

ITALIAN PATENT OFFICE

Document No.

102011901928754A1

Publication Date

20120924

Applicant

BRIDGESTONE CORPORATION

Title

METODO PER DETERMINARE LE SOLLECITAZIONI CHE DEVONO VENIRE
APPLICATE AD UN PNEUMATICO DURANTE UNA PROVA DI DURATA AL
COPERTO SVOLTA IN UN BANCO DI PROVA

DESCRIZIONE

del brevetto per invenzione industriale dal titolo:

"METODO PER DETERMINARE LE SOLLECITAZIONI CHE DEVONO VENIRE APPLICATE AD UN PNEUMATICO DURANTE UNA PROVA DI DURATA AL COPERTO SVOLTA IN UN BANCO DI PROVA"

di BRIDGESTONE CORPORATION

di nazionalità giapponese

con sede: 10-1, KYOBASHI 1-CHOME, CHUO-KU

TOKYO 104-8340 (GIAPPONE)

Inventore: MAGGI Marco Andrea

*** **

SETTORE DELLA TECNICA

La presente invenzione è relativa ad un metodo per determinare le sollecitazioni che devono venire applicate ad un pneumatico durante una prova di durata al coperto svolta in un banco di prova.

ARTE ANTERIORE

Diverse prove sui pneumatici vengono eseguite al coperto utilizzando un banco in quanto la prova al banco presenta dei costi molto più contenuti (non essendo necessario l'utilizzo di un veicolo reale e di un pilota) e presenta una ripetibilità decisamente più elevata (le sollecitazioni applicate al pneumatico e le condizioni al contorno quali temperatura e caratteristiche del fondo stradale sono note e facilmente regolabili). Il banco di

prova permette di applicare ad un pneumatico un'ampia varietà di sollecitazioni, ma per rendere una prova al banco più realistica possibile (cioè più simile possibile a quanto avviene su strada) e per rendere una prova al coperto al banco comparabile con una prova all'aperto su strada aperta al pubblico è necessario conoscere con buona precisione le sollecitazioni cui è sottoposto un pneumatico nell'utilizzo su strada in modo da poterle riprodurre al banco. A tale scopo vengono effettuate prove all'aperto su strade aperte al pubblico utilizzando un veicolo dotato di una unità di misura che misura e registra le forze che agiscono sui pneumatici; al termine di una prova all'aperto di questo tipo l'unità di misura ha registrato l'andamento temporale delle forze che hanno agito sui pneumatici e tale andamento temporale viene fornito agli attuatori del banco per venire fedelmente riprodotto durante le prove al coperto utilizzando il banco.

Per ridurre la durata complessiva della prova all'aperto (che prevede una durata di diverse ore ed una percorrenza di diverse centinaia di chilometri) e per fare avvenire la prova all'aperto in condizioni ripetibili (ovviamente per quanto possibile su strade aperte al pubblico), durante la prova all'aperto il veicolo deve venire sempre condotto alla massima velocità permessa dal codice della strada. Tuttavia, è evidente che non è sempre

possibile condurre il veicolo alla massima velocità permessa dal codice della strada principalmente a causa del traffico presente nelle strade aperte al pubblico. Quindi, anche l'andamento temporale delle forze che hanno agito sui pneumatici durante una prova all'aperto su strada aperta al pubblico risente del fatto che non sempre il veicolo è stata condotto alla massima velocità permessa dal codice della strada.

DESCRIZIONE DELLA INVENZIONE

Scopo della presente invenzione è di fornire un metodo per determinare le sollecitazioni che devono venire applicate ad un pneumatico durante una prova di durata al coperto svolta in un banco di prova, il quale metodo sia esente dagli inconvenienti sopra descritti, e sia, in particolare, di facile ed economica implementazione.

Secondo la presente invenzione viene fornito un metodo per determinare le sollecitazioni che devono venire applicate ad un pneumatico durante una prova di durata al coperto svolta in un banco di prova, secondo quanto stabilito nelle rivendicazioni allegate.

BREVE DESCRIZIONE DEI DISEGNI

La presente invenzione verrà ora descritta con riferimento ai disegni annessi, che ne illustrano un esempio di attuazione non limitativo, in cui:

- la figura 1 illustra schematicamente un veicolo

provvisto di una unità di misura per la misura di grandezze fisiche necessarie alla successiva stima delle forze che agiscono sui pneumatici;

- la figura 2 illustra schematicamente un tratto di un percorso stradale campione seguito dal veicolo della figura 1; e
- la figura 3 illustra schematicamente un banco di prova che sottopone un pneumatico ad una prova di durata al coperto.

FORME DI ATTUAZIONE PREFERITE DELL'INVENZIONE

Nella figura 1, con il numero 1 è indicato nel suo complesso un veicolo provvisto di quattro pneumatici 2.

Il veicolo 1 è dotato di una unità 3 di misura per la misura di grandezze fisiche necessarie alla successiva stima delle forze che agiscono sui pneumatici 2. Grazie alle informazioni registrare dall'unità 3 di misura, è possibile determinare le sollecitazioni (forze) che devono venire applicate ad un pneumatico durante una prova di durata al coperto svolta in un banco di prova per simulare con elevata fedeltà una analoga prova di durata all'aperto svolta lungo strade aperte al traffico veicolare. In altre parole, elaborando come in seguito descritto le informazioni registrare dall'unità 3 di misura è possibile determinare l'evoluzione temporale delle sollecitazioni (forze) che devono venire applicate ad un pneumatico

durante una prova di durata al coperto svolta in un banco di prova per sottoporre il pneumatico alla stessa usura che si verificherebbe in una analoga prova di durata all'aperto svolta lungo strade aperte al traffico veicolare.

L'unità 3 di misura comprende un localizzatore satellitare 4, il quale utilizzando lo standard GPS misura in tempo reale la velocità V_x longitudinale di avanzamento del veicolo 1 ed una posizione P del veicolo 1. La posizione P del veicolo 1 è costituita dall'insieme di tre coordinate X,Y,Z di un sistema di riferimento tridimensionale avente tre assi tra loro perpendicolari; le coordinate X e Y corrispondono a latitudine e longitudine e definiscono un piano, mentre la coordinata Z fornisce una quota verticale rispetto ad un piano di riferimento (tipicamente il livello del mare).

Inoltre, l'unità 3 di misura comprende una telecamera 5 che è disposta nel veicolo per inquadrare la strada di fronte al veicolo 1 (ad esempio la telecamera 5 può essere disposta di fronte al parabrezza frontale del veicolo 1).

Infine, l'unità 3 di misura comprende un dispositivo 6 di memoria di massa (costituito da un disco rigido e/o da una memoria RAM) capace di immagazzinare dei dati forniti dal localizzatore satellitare 4 e dalla telecamera 5 ed un dispositivo 7 di elaborazione che è costituito tipicamente da un Personal Computer che potrebbe integrare al suo

interno il dispositivo 6 di memoria.

Viene di seguito descritta la modalità utilizzata per determinare le sollecitazioni (forze) che devono venire applicate ad un pneumatico durante una prova di durata al coperto svolta in un banco di prova per simulare con elevata fedeltà una analoga prova di durata all'aperto svolta lungo strade aperte al traffico veicolare.

Il veicolo 1 provvisto della unità 3 di misura viene utilizzato per svolgere la prova all'aperto che si vuole simulare anche al coperto e quindi viene condotto lungo un percorso stradale campione che si svolge all'aperto lungo strade aperte al traffico veicolare.

Preventivamente, cioè prima di iniziare la prova su strada, viene determinata la massa M del veicolo 1 mediante una semplice operazione di pesatura; secondo una possibile forma di attuazione, la massa M del veicolo 1 può venire progressivamente aggiornata (cioè ridotta) per tenere conto della diminuzione dovuta al consumo del carburante (che è facilmente stimabile dalle informazioni fornite da una centralina elettronica di controllo del motore).

Durante la marcia del veicolo 1, il localizzatore satellitare 4 fornisce in tempo reale e con una frequenza di campionamento relativamente elevata (tipicamente almeno alcuni Hz) la posizione P del veicolo 1 lungo il percorso stradale campione costituita dall'insieme delle coordinate

X,Y,Z e la velocità V_x longitudinale di avanzamento del veicolo 1; questi dati vengono ciclicamente memorizzati nel dispositivo 6 di memoria con una frequenza di memorizzazione che è tipicamente pari alla frequenza di campionamento del localizzatore satellitare 4 ed è sincronizzata con la frequenza di campionamento del localizzatore satellitare 4.

Inoltre, durante la marcia del veicolo 1 la telecamera 5 fornisce in tempo reale immagini della strada di fronte al veicolo 1; almeno una parte di queste immagini viene ciclicamente memorizzata nel dispositivo 6 di memoria con una frequenza di memorizzazione che è tipicamente pari alla frequenza di campionamento del localizzatore satellitare 4 ed è sincronizzata con la frequenza di campionamento del localizzatore satellitare 4 (in questo modo a ciascuna immagine memorizzata viene associata la corrispondente posizione P del veicolo 1 al momento in cui l'immagine è stata ripresa).

Una volta terminata la prova all'aperto (ovvero una volta completata la percorrenza del percorso stradale campione), le informazioni memorizzate dalla unità 3 di misura durante la percorrenza del percorso stradale campione vengono elaborate per determinare le sollecitazioni (forze) che devono venire applicate ad un pneumatico durante una prova di durata al coperto svolta in

un banco di prova per simulare con elevata fedeltà la prova di durata all'aperto.

Secondo una preferita forma di attuazione, alle misure fornite dal localizzatore satellitare 4 (in particolare sulla velocità V_x longitudinale di avanzamento del veicolo 1) vengono applicati dei filtri a media mobile per eliminare un eventuale rumore ad alta frequenza (molto fastidioso particolarmente durante una derivazione nel tempo).

La prima operazione che viene svolta è una correzione delle velocità V_x longitudinali di avanzamento del veicolo 1 per eliminare eventuali differenze rilevanti (significative) tra le massime velocità V_{x-max} ammissibili (ovvero le massime velocità ammesse dal codice della strada) e le velocità V_x longitudinali misurate dal localizzatore satellitare 4.

Per la correzione delle velocità V_x longitudinali, preferibilmente l'intero percorso stradale campione viene suddiviso in una successione di tratti, ciascuno dei quali è contraddistinto da una unica massima velocità V_{x-max} ammissibile (cioè lungo l'intero tratto la massima velocità V_{x-max} ammissibile è sempre costante). La dimensione (ovvero la lunghezza) dei tratti in cui viene suddiviso il percorso viene generalmente determinata in modo sperimentale eseguendo diverse prove con diverse dimensioni e valutando

il risultato finale.

Per ciascun tratto del percorso stradale campione viene determinata la massima velocità V_{x-max} ammissibile (ovvero la massima velocità ammessa dal codice della strada) e quindi la massima velocità V_{x-max} ammissibile viene confrontata con la velocità V_x longitudinale misurata dal localizzatore satellitare 4. In funzione dell'esito di questo confronto, per le successive elaborazioni (descritte in seguito) può venire utilizzata una velocità V_x longitudinale uguale alla velocità V_x longitudinale misurata dal localizzatore satellitare 4, oppure può venire utilizzata una velocità V_x longitudinale diversa dalla velocità V_x longitudinale misurata dal localizzatore satellitare 4. In particolare, per le successive elaborazioni (descritte in seguito) viene utilizzata una velocità V_x longitudinale uguale alla velocità V_x longitudinale misurata dal localizzatore satellitare 4 quando la velocità V_x longitudinale misurata non è significativamente diversa dalla massima velocità V_{x-max} ammissibile; invece, per le successive elaborazioni (descritte in seguito) viene utilizzata una velocità V_x longitudinale diversa (e normalmente pari alla massima velocità V_{x-max} ammissibile) dalla velocità V_x longitudinale misurata dal localizzatore satellitare 4 quando la velocità V_x longitudinale misurata è significativamente diversa

dalla massima velocità V_{x-max} ammissibile.

Per ciascun tratto del percorso stradale campione il confronto tra la velocità V_x longitudinale misurata dal localizzatore satellitare 4 e la massima velocità V_{x-max} ammissibile può avvenire in modo puntuale (cioè punto a punto) quando un unico valore della velocità V_x longitudinale misurata dal localizzatore satellitare 4 viene singolarmente confrontato con la massima velocità V_{x-max} ammissibile (e quindi viene singolarmente corretto in caso di diversità significativa). In altre parole, quando in valore assoluto la differenza tra un singolo valore della velocità V_x longitudinale misurata e la massima velocità V_{x-max} ammissibile è superiore ad un valore di soglia (generalmente determinato sperimentalmente e dell'ordine di alcuni km/h), allora il singolo valore della velocità V_x longitudinale misurata viene "eliminato" e sostituito con un valore "corretto" che è normalmente pari alla massima velocità V_{x-max} ammissibile.

In alternativa, per ciascun tratto del percorso stradale campione il confronto tra la velocità V_x longitudinale misurata dal localizzatore satellitare 4 e la massima velocità V_{x-max} ammissibile può avvenire in modo aggregato quando una serie di valori (ad esempio tutti i valori del tratto del percorso stradale campione in esame) vengono confrontati insieme con la massima velocità V_{x-max}

ammissibile (e quindi tutti i valori considerati vengono corretti insieme in caso di diversità significativa). In questo caso, tutti i valori del tratto in esame vengono utilizzati insieme per calcolare il valore di un indice di somiglianza I_{CR} che quindi confrontato con un valore di soglia (generalmente determinato sperimentalmente). Quando l'indice di somiglianza I_{CR} è inferiore al valore di soglia allora lungo il tratto di percorso in esame tutte le velocità V_x longitudinali misurate dal localizzatore satellitare 4 vengono mantenute ed utilizzate per le successive elaborazioni (descritte in seguito), mentre se l'indice di somiglianza I_{CR} è superiore al valore di soglia allora lungo il tratto di percorso in esame tutte le velocità V_x longitudinali misurate dal localizzatore satellitare 4 vengono "eliminate" e sostituite con un valore "corretto" che è normalmente pari alla massima velocità V_{x-max} ammissibile. In altre parole, quando l'indice di somiglianza I_{CR} è inferiore al valore di soglia allora lungo il tratto di percorso in esame le velocità V_x longitudinali vengono assunte pari alle velocità V_x longitudinali misurate dal localizzatore satellitare 4, mentre se l'indice di somiglianza I_{CR} è superiore al valore di soglia allora lungo il tratto di percorso in esame le velocità V_x longitudinali vengono assunte pari alla massima velocità V_{x-max} ammissibile (e quindi le velocità V_x

longitudinali misurate dal localizzatore satellitare 4 vengono scartate).

Secondo una possibile forma di attuazione, l'indice di somiglianza I_{CR} viene calcolato utilizzando gli scarti quadratici medi come descritto nelle seguenti equazioni (la prima equazione è valida nel caso di un segnale analogico, mentre la seconda equazione è valida nel caso di un segnale digitale):

$$I_{CR}^2 = \frac{1}{t_1 - t_0} \cdot \int_{t_0}^{t_1} [V_x(t) - V_{x-max}(t)]^2 \cdot dt$$

$$I_{CR}^2 = \frac{1}{N} \cdot \sum_{i=1}^N [V_x^i - V_{x-max}^i]^2$$

Da quanto sopra descritto, è evidente che la correzione delle velocità V_x longitudinali di avanzamento ha lo scopo di correggere le velocità V_x longitudinali misurate dal localizzatore satellitare 4 per fare in modo che le velocità V_x longitudinali siano sempre in un intorno delle corrispondenti massime velocità V_{x-max} ammissibili. Quindi, per le successive elaborazioni (descritte in seguito), viene sempre utilizzata una velocità V_x longitudinale pari alla massima velocità V_{x-max} ammissibile quando la velocità V_x longitudinale misurata dal localizzatore satellitare 4 è significativamente diversa dalla massima velocità V_{x-max} ammissibile.

Per ciascun tratto del percorso stradale campione, la corrispondente massima velocità V_{x-max} ammissibile può

venire determinata in funzione della posizione P del veicolo 1 ed utilizzando una mappa stradale che fornisce le informazioni sui limiti di velocità imposti dal codice della strada. In altre parole, per ciascun tratto del percorso stradale campione, la corrispondente massima velocità V_{x-max} ammissibile viene fornita da una mappa stradale che fornisce le informazioni sui limiti di velocità imposti dal codice della strada. In alternativa o in abbinamento all'utilizzo della mappa stradale, è possibile determinare, per ciascun tratto del percorso stradale campione, la corrispondente massima velocità V_{x-max} ammissibile sfruttando l'informazione contenuta nelle immagini della strada di fronte al veicolo 1 acquisite dalla telecamera 5. In questo caso, ciascuna immagine della strada di fronte al veicolo 1 viene elaborata mediante software di analisi per riconoscere la presenza di segnali stradali che regolano i limiti di velocità imposti dal codice della strada; quindi, per ciascun tratto del percorso stradale campione la corrispondente massima velocità V_{x-max} ammissibile viene determinata in funzione delle indicazioni fornite dai segnali stradali che regolano i limiti di velocità imposti dal codice della strada e che sono presenti nelle immagini della strada di fronte al veicolo 1 acquisite dalla telecamera 5. Secondo una preferita forma di attuazione, le indicazioni fornite dai

segnali stradali hanno la preminenza sulle informazioni contenute nella mappa stradale, in quanto le mappe stradali sono difficilmente aggiornate in tempo reale e comunque possono presentare delle imprecisioni. Tipicamente, si cerca sempre di determinare le massime velocità V_{x-max} ammissibili utilizzando solo le informazioni contenute nelle immagini della strada di fronte al veicolo 1 acquisite dalla telecamera 5 e le mappe stradali vengono utilizzate solo quando le informazioni contenute nelle immagini della strada di fronte al veicolo 1 sono insufficienti o non decifrabili (ad esempio quando la segnaletica stradale è assente o illeggibile).

Una volta eseguita la sopra descritta correzione delle velocità V_x longitudinali di avanzamento, vengono determinate le sollecitazioni (ovvero le forze) che devono venire applicate ad un pneumatico durante una prova di durata al coperto svolta in un banco di prova per simulare con elevata fedeltà la prova di durata all'aperto.

Utilizzando i dati della velocità V_x longitudinale di avanzamento del veicolo 1 corretti come descritto in precedenza, il dispositivo 7 di elaborazione calcola una accelerazione A_x longitudinale del veicolo 1 eseguendo la derivata prima nel tempo della velocità V_x longitudinale di avanzamento del veicolo 1.

Inoltre, utilizzando i dati della posizione P del

veicolo 1 memorizzati nel dispositivo 6 di memoria, il dispositivo 7 di elaborazione determina una traiettoria T del veicolo 1 nel piano definito dalle due coordinate X e Y (corrispondenti a latitudine e longitudine); in altre parole, la traiettoria T del veicolo 1 è data dalla evoluzione della posizione P del veicolo 1 nel piano definito dalle due coordinate X e Y. Successivamente, il dispositivo 7 di elaborazione determina un raggio R di curvatura della traiettoria T del veicolo 1 mediante semplici calcoli geometrici e quindi calcola una accelerazione A_y laterale del veicolo 1 in funzione della velocità V_x longitudinale di avanzamento (corretta come descritto in precedenza) e del raggio R di curvatura della traiettoria T mediante una semplice operazione matematica descritta dalla seguente equazione:

$$A_y = V_x^2 / R$$

Il dispositivo 7 di elaborazione calcola una forza FI_x inerziale longitudinale agente sul veicolo 1 moltiplicando la massa M del veicolo 1 per l'accelerazione A_x longitudinale del veicolo 1 e calcola una forza FI_y inerziale laterale agente sul veicolo 1 moltiplicando la massa M del veicolo 1 per l'accelerazione A_y longitudinale del veicolo 1 come descritto dalle seguenti equazioni:

$$FI_x = M * A_x$$

$$FI_y = M * A_y$$

Secondo una preferita forma di attuazione, il dispositivo 7 di elaborazione determina una quota verticale del veicolo 1 in funzione della terza coordinata Z , determina l'inclinazione della strada su cui viaggia il veicolo 1 in funzione della evoluzione della quota verticale del veicolo 1 mediante semplici calcoli geometrici, ed infine determina una forza FG gravitazionale agente sul veicolo 1 in funzione della inclinazione della strada su cui viaggia il veicolo 1 mediante semplici calcoli geometrici. In altre parole, la forza FG gravitazionale agente sul veicolo 1 è calcolata moltiplicando la forza peso complessiva agente sul veicolo 1 (pari alla massa M moltiplicata per l'accelerazione gravitazionale G) per il seno dell'angolo di inclinazione della strada su cui viaggia il veicolo 1.

Secondo una preferita forma di attuazione, inoltre, il dispositivo 7 di elaborazione determina una forza FA aerodinamica agente sul veicolo 1 in funzione della velocità V_x longitudinale di avanzamento del veicolo 1; la forza FA aerodinamica può venire determinata utilizzando un'equazione determinata in modo teorico e presentante parametri determinati sperimentalmente, oppure può venire determinata utilizzando una tabella determinata sperimentalmente (tipicamente utilizzando una interpolazione tra i punti della tabella).

Infine, il dispositivo 7 di elaborazione determina la forza F_x longitudinale complessiva agente sul veicolo 1 sommando algebricamente (cioè tenendo conto del segno positivo o negativo) la forza FI_x inerziale longitudinale (avente segno positivo o negativo corrispondente a decelerazione o accelerazione), la forza FG gravitazionale (avente segno positivo o negativo corrispondente a discesa o salita), e la forza FA aerodinamica (avente segno sempre negativo) come descritto dalla seguente equazione:

$$F_x = FI_x + FG + FA$$

Invece, la forza F_y laterale complessiva agente sul veicolo 1 viene assunta pari alla forza FI_y inerziale laterale, ovvero non sono previsti altri contributi oltre alla forza FI_y inerziale laterale.

Le forze F_x ed F_y complessive agenti sul veicolo 1 vengono ripartite sui pneumatici 2, cioè viene determinata la quota parte per ciascuno pneumatico 2 delle forze F_x ed F_y complessive agenti sul veicolo 1, in funzione delle caratteristiche geometriche del veicolo 1 (cioè la distribuzione delle masse nel veicolo 1) e della tipologia delle sospensioni del veicolo 1.

Il metodo sopra descritto per determinare le sollecitazioni che devono venire applicate ad un pneumatico durante una prova di durata al coperto svolta in un banco di prova presenta numerosi vantaggi.

In primo luogo, il metodo sopra descritto è di semplice ed economica implementazione in quanto prevede l'utilizzo di due strumenti di misura (il localizzatore satellitare 4 e la telecamera 5) che sono relativamente economico, sono di facile installazione, e non richiedono alcuna taratura preventiva.

Il metodo sopra descritto è estremamente preciso e soprattutto non risente in alcun modo di derive temporali, in quanto il localizzatore satellitare 4 presenta bassi livelli di rumore, fornisce una elevata precisione, e non è affetto da derive temporali (né per invecchiamento dei componenti, né per effetto termico) in quanto, a differenza di un accelerometro, è privo di elementi sensibili fisicamente coinvolti nelle misurazioni.

Il localizzatore satellitare 4 non risente in alcun modo dei moti di cassa del veicolo 1 e quindi le misure fornite dal localizzatore satellitare 4 non sono in alcun modo influenzate dai movimenti della cassa del veicolo 1 sulle sospensioni.

Grazie alle informazioni fornite dal localizzatore satellitare 4 sulla quota verticale del veicolo 1 è possibile determinare con precisione anche la forza FG gravitazionale agente sul veicolo 1 in funzione della inclinazione della strada su cui viaggia il veicolo 1.

Infine, grazie alla sopra descritta operazione di

correzione delle velocità V_x longitudinali, le inevitabili differenze tra le velocità V_x longitudinali effettive (ovvero misurate dal localizzatore satellitare 4) e le velocità desiderate (ovvero le massime velocità V_{x-max} ammissibili secondo il codice della strada) viene completamente eliminata e quindi le sollecitazioni (ovvero le forze) da applicare ad un pneumatico durante una prova di durata al coperto non sono solo molto fedeli alla realtà (cioè simulano in modo pressoché perfetto una prova reale all'aperto su strade aperte al pubblico), ma avvengono anche in condizioni nominali, ovvero con le velocità V_x longitudinali (sostanzialmente) pari alle velocità desiderate.

R I V E N D I C A Z I O N I

1) Metodo per determinare le sollecitazioni che devono venire applicate ad un pneumatico durante una prova di durata al coperto svolta in un banco di prova; il metodo comprende le fasi di:

fare percorrere ad un veicolo (1) un percorso stradale campione;

misurare, durante la percorrenza del percorso stradale campione, l'evoluzione nel tempo della velocità (V_x) longitudinale del veicolo (1) e della posizione (P) del veicolo (1); e

calcolare le forze (FI_x , FI_y) inerziali agenti sul veicolo (1) durante la percorrenza del percorso stradale campione in funzione della evoluzione nel tempo della velocità (V_x) longitudinale del veicolo (1) e della posizione (P) del veicolo (1);

il metodo è **caratterizzato dal fatto di** comprendere le ulteriori fasi di:

determinare, per almeno un tratto del percorso stradale campione, la corrispondente massima velocità (V_{x-max}) ammissibile;

confrontare la velocità (V_x) longitudinale misurata con la massima velocità (V_{x-max}) ammissibile; ed

utilizzare per il calcolo delle forze (FI_x , FI_y) inerziali agenti sul veicolo (1) una velocità (V_x)

longitudinale diversa dalla velocità (V_x) longitudinale misurata quando la velocità (V_x) longitudinale misurata è significativamente diversa dalla massima velocità (V_{x-max}) ammissibile.

2) Metodo secondo la rivendicazione 1 e comprendente l'ulteriore fase di suddividere l'intero percorso stradale campione in una successione di tratti, ciascuno dei quali è contraddistinto da una unica massima velocità (V_{x-max}) ammissibile.

3) Metodo secondo la rivendicazione 1 o 2 e comprendente l'ulteriore fase di utilizzare per il calcolo delle forze (FI_x , FI_y) inerziali agenti sul veicolo (1) una velocità (V_x) longitudinale pari alla massima velocità (V_{x-max}) ammissibile quando la velocità (V_x) longitudinale misurata è significativamente diversa dalla massima velocità (V_{x-max}) ammissibile.

4) Metodo secondo la rivendicazione 1, 2 o 3 e comprendente l'ulteriore fase di considerare punto a punto la velocità (V_x) longitudinale misurata significativamente diversa dalla massima velocità (V_{x-max}) ammissibile quando in valore assoluto la differenza tra la velocità (V_x) longitudinale misurata e la massima velocità (V_{x-max}) ammissibile è superiore ad un primo valore di soglia predeterminato.

5) Metodo secondo la rivendicazione 4 e comprendente

l'ulteriore fase di correggere punto a punto, quando necessario, la velocità (V_x) longitudinale misurata.

6) Metodo secondo la rivendicazione 1, 2 o 3 e comprendente l'ulteriore fase di considerare per un intero tratto del percorso stradale campione la velocità (V_x) longitudinale misurata significativamente diversa dalla massima velocità (V_{x-max}) ammissibile quando lo scarto quadratico medio tra la velocità (V_x) longitudinale misurata e la massima velocità (V_{x-max}) ammissibile calcolato lungo l'intero tratto è superiore ad un secondo valore di soglia predeterminato.

7) Metodo secondo la rivendicazione 6 e comprendente l'ulteriore fase di correggere, quando necessario, per l'intero tratto del percorso stradale campione la velocità (V_x) longitudinale misurata.

8) Metodo secondo una delle rivendicazioni da 1 a 7 e comprendente l'ulteriore fase di determinare, per ciascun tratto del percorso stradale campione, la corrispondente massima velocità (V_{x-max}) ammissibile in funzione della posizione (P) del veicolo (1) ed utilizzando una mappa stradale che fornisce le informazioni sui limiti di velocità imposti dal codice della strada.

9) Metodo secondo una delle rivendicazioni da 1 a 8 e comprendente le ulteriori fasi di:

acquisire, durante la percorrenza del percorso

stradale campione, una serie di immagini della strada di fronte al veicolo (1);

riconoscere nelle immagini della strada di fronte al veicolo (1) la presenza di segnali stradali che regolano i limiti di velocità imposti dal codice della strada; e

determinare, per ciascun tratto del percorso stradale campione, la corrispondente massima velocità (V_{x-max}) ammissibile in funzione delle indicazioni fornite dai segnali stradali che regolano i limiti di velocità imposti dal codice della strada.

10) Metodo secondo la rivendicazione 9, in cui, in caso di conflitto, le indicazioni fornite dai segnali stradali hanno la preminenza sulle informazioni contenute nella mappa stradale.

11) Metodo secondo una delle rivendicazioni da 1 a 10 e comprendente le ulteriori fasi di:

determinare l'accelerazione (A_x) longitudinale del veicolo (1) calcolando la derivata prima nel tempo della velocità (V_x) longitudinale del veicolo (1);

determinare una traiettoria (T) del veicolo (1) in funzione della evoluzione nel tempo della posizione (P) del veicolo (1);

determinare un raggio (R) di curvatura della traiettoria (T) del veicolo (1);

calcolare l'accelerazione (A_y) laterale del veicolo

(1) in funzione della velocità (V_x) longitudinale e del raggio (R) di curvatura della traiettoria (T);

calcolare una forza (FI_x) inerziale longitudinale agente sul veicolo (1) moltiplicando la massa (M) del veicolo (1) per l'accelerazione (A_x) longitudinale del veicolo (1); e

calcolare una forza (FI_y) inerziale laterale agente sul veicolo (1) moltiplicando la massa (M) del veicolo (1) per l'accelerazione (A_x) longitudinale del veicolo (1).

12) Metodo secondo la rivendicazione 11, in cui la posizione (P) del veicolo (1) è costituita dall'insieme di tre coordinate (X,Y,Z) e la traiettoria (T) del veicolo (1) viene determinata nel piano definito da due coordinate (X,Y) corrispondenti a latitudine e longitudine.

13) Metodo secondo la rivendicazione 12 e comprendente le ulteriori fasi di:

determinare una quota verticale del veicolo (1) in funzione di una terza coordinata (Z);

determinare l'inclinazione della strada su cui viaggia il veicolo (1) in funzione della evoluzione della quota verticale del veicolo (1);

determinare una forza (FG) gravitazionale agente sul veicolo (1) in funzione della inclinazione della strada su cui viaggia il veicolo (1); e

sommare algebricamente la forza (FG) gravitazionale

alla forza (FI_x) inerziale longitudinale.

14) Metodo secondo la rivendicazione 11, 12 o 13 e comprendente le ulteriori fasi di:

determinare una forza (FA) aerodinamica agente sul veicolo (1) in funzione della velocità (V_x) longitudinale del veicolo (1); e

sommare algebricamente la forza (FA) aerodinamica alla forza (FI_x) inerziale longitudinale.

15) Metodo secondo una delle rivendicazioni da 11 a 14, in cui la velocità (V_x) longitudinale del veicolo (1) e la posizione (P) del veicolo (1) vengono misurate da un localizzatore (4) satellitare.

p.i.: BRIDGESTONE CORPORATION

Elena CERBARO

CLAIMS

1) A method of determining stress to be applied to a test bench endurance tested tyre, the method comprising the steps of:

running a vehicle (1) along a sample highway;

measuring variations in the longitudinal speed (V_x) and position (P) of the vehicle (1) as it travels along the sample highway; and

calculating the inertial forces (FI_x , FI_y) on the vehicle (1), as it travels along the sample highway, on the basis of variations in the longitudinal speed (V_x) and position (P) of the vehicle (1);

the method being **characterized by** comprising the further steps of:

determining the maximum permitted speed (V_{x-max}) along at least one section of the sample highway;

comparing the measured longitudinal speed (V_x) with the maximum permitted speed (V_{x-max}); and

calculating the inertial forces (FI_x , FI_y) on the vehicle (1) using a longitudinal speed (V_x) other than the measured longitudinal speed (V_x), when the measured longitudinal speed (V_x) differs significantly from the maximum permitted speed (V_{x-max}).

2) A method as claimed in Claim 1, and comprising the further step of dividing the overall sample highway

into a series of sections, each having one maximum permitted speed (V_{x-max}).

3) A method as claimed in Claim 1 or 2, and comprising the further step of calculating the inertial forces (FI_x , FI_y) on the vehicle (1) using a longitudinal speed (V_x) equal to the maximum permitted speed (V_{x-max}), when the measured longitudinal speed (V_x) differs significantly from the maximum permitted speed (V_{x-max}).

4) A method as claimed in Claim 1, 2 or 3, and comprising the further step of considering point to point the measured longitudinal speed (V_x) differing significantly from the maximum permitted speed (V_{x-max}), when the absolute difference between the measured longitudinal speed (V_x) and the maximum permitted speed (V_{x-max}) is above a predetermined first threshold value.

5) A method as claimed in Claim 4, and comprising the further step of point to point correcting the measured longitudinal speed (V_x) when necessary.

6) A method as claimed in Claim 1, 2 or 3, and comprising the further step of considering, along a whole section of the sample highway, the measured longitudinal speed (V_x) differing significantly from the maximum permitted speed (V_{x-max}), when the mean square deviation, calculated along the whole section, between

the measured longitudinal speed (V_x) and the maximum permitted speed (V_{x-max}) is above a predetermined second threshold value.

7) A method as claimed in Claim 6, and comprising the further step of correcting the measured longitudinal speed (V_x) along the whole section of the sample highway when necessary.

8) A method as claimed in one of Claims 1 to 7, and comprising the further step of determining the maximum permitted speed (V_{x-max}) of each section of the sample highway on the basis of the position (P) of the vehicle (1), and using a road map indicating highway code speed limits.

9) A method as claimed in one of Claims 1 to 8, and comprising the further steps of:

acquiring images of the highway ahead of the vehicle (1) as it travels along the sample highway;

recognizing highway code speed limit signs in the images of the highway ahead of the vehicle (1); and

determining the maximum permitted speed (V_{x-max}) of each section of the sample highway on the basis of the highway code speed limit signs.

10) A method as claimed in Claim 9, wherein, in the event of conflict, speed limit signs have priority over the speed limit information in the road map.

11) A method as claimed in one of Claims 1 to 10, and comprising the further steps of:

determining longitudinal acceleration (A_x) of the vehicle (1) by calculating the rate of change in the longitudinal speed (V_x) of the vehicle (1);

determining a trajectory (T) of the vehicle (1) on the basis of variations in the position (P) of the vehicle (1);

determining a radius (R) of curvature of the trajectory (T) of the vehicle (1);

calculating lateral acceleration (A_y) of the vehicle (1) on the basis of longitudinal speed (V_x) and the radius (R) of curvature of the trajectory (T);

calculating a longitudinal inertial force (FI_x) on the vehicle (1) by multiplying the mass (M) of the vehicle (1) by longitudinal acceleration (A_x) of the vehicle (1); and

calculating a lateral inertial force (FI_y) on the vehicle (1) by multiplying the mass (M) of the vehicle (1) by longitudinal acceleration (A_x) of the vehicle (1).

12) A method as claimed in Claim 11, wherein the position (P) of the vehicle (1) is defined by three coordinates (X, Y, Z), and the trajectory (T) of the vehicle (1) is determined in the plane defined by two

coordinates (X, Y) corresponding to latitude and longitude.

13) A method as claimed in Claim 12, and comprising the further steps of:

determining a vertical dimension of the vehicle (1) as a function of a third coordinate (Z);

determining the gradient of the highway travelled by the vehicle (1), on the basis of variations in the vertical dimension of the vehicle (1);

determining a gravitational force (FG) on the vehicle (1) on the basis of the gradient of the highway travelled by the vehicle (1); and

algebraically adding the gravitational force (FG) and the longitudinal inertial force (FI_x).

14) A method as claimed in Claim 11, 12 or 13, and comprising the further steps of:

determining an aerodynamic force (FA) on the vehicle (1) on the basis of the longitudinal speed (V_x) of the vehicle (1); and

algebraically adding the aerodynamic force (FA) and the longitudinal inertial force (FI_x).

15) A method as claimed in one of Claims 11 to 14, wherein the longitudinal speed (V_x) and position (P) of the vehicle (1) are measured by a satellite positioning device (4).

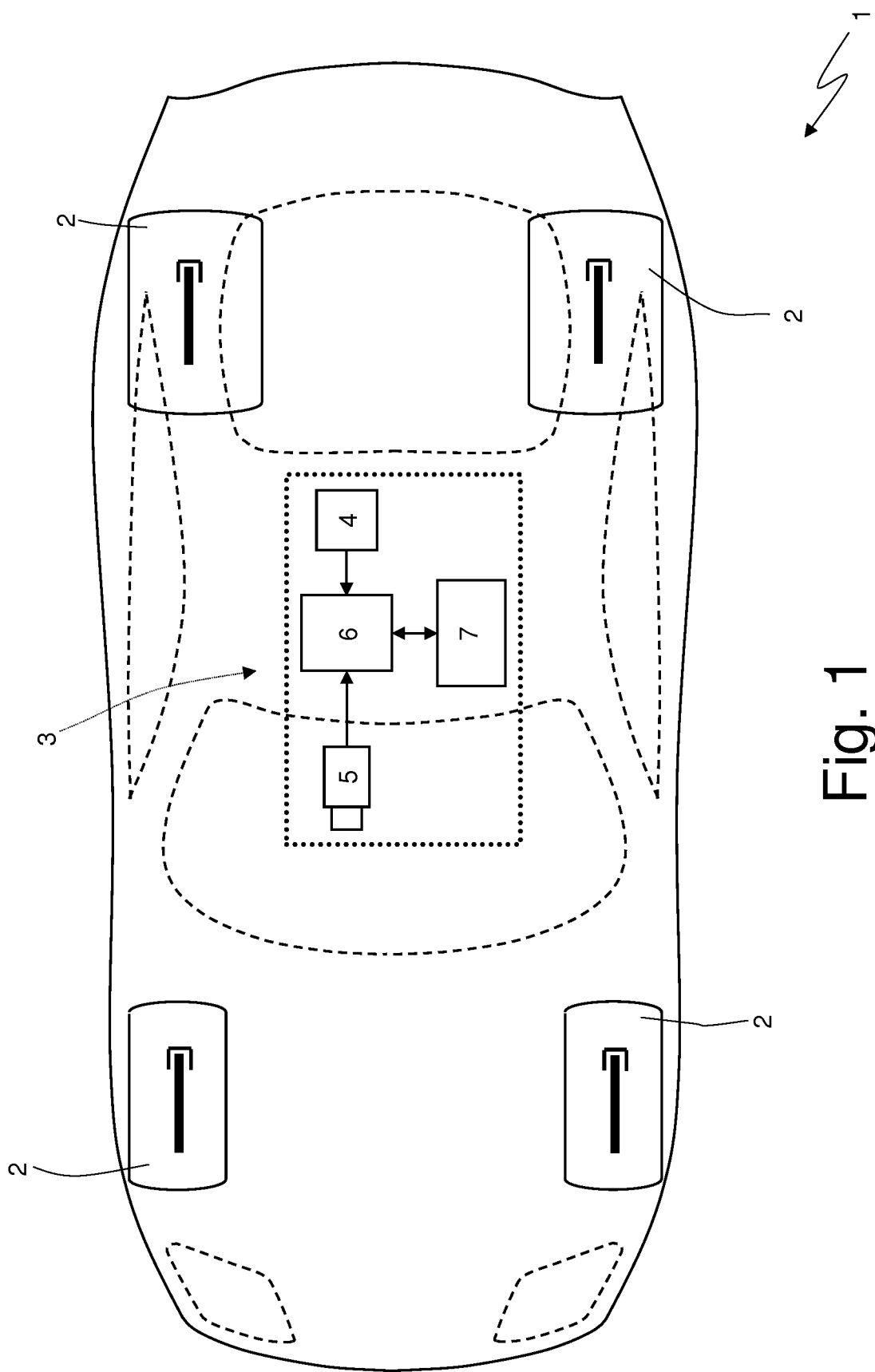


Fig. 1

p.i.: BRIDGESTONE CORPORATION

Elena CERBARO
(Iscrizione Albo nr. 426/BM)

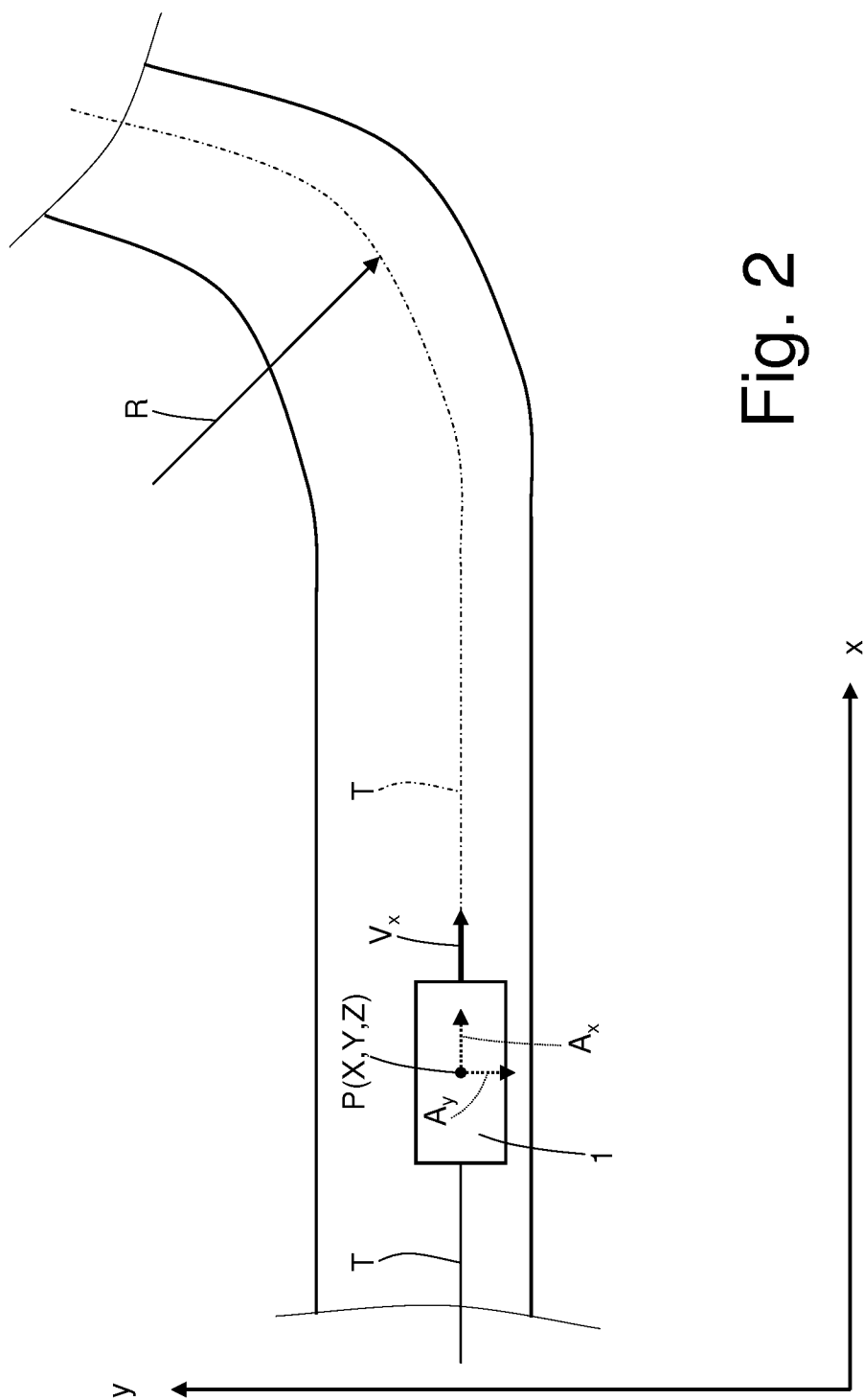


Fig. 2

p.i.: BRIDGESTONE CORPORATION

Elena CERBARO
(Iscrizione Albo nr. 426/BM)

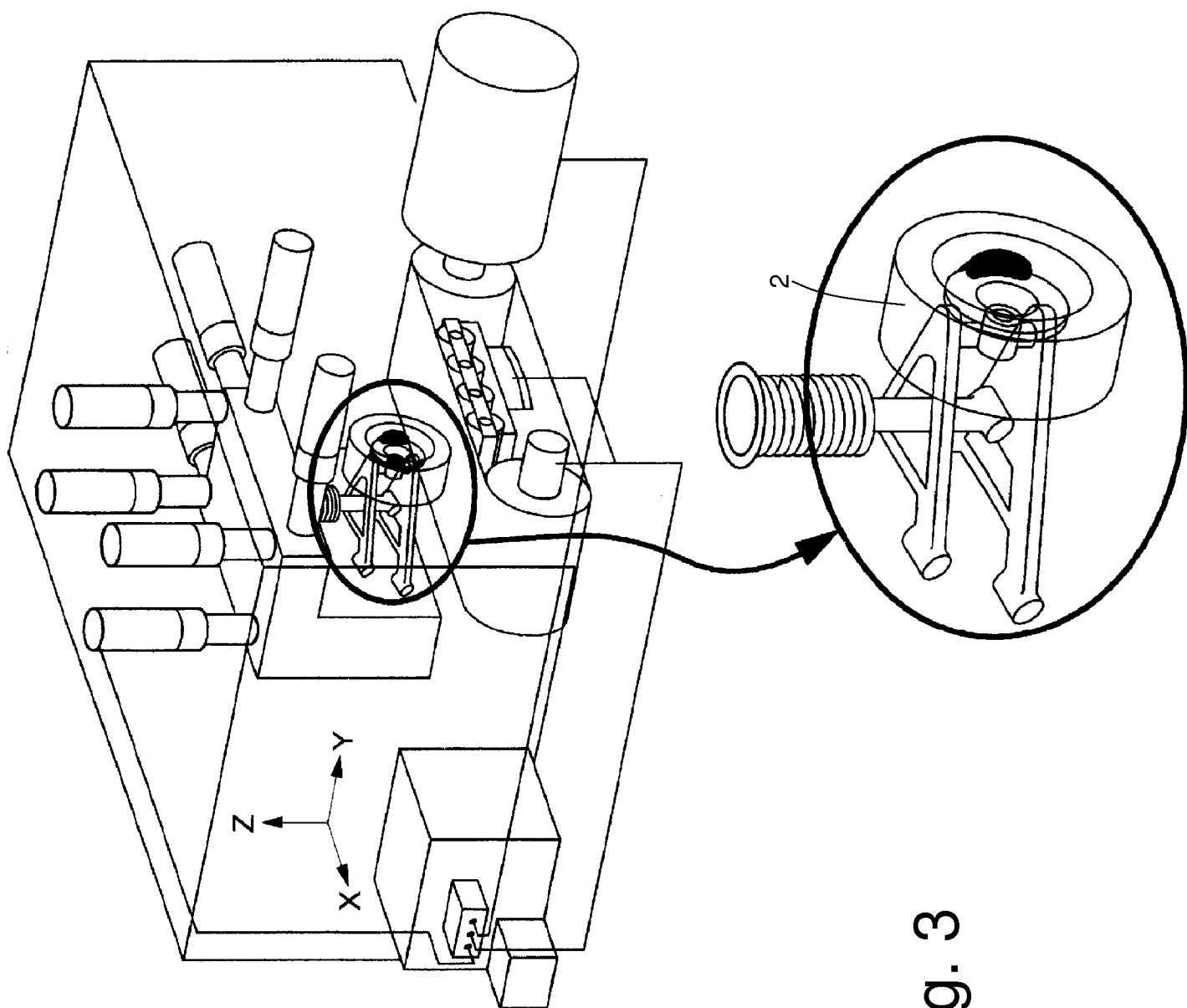


Fig. 3

p.i.: BRIDGESTONE CORPORATION

Elena CERBARO
(Iscrizione Albo nr. 426/BM)