manualmente por parte del conductor del propio vehículo. En este caso se predetermina preferiblemente un valor mínimo para la distancia de seguridad, de manera que se evita demasiado acercamiento al objeto situado delante con la finalización del proceso de frenado de emergencia automático. Por motivos de simplicidad, la predeterminación del valor de la distancia de seguridad también puede predeterminarse de manera fija. Típicamente este se encuentra entonces entre cero y algunos metros.

Ventajosamente, al existir actividad de conductor y/o al reducirse el peligro de una colisión en la parte posterior, se suprime la activación de una alerta al conductor y/o se ajusta la intensidad de la alerta al conductor. De esta manera se evita que el conductor del vehículo considere molestas las alertas al conductor activadas innecesariamente, y apague el dispositivo de manera definitiva, de manera que no se lleve a cabo el procedimiento.

Además de ello, al existir actividad del conductor y/o al reducir el riesgo de colisión por la parte trasera, puede finalizarse y/o modificarse una alerta al conductor ya activada y/o puede suprimirse la activación del proceso de frenado de emergencia automático.

Por un lado se ofrece al conductor del propio vehículo durante tanto tiempo como es posible, la posibilidad de tomar medidas contrarias para evitar la colisión por la parte trasera con el vehículo precedente, y por otro lado, una alerta al conductor, que ya se ha vuelto innecesaria, no continúa manteniéndose y/o no se activa un proceso de frenado de emergencia automático que se ha vuelto innecesario.

El proceso de frenado de emergencia automático puede ser activado automáticamente tras la finalización de la duración del tiempo de alerta predeterminado, siempre y cuando la alerta al conductor no se interrumpa durante la duración del tiempo de alerta predeterminado. De esta manera el conductor del propio vehículo conoce el momento de la activación del proceso de frenado de emergencia automático, y tiene la posibilidad de tomar medidas contrarias adecuadas para evitar la colisión por la parte trasera con el objeto situado delante.

Con el fin de no poner en peligro el éxito de un proceso de frenado de emergencia automático ya activado mediante una interrupción antes de tiempo por parte del conductor, éste solo se interrumpe, cuando ha finalizado un tiempo de duración de frenado de emergencia predeterminado y/o cuando se ha alcanzado la velocidad relativa objetivo predeterminada y la distancia de seguridad predeterminada. La duración del tiempo del frenado de emergencia depende de la situación de conducción momentánea al activarse el proceso de frenado de emergencia automático, de la deceleración del frenado de emergencia predeterminada, de la velocidad relativa y de la distancia de seguridad entre el propio vehículo y el objeto situado delante.

Ventajosamente, la alerta al conductor consiste en al menos dos niveles de alerta que se activan secuencialmente en el tiempo durante la duración del tiempo de alerta al conductor predeterminada, habiendo asociada a cada nivel de alerta una duración de tiempo de nivel de alerta predeterminada. De esta manera es posible construir la alerta al conductor mediante el uso de niveles de alerta de diferente urgencia, pudiendo aumentar la urgencia de los niveles de alerta al disminuir el tiempo restante hasta la activación del proceso de frenado de emergencia automático, de manera que se indica al conductor el periodo de tiempo que va acortándose hasta la activación del proceso de frenado de emergencia automático.

La duración del tiempo del nivel de alerta de un nivel de alerta puede estar predeterminada de manera fija o ajustable. Una duración fija del tiempo de nivel de alerta predeterminado, tiene la ventaja de que el conductor conoce el momento de la activación de un posible nivel de alerta posterior y/o del proceso de frenado de emergencia automático, éste no llega de forma inesperada o impredecible.

- 5 Además de ello, existe la posibilidad de ajustar el valor de la duración del tiempo de un nivel de alerta en dependencia de variables, que describen por ejemplo, la masa del vehículo, el valor de fricción del revestimiento de las instalaciones de frenado de las ruedas del propio vehículo, las condiciones de visibilidad o el estado de la vía. De esta manera puede activarse por ejemplo, el último nivel de alerta, y con ello por regla general más urgente, antes, cuanto más desventajosas sean las condiciones para evitar la colisión por la parte trasera, mediante la activación del proceso de frenado de emergencia automático.

10 También existe la posibilidad de activar solo tras la activación de un primer nivel de alerta, al menos otro nivel de alerta, cuando se cumple una condición de alerta predeterminada asignada correspondientemente al siguiente nivel de alerta. De esta manera puede comprobarse la necesidad de la activación de cada siguiente nivel de alerta y evitarse la activación de niveles de alerta innecesarios inadecuados frente al peligro real de colisión en la parte posterior.

15 En el caso de existir actividad del conductor y/o al reducirse el peligro de colisión en la parte posterior, puede finalizarse al menos uno de los niveles de alerta ya activados y/o suprimirse la activación de otros niveles de alerta. De esta manera se evita que el conductor del vehículo considere como molestos niveles de alerta activados innecesariamente y desactive el dispositivo.

- 20 En este caso también es posible mantener un nivel de alerta ya activado, que se presenta por ejemplo, en forma de una alerta al conductor óptica, hasta que finaliza la duración del tiempo de alerta predeterminado, para de esta manera no activar otros niveles de alerta para indicar al conductor el peligro de colisión en la parte posterior potencialmente existente.

25 Convenientemente se detecta la existencia de actividad del conductor debido a una activación de al menos uno de los elementos de mando del vehículo, sirviendo el elemento de mando particularmente para la modificación de la dinámica longitudinal o transversal del vehículo.

Forman parte de los elementos de mando, que son adecuados para la detección de la actividad del conductor, por ejemplo, el pedal acelerador, el pedal de freno, el pedal del embrague, el volante o el sensor de dirección del vehículo.

- 30 Una reducción del riesgo de colisión en la parte posterior puede detectarse fácilmente mediante una distancia que aumenta con el tiempo entre el vehículo y el vehículo precedente y/o mediante una velocidad relativa que disminuye con el tiempo, entre el propio vehículo y el objeto situado delante.

35 Para poder detectar de manera fiable o poder valorar correctamente el peligro de una colisión por la parte trasera del vehículo con el vehículo precedente también en situaciones de tráfico complejas, se determina la situación de conducción momentánea del vehículo en dependencia de la distancia determinada entre el propio vehículo y el objeto situado delante y/o de la velocidad determinada del vehículo y/o de la aceleración relativa determinada entre el propio vehículo y el objeto situado delante y/o de la aceleración determinada del vehículo y/o de la inclinación de la vía y/o de los valores de fricción entre la vía y las ruedas del vehículo.

- 40 Para reducir el riesgo de posibles accidentes secundarios, al activarse el proceso de frenado de emergencia automático, puede producirse una alerta de vehículos precedentes y/o siguientes. Para ello se activan por ejemplo, las luces de freno, la bocina del vehículo, las luces de emergencia, las luces de carretera y/o largas del vehículo.

REIVINDICACIONES

1. Procedimiento para la detección de situaciones de conducción críticas de automóviles, particularmente para evitar colisiones con un objeto situado delante de un propio vehículo, con los siguientes pasos:

- 5 - predeterminar un perfil de aceleración dependiente de variables de conducción del propio vehículo ($a_{\text{VOR,E}}$);
- asumir una evolución temporal de una aceleración previsible del propio vehículo ($a_{\text{VOR,E}}$) en base a su aceleración actual ($a_{\text{AKT,E}}$);
- determinar un perfil de recorrido (s_E) del propio vehículo a partir de la evolución temporal de la aceleración previsible ($a_{\text{VOR,E}}$);
- 10 - detectar una distancia actual ($\text{dist}_{\text{AKT,V}}$) y una velocidad relativa actual ($v_{\text{rel}_{\text{AKT,V}}}$) de un objeto situado delante del propio vehículo;
- asumir una evolución temporal de una aceleración previsible del objeto ($a_{\text{VOR,V}}$) en base a su aceleración actual ($a_{\text{AKT,V}}$);
- determinar un perfil de recorrido del objeto (s_V) a partir de la evolución temporal de la aceleración previsible ($a_{\text{VOR,V}}$);
- 15 - comparar el perfil de recorrido (s_E) del propio vehículo con el perfil de recorrido (s_V) del objeto; y,
- en caso de cortarse los dos perfiles de recorrido (s_E , s_V), determinar un momento de colisión previsible (T_K) del propio vehículo con el objeto;
- comparar un momento (T_{umbral}) con el momento de colisión previsible determinado (T_K) del propio vehículo con el objeto;
- 20 - y si el momento de colisión previsible (T_K) se encuentra antes de este momento (T_{umbral}), emitir una alerta al conductor del propio vehículo.

2. Procedimiento según la reivindicación 1, en el que la determinación del perfil de recorrido (s_E) del propio vehículo se produce a partir de la evolución temporal de la aceleración previsible ($a_{\text{VOR,E}}$) mediante

- 25 a. determinación de un perfil de velocidad del propio vehículo (V_E) por integración del perfil de aceleración asumido ($a_{\text{VOR,E}}$); y
- b. determinación del perfil de recorrido (s_E) del propio vehículo por integración del perfil de velocidad determinado (V_E).

3. Procedimiento según la reivindicación 1 o 2, en el que la determinación del perfil de recorrido del objeto (s_V) se produce a partir de la evolución temporal de la aceleración previsible ($a_{\text{VOR,V}}$) mediante

- 30 a. determinación de un perfil de velocidad del objeto (V_V) por integración del perfil de aceleración asumido ($a_{\text{VOR,V}}$); y
- b. determinación del perfil de recorrido del objeto (s_V) por integración del perfil de velocidad determinado (V_V) del objeto.

35 4. Procedimiento según una de las reivindicaciones anteriores, en el que la predeterminación de un perfil de aceleración ($a_{\text{VOR,E}}$) dependiente de variables de conducción del propio vehículo, tiene en cuenta una aceleración del vehículo actual ($a_{\text{AKT,E}}$) detectada o calculada y/o una velocidad del vehículo actual ($v_{\text{AKT,E}}$) detectada o calculada de un propio vehículo.

40 5. Procedimiento según una de las reivindicaciones anteriores, en el que la asunción de una evolución temporal de una aceleración previsible del objeto situado delante, comprende un cálculo o determinación de la velocidad absoluta actual del objeto y/o de la aceleración absoluta actual del objeto.

6. Procedimiento según una de las reivindicaciones anteriores, en el que la comparación del momento (T_{umbral}) con el momento de colisión previsible determinado (T_K) del propio vehículo con el objeto situado delante, comprende una fijación de un momento (T_{umbral}) antes del momento de colisión previsible (T_K).

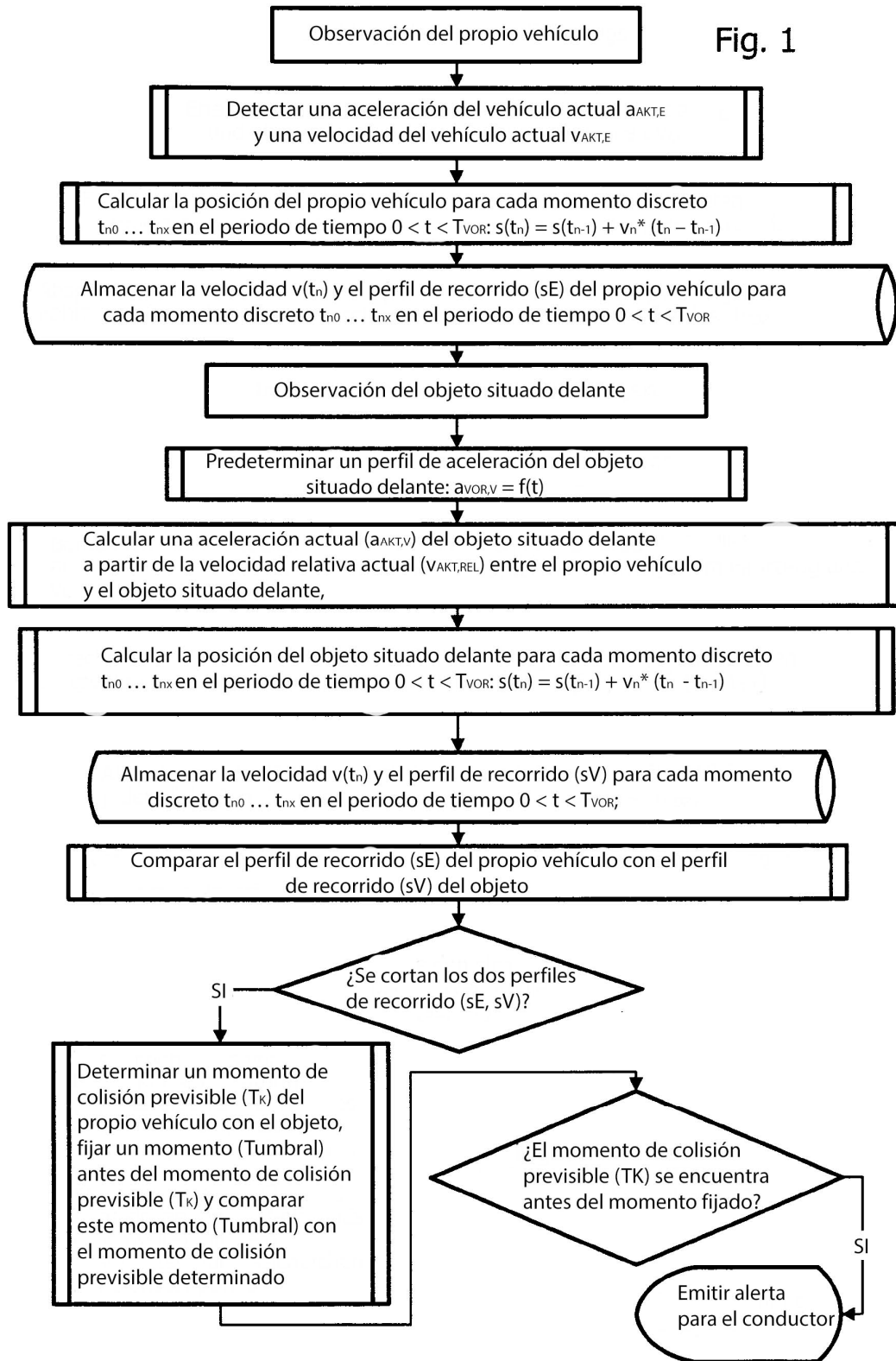
45 7. Procedimiento según una de las reivindicaciones anteriores, produciéndose la asunción de una evolución temporal de una aceleración del vehículo previsible del propio vehículo ($a_{\text{VOR,E}}$) durante un período de tiempo predeterminado (T_{VOR}), en base a la aceleración del vehículo actual del propio vehículo ($a_{\text{AKT,E}}$) y/o a partir de la evolución temporal de la aceleración del propio vehículo durante un periodo de tiempo de longitud predeterminada que alcanza hasta el pasado.

50 8. Procedimiento según una de las reivindicaciones anteriores, produciéndose la asunción de una evolución temporal de un perfil de aceleración ($a_{\text{VOR,E}}$) previsible dependiente de variables de conducción del propio vehículo en dependencia de su velocidad actual ($v_{\text{AKT,E}}$), asignándose al perfil de aceleración como valor de partida la aceleración del vehículo actual ($a_{\text{AKT,E}}$), y reduciéndose el perfil de aceleración lentamente con una alta velocidad y reduciéndose rápidamente con una velocidad baja.

55 9. Procedimiento según una de las reivindicaciones anteriores, produciéndose la asunción de una evolución temporal de una aceleración del vehículo previsible del objeto situado delante ($a_{\text{VOR,V}}$) durante un período de tiempo predeterminado (T_{VOR}), en base a su aceleración actual del vehículo precedente ($a_{\text{AKT,E}}$) y eventualmente a partir de

la evolución temporal de la aceleración del vehículo del vehículo precedente durante un periodo de tiempo de longitud predeterminada que alcanza hasta el pasado.

- 5 10. Procedimiento según una de las reivindicaciones anteriores, produciéndose la asunción de una evolución temporal de un perfil de aceleración ($a_{VOR,V}$) previsible dependiente de variables de conducción del objeto situado delante, en dependencia de su aceleración actual ($a_{AKT,V}$), asignándose al perfil de aceleración la aceleración actual ($a_{AKT,V}$) del objeto como valor de partida, y reduciéndose el perfil de aceleración lentamente con una alta velocidad y reduciéndose rápidamente con una velocidad baja.
11. Procedimiento según una de las reivindicaciones anteriores, diferenciándose al asumir la evolución temporal de la aceleración previsible del propio vehículo ($a_{VOR,E}$), si su aceleración actual ($a_{AKT,E}$) es positiva, cero o negativa, y
 - 10 a. si la aceleración actual del propio vehículo es positiva ($a_{AKT,E} > 0$), entonces se asume para la evolución temporal, que la aceleración del vehículo previsible ($a_{VOR,E}$) se reduce en el periodo de tiempo predeterminado (T_{VOR}), adaptándose preferiblemente la evolución temporal a la situación de conducción actual, preferiblemente a la velocidad actual del propio vehículo ($v_{AKT,E}$);
 - 15 b. si la aceleración actual del propio vehículo es negativa ($a_{AKT,E} < 0$), entonces se asume que la aceleración previsible del propio vehículo ($a_{VOR,E}$) es constante en el periodo de tiempo predeterminado (T_{VOR});
 - c. si la aceleración actual del propio vehículo es cero ($a_{AKT,E} = 0$), entonces se asume que la aceleración previsible del propio vehículo ($a_{VOR,E}$) es constante en el periodo de tiempo predeterminado.
12. Procedimiento según una de las reivindicaciones anteriores, diferenciándose al asumir la evolución temporal de la aceleración previsible ($a_{VOR,V}$) del objeto situado delante, si su aceleración actual ($a_{AKT,V}$) es positiva, cero o negativa, y
 - 20 a. si la aceleración actual ($a_{AKT,V}$) del objeto es positiva ($a_{AKT,V} > 0$), entonces se asume para la evolución temporal, que la aceleración previsible del objeto situado delante ($a_{VOR,V}$) es constante en el periodo de tiempo predeterminado (T_{VOR});
 - 25 b. si la aceleración actual ($a_{AKT,V}$) del objeto situado delante es negativa ($a_{AKT,V} < 0$), entonces se asume para la evolución temporal, que la aceleración previsible del objeto situado delante ($a_{VOR,V}$) se reduce en el periodo de tiempo predeterminado (T_{VOR}), adaptándose preferiblemente la evolución temporal a la situación de conducción actual, preferiblemente a la velocidad actual del objeto situado delante ($v_{AKT,V}$);
 - c. si la aceleración actual del objeto situado delante es cero ($a_{AKT,V} = 0$), entonces se asume que la aceleración previsible del objeto situado delante ($a_{VOR,V}$) es constante en el periodo de tiempo predeterminado (T_{VOR}).
- 30 13. Procedimiento según una de las reivindicaciones anteriores, emitiéndose adicional o alternativamente a la emisión de una alerta al conductor del propio vehículo, por ejemplo, una alerta óptica o acústica a los siguientes participantes en el tráfico.



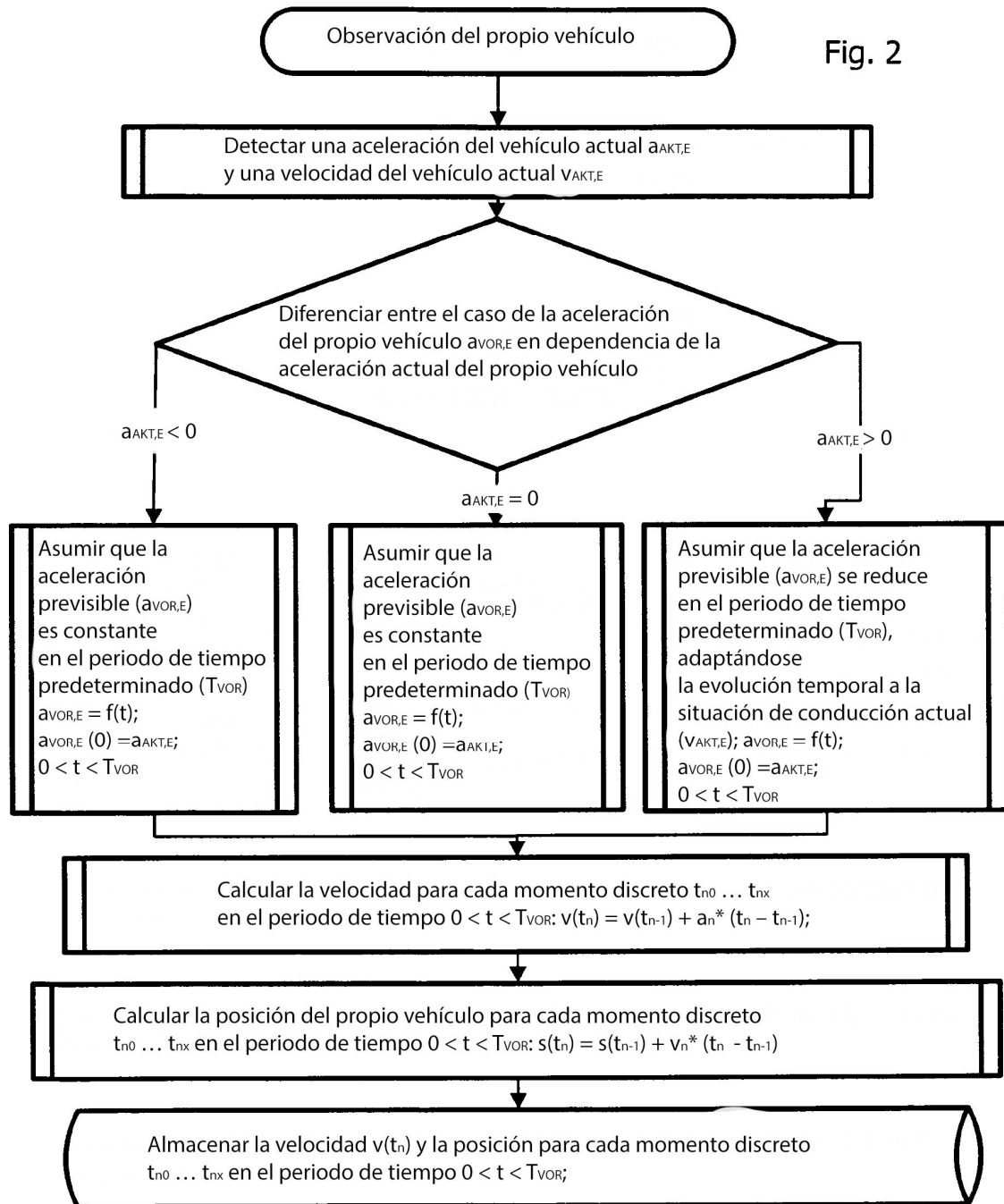
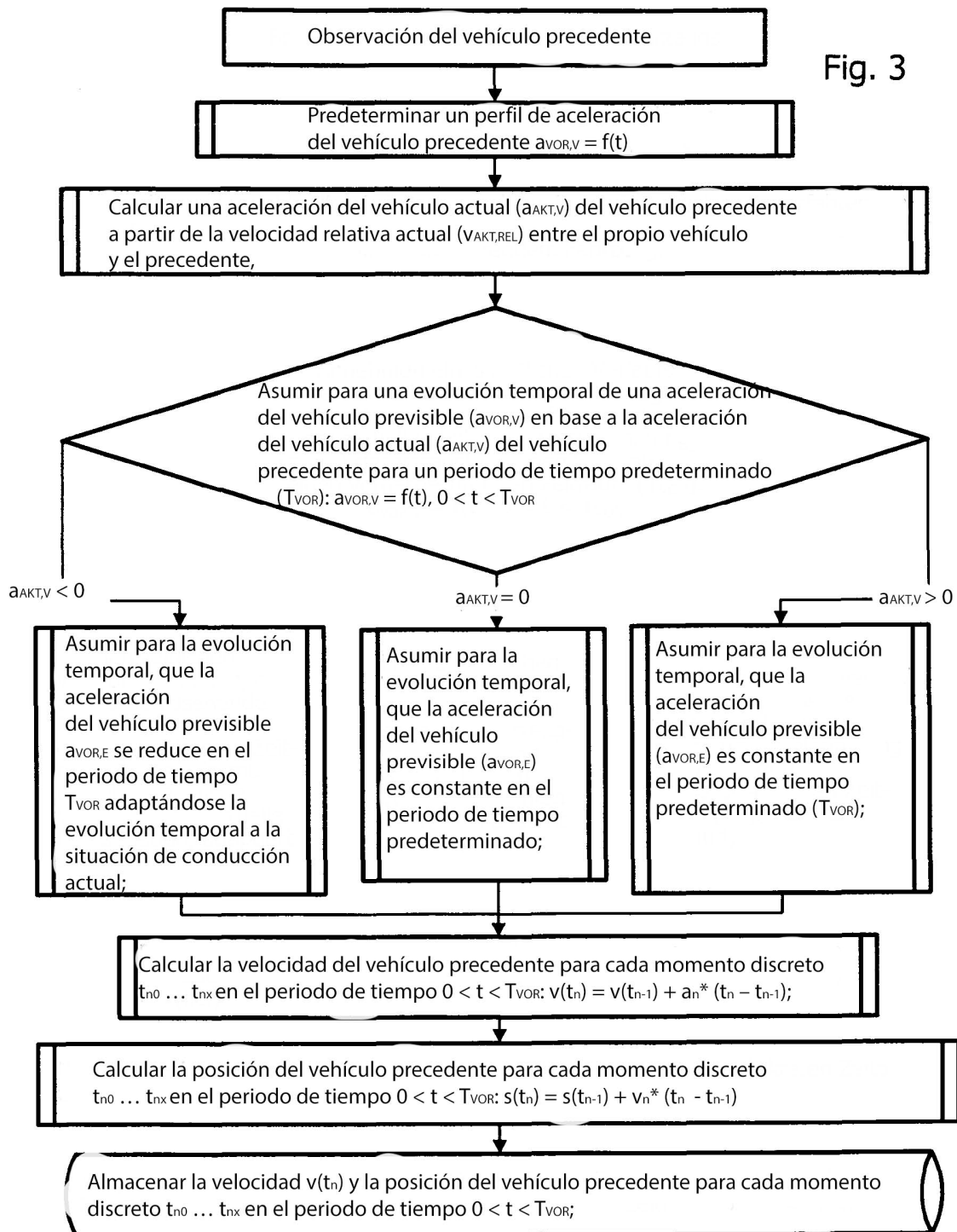
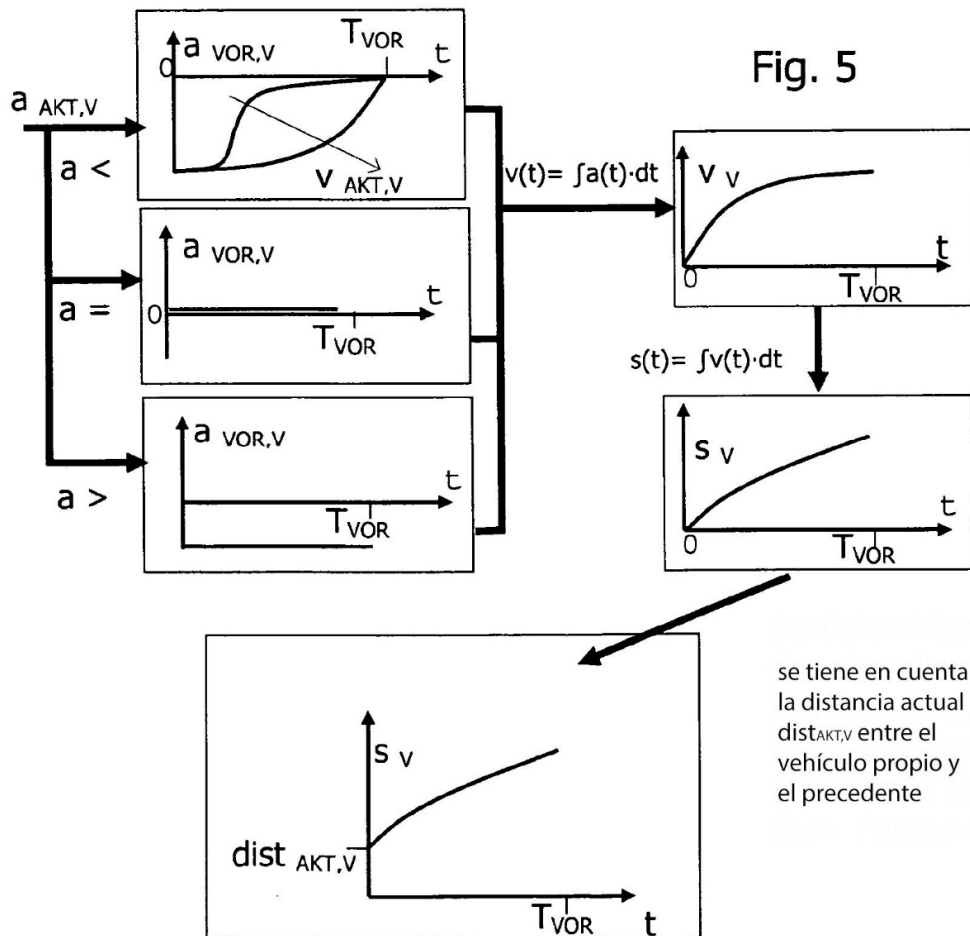
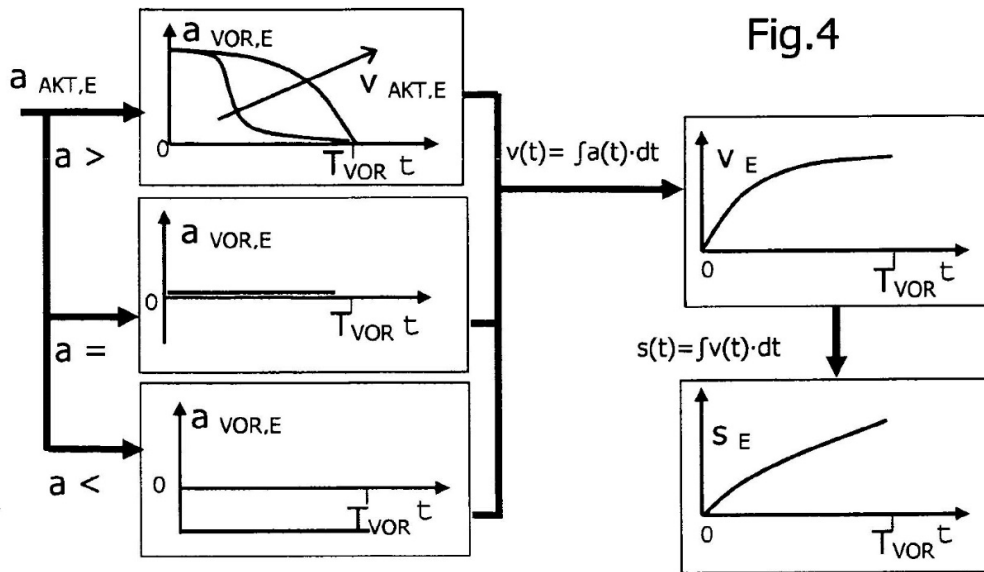


Fig. 3





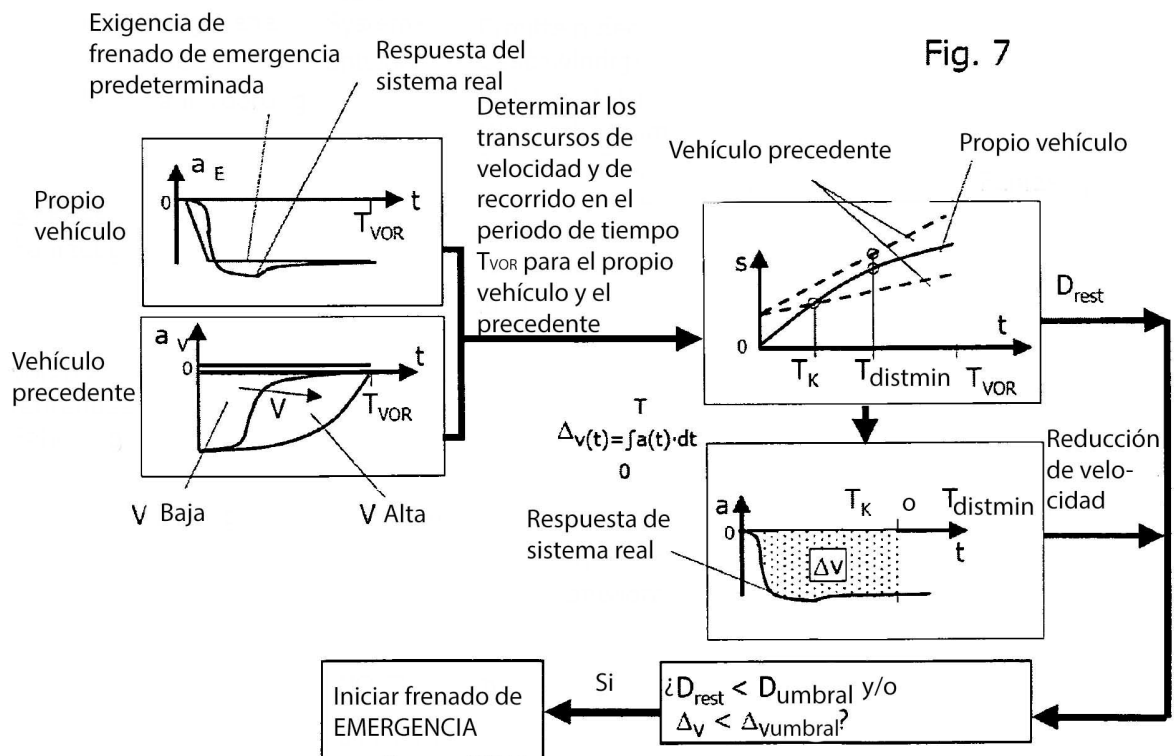
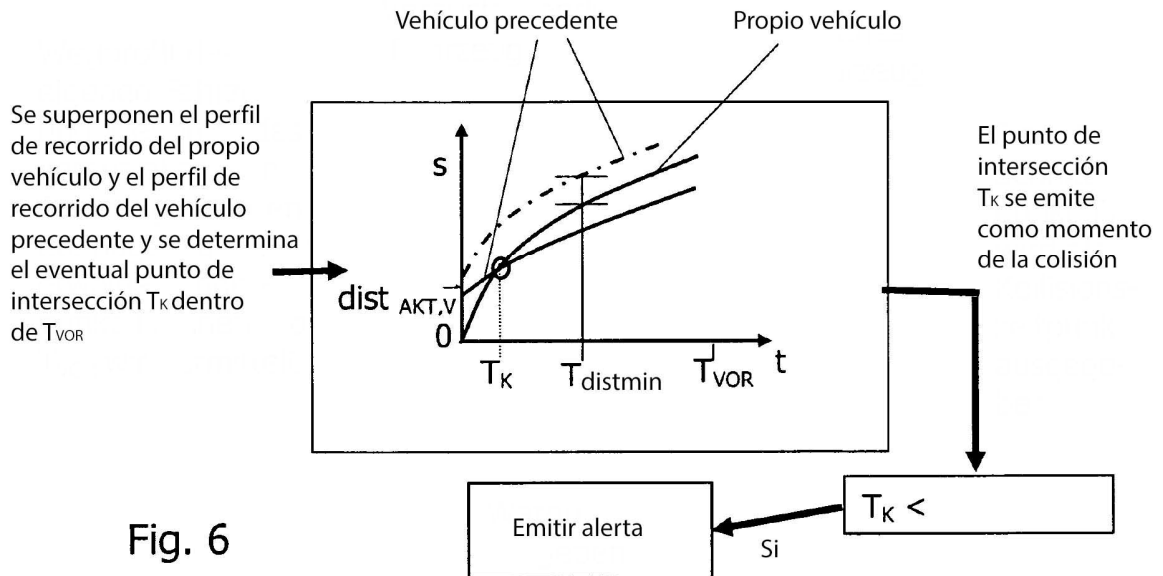


Fig. 8

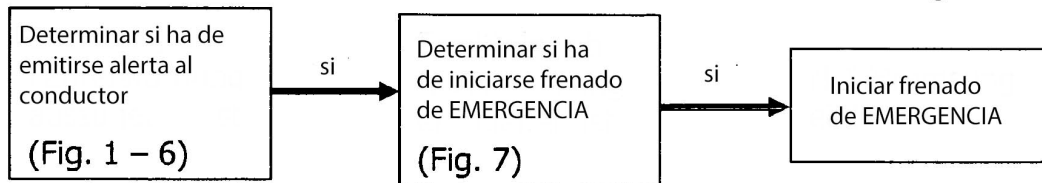


Fig. 9

