



(12) BẢN MÔ TẢ SÁNG CHẾ THUỘC BẰNG ĐỘC QUYỀN SÁNG CHẾ

(19) Cộng hòa xã hội chủ nghĩa Việt Nam (VN)
CỤC SỞ HỮU TRÍ TUỆ

(11)



1-0032749

(51)⁸ **G01C 19/00; B60W 40/11; B60W 40/112; G01P 21/00; B60W 40/13; B62J 99/00; B60W 40/076; B60W 40/12** (13) **B**

(21) 1-2018-04393

(22) 06/04/2017

(86) PCT/JP2017/014422 06/04/2017

(87) WO 2017/175844 12/10/2017

(30) JP2016-076545 06/04/2016 JP

(45) 25/07/2022 412

(43) 25/12/2018 369A

(73) YAMAHA HATSUDOKI KABUSHIKI KAISHA (JP)

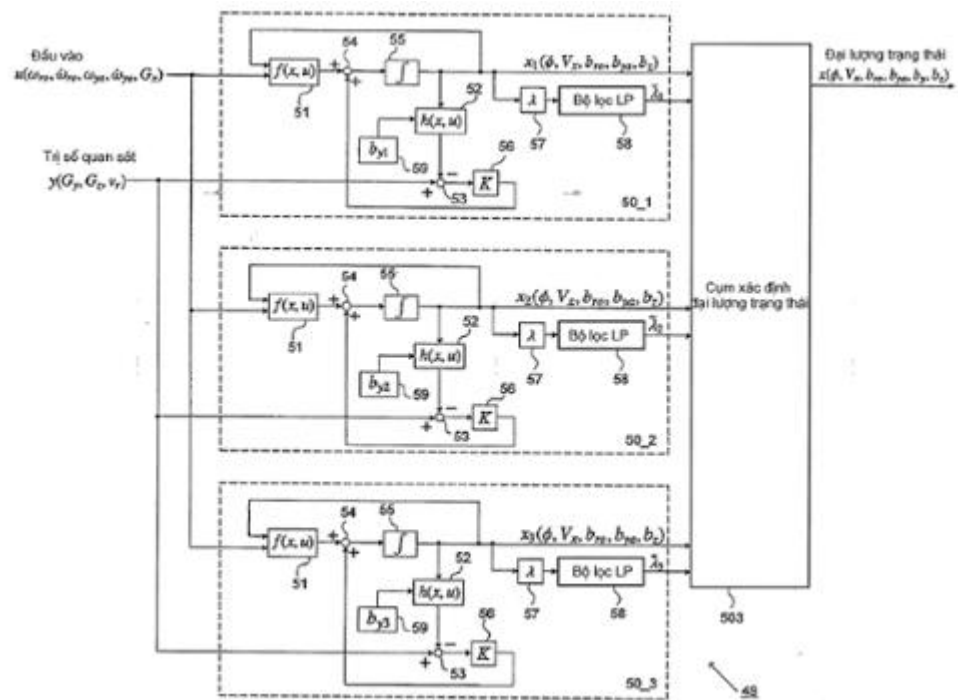
2500 Shingai, Iwata, Shizuoka 438-8501, JAPAN

(72) Go TAKAHASHI (JP); Takahiro FUJII (JP).

(74) Công ty cổ phần tư vấn Trung Thực (TRUNG THUC.,JSC)

(54) CƠ CẤU ƯỚC TÍNH TƯ THỂ VÀ PHƯƠNG TIỆN GIAO THÔNG

(57) Sáng chế đề cập đến cơ cấu ước tính tư thể để ước tính tư thể của thân dịch chuyển được bao gồm cụm ước tính tư thể để ước tính góc lặn của thân dịch chuyển được và sử dụng quy trình tính toán để ước tính sai số độ lệch đối với ít nhất một trong số cụm đo vận tốc góc thứ nhất và cụm đo vận tốc góc thứ hai và cụm đo gia tốc thứ nhất, cụm đo gia tốc thứ hai và cụm đo gia tốc thứ ba. Cụm ước tính tư thể bao gồm các bộ lọc Kalman mà mỗi bộ lọc này tiếp nhận ít nhất hai hoặc nhiều đại lượng độ lệch ảo dành cho cụm đo độ lệch các đại lượng độ lệch ảo là khác nhau. Trong thao tác ước tính hiện tại, mỗi bộ lọc trong số các bộ lọc Kalman sử dụng các trị số đo được từ các cụm đo, các trị số ước tính từ hoạt động ước tính trước và các đại lượng độ lệch ảo để tính toán độ hợp lý, mà biểu thị độ tin cậy của các trị số ước tính là như thế nào. Cụm ước tính tư thể hiệu chỉnh bù các trị số ước tính từ các bộ lọc Kalman dựa trên độ hợp lý để ước tính góc lặn của thân dịch chuyển được.



Lĩnh vực kỹ thuật được đề cập

Sáng chế đề cập đến cơ cấu ước tính tư thế và phương tiện giao thông có cơ cấu này.

Tình trạng kỹ thuật của sáng chế

Các cơ cấu ước tính khác nhau để ước tính góc lăn của xe như xe máy đã được đề xuất. Ví dụ, hướng của cụm chiếu sáng có thể được điều khiển dựa trên góc lăn được ước tính bởi cơ cấu ước tính để hướng ánh sáng theo hướng thích hợp từ cụm chiếu sáng bất kể độ nghiêng của xe.

Tài liệu sáng chế 1 bộc lộ cơ cấu ước tính tư thế của xe mà ước tính góc lăn và góc xoắn dựa trên các trị số đo được của gia tốc trước/sau, gia tốc ngang, gia tốc trên/dưới, gia tốc xoay xe, và vận tốc góc lăn của xe, trị số ước tính của vận tốc thân xe trước/sau, và trị số ước tính của vận tốc góc xoắn.

Các tài liệu sáng chế được trích dẫn

Các tài liệu sáng chế

Tài liệu sáng chế 1: JP 2009-73466 A

Bản chất kỹ thuật của sáng chế

Các vấn đề cần được sáng chế giải quyết

Trong những năm gần đây, việc nâng cao độ chính xác ước tính của các cơ cấu ước tính tư thế là điều được mong muốn.

Mục đích của sáng chế là đề xuất cơ cấu ước tính tư thế với độ chính xác ước tính được nâng cao đối với tư thế của thân dịch chuyển được, và phương tiện giao thông mà có cơ cấu này.

Cách giải quyết vấn đề

Phương án 1

Cơ cấu ước tính tư thế theo phương án 1 theo một khía cạnh của sáng chế là cơ cấu ước tính tư thế để ước tính tư thế của thân dịch chuyển được. Cơ cấu ước tính tư thế này bao gồm:

cụm đo vận tốc góc thứ nhất được tạo kết cấu để đo vận tốc góc thứ nhất, vận tốc

góc thứ nhất là vận tốc góc của thân dịch chuyển được quanh trục thứ nhất;

cụm đo vận tốc góc thứ hai được tạo kết cấu để đo vận tốc góc thứ hai, vận tốc góc thứ hai là vận tốc góc của thân dịch chuyển được quanh trục thứ hai, trục thứ hai có hướng khác so với hướng trục thứ nhất;

cụm đo gia tốc thứ nhất được tạo kết cấu để đo gia tốc thứ nhất, gia tốc thứ nhất là gia tốc của thân dịch chuyển được theo hướng thứ nhất;

cụm đo gia tốc thứ hai được tạo kết cấu để đo gia tốc thứ hai, gia tốc thứ hai là gia tốc của thân dịch chuyển được theo hướng thứ hai, hướng thứ hai là hướng khác với hướng thứ nhất;

cụm đo gia tốc thứ ba được tạo kết cấu để đo gia tốc thứ ba, gia tốc thứ ba là gia tốc của thân dịch chuyển được theo hướng thứ ba, hướng thứ ba là hướng khác với hướng thứ nhất và hướng thứ hai;

cụm đo thông tin tốc độ được tạo kết cấu để đo thông tin về tốc độ dịch chuyển theo hướng tiến của thân dịch chuyển được; và

cụm ước tính tư thế được tạo kết cấu để ước tính góc lặn của thân dịch chuyển được và để ước tính sai số độ lệch thứ nhất bằng cách sử dụng quy trình tính toán, sai số độ lệch thứ nhất là sai số độ lệch trong cụm đo vận tốc góc thứ nhất, và/hoặc sai số độ lệch trong cụm đo vận tốc góc thứ hai, và/hoặc sai số độ lệch trong cụm đo gia tốc thứ nhất, và/hoặc sai số độ lệch trong cụm đo gia tốc thứ hai, và/hoặc sai số độ lệch trong cụm đo gia tốc thứ ba.

Cụm ước tính tư thế này bao gồm:

mỗi bộ lọc trong số các bộ lọc Kalman được tạo kết cấu để tiếp nhận, dưới dạng đại lượng độ lệch ảo dành cho sai số độ lệch thứ nhất, một trị số liên quan trong số các trị số này có ít nhất hai trị số khác nhau.

Mỗi bộ lọc trong số các bộ lọc Kalman sử dụng, trong thao tác ước tính hiện tại, trị số đo được từ cụm đo vận tốc góc thứ nhất, trị số đo được từ cụm đo vận tốc góc thứ hai, trị số đo được từ cụm đo gia tốc thứ nhất, trị số đo được từ cụm đo gia tốc thứ hai, trị số đo được từ cụm đo gia tốc thứ ba, trị số đo được từ cụm đo thông tin tốc độ, trị số ước tính của góc lặn từ hoạt động ước tính trước, và đại lượng độ lệch ảo để tính toán trị số ước tính của góc lặn của thân dịch chuyển được và độ hợp lý trong thao tác ước tính hiện tại, độ hợp lý biểu thị độ tin cậy của kết quả ước tính.

Cụm ước tính tư thế ước tính sai số độ lệch thứ nhất dựa trên các độ hợp lý có được

từ các bộ lọc Kalman và các đại lượng độ lệch ảo được cung cấp cho các bộ lọc Kalman.

“Độ hợp lý” được sử dụng trong bản mô tả này có nghĩa là độ tin cậy về đại lượng được ước tính bởi mỗi bộ lọc Kalman là tương đối thế nào so với đại lượng thực tế. Trị số hợp lý đối với bộ lọc Kalman càng cao, thì độ tin cậy của đại lượng được ước tính bởi bộ lọc Kalman này cũng càng cao; trị số hợp lý đối với bộ lọc Kalman càng thấp, thì độ tin cậy của đại lượng được ước tính bởi bộ lọc Kalman này cũng càng thấp. Ví dụ, độ chính xác ước tính có thể được nâng cao bằng cách hiệu chỉnh bù đại lượng được ước tính bởi mỗi bộ lọc Kalman tùy thuộc vào độ hợp lý liên quan.

Trong cơ cấu theo phương án 1 nêu trên, mỗi bộ lọc Kalman tiếp nhận, trước, đại lượng liên quan đến sai số độ lệch trong cụm đo độ lệch mà là một trong số các cụm đo dưới dạng “đại lượng độ lệch ảo”. Các đại lượng độ lệch ảo được cung cấp cho các bộ lọc Kalman là khác nhau. Sau đó, đại lượng ước tính và độ hợp lý được tính toán bởi mỗi bộ lọc Kalman khi “đại lượng độ lệch ảo” được sinh ra trong cụm đo độ lệch. Trong phần mô tả này, độ hợp lý được tính toán bởi mỗi bộ lọc Kalman biểu thị sai số độ lệch thực tế đối với cụm đo độ lệch là tương đối gần ra sao (hoặc xa ra sao) so với đại lượng độ lệch ảo được cung cấp cho bộ lọc Kalman. Nghĩa là, độ hợp lý biểu thị đại lượng độ lệch ảo gần ra sao với sai số độ lệch thực tế dành cho cụm đo độ lệch. Ví dụ, sai số độ lệch cho cụm đo độ lệch trong mỗi bộ lọc Kalman có thể được hiệu chỉnh bù tùy thuộc vào độ hợp lý có liên quan và trị số cuối cùng có thể được sử dụng để tính toán trị số ước tính của sai số độ lệch thực tế đối với cụm đo độ lệch.

Điều này có nghĩa là cụm ước tính tư thế có độ hợp lý ước tính, ngoài đại lượng được ước tính bởi mỗi bộ lọc Kalman, đại lượng mới (trong trường hợp này, “sai số độ lệch thứ nhất”). Ví dụ, hoạt động ước tính tiếp theo có thể được thực hiện dựa trên sai số độ lệch ước tính này để nâng cao độ chính xác ước tính của góc lặn theo phương án thông thường.

Phương án 2

Bắt đầu từ cơ cấu theo phương án 1 nêu trên, cụm ước tính tư thế có thể ước tính sai số độ lệch thứ nhất bằng cách hiệu chỉnh bù đại lượng độ lệch ảo được tiếp nhận bởi mỗi bộ lọc trong số các bộ lọc Kalman dựa trên độ hợp lý có được từ một bộ lọc này trong số các bộ lọc Kalman. Ví dụ, đại lượng độ lệch ảo trong mỗi bộ lọc Kalman có thể được hiệu chỉnh bù tùy thuộc vào độ hợp lý của bộ lọc Kalman này và trị số cuối cùng có thể được sử dụng để xác định trị số ước tính của sai số độ lệch thứ nhất. Trị số ước tính đã được xác

định theo cách này là các đại lượng độ lệch ảo từ các bộ lọc Kalman tích hợp tùy thuộc vào độ hợp lý.

Phương án 3

Bắt đầu từ cơ cấu theo phương án 1 hoặc phương án 2 nêu trên, cụm ước tính tư thế có thể tính toán trị số ước tính của góc lặn của thân dịch chuyển được dựa trên các khả năng có được từ các bộ lọc Kalman và các góc lặn của thân dịch chuyển được có được từ các bộ lọc Kalman. Ví dụ, góc lặn của thân dịch chuyển được có thể được ước tính bằng cách hiệu chỉnh bù các góc lặn của thân dịch chuyển được có được từ các bộ lọc Kalman dựa trên các độ hợp lý có được từ các bộ lọc Kalman. Nghĩa là, trị số ước tính của góc lặn trong mỗi bộ lọc Kalman có thể được hiệu chỉnh bù tùy thuộc vào độ hợp lý của bộ lọc Kalman này và trị số cuối cùng có thể được sử dụng để xác định trị số ước tính của góc lặn. Trị số ước tính đã được xác định theo cách này là trị số ước tính của góc lặn từ các bộ lọc Kalman được tích hợp tùy thuộc vào độ hợp lý.

Phương án 4

Bắt đầu từ cơ cấu theo một phương án trong số các phương án từ 1 đến 3 nêu trên, mỗi bộ lọc trong số các bộ lọc Kalman có trong cụm ước tính tư thế có thể bao gồm:

bộ lọc Kalman thứ nhất được tạo kết cấu để tiếp nhận, dưới dạng đại lượng độ lệch ảo, trị số lớn hơn so với trị số có thể tối đa của đại lượng độ lệch đối với cụm đo độ lệch, cụm đo độ lệch này là cụm đo mà sai số độ lệch thứ nhất liên quan đến;

bộ lọc Kalman thứ hai được tạo kết cấu để tiếp nhận, dưới dạng đại lượng độ lệch ảo, trị số nhỏ hơn so với trị số có thể tối thiểu của đại lượng độ lệch của cụm đo độ lệch; và

bộ lọc Kalman thứ ba được tạo kết cấu để tiếp nhận, dưới dạng đại lượng độ lệch ảo, trị số giữa trị số có thể tối thiểu và trị số có thể tối đa của đại lượng độ lệch của cụm đo độ lệch.

Trong cơ cấu theo phương án 4 nêu trên, sai số độ lệch thứ nhất có thể được ước tính trong khi giả sử tình huống trong đó cụm đo độ lệch tạo ra sai số độ lệch lớn nhất. Điều này sẽ nâng cao độ chính xác ước tính đối với sai số độ lệch và độ hợp lý đối với cụm đo tương ứng với cụm đo độ lệch. Điều này sẽ nâng cao độ chính xác ước tính dành cho góc lặn của thân dịch chuyển được.

Cụm ước tính tư thế có thể có bốn hoặc nhiều bộ lọc Kalman. Nếu các đại lượng độ lệch ảo được cung cấp cho các bộ lọc Kalman là khác nhau, độ chính xác ước tính dành cho sai số độ lệch và độ hợp lý dành cho cụm đo tương ứng với cụm đo độ lệch sẽ được

nâng cao hơn nữa.

Phương án 5

Bắt đầu từ cơ cấu theo phương án 1 hoặc 2 nêu trên, sai số độ lệch thứ nhất có thể là sai số độ lệch từ một cụm trong số cụm đo gia tốc thứ nhất, cụm đo gia tốc thứ hai, và cụm đo gia tốc thứ ba.

Phương án 6

Bắt đầu từ cơ cấu theo một phương án trong số các phương án từ 1 đến 5 nêu trên, mỗi bộ lọc trong số các bộ lọc Kalman có thể tính toán sai số độ lệch thứ hai ngoài góc lặn của thân dịch chuyển được và độ hợp lý, sai số độ lệch thứ hai là sai số độ lệch từ một cụm trong số cụm đo vận tốc góc thứ nhất, cụm đo vận tốc góc thứ hai, cụm đo gia tốc thứ nhất, cụm đo gia tốc thứ hai, và cụm đo gia tốc thứ ba, khác với cụm đo độ lệch. Trong trường hợp này, trong thao tác ước tính hiện tại, mỗi bộ lọc trong số các bộ lọc Kalman có thể tính toán trị số ước tính của góc lặn của thân dịch chuyển được, trị số ước tính của sai số độ lệch thứ hai và độ hợp lý sử dụng trị số đo được từ cụm đo vận tốc góc thứ nhất, trị số đo được từ cụm đo vận tốc góc thứ hai, trị số đo được từ cụm đo gia tốc thứ nhất, trị số đo được từ cụm đo gia tốc thứ hai, trị số đo được từ cụm đo gia tốc thứ ba, trị số đo được từ cụm đo thông tin tốc độ, trị số ước tính của góc lặn từ hoạt động ước tính trước, trị số ước tính của sai số độ lệch thứ hai từ hoạt động ước tính trước, và đại lượng độ lệch ảo.

Cụm ước tính tư thế có thể tính toán sai số độ lệch thứ hai dựa trên các độ hợp lý có được từ các bộ lọc Kalman và các sai số độ lệch thứ hai có được từ các bộ lọc Kalman.

Trong cơ cấu theo phương án 6 nêu trên, sai số độ lệch từ cụm đo khác với cụm đo độ lệch (nghĩa là, sai số độ lệch thứ hai) có thể được ước tính với độ chính xác được nâng cao. Do cụm ước tính tư thế có thể ước tính góc lặn của thân dịch chuyển được có tính đến sai số độ lệch thứ hai, nên độ chính xác ước tính sẽ được nâng cao hơn nữa.

Phương án 7

Cụm đo với sai số độ lệch thứ hai liên quan đến có thể là một hoặc nhiều cụm đo. Nghĩa là, bắt đầu từ cơ cấu theo phương án 6 nêu trên, sai số độ lệch thứ hai có thể là sai số độ lệch từ cụm đo khác với cụm đo độ lệch. Cụm đo khác với cụm đo độ lệch là từ cụm đo vận tốc góc thứ nhất, và/hoặc cụm đo vận tốc góc thứ hai, và/hoặc cụm đo gia tốc thứ nhất, cụm đo gia tốc thứ hai, và/hoặc cụm đo gia tốc thứ ba.

Phương án 8

Bắt đầu từ cơ cấu theo phương án 7 nêu trên, sai số độ lệch thứ hai có thể bao gồm

các sai số độ lệch từ cụm đo vận tốc góc thứ nhất và cụm đo vận tốc góc thứ hai.

Phương án 9

Bắt đầu từ cơ cấu theo phương án 8 nêu trên, sai số độ lệch thứ hai có thể bao gồm sai số độ lệch từ cụm đo khác với cụm đo độ lệch. Cụm đo khác với cụm đo độ lệch là từ một cụm trong số cụm đo gia tốc thứ nhất, cụm đo gia tốc thứ hai và cụm đo gia tốc thứ ba.

Phương án 10

Bắt đầu từ cơ cấu theo phương án 9 nêu trên, cụm đo vận tốc góc thứ nhất có thể đo vận tốc góc lăn của thân dịch chuyển được, cụm đo vận tốc góc thứ hai có thể đo vận tốc góc trệch hướng của thân dịch chuyển được, và

sai số độ lệch thứ hai có thể là sai số độ lệch từ cụm đo vận tốc góc thứ nhất, sai số độ lệch từ cụm đo vận tốc góc thứ hai và sai số độ lệch từ cụm đo gia tốc thứ nhất hoặc sai số độ lệch từ cụm đo gia tốc thứ hai khác với sai số độ lệch thứ nhất.

Phương án 11

Ví dụ, bắt đầu từ cơ cấu theo một phương án trong số các phương án từ 1 đến 8 nêu trên,

cụm đo gia tốc thứ nhất có thể đo gia tốc theo hướng từ trên xuống của thân dịch chuyển được,

cụm đo gia tốc thứ hai có thể đo gia tốc theo hướng từ phía trái sang phía phải của thân dịch chuyển được,

cụm đo gia tốc thứ ba có thể đo gia tốc theo hướng từ phía trước ra phía sau của thân dịch chuyển được, và

sai số độ lệch thứ nhất có thể là sai số độ lệch từ cụm đo gia tốc thứ nhất hoặc sai số độ lệch từ cụm đo gia tốc thứ hai.

Phương án 12

Bắt đầu từ cơ cấu theo một phương án trong số các phương án từ 6 đến 10 nêu trên, cơ cấu ước tính tư thế có thể bao gồm:

cụm đo vận tốc góc thứ ba được tạo kết cấu để đo vận tốc góc thứ ba, vận tốc góc thứ ba là vận tốc góc của thân dịch chuyển được quanh trục thứ ba, trục thứ ba khác với trục thứ nhất và trục thứ hai.

Trong thao tác ước tính hiện tại, mỗi bộ lọc trong số các bộ lọc Kalman có thể tính toán trị số ước tính của góc lăn của thân dịch chuyển được, trị số ước tính của góc xoắn

của thân dịch chuyển được và độ hợp lý sử dụng trị số đo được từ cụm đo vận tốc góc thứ nhất, trị số đo được từ cụm đo vận tốc góc thứ hai, trị số đo được từ cụm đo vận tốc góc thứ ba, trị số đo được từ cụm đo gia tốc thứ nhất, trị số đo được từ cụm đo gia tốc thứ hai, trị số đo được từ cụm đo gia tốc thứ ba, trị số đo được từ cụm đo thông tin tốc độ, trị số ước tính của góc lặn từ hoạt động ước tính trước, trị số ước tính của góc xoắn từ hoạt động ước tính trước, đại lượng độ lệch ảo, và trị số ước tính của sai số độ lệch từ hoạt động ước tính trước. Cụm ước tính tư thế này có thể:

ước tính đại lượng độ lệch thứ nhất dựa trên các độ hợp lý có được từ các bộ lọc Kalman và các đại lượng độ lệch ảo được cung cấp cho các bộ lọc Kalman,

ước tính góc lặn của thân dịch chuyển được dựa trên các độ hợp lý có được từ các bộ lọc Kalman và các góc lặn của thân dịch chuyển được có được từ các bộ lọc Kalman, và

ước tính góc xoắn của thân dịch chuyển được dựa trên các độ hợp lý có được từ các bộ lọc Kalman và các góc xoắn của thân dịch chuyển được có được từ các bộ lọc Kalman.

Cơ cấu theo phương án 12 nêu trên bao gồm cụm đo để đo các vận tốc góc của thân dịch chuyển được theo ba hướng và cụm đo để đo các gia tốc theo ba hướng. Nghĩa là, cơ cấu ước tính tư thế có độ hợp lý đo các trị số cho sáu trục. Sau đó, dựa trên các trị số đo được này, ngoài góc lặn và góc xoắn của thân dịch chuyển được, sai số độ lệch cho ít nhất một cụm đo được ước tính. Sau đó, có tính đến sai số độ lệch ước tính này, góc lặn và góc xoắn của thân dịch chuyển được và sai số độ lệch được ước tính. Điều này sẽ nâng cao độ chính xác ước tính của góc lặn và góc xoắn của thân dịch chuyển được.

Phương án 13

Bắt đầu từ cơ cấu theo phương án 12 nêu trên, mỗi bộ lọc trong số các bộ lọc Kalman có thể tính toán, trọng thao tác ước tính hiện tại, trị số ước tính của góc lặn của thân dịch chuyển được, trị số ước tính của góc xoắn của thân dịch chuyển được và độ hợp lý sử dụng phương trình đặc trưng trong đó trị số của hàm số định trước là hằng số, hàm số này có, dưới dạng các phân tử của nó, trị số đo được từ cụm đo vận tốc góc thứ nhất, trị số đo được từ cụm đo vận tốc góc thứ hai, trị số đo được từ cụm đo vận tốc góc thứ ba, trị số đo được từ cụm đo gia tốc thứ nhất, trị số đo được từ cụm đo gia tốc thứ hai, trị số đo được từ cụm đo gia tốc thứ ba, trị số đo được từ cụm đo thông tin tốc độ, trị số ước tính của góc lặn từ hoạt động ước tính trước, trị số ước tính của góc xoắn từ hoạt động ước tính trước, đại lượng độ lệch ảo, và trị số ước tính của sai số độ lệch thứ hai từ hoạt động ước tính trước này.

Theo phương án 13 nêu trên, phương trình đặc trưng được sử dụng để ước tính sai số độ lệch cho cụm đo mới. Điều này sẽ nâng cao độ chính xác ước tính của góc lặn và góc xoắn của thân dịch chuyển được. Theo phương án 13 nêu trên, phương trình đặc trưng có thể là, ví dụ, phương trình thu được từ phương trình của chuyển động quay của thân dịch chuyển được quanh trục thứ nhất.

Phương án 14

Bắt đầu từ cơ cấu theo phương án 12 hoặc 13 nêu trên, cơ cấu ước tính tư thế có thể bao gồm:

cụm ước tính tải trọng được tạo kết cấu để ước tính tải trọng cấp cho ít nhất một bánh trong số bánh trước và bánh sau có trong thân dịch chuyển được,

trong đó cụm ước tính tải trọng có thể ước tính tải trọng dựa trên trị số đo được từ cụm đo vận tốc góc thứ nhất, trị số đo được từ cụm đo vận tốc góc thứ hai, trị số đo được từ cụm đo vận tốc góc thứ ba, trị số đo được từ cụm đo gia tốc thứ nhất, trị số đo được từ cụm đo gia tốc thứ hai, trị số đo được từ cụm đo gia tốc thứ ba, trị số đo được từ cụm đo thông tin tốc độ, và góc lặn của thân dịch chuyển được, góc xoắn của thân dịch chuyển được và sai số độ lệch thứ nhất được ước tính bởi cụm ước tính tư thế.

Phương án 15

Bắt đầu từ cơ cấu theo phương án 14 nêu trên, cơ cấu ước tính tư thế có thể bao gồm:

cụm ước tính đại lượng hành trình của hệ thống treo được tạo kết cấu để ước tính đại lượng hành trình của hệ thống treo lắp trên ít nhất một bánh trong số bánh trước và bánh sau của thân dịch chuyển được,

trong đó cụm ước tính tải trọng có thể ước tính tải trọng cấp cho cả bánh trước và bánh sau lắp trên thân dịch chuyển được, và

cụm ước tính đại lượng hành trình của hệ thống treo có thể ước tính đại lượng hành trình của hệ thống treo dựa trên trị số ước tính của tải trọng cấp cho cả bánh trước và bánh sau được ước tính bởi cụm ước tính tải trọng.

Phương án 16

Bắt đầu từ cơ cấu theo phương án 15 nêu trên, cơ cấu ước tính tư thế có thể bao gồm:

cụm ước tính góc nâng/góc lệch được tạo kết cấu để ước tính góc nâng/góc lệch dựa trên trị số ước tính của đại lượng hành trình của hệ thống treo được ước tính bởi cụm ước

tính đại lượng hành trình của hệ thống treo, góc nâng/góc lệch là góc giữa trục trong hệ tọa độ của thân xe được cố định vào thân dịch chuyển được và trục trong hệ tọa độ mặt đường được cố định vào mặt đường tiếp xúc với bánh trước hoặc bánh sau.

Nhờ cơ cấu theo phương án 16 nêu trên có thể ước tính góc nâng/góc lệch của thân dịch chuyển được, nên tư thế của thân dịch chuyển được sẽ được ước tính một cách chính xác hơn.

Phương án 17

Bắt đầu từ cơ cấu theo phương án 16 nêu trên, mỗi bộ lọc trong số các bộ lọc Kalman có thể tính toán trị số ước tính của góc lặn của thân dịch chuyển được, trị số ước tính của góc xoắn của thân dịch chuyển được, và độ hợp lý có tính đến trị số ước tính của góc nâng/góc lệch được ước tính bởi cụm ước tính góc nâng/góc lệch.

Phương án 18

Bắt đầu từ cơ cấu theo phương án 16 hoặc 17 nêu trên, cơ cấu ước tính tư thế có thể còn bao gồm:

cụm ước tính độ dốc được tạo kết cấu để ước tính độ dốc dọc của mặt đường mà thân dịch chuyển được được đặt trên cụm này dựa trên trị số ước tính của góc nâng/góc lệch được ước tính bởi cụm ước tính góc nâng/góc lệch và các trị số ước tính của góc lặn và góc xoắn của thân dịch chuyển được được ước tính bởi cụm ước tính tư thế.

Cơ cấu theo phương án nêu trên sẽ ước tính độ dốc của mặt đường một cách chính xác hơn.

Phương án 19

Phương tiện giao thông bao gồm thân dịch chuyển được và cơ cấu ước tính tư thế dựa trên cơ cấu theo một phương án trong số các phương án từ 1 đến 18 nêu trên được mô tả trong các phương án của sáng chế.

Hiệu quả của sáng chế

Giải pháp do sáng chế đề xuất nâng cao độ chính xác ước tính dành cho tư thế của thân dịch chuyển được.

Mô tả vắn tắt các hình vẽ

FIG.1 là hình vẽ thể hiện mối tương quan giữa vector cơ sở e_0 của hệ tọa độ quán tính, vector cơ sở e_b của hệ tọa độ của xe, và vector cơ sở e_r của hệ tọa độ mặt đường.

FIG.2 là hình vẽ dạng sơ đồ thể hiện xe có cơ cấu ước tính tư thế theo một phương

án của sáng chế.

FIG.3 là hình vẽ dạng sơ đồ khối thể hiện kết cấu làm ví dụ của cơ cấu ước tính tư thế.

FIG.4 là hình vẽ dạng sơ đồ khối thể hiện kết cấu làm ví dụ của cụm tính toán.

FIG.5 là hình vẽ thể hiện vị trí mà nhóm cảm biến được lắp.

FIG.6 là hình vẽ mặt cắt ngang dạng sơ đồ thể hiện bánh sau.

FIG.7 là hình vẽ thể hiện vị trí nhóm cảm biến được lắp bằng các vector.

FIG.8 là hình vẽ dạng sơ đồ khối thể hiện kết cấu làm ví dụ của cụm tính toán.

FIG.9A là hình vẽ thể hiện cách các trị số ước tính của các tham số khác nhau thay đổi theo thời gian.

FIG.9B là hình vẽ thể hiện cách các trị số ước tính của các tham số khác nhau thay đổi theo thời gian.

FIG.9C là hình vẽ thể hiện cách các trị số ước tính của các tham số khác nhau thay đổi theo thời gian.

FIG.9D là hình vẽ thể hiện cách các trị số ước tính của các tham số khác nhau thay đổi theo thời gian.

FIG.9E là hình vẽ thể hiện cách các trị số ước tính của các tham số khác nhau thay đổi theo thời gian.

FIG.9F là hình vẽ thể hiện cách các trị số ước tính của các tham số khác nhau thay đổi theo thời gian.

FIG.9G là hình vẽ thể hiện cách các trị số ước tính của các tham số khác nhau thay đổi theo thời gian.

FIG.9H là hình vẽ thể hiện cách các trị số ước tính của các tham số khác nhau thay đổi theo thời gian.

FIG.9I là hình vẽ thể hiện cách các trị số ước tính của các tham số khác nhau thay đổi theo thời gian.

FIG.9J là hình vẽ thể hiện cách các trị số ước tính của các tham số khác nhau thay đổi theo thời gian.

FIG.9K là hình vẽ thể hiện cách các trị số ước tính của các tham số khác nhau thay đổi theo thời gian.

FIG.9L là hình vẽ thể hiện cách các trị số ước tính của các tham số khác nhau thay đổi theo thời gian.

FIG.10 là hình vẽ dạng sơ đồ khối thể hiện kết cấu làm ví dụ của cơ cấu ước tính tư thế.

FIG.11 là hình vẽ thể hiện góc nâng/góc lệch.

FIG.12 là hình vẽ dạng sơ đồ khối thể hiện kết cấu làm ví dụ của cụm tính toán.

FIG.13 là hình vẽ thể hiện vector của các lực tác dụng lên các điểm tiếp đất trên mặt đường của bánh trước và bánh sau.

FIG.14 là hình vẽ thể hiện góc caster và góc của đòn sau.

FIG.15 là đồ thị thể hiện mối tương quan làm ví dụ giữa δ_R và δ_W .

FIG.16 là hình vẽ thể hiện mạch tương đương mô phỏng bộ giảm xóc của hệ thống treo.

FIG.17 là hình vẽ dạng sơ đồ khối của kết cấu làm ví dụ của cơ cấu ước tính tư thế.

FIG.18A là hình vẽ thể hiện cách các trị số ước tính của các tham số khác nhau thay đổi theo thời gian.

FIG.18B là hình vẽ thể hiện cách các trị số ước tính của các tham số khác nhau thay đổi theo thời gian.

FIG.18C là hình vẽ thể hiện cách các trị số ước tính của các tham số khác nhau thay đổi theo thời gian.

FIG.18D là hình vẽ thể hiện cách các trị số ước tính của các tham số khác nhau thay đổi theo thời gian.

FIG.18E là hình vẽ thể hiện cách các trị số ước tính của các tham số khác nhau thay đổi theo thời gian.

FIG.18F là hình vẽ thể hiện cách các trị số ước tính của các tham số khác nhau thay đổi theo thời gian.

FIG.18G là hình vẽ thể hiện cách các trị số ước tính của các tham số khác nhau thay đổi theo thời gian.

FIG.19A là hình vẽ thể hiện cách các trị số ước tính của các tham số khác nhau thay đổi theo thời gian.

FIG.19B là hình vẽ thể hiện cách các trị số ước tính của các tham số khác nhau thay đổi theo thời gian.

FIG.19C là hình vẽ thể hiện cách các trị số ước tính của các tham số khác nhau thay đổi theo thời gian.

FIG.19D là hình vẽ thể hiện cách các trị số ước tính của các tham số khác nhau thay đổi theo thời gian.

FIG.19E là hình vẽ thể hiện cách các trị số ước tính của các tham số khác nhau thay đổi theo thời gian.

FIG.19F là hình vẽ thể hiện cách các trị số ước tính của các tham số khác nhau thay đổi theo thời gian.

FIG.19G là hình vẽ thể hiện cách các trị số ước tính của các tham số khác nhau thay đổi theo thời gian.

FIG.20A là hình vẽ thể hiện cách các trị số ước tính của các tham số khác nhau thay đổi theo thời gian.

FIG.20B là hình vẽ thể hiện cách các trị số ước tính của các tham số khác nhau thay đổi theo thời gian.

FIG.20C là hình vẽ thể hiện cách các trị số ước tính của các tham số khác nhau thay đổi theo thời gian.

FIG.20D là hình vẽ thể hiện cách các trị số ước tính của các tham số khác nhau thay đổi theo thời gian.

FIG.20E là hình vẽ thể hiện cách các trị số ước tính của các tham số khác nhau thay đổi theo thời gian.

FIG.20F là hình vẽ thể hiện cách các trị số ước tính của các tham số khác nhau thay đổi theo thời gian.

FIG.20G là hình vẽ thể hiện cách các trị số ước tính của các tham số khác nhau thay đổi theo thời gian.

FIG.21A là hình vẽ thể hiện cách các trị số ước tính của các tham số khác nhau thay đổi theo thời gian.

FIG.21B là hình vẽ thể hiện cách các trị số ước tính của các tham số khác nhau thay đổi theo thời gian.

FIG.22 là hình vẽ dạng sơ đồ của xe có cơ cấu ước tính tư thế theo một phương án của sáng chế.

Mô tả chi tiết sáng chế

Cơ cấu theo các phương án của sáng chế sẽ được mô tả có dựa vào các hình vẽ. Trên các hình vẽ tham khảo dưới đây, các tỷ lệ kích thước trên các hình vẽ và các tỷ lệ

kích thước thực tế không cần phải giống nhau.

Định nghĩa

Dưới đây, trục tọa độ sẽ được xác định có dựa vào các hình vẽ. FIG.1 thể hiện mối tương quan giữa vector cơ sở e_o của hệ tọa độ quán tính, vector cơ sở e_b của hệ tọa độ của xe, và vector cơ sở e_r của hệ tọa độ mặt đường. Trong các công thức sau, các vector có thể được biểu thị bằng các chữ đậm. Mỗi hệ tọa độ có trục x, trục y, và trục z. Trên FIG.1, xe 100 mà thể hiện sự tham chiếu đối với hệ tọa độ của xe và hệ tọa độ mặt đường được điều chỉnh là xe máy.

Biểu thức 1

$$\mathbf{e}_o = (e_{ox}, e_{oy}, e_{oz})$$

$$\mathbf{e}_b = (e_{bx}, e_{by}, e_{bz})$$

$$\mathbf{e}_r = (e_{rx}, e_{ry}, e_{rz})$$

Hệ tọa độ quán tính e_o là hệ tọa độ được cố định vào mặt phẳng nằm ngang của trái đất, và trục z được xác định là phương thẳng đứng về phía trên.

Trong hệ tọa độ của xe e_b , khi xe dừng đứng trên mặt đường nằm ngang, trục x và trục y là mặt phẳng nằm ngang và trục z được cố định vào thân xe là hướng phía trước tương đối với xe. Góc được tạo ra bởi hệ tọa độ của xe e_b và hệ tọa độ quán tính e_o thay đổi khi hệ thống treo của xe dịch chuyển. Hệ thống treo là bộ giảm xóc được lắp giữa bánh xe 2 và bánh xe 3 và thân xe 1.

Trong hệ tọa độ mặt đường e_r , trục y giống như trục y của hệ tọa độ của xe e_b , và hệ tọa độ của xe e_b được quay quanh trục y sao cho hướng kéo dài từ điểm tiếp đất P3 giữa bánh sau 3 và mặt đường 200 đến điểm tiếp đất P2 giữa bánh trước 2 và mặt đường 200 giống như trục x.

Khi được sử dụng trong bản mô tả này, “góc trệch hướng” có nghĩa là góc quay quanh trục z của hệ tọa độ quán tính e_o (e_{oz}), “vận tốc góc trệch hướng” có nghĩa là tốc độ thay đổi theo thời gian của “góc trệch hướng”, và “gia tốc góc trệch hướng” có nghĩa là tốc độ thay đổi theo thời gian của vận tốc góc trệch hướng. Khi được sử dụng trong bản mô tả này, “góc xoắn” có nghĩa là góc quay quanh trục y của hệ tọa độ quán tính e_o (e_{oy}), “vận tốc góc xoắn” có nghĩa là tốc độ thay đổi theo thời gian của “góc xoắn”, và “gia tốc góc xoắn” có nghĩa là tốc độ thay đổi theo thời gian của vận tốc góc xoắn. Khi được sử dụng

trong bản mô tả này, “góc lăn” có nghĩa là góc quay quanh trục x của hệ tọa độ của xe e_b (eb_x), “vận tốc góc lăn” có nghĩa là tốc độ thay đổi theo thời gian của “góc lăn”, và “gia tốc góc lăn” có nghĩa là tốc độ thay đổi theo thời gian của vận tốc góc lăn.

Khi được sử dụng trong bản mô tả này, “hướng từ trên xuống” có nghĩa là hướng của trục z của hệ tọa độ của xe e_b (eb_z), “hướng từ phía trước ra phía sau” có nghĩa là hướng của trục x của hệ tọa độ của xe e_b (eb_x), và “hướng từ phía trái sang phía phải” có nghĩa là hướng của trục y của hệ tọa độ của xe e_b (eb_y).

Góc lăn, vận tốc góc lăn, gia tốc góc lăn, góc trệch hướng, vận tốc góc trệch hướng, gia tốc góc trệch hướng, góc xoắn, vận tốc góc xoắn, gia tốc góc xoắn, gia tốc trên - dưới, gia tốc trước - sau, và gia tốc trái - phải sẽ được biểu thị bằng các ký tự sau. Một chấm trên ký tự biểu thị tham số có nghĩa là vi phân thời gian bậc một.

Bảng 1

Tham số	Ý nghĩa
ψ	góc trệch hướng
ω_{ya}	vận tốc góc trệch hướng
$\dot{\omega}_{ya}$	gia tốc góc trệch hướng
θ	góc xoắn
ω_{pi}	vận tốc góc xoắn
$\dot{\omega}_{pi}$	gia tốc góc xoắn
ϕ	Góc lăn
ω_{ro}	vận tốc góc lăn
$\dot{\omega}_{ro}$	gia tốc góc lăn
G_z	gia tốc trên - dưới
G_x	gia tốc trước - sau
G_y	gia tốc trái - phải

Phương án thứ nhất

Sáng chế theo phương án thứ nhất của nó sẽ được mô tả.

Xe

FIG.2 là hình vẽ dạng sơ đồ của xe có cơ cấu ước tính tư thế theo phương án này của sáng chế. Xe 100 được thể hiện trên FIG.2 là xe máy.

Như được thể hiện trên FIG.2, xe 100 bao gồm thân xe 1. Bánh trước 2 được lắp vào phần trước của thân xe 1, và bánh sau 3 được lắp vào phần sau của thân xe 1. Hơn nữa, nhóm cảm biến 5 được lắp vào phần giữa của thân xe 1. Nhóm cảm biến 5 sẽ được mô tả một cách chi tiết hơn dưới đây.

Cảm biến vận tốc của bánh sau 7 được lắp vào thân bánh xe của bánh sau 3 để đo vận tốc quay của bánh sau 3. Theo phương án này của sáng chế, cảm biến vận tốc của bánh sau 7 tương ứng với “cụm đo thông tin tốc độ”.

Các tay lái 11 được lắp vào đầu của phần trước của thân xe 1 để lắ được sang bên trái và bên phải. Trong cách thực hiện được thể hiện trên FIG.1, hệ thống điều hướng 12 được lắp gần các tay lái 11, và đèn pha 14 và cơ cấu dẫn động đèn pha 15 được lắp trên phần trước của thân xe 1. Cơ cấu dẫn động đèn pha 15 điều khiển hướng của đèn pha 14. Cụm điều khiển điện tử 20 được lắp trên phần sau của thân xe 1. Cụm điều khiển điện tử 20 sẽ đơn giản được gọi là “ECU 20” nếu thích hợp dưới đây. Các vị trí của ECU 20 và nhóm cảm biến 5 không chỉ giới hạn ở các vị trí được thể hiện trên FIG.2.

Các tín hiệu ra từ nhóm cảm biến 5 và cảm biến vận tốc của bánh sau 7 được cung cấp cho ECU 20. ECU 20 điều khiển các phần khác nhau của thân xe 1, và ước tính góc lắ và các tham số khác của thân xe 1 và cung cấp các trị số ước tính này cho hệ thống điều hướng 12 và cơ cấu dẫn động đèn pha 15 chẳng hạn.

Theo phương án này của sáng chế, nhóm cảm biến 5, cảm biến vận tốc của bánh sau 7 và ECU 20 cấu thành cơ cấu ước tính tư thế.

Kết cấu của cơ cấu ước tính tư thế

FIG.3 là hình vẽ dạng sơ đồ khối thể hiện kết cấu làm ví dụ của cơ cấu ước tính tư thế. Cơ cấu ước tính tư thế 10 được thể hiện trên FIG.3 bao gồm nhóm cảm biến 5, cảm biến vận tốc của bánh sau 7, các bộ lọc thông thấp 31, 32, 34, 35 và 36, bộ lấy vi phân 41 và bộ lấy vi phân 42, và cụm tính toán 49. Chức năng của cụm tính toán 49 được thực hiện bởi ECU 20 được thể hiện trên FIG.2 và chương trình. Cụm tính toán 49 tương ứng với “cụm ước tính tư thế”.

Nhóm cảm biến 5 bao gồm cảm biến vận tốc góc lắ 21, cảm biến vận tốc góc trệch hướng 22, cảm biến gia tốc trên - dưới 24, cảm biến gia tốc trước - sau 25 và cảm biến gia

tốc trái - phải 26.

Cảm biến gia tốc góc lăn 21 được lắp trên thân xe 1 để đo vận tốc góc lăn của thân xe 1. Cảm biến vận tốc góc trệch hướng 22 được lắp trên thân xe 1 để đo vận tốc góc trệch hướng của thân xe 1. Theo phương án này của sáng chế, cảm biến vận tốc góc lăn 21 tương ứng với “cụm đo vận tốc góc thứ nhất” và cảm biến vận tốc góc trệch hướng 22 tương ứng với “cụm đo vận tốc góc thứ hai”.

Cảm biến gia tốc trên - dưới 24 được lắp trên thân xe 1 để đo gia tốc theo hướng từ trên xuống của thân xe 1. Cảm biến gia tốc trước - sau 25 được lắp trên thân xe 1 để đo gia tốc theo hướng từ phía trước ra phía sau của thân xe 1. Cảm biến gia tốc trái - phải 26 được lắp trên thân xe 1 để đo gia tốc theo hướng từ phía trái sang phía phải của thân xe 1. Theo phương án này của sáng chế, cảm biến gia tốc trên - dưới 24 tương ứng với “cụm đo gia tốc thứ nhất”, cảm biến gia tốc trước - sau 25 tương ứng với “cụm đo gia tốc thứ hai”, và cảm biến gia tốc trái - phải 26 tương ứng với “cụm đo gia tốc thứ ba”.

Theo cách thực hiện làm ví dụ này, cảm biến gia tốc trên - dưới 24, cảm biến gia tốc trước - sau 25 và cảm biến gia tốc trái - phải 26 đo các gia tốc theo các hướng mà vuông góc với nhau. Điều này là không cần thiết và chỉ cần đo gia tốc theo ít nhất ba hướng khác nhau.

Tín hiệu ra từ cảm biến vận tốc góc lăn 21 được đưa qua bộ lọc thông thấp 31 và được cấp cho cụm tính toán 49 và bộ lấy vi phân 41 dưới dạng vận tốc góc lăn. Bộ lọc thông thấp 31 loại bỏ nhiễu ra khỏi tín hiệu ra của cảm biến vận tốc góc lăn 21. Bộ lấy vi phân 41 cung cấp, cho cụm tính toán 49, trị số chênh lệch của vận tốc góc lăn dưới dạng gia tốc góc lăn.

Tín hiệu ra từ cảm biến vận tốc góc trệch hướng 22 được đưa qua bộ lọc thông thấp 32 và được cấp cho cụm tính toán 49 và bộ lấy vi phân 42 dưới dạng vận tốc góc trệch hướng. Bộ lọc thông thấp 32 loại bỏ nhiễu ra khỏi tín hiệu ra từ cảm biến vận tốc góc trệch hướng 22. Bộ lấy vi phân 42 cung cấp, cho cụm tính toán 49, trị số chênh lệch của vận tốc góc trệch hướng dưới dạng gia tốc góc trệch hướng.

Tín hiệu ra từ cảm biến gia tốc trên - dưới 24 được đưa qua bộ lọc thông thấp 34 và được cung cấp cho cụm tính toán 49 dưới dạng gia tốc trên - dưới. Tín hiệu ra từ cảm biến gia tốc trước - sau 25 được đưa qua bộ lọc thông thấp 35 và được cấp cho cụm tính toán 49 dưới dạng gia tốc trước - sau. Tín hiệu ra từ cảm biến gia tốc trái - phải 26 được đưa qua bộ lọc thông thấp 36 và được cung cấp cho cụm tính toán 49 dưới dạng gia tốc trái - phải.

Đặc tuyến tần số của các bộ lọc thông thấp 31, 32, 34, 35 và 36 được quyết định tùy thuộc vào đặc tuyến ra của các cảm biến tương ứng 21, 22, 24, 25 và 26. Cụ thể hơn, đặc tuyến tần số của các thành phần nhiễu có trong tín hiệu ra từ các cảm biến 21, 22, 24, 25 và 26 có thể được nhận ra trước, trong giai đoạn thiết kế cơ cấu này. Các bộ lọc thông thấp 31, 32, 34, 35 và 36 có thể được thiết kế để chặn các thành phần nhiễu này và đi qua các tín hiệu đo của các cảm biến 21, 22, 24, 25 và 26, mà sẽ là cần thiết.

Tín hiệu ra từ cảm biến vận tốc của bánh sau 7 được cấp cho cụm tính toán 49

dưới dạng vận tốc của bánh sau. Vận tốc của bánh sau là vận tốc quay của phần chu vi ngoài cùng của lốp, giả sử rằng không có sự trượt giữa mặt đường và lốp của bánh sau 3 và, thực tế, việc tính toán được dựa trên tín hiệu ra của cảm biến vận tốc của bánh sau 7 và kích thước của lốp. Để đơn giản cho việc giải thích, FIG.3 thể hiện tín hiệu biểu thị vận tốc của bánh sau khi nó được cung cấp bởi cảm biến vận tốc của bánh sau 7.

Cụm tính toán 49 tiếp nhận các trị số đo được liên quan đến vận tốc góc lăn, gia tốc góc lăn, gia tốc xoay xe, gia tốc góc trệch hướng, gia tốc trên - dưới, gia tốc trước - sau, gia tốc trái - phải, và vận tốc của bánh sau. Dựa trên các trị số này, cụm tính toán 49 ước tính góc lăn, vận tốc xe theo hướng từ phía trước ra phía sau, độ lệch của cảm biến vận tốc góc lăn, độ lệch của cảm biến vận tốc góc trệch hướng, độ lệch của cảm biến gia tốc trái - phải và độ lệch của cảm biến gia tốc trên - dưới trước khi cung cấp chúng.

Độ lệch của cảm biến vận tốc góc lăn là sai số độ lệch dành cho cảm biến vận tốc góc lăn 21. Độ lệch của cảm biến vận tốc góc trệch hướng là sai số độ lệch dành cho cảm biến vận tốc góc trệch hướng 22. Độ lệch của cảm biến gia tốc trái - phải là sai số độ lệch dành cho cảm biến gia tốc trái - phải 26. Độ lệch của cảm biến gia tốc trên - dưới là sai số độ lệch dành cho cảm biến gia tốc trên - dưới 24.

Vận tốc của bánh sau được đo bởi cảm biến vận tốc của bánh sau 7, và vận tốc xe theo hướng từ phía trước ra phía sau, độ lệch của cảm biến vận tốc góc lăn, độ lệch của cảm biến vận tốc góc trệch hướng, độ lệch của cảm biến gia tốc trái - phải, và độ lệch của cảm biến gia tốc trên - dưới được ước tính bởi cụm tính toán 49 sẽ được biểu thị bằng các ký tự sau.

Bảng 2

Tham số	Ý nghĩa
v_r	vận tốc của bánh sau

V_x	vận tốc xe theo hướng từ phía trước ra phía sau
b_{ro}	độ lệch của cảm biến vận tốc góc lăn
b_{ya}	độ lệch của cảm biến vận tốc góc trệch hướng
b_y	độ lệch của cảm biến gia tốc trái - phải
b_z	độ lệch của cảm biến gia tốc trên - dưới

Kết cấu của bộ lọc Kalman

FIG.4 là hình vẽ dạng sơ đồ khối của kết cấu làm ví dụ của cụm tính toán 49. Như được thể hiện trên FIG.4, cụm tính toán 49 bao gồm các bộ lọc Kalman 50_1, 50_2 và 50_3, và cụm xác định đại lượng trạng thái 503. Trong phần mô tả dưới đây, các bộ lọc Kalman 50_1, 50_2 và 50_3 có thể được gọi là chung là “các bộ lọc Kalman 50”.

FIG.4 thể hiện cách thực hiện trong đó cụm tính toán 49 có ba bộ lọc Kalman 50; tuy nhiên, số lượng này chỉ để làm ví dụ. Cụm tính toán 49 có thể có hai bộ lọc Kalman 50, hoặc bốn hoặc nhiều bộ lọc Kalman 50.

Các bộ lọc Kalman 50 (50_1, 50_2 và 50_3) sử dụng mô hình động học đối với xe 100, sẽ được mô tả dưới đây.

Được thể hiện trên FIG.4, mỗi bộ trong số các bộ lọc Kalman 50 (50_1, 50_2 và 50_3) có cụm tính toán theo phương trình hệ thống 51, cụm tính toán theo phương trình quan trắc 52, bộ trừ 53, bộ cộng 54, bộ tích phân 55, cụm tính toán độ khuếch đại Kalman 56, cụm tính toán độ hợp lý 57, bộ lọc thông thấp 58, và cụm nhập độ lệch ảo 59.

Phương trình hệ thống là phương trình được sử dụng để tính toán trong cụm tính toán theo phương trình hệ thống 51 có hàm số $f(x,u)$. Phương trình quan trắc là phương trình được sử dụng để tính toán trong cụm tính toán theo phương trình quan trắc 52 có hàm số $h(x,u)$. Cụm tính toán độ khuếch đại Kalman 56 có độ khuếch đại Kalman bậc năm K.

Cụm nhập độ lệch ảo 59 cung cấp, dưới dạng trị số độ lệch đối với một cảm biến định trước trong số các cảm biến của nhóm 5, trị số định trước đối với mỗi bộ lọc trong số các bộ lọc Kalman 50 (50_1, 50_2 và 50_3) cho cụm tính toán theo phương trình quan trắc 52. Theo phương án này của sáng chế, cụm nhập độ lệch ảo 59 được tạo kết cấu để cung cấp trị số độ lệch b_y đối với cảm biến gia tốc trái - phải 26 cho cụm tính toán theo phương trình quan trắc 52. Theo cách thực hiện này, cảm biến gia tốc trái - phải 26 tương ứng với “cụm đo độ lệch”.

Được thể hiện trên FIG.4, trị số độ lệch đối với cảm biến gia tốc trái - phải 26 được cung cấp bởi cụm nhập độ lệch ảo 59 của bộ lọc Kalman 50_1 cho cụm tính toán theo phương trình quan trắc 52 được biểu thị bằng b_{y1} . Tương tự, trị số độ lệch đối với cảm biến gia tốc trái - phải 26 được cung cấp bởi cụm nhập độ lệch ảo 59 của bộ lọc Kalman 50_2 cho cụm tính toán theo phương trình quan trắc 52 được biểu thị bằng b_{y2} . Trị số độ lệch đối với cảm biến gia tốc trái - phải 26 được cung cấp bởi cụm nhập độ lệch ảo 59 của bộ lọc Kalman 50_3 cho cụm tính toán theo phương trình quan trắc 52 được biểu thị bằng b_{y3} .

Cụm tính toán độ hợp lý 57 xác định độ hợp lý sử dụng sự tính toán, độ hợp lý biểu thị độ tin cậy của kết quả từ sự ước tính bởi bộ lọc Kalman 50 (50_1, 50_2 hoặc 50_3). Bộ lọc thông thấp 58 là cụm tính toán để lọc trị số đã được tính toán bởi cụm tính toán độ hợp lý 57. Bộ lọc thông thấp 58 có thể được thay thế bằng cụm tính toán khác bất kỳ mà có thể thực hiện cùng một chức năng. Nó là tùy ý cho dù có bộ lọc thông thấp 58 hay không. Các ví dụ về sự tính toán được thực hiện bởi cụm tính toán độ hợp lý 57 sẽ được mô tả thêm dưới đây.

Các cụm tính toán 51, 52, 53, 54, 55, 56, 57 và 58 cấu thành bộ lọc Kalman 50 có thể được thực hiện bởi, ví dụ, chương trình mà đã được chuẩn bị trước được thực hiện bởi ECU 20. Theo cách khác, một số hoặc tất cả các cụm tính toán 51, 52, 53, 54, 55, 56, 57 và 58 có thể được thực hiện bởi phần cứng lắp độc lập.

Trong thao tác ước tính hiện tại, các trị số sau được cung cấp dưới dạng tham số đầu vào u của hàm số $f(x,u)$ có trong phương trình hệ thống là trị số đo được của vận tốc góc lăn ω_{ro} , trị số đo được của gia tốc góc lăn (trị số chênh lệch của vận tốc góc lăn ω_{ro}), trị số đo được của vận tốc góc trục hướng ω_{ya} , gia tốc góc trục hướng (trị số chênh lệch của vận tốc góc trục hướng ω_{ya}), và trị số đo được của gia tốc trước - sau G_x .

Hơn nữa, các trị số sau được cung cấp dưới dạng tham số đầu vào x của hàm số $f(x,u)$ có trong phương trình hệ thống: trị số ước tính của góc lăn ϕ , trị số ước tính của vận tốc của xe V_x , trị số ước tính của độ lệch của cảm biến vận tốc góc lăn b_{ro} , trị số ước tính của độ lệch của cảm biến vận tốc góc trục hướng b_{ya} , và trị số ước tính của độ lệch của cảm biến gia tốc trên - dưới b_z từ hoạt động ước tính trước.

Đầu ra từ cụm tính toán theo phương trình hệ thống 51 là trị số chênh lệch dự báo của góc lăn ϕ , trị số chênh lệch dự báo của vận tốc của xe V_x , trị số chênh lệch dự báo của độ lệch của cảm biến vận tốc góc lăn b_{ro} , trị số chênh lệch dự báo của độ lệch của cảm biến vận tốc góc trục hướng b_{ya} , và trị số chênh lệch dự báo của độ lệch của cảm biến gia tốc

trên - dưới b_z .

Bộ cộng 54 cộng độ khuếch đại Kalman bậc năm K có được bởi hoạt động ước tính trước vào trị số chênh lệch dự báo của góc lặn φ , trị số chênh lệch dự báo của vận tốc của xe V_x , trị số chênh lệch dự báo của độ lệch của cảm biến vận tốc góc lặn b_{ro} , trị số chênh lệch dự báo của độ lệch của cảm biến vận tốc góc trệch hướng b_{ya} , và trị số chênh lệch dự báo của độ lệch của cảm biến gia tốc trên - dưới b_z .

Trị số chênh lệch dự báo của góc lặn φ , trị số chênh lệch dự báo của vận tốc của xe V_x , trị số chênh lệch dự báo của độ lệch của cảm biến vận tốc góc lặn b_{ro} , trị số chênh lệch dự báo của độ lệch của cảm biến vận tốc góc trệch hướng b_{ya} , và trị số chênh lệch dự báo của độ lệch của cảm biến gia tốc trên - dưới b_z mà độ khuếch đại Kalman K đã được cộng vào được tích phân bởi bộ tích phân 55. Điều này tạo ra trị số ước tính của góc lặn φ , trị số ước tính của vận tốc của xe V_x , trị số ước tính của độ lệch của cảm biến vận tốc góc lặn b_{ro} , trị số ước tính của độ lệch của cảm biến vận tốc góc trệch hướng b_{ya} , và trị số ước tính của độ lệch của cảm biến gia tốc trên - dưới b_z từ hoạt động ước tính hiện thời.

Các trị số sau được cung cấp dưới dạng tham số đầu vào x của hàm số $h(x,u)$ có trong phương trình quan trắc: trị số ước tính của góc lặn φ , trị số ước tính của vận tốc của xe V_x , trị số ước tính của độ lệch của cảm biến vận tốc góc lặn b_{ro} , trị số ước tính của độ lệch của cảm biến vận tốc góc trệch hướng b_{ya} , và trị số ước tính của độ lệch của cảm biến gia tốc trên - dưới b_z . Hơn nữa, như nêu trên, trị số độ lệch đối với cảm biến gia tốc trái - phải 26 được cung cấp bởi cụm nhập độ lệch ảo 59 được cung cấp dưới dạng tham số đầu vào x của hàm số $h(x,u)$ có trong phương trình quan trắc.

Đầu ra từ cụm tính toán theo phương trình quan trắc 52 là trị số tính toán của gia tốc trên - dưới G_z , trị số tính toán của gia tốc trái - phải G_y , và trị số tính toán của vận tốc của bánh sau v_r .

Mỗi bộ lọc Kalman 50 tiếp nhận, dưới dạng tham số đầu vào y , trị số đo được của gia tốc trên - dưới G_z , trị số đo được của gia tốc trái - phải G_y , và trị số đo được của vận tốc của bánh sau v_r . Cụm tính toán độ khuếch đại Kalman 56 tính toán độ khuếch đại Kalman K dựa trên sự chênh lệch giữa các trị số đo được của gia tốc trên - dưới G_z , gia tốc trái - phải G_y và vận tốc của bánh sau v_r và các trị số tính toán (dưới đây, sự chênh lệch này được gọi là “sai số quan sát/dự báo e ”).

Giải phương trình hệ thống $f(x,u)$ và phương trình quan trắc $h(x,u)$ của mô hình động học này đem lại biểu thức quan hệ đối với các tham số đầu vào u và y và tham số đầu

ra x.

Giải phương trình hệ thống và phương trình quan trắc

Sáng chế theo phương án này của nó giả sử một số điểm sau để đơn giản hóa mô hình động học.

- (a) Không có sự trượt quay giữa bánh sau 3 và mặt đường.
- (b) Vận tốc trượt sang phía bên của bánh sau 3 bằng không.
- (c) Mặt đường là phẳng. “Phẳng” khi được sử dụng trong bản mô tả này có nghĩa là mặt phẳng không có sự không đều, và có thể là nghiêng.
- (c) Xe 100 không bị lật đổ.

Dựa trên các giả định từ (a) đến (d), phương trình của mô hình động học được giải theo cách sau. Trị số chênh lệch của góc trệch hướng, trị số chênh lệch của góc xoắn, và trị số chênh lệch của góc lăn sẽ được biểu thị bằng các ký tự sau.

Bảng 3

Tham số	Ý nghĩa
ϕ	trị số chênh lệch của góc lăn
ψ	trị số chênh lệch của góc trệch hướng
θ	trị số chênh lệch của góc xoắn

Đầu tiên, phương trình sau có thể được thiết lập dựa trên biểu thức quan hệ chung giữa góc ole và vận tốc góc.

Biểu thức 2

$$\begin{bmatrix} \dot{\phi} \\ \dot{\theta} \\ \dot{\psi} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1 & \tan \theta \sin \phi & \tan \theta \cos \phi \\ 0 & \cos \phi & -\sin \phi \\ 0 & \sin \phi \sec \theta & \cos \phi \sec \theta \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \omega_{ro} \\ \omega_{pi} \\ \omega_{ya} \end{bmatrix} \quad (1)$$

Giả định (d) được đưa ra trên đây có nghĩa là góc xoắn θ và trị số chênh lệch của nó bằng không. Do đó, phương trình sau được suy ra từ phương trình (1).

Biểu thức 3

$$\begin{bmatrix} \dot{\phi} \\ \dot{\theta} \\ \dot{\psi} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & \cos \phi & -\sin \phi \\ 0 & \sin \phi & \cos \phi \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \omega_{ro} \\ \omega_{pi} \\ \omega_{ya} \end{bmatrix} \quad (2)$$

Dựa trên dòng thứ hai của phương trình (2), vận tốc góc xoắn ω_{pi} có thể được đo. Điều này tạo ra phương trình sau.

Biểu thức 4

$$\begin{bmatrix} \dot{\phi} \\ \dot{\psi} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \omega_{ro} \\ \omega_{ya} \sec \phi \end{bmatrix} \quad (3)$$

FIG.5 thể hiện vị trí mà nhóm cảm biến 5 được lắp. Trên FIG.5, Fig.5a thể hiện phía bên trái của xe 100 trong khi Fig.5b thể hiện phía trước của xe 100. FIG.6 là hình vẽ mặt cắt ngang dạng sơ đồ của bánh sau 3. FIG.7 thể hiện vị trí mà nhóm cảm biến 5 được lắp bằng các vectơ.

Trên FIG.5, vị trí mà nhóm cảm biến 5 được lắp được biểu thị bằng PS. Khoảng cách nằm ngang giữa vị trí lắp PS và tâm bánh sau 3 được biểu thị bằng L, và chiều cao của vị trí lắp PS so với mặt đường 200 được biểu thị bằng h.

Vectơ vị trí của vị trí lắp PS dành cho nhóm cảm biến 5 so với gốc O của hệ tọa độ quán tính, vectơ vị trí của điểm tiếp đất P3 của bánh sau 3 so với gốc O của hệ tọa độ quán tính, vectơ từ điểm tiếp đất P3 của bánh sau 3 đến vị trí lắp PS dành cho nhóm cảm biến 5, và vectơ chênh lệch bậc hai của các vectơ khác nhau sẽ được biểu thị bằng các ký tự sau. Hai chấm trên đỉnh của ký tự biểu thị tham số có nghĩa là vi phân thời gian bậc hai.

Bảng 4

Tham số	Ý nghĩa
$\mathbf{r}$	vectơ vị trí của vị trí lắp PS dành cho nhóm cảm biến 5
$\ddot{\mathbf{r}}$	vectơ chênh lệch bậc hai của vectơ vị trí $\mathbf{r}$
$\mathbf{r}_0$	vectơ vị trí của điểm tiếp đất P

$\ddot{\mathbf{r}}_0$	vector chênh lệch bậc hai của vector vị trí $\mathbf{r}_0$
$\boldsymbol{\rho}$	vector từ điểm tiếp đất P đến vị trí lắp PS dành cho nhóm cảm biến 5
$\ddot{\boldsymbol{\rho}}$	vector chênh lệch bậc hai của vector $\boldsymbol{\rho}$

Điều này tạo ra Phương trình (4) sau.

Biểu thức 5

$$\mathbf{r} = \mathbf{r}_0 + \boldsymbol{\rho} \quad (4)$$

Vector gia tốc trọng lực và vector gia tốc được đo ở vị trí lắp PS sẽ được biểu thị bằng các ký tự sau. Vector gia tốc G được đo bởi cảm biến gia tốc trên - dưới 24 được cung cấp ở vị trí lắp PS, cảm biến gia tốc trước - sau 25 và cảm biến gia tốc trái - phải 26.

Bảng 5

Tham số	Ý nghĩa
g	Vector gia tốc trọng lực
G	vector gia tốc

Vector gia tốc G có được bởi Phương trình (5) sau.

Biểu thức 6

$$\mathbf{G} = \ddot{\mathbf{r}} + \mathbf{g} = \ddot{\mathbf{r}}_0 + \ddot{\boldsymbol{\rho}} + \mathbf{g} \quad (5)$$

Dưới đây, vế phải của phương trình (5) sẽ được tính toán. Vector $\boldsymbol{\rho}$ được thể hiện trên FIG.7 được biểu thị bởi phương trình sau.

Biểu thức 7

$$\boldsymbol{\rho} = [\mathbf{e}_b] \boldsymbol{\rho} = [e_{bx}, e_{by}, e_{bz}] \boldsymbol{\rho} \quad (6)$$

Như nêu trên, vector $\mathbf{e}_b$ là vector cơ sở của hệ tọa độ của xe, trong đó e_{bx} tương ứng với bộ phận theo hướng phía trước tương đối với thân xe 1, e_{by} tương ứng với bộ phận theo chiều bên trái tương đối với thân xe 1, và e_{bz} tương ứng với bộ phận theo chiều lên trên tương đối với thân xe 1. Dựa trên FIG.6 và FIG.7, ma trận $\boldsymbol{\rho}$ được thể hiện trên vế phải của phương trình (6) được biểu thị bởi phương trình sau. Trên FIG.7, bán kính của mặt cắt

ngang của bánh sau 3 được biểu thị bằng R_{cR} , và bán kính của bánh sau 3 được biểu thị bằng R_e . Như nêu trên, góc lắn của thân xe 1 được biểu thị bằng ϕ .

Biểu thức 8

$$\rho = \begin{bmatrix} L \\ R_{cr} \sin \phi \\ h - R_{cr}(1 - \cos \phi) \end{bmatrix} \quad (7)$$

Khi các sự dịch chuyển của hệ thống treo của xe 100 được xem xét, nói chính xác là L và h thay đổi; tuy nhiên, các sự khác biệt này là đủ nhỏ so với các trị số của L và h , và do đó các trị số của L và h có thể được xem gần như là hằng số.

Từ Phương trình (7) đưa ra trên đây, vector chênh lệch bậc hai của vector ρ có thể được biểu thị bằng phương trình sau.

Biểu thức 9

$$\ddot{\rho} = [e_b] \begin{bmatrix} a_x(\omega_{ro}, \omega_{ya}, \dot{\omega}_{ro}, \dot{\omega}_{ya}, \phi, L, h, R_{cr}) \\ a_y(\omega_{ro}, \omega_{ya}, \dot{\omega}_{ro}, \dot{\omega}_{ya}, \phi, L, h, R_{cr}) \\ a_z(\omega_{ro}, \omega_{ya}, \dot{\omega}_{ro}, \dot{\omega}_{ya}, \phi, L, h, R_{cr}) \end{bmatrix} \quad (8)$$

Trong Phương trình (8), a_x , a_y và a_z là các hàm số. Các hàm số a_x , a_y và a_z có thể được xác định bằng cách tính toán theo phương trình (6) và Phương trình (7). Sử dụng Phương trình (1) được đưa ra trên đây để sắp xếp lại Phương trình (7) thành Phương trình (8) loại bỏ trị số chênh lệch của góc lắn ϕ và trị số chênh lệch của góc trục hướng ψ .

Tiếp theo, vận tốc trượt sang phía bên của xe 100 được biểu thị bằng V_y . Vector chênh lệch bậc một của vector vị trí r_0 được thể hiện trên FIG.7 được biểu thị bởi phương trình sau sử dụng vận tốc của xe V_x và vận tốc trượt sang phía bên V_y . Vector e_0 là vector cơ sở của hệ tọa độ quán tính.

Biểu thức 10

$$\dot{r}_0 = [e_0] \begin{bmatrix} V_x \\ V_y \\ V_z \end{bmatrix} \quad (9)$$

Từ giả định (b), $V_y = 0$; khi Phương trình (9) là vi phân bậc một, vector chênh lệch

bậc hai của vector vị trí r được biểu thị bởi phương trình sau.

Biểu thức 11

$$\ddot{\mathbf{r}}_0 = [\mathbf{e}_b] \begin{bmatrix} \dot{V}_x \\ V_x \omega_{ya} \\ -V_x \omega_{ya} \tan \phi \end{bmatrix} \quad (10)$$

Tiếp theo, vector gia tốc trọng lực có thể được biểu thị bằng phương trình sau. G trong vế phải của Phương trình (11) biểu thị độ lớn của gia tốc trọng lực.

Biểu thức 12

$$\mathbf{g} = [\mathbf{e}_b] \begin{bmatrix} 0 \\ g \sin \phi \\ g \cos \phi \end{bmatrix} \quad (11)$$

Dựa trên các phương trình (5), (8), (10) và (11), vector gia tốc G đo được ở vị trí lắp PS có thể được biểu thị bằng phương trình sau.

Biểu thức 13

$$\mathbf{G} = \ddot{\mathbf{r}} + \mathbf{g} = \ddot{\mathbf{r}}_0 + \ddot{\mathbf{p}} + \mathbf{g} = [\mathbf{e}_b] \begin{bmatrix} \dot{V}_x + a_x(\omega_{ro}, \omega_{ya}, \dot{\omega}_{ro}, \dot{\omega}_{ya}, \phi, L, h, R_{cr}) \\ V_x \omega_{ya} + a_y(\omega_{ro}, \omega_{ya}, \dot{\omega}_{ro}, \dot{\omega}_{ya}, \phi, L, h, R_{cr}) + g \sin \phi \\ -V_x \omega_{ya} \tan \phi + a_z(\omega_{ro}, \omega_{ya}, \dot{\omega}_{ro}, \dot{\omega}_{ya}, \phi, L, h, R_{cr}) + g \cos \phi \end{bmatrix} \quad (12)$$

Vector gia tốc G đo được ở vị trí lắp PS có thể được biểu thị bằng phương trình sau bằng cách sử dụng gia tốc trước - sau G_x đo được bởi cảm biến gia tốc trước - sau 25, gia tốc trái - phải G_y đo được bởi cảm biến gia tốc trái - phải 26, và gia tốc trên - dưới G_z đo được bởi cảm biến gia tốc trên - dưới 24.

Biểu thức 14

$$\mathbf{G} = [\mathbf{e}_b] \begin{bmatrix} G_x \\ G_y \\ G_{z\ddagger} \end{bmatrix} \quad (13)$$

Do đó, dựa trên Phương trình (12) và Phương trình (13), gia tốc trước - sau G_x , gia tốc trái - phải G_y và gia tốc trên - dưới G_z có thể được biểu thị bằng phương trình sau.

Biểu thức 15

$$\begin{bmatrix} G_x \\ G_y \\ G_z \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \dot{V}_x + a_x(\omega_{ro}, \omega_{ya}, \dot{\omega}_{ro}, \dot{\omega}_{ya}, \phi, L, h, R_{cr}) \\ V_x \omega_{ya} + a_y(\omega_{ro}, \omega_{ya}, \dot{\omega}_{ro}, \dot{\omega}_{ya}, \phi, L, h, R_{cr}) + g \sin \phi \\ -V_x \omega_{ya} \tan \phi + a_z(\omega_{ro}, \omega_{ya}, \dot{\omega}_{ro}, \dot{\omega}_{ya}, \phi, L, h, R_{cr}) + g \cos \phi \end{bmatrix} \quad (14)$$

Tiếp theo, mối tương quan giữa vận tốc của bánh sau v_r và vận tốc của xe V_x được xác định. Giả định (a) có nghĩa là không có sự trượt giữa bánh sau 3 và mặt đường 200, và do đó mối tương quan này được biểu thị bằng phương trình sau có thể được thiết lập giữa vận tốc của bánh sau v_r và vận tốc của xe V_x .

Biểu thức 16

$$\frac{V_x}{R_e - R_{cr}(1 - \cos \phi)} = \frac{v_r}{R_e} \quad (15)$$

Phương trình (15) tạo ra phương trình sau.

Biểu thức 17

$$v_r = \frac{R_e}{R_e - R_{cr}(1 - \cos \phi)} V_x = \frac{1}{1 - R_{cr}/R_e(1 - \cos \phi)} V_x \quad (16)$$

Các phương trình (1), (14) và (16) tạo ra các phương trình sau.

Biểu thức 18

$$\frac{d}{dt} \begin{bmatrix} \phi \\ V_x \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \omega_{ro} \\ G_x - a_x(\omega_{ro}, \omega_{ya}, \dot{\omega}_{ro}, \dot{\omega}_{ya}, \phi, L, h, R_{cr}) \end{bmatrix} \quad (17)$$

Biểu thức 19

$$\begin{bmatrix} G_y \\ G_z \\ v_r \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} V_x \omega_{ya} + a_y(\omega_{ro}, \omega_{ya}, \dot{\omega}_{ro}, \dot{\omega}_{ya}, \phi, L, h, R_{cr}) + g \sin \phi \\ -V_x \omega_{ya} \tan \phi + a_z(\omega_{ro}, \omega_{ya}, \dot{\omega}_{ro}, \dot{\omega}_{ya}, \phi, L, h, R_{cr}) + g \cos \phi \\ \frac{1}{1 - R_{cr}/R_e(1 - \cos \phi)} V_x \end{bmatrix} \quad (18)$$

Mỗi bộ lọc trong số các bộ lọc Kalman 50, trong cụm tính toán theo phương trình hệ thống 51, sử dụng Phương trình (17) làm phương trình hệ thống để thực hiện việc tính toán, và, trong cụm tính toán theo phương trình quan trắc 52, sử dụng Phương trình (18) làm phương trình quan trắc để thực hiện việc tính toán.

Ngay cả khi nếu độ lệch vận tốc góc lăn b_{ro} , độ lệch vận tốc góc trục hướng b_{ya} , độ lệch vận tốc góc xoắn b_{pi} và độ lệch gia tốc trên - dưới b_z thay đổi, các sự khác biệt này là nhỏ so với các sự dịch chuyển của xe 100. Do đó, trị số chênh lệch của độ lệch vận tốc góc lăn b_{ro} , trị số chênh lệch của độ lệch vận tốc góc trục hướng b_{ya} , trị số chênh lệch của độ lệch vận tốc góc xoắn b_{pi} , và trị số chênh lệch của độ lệch gia tốc trên - dưới b_z có thể được xem như bằng không.

Hơn nữa, việc thay thế một vài trị số trong Phương trình (17) và Phương trình (18) bằng các trị số phản ánh các sai số độ lệch tạo ra các phương trình sau.

Biểu thức 20

$$\frac{d}{dt} \begin{bmatrix} \phi \\ V_x \\ b_{ro} \\ b_{ya} \\ b_z \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \omega_{ro} - b_{ro} \\ G_x - a_x(\omega_{ro} - b_{ro}, \omega_{ya} - b_{ya}, \dot{\omega}_{ro}, \dot{\omega}_{ya}, \phi, L, h, R_{cr}) \\ 0 \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix} \quad (19)$$

Biểu thức 21

$$\begin{bmatrix} G_y \\ G_z \\ v_r \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} V_x \omega_{ya} + a_y(\omega_{ro}, \omega_{ya}, \dot{\omega}_{ro}, \dot{\omega}_{ya}, \phi, L, h, R_{cr}) + g \sin \phi \\ -V_x \omega_{ya} \tan \phi + a_z(\omega_{ro}, \omega_{ya}, \dot{\omega}_{ro}, \dot{\omega}_{ya}, \phi, L, h, R_{cr}) + g \cos \phi + b_z \\ \frac{1}{1 - R_{cr}/R_e(1 - \cos \phi)} V_x \end{bmatrix} \quad (20)$$

Khi các sai số độ lệch được đưa vào xem xét, mỗi bộ lọc trong số các bộ lọc

Kalman 50, ở cụm tính toán theo phương trình hệ thống 51, sử dụng Phương trình (19) làm phương trình hệ thống để thực hiện tính toán, và, ở cụm tính toán theo phương trình quan trắc 52, sử dụng Phương trình (20) làm phương trình quan trắc để thực hiện tính toán. Phương trình (19) và Phương trình (20) có tính đến độ lệch vận tốc góc lăn b_{ro} , độ lệch vận tốc góc trệch hướng b_{ya} , và độ lệch gia tốc trên - dưới b_z .

Khi các bộ lọc Kalman 50 sử dụng Phương trình (19) làm phương trình hệ thống và sử dụng Phương trình (20) làm phương trình quan trắc để thực hiện tính toán, góc lăn φ , vận tốc của xe V_x , độ lệch vận tốc góc lăn b_{ro} , độ lệch vận tốc góc trệch hướng b_{ya} , và độ lệch gia tốc trên - dưới b_z có thể được ước tính. Vế phải của phương trình (19) tương ứng với hàm số $f(x,u)$ và vế phải của phương trình (20) tương ứng với hàm số $h(x,u)$.

Cảm biến vận tốc góc có thể có sai số độ lệch lớn hơn so với cảm biến gia tốc. Theo quan điểm này, theo phương án này của sáng chế, sai số độ lệch của cảm biến vận tốc góc lăn 21 (độ lệch của cảm biến vận tốc góc lăn b_{ro}) và sai số độ lệch của cảm biến vận tốc góc trệch hướng 22 (độ lệch của cảm biến vận tốc góc trệch hướng b_{ya}) được ước tính. Việc sử dụng các trị số ước tính của độ lệch vận tốc góc lăn b_{ro} và độ lệch vận tốc góc trệch hướng b_{ya} trong hoạt động ước tính tiếp theo nâng cao độ chính xác ước tính dành cho góc lăn φ .

Hơn nữa, nếu các sai số độ lệch của ba cảm biến gia tốc (cảm biến gia tốc trên - dưới 24, cảm biến gia tốc trước - sau 25 và cảm biến gia tốc trái - phải 26) có thể được ước tính, độ chính xác ước tính dành cho góc lăn φ được kỳ vọng là sẽ được nâng cao hơn nữa. Tuy nhiên, khi các sai số độ lệch của ba cảm biến gia tốc được thiết lập, độ hợp lý quan sát không thể được duy trì. Theo quan điểm này, theo phương án này của sáng chế, sai số độ lệch của cảm biến gia tốc trên - dưới 24 (độ lệch của cảm biến gia tốc trên - dưới b_z) được ước tính vì các lý do sau. Khi góc lăn φ của thân xe 1 nằm trong khoảng nhỏ, gia tốc trên - dưới của thân xe 1 không thay đổi đáng kể. Nếu trị số đo được của gia tốc trên - dưới trong trường hợp này được thay đổi bởi độ lệch của cảm biến gia tốc trên - dưới b_z , ảnh hưởng của sự thay đổi về trị số đo được của gia tốc trên - dưới khi góc lăn φ được ước tính là lớn. Do đó, việc sử dụng trị số ước tính của độ lệch của cảm biến gia tốc trên - dưới b_z trong hoạt động ước tính tiếp theo nâng cao hơn nữa độ chính xác ước tính khi góc lăn φ nằm trong khoảng nhỏ.

Khi góc lăn φ được ước tính, ngoài sự thay đổi về trị số đo được của gia tốc trên - dưới, mặc dù ở mức độ thấp hơn, song sự thay đổi về trị số đo được của gia tốc trái - phải

có thể ảnh hưởng đến kết quả này. Theo quan điểm này, như nêu trên dựa vào FIG.4, cụm tính toán 49 theo phương án này của sáng chế sử dụng các bộ lọc Kalman 50 có tính đến các ảnh hưởng của độ lệch của cảm biến gia tốc trái - phải b_y . Cụ thể, cụm tính toán theo phương trình quan trắc 52 của mỗi bộ lọc trong số các bộ lọc Kalman 50 (50_1, 50_2 và 50_3) tiếp nhận độ lệch của cảm biến gia tốc trái - phải b_y (b_{y1} , b_{y2} và b_{y3}) từ cụm nhập độ lệch ảo 59.

Cụm tính toán theo phương trình quan trắc 52 theo phương án này của sáng chế sử dụng, thay cho Phương trình (20) được đưa ra trên đây, phương trình sau làm phương trình quan trắc để thực hiện tính toán.

Biểu thức 22

$$\begin{bmatrix} G_y \\ G_z \\ v_r \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} V_x \omega_{ya} + a_y(\omega_{ro}, \omega_{ya}, \dot{\omega}_{ro}, \dot{\omega}_{ya}, \phi, L, h, R_{cr}) + g \sin \phi + b_y \\ -V_x \omega_{ya} \tan \phi + a_z(\omega_{ro}, \omega_{ya}, \dot{\omega}_{ro}, \dot{\omega}_{ya}, \phi, L, h, R_{cr}) + g \cos \phi + b_z \\ \frac{1}{1 - R_{cr}/R_e(1 - \cos \phi)} V_x \end{bmatrix} \quad (21)$$

Nghĩa là, mỗi bộ lọc trong số các bộ lọc Kalman 50 theo phương án này của sáng chế, ở cụm tính toán theo phương trình hệ thống 51, sử dụng Phương trình (19) làm phương trình hệ thống để thực hiện tính toán, và, ở cụm tính toán theo phương trình quan trắc 52, sử dụng Phương trình (21) làm phương trình quan trắc để thực hiện tính toán.

Trị số của b_y trong dòng thứ nhất của phương trình (21) là trị số độ lệch của cảm biến gia tốc trái - phải $b_y(b_{y1}, b_{y2}, b_{y3})$ được cung cấp bởi cụm nhập độ lệch ảo 59 của mỗi bộ lọc trong số các bộ lọc Kalman 50 (50_1, 50_2 và 50_3).

Dựa trên phương trình quan trắc có độ lệch của cảm biến gia tốc trái - phải $b_y(b_{y1}, b_{y2}, b_{y3})$ được cung cấp bởi cụm nhập độ lệch ảo 59, cụm tính toán theo phương trình quan trắc 52 tính toán các trị số ước tính của gia tốc trên - dưới G_z , gia tốc trái - phải G_y và vận tốc của bánh sau v_r . Các trị số ước tính này được cung cấp cho cụm tính toán độ hợp lý 57 để tính toán trị số liên quan đến độ hợp lý biểu thị độ tin cậy của kết quả ước tính của các bộ lọc Kalman 50 (50_1, 50_2 và 50_3).

Tốt hơn là, một trị số lớn nhất trong số các trị số độ lệch của cảm biến gia tốc trái - phải $b_y(b_{y1}, b_{y2}, b_{y3})$ được cung cấp bởi cụm nhập độ lệch ảo 59 lớn hơn so với trị số tối đa của độ lệch điểm không mà có thể được cung cấp bởi cảm biến gia tốc trái - phải 26, và trị

số nhỏ nhất nhỏ hơn so với trị số tối thiểu của độ lệch điểm không mà có thể được cung cấp bởi cảm biến gia tốc trái - phải 26. Do đó, cụm tính toán theo phương trình quan trắc 52 có thể tính toán các trị số ước tính của gia tốc trên - dưới G_z , gia tốc trái - phải G_y và vận tốc của bánh sau v_r có tính đến các tình huống trong đó trị số độ lệch điểm không của cảm biến gia tốc trái - phải 26 là lớn nhất.

Ví dụ, nếu đảm bảo rằng trị số độ lệch điểm không mà có thể được cung cấp bởi cảm biến gia tốc trái - phải 26 nằm trong khoảng ± 100 mG, sau đó, trị số độ lệch được cung cấp bởi cụm nhập độ lệch ảo 59 của bộ lọc Kalman 50_1 có thể là $b_{y1} \geq 100$ mG và trị số độ lệch được cung cấp bởi cụm nhập độ lệch ảo 59 của bộ lọc Kalman 50_3 có thể là $b_{y3} \leq -100$ mG. Trong trường hợp này, trị số độ lệch được cung cấp bởi cụm nhập độ lệch ảo 59 của bộ lọc Kalman 50_2 có thể là $b_{y2} = 0$ mG.

Như nêu trên, theo phương án nêu trên của sáng chế bộc lộ cách thực hiện theo đó cụm tính toán 49 có ba bộ lọc Kalman 50 (50_1, 50_2 và 50_3); theo cách khác, trị số độ lệch của cảm biến gia tốc trái - phải b_y có thể được điều chỉnh theo cách tương tự nếu cụm tính toán 49 có hai bộ lọc Kalman 50 hoặc bốn hoặc nhiều bộ lọc Kalman 50.

Tiếp theo, độ hợp lý λ được tính toán bởi cụm tính toán độ hợp lý 57 sẽ được mô tả. Như nêu trên, nếu mức chênh lệch giữa trị số ước tính và trị số đo được thực tế được biểu thị bởi sai số quan sát/dự báo e , e được xác định bởi phương trình sau.

Biểu thức 23

$$e = y - h(x) \\ = \begin{bmatrix} G_y \\ G_z \\ v_r \end{bmatrix} - h(x) \quad (22)$$

Trong Phương trình (22), y là trị số đo được của gia tốc trên - dưới G_z , trị số đo được của gia tốc trái - phải G_y , và trị số đo được của vận tốc của bánh sau v_r được cung cấp bởi các bộ lọc Kalman 50 làm các tham số đầu vào. $H(x)$ là kết quả tính toán từ cụm tính toán theo phương trình quan trắc 52.

Nếu sai số đo trong gia tốc trên - dưới G_z đo được bởi cảm biến gia tốc trên - dưới 24 được biểu thị bằng δG_z , sai số đo trong gia tốc trái - phải G_y đo được bởi cảm biến gia tốc trái - phải 26 được biểu thị bằng δG_y , và sai số đo trong vận tốc của bánh sau v_r đo

được bởi cảm biến vận tốc của bánh sau 7 được biểu thị bằng δv_r . Sau đó, ma trận phương sai-hiệp phương sai R của các sai số đo này có thể được biểu thị bằng phương trình sau. Trong phương trình sau, E(a) có nghĩa là trị số kỳ vọng của a.

Biểu thức 24

$$R = \begin{bmatrix} E(\delta G_y \delta G_y) & E(\delta G_y \delta G_z) & E(\delta G_y \delta v_r) \\ E(\delta G_z \delta G_y) & E(\delta G_z \delta G_z) & E(\delta G_z \delta v_r) \\ E(\delta v_r \delta G_y) & E(\delta v_r \delta G_z) & E(\delta v_r \delta v_r) \end{bmatrix} \quad (23)$$

Hơn nữa, nếu sai số ước tính trong góc lặn ϕ được biểu thị bằng $\delta\phi$, sai số ước tính về vận tốc của xe V_x được biểu thị bằng δV_x , sai số ước tính về độ lệch của cảm biến vận tốc góc lặn b_{ro} được biểu thị bằng δb_{ro} , sai số ước tính về độ lệch của cảm biến vận tốc góc trục hướng b_{ya} được biểu thị bằng δb_{ya} , và sai số ước tính về độ lệch của cảm biến gia tốc trên - dưới b_z được biểu thị bằng δb_z . Sau đó, ma trận phương sai-hiệp phương sai P của các sai số đo này có thể được biểu thị bằng phương trình sau.

Biểu thức 25

$$P = \begin{bmatrix} E(\delta\phi \delta\phi) & E(\delta\phi \delta V_x) & E(\delta\phi \delta b_{ro}) & E(\delta\phi \delta b_{ya}) & E(\delta\phi \delta b_z) \\ E(\delta V_x \delta\phi) & E(\delta V_x \delta V_x) & E(\delta V_x \delta b_{ro}) & E(\delta V_x \delta b_{ya}) & E(\delta V_x \delta b_z) \\ E(\delta b_{ro} \delta\phi) & E(\delta b_{ro} \delta V_x) & E(\delta b_{ro} \delta b_{ro}) & E(\delta b_{ro} \delta b_{ya}) & E(\delta b_{ro} \delta b_z) \\ E(\delta b_{ya} \delta\phi) & E(\delta b_{ya} \delta V_x) & E(\delta b_{ya} \delta b_{ro}) & E(\delta b_{ya} \delta b_{ya}) & E(\delta b_{ya} \delta b_z) \\ E(\delta b_z \delta\phi) & E(\delta b_z \delta V_x) & E(\delta b_z \delta b_{ro}) & E(\delta b_z \delta b_{ya}) & E(\delta b_z \delta b_z) \end{bmatrix} \quad (24)$$

Các bộ lọc Kalman 50 (50_1, 50_2 và 50_3) tính toán liên tục ma trận P và ma trận R.

Ma trận phương sai-hiệp phương sai S dành cho sai số có trong sai số quan sát/dự báo e được biểu thị bởi phương trình sau.

Biểu thức 26

$$S = R + HPH^t \quad (25)$$

Số mũ t trong phương trình đưa ra trên đây có nghĩa là ma trận chuyển vị. Nghĩa là, H^t có nghĩa là ma trận chuyển vị của ma trận H. H là ma trận Jacobian của $h(x)$, được xác định bởi phương trình sau.

Biểu thức 27

$$H = \left[\frac{\partial h(x)}{\partial \phi} \quad \frac{\partial h(x)}{\partial V_x} \quad \frac{\partial h(x)}{\partial b_{ro}} \quad \frac{\partial h(x)}{\partial b_{ya}} \quad \frac{\partial h(x)}{\partial b_z} \right] \quad (26)$$

Cụm tính toán độ hợp lý 57 tính toán độ hợp lý λ dựa trên phương trình được đưa ra dưới đây chẳng hạn. Độ hợp lý λ này là trị số độ hợp lý mà là tức thời, và có thể được gọi là độ hợp lý tức thời.

Biểu thức 28

$$\lambda = \frac{1}{\sqrt{\det(S)}} \exp \left[-\frac{1}{2} \{y - h(x)\}^t S^{-1} \{y - h(x)\} \right] \quad (27)$$

Cụm tính toán độ hợp lý 57 chỉ được yêu cầu được tạo kết cấu để tính toán độ hợp lý dựa trên sai số quan sát/dự báo $e=y-h(x)$, và phương pháp tính toán không chỉ giới hạn ở Phương trình (27).

$x(\phi, V_x, b_{ro}, b_{ya}, b_z)$ được ước tính bởi bộ lọc Kalman 50_1 được biểu thị bằng x_1 , và độ hợp lý λ được tính toán bởi cụm tính toán độ hợp lý 57 của bộ lọc Kalman 50_1 được biểu thị bằng λ_1 . Tương tự, $x(\phi, V_x, b_{ro}, b_{ya}, b_z)$ được ước tính bởi bộ lọc Kalman 50_2 được biểu thị bằng x_2 , và độ hợp lý λ được tính toán bởi cụm tính toán độ hợp lý 57 của bộ lọc Kalman 50_2 được biểu thị bằng λ_2 . Tương tự, $x(\phi, V_x, b_{ro}, b_{ya}, b_z)$ được ước tính bởi bộ lọc Kalman 50_3 được biểu thị bằng x_3 , và độ hợp lý λ được tính toán bởi cụm tính toán độ hợp lý 57 của bộ lọc Kalman 50_3 được biểu thị bằng λ_3 . Sau đó, độ lệch của cảm biến gia tốc trái - phải b_y được tính toán bằng phương trình sau.

Biểu thức 29

$$b_y = \frac{\sum_{i=1}^n \tilde{\lambda}_i \cdot b_{yi}}{\sum_{i=1}^n \tilde{\lambda}_i} \quad (28)$$

Trong Phương trình 28, ký tự với dấu ngã ($\sim$) trên đỉnh của λ có nghĩa là trị số có được sau khi độ hợp lý tức thời λ đã được lọc bởi bộ lọc thông thấp 58. Không có nghĩa là việc lọc là cần thiết. Nếu việc lọc không được thực hiện, trị số hợp lý tức thời λ có thể được sử dụng. Trong Phương trình (28), n là số lượng các bộ lọc Kalman 50 có trong cụm tính toán 49. Theo phương án này của sáng chế, $n=3$.

Mỗi bộ lọc Kalman 50 thực hiện quy trình ước tính có tính đến độ lệch của cảm

biến gia tốc trái - phải $b_y(b_{y1}, b_{y2}, b_{y3})$ được cung cấp bởi cụm nhập độ lệch ảo 59. Sau đó, các bộ chỉ báo, mà thể hiện độ tin cậy các kết quả ước tính này là như thế nào, được tính toán, là $\lambda(\lambda_1, \lambda_2, \lambda_3)$. Do đó, trị số độ lệch của cảm biến gia tốc trái - phải b_y được cung cấp cho cụm nhập độ lệch ảo 59 có trong mỗi bộ lọc trong số các bộ lọc Kalman 50 (50_1, 50_2 và 50_3) được hiệu chỉnh bù tùy thuộc vào độ hợp lý $\lambda(\lambda_1, \lambda_2, \lambda_3)$, mà biểu thị độ tin cậy của kết quả ước tính của các bộ lọc Kalman 50 (50_1, 50_2 và 50_3) là như thế nào, nhờ đó xác định trị số ước tính của độ lệch của cảm biến gia tốc trái - phải b_y .

Hơn nữa, dựa trên cùng một lý do, như được biểu thị bằng phương trình sau, $x(\varphi, V_x, b_{ro}, b_{ya}, b_z)$ được ước tính bởi mỗi bộ lọc Kalman 50 được hiệu chỉnh bù tùy thuộc vào độ hợp lý $\lambda(\lambda_1, \lambda_2, \lambda_3)$, mà biểu thị độ tin cậy của kết quả ước tính của các bộ lọc Kalman 50 (50_1, 50_2 và 50_3) là như thế nào, nhờ đó cung cấp các kết quả ước tính có tính đến độ lệch của cảm biến gia tốc trái - phải b_y .

Biểu thức 30

$$x = \frac{\sum_{i=1}^n \tilde{\lambda}_i \cdot x_i}{\sum_{i=1}^n \tilde{\lambda}_i} \quad (29)$$

Cụm xác định đại lượng trạng thái 503 thực hiện việc tính toán được biểu thị bằng Phương trình (28) và Phương trình (29). Do đó, cụm tính toán 49 ước tính độ lệch của cảm biến gia tốc trái - phải b_y , ngoài góc lặn φ , vận tốc của xe V_x , độ lệch vận tốc góc lặn b_{ro} , độ lệch vận tốc góc trệch hướng b_{ya} , và độ lệch gia tốc trên - dưới b_z . Các trị số ước tính này là các kết quả ước tính có tính đến độ lệch của cảm biến gia tốc trái - phải b_y , và do đó có độ chính xác cao so với giải pháp kỹ thuật thông thường.

Phương trình (28) và Phương trình (29) thực hiện việc tính toán với sự phân bố cân xứng tùy thuộc vào trị số hợp lý λ ; tuy nhiên, việc tính toán này chỉ để làm ví dụ. Cụm xác định đại lượng trạng thái 503 có thể sử dụng phương pháp tính toán khác mà thực hiện việc hiệu chỉnh bù tùy thuộc vào trị số hợp lý λ .

Các kết cấu khác

Cơ cấu ước tính tư thế 10 theo phương án này của sáng chế có thể sử dụng các sự thay đổi sau.

Theo phương án nêu trên, cụm xác định đại lượng trạng thái 503 thực hiện việc tính toán trong đó độ lệch của cảm biến gia tốc trái - phải b_y được cấp cho mỗi bộ lọc Kalman

50 và trị số ước tính x được ước tính bởi bộ lọc Kalman được hiệu chỉnh bù tùy thuộc vào độ hợp lý λ . Theo cách khác, bộ lọc Kalman 50 là có thể tin cậy nhất có thể được lựa chọn dựa trên độ hợp lý λ được tính toán bởi các bộ lọc Kalman 50, độ lệch của cảm biến gia tốc trái - phải b_y được cấp cho bộ lọc Kalman này 50 có thể được coi như trị số ước tính của độ lệch của cảm biến gia tốc trái - phải và các kết quả ước tính của bộ lọc Kalman này 50 có thể được xử lý dưới dạng các kết quả ước tính của cụm tính toán 49. Điều này sẽ đơn giản hóa quy trình tính toán bởi cụm xác định đại lượng trạng thái 503.

Theo phương án nêu trên, mỗi bộ lọc Kalman 50 ước tính góc lặn ϕ , vận tốc của xe V_x , độ lệch của cảm biến vận tốc góc lặn b_{r0} , độ lệch của cảm biến vận tốc góc trục hướng b_{ya} , và độ lệch của cảm biến gia tốc trên - dưới b_z , và độ lệch của cảm biến gia tốc trái - phải b_y được ước tính có tính đến độ hợp lý có được dựa trên các kết quả ước tính của các bộ lọc Kalman 50. Theo cách khác, mỗi bộ lọc Kalman 50 có thể ước tính góc lặn ϕ , vận tốc của xe V_x , độ lệch của cảm biến vận tốc góc lặn b_{r0} , độ lệch của cảm biến vận tốc góc trục hướng b_{ya} , và độ lệch của cảm biến gia tốc trái - phải b_y , và độ lệch của cảm biến gia tốc trên - dưới b_z có thể được ước tính có tính đến độ hợp lý có được dựa trên các kết quả ước tính của các bộ lọc Kalman 50. Trong trường hợp này, cảm biến gia tốc trên - dưới 24 tương ứng với “cụm đo độ lệch”.

Trong trường hợp này, cụm tính toán 49 có kết cấu được thể hiện trên FIG.8, thay vì được thể hiện trên FIG.4. Nghĩa là, cụm nhập độ lệch ảo 59 được tạo kết cấu để cung cấp trị số độ lệch b_z dành cho cảm biến gia tốc trên - dưới 24 cho cụm tính toán theo phương trình quan trắc 52. Cụm tính toán theo phương trình quan trắc 52 sử dụng Phương trình (21) làm phương trình quan trắc để thực hiện tính toán. Tuy nhiên, khác với phương án nêu trên, trị số của b_z trong dòng thứ hai của phương trình (21) là trị số độ lệch của cảm biến gia tốc trên - dưới $b_z(b_{z1}, b_{z2}, b_{z3})$ được cung cấp bởi cụm nhập độ lệch ảo 59 của mỗi bộ lọc Kalman 50 (50_1, 50_2 và 50_3). Dựa trên phương trình quan trắc có độ lệch của cảm biến gia tốc trên - dưới $b_z(b_{z1}, b_{z2}, b_{z3})$ được cung cấp bởi cụm nhập độ lệch ảo 59 này, cụm tính toán theo phương trình quan trắc 52 tính toán các trị số ước tính của gia tốc trên - dưới G_z , gia tốc trái - phải G_y và vận tốc của bánh sau v_r . Các trị số ước tính này được cung cấp cho cụm tính toán độ hợp lý 57 để tính toán trị số liên quan đến độ hợp lý biểu thị độ tin cậy của kết quả ước tính của các bộ lọc Kalman 50 (50_1, 50_2 và 50_3) là như thế nào.

Trong trường hợp này, cụm xác định đại lượng trạng thái 503 tính toán độ lệch của cảm biến gia tốc trên - dưới b_z bằng cách thực hiện việc tính toán dựa trên Phương trình

(30), thay cho Phương trình (28). Hơn nữa, việc tính toán trị số ước tính x b_y Phương trình (29) cung cấp các trị số ước tính có tính đến góc lặn φ , vận tốc của xe V_x , độ lệch vận tốc góc lặn b_{ro} , độ lệch vận tốc góc trệch hướng b_{ya} , độ lệch gia tốc trên - dưới b_z , và độ lệch của cảm biến gia tốc trái - phải b_y .

Biểu thức 31

$$b_z = \frac{\sum_{i=1}^n \tilde{\lambda}_i \cdot b_{zi}}{\sum_{i=1}^n \tilde{\lambda}_i} \quad (30)$$

Tương tự, mỗi bộ lọc Kalman 50 có thể ước tính góc lặn φ , vận tốc của xe V_x , độ lệch của cảm biến vận tốc góc lặn b_{ro} , độ lệch của cảm biến vận tốc góc trệch hướng b_{ya} , và độ lệch của cảm biến gia tốc trên - dưới b_z , và độ lệch của cảm biến gia tốc trước - sau b_x có thể được ước tính có tính đến độ hợp lý có được dựa trên các kết quả ước tính của các bộ lọc Kalman 50. Trong trường hợp này, cảm biến gia tốc trước - sau 25 tương ứng với “cụm đo độ lệch “. Trị số độ lệch đối với cảm biến gia tốc trước - sau 25 được cung cấp bởi cụm nhập độ lệch ảo 59 được cung cấp dưới dạng tham số đầu vào u dành cho hàm số $f(x,u)$ có trong phương trình hệ thống.

Tương tự, mỗi bộ lọc Kalman 50 có thể ước tính góc lặn φ , vận tốc của xe V_x , độ lệch của cảm biến vận tốc góc lặn b_{ro} , độ lệch của cảm biến vận tốc góc trệch hướng b_{ya} , và độ lệch của cảm biến gia tốc trái - phải b_y , và độ lệch của cảm biến gia tốc trước - sau b_x có thể được ước tính có tính đến độ hợp lý có được dựa trên các kết quả ước tính của các bộ lọc Kalman 50. Tiếp theo, cảm biến gia tốc trước - sau 25 tương ứng với “cụm đo độ lệch “. Trị số độ lệch đối với cảm biến gia tốc trước - sau 25 được cung cấp bởi cụm nhập độ lệch ảo 59 được cung cấp dưới dạng tham số đầu vào u dành cho hàm số $f(x,u)$ có trong phương trình hệ thống.

Tính toán trị số ước tính của các tham số

Dưới đây, độ hợp lý của cơ cấu ước tính tư thế theo phương án của sáng chế để ước tính tư thế của xe 100 với độ chính xác cao sẽ được chứng minh có dựa vào các ví dụ.

Các hình vẽ từ FIG.9A đến FIG.9L là các đồ thị thể hiện các kết quả ước tính đối với tư thế của xe 100 sử dụng cơ cấu ước tính tư thế trong khi xe 100 đang di chuyển trên mặt đường định trước. Các hình vẽ từ FIG.9A đến FIG.9L là kết quả của các mô phỏng được thực hiện trong khi xe 100 di chuyển tự do mặt đường có các phần bề mặt nằm ngang và có độ dốc. Các hình vẽ này thể hiện các kết quả tính toán của các trị số ước tính của các

tham số khác nhau dựa trên các trị số đo được của cảm biến vận tốc góc lăn đã được lắp 21, cảm biến vận tốc góc trục hướng 22, cảm biến gia tốc trên - dưới 24, cảm biến gia tốc trước - sau 25, cảm biến gia tốc trái - phải 26, và cảm biến vận tốc của bánh sau 7 không có sai số độ lệch khi sai số độ lệch được cố tình tạo ra ở thời điểm định trước trong cảm biến định trước. Để mô phỏng các tình huống thực tế, trong khi nhiễu được thêm vào các trị số đo được từ các cảm biến được cung cấp cho các bộ lọc Kalman 50.

Trên các hình vẽ từ FIG.9A đến FIG.9F, các kết quả ước tính bởi cụm tính toán 49 theo phương án của sáng chế đã được mô tả có dựa vào FIG.4 được biểu thị bằng các đường nét liền. Nghĩa là, cụm tính toán 49 được giả định trên các hình vẽ từ FIG.9A đến FIG.9F được tạo kết cấu sao cho mỗi bộ lọc Kalman 50 ước tính góc lăn ϕ , vận tốc của xe V_x , độ lệch của cảm biến vận tốc góc lăn b_{ro} , độ lệch của cảm biến vận tốc góc trục hướng b_{ya} , và độ lệch của cảm biến gia tốc trên - dưới b_z , và độ lệch của cảm biến gia tốc trái - phải b_y được ước tính có tính đến độ hợp lý có được dựa trên các kết quả ước tính bởi các bộ lọc Kalman 50.

FIG.9A và FIG.9B là các đồ thị thể hiện các trị số ước tính kết quả khi sai số độ lệch bằng 250 mG được thêm vào cảm biến gia tốc trái - phải 26 ở thời điểm định trước. Trên FIG.9A và FIG.9B, đường chấm chấm biểu thị trị số đúng, đường nét đứt biểu thị trị số được ước tính bằng cách sử dụng một bộ lọc Kalman 50, và đường nét liền biểu thị trị số được ước tính sử dụng các bộ lọc Kalman. Các kết quả ước tính từ cụm tính toán 49 theo phương án của sáng chế đã được mô tả có dựa vào FIG.4 được biểu thị bằng các đường nét liền.

Được thể hiện trên FIG.9A, trị số ước tính của độ lệch của cảm biến gia tốc trái - phải b_y tăng sau thời điểm định trước, chỉ ra rằng sự ước tính gần với trị số đúng đã đạt được. Các trị số ước tính của các độ lệch của cảm biến khác bằng không, ngoài ra còn chỉ ra rằng sự ước tính gần với trị số đúng đã đạt được.

FIG.9B chứng minh rằng đường nét liền đạt được các kết quả ước tính gần với trị số đúng hơn so với đường nét đứt. Điều này thể hiện rằng Phương án các bộ lọc Kalman 50 song song và ước tính bổ sung sai số độ lệch dựa trên độ hợp lý sẽ nâng cao độ chính xác ước tính.

Các hình vẽ từ FIG.9C đến FIG.9F là các đồ thị thể hiện các trị số ước tính kết quả khi sai số độ lệch được tạo ra trong các cảm biến khác với cảm biến gia tốc trái - phải 26. Trên các hình vẽ từ FIG.9C đến FIG.9F, đường chấm chấm biểu thị trị số đúng, và đường

nét liền biểu thị trị số được ước tính bằng cách sử dụng các bộ lọc Kalman 50.

FIG.9C thể hiện các trị số ước tính nhận được khi độ lệch là 1 độ /giây được thêm vào cảm biến vận tốc góc lăn 21 sau khoảng thời gian định trước. FIG.9D thể hiện các trị số ước tính nhận được khi độ lệch là 1 độ /giây được thêm vào cảm biến vận tốc góc trục hướng 22 sau khoảng thời gian định trước. FIG.9E thể hiện các trị số ước tính nhận được khi độ lệch là 250 mG được thêm vào cảm biến gia tốc trên - dưới 24 sau khoảng thời gian định trước.

FIG.9F thể hiện các trị số ước tính nhận được khi các độ lệch được thêm vào tất cả các cảm biến theo cách kết hợp. Cụ thể, độ lệch là 1 độ /giây được thêm vào cảm biến vận tốc góc lăn 21, độ lệch là 1 độ /giây được thêm vào cảm biến vận tốc góc trục hướng 22, độ lệch là 250 mG được thêm vào cảm biến gia tốc trên - dưới 24, và độ lệch là 250 mG được thêm vào cảm biến gia tốc trái - phải 26.

Trên các hình vẽ từ FIG.9C đến FIG.9F chứng minh rằng, ngay sau khi độ lệch được thêm vào, các trị số ước tính của một số độ lệch của cảm biến khác tạm thời dao động, nhưng cùng được hội tụ theo thời gian. Điều này xác nhận rằng, trong mọi trường hợp, các trị số của các độ lệch của cảm biến đã được ước tính với độ chính xác cao mà không bị gây trở ngại bởi các độ lệch khác.

Cụm tính toán 49 được giả định trên các hình vẽ từ FIG.9G đến FIG.9L được tạo kết cấu sao cho mỗi bộ lọc Kalman 50 ước tính góc lăn ϕ , vận tốc của xe V_x , độ lệch của cảm biến vận tốc góc lăn b_{ro} , độ lệch của cảm biến vận tốc góc trục hướng b_{ya} , và độ lệch của cảm biến gia tốc trên - dưới b_z , và độ lệch của cảm biến gia tốc trước - sau b_x đã được ước tính có tính đến độ hợp lý có được dựa trên các kết quả ước tính của các bộ lọc Kalman 50. Trên các hình vẽ từ FIG.9G đến FIG.9L, các kết quả ước tính bởi cụm tính toán 49 được biểu thị bằng các đường nét liền.

FIG.9G và FIG.9H là các đồ thị thể hiện các trị số ước tính kết quả khi sai số độ lệch là 100 mG được thêm vào cảm biến gia tốc trước - sau 25 ở thời điểm định trước. Trên FIG.9G và FIG.9H, đường chấm chấm biểu thị trị số đúng, đường nét đứt biểu thị trị số được ước tính bằng cách sử dụng một bộ lọc Kalman 50, và đường nét liền biểu thị trị số được ước tính bằng cách sử dụng các bộ lọc Kalman 50.

FIG.9G chứng minh rằng trị số ước tính của độ lệch của cảm biến gia tốc trước - sau b_x tăng sau thời điểm định trước và sự ước tính gần với trị số đúng đã đạt được. Hơn nữa, các trị số ước tính của các độ lệch của cảm biến khác bằng không, ngoài ra còn chứng

minh rằng sự ước tính gần với trị số đúng đã đạt được.

FIG.9H chứng minh rằng đường nét liền đạt được các kết quả ước tính gần với trị số đúng hơn so với đường nét đứt. Điều này thể hiện rằng Phương án các bộ lọc Kalman 50 song song và ước tính bổ sung sai số độ lệch dựa trên độ hợp lý sẽ nâng cao độ chính xác ước tính.

Các hình vẽ từ FIG.9I đến FIG.9L là các đồ thị thể hiện các kết quả ước tính nhận được khi sai số độ lệch được tạo ra trong các cảm biến khác với cảm biến gia tốc trước - sau 26. Trên các hình vẽ từ FIG.9I đến FIG.9L, đường chấm chấm biểu thị trị số đúng, và đường nét liền biểu thị trị số được ước tính bằng cách sử dụng các bộ lọc Kalman 50.

FIG.9I thể hiện các trị số ước tính nhận được khi độ lệch là 1 độ /giây được thêm vào cảm biến vận tốc góc lần 21 sau khoảng thời gian định trước. FIG.9J thể hiện các trị số ước tính nhận được khi độ lệch là 1 độ /giây được thêm vào cảm biến vận tốc góc trục hướng 22 sau khoảng thời gian định trước. FIG.9K thể hiện các trị số ước tính nhận được khi độ lệch là 100 mG được thêm vào cảm biến gia tốc trên - dưới 24 sau khoảng thời gian định trước.

Hơn nữa, FIG.9L thể hiện các trị số ước tính nhận được khi các độ lệch được thêm vào tất cả các cảm biến theo cách kết hợp. Cụ thể, độ lệch là 1 độ /giây được thêm vào cảm biến vận tốc góc lần 21, độ lệch là 1 độ /giây được thêm vào cảm biến vận tốc góc trục hướng 22, độ lệch là 100 mG được thêm vào cảm biến gia tốc trên - dưới 24, và độ lệch là 100 mG được thêm vào cảm biến gia tốc trước - sau 25.

Các hình vẽ từ FIG.9I đến FIG.9L chứng minh rằng, ngay sau khi độ lệch được thêm vào, các trị số ước tính của một số độ lệch của cảm biến khác tạm thời dao động, nhưng cùng được hội tụ theo thời gian. Điều này xác nhận rằng, trong mọi trường hợp, các trị số của các độ lệch của cảm biến được ước tính với độ chính xác cao mà không bị gây trở ngại bởi các độ lệch khác.

Phương án thứ hai

Phương án thứ hai của sáng chế sẽ được mô tả. Thân xe 100 giống như theo phương án thứ nhất và sẽ không được mô tả lại.

Kết cấu của cơ cấu ước tính tư thế

FIG.10 là hình vẽ dạng sơ đồ khối thể hiện kết cấu làm ví dụ của cơ cấu ước tính tư thế theo phương án này của sáng chế. Cơ cấu ước tính tư thế 10 được thể hiện trên FIG.10 bao gồm nhóm cảm biến 5, cảm biến vận tốc của bánh sau 7, các bộ lọc thông thấp 31, 32,

33, 34, 35 và 36, các bộ lấy vi phân 41, 42, 43 và 45, cụm tính toán 49, cụm ước tính tải trọng 60, cụm ước tính đại lượng hành trình của hệ thống treo 70, cụm ước tính góc nâng/góc lệch 80, và cụm ước tính độ dốc 90. Chức năng của cụm tính toán 49, cụm ước tính tải trọng 60, cụm ước tính đại lượng hành trình của hệ thống treo 70, cụm ước tính góc nâng/góc lệch 80 và cụm ước tính độ dốc 90 được thực hiện bởi ECU 20 được thể hiện trên FIG.2 vận hành tương ứng với chương trình. Cụm tính toán 49 tương ứng với “cụm ước tính tư thế”.

Theo phương án này của sáng chế, nhóm cảm biến 5 bao gồm cảm biến vận tốc góc lăn 21, cảm biến vận tốc góc trệch hướng 22, cảm biến vận tốc góc xoắn 23, cảm biến gia tốc trên - dưới 24, cảm biến gia tốc trước - sau 25, và cảm biến gia tốc trái - phải 26. Nghĩa là, cơ cấu theo phương án này của sáng chế khác với cơ cấu theo phương án thứ nhất trong đó nhóm cảm biến 5 còn có cảm biến vận tốc góc xoắn 23. Cảm biến vận tốc góc xoắn 23 được lắp trên thân xe 1 để đo vận tốc góc xoắn của thân xe 1, và tương ứng với “cụm đo vận tốc góc thứ ba”.

Tín hiệu ra từ cảm biến vận tốc góc xoắn 23 được đưa qua bộ lọc thông thấp 33 và được cấp cho cụm tính toán 49 và bộ lấy vi phân 43 dưới dạng vận tốc góc xoắn. Bộ lọc thông thấp 33 loại bỏ nhiễu ra khỏi tín hiệu ra từ cảm biến vận tốc góc xoắn 23. Bộ lấy vi phân 43 cung cấp, dưới dạng gia tốc góc xoắn, trị số chênh lệch của vận tốc góc xoắn cho cụm tính toán 49.

Các đặc tuyến tần số của bộ lọc thông thấp 33 được quyết định tùy thuộc vào các đặc tuyến ra của cảm biến vận tốc góc xoắn 23. Cụ thể hơn, các đặc tuyến tần số của các thành phần nhiễu có trong tín hiệu ra từ cảm biến vận tốc góc xoắn 23 có thể được nhận ra trước, trong giai đoạn thiết kế cơ cấu này. Bộ lọc thông thấp 33 có thể được thiết kế để chặn các thành phần nhiễu này và đưa qua tín hiệu đo của cảm biến vận tốc góc xoắn 23.

Theo phương án này của sáng chế, cụm tính toán 49 tiếp nhận các trị số đo được liên quan đến vận tốc góc lăn, gia tốc góc lăn, gia tốc xoay xe, gia tốc góc trệch hướng, vận tốc góc xoắn, gia tốc góc xoắn, gia tốc trên - dưới, gia tốc trước - sau, gia tốc trái - phải, và vận tốc của bánh sau. Sau đó, dựa trên các trị số này, cụm tính toán 49 ước tính góc lăn, góc xoắn, vận tốc xe theo hướng từ phía trước ra phía sau, độ lệch của cảm biến vận tốc góc lăn, độ lệch của cảm biến vận tốc góc trệch hướng, độ lệch của cảm biến vận tốc góc xoắn, độ lệch của cảm biến gia tốc trên - dưới, và độ lệch của cảm biến gia tốc trước - sau, và cung cấp chúng. Độ lệch của cảm biến vận tốc góc xoắn là sai số độ lệch dành cho cảm

biến vận tốc góc xoắn 23.

Cơ cấu ước tính tư thế 10 theo phương án này của sáng chế bao gồm cụm ước tính góc nâng/góc lệch 80, và được tạo kết cấu sao cho cụm tính toán 49 cũng tiếp nhận trị số ước tính của góc nâng/góc lệch ζ từ cụm ước tính góc nâng/góc lệch 80.

Độ lệch của cảm biến vận tốc góc xoắn được ước tính bởi cụm tính toán 49, góc nâng/góc lệch được ước tính bởi cụm ước tính góc nâng/góc lệch 80, và trị số chênh lệch bậc một của góc nâng/góc lệch sẽ được biểu thị bằng các ký tự sau.

Bảng 6

Tham số	Ý nghĩa
b_{pi}	độ lệch của cảm biến vận tốc góc xoắn
ζ	góc nâng/góc lệch
$\dot{\zeta}$	trị số chênh lệch bậc một của góc nâng/góc lệch

FIG.11 thể hiện góc nâng/góc lệch ζ . Góc nâng/góc lệch ζ được xác định là góc được tạo ra bởi hệ tọa độ mặt đường e_r và hệ tọa độ của xe e_b nhận được khi đại lượng hành trình của hệ thống treo của xe 100 có mặt. Trong phần mô tả sau, góc nâng/góc lệch ζ là góc được tạo ra bởi trục x_{eb_x} của hệ tọa độ của xe e_b và trục $x_{e_r x}$ của hệ tọa độ mặt đường.

Kết cấu của các bộ lọc Kalman

FIG.12 là hình vẽ dạng sơ đồ khối thể hiện kết cấu làm ví dụ của cụm tính toán 49 theo phương án này của sáng chế. Trong cơ cấu theo phương án này của sáng chế, giống như trong cơ cấu theo phương án thứ nhất đã được mô tả có dựa vào FIG.4, cụm tính toán 49 bao gồm các bộ lọc Kalman 50_1, 50_2 và 50_3 và cụm xác định đại lượng trạng thái 503. FIG.12 thể hiện cách thực hiện theo đó cụm tính toán 49 có ba bộ lọc Kalman 50; tuy nhiên, số lượng này chỉ để làm ví dụ. Cụm tính toán 49 có thể có hai bộ lọc Kalman 50, hoặc bốn hoặc nhiều bộ lọc Kalman 50.

Các bộ lọc Kalman 50 (50_1, 50_2 và 50_3) sử dụng mô hình động học dành cho xe 100, sẽ được mô tả dưới đây. Giống với FIG.4, trên FIG.12, mỗi bộ trong số các bộ lọc Kalman 50 (50_1, 50_2 và 50_3) bao gồm cụm tính toán theo phương trình hệ thống 51, cụm tính toán theo phương trình quan trắc 52, bộ trừ 53, bộ cộng 54, bộ tích phân 55, cụm

tính toán độ khuếch đại Kalman 56, cụm tính toán độ hợp lý 57, bộ lọc thông thấp 58, và cụm nhập độ lệch ảo 59.

Phương trình hệ thống là phương trình được sử dụng để tính toán trong cụm tính toán theo phương trình hệ thống 51 có hàm số $f(x,u)$. Phương trình quan trắc là phương trình được sử dụng để tính toán trong cụm tính toán theo phương trình quan trắc 52 có hàm số $h(x,u)$. Cụm tính toán độ khuếch đại Kalman 56 có độ khuếch đại Kalman bậc bảy K.

Cụm nhập độ lệch ảo 59 cung cấp, dưới dạng trị số độ lệch dành cho một cảm biến định trước trong số các cảm biến của nhóm 5, trị số định trước dành cho mỗi bộ lọc trong số các bộ lọc Kalman 50 (50_1, 50_2 và 50_3) cho cụm tính toán theo phương trình hệ thống 51 và cụm tính toán theo phương trình quan trắc 52. Theo phương án này của sáng chế, cụm nhập độ lệch ảo 59 được tạo kết cấu để cung cấp trị số độ lệch b_x dành cho cảm biến gia tốc trước - sau 52 cho cụm tính toán theo phương trình hệ thống 51 và cụm tính toán theo phương trình quan trắc 52. Theo cách thực hiện này, cảm biến gia tốc trước - sau 25 tương ứng với “cụm đo độ lệch”.

Trên FIG.12, trị số độ lệch đối với cảm biến gia tốc trước - sau 25 được cung cấp bởi cụm nhập độ lệch ảo 59 của bộ lọc Kalman 50_1 cho cụm tính toán theo phương trình hệ thống 51 và cụm tính toán theo phương trình quan trắc 52 được biểu thị bằng b_{x1} . Tương tự, trị số độ lệch đối với cảm biến gia tốc trước - sau 25 được cung cấp bởi cụm nhập độ lệch ảo 59 của bộ lọc Kalman 50_2 cho cụm tính toán theo phương trình hệ thống 51 và cụm tính toán theo phương trình quan trắc 52 được biểu thị bằng b_{x2} . Trị số độ lệch đối với cảm biến gia tốc trước - sau 25 được cung cấp bởi cụm nhập độ lệch ảo 59 của bộ lọc Kalman 50_3 cho cụm tính toán theo phương trình hệ thống 51 và cụm tính toán theo phương trình quan trắc 52 được biểu thị bằng b_{x3} .

Cụm tính toán độ hợp lý 57 xác định độ hợp lý sử dụng sự tính toán, độ hợp lý biểu thị độ tin cậy của kết quả từ sự ước tính bởi bộ lọc Kalman 50 (50_1, 50_2 hoặc 50_3). Bộ lọc thông thấp 58 là cụm tính toán để lọc trị số đã được tính toán bởi cụm tính toán độ hợp lý 57. Bộ lọc thông thấp 58 có thể được thay thế bằng cụm tính toán khác bất kỳ mà có thể thực hiện cùng một chức năng. Việc có hay không bộ lọc thông thấp 58 là tùy ý. Việc tính toán được thực hiện bởi cụm tính toán độ hợp lý 57 sẽ được mô tả thêm dưới đây.

Các cụm tính toán 51, 52, 53, 54, 55, 56, 57 và 58 cấu thành bộ lọc Kalman 50 có thể được thực hiện bởi, ví dụ, chương trình mà đã được chuẩn bị trước được thực hiện bởi ECU 20. Theo cách khác, một số hoặc tất cả các cụm tính toán 51, 52, 53, 54, 55, 56, 57 và

58 có thể được thực hiện bởi phần cứng lắp độc lập.

Theo phương án này của sáng chế, trong thao tác ước tính hiện tại, các trị số sau được cung cấp dưới dạng tham số đầu vào u của hàm số $f(x,u)$ có trong phương trình hệ thống: trị số đo được của vận tốc góc lăn ω_{ro} , trị số đo được của gia tốc góc lăn (trị số chênh lệch của vận tốc góc lăn ω_{ro}), trị số đo được của vận tốc góc trệch hướng ω_{ya} , gia tốc góc trệch hướng (trị số chênh lệch của vận tốc góc trệch hướng ω_{ya}), trị số đo được của vận tốc góc xoắn ω_{pi} , trị số đo được của gia tốc góc xoắn (trị số chênh lệch của vận tốc góc xoắn ω_{pi}) và trị số đo được của gia tốc trước - sau G_x .

Hơn nữa, các trị số sau được cung cấp dưới dạng tham số đầu vào x của hàm số $f(x,u)$ có trong phương trình hệ thống: trị số ước tính của góc lăn φ , trị số ước tính của góc xoắn θ , trị số ước tính của vận tốc của xe V_x , trị số ước tính của độ lệch của cảm biến vận tốc góc lăn b_{ro} , trị số ước tính của độ lệch của cảm biến vận tốc góc trệch hướng b_{ya} , trị số ước tính của độ lệch của cảm biến vận tốc góc xoắn b_{pi} , và trị số ước tính của độ lệch của cảm biến gia tốc trên - dưới b_z từ hoạt động ước tính trước. Hơn nữa, như nêu trên, trị số độ lệch đối với cảm biến gia tốc trước - sau 25 được cung cấp bởi cụm nhập độ lệch ảo 59 được cung cấp dưới dạng tham số đầu vào u của hàm số $f(x,u)$ có trong phương trình hệ thống.

Đầu ra từ cụm tính toán theo phương trình hệ thống 51 là trị số chênh lệch dự báo của góc lăn φ , trị số chênh lệch dự báo của góc xoắn θ , trị số chênh lệch dự báo của vận tốc của xe V_x , trị số chênh lệch dự báo của độ lệch của cảm biến vận tốc góc lăn b_{ro} , trị số chênh lệch dự báo của độ lệch của cảm biến vận tốc góc trệch hướng b_{ya} , trị số chênh lệch dự báo của độ lệch của cảm biến vận tốc góc xoắn b_{pi} , và trị số chênh lệch dự báo của độ lệch của cảm biến gia tốc trên - dưới b_z .

Bộ cộng 54 cộng độ khuếch đại Kalman bậc bảy K có được bởi hoạt động ước tính trước vào trị số chênh lệch dự báo của góc lăn φ , trị số chênh lệch dự báo của góc xoắn θ , trị số chênh lệch dự báo của vận tốc của xe V_x , trị số chênh lệch dự báo của độ lệch của cảm biến vận tốc góc lăn b_{ro} , trị số chênh lệch dự báo của độ lệch của cảm biến vận tốc góc trệch hướng b_{ya} , trị số chênh lệch dự báo của độ lệch của cảm biến vận tốc góc xoắn b_{pi} , và trị số chênh lệch dự báo của độ lệch của cảm biến gia tốc trên - dưới b_z .

Trị số chênh lệch dự báo của góc lăn φ , trị số chênh lệch dự báo của góc xoắn θ , trị số chênh lệch dự báo của vận tốc của xe V_x , trị số chênh lệch dự báo của độ lệch của cảm biến vận tốc góc lăn b_{ro} , trị số chênh lệch dự báo của độ lệch của cảm biến vận tốc góc

trệch hướng b_{ya} , trị số chênh lệch dự báo của độ lệch của cảm biến vận tốc góc xoắn b_{pi} , và trị số chênh lệch dự báo của độ lệch của cảm biến gia tốc trên - dưới b_z mà độ khuếch đại Kalman K đã được cộng vào được tích phân bởi bộ tích phân 55. Điều này cung cấp trị số ước tính của góc lặn φ , trị số ước tính của góc xoắn θ , trị số ước tính của vận tốc của xe V_x , trị số ước tính của độ lệch của cảm biến vận tốc góc lặn b_{ro} , trị số ước tính của độ lệch của cảm biến vận tốc góc trệch hướng b_{ya} , trị số ước tính của độ lệch của cảm biến vận tốc góc xoắn b_{pi} , và trị số ước tính của độ lệch của cảm biến gia tốc trên - dưới b_z từ hoạt động ước tính hiện thời.

Các trị số sau được cung cấp dưới dạng tham số đầu vào x của hàm số $h(x,u)$ có trong phương trình quan trắc: trị số ước tính của góc lặn φ , trị số ước tính của góc xoắn θ , trị số ước tính của vận tốc của xe V_x , trị số ước tính của độ lệch của cảm biến vận tốc góc lặn b_{ro} , trị số ước tính của độ lệch của cảm biến vận tốc góc trệch hướng b_{ya} , trị số ước tính của độ lệch của cảm biến vận tốc góc xoắn b_{pi} , và trị số ước tính của độ lệch của cảm biến gia tốc trên - dưới b_z . Hơn nữa, như nêu trên, trị số độ lệch dành cho cảm biến gia tốc trước - sau 25 được cung cấp bởi cụm nhập độ lệch ảo 59 được cung cấp dưới dạng tham số đầu vào x của hàm số $h(x,u)$ có trong phương trình quan trắc.

Đầu ra từ cụm tính toán theo phương trình quan trắc 52 là trị số tính toán của gia tốc trên - dưới G_z , trị số tính toán của gia tốc trái - phải G_y , trị số tính toán của vận tốc của bánh sau v_r , và trị số tính toán của phương trình đặc trưng sẽ được mô tả dưới đây.

Mỗi bộ lọc Kalman 50 tiếp nhận, dưới dạng tham số đầu vào y , trị số đo được của gia tốc trên - dưới G_z , trị số đo được của gia tốc trái - phải G_y , trị số đo được của vận tốc của bánh sau v_r và hằng số dùng làm trị số đo được của phương trình đặc trưng. Cụm tính toán độ khuếch đại Kalman 56 tính toán độ khuếch đại Kalman K dựa trên mức chênh lệch giữa các trị số đo được của gia tốc trên - dưới G_z , gia tốc trái - phải G_y , vận tốc của bánh sau v_r và trị số đo được của phương trình đặc trưng, và các trị số tính toán. Trong phần mô tả thêm dưới đây, trị số đo được của phương trình đặc trưng bằng không; tuy nhiên, nó không chỉ giới hạn ở không và có thể là hằng số bất kỳ không thay đổi theo thời gian.

Giải phương trình hệ thống $f(x,u)$ và phương trình quan trắc $h(x,u)$ của mô hình động học nhận được biểu thức quan hệ dành cho các tham số đầu vào u và y và tham số đầu ra x .

Giải phương trình hệ thống và phương trình quan trắc

Theo phương án này, sáng chế giả định các điểm sau để đơn giản hóa mô hình động

học.

(a) không có sự trượt quay giữa bánh sau 3 và mặt đường.

(b) vận tốc trượt sang phía bên của bánh sau 3 bằng không.

(c) mặt đường phẳng. “Phẳng” khi được sử dụng trong bản mô tả này có nghĩa là mặt phẳng không có sự không đều, và có thể là nghiêng.

Dựa trên các giả định từ (a) đến (c), phương trình của mô hình động học được giải theo cách sau. Nghĩa là, khác với cơ cấu theo phương án thứ nhất trong đó việc giải mô hình động học không đưa vào Giả định (d).

Dựa trên Phương trình (7) được đưa ra trên đây, vectơ chênh lệch bậc hai của vectơ p được xác định bởi phương trình được đưa ra dưới đây. Khác với Phương trình (8) trong đó vectơ chênh lệch bậc hai của vectơ p có tính đến vận tốc góc xoắn ω_{pi} và trị số chênh lệch bậc một của nó.

Biểu thức 32

$$\ddot{p} = [e_b] \begin{bmatrix} a_x(\omega_{ro}, \omega_{ya}, \omega_{pi}, \dot{\omega}_{ro}, \dot{\omega}_{ya}, \dot{\omega}_{pi}, \phi, L, h, R_{cr}) \\ a_y^*(\omega_{ro}, \omega_{ya}, \omega_{pi}, \dot{\omega}_{ro}, \dot{\omega}_{ya}, \dot{\omega}_{pi}, \phi, L, h, R_{cr}) \\ a_z(\omega_{ro}, \omega_{ya}, \omega_{pi}, \dot{\omega}_{ro}, \dot{\omega}_{ya}, \dot{\omega}_{pi}, \phi, L, h, R_{cr}) \end{bmatrix} \quad (31)$$

Trong Phương trình (31), a_x , a_y và a_z là các hàm số. Các hàm số a_x , a_y và a_z có thể được xác định bằng cách tính toán Phương trình (6) và Phương trình (7) đã được đưa ra trên đây. Việc sử dụng Phương trình (1) để sắp xếp lại Phương trình (6) thành Phương trình (7) loại bỏ trị số chênh lệch của góc lặn ϕ , trị số chênh lệch của góc trệch hướng ψ và trị số chênh lệch của góc xoắn θ .

Tiếp theo, vận tốc trượt sang phía bên của xe 100 được biểu thị bằng V_y . Vectơ chênh lệch bậc một của vectơ vị trí r_0 được thể hiện trên FIG.7 được biểu thị bởi phương trình sau sử dụng vận tốc của xe V_x và vận tốc trượt sang phía bên V_y . Như nêu trên, vectơ e_b là vectơ cơ sở của hệ tọa độ của xe. Theo phương án này của sáng chế, độ dốc của mặt đường 200 tạo ra góc nâng/góc lệch và hành trình của hệ thống treo cũng được đưa vào xem xét để ước tính, và do đó vận tốc V_z theo hướng z của xe 100 được tạo ra. Nghĩa là, vectơ chênh lệch bậc một của vectơ vị trí r_0 được thể hiện trên FIG.7 được biểu thị bởi phương trình sau bằng cách sử dụng V_x , V_y và V_z .

Biểu thức 33

$$\dot{\mathbf{r}}_0 = [\mathbf{e}_b] \begin{bmatrix} V_x \\ V_y \\ V_z \end{bmatrix} \quad (32)$$

Từ Giả định (b), $V_y=0$; khi Phương trình (32) là vi phân bậc một, vector chênh lệch bậc hai của vector vị trí $\mathbf{r}$ được biểu thị bởi phương trình được đưa ra dưới đây. Cơ cấu theo phương án này của sáng chế khác với cơ cấu theo phương án thứ nhất trong đó việc lắc dọc của xe 100 được đưa vào xem xét, và do đó phương trình này khác với Phương trình (10) đã được đưa ra trên đây.

Biểu thức 34

$$\ddot{\mathbf{r}}_0 = [\mathbf{e}_b] \begin{bmatrix} \dot{V}_x + V_z \omega_{pi} \\ V_x \omega_{ya} - V_z \omega_{ro} \\ \dot{V}_z - V_x \omega_{pi} \end{bmatrix} \quad (33)$$

Như nêu trên, góc nâng/góc lệch ζ là góc được tạo ra bởi trục x của hệ tọa độ của xe $\mathbf{e}_b$ và trục x của hệ tọa độ mặt đường $\mathbf{e}_r$. Định nghĩa này đem lại phương trình sau.

Biểu thức 35

$$V_z = V_x \tan \zeta \quad (34)$$

Do đó, Phương trình (33) có thể được viết lại thành phương trình sau, Phương trình (35).

Biểu thức 36

$$\ddot{\mathbf{r}}_0 = [\mathbf{e}_b] \begin{bmatrix} \dot{V}_x + V_x \omega_{pi} \tan \zeta \\ V_x (\omega_{ya} - \omega_{ro} \tan \zeta) \\ \dot{V}_x \tan \zeta + V_x (\dot{\zeta} \sec^2 \zeta - \omega_{pi}) \end{bmatrix} \quad (35)$$

Tiếp theo, vector gia tốc trọng lực có thể được biểu thị bằng phương trình sau. G trong vế phải của phương trình (36) dưới đây biểu thị độ lớn của gia tốc trọng lực.

Biểu thức 37

$$\mathbf{g} = [\mathbf{e}_b] \begin{bmatrix} -g \sin \theta \\ g \cos \theta \sin \phi \\ g \cos \theta \cos \phi \end{bmatrix} \quad (36)$$

Dựa trên các phương trình (5), (31), (35) và (36), vector gia tốc $\mathbf{G}$ đo được ở vị trí lắp PS có thể được biểu thị bằng phương trình sau.

Biểu thức 38

$$\mathbf{G} = \ddot{\mathbf{r}} + \mathbf{g} = \ddot{\mathbf{r}}_0 + \ddot{\mathbf{p}} + \mathbf{g} = [\mathbf{e}_b] \begin{bmatrix} \dot{V}_x + V_x \omega_{pi} \tan \zeta + a_x(\omega_{ro}, \omega_{ya}, \omega_{pi}, \dot{\omega}_{ro}, \dot{\omega}_{ya}, \dot{\omega}_{pi}, \phi, L, h, R_{cr}) - g \sin \theta \\ V_x (\omega_{ya} - \omega_{ro} \tan \zeta) + a_y(\omega_{ro}, \omega_{ya}, \omega_{pi}, \dot{\omega}_{ro}, \dot{\omega}_{ya}, \dot{\omega}_{pi}, \phi, L, h, R_{cr}) + g \cos \theta \sin \phi \\ \dot{V}_x \tan \zeta + V_x (\zeta \sec^2 \zeta - \omega_{pi}) + a_z(\omega_{ro}, \omega_{ya}, \omega_{pi}, \dot{\omega}_{ro}, \dot{\omega}_{ya}, \dot{\omega}_{pi}, \phi, L, h, R_{cr}) + g \cos \theta \cos \phi \end{bmatrix} \quad (37)$$

Vector gia tốc $\mathbf{G}$ đo được ở vị trí lắp PS có thể được biểu thị bằng Phương trình (13) đã được đưa ra trên đây bằng cách sử dụng gia tốc trước - sau G_x đo được bởi cảm biến gia tốc trước - sau 25, gia tốc trái - phải G_y đo được bởi cảm biến gia tốc trái - phải 26, và gia tốc trên - dưới G_z đo được bởi cảm biến gia tốc trên - dưới 24. Do đó, dựa trên Phương trình (13) và Phương trình (37), gia tốc trước - sau G_x , gia tốc trái - phải G_y và gia tốc trên - dưới G_z có thể được biểu thị bằng phương trình sau.

Biểu thức 39

$$\begin{bmatrix} G_x \\ G_y \\ G_z \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \dot{V}_x + V_x \omega_{pi} \tan \zeta + a_x(\omega_{ro}, \omega_{ya}, \omega_{pi}, \dot{\omega}_{ro}, \dot{\omega}_{ya}, \dot{\omega}_{pi}, \phi, L, h, R_{cr}) - g \sin \theta \\ V_x (\omega_{ya} - \omega_{ro} \tan \zeta) + a_y(\omega_{ro}, \omega_{ya}, \omega_{pi}, \dot{\omega}_{ro}, \dot{\omega}_{ya}, \dot{\omega}_{pi}, \phi, L, h, R_{cr}) + g \cos \theta \sin \phi \\ \dot{V}_x \tan \zeta + V_x (\zeta \sec^2 \zeta - \omega_{pi}) + a_z(\omega_{ro}, \omega_{ya}, \omega_{pi}, \dot{\omega}_{ro}, \dot{\omega}_{ya}, \dot{\omega}_{pi}, \phi, L, h, R_{cr}) + g \cos \theta \cos \phi \end{bmatrix} \quad (38)$$

Tiếp theo, mối tương quan giữa vận tốc của bánh sau v_r và vận tốc của xe V_x được xác định. Giả định (a) có nghĩa là không có sự trượt giữa bánh sau 3 và mặt đường 200, và do đó mối tương quan này được biểu thị bằng phương trình sau có thể được thiết lập giữa vận tốc của bánh sau v_r và vận tốc của xe V_x .

Biểu thức 40

$$\frac{V_x \sec \zeta}{R_e - R_{cr}(1 - \cos \phi)} = \frac{v_r}{R_e} \quad (39)$$

Phương trình (39) đem lại phương trình sau.

Biểu thức 41

$$v_r = \frac{R_e \sec \zeta}{R_e - R_{cr}(1 - \cos \phi)} V_x = \frac{\sec \zeta}{1 - R_{cr}/R_e(1 - \cos \phi)} V_x \quad (40)$$

Các phương trình (1), (38) và (40) đem lại phương trình sau.

Biểu thức 42

$$\frac{d}{dt} \begin{bmatrix} \phi \\ \theta \\ V_x \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \omega_{pi} \cos \phi - \omega_{ya} \sin \phi \\ \omega_{ro} + \omega_{pi} \tan \theta \sin \phi + \omega_{ya} \tan \theta \cos \phi \\ G_x - V_x \omega_{pi} \tan \zeta - a_x(\omega_{ro}, \omega_{ya}, \omega_{pi}, \dot{\omega}_{ro}, \dot{\omega}_{ya}, \dot{\omega}_{pi}, \phi, L, h, R_{cr}) + g \sin \theta \end{bmatrix} \quad (41)$$

Như được thể hiện trên FIG.7, vector từ vị trí lắp PS dành cho nhóm cảm biến 5 đến điểm trọng lực MP của thân chính của thân xe 1 được biểu thị bằng W. Điểm trọng lực MP không tính đến trọng lượng các phần này của thân xe 1 mà được bố trí bên dưới lò xo. Trọng lượng các phần của thân xe 1 mà được bố trí bên dưới lò xo là tổng trọng lượng các phần này của thân xe 1 mà gần với mặt đường hơn so với hệ thống treo như được xác định dọc theo các đường truyền lực từ mặt đường. Các phần gần với mặt đường hơn so với hệ thống treo bao gồm, ví dụ, lớp 2 và lớp 3, các bánh xe, phanh v.v.. Vector W được biểu thị bởi phương trình sau.

Biểu thức 43

$$W = [e_b] \begin{bmatrix} W_x \\ W_y \\ W_z \end{bmatrix} \quad (42)$$

Do trọng lượng của thân xe 1 nói chung được phân bố đối xứng so với đường tâm thẳng đứng, $w_y=0$. Nếu khối lượng của thân chính của thân xe 1 được biểu thị bằng M và tensor của mômen quán tính được biểu thị bằng I, vector động lượng góc L của xe 100 khi nhìn từ điểm tham chiếu O được tính toán theo cách được mô tả dưới đây. Trong phương trình tính toán vector sau, “•” có nghĩa là tích vô hướng và “×” có nghĩa là tích vector.

Biểu thức 44

$$\begin{aligned} L &= M(\mathbf{r} + \mathbf{W}) \times \frac{d}{dt}(\mathbf{r} + \mathbf{W}) + I \cdot \omega \\ &= M(\mathbf{r} + \mathbf{W}) \times \left(\frac{d}{dt}\mathbf{r} + \frac{d}{dt}\mathbf{W} \right) + I \cdot \omega \end{aligned} \quad (43)$$

Trong Phương trình (43), vận tốc góc vector ω và tensor I được xác định bởi các phương trình sau.

Biểu thức 45

$$\omega = [\mathbf{e}_b] \begin{bmatrix} \omega_{ro} \\ \omega_{pi} \\ \omega_{ya} \end{bmatrix} \quad (44)$$

Biểu thức 46

$$\begin{aligned} I &= I_{xx}(\mathbf{e}_{bx} \otimes \mathbf{e}_{bx}) + I_{xy}(\mathbf{e}_{bx} \otimes \mathbf{e}_{by}) + I_{xz}(\mathbf{e}_{bx} \otimes \mathbf{e}_{bz}) \\ &\quad I_{xy}(\mathbf{e}_{by} \otimes \mathbf{e}_{bx}) + I_{yy}(\mathbf{e}_{by} \otimes \mathbf{e}_{by}) + I_{yz}(\mathbf{e}_{by} \otimes \mathbf{e}_{bz}) \\ &\quad I_{xz}(\mathbf{e}_{bz} \otimes \mathbf{e}_{bx}) + I_{yz}(\mathbf{e}_{bz} \otimes \mathbf{e}_{by}) + I_{zz}(\mathbf{e}_{bz} \otimes \mathbf{e}_{bz}) \end{aligned} \quad (45)$$

Trong Phương trình (45), toán tử với vòng tròn có gạch chéo có nghĩa là “tích tensor”.

Lấy đạo hàm tạm thời cả hai vế của phương trình (43) đem lại phương trình sau.

Biểu thức 47

$$\begin{aligned} \dot{L} &= M(\dot{\mathbf{r}} + \dot{\mathbf{W}}) \times (\dot{\mathbf{r}} + \dot{\mathbf{W}}) + M(\mathbf{r} + \mathbf{W}) \times (\ddot{\mathbf{r}} + \ddot{\mathbf{W}}) + I \cdot \dot{\omega} \\ &= M(\mathbf{r} + \mathbf{W}) \times (\ddot{\mathbf{r}} + \ddot{\mathbf{W}}) + I \cdot \dot{\omega} \\ &= M(\mathbf{r}_0 + \boldsymbol{\rho} + \mathbf{W}) \times (\ddot{\mathbf{r}}_0 + \ddot{\boldsymbol{\rho}} + \ddot{\mathbf{W}}) + I \cdot \dot{\omega} \\ &= \mathbf{r}_0 \times M(\ddot{\mathbf{r}}_0 + \ddot{\boldsymbol{\rho}} + \ddot{\mathbf{W}}) + M(\boldsymbol{\rho} + \mathbf{W}) \times (\ddot{\mathbf{r}}_0 + \ddot{\boldsymbol{\rho}} + \ddot{\mathbf{W}}) + I \cdot \dot{\omega} \end{aligned} \quad (46)$$

Nếu nó được sắp xếp lại theo cách giống như cách sắp xếp lại của Phương trình (7)

thành Phương trình (31), vector chênh lệch bậc hai của vector W và tích vô hướng của tensor I và vector gia tốc góc ω chấm (vector chênh lệch bậc một của vận tốc góc vector ω) được biểu thị bởi các phương trình sau.

Biểu thức 48

$$\ddot{W} = [e_b] \begin{bmatrix} w_x(\omega_{ro}, \omega_{ya}, \omega_{pi}, \dot{\omega}_{ro}, \dot{\omega}_{ya}, \dot{\omega}_{pi}, W_x, W_z) \\ w_y(\omega_{ro}, \omega_{ya}, \omega_{pi}, \dot{\omega}_{ro}, \dot{\omega}_{ya}, \dot{\omega}_{pi}, W_x, W_z) \\ w_z(\omega_{ro}, \omega_{ya}, \omega_{pi}, \dot{\omega}_{ro}, \dot{\omega}_{ya}, \dot{\omega}_{pi}, W_x, W_z) \end{bmatrix} \quad (47)$$

Biểu thức 49

$$I \cdot \dot{\omega} = [e_b] \begin{bmatrix} q_x(\omega_{ro}, \omega_{ya}, \omega_{pi}, \dot{\omega}_{ro}, \dot{\omega}_{ya}, \dot{\omega}_{pi}, I_{xx}, I_{yy}, I_{zz}, I_{xz}) \\ q_y(\omega_{ro}, \omega_{ya}, \omega_{pi}, \dot{\omega}_{ro}, \dot{\omega}_{ya}, \dot{\omega}_{pi}, I_{xx}, I_{yy}, I_{zz}, I_{xz}) \\ q_z(\omega_{ro}, \omega_{ya}, \omega_{pi}, \dot{\omega}_{ro}, \dot{\omega}_{ya}, \dot{\omega}_{pi}, I_{xx}, I_{yy}, I_{zz}, I_{xz}) \end{bmatrix} \quad (48)$$

w_x , w_y và w_z trong Phương trình (47) và q_x , q_y và q_z trong Phương trình (48) là các hàm số. Các hàm số này có thể được tính toán bởi sự sắp xếp lại giống như sự sắp xếp lại của Phương trình (7) thành Phương trình (31).

Tiếp theo, mômen của các lực tác dụng lên xe 100 khi nhìn từ điểm tham chiếu O được tính toán. FIG.13 thể hiện vector của các lực tác dụng lên các điểm tiếp đất trên mặt đường của bánh trước và bánh sau theo cách giống với cách được thể hiện trên FIG.7. Như được thể hiện trên FIG.13, các lực tác dụng lên xe 100 bao gồm vector trọng lực $-Mg$, vector khí động học γ bao gồm lực cản của không khí, lực nâng v.v., lực vector F_f tác dụng lên điểm tiếp đất với mặt đường P2 của bánh trước 2, và lực vector FR tác dụng lên điểm tiếp đất với mặt đường P3 của bánh sau 3. Lực vector F_f tác dụng lên điểm tiếp đất với mặt đường P2 của bánh trước 2 và lực vector FR tác dụng lên điểm tiếp đất với mặt đường P3 của bánh sau 3 được biểu thị bởi các phương trình sau.

Biểu thức 50

$$\mathbf{FF} = [\mathbf{e}_b] \begin{bmatrix} FF_x \\ FF_y \\ FF_z \end{bmatrix} \quad \mathbf{FR} = [\mathbf{e}_b] \begin{bmatrix} FR_x \\ FR_y \\ FR_z \end{bmatrix} \quad (49)$$

Lực của trọng lực và lực khí động học tác dụng lên điểm trọng lực MP của xe 100. Vector khí động học γ được biểu thị bởi phương trình sau.

Biểu thức 51

$$\gamma = [\mathbf{e}_b] \begin{bmatrix} \gamma_x \\ \gamma_y \\ \gamma_z \end{bmatrix} \quad (50)$$

Lực khí động học phụ thuộc vào vận tốc V và vận tốc góc ω của xe 100, và do đó có thể được biểu thị bằng phương trình sau.

Biểu thức 52

$$\begin{bmatrix} \gamma_x \\ \gamma_y \\ \gamma_z \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \gamma_x(V_x, V_y, V_z, \omega_{ro}, \omega_{ya}, \omega_{pi}) \\ \gamma_y(V_x, V_y, V_z, \omega_{ro}, \omega_{ya}, \omega_{pi}) \\ \gamma_z(V_x, V_y, V_z, \omega_{ro}, \omega_{ya}, \omega_{pi}) \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \gamma_x(\omega_{ro}, \omega_{ya}, \omega_{pi}, \zeta, V_x) \\ \gamma_y(\omega_{ro}, \omega_{ya}, \omega_{pi}, \zeta, V_x) \\ \gamma_z(\omega_{ro}, \omega_{ya}, \omega_{pi}, \zeta, V_x) \end{bmatrix} \quad (51)$$

Trong Phương trình (51), sự sắp xếp lại được thực hiện bằng cách sử dụng $V_y=0$, dựa trên Giả định (b), và Phương trình (34).

Như được thể hiện trên FIG.13, nếu vector từ vị trí lắp PS dành cho nhóm cảm biến 5 đến điểm tiếp đất với mặt đường P2 của bánh trước 2 được biểu thị bằng σ , vector σ được biểu thị bởi phương trình được đưa ra dưới đây. Trong phương trình sau, khoảng cách nằm ngang từ vị trí lắp PS đến tâm bánh trước 2 được biểu thị bằng L' .

Biểu thức 53

$$\sigma = [\mathbf{e}_b] \begin{bmatrix} L' \\ -R_{cr} \sin \phi \\ -h + R_{cr}(1 - \cos \phi) \end{bmatrix} \quad (52)$$

Vectơ mômen N của lực tác dụng lên 100 khi nhìn từ điểm tham chiếu O được biểu thị bởi phương trình sau.

Biểu thức 54

$$\begin{aligned}
 N &= (\mathbf{r} + \mathbf{W}) \times (-M\mathbf{g} + \boldsymbol{\gamma}) + (\boldsymbol{\gamma} + \boldsymbol{\sigma}) \times \mathbf{F}\mathbf{F} + \mathbf{r}_0 \times \mathbf{F}\mathbf{R} \\
 &= (\mathbf{r}_0 + \boldsymbol{\rho} + \mathbf{W}) \times (-M\mathbf{g} + \boldsymbol{\gamma}) + (\mathbf{r}_0 + \boldsymbol{\rho} + \mathbf{W}) \times \mathbf{F}\mathbf{F} + \mathbf{r}_0 \times \mathbf{F}\mathbf{R} \\
 &= \mathbf{r}_0 \times (-M\mathbf{g} + \boldsymbol{\gamma} + \mathbf{F}\mathbf{F} + \mathbf{F}\mathbf{R}) + (\boldsymbol{\rho} + \mathbf{W}) \times (-M\mathbf{g} + \boldsymbol{\gamma}) + (\boldsymbol{\rho} + \boldsymbol{\sigma}) \times \mathbf{F}\mathbf{F}
 \end{aligned} \tag{53}$$

Đại lượng của vi phân bậc một của vectơ động lượng góc L của xe 100 khi nhìn từ điểm tham chiếu O giống như vectơ mômen N của lực tác dụng lên 100 khi nhìn từ điểm tham chiếu O . Nghĩa là, phương trình sau được thiết lập.

Biểu thức 55

$$\dot{\mathbf{L}} \equiv \frac{d\mathbf{L}}{dt} = \mathbf{N} \tag{54}$$

Phương trình (54) sẽ đúng bất kể vị trí của điểm tham chiếu được định vị. Nghĩa là, Phương trình (54) sẽ đúng đối với vectơ vị trí bất kỳ $\mathbf{r}$. Do đó, nếu Phương trình (46) và Phương trình (53) là các phương trình đồng nhất, hai phương trình sau được thiết lập.

Biểu thức 56

$$M(\ddot{\mathbf{r}}_0 + \ddot{\boldsymbol{\rho}} + \ddot{\mathbf{W}}) = -M\mathbf{g} + \boldsymbol{\gamma} + \mathbf{F}\mathbf{F} + \mathbf{F}\mathbf{R} \tag{55}$$

Biểu thức 57

$$\begin{aligned}
 M(\boldsymbol{\rho} + \mathbf{W}) \times (\ddot{\mathbf{r}}_0 + \ddot{\boldsymbol{\rho}} + \ddot{\mathbf{W}}) + I \cdot \dot{\boldsymbol{\omega}} = \\
 (\boldsymbol{\rho} + \mathbf{W}) \times (-M\mathbf{g} + \boldsymbol{\gamma}) + (\boldsymbol{\rho} + \boldsymbol{\sigma}) \times \mathbf{F}\mathbf{F}
 \end{aligned} \tag{56}$$

Phương trình (55) có thể được sắp xếp lại thành Phương trình (57) dưới đây.

Biểu thức 58

$$\mathbf{F}\mathbf{F} + \mathbf{F}\mathbf{R} = M(\ddot{\mathbf{r}}_0 + \ddot{\boldsymbol{\rho}} + \mathbf{g} + \ddot{\mathbf{W}}) - \boldsymbol{\gamma} \tag{57}$$

Việc biểu thị Phương trình (57) bằng cách sử dụng các đầu vào đem lại Phương trình (58) sau.

Biểu thức 59

$$\begin{aligned}
 FF + FR = & \\
 M [e_b] & \begin{bmatrix} \dot{V}_x + V_x \omega_{pi} \tan \zeta + a_x(\omega_{ro}, \omega_{ya}, \omega_{pi}, \dot{\omega}_{ro}, \dot{\omega}_{ya}, \dot{\omega}_{pi}, \phi, L, h, R_{cr}) - g \sin \theta \\ V_x(\omega_{ya} - \omega_{ro} \tan \zeta) + a_y(\omega_{ro}, \omega_{ya}, \omega_{pi}, \dot{\omega}_{ro}, \dot{\omega}_{ya}, \dot{\omega}_{pi}, \phi, L, h, R_{cr}) + g \cos \theta \sin \phi \\ \dot{V}_x \tan \zeta + V_x(\dot{\zeta} \sec^2 \zeta - \omega_{pi}) + a_z(\omega_{ro}, \omega_{ya}, \omega_{pi}, \dot{\omega}_{ro}, \dot{\omega}_{ya}, \dot{\omega}_{pi}, \phi, L, h, R_{cr}) + g \cos \theta \cos \phi \end{bmatrix} \\
 + [e_b] & \begin{bmatrix} M_{W_x}(\omega_{ro}, \omega_{ya}, \omega_{pi}, \dot{\omega}_{ro}, \dot{\omega}_{ya}, \dot{\omega}_{pi}, W_x, W_z) \\ M_{W_y}(\omega_{ro}, \omega_{ya}, \omega_{pi}, \dot{\omega}_{ro}, \dot{\omega}_{ya}, \dot{\omega}_{pi}, W_x, W_z) \\ M_{W_z}(\omega_{ro}, \omega_{ya}, \omega_{pi}, \dot{\omega}_{ro}, \dot{\omega}_{ya}, \dot{\omega}_{pi}, W_x, W_z) \end{bmatrix} - [e_b] \begin{bmatrix} \gamma_x(\omega_{ro}, \omega_{ya}, \omega_{pi}, \zeta, V_x) \\ \gamma_y(\omega_{ro}, \omega_{ya}, \omega_{pi}, \zeta, V_x) \\ \gamma_z(\omega_{ro}, \omega_{ya}, \omega_{pi}, \zeta, V_x) \end{bmatrix} \\
 & (58)
 \end{aligned}$$

Dựa trên biểu thức quan hệ đối với đầu vào thứ nhất của phương trình (38) được đưa ra trên đây, có thể nhận được phương trình sau.

Biểu thức 60

$$\dot{V}_x = A_x(\omega_{ro}, \omega_{ya}, \omega_{pi}, \dot{\omega}_{ro}, \dot{\omega}_{ya}, \dot{\omega}_{pi}, G_x, \theta, \phi, V_x, \zeta, L, h, R_{cr}, g) \quad (59)$$

Bằng cách sử dụng phương trình (59), phương trình (58) có thể được viết lại thành phương trình sau.

Biểu thức 61

$$\begin{aligned}
 FF + FR = & \\
 [e_b] & \begin{bmatrix} F_x(\omega_{ro}, \omega_{ya}, \omega_{pi}, \dot{\omega}_{ro}, \dot{\omega}_{ya}, \dot{\omega}_{pi}, G_x, \zeta, \theta, \phi, V_x, L, h, R_{cr}, g, W_x, W_z) \\ F_y(\omega_{ro}, \omega_{ya}, \omega_{pi}, \dot{\omega}_{ro}, \dot{\omega}_{ya}, \dot{\omega}_{pi}, \zeta, \theta, \phi, V_x, L, h, R_{cr}, g, W_x, W_z) \\ F_z(\omega_{ro}, \omega_{ya}, \omega_{pi}, \dot{\omega}_{ro}, \dot{\omega}_{ya}, \dot{\omega}_{pi}, G_x, \zeta, \dot{\zeta}, \theta, \phi, V_x, L, h, R_{cr}, g, W_x, W_z) \end{bmatrix} \\
 & (60)
 \end{aligned}$$

Bằng cách sử dụng phương trình (55), phương trình (56) có thể được sắp xếp lại thành phương trình sau.

Biểu thức 62

$$\begin{aligned} I \cdot \dot{\omega} &= -(\rho + W) \times (FF + FR) + (\rho + \sigma) \times FF \\ &= (\sigma - W) \times FF - (\rho + W) \times FR \end{aligned} \quad (61)$$

$$\sigma - W = [e_b] \begin{bmatrix} L' - W_x \\ -R_{cr} \sin \phi \\ -h + R_{cr}(1 - \cos \phi) - W_z \end{bmatrix} \quad (62)$$

$$-(\rho + W) = [e_b] \begin{bmatrix} -L - W_x \\ -R_{cr} \sin \phi \\ -h + R_{cr}(1 - \cos \phi) - W_z \end{bmatrix} \quad (63)$$

Việc biểu thị Phương trình (61) bằng cách sử dụng các đầu vào đem lại phương trình sau, Phương trình (64).

Biểu thức 63

$$I \cdot \dot{\omega} = [e_b] \begin{bmatrix} -(FF_y + FR_y)\{R_{cr}(1 - \cos \phi) - h - W_z\} - (FF_z + FR_z)R_{cr} \sin \phi \\ (FF_x + FR_x)\{R_{cr}(1 - \cos \phi) - h - W_z\} + (FF_z + FR_z)W_x - L'FF_z + LFR_z \\ (FF_x + FR_x)R_{cr} \sin \phi - (FF_y + FR_y)W_x + L'FF_y - LFR_y \end{bmatrix} \quad (64)$$

Việc thay thế đầu vào thứ hai và thứ ba của phương trình (60) cho đầu vào thứ nhất của phương trình (64) loại bỏ F_{fy} , FR_y , F_{fz} và FR_z . Nghĩa là, sẽ tạo ra Phương trình (65) sau.

Biểu thức 64

$$\begin{aligned} & q_x(\omega_{ro}, \omega_{ya}, \omega_{pi}, \dot{\omega}_{ro}, \dot{\omega}_{ya}, \dot{\omega}_{pi}, I_{xx}, I_{yy}, I_{zz}, I_{xz}) \\ &= -F_y(\omega_{ro}, \omega_{ya}, \omega_{pi}, \dot{\omega}_{ro}, \dot{\omega}_{ya}, \dot{\omega}_{pi}, \zeta, \theta, \phi, V_x, L, h, R_{cr}, g, W_x, W_z)\{R_{cr}(1 - \cos \phi) - h - W_z\} \\ & - F_z(\omega_{ro}, \omega_{ya}, \omega_{pi}, \dot{\omega}_{ro}, \dot{\omega}_{ya}, \dot{\omega}_{pi}, G_x, \zeta, \dot{\zeta}, \theta, \phi, V_x, L, h, R_{cr}, g, W_x, W_z)R_{cr} \sin \phi \end{aligned} \quad (65)$$

Phương trình (65) có thể được mô tả bởi phương trình sau.

Biểu thức 65

$$0 = Q_x(\omega_{ro}, \omega_{ya}, \omega_{pi}, \dot{\omega}_{ro}, \dot{\omega}_{ya}, \dot{\omega}_{pi}, G_x, \zeta, \dot{\zeta}, \theta, \phi, V_x, L, h, R_{cr}, g, W_x, W_z, I_{xx}, I_{yy}, I_{zz}, I_{xz}) \quad (66)$$

Các thừa số của hàm số q_x của phương trình (66) là tất cả các số mà có thể thu được duy nhất từ dữ liệu xe, ví dụ, ngoại trừ các trị số được cung cấp bởi nhóm cảm biến 5 và các trị số được ước tính bởi cơ cấu ước tính tư thế 10. Nghĩa là, Phương trình (66) có nghĩa là hàm số q_x , biểu thị hằng số, cần phải tồn tại bất kể thời gian. Phương trình thỏa mãn hàm số “ q_x =hằng số” này tương ứng với “phương trình đặc trưng”.

Dựa trên Phương trình (59), Phương trình (41) có thể được viết lại thành phương trình sau.

Biểu thức 66

$$\frac{d}{dt} \begin{bmatrix} \phi \\ \theta \\ V_x \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \dot{\theta}(\omega_{pi}, \omega_{ya}, \phi) \\ \dot{\phi}(\omega_{ro}, \omega_{pi}, \omega_{ya}, \theta, \phi) \\ A_x(\omega_{ro}, \omega_{ya}, \omega_{pi}, \dot{\omega}_{ro}, \dot{\omega}_{ya}, \dot{\omega}_{pi}, G_x, \theta, \phi, V_x, \zeta, L, h, R_{cr}, g) \end{bmatrix} \quad (67)$$

Hơn nữa, từ các phương trình (38), (40) và (66), có thể suy ra phương trình sau.

Biểu thức 67

$$\begin{bmatrix} G_y \\ G_z \\ v_r \\ 0 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} A_y(\omega_{ro}, \omega_{ya}, \omega_{pi}, \dot{\omega}_{ro}, \dot{\omega}_{ya}, \dot{\omega}_{pi}, \zeta, \theta, \phi, V_x, L, h, R_{cr}, g) \\ A_z(\omega_{ro}, \omega_{ya}, \omega_{pi}, \dot{\omega}_{ro}, \dot{\omega}_{ya}, \dot{\omega}_{pi}, G_x, \zeta, \zeta, \theta, \phi, V_x, L, h, R_{cr}, g) \\ \frac{\sec \zeta}{1 - R_{cr}/R_e(1 - \cos \phi)} V_x \\ Q_x(\omega_{ro}, \omega_{ya}, \omega_{pi}, \dot{\omega}_{ro}, \dot{\omega}_{ya}, \dot{\omega}_{pi}, G_x, \zeta, \zeta, \theta, \phi, V_x, L, h, R_{cr}, g, W_x, W_z, I_{xx}, I_{yy}, I_{zz}, I_{xz}) \end{bmatrix} \quad (68)$$

Mỗi bộ lọc trong số các bộ lọc Kalman 50 (50_1, 50_2 và 50_3), trong cụm tính toán theo phương trình hệ thống 51, sử dụng Phương trình (67) làm phương trình hệ thống để thực hiện tính toán, và, ở cụm tính toán theo phương trình quan trắc 52, sử dụng Phương trình (68) làm phương trình quan trắc để thực hiện tính toán.

Ngay cả khi nếu độ lệch vận tốc góc lăn b_{ro} , độ lệch vận tốc góc trệch hướng b_{ya} , độ lệch vận tốc góc xoắn b_{pi} và độ lệch gia tốc trên - dưới b_z thay đổi, các phương sai này là nhỏ so với sự dịch chuyển của xe 100. Do đó, trị số chênh lệch của độ lệch vận tốc góc lăn b_{ro} , trị số chênh lệch của độ lệch vận tốc góc trệch hướng b_{ya} , trị số chênh lệch của độ lệch vận tốc góc xoắn b_{pi} , và trị số chênh lệch của độ lệch gia tốc trên - dưới b_z có thể được xem như bằng không.

Hơn nữa, việc thay thế một số trị số trong Phương trình (67) và Phương trình (68)

bằng các trị số phản ánh các sai số độ lệch đem lại các phương trình sau.

Biểu thức 68

$$\frac{d}{dt} \begin{bmatrix} \phi \\ \theta \\ V_x \\ b_{ro} \\ b_{pi} \\ b_{ya} \\ b_z \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \dot{\theta}(\omega_{pi} - b_{pi}, \omega_{ya} - b_{ya}, \phi) \\ \dot{\phi}(\omega_{ro} - b_{ro}, \omega_{pi} - b_{pi}, \omega_{ya} - b_{ya}, \theta, \phi) \\ A_x(\omega_{ro} - b_{ro}, \omega_{ya} - b_{ya}, \omega_{pi} - b_{pi}, \dot{\omega}_{ro}, \dot{\omega}_{ya}, \dot{\omega}_{pi}, G_x, \theta, \phi, V_x, \zeta, L, h, R_{cr}, g) \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix} \quad (69)$$

Biểu thức 69

$$\begin{bmatrix} G_y \\ G_z \\ v_r \\ 0 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} A_y(\omega_{ro} - b_{ro}, \omega_{ya} - b_{ya}, \omega_{pi} - b_{pi}, \dot{\omega}_{ro}, \dot{\omega}_{ya}, \dot{\omega}_{pi}, \zeta, \theta, \phi, V_x, L, h, R_{cr}, g) \\ A_z(\omega_{ro} - b_{ro}, \omega_{ya} - b_{ya}, \omega_{pi} - b_{pi}, \dot{\omega}_{ro}, \dot{\omega}_{ya}, \dot{\omega}_{pi}, G_x, \zeta, \theta, \phi, V_x, L, h, R_{cr}, g) + b_z \\ \frac{\sec \zeta}{1 - R_{cr}/R_e(1 - \cos \phi)} V_x \\ Q_x(\omega_{ro} - b_{ro}, \omega_{ya} - b_{ya}, \omega_{pi} - b_{pi}, \dot{\omega}_{ro}, \dot{\omega}_{ya}, \dot{\omega}_{pi}, G_x, \zeta, \theta, \phi, V_x, L, h, R_{cr}, g, W_x, W_z, I_{xx}, I_{yy}, I_{zz}, I_{xz}) \end{bmatrix} \quad (70)$$

Theo phương án này của sáng chế, như nêu trên có dựa vào FIG.12, cụm tính toán theo phương trình hệ thống 51 và cụm tính toán theo phương trình quan trắc 52 của mỗi bộ lọc trong số các bộ lọc Kalman 50 (50_1, 50_2 và 50_3) tiếp nhận độ lệch của cảm biến gia tốc trước - sau $b_x(b_{x1}, b_{x2}, b_{x3})$ từ cụm nhập độ lệch ảo 59. Nghĩa là, cụm tính toán theo phương trình hệ thống 51 theo phương án này của sáng chế thực hiện việc tính toán bằng cách sử dụng Phương trình (69a) được đưa ra dưới đây, thay cho Phương trình (69), làm phương trình hệ thống, và cụm tính toán theo phương trình quan trắc 52 thực hiện việc tính toán bằng cách sử dụng Phương trình (70a) được đưa ra dưới đây, thay cho Phương trình (70), làm phương trình quan trắc.

Biểu thức 70

$$\frac{d}{dt} \begin{bmatrix} \phi \\ \theta \\ V_x \\ b_{ro} \\ b_{pi} \\ b_{ya} \\ b_z \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \dot{\theta}(\omega_{pi} - b_{pi}, \omega_{ya} - b_{ya}, \phi) \\ \dot{\phi}(\omega_{ro} - b_{ro}, \omega_{pi} - b_{pi}, \omega_{ya} - b_{ya}, \theta, \phi) \\ A_x(\omega_{ro} - b_{ro}, \omega_{ya} - b_{ya}, \omega_{pi} - b_{pi}, \dot{\omega}_{ro}, \dot{\omega}_{ya}, \dot{\omega}_{pi}, G_x - b_x, \theta, \phi, V_x, \zeta, L, h, R_{cr}, g) \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix} \quad (69a)$$

Biểu thức 71

$$\begin{bmatrix} G_y \\ G_z \\ v_r \\ 0 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} A_y (\omega_{ro} - b_{ro}, \omega_{ya} - b_{ya}, \omega_{pi} - b_{pi}, \dot{\omega}_{ro}, \dot{\omega}_{ya}, \dot{\omega}_{pi}, \zeta, \theta, \phi, V_x, L, h, R_{cr}, g) \\ A_z (\omega_{ro} - b_{ro}, \omega_{ya} - b_{ya}, \omega_{pi} - b_{pi}, \dot{\omega}_{ro}, \dot{\omega}_{ya}, \dot{\omega}_{pi}, G_x - b_x, \zeta, \dot{\zeta}, \theta, \phi, V_x, L, h, R_{cr}, g) + b_z \\ \frac{\sec \zeta}{1 - R_{cr}/R_e(1 - \cos \phi)} V_x \\ Q_x (\omega_{ro} - b_{ro}, \omega_{ya} - b_{ya}, \omega_{pi} - b_{pi}, \dot{\omega}_{ro}, \dot{\omega}_{ya}, \dot{\omega}_{pi}, G_x - b_x, \zeta, \dot{\zeta}, \theta, \phi, V_x, L, h, R_{cr}, g, W_x, W_z, I_{xx}, I_{yy}, I_{zz}, I_{xz}) \end{bmatrix} \quad (70a)$$

Nghĩa là, mỗi bộ lọc trong số các bộ lọc Kalman 50 theo phương án này của sáng chế, trong cụm tính toán theo phương trình hệ thống 51, sử dụng Phương trình (69a) làm phương trình hệ thống để thực hiện tính toán, và, ở cụm tính toán theo phương trình quan trắc 52, sử dụng Phương trình (70a) làm phương trình quan trắc để thực hiện tính toán.

Trị số của b_x trong Phương trình (69a) và Phương trình (70a) là trị số độ lệch của cảm biến gia tốc trước - sau $b_x(b_{x1}, b_{x2}, b_{x3})$ được cung cấp bởi cụm nhập độ lệch ảo 59 của mỗi bộ lọc trong số các bộ lọc Kalman 50 (50_1, 50_2 và 50_3).

Dựa trên phương trình hệ thống có độ lệch của cảm biến gia tốc trước - sau $b_x(b_{x1}, b_{x2}, b_{x3})$ được cung cấp bởi cụm nhập độ lệch ảo 59, cụm tính toán theo phương trình hệ thống 51 tính toán các trị số ước tính của góc lặn, góc xoắn θ , vận tốc của xe V_x , độ lệch của cảm biến vận tốc góc lặn b_{ro} , độ lệch của cảm biến vận tốc góc trệch hướng b_{ya} , độ lệch của cảm biến vận tốc góc xoắn b_{pi} , và độ lệch của cảm biến gia tốc trên - dưới b_z . Tương tự, dựa trên phương trình quan trắc có độ lệch của cảm biến gia tốc trước - sau $b_x(b_{x1}, b_{x2}, b_{x3})$ được cung cấp bởi cụm nhập độ lệch ảo 59, và còn sử dụng các kết quả ước tính từ cụm tính toán theo phương trình hệ thống 51, cụm tính toán theo phương trình quan trắc 52 tính toán các trị số ước tính của gia tốc trên - dưới G_z , gia tốc trái - phải G_y và vận tốc của bánh sau v_r . Các trị số ước tính này được cung cấp cho cụm tính toán độ hợp lý 57 để tính toán trị số liên quan đến độ hợp lý biểu thị độ tin cậy của các kết quả ước tính của các bộ lọc Kalman 50 (50_1, 50_2 và 50_3).

Tốt hơn là, một trị số lớn nhất trong số các trị số độ lệch của cảm biến gia tốc trước - sau $b_x(b_{x1}, b_{x2}, b_{x3})$ được cung cấp bởi cụm nhập độ lệch ảo 59 lớn hơn so với trị số tối đa của độ lệch điểm không mà có thể được cung cấp bởi cảm biến gia tốc trước - sau 25, và trị số nhỏ nhất nhỏ hơn so với trị số tối thiểu của độ lệch điểm không mà có thể được cung cấp bởi cảm biến gia tốc trước - sau 25. Do đó, cụm tính toán theo phương trình quan trắc 52 có thể tính toán các trị số ước tính của gia tốc trên - dưới G_z , gia tốc trái - phải G_y và

vận tốc của bánh sau v_r có tính đến các tính huống trong đó trị số độ lệch điểm không của cảm biến gia tốc trước - sau 25 là lớn nhất.

Như nêu trên, phương án nêu trên của sáng chế mô tả cách thực hiện theo đó cụm tính toán 49 có ba bộ lọc Kalman 50 (50_1, 50_2 và 50_3); theo cách khác, trị số độ lệch của cảm biến gia tốc trước - sau b_x có thể được điều chỉnh theo cách tương tự nếu cụm tính toán 49 có hai bộ lọc Kalman 50 hoặc bốn hoặc nhiều bộ lọc Kalman 50.

Tiếp theo, độ hợp lý λ được tính toán bởi cụm tính toán độ hợp lý 57 sẽ được mô tả. Nếu sai số đo trong gia tốc trên - dưới G_z đo được bởi cảm biến gia tốc trên - dưới 24 được biểu thị bằng δG_z , sai số đo trong gia tốc trái - phải G_y đo được bởi cảm biến gia tốc trái - phải 26 được biểu thị bằng δG_y , sai số đo trong vận tốc của bánh sau v_r đo được bởi cảm biến vận tốc của bánh sau 7 được biểu thị bằng δv_r , và sai số của phương trình mô hình trong phương trình chuyển động quay quanh trục lăn được biểu thị bằng δq_x . Sau đó, ma trận phương sai-hiệp phương sai R của các sai số đo này có thể được biểu thị bằng phương trình sau. Như nêu trên, mô hình của phương trình chuyển động được tạo ra bằng cách giả sử trọng lượng của người lái xe và coi người lái xe như một vật rắn, và điều này tạo ra các sai số bắt nguồn từ các giả định này. Sai số này được biểu thị bằng δq_x .

Biểu thức 72

$$R = \begin{bmatrix} E(\delta G_y \delta G_y) & E(\delta G_y \delta G_z) & E(\delta G_y \delta v_r) & E(\delta G_y \delta Q_x) \\ E(\delta G_z \delta G_y) & E(\delta G_z \delta G_z) & E(\delta G_z \delta v_r) & E(\delta G_z \delta Q_x) \\ E(\delta v_r \delta G_y) & E(\delta v_r \delta G_z) & E(\delta v_r \delta v_r) & E(\delta v_r \delta Q_x) \\ E(\delta Q_x \delta G_y) & E(\delta Q_x \delta G_z) & E(\delta Q_x \delta v_r) & E(\delta Q_x \delta Q_x) \end{bmatrix} \quad (72)$$

Hơn nữa, nếu sai số ước tính trong góc lăn ϕ được biểu thị bằng $\delta \phi$, sai số ước tính về góc xoắn θ được biểu thị bằng $\delta \theta$, sai số ước tính về vận tốc của xe V_x được biểu thị bằng δV_x , sai số ước tính về độ lệch của cảm biến vận tốc góc lăn b_{ro} được biểu thị bằng δb_{ro} , sai số ước tính về độ lệch của cảm biến vận tốc góc trục hướng b_{ya} được biểu thị bằng δb_{ya} , sai số ước tính về độ lệch của cảm biến vận tốc góc xoắn b_{pi} được biểu thị bằng δb_{pi} , và sai số ước tính về độ lệch của cảm biến gia tốc trên - dưới b_z được biểu thị bằng δb_z . Sau đó, ma trận phương sai-hiệp phương sai P của các sai số đo này có thể được biểu thị bằng phương trình sau.

Biểu thức 73

$$P = \begin{bmatrix} E(\delta\phi\delta\phi) & E(\delta\phi\delta\theta) & E(\delta\phi\delta V_x) & E(\delta\phi\delta b_{ro}) & E(\delta\phi\delta b_{ya}) & E(\delta\phi\delta b_{pi}) & E(\delta\phi\delta b_z) \\ E(\delta\theta\delta\phi) & E(\delta\theta\delta\theta) & E(\delta\theta\delta V_x) & E(\delta\theta\delta b_{ro}) & E(\delta\theta\delta b_{ya}) & E(\delta\theta\delta b_{pi}) & E(\delta\theta\delta b_z) \\ E(\delta V_x\delta\phi) & E(\delta V_x\delta\theta) & E(\delta V_x\delta V_x) & E(\delta V_x\delta b_{ro}) & E(\delta V_x\delta b_{ya}) & E(\delta V_x\delta b_{pi}) & E(\delta V_x\delta b_z) \\ E(\delta b_{ro}\delta\phi) & E(\delta b_{ro}\delta\theta) & E(\delta b_{ro}\delta V_x) & E(\delta b_{ro}\delta b_{ro}) & E(\delta b_{ro}\delta b_{ya}) & E(\delta b_{ro}\delta b_{pi}) & E(\delta b_{ro}\delta b_z) \\ E(\delta b_{ya}\delta\phi) & E(\delta b_{ya}\delta\theta) & E(\delta b_{ya}\delta V_x) & E(\delta b_{ya}\delta b_{ro}) & E(\delta b_{ya}\delta b_{ya}) & E(\delta b_{ya}\delta b_{pi}) & E(\delta b_{ya}\delta b_z) \\ E(\delta b_{pi}\delta\phi) & E(\delta b_{pi}\delta\theta) & E(\delta b_{pi}\delta V_x) & E(\delta b_{pi}\delta b_{ro}) & E(\delta b_{pi}\delta b_{ya}) & E(\delta b_{pi}\delta b_{pi}) & E(\delta b_{pi}\delta b_z) \\ E(\delta b_z\delta\phi) & E(\delta b_z\delta\theta) & E(\delta b_z\delta V_x) & E(\delta b_z\delta b_{ro}) & E(\delta b_z\delta b_{ya}) & E(\delta b_z\delta b_{pi}) & E(\delta b_z\delta b_z) \end{bmatrix} \quad (73)$$

Các bộ lọc Kalman 50 (50_1, 50_2 và 50_3) tính toán liên tục ma trận P và ma trận R.

Ma trận phương sai-hiệp phương sai S cho sai số có trong sai số quan sát/dự báo e được biểu thị bởi Phương trình (25) được đưa ra dưới đây. Phương trình sau giống như phương trình được đưa ra trên đây.

Biểu thức 74

$$S = R + HPH^t \quad (25)$$

Trong Phương trình (25), H là ma trận Jacobian của h(x), được tạo ra bởi phương trình sau.

Biểu thức 75

$$H = \begin{bmatrix} \frac{\partial h(x)}{\partial \theta} & \frac{\partial h(x)}{\partial \phi} & \frac{\partial h(x)}{\partial V_x} & \frac{\partial h(x)}{\partial b_{ro}} & \frac{\partial h(x)}{\partial b_{ya}} & \frac{\partial h(x)}{\partial b_{pi}} & \frac{\partial h(x)}{\partial b_z} \end{bmatrix} \quad (74)$$

Dựa trên ma trận H được tạo ra bởi Phương trình (74), cụm tính toán độ hợp lý 57 tính toán độ hợp lý λ dựa trên, ví dụ, Phương trình (27), như theo phương án thứ nhất. Dựa trên độ hợp lý λ được cung cấp bởi mỗi bộ lọc trong số các bộ lọc Kalman 50 (50_1, 50_2 và 50_3), cụm xác định đại lượng trạng thái 503 hiệu chỉnh bù trị số độ lệch của cảm biến gia tốc trước - sau b_x để tính toán trị số ước tính của độ lệch của cảm biến gia tốc trước - sau b_x . Dựa trên cùng một lý do, $x(\phi, \theta, V_x, b_{ro}, b_{ya}, b_z)$ được ước tính bởi mỗi bộ lọc Kalman 50 được hiệu chỉnh bù tùy thuộc vào độ hợp lý $\lambda(\lambda_1, \lambda_2, \lambda_3)$, mà biểu thị độ tin cậy các kết quả ước tính của các bộ lọc Kalman 50 (50_1, 50_2 và 50_3) là như thế nào, nhờ đó cung cấp các kết quả ước tính có tính đến độ lệch của cảm biến gia tốc trước - sau b_x .

Kết cấu của cụm ước tính tải trọng

Dựa trên các kết quả tính toán trong cụm tính toán 49, cụm ước tính tải trọng 60 thực hiện quy trình để ước tính tải trọng được cấp cho ít nhất một bánh trong số bánh trước

2 và bánh sau 3 của xe 100. Việc thay thế các đầu vào của phương trình đối với đầu vào thứ hai và thứ ba của phương trình (64) tạo ra phương trình sau.

Biểu thức 76

$$L'FF_y - LFR_y = E_y \left(\omega_{ro}, \omega_{ya}, \omega_{pi}, \dot{\omega}_{ro}, \dot{\omega}_{ya}, \dot{\omega}_{pi}, G_x, \zeta, \theta, \phi, V_x, L, h, R_{cr}, g, W_x, W_z, I_{xx}, I_{yy}, I_{zz}, I_{xz} \right) \quad (75)$$

$$L'FF_z - LFR_z = E_z \left(\omega_{ro}, \omega_{ya}, \omega_{pi}, \dot{\omega}_{ro}, \dot{\omega}_{ya}, \dot{\omega}_{pi}, G_x, \zeta, \dot{\zeta}, \theta, \phi, V_x, L, h, R_{cr}, g, W_x, W_z, I_{xx}, I_{yy}, I_{zz}, I_{xz} \right) \quad (76)$$

Theo phương án này của sáng chế, xe 100 là xe máy, và do đó $L+L' \neq 0$. Sau đó, dựa trên đầu vào thứ hai và thứ ba của phương trình (60) và Phương trình (75) và Phương trình (76), một giải pháp có thể đạt được đối với F_{fy} , FR_y , F_{fz} và FR_z . Lực F_{fz} của bánh trước 2 theo hướng z và lực FR_z của bánh sau 3 theo hướng z được tính toán bởi các phương trình được đưa ra dưới đây. Trong các phương trình sau, JF và JR là các hàm số.

Biểu thức 77

$$FF_z = J_F \left(\omega_{ro}, \omega_{ya}, \omega_{pi}, \dot{\omega}_{ro}, \dot{\omega}_{ya}, \dot{\omega}_{pi}, G_x, \zeta, \dot{\zeta}, \theta, \phi, V_x, L, L', h, R_{cr}, g, W_x, W_z, I_{xx}, I_{yy}, I_{zz}, I_{xz} \right) \quad (77)$$

$$FR_z = J_R \left(\omega_{ro}, \omega_{ya}, \omega_{pi}, \dot{\omega}_{ro}, \dot{\omega}_{ya}, \dot{\omega}_{pi}, G_x, \zeta, \dot{\zeta}, \theta, \phi, V_x, L, L', h, R_{cr}, g, W_x, W_z, I_{xx}, I_{yy}, I_{zz}, I_{xz} \right) \quad (78)$$

Cụm ước tính tải trọng 60 thực hiện việc tính toán được mô tả trên đây dựa trên kết quả tính toán trong cụm tính toán 49 để tính toán lực F_f tác dụng lên bánh trước 2 và lực FR tác dụng lên bánh sau 3.

Kết cấu của cụm ước tính đại lượng hành trình của hệ thống treo

Cụm ước tính đại lượng hành trình của hệ thống treo 70 thực hiện việc tính toán dựa trên các kết quả ước tính từ cụm ước tính tải trọng 60 để ước tính đại lượng hành trình của hệ thống treo được lắp trên ít nhất một bánh trong số bánh trước 2 và bánh sau 3.

Nếu góc caster được biểu thị bằng ε_F , lực F_f tác dụng lên chạc trước 16 được tính toán bằng $FF_z \cos \varepsilon_F - FF_x \sin \varepsilon_F$. Góc caster là góc được tạo ra bởi hướng kéo dài thẳng đứng về phía trên từ điểm tiếp đất P2 của bánh trước 3 và chạc trước 16.

Đại lượng hành trình của bộ giảm xóc của hệ thống treo sau được biểu thị bằng δ_R , và sự dịch chuyển của tâm bánh sau 3 được biểu thị bằng δ_W . Góc treo của đòn sau với phương nằm ngang nhận được khi đại lượng hành trình của bộ giảm xóc của hệ thống treo

sau là δ_R được biểu thị bằng $\epsilon_R(\delta_R)$. Góc caster ϵ_F và góc của đòn sau $\epsilon_R(\delta_W)$ được thể hiện trên FIG.14.

Sau đó, lực F_1 tác dụng lên hệ thống treo được biểu thị bởi phương trình sau.

Biểu thức 78

$$\begin{aligned} F_1 &= (FR_z \cos \epsilon_R - FR_x \sin \epsilon_R) \frac{d\delta_W}{d\delta_R} \\ &\equiv (FR_z \cos \epsilon_R - FR_x \sin \epsilon_R) \kappa(\delta_R) \end{aligned} \quad (79)$$

Trong Phương trình (79), κ là dữ liệu được gọi là hệ số đòn bẩy mà có thể được tính toán từ các bản vẽ thiết kế. FIG.15 thể hiện ví dụ về mối tương quan giữa δ_R và δ_W .

Cụm ước tính đại lượng hành trình của hệ thống treo 70 thực hiện quy trình ước tính sau.

Biểu thức 79

Với $FF_x + FR_x \geq 0$ (khi tăng tốc)

$$\begin{aligned} FF_x &\rightarrow FF'_x = 0 \\ FR_x &\rightarrow FR'_x = FF_x + FR_x \end{aligned} \quad (80)$$

Với $FF_x + FR_x < 0$ Khi giảm tốc

$$\begin{aligned} FF_x &\rightarrow FF'_x = \frac{FF_z}{FF_z + FR_z} (FF_x + FR_x) \\ FR_x &\rightarrow FR'_x = \frac{FR_z}{FF_z + FR_z} (FF_x + FR_x) \end{aligned} \quad (81)$$

Sau đó, lực F_f tác dụng lên chạc trước và lực F_1 tác dụng lên hệ thống treo có thể được tính toán bởi các phương trình sau (82) và (83).

Biểu thức 80

$$\begin{aligned} F_f &= FF_z \cos \epsilon_F - FF'_x \sin \epsilon_F \\ &= D_F (\omega_{ro}, \omega_{ya}, \omega_{pi}, \dot{\omega}_{ro}, \dot{\omega}_{ya}, \dot{\omega}_{pi}, G_x, \zeta, \dot{\zeta}, \theta, \phi, V_x, L, L', h, R_{cr}, g, W_x, W_z, I_{xx}, I_{yy}, I_{zz}, I_{xz}, \epsilon_F) \end{aligned} \quad (82)$$

$$\begin{aligned} F_1 &= (FR_z \cos \epsilon_R - FR'_x \sin \epsilon_R) \kappa(\delta_R) \\ &= D_R (\omega_{ro}, \omega_{ya}, \omega_{pi}, \dot{\omega}_{ro}, \dot{\omega}_{ya}, \dot{\omega}_{pi}, G_x, \zeta, \dot{\zeta}, \theta, \phi, V_x, L, L', h, R_{cr}, g, W_x, W_z, I_{xx}, I_{yy}, I_{zz}, I_{xz}, \delta_R) \end{aligned} \quad (83)$$

FIG.16 là mạch tương đương mô phỏng bộ giảm xóc của hệ thống treo. Hệ thống treo này có thể được biểu thị bằng mô hình song song với lò xo k và giảm chấn c như được

thể hiện trên FIG.16 theo cách tương đương. Việc tạo ra phương trình chuyển động dựa trên mạch tương đương này đem lại phương trình được đưa ra dưới đây. Đại lượng hành trình của bộ giảm xóc của mỗi hệ thống treo, hằng số lò xo của mỗi bộ giảm xóc, hệ số giảm chấn của mỗi bộ giảm xóc, và tải trọng đặt trước được cấp cho mỗi lò xo sẽ được biểu thị bằng các ký tự được thể hiện trong bảng sau.

Bảng 7

Tham số	Ý nghĩa
δ_F	đại lượng hành trình của bộ giảm xóc của mỗi hệ thống treo bánh trước
δ_R	đại lượng hành trình của bộ giảm xóc của mỗi hệ thống treo bánh sau
k_F	hệ số lò xo của bộ giảm xóc của mỗi hệ thống treo bánh trước
k_R	hệ số lò xo của bộ giảm xóc của mỗi hệ thống treo bánh sau
c_F	hệ số suy giảm của bộ giảm xóc của mỗi hệ thống treo bánh trước
c_R	hệ số suy giảm của bộ giảm xóc của mỗi hệ thống treo bánh sau
l_F	tải trọng đặt trước tác dụng lên bộ giảm xóc của mỗi hệ thống treo bánh trước
l_R	tải trọng đặt trước tác dụng lên bộ giảm xóc của mỗi hệ thống treo bánh sau

Biểu thức 81

$$\begin{aligned} c_F \dot{\delta}_F + k_F \delta_F &= FF_z \cos \epsilon_F + FF'_x \sin \epsilon_F - l_F \\ &= D_F(\dots) - l_F \end{aligned} \quad (84)$$

$$\begin{aligned} c_R \dot{\delta}_R + k_R \delta_R &= (FR_z \cos \epsilon_R - FR'_x \sin \epsilon_R) \kappa(\epsilon_R) - l_R \\ &= D_R(\dots) - l_R \end{aligned} \quad (85)$$

Trong Phương trình (84) và Phương trình (85), các tham số trong hàm số DF trong Phương trình (82) và hàm số DR trong Phương trình (83) được bỏ qua.

Giải phương trình vi phân của Phương trình (84) và Phương trình (85) đem lại phương trình sau.

Biểu thức 82

$$\begin{aligned} \delta_F &= \exp\left(-\frac{k_F}{c_F}t\right) \int_0^t \frac{D_F(\dots) - l_F}{c_F} \exp\left(\frac{k_F}{c_F}\tau\right) d\tau \\ \delta_R &= \exp\left(-\frac{k_R}{c_R}t\right) \int_0^t \frac{D_R(\dots) - l_R}{c_R} \exp\left(\frac{k_R}{c_R}\tau\right) d\tau \end{aligned} \quad (86)$$

Như nêu trên, cụm ước tính đại lượng hành trình của hệ thống treo 70 có thể tính toán đại lượng hành trình của bộ giảm xóc của hệ thống treo bằng cách giải các phương trình vi phân trong Phương trình (84) và Phương trình (85), hoặc có thể tính toán đại lượng hành trình của bộ giảm xóc của hệ thống treo bằng cách thực hiện quy trình rời rạc hóa theo thời gian.

Hơn nữa, cụm ước tính đại lượng hành trình của hệ thống treo 70 có thể tính toán lượng hạ xuống δ_W của hệ thống treo sau bằng cách thực hiện việc tính toán dựa trên phương trình sau.

Biểu thức 83

$$\delta_W = \int_0^{\delta_R} \kappa(\delta) d\delta \quad (87)$$

Kết cấu của cụm ước tính góc nâng/góc lệch

Cụm ước tính góc nâng/góc lệch 80 tính toán góc nâng/góc lệch ζ dựa trên các kết quả ước tính từ cụm ước tính tải trọng 60 và cụm ước tính đại lượng hành trình của hệ thống treo 70.

Nếu hệ thống treo của bánh trước hạ xuống bằng lượng hạ xuống δ_F và hệ thống treo của bánh sau hạ xuống bằng lượng hạ xuống δ_W , vectơ vị trí F_o của tâm bánh trước và vectơ vị trí R_o của tâm bánh sau có thể được biểu thị bằng các phương trình sau.

Biểu thức 84

$$\begin{aligned} F_o &= [e_b] \begin{bmatrix} -\delta_F \sin \epsilon_F \\ 0 \\ \delta_F \cos \epsilon_F \end{bmatrix} \\ R_o &= [e_b] \begin{bmatrix} -\int_0^{\delta_W} \sin \epsilon_R(\delta) d\delta \\ 0 \\ \int_0^{\delta_W} \cos \epsilon_R(\delta) d\delta \end{bmatrix} \end{aligned} \quad (88)$$

Dựa trên Phương trình (87) và Phương trình (88), góc nâng/góc lệch ζ có thể được tính toán bởi phương trình sau.

Biểu thức 85

$$\tan \zeta = \frac{\delta_F \cos \epsilon_F - \int_0^{\delta_W} \cos \epsilon_R(\delta) d\delta}{L' - \delta_F \sin \epsilon_F + L + \int_0^{\delta_W} \sin \epsilon_R(\delta) d\delta} + \zeta_0 \quad (89)$$

Trong Phương trình (89), ζ_0 là góc được tạo ra bởi vectơ cơ sở e_b của hệ tọa độ của xe và vectơ cơ sở e_r của hệ tọa độ mặt đường nhận được khi đại lượng hành trình của hệ thống treo bằng không.

Kết cấu của cụm ước tính độ dốc

Dựa trên các kết quả ước tính từ cụm ước tính góc nâng/góc lệch 80 và các kết quả ước tính từ cụm tính toán 49, cụm ước tính độ dốc 90 tính toán độ dốc dọc η của mặt đường.

Độ dốc dọc η của mặt đường được biểu thị bởi phương trình sau bằng cách sử dụng góc xoắn θ , góc lặn ϕ và góc nâng/góc lệch ζ của xe 100.

Biểu thức 86

$$\sin \eta = \sin \theta \cos \zeta - \cos \theta \cos \phi \sin \zeta \quad (90)$$

Do đó, độ dốc dọc η của mặt đường có thể được tính toán bởi phương trình sau.

Biểu thức 87

$$\eta = \sin^{-1} (\sin \theta \cos \zeta - \cos \theta \cos \phi \sin \zeta) \quad (91)$$

Các kết cấu thay thế

Cơ cấu ước tính tư thế 10 theo phương án này của sáng chế có thể sử dụng một hoặc nhiều sự thay đổi sau.

(1) Như theo phương án thứ nhất, theo phương án này của sáng chế, bộ lọc Kalman 50 là có thể tin cậy nhất có thể được lựa chọn dựa trên độ hợp lý λ được tính toán bởi các bộ lọc Kalman 50, độ lệch của cảm biến gia tốc trái - phải b_y được cung cấp cho bộ lọc Kalman này 50 có thể được coi như trị số ước tính của độ lệch của cảm biến gia tốc trái - phải và các kết quả ước tính của bộ lọc Kalman này 50 có thể được coi như các kết quả ước tính của cụm tính toán 49. Điều này sẽ đơn giản hóa quy trình tính toán bằng cụm xác định đại lượng trạng thái 50³.

(2) Theo phương án này của sáng chế, mỗi bộ lọc Kalman 50 ước tính góc lặn φ , góc xoắn θ , vận tốc của xe V_x , độ lệch của cảm biến vận tốc góc lặn b_{ro} , độ lệch của cảm biến vận tốc góc trệch hướng b_{ya} , độ lệch của cảm biến vận tốc góc xoắn b_{pi} , và độ lệch của cảm biến gia tốc trên - dưới b_z , và độ lệch của cảm biến gia tốc trước - sau b_x được ước tính có tính đến của độ hợp lý có được dựa trên các kết quả ước tính của các bộ lọc Kalman 50. Theo cách khác, mỗi bộ lọc Kalman 50 có thể ước tính góc lặn φ , vận tốc của xe V_x , độ lệch của cảm biến vận tốc góc lặn b_{ro} , độ lệch của cảm biến vận tốc góc trệch hướng b_{ya} , độ lệch của cảm biến vận tốc góc xoắn b_{pi} , và độ lệch của cảm biến gia tốc trước - sau b_x , và độ lệch của cảm biến gia tốc trên - dưới b_z có thể được ước tính có tính đến độ hợp lý có được dựa trên các kết quả ước tính của các bộ lọc Kalman 50. Trong trường hợp này, cảm biến gia tốc trên - dưới 24 tương ứng với “cụm đo độ lệch”.

Trong trường hợp này, mỗi bộ lọc trong số các bộ lọc Kalman 50 có trong cụm tính toán 49 theo phương án này của sáng chế, trong cụm tính toán theo phương trình hệ thống 51, thực hiện việc tính toán bằng cách sử dụng Phương trình (92) được đưa ra dưới đây, thay cho Phương trình (69a), làm phương trình hệ thống. Hơn nữa, mỗi bộ lọc trong số các bộ lọc Kalman 50, trong cụm tính toán theo phương trình quan trắc 52, thực hiện việc tính toán bằng cách sử dụng Phương trình (93) được đưa ra dưới đây, thay cho Phương trình (70a), làm phương trình quan trắc.

Biểu thức 88

$$\frac{d}{dt} \begin{bmatrix} \phi \\ \theta \\ V_x \\ b_{ro} \\ b_{pi} \\ b_{ya} \\ b_x \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \dot{\theta}(\omega_{pi} - b_{pi}, \omega_{ya} - b_{ya}, \phi) \\ \dot{\phi}(\omega_{ro} - b_{ro}, \omega_{pi} - b_{pi}, \omega_{ya} - b_{ya}, \theta, \phi) \\ A_x(\omega_{ro} - b_{ro}, \omega_{ya} - b_{ya}, \omega_{pi} - b_{pi}, \dot{\omega}_{ro}, \dot{\omega}_{ya}, \dot{\omega}_{pi}, G_x - b_x, \theta, \phi, V_x, \zeta, L, h, R_{cr}, g) \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix} \quad (92)$$

Biểu thức 89

$$\begin{bmatrix} G_y \\ G_z \\ v_r \\ 0 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} A_y(\omega_{ro} - b_{ro}, \omega_{ya} - b_{ya}, \omega_{pi} - b_{pi}, \dot{\omega}_{ro}, \dot{\omega}_{ya}, \dot{\omega}_{pi}, \zeta, \theta, \phi, V_x, L, h, R_{cr}, g) \\ A_z(\omega_{ro} - b_{ro}, \omega_{ya} - b_{ya}, \omega_{pi} - b_{pi}, \dot{\omega}_{ro}, \dot{\omega}_{ya}, \dot{\omega}_{pi}, G_x - b_x, \zeta, \theta, \phi, V_x, L, h, R_{cr}, g) + b_z \\ \frac{\sec \zeta}{1 - R_{cr}/R_e(1 - \cos \phi)} V_x \\ Q_x(\omega_{ro} - b_{ro}, \omega_{ya} - b_{ya}, \omega_{pi} - b_{pi}, \dot{\omega}_{ro}, \dot{\omega}_{ya}, \dot{\omega}_{pi}, G_x - b_x, \zeta, \theta, \phi, V_x, L, h, R_{cr}, g, W_x, W_z, I_{xx}, I_{yy}, I_{zz}, I_{xz}) \end{bmatrix} \quad (93)$$

Trị số của b_z trong Phương trình (93) là trị số độ lệch của cảm biến gia tốc trên dưới $b_z(b_{z1}, b_{z2}, b_{z3})$ được cung cấp bởi cụm nhập độ lệch ảo 59 của mỗi bộ lọc trong số các bộ lọc Kalman 50 (50_1, 50_2 và 50_3).

Theo cách khác, độ lệch của cảm biến gia tốc trái - phải b_y có thể được ước tính có tính đến độ hợp lý có được dựa trên các kết quả ước tính từ các bộ lọc Kalman 50. Trong trường hợp này, mỗi bộ lọc trong số các bộ lọc Kalman 50, ở cụm tính toán theo phương trình hệ thống 51, thực hiện việc tính toán bằng cách sử dụng Phương trình (94) được đưa ra dưới đây, thay cho Phương trình (69a), làm phương trình hệ thống, và, ở cụm tính toán theo phương trình quan trắc 52, thực hiện việc tính toán bằng cách sử dụng Phương trình (95) được đưa ra dưới đây, thay cho Phương trình (70a), làm phương trình quan trắc.

Biểu thức 90

$$\frac{d}{dt} \begin{bmatrix} \phi \\ \theta \\ V_x \\ b_{ro} \\ b_{pi} \\ b_{ya} \\ b_x \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \dot{\theta}(\omega_{pi} - b_{pi}, \omega_{ya} - b_{ya}, \phi) \\ \dot{\phi}(\omega_{ro} - b_{ro}, \omega_{pi} - b_{pi}, \omega_{ya} - b_{ya}, \theta, \phi) \\ A_x(\omega_{ro} - b_{ro}, \omega_{ya} - b_{ya}, \omega_{pi} - b_{pi}, \dot{\omega}_{ro}, \dot{\omega}_{ya}, \dot{\omega}_{pi}, G_x - b_x, \theta, \phi, V_x, \zeta, L, h, R_{cr}, g) \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix} \quad (94)$$

Biểu thức 91

$$\begin{bmatrix} G_y \\ G_z \\ v_r \\ 0 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} A_y (\omega_{ro} - b_{ro}, \omega_{ya} - b_{ya}, \omega_{pi} - b_{pi}, \dot{\omega}_{ro}, \dot{\omega}_{ya}, \dot{\omega}_{pi}, \zeta, \theta, \phi, V_x, L, h, R_{cr}, g) + b_y \\ A_z (\omega_{ro} - b_{ro}, \omega_{ya} - b_{ya}, \omega_{pi} - b_{pi}, \dot{\omega}_{ro}, \dot{\omega}_{ya}, \dot{\omega}_{pi}, G_x - b_x, \zeta, \theta, \phi, V_x, L, h, R_{cr}, g) \\ \frac{\sec \zeta}{1 - R_{cr}/R_e(1 - \cos \phi)} V_x \\ Q_x (\omega_{ro} - b_{ro}, \omega_{ya} - b_{ya}, \omega_{pi} - b_{pi}, \dot{\omega}_{ro}, \dot{\omega}_{ya}, \dot{\omega}_{pi}, G_x - b_x, \zeta, \theta, \phi, V_x, L, h, R_{cr}, g, W_x, W_z, I_{xx}, I_{yy}, I_{zz}, I_{xz}) \end{bmatrix} \quad (95)$$

Tương tự, trị số của b_y trong Phương trình (95) có thể là trị số độ lệch của cảm biến gia tốc trái - phải $b_y(b_{y1}, b_{y2}, b_{y3})$ được cung cấp bởi cụm nhập độ lệch ảo 59 của mỗi bộ lọc trong số các bộ lọc Kalman 50 (50_1, 50_2 và 50_3).

(3) Theo phương án này của sáng chế, cơ cấu ước tính tư thế 10 bao gồm cụm ước tính tải trọng 60, cụm ước tính đại lượng hành trình của hệ thống treo 70, cụm ước tính góc nâng/góc lệch 80, và cụm ước tính độ dốc 90. Theo cách khác, cơ cấu ước tính tư thế 10 có thể không có chức năng trong số các chức năng tính toán này. Nghĩa là, như được thể hiện trên FIG.17, cơ cấu ước tính tư thế 10 có thể bao gồm nhóm cảm biến 5, cảm biến vận tốc của bánh sau 7, các bộ lọc thông thấp 31, 32, 33, 34, 35 và 36, và các bộ lấy vi phân 41, 42 và 43, và cụm tính toán 49.

Trong trường hợp này, không giống phương án được thể hiện trên FIG.10, cơ cấu ước tính tư thế 10 không có chức năng ước tính góc nâng/góc lệch ζ , và do đó cụm tính toán 49 không tiếp nhận góc nâng/góc lệch ζ và trị số chênh lệch bậc một của góc nâng/góc lệch ζ . Do đó, cụm tính toán 49 có thể thực hiện việc tính toán mà $\zeta=0$ trong các phương trình được đưa ra trên đây. Theo cách bố trí này, xe 100 có độ hợp lý ước tính tư thế của thân xe 1 mà không cần tính đến các sự dịch chuyển của hệ thống treo.

Tính toán các trị số ước tính của các tham số

Dưới đây, độ hợp lý của cơ cấu ước tính tư thế theo phương án của sáng chế để ước tính tư thế của xe 100 với độ chính xác cao sẽ được chứng minh có dựa vào các ví dụ. Đối với các ví dụ được đưa ra dưới đây, giống như cơ cấu theo phương án thứ nhất, tư thế của xe 100 được ước tính bởi cơ cấu ước tính tư thế theo phương án của sáng chế trong khi xe 100 di chuyển trên mặt đường định trước. Do đó, sai số độ lệch được cố tình tạo ra trong cảm biến định trước ở thời điểm định trước.

Ví dụ 1

Cụm tính toán 49 được giả định trước trên các hình vẽ từ FIG.18A đến FIG.18G được tạo kết cấu sao cho mỗi bộ lọc Kalman 50 ước tính góc lắn ϕ , vận tốc của xe V_x , độ

lệch của cảm biến vận tốc góc lăn b_{ro} , độ lệch của cảm biến vận tốc góc trục hướng b_{ya} , độ lệch của cảm biến vận tốc góc xoắn b_{pi} , và độ lệch của cảm biến gia tốc trên - dưới b_z , và độ lệch của cảm biến gia tốc trước - sau b_x được ước tính có tính đến độ hợp lý có được dựa trên các kết quả ước tính bởi các bộ lọc Kalman 50.

FIG.18A và FIG.18B là các đồ thị thể hiện các trị số ước tính kết quả khi sai số độ lệch bằng 100 mG được thêm vào cảm biến gia tốc trước - sau 25 ở thời điểm định trước. Trên FIG.18A và FIG.18B, đường chấm chấm biểu thị trị số đúng, đường nét đứt biểu thị trị số được ước tính bằng cách sử dụng một bộ lọc Kalman 50, và đường nét liền biểu thị trị số được ước tính bằng cách sử dụng các bộ lọc Kalman 50. Số liệu được biểu thị bằng đường nét đứt là số liệu có được khi trị số của một độ lệch của cảm biến được ước tính thêm bằng cách sử dụng phương trình đặc trưng, như được mô tả theo phương án này của sáng chế.

Trên FIG.18A, trị số ước tính của độ lệch của cảm biến gia tốc trước - sau b_x tăng sau thời điểm định trước, biểu thị rằng sự ước tính gần với trị số đúng đã đạt được. Các trị số ước tính của các độ lệch của cảm biến khác bằng không, một lần nữa biểu thị rằng sự ước tính gần với trị số đúng đã đạt được. Trên FIG.18A, số liệu được biểu thị bằng đường nét đứt đã không có được thông qua quy trình ước tính bằng cách sử dụng độ hợp lý, và cách bố trí này không cho phép độ lệch của cảm biến gia tốc trước - sau b_x được ước tính.

FIG.18B chứng minh rằng đường nét liền đạt được các kết quả ước tính gần với trị số đúng hơn so với đường nét đứt. Điều này thể hiện rằng việc bố trí các bộ lọc Kalman 50 song song và ước tính thêm sai số độ lệch dựa trên độ hợp lý nâng cao độ chính xác ước tính.

Các hình vẽ từ FIG.18C đến FIG.18G là các đồ thị thể hiện các trị số ước tính kết quả khi sai số độ lệch đã được tạo ra trong các cảm biến khác với cảm biến gia tốc trước - sau 25. Trên các hình vẽ từ FIG.18C đến FIG.18G, đường chấm chấm biểu thị trị số đúng, và đường nét liền biểu thị trị số được ước tính bằng cách sử dụng các bộ lọc Kalman 50.

FIG.18C thể hiện các trị số ước tính nhận được khi độ lệch là 1 độ /giây được thêm vào cảm biến vận tốc góc lăn 21 sau khoảng thời gian định trước. FIG.18D thể hiện các trị số ước tính nhận được khi độ lệch là 1 độ /giây được thêm vào trong cảm biến vận tốc góc xoắn 23 sau khoảng thời gian định trước. FIG.18E thể hiện các trị số ước tính nhận được khi độ lệch là 1 độ /giây được thêm vào cảm biến vận tốc góc trục hướng 22 sau khoảng thời gian định trước. FIG.18F thể hiện các trị số ước tính nhận được khi độ lệch là 100 mG

được thêm vào cảm biến gia tốc trên - dưới 24 sau khoảng thời gian định trước.

FIG.18G thể hiện các trị số ước tính nhận được khi các độ lệch được thêm vào tất cả các cảm biến theo cách kết hợp. Cụ thể, độ lệch là 1 độ /giây được thêm vào cảm biến vận tốc góc lăn 21, độ lệch là 1 độ /giây được thêm vào trong cảm biến vận tốc góc xoắn 23, độ lệch là 1 độ /giây được thêm vào cảm biến vận tốc góc trục hướng 22, độ lệch là 100 mG được thêm vào cảm biến gia tốc trên - dưới 24, và độ lệch là 100 mG được thêm vào cảm biến gia tốc trước - sau 25.

Các hình vẽ từ FIG.18C đến FIG.18G chứng minh rằng, ngay sau khi độ lệch được thêm vào, các trị số ước tính của một số độ lệch của cảm biến khác tạm thời dao động, nhưng cùng được hội tụ theo thời gian. Điều này xác nhận rằng, trong mọi trường hợp, các trị số của các độ lệch của cảm biến được ước tính với độ chính xác cao mà không bị gây trở ngại bởi các độ lệch khác.

Ví dụ 2

Cụm tính toán 49 được giả định trước trên các hình vẽ từ FIG.19A đến FIG.19G được tạo kết cấu sao cho mỗi bộ lọc Kalman 50 ước tính góc lăn ϕ , vận tốc của xe V_x , độ lệch của cảm biến vận tốc góc lăn b_{ro} , độ lệch của cảm biến vận tốc góc trục hướng b_{ya} , độ lệch của cảm biến vận tốc góc xoắn b_{pi} , và độ lệch của cảm biến gia tốc trước - sau b_x , và độ lệch của cảm biến gia tốc trên - dưới b_z được ước tính có tính đến độ hợp lý có được dựa trên các kết quả ước tính bởi các bộ lọc Kalman 50.

FIG.19A và FIG.19B là các đồ thị thể hiện các trị số ước tính kết quả khi sai số độ lệch là 100 mG được thêm vào cảm biến gia tốc trước - sau 24 ở thời điểm định trước. Trên FIG.19A và FIG.19B, đường chấm chấm biểu thị trị số đúng, đường nét đứt biểu thị trị số được ước tính bằng cách sử dụng một bộ lọc Kalman 50, và đường nét liền biểu thị trị số được ước tính bằng cách sử dụng các bộ lọc Kalman 50. Số liệu được biểu thị bằng đường nét đứt là số liệu có được khi trị số của một độ lệch của cảm biến được ước tính thêm sử dụng phương trình đặc trưng, như được mô tả theo phương án này của sáng chế.

Được thể hiện trên FIG.19A, trị số ước tính của độ lệch của cảm biến gia tốc trên - dưới b_z tăng sau thời điểm định trước, biểu thị rằng sự ước tính gần với trị số đúng đã đạt được. Các trị số ước tính của các độ lệch của cảm biến khác bằng không, một lần nữa biểu thị rằng sự ước tính gần với trị số đúng đã đạt được. Đối với FIG.19A, số liệu được biểu thị bằng đường nét đứt đã không có được thông qua quy trình ước tính bằng cách sử dụng độ hợp lý, và cách bố trí này không cho phép độ lệch của cảm biến gia tốc trước - sau b_z

được ước tính.

FIG.19B chứng minh rằng đường nét liền đạt được các kết quả ước tính gần với trị số đúng hơn so với đường nét đứt. Điều này thể hiện rằng việc bố trí các bộ lọc Kalman 50 song song và ước tính thêm sai số độ lệch dựa trên độ hợp lý nâng cao độ chính xác ước tính.

Các hình vẽ từ FIG.19C đến FIG.19G là các đồ thị thể hiện các trị số ước tính kết quả khi sai số độ lệch được tạo ra trong các cảm biến khác với cảm biến gia tốc trước - sau 24. Trên FIG.19C đến FIG.19G, đường chấm chấm biểu thị trị số đúng, và đường nét liền biểu thị trị số được ước tính bằng cách sử dụng các bộ lọc Kalman 50.

FIG.19C thể hiện các trị số ước tính nhận được khi độ lệch là 1 độ /giây được thêm vào cảm biến vận tốc góc lăn 21 sau khoảng thời gian định trước. FIG.19D thể hiện các trị số ước tính nhận được khi độ lệch là 1 độ /giây được thêm vào trong cảm biến vận tốc góc xoắn 23 sau khoảng thời gian định trước. FIG.19E thể hiện các trị số ước tính nhận được khi độ lệch là 1 độ /giây được thêm vào cảm biến vận tốc góc trục hướng 22 sau khoảng thời gian định trước. FIG.19F thể hiện các trị số ước tính nhận được khi độ lệch là 100 mG được thêm vào cảm biến gia tốc trước - sau 25 sau khoảng thời gian định trước.

FIG.19G thể hiện các trị số ước tính nhận được khi các độ lệch được thêm vào tất cả các cảm biến theo cách kết hợp. Cụ thể, độ lệch là 1 độ /giây được thêm vào cảm biến vận tốc góc lăn 21, độ lệch là 1 độ /giây được thêm vào trong cảm biến vận tốc góc xoắn 23, độ lệch là 1 độ /giây được thêm vào cảm biến vận tốc góc trục hướng 22, độ lệch là 100 mG được thêm vào cảm biến gia tốc trên - dưới 24, và độ lệch là 100 mG được thêm vào cảm biến gia tốc trước - sau 25.

FIG.19C đến FIG.19G chứng minh rằng, ngay sau khi độ lệch được thêm vào, các trị số ước tính của một số độ lệch của cảm biến khác tạm thời dao động, nhưng cùng được hội tụ theo thời gian. Điều này xác nhận rằng, trong mọi trường hợp, các trị số của các độ lệch của cảm biến được ước tính với độ chính xác cao mà không bị gây trở ngại bởi các độ lệch khác.

Ví dụ 3

Cụm tính toán 49 được giả định trước trên các hình vẽ từ FIG.20A đến FIG.20G được tạo kết cấu sao cho mỗi bộ lọc Kalman 50 ước tính góc lăn ϕ , vận tốc của xe V_x , độ lệch của cảm biến vận tốc góc lăn b_{ro} , độ lệch của cảm biến vận tốc góc trục hướng b_{ya} , độ lệch của cảm biến vận tốc góc xoắn b_{pi} , và độ lệch của cảm biến gia tốc trước - sau b_x , và

độ lệch của cảm biến gia tốc trái - phải b_y được ước tính có tính đến độ hợp lý có được dựa trên các kết quả ước tính bởi các bộ lọc Kalman 50.

FIG.20A và FIG.20B là các đồ thị thể hiện các trị số ước tính kết quả khi sai số độ lệch là 100 mG được thêm vào cảm biến gia tốc trái - phải 26 ở thời điểm định trước. Trên FIG.20A và FIG.20B, đường chấm chấm biểu thị trị số đúng, đường nét đứt biểu thị trị số được ước tính bằng cách sử dụng một bộ lọc Kalman 50, và đường nét liền biểu thị trị số được ước tính bằng cách sử dụng các bộ lọc Kalman 50. Số liệu được biểu thị bằng đường nét đứt là số liệu có được khi trị số của một độ lệch của cảm biến được ước tính thêm bằng cách sử dụng phương trình đặc trưng, như được mô tả theo phương án này của sáng chế.

Được thể hiện trên FIG.20A, trị số ước tính của độ lệch của cảm biến gia tốc trái - phải b_y tăng sau thời điểm định trước, biểu thị rằng sự ước tính gần với trị số đúng đã đạt được. Các trị số ước tính của các độ lệch của cảm biến khác bằng không, một lần nữa biểu thị rằng sự ước tính gần với trị số đúng đã đạt được. Đối với FIG.20A, số liệu được biểu thị bằng đường nét đứt đã không có được thông qua quy trình ước tính bằng cách sử dụng độ hợp lý, và cách bố trí này không cho phép độ lệch của cảm biến gia tốc trái - phải b_y được ước tính.

FIG.20B chứng minh rằng đường nét liền đạt được các kết quả ước tính gần với trị số đúng hơn so với đường nét đứt. Điều này thể hiện rằng việc bố trí các bộ lọc Kalman 50 song song và ước tính thêm sai số độ lệch dựa trên độ hợp lý nâng cao độ chính xác ước tính.

Các hình vẽ từ FIG.20C đến FIG.20G là các đồ thị thể hiện các trị số ước tính kết quả khi sai số độ lệch được tạo ra trong các cảm biến khác với cảm biến gia tốc trái - phải 26. Trên các hình vẽ từ FIG.20C đến FIG.20G, đường chấm chấm biểu thị trị số đúng, và đường nét liền biểu thị trị số được ước tính bằng cách sử dụng các bộ lọc Kalman 50.

FIG.20C thể hiện các trị số ước tính nhận được khi độ lệch là 1 độ /giây được thêm vào cảm biến vận tốc góc lăn 21 sau khoảng thời gian định trước. FIG.20D thể hiện các trị số ước tính nhận được khi độ lệch là 1 độ /giây được thêm vào trong cảm biến vận tốc góc xoắn 23 sau khoảng thời gian định trước. FIG.20E thể hiện các trị số ước tính nhận được khi độ lệch là 1 độ /giây được thêm vào cảm biến vận tốc góc trục hướng 22 sau khoảng thời gian định trước. FIG.20F thể hiện các trị số ước tính nhận được khi độ lệch là 100 mG được thêm vào cảm biến gia tốc trước - sau 25 sau khoảng thời gian định trước.

FIG.20G thể hiện các trị số ước tính nhận được khi các độ lệch được thêm vào tất cả

các cảm biến theo cách kết hợp. Cụ thể, độ lệch là 1 độ /giây được thêm vào cảm biến vận tốc góc lăn 21, độ lệch là 1 độ /giây được thêm vào trong cảm biến vận tốc góc xoắn 23, độ lệch là 1 độ /giây được thêm vào cảm biến vận tốc góc trệch hướng 22, độ lệch là 100 mG được thêm vào cảm biến gia tốc trước - sau 25, và độ lệch là 100 mG được thêm vào cảm biến gia tốc trái - phải 26.

Các hình vẽ từ FIG.20C đến FIG.20G chứng minh rằng, ngay sau khi độ lệch được thêm vào, các trị số ước tính của một số độ lệch của cảm biến khác tạm thời dao động, nhưng cùng được hội tụ theo thời gian. Điều này xác nhận rằng, trong mọi trường hợp, các trị số của các độ lệch của cảm biến đã được ước tính với độ chính xác cao mà không bị gây trở ngại bởi các độ lệch khác.

Hơn nữa, các kết quả từ Ví dụ 1 đến 3 chứng tỏ rằng sẽ đạt được sự ước tính với độ chính xác cao ngay cả khi cụm đo độ lệch để ước tính đại lượng độ lệch trong các bộ lọc Kalman 50 thay đổi hoặc ngay cả khi cụm đo độ lệch để ước tính đại lượng độ lệch bằng cách sử dụng độ hợp lý thay đổi.

Ví dụ 4

FIG.21A và FIG.21B so sánh độ chính xác ước tính của cơ cấu ước tính tư thế theo phương án thứ nhất với độ chính xác ước tính của cơ cấu ước tính tư thế theo phương án thứ hai. FIG.21A và FIG.21B là các đồ thị thể hiện các trị số ước tính kết quả khi độ lệch được thêm vào cảm biến vận tốc góc lăn 21, cảm biến vận tốc góc xoắn 23, cảm biến vận tốc góc trệch hướng 22, cảm biến gia tốc trước - sau 25, và cảm biến gia tốc trên - dưới 24. FIG.21B là đồ thị thể hiện các trị số khác nhau giữa các kết quả được thể hiện trên FIG.21A và các trị số đúng.

Trên FIG.21A và FIG.21B, đường chấm chấm biểu thị trị số đúng. Đường xích hai chấm biểu thị các kết quả từ cơ cấu ước tính tư thế được tạo kết cấu làm ví dụ so sánh. Ví dụ so sánh biểu thị cơ cấu ước tính tư thế có cảm biến vận tốc góc lăn 21, cảm biến vận tốc góc trệch hướng 22, cảm biến gia tốc trên - dưới 24, cảm biến gia tốc trước - sau 25 và cảm biến gia tốc trái - phải 26 và có một bộ lọc Kalman 50. Cơ cấu ước tính tư thế của ví dụ so sánh được tạo kết cấu để ước tính độ lệch của cảm biến vận tốc góc lăn b_{ro} , độ lệch của cảm biến vận tốc góc trệch hướng b_{yo} và độ lệch của cảm biến gia tốc trên - dưới b_z .

Trên FIG.21A và FIG.21B, đường nét đứt biểu thị các kết quả từ cơ cấu ước tính tư thế theo phương án thứ nhất. Cơ cấu ước tính tư thế này được tạo kết cấu để ước tính độ lệch của cảm biến vận tốc góc lăn b_{ro} , độ lệch của cảm biến vận tốc góc trệch hướng b_{yo} ,

độ lệch của cảm biến vận tốc góc xoắn b_{pi} , và độ lệch của cảm biến gia tốc trên - dưới b_z .

Trên FIG.21A và FIG.21B, đường nét liền biểu thị các kết quả từ cơ cấu ước tính tư thế theo phương án thứ hai. Cơ cấu ước tính tư thế này được tạo kết cấu để ước tính độ lệch của cảm biến vận tốc góc lăn b_{ro} , độ lệch của cảm biến vận tốc góc trệch hướng b_{yo} , độ lệch của cảm biến vận tốc góc xoắn b_{pi} , độ lệch của cảm biến gia tốc trên - dưới b_z , và độ lệch của cảm biến gia tốc trước - sau b_x . Theo cách bố trí này, độ lệch của cảm biến vận tốc góc lăn b_{ro} , độ lệch của cảm biến vận tốc góc trệch hướng b_{yo} , độ lệch của cảm biến vận tốc góc xoắn b_{pi} , và độ lệch của cảm biến gia tốc trước - sau b_x được ước tính bởi các bộ lọc Kalman 50 và độ lệch của cảm biến gia tốc trên - dưới b_z được ước tính bằng cách sử dụng độ hợp lý.

Từ FIG.21A và FIG.21B, có thể hiểu được rằng số lượng của các độ lệch được ước tính càng lớn, thì các trị số ước tính càng gần với các trị số đúng.

Các phương án khác

Các phương án khác sẽ được mô tả.

<1> theo các phương án nêu trên, thông tin từ cảm biến vận tốc của bánh sau 7 lắp trên bánh sau 3 được cung cấp, dưới dạng vận tốc của bánh sau, cho cụm tính toán 49. Theo cách khác, như được thể hiện trên FIG.22, thông tin từ cảm biến vận tốc của bánh trước 8 lắp trên bánh trước 2 có thể được cung cấp, dưới dạng vận tốc bánh trước của xe, cho cụm tính toán 49. Theo cách thực hiện này, các phương trình nêu trên có thể được tính toán với vector ρ được thay thế bằng vector σ . Để tính toán, lực vector F_f có thể được cho là lực tác dụng lên điểm tiếp đất với mặt đường P3 của bánh sau 3 và lực vector F_R có thể được cho là lực tác dụng lên điểm tiếp đất với mặt đường P2 của bánh trước 2 để cho phép ước tính tư thế của thân xe 1 bằng cách sử dụng cùng một phương pháp như nêu trên.

<2> Khi sự dịch chuyển của lực tác dụng lên 100 khi nhìn từ điểm tham chiếu O được tính toán, vector khí động học γ có thể là gần đúng, $\gamma=0$. Theo cách thực hiện này, số hạng γ không có mặt trong Phương trình (57); tuy nhiên, do biểu thức quan hệ của phương trình (51) được sử dụng trong quá trình sắp xếp lại Phương trình (57) thành Phương trình (58) để thay thế γ bằng hàm số của thừa số khác, sẽ nhận được cùng một phương trình như Phương trình (58).

<3> Các cảm biến vận tốc góc, nghĩa là cảm biến vận tốc góc lăn 21, cảm biến vận tốc góc trệch hướng 22 và cảm biến vận tốc góc xoắn 23 có thể được thay thế bằng các cảm biến để đo các vận tốc góc quanh ba hoặc nhiều trục khác với hướng từ trên xuống,

hướng từ phía trái sang phía phải và hướng từ phía trước ra phía sau của xe 100. Theo cách thực hiện này, các trị số đo được từ các cảm biến vận tốc góc có thể được thay thế bằng vận tốc góc lăn ω_{ro} , vận tốc góc xoắn ω_{pi} và vận tốc góc trệch hướng ω_{ya} bằng cách sử dụng phương pháp hình học. Sau đó, dựa trên các trị số thay thế, cơ cấu ước tính tư thế 10 có thể thực hiện việc tính toán được tạo ra bởi các phương trình nêu trên.

Tương tự, trong cơ cấu theo các phương án nêu trên, các cảm biến gia tốc, là cảm biến gia tốc trên - dưới 24, cảm biến gia tốc trước - sau 25 và cảm biến gia tốc trái - phải 26 có thể được thay thế bằng ba hoặc nhiều cảm biến gia tốc cho các hướng khác với hướng từ trên xuống, hướng từ phía trái sang phía phải và hướng từ phía trước ra phía sau của xe 100. Theo cách thực hiện này, các trị số đo được từ các cảm biến gia tốc có thể được thay thế bằng gia tốc trên - dưới G_z , gia tốc trước - sau G_x và gia tốc trái - phải G_y bằng cách sử dụng phương pháp hình học. Sau đó, dựa trên các trị số thay thế, cơ cấu ước tính tư thế 10 có thể thực hiện việc tính toán được tạo ra bởi các phương trình nêu trên.

<4> Theo các phương án nêu trên, một tham số trong số các tham số đầu vào dành cho cụm tính toán 49 là vận tốc của bánh sau v_r ; theo cách khác, vận tốc của xe đo được bởi cảm biến vận tốc có độ hợp lý đo tốc độ di chuyển (nghĩa là, vận tốc của xe) của xe 100 có thể là tham số đầu vào dành cho cụm tính toán 49. Một ví dụ có thể là thông tin từ cảm biến GPS.

Theo cách thực hiện này, vận tốc của xe V_x được ước tính bởi cụm tính toán 49 có thể được thay thế bằng thông tin liên quan đến vận tốc của xe đo được bởi cảm biến. Nghĩa là, cụm tính toán 49 không thể ước tính vận tốc của xe V_x .

<5> Theo các phương án nêu trên, cụm tính toán 49 có thể được thực hiện bởi ECU 20 và chương trình; theo cách khác, một số hoặc tất cả chức năng của cụm tính toán 49 có thể được thực hiện bởi phần cứng như mạch điện tử.

<6> Phương pháp lọc dành cho các bộ lọc Kalman theo sáng chế không chỉ giới hạn ở việc lọc dành cho các bộ lọc Kalman 50 theo các phương án nêu trên. Ví dụ nêu trên có thể được thay thế bằng phương pháp lọc thích hợp khác. Các bộ lọc Kalman làm ví dụ có thể là bộ lọc thích ứng quân phương nhỏ nhất (LMS - Least Mean Square) hoặc lọc bằng H_∞ chẳng hạn.

<9> Theo các phương án nêu trên, cơ cấu ước tính tư thế 10 được áp dụng cho xe máy; theo cách khác, nếu mô hình tương tự có sẵn, nó có thể được áp dụng cho các xe khác như xe bốn bánh có động cơ hoặc xe ba bánh có động cơ hoặc các phương tiện giao

thông khác như tàu thủy.

Theo các phương án nêu trên, sai số độ lệch là trị số biểu thị mức chênh lệch giữa trị số đo được từ mỗi cụm đo và trị số thực tế, nghĩa là trị số đúng. Mỗi bộ lọc Kalman tiếp nhận các trị số đo được từ các cụm đo. Hơn nữa, mỗi bộ lọc Kalman tiếp nhận đại lượng độ lệch ảo. Đại lượng độ lệch ảo là trị số ảo của sai số độ lệch dành cho ít nhất một cụm trong số các cụm đo, ví dụ, của sai số độ lệch thứ nhất. Cụm đo với sai số độ lệch thứ nhất liên quan đến là cụm đo độ lệch. Đại lượng độ lệch ảo là trị số ảo của sai số độ lệch dành cho cụm đo độ lệch.

Ít nhất hai đại lượng độ lệch ảo được cung cấp cho các bộ lọc Kalman là khác nhau. Nghĩa là, ít nhất hai đại lượng độ lệch ảo là khác nhau lần lượt được cung cấp cho ít nhất hai bộ lọc Kalman.

Mỗi bộ lọc Kalman cung cấp trị số ước tính của góc lặn và độ hợp lý. Hơn nữa, mỗi bộ lọc Kalman có thể cung cấp, dưới dạng trị số ước tính, sai số độ lệch dành cho ít nhất một trong số các cụm đo là khác với cụm đo độ lệch (nghĩa là sai số độ lệch thứ hai). Mỗi bộ lọc Kalman được tạo kết cấu để tính toán trị số ước tính từ hoạt động ước tính hiện thời bằng cách sử dụng các trị số đo được đưa vào trong khi hoạt động ước tính hiện thời và trị số ước tính được tính toán trong hoạt động ước tính trước.

Theo các phương án nêu trên, mỗi bộ lọc Kalman tiếp nhận trị số đo được từ cụm đo vận tốc góc thứ nhất, trị số đo được từ cụm đo vận tốc góc thứ hai, trị số đo được từ cụm đo gia tốc thứ nhất, trị số đo được từ cụm đo gia tốc thứ hai, trị số đo được từ cụm đo gia tốc thứ ba, trị số đo được từ cụm đo thông tin tốc độ, và đại lượng độ lệch ảo dành cho sai số độ lệch thứ nhất. Đầu ra của mỗi bộ lọc Kalman bao gồm ít nhất trị số ước tính của góc lặn của thân dịch chuyển được và độ hợp lý.

Đối với hoạt động ước tính hiện thời, mỗi bộ lọc Kalman sử dụng ít nhất một trị số trong số trị số đo được từ cụm đo vận tốc góc thứ nhất, trị số đo được từ cụm đo vận tốc góc thứ hai, trị số đo được từ cụm đo gia tốc thứ nhất, trị số đo được từ cụm đo gia tốc thứ hai, trị số đo được từ cụm đo gia tốc thứ ba và trị số đo được từ cụm đo thông tin tốc độ, cũng như trị số ước tính từ hoạt động ước tính trước, để tính toán trị số ước tính trung gian hiện thời. Bộ lọc Kalman hiệu chỉnh trị số ước tính trung gian dựa trên kết quả so sánh giữa trị số ước tính trước và trị số quan sát. Trị số quan sát có thể là ít nhất một trị số trong số các trị số đo được từ cụm đo vận tốc góc thứ nhất, trị số đo được từ cụm đo vận tốc góc thứ hai, trị số đo được từ cụm đo gia tốc thứ nhất, trị số đo được từ cụm đo gia tốc thứ hai, trị

số đo được từ cụm đo gia tốc thứ ba và trị số đo được từ cụm đo thông tin tốc độ. Trong các ví dụ nêu trên, mỗi bộ lọc Kalman tính toán độ khuếch đại Kalman là ví dụ về trị số biểu thị kết quả so sánh giữa trị số ước tính trước và trị số quan sát. Trị số ước tính trung gian được hiệu chỉnh bằng cách sử dụng trị số biểu thị kết quả so sánh giữa trị số ước tính trước và trị số quan sát, và trị số cuối cùng được cung cấp dưới dạng trị số ước tính của hoạt động ước tính hiện thời.

Theo các phương án nêu trên, mỗi bộ lọc Kalman tính toán khả năng dựa trên sai số quan sát/dự báo mà biểu thị sự chênh lệch của trị số ước tính trước và trị số quan sát là như thế nào. Trị số quan sát có thể là ít nhất một trị số trong số trị số đo được từ cụm đo vận tốc góc thứ nhất, trị số đo được từ cụm đo vận tốc góc thứ hai, trị số đo được từ cụm đo gia tốc thứ nhất, trị số đo được từ cụm đo gia tốc thứ hai, trị số đo được từ cụm đo gia tốc thứ ba và trị số đo được từ cụm đo thông tin tốc độ.

Giải thích các số chỉ dẫn

- 1: thân xe
- 2: bánh trước
- 3: bánh sau
- 5: nhóm cảm biến
- 7: cảm biến vận tốc của bánh sau
- 8: cảm biến vận tốc của bánh trước
- 10: cơ cấu ước tính tư thế
- 11: các tay lái
- 12: hệ thống điều hướng
- 14: đèn pha
- 15: cơ cấu dẫn động đèn pha
- 16: chạc trước
- 20: cụm điều khiển điện tử (ECU – Electronic Control Unit)
- 21: cảm biến vận tốc góc lăn
- 22: cảm biến vận tốc góc trục hướng
- 23: cảm biến vận tốc góc xoắn
- 24: cảm biến gia tốc trên - dưới
- 25: cảm biến gia tốc trước - sau
- 26: cảm biến gia tốc trái - phải

- 31, 32, 33, 34, 35 và 36: các bộ lọc thông thấp
- 41, 42, 43 và 45: các bộ lấy vi phân
- 49: cụm tính toán
- 50: các bộ lọc Kalman
- 51: cụm tính toán theo phương trình hệ thống
- 52: cụm tính toán theo phương trình quan trắc
- 53: bộ trừ
- 54: bộ cộng
- 55: bộ tích phân
- 56: cụm tính toán độ khuếch đại Kalman
- 57 cụm tính toán độ hợp lý
- 58: bộ lọc thông thấp
- 59: cụm nhập độ lệch ảo
- 60: cụm ước tính tải trọng
- 70: cụm ước tính đại lượng hành trình của hệ thống treo
- 80: cụm ước tính góc nâng/góc lệch
- 90: cụm ước tính độ dốc
- 100: xe
- 200: mặt đường

YÊU CẦU BẢO HỘ

1. Cơ cấu ước tính tư thế để ước tính tư thế của thân dịch chuyển được bao gồm:

cụm đo vận tốc góc thứ nhất được tạo kết cấu để đo vận tốc góc thứ nhất, vận tốc góc thứ nhất là vận tốc góc của thân dịch chuyển được quanh trục thứ nhất;

cụm đo vận tốc góc thứ hai được tạo kết cấu để đo vận tốc góc thứ hai, vận tốc góc thứ hai là vận tốc góc của thân dịch chuyển được quanh trục thứ hai, trục thứ hai có hướng khác với hướng của trục thứ nhất;

cụm đo gia tốc thứ nhất được tạo kết cấu để đo gia tốc thứ nhất, gia tốc thứ nhất là gia tốc của thân dịch chuyển được theo hướng thứ nhất;

cụm đo gia tốc thứ hai được tạo kết cấu để đo gia tốc thứ hai, gia tốc thứ hai là gia tốc của thân dịch chuyển được theo hướng thứ hai, hướng thứ hai là hướng khác với hướng thứ nhất;

cụm đo gia tốc thứ ba được tạo kết cấu để đo gia tốc thứ ba, gia tốc thứ ba là gia tốc của thân dịch chuyển được theo hướng thứ ba, hướng thứ ba là hướng khác với hướng thứ nhất và hướng thứ hai;

cụm đo thông tin tốc độ được tạo kết cấu để đo thông tin về tốc độ dịch chuyển theo hướng tiến của thân dịch chuyển được; và

cụm ước tính tư thế được tạo kết cấu để ước tính góc lặn của thân dịch chuyển được và ước tính sai số độ lệch thứ nhất bằng cách sử dụng quy trình tính toán, sai số độ lệch thứ nhất là sai số độ lệch trong cụm đo vận tốc góc thứ nhất, và/hoặc sai số độ lệch trong cụm đo vận tốc góc thứ hai, và/hoặc sai số độ lệch trong cụm đo gia tốc thứ nhất, và/hoặc sai số độ lệch trong cụm đo gia tốc thứ hai, và/hoặc sai số độ lệch trong cụm đo gia tốc thứ ba,

trong đó cụm ước tính tư thế này bao gồm:

mỗi bộ lọc trong số các bộ lọc Kalman được tạo kết cấu để tiếp nhận, dưới dạng đại lượng độ lệch ảo cho sai số độ lệch thứ nhất, một trị số liên quan trong số các trị số có ít nhất hai trị số khác nhau, và

trong thao tác ước tính hiện tại, mỗi bộ lọc trong số các bộ lọc Kalman sử dụng trị số đo được từ cụm đo vận tốc góc thứ nhất, trị số đo được từ cụm đo vận tốc góc thứ hai, trị số đo được từ cụm đo gia tốc thứ nhất, trị số đo được từ cụm đo gia tốc thứ hai, trị số đo được từ cụm đo gia tốc thứ ba, trị số đo được từ cụm đo thông tin tốc độ, trị số ước tính

của góc lặn từ hoạt động ước tính trước, và đại lượng độ lệch ảo để tính toán trị số ước tính của góc lặn của thân dịch chuyển được và độ hợp lý trong thao tác ước tính hiện tại, độ hợp lý biểu thị độ tin cậy của kết quả ước tính,

cụm ước tính tư thế ước tính sai số độ lệch thứ nhất dựa trên các độ hợp lý có được từ các bộ lọc Kalman và các đại lượng độ lệch ảo được cung cấp cho các bộ lọc Kalman.

2. Cơ cấu ước tính tư thế theo điểm 1, trong đó cụm ước tính tư thế ước tính sai số độ lệch thứ nhất bằng cách hiệu chỉnh bù đại lượng độ lệch ảo được tiếp nhận bởi mỗi bộ lọc trong số các bộ lọc Kalman dựa trên độ hợp lý có được từ một bộ lọc trong số các bộ lọc Kalman.

3. Cơ cấu ước tính tư thế theo điểm 1 hoặc 2, trong đó cụm ước tính tư thế ước tính góc lặn của thân dịch chuyển được dựa trên các độ hợp lý có được từ các bộ lọc Kalman và các góc lặn của thân dịch chuyển được có được từ các bộ lọc Kalman.

4. Cơ cấu ước tính tư thế theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 1 đến 3, trong đó mỗi bộ lọc trong số các bộ lọc Kalman bao gồm:

bộ lọc Kalman thứ nhất được tạo kết cấu để tiếp nhận, dưới dạng đại lượng độ lệch ảo, trị số lớn hơn so với trị số có thể tối đa của đại lượng độ lệch cho cụm đo độ lệch, cụm đo độ lệch này là cụm đo mà sai số độ lệch thứ nhất liên quan đến cụm đo này;

bộ lọc Kalman thứ hai được tạo kết cấu để tiếp nhận, dưới dạng đại lượng độ lệch ảo, trị số nhỏ hơn so với trị số có thể tối thiểu của đại lượng độ lệch của cụm đo độ lệch; và

bộ lọc Kalman thứ ba được tạo kết cấu để tiếp nhận, dưới dạng đại lượng độ lệch ảo, trị số giữa trị số có thể tối thiểu và trị số có thể tối đa của đại lượng độ lệch của cụm đo độ lệch.

5. Cơ cấu ước tính tư thế theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 1 đến 4, trong đó sai số độ lệch thứ nhất là sai số độ lệch từ một cụm trong số cụm đo gia tốc thứ nhất, cụm đo gia tốc thứ hai, và cụm đo gia tốc thứ ba.

6. Cơ cấu ước tính tư thế theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 1 đến 5, trong đó mỗi bộ lọc trong số các bộ lọc Kalman tính toán sai số độ lệch thứ hai ngoài góc lặn của thân dịch

chuyển được và độ hợp lý, sai số độ lệch thứ hai là sai số độ lệch từ một cụm trong số của cụm đo vận tốc góc thứ nhất, cụm đo vận tốc góc thứ hai, cụm đo gia tốc thứ nhất, cụm đo gia tốc thứ hai, và cụm đo gia tốc thứ ba, khác với cụm đo độ lệch, và, trong thao tác ước tính hiện tại, tính toán trị số ước tính của góc lặn của thân dịch chuyển được, trị số ước tính của sai số độ lệch thứ hai và độ hợp lý sử dụng trị số đo được từ cụm đo vận tốc góc thứ nhất, trị số đo được từ cụm đo vận tốc góc thứ hai, trị số đo được từ cụm đo gia tốc thứ nhất, trị số đo được từ cụm đo gia tốc thứ hai, trị số đo được từ cụm đo gia tốc thứ ba, trị số đo được từ cụm đo thông tin tốc độ, trị số ước tính của góc lặn từ hoạt động ước tính trước, trị số ước tính của sai số độ lệch thứ hai từ hoạt động ước tính trước, và đại lượng độ lệch ảo,

trong đó cụm ước tính tư thế ước tính sai số độ lệch thứ hai dựa trên các khả năng có được từ các bộ lọc Kalman và các sai số độ lệch thứ hai có được từ các bộ lọc Kalman.

7. Cơ cấu ước tính tư thế theo điểm 6, trong đó sai số độ lệch thứ hai là sai số độ lệch từ cụm đo khác với cụm đo độ lệch, cụm đo này khác với cụm đo độ lệch bao gồm cụm đo vận tốc góc thứ nhất, và/hoặc cụm đo vận tốc góc thứ hai, và/hoặc cụm đo gia tốc thứ nhất, và/hoặc cụm đo gia tốc thứ hai và/hoặc cụm đo gia tốc thứ ba.

8. Cơ cấu ước tính tư thế theo điểm 7, trong đó sai số độ lệch thứ hai bao gồm các sai số độ lệch từ cụm đo vận tốc góc thứ nhất và cụm đo vận tốc góc thứ hai.

9. Cơ cấu ước tính tư thế theo điểm 8, trong đó sai số độ lệch thứ hai bao gồm sai số độ lệch từ cụm đo khác với cụm đo độ lệch, cụm đo khác với cụm đo độ lệch từ một cụm trong số cụm đo gia tốc thứ nhất, cụm đo gia tốc thứ hai và cụm đo gia tốc thứ ba.

10. Cơ cấu ước tính tư thế theo điểm 9, trong đó:

cụm đo vận tốc góc thứ nhất đo vận tốc góc lặn của thân dịch chuyển được,

cụm đo vận tốc góc thứ hai đo vận tốc góc trệch hướng của thân dịch chuyển được,

và

sai số độ lệch thứ hai bao gồm sai số độ lệch từ cụm đo vận tốc góc thứ nhất, sai số độ lệch từ cụm đo vận tốc góc thứ hai và sai số độ lệch từ một cụm trong số cụm đo gia tốc thứ nhất và cụm đo gia tốc thứ hai khác với cụm đo độ lệch.

11. Cơ cấu ước tính tư thế theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 1 đến 10, trong đó cụm đo gia tốc thứ nhất đo gia tốc theo hướng từ trên xuống của thân dịch chuyển được,

cụm đo gia tốc thứ hai đo gia tốc theo hướng từ phía trái sang phía phải của thân dịch chuyển được,

cụm đo gia tốc thứ ba đo gia tốc theo hướng từ phía trước ra phía sau của thân dịch chuyển được, và

sai số độ lệch thứ nhất là sai số độ lệch từ cụm đo gia tốc thứ nhất hoặc sai số độ lệch từ cụm đo gia tốc thứ hai.

12. Cơ cấu ước tính tư thế theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 6 đến 10, trong đó cơ cấu này còn bao gồm:

cụm đo vận tốc góc thứ ba được tạo kết cấu để đo vận tốc góc thứ ba, vận tốc góc thứ ba là vận tốc góc của thân dịch chuyển được quanh trục thứ ba, trục thứ ba khác với trục thứ nhất và trục thứ hai,

trong đó trong thao tác ước tính hiện tại, mỗi bộ lọc trong số các bộ lọc Kalman tính toán trị số ước tính của góc lặn của thân dịch chuyển được, trị số ước tính của góc xoắn của thân dịch chuyển được và độ hợp lý sử dụng trị số đo được từ cụm đo vận tốc góc thứ nhất, trị số đo được từ cụm đo vận tốc góc thứ hai, trị số đo được từ cụm đo vận tốc góc thứ ba, trị số đo được từ cụm đo gia tốc thứ nhất, trị số đo được từ cụm đo gia tốc thứ hai, trị số đo được từ cụm đo gia tốc thứ ba, trị số đo được từ cụm đo thông tin tốc độ, trị số ước tính của góc lặn từ hoạt động ước tính trước, trị số ước tính của góc xoắn từ hoạt động ước tính trước, đại lượng độ lệch ảo, và trị số ước tính của sai số độ lệch thứ hai từ hoạt động ước tính trước,

cụm ước tính tư thế ước tính đại lượng độ lệch thứ nhất dựa trên các độ hợp lý có được từ các bộ lọc Kalman và các đại lượng độ lệch ảo được cung cấp cho các bộ lọc Kalman,

ước tính góc lặn của thân dịch chuyển được dựa trên các độ hợp lý có được từ các bộ lọc Kalman và các góc lặn của thân dịch chuyển được có được từ các bộ lọc Kalman, và

ước tính góc xoắn của thân dịch chuyển được dựa trên các độ hợp lý có được từ các bộ lọc Kalman và các góc xoắn của thân dịch chuyển được có được từ các bộ lọc Kalman.

13. Cơ cấu ước tính tư thế theo điểm 12, trong đó trong thao tác ước tính hiện tại, mỗi bộ lọc trong số các bộ lọc Kalman tính toán trị số ước tính của góc lặn của thân dịch chuyển được, trị số ước tính của góc xoắn của thân dịch chuyển được và độ hợp lý sử dụng phương trình đặc trưng trong đó trị số của hàm số định trước là hằng số, hàm số này có, là các phần tử của nó, trị số đo được từ cụm đo vận tốc góc thứ nhất, trị số đo được từ cụm đo vận tốc góc thứ hai, trị số đo được từ cụm đo vận tốc góc thứ ba, trị số đo được từ cụm đo gia tốc thứ nhất, trị số đo được từ cụm đo gia tốc thứ hai, trị số đo được từ cụm đo gia tốc thứ ba, trị số đo được từ cụm đo thông tin tốc độ, trị số ước tính của góc lặn từ hoạt động ước tính trước, trị số ước tính của góc xoắn từ hoạt động ước tính trước, đại lượng độ lệch ảo, và trị số ước tính của sai số độ lệch thứ hai từ hoạt động ước tính trước.

14. Cơ cấu ước tính tư thế theo điểm 12 hoặc 13, trong đó cơ cấu này còn bao gồm: cụm ước tính tải trọng được tạo kết cấu để ước tính tải trọng tác dụng lên ít nhất một bánh trong số bánh trước và bánh sau có trong thân dịch chuyển được,

trong đó cụm ước tính tải trọng ước tính tải trọng dựa trên trị số đo được từ cụm đo vận tốc góc thứ nhất, trị số đo được từ cụm đo vận tốc góc thứ hai, trị số đo được từ cụm đo vận tốc góc thứ ba, trị số đo được từ cụm đo gia tốc thứ nhất, trị số đo được từ cụm đo gia tốc thứ hai, trị số đo được từ cụm đo gia tốc thứ ba, trị số đo được từ cụm đo thông tin tốc độ, và góc lặn của thân dịch chuyển được, góc xoắn của thân dịch chuyển được và sai số độ lệch thứ nhất được ước tính bởi cụm ước tính tư thế.

15. Cơ cấu ước tính tư thế theo điểm 14, trong đó cơ cấu này còn bao gồm: cụm ước tính đại lượng hành trình của hệ thống treo được tạo kết cấu để ước tính đại lượng hành trình của hệ thống treo lắp trên ít nhất một bánh trong số bánh trước và bánh sau của thân dịch chuyển được,

trong đó cụm ước tính tải trọng ước tính tải trọng được cấp cho cả bánh trước và bánh sau lắp trên thân dịch chuyển được, và

cụm ước tính đại lượng hành trình của hệ thống treo ước tính đại lượng hành trình của hệ thống treo dựa trên trị số ước tính của tải trọng tác dụng lên cả bánh trước và bánh sau được ước tính bởi cụm ước tính tải trọng này.

16. Cơ cấu ước tính tư thế theo điểm 15, trong đó cơ cấu này còn bao gồm:

cụm ước tính góc nâng/góc lệch được tạo kết cấu để ước tính góc nâng/góc lệch dựa trên trị số ước tính của đại lượng hành trình của hệ thống treo được ước tính bởi cụm ước tính đại lượng hành trình của hệ thống treo, góc nâng/góc lệch là góc giữa trục trong hệ tọa độ của thân xe được cố định vào thân dịch chuyển được và trục trong hệ tọa độ mặt đường được cố định vào mặt đường tiếp xúc với bánh trước hoặc bánh sau.

17. Cơ cấu ước tính tư thế theo điểm 16, trong đó mỗi bộ lọc trong số các bộ lọc Kalman tính toán trị số ước tính của góc lặn của thân dịch chuyển được, trị số ước tính của góc xoắn của thân dịch chuyển được, và độ hợp lý có tính đến trị số ước tính của góc nâng/góc lệch được ước tính bởi cụm ước tính góc nâng/góc lệch.

18. Cơ cấu ước tính tư thế theo điểm 16 hoặc 17, trong đó cơ cấu này còn bao gồm:

cụm ước tính độ dốc được tạo kết cấu để ước tính độ dốc dọc của mặt đường mà thân dịch chuyển được được đặt trên đó dựa trên trị số ước tính của góc nâng/góc lệch được ước tính bởi cụm ước tính góc nâng/góc lệch và các trị số ước tính của góc lặn và góc xoắn của thân dịch chuyển được được ước tính bởi cụm ước tính tư thế này.

19. Phương tiện giao thông bao gồm: thân dịch chuyển được; và

cơ cấu ước tính tư thế theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 1 đến 18.

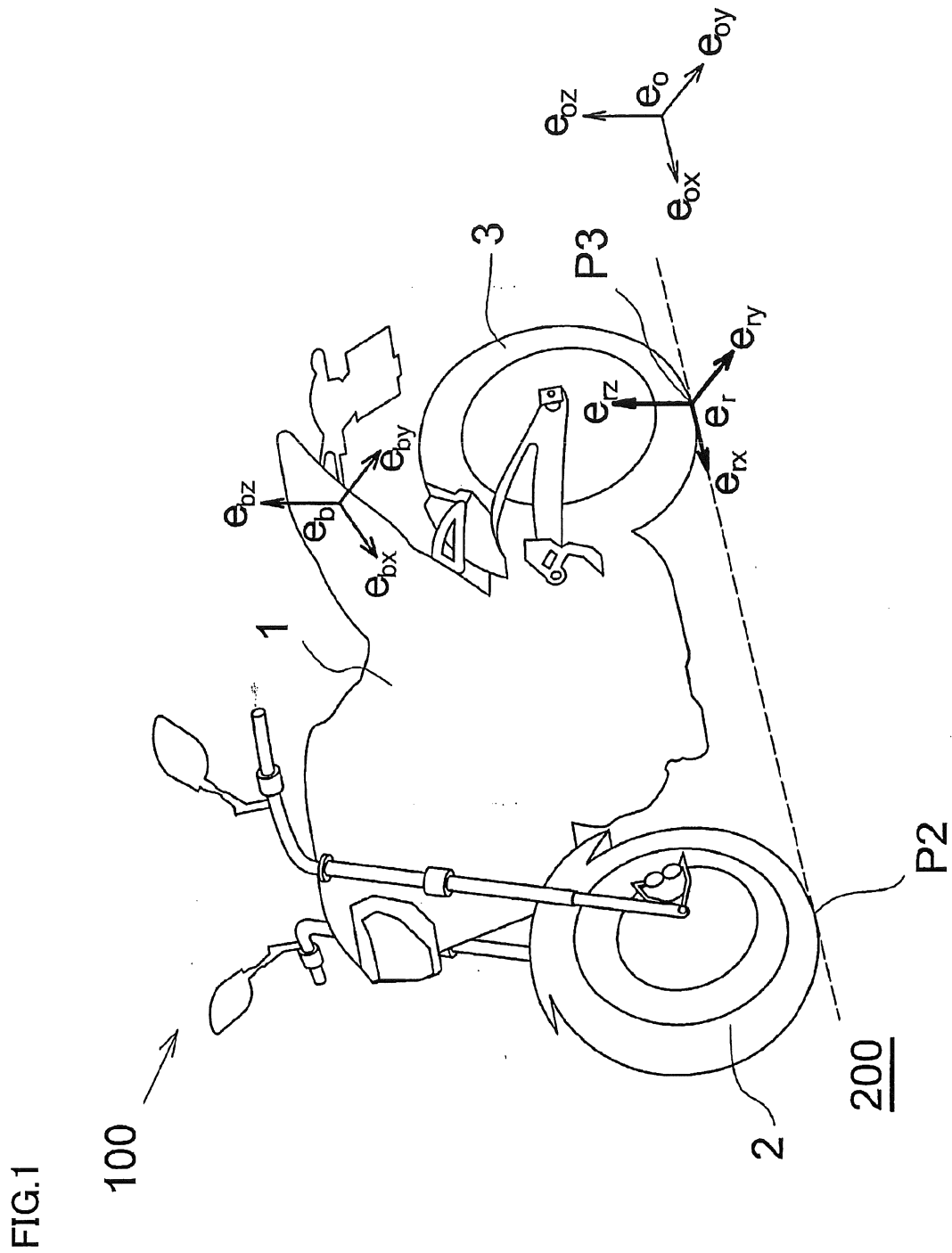


FIG. 2

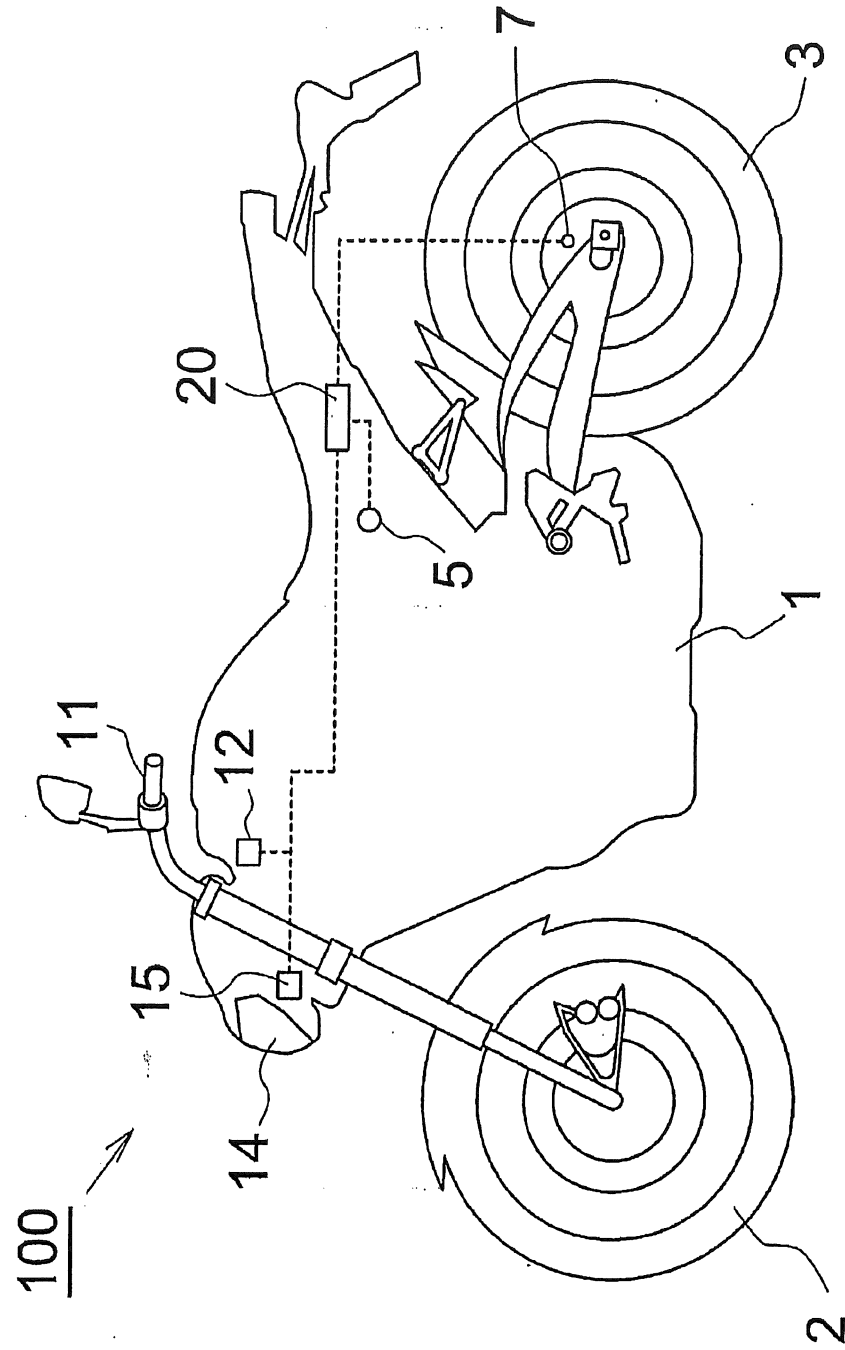


FIG.3

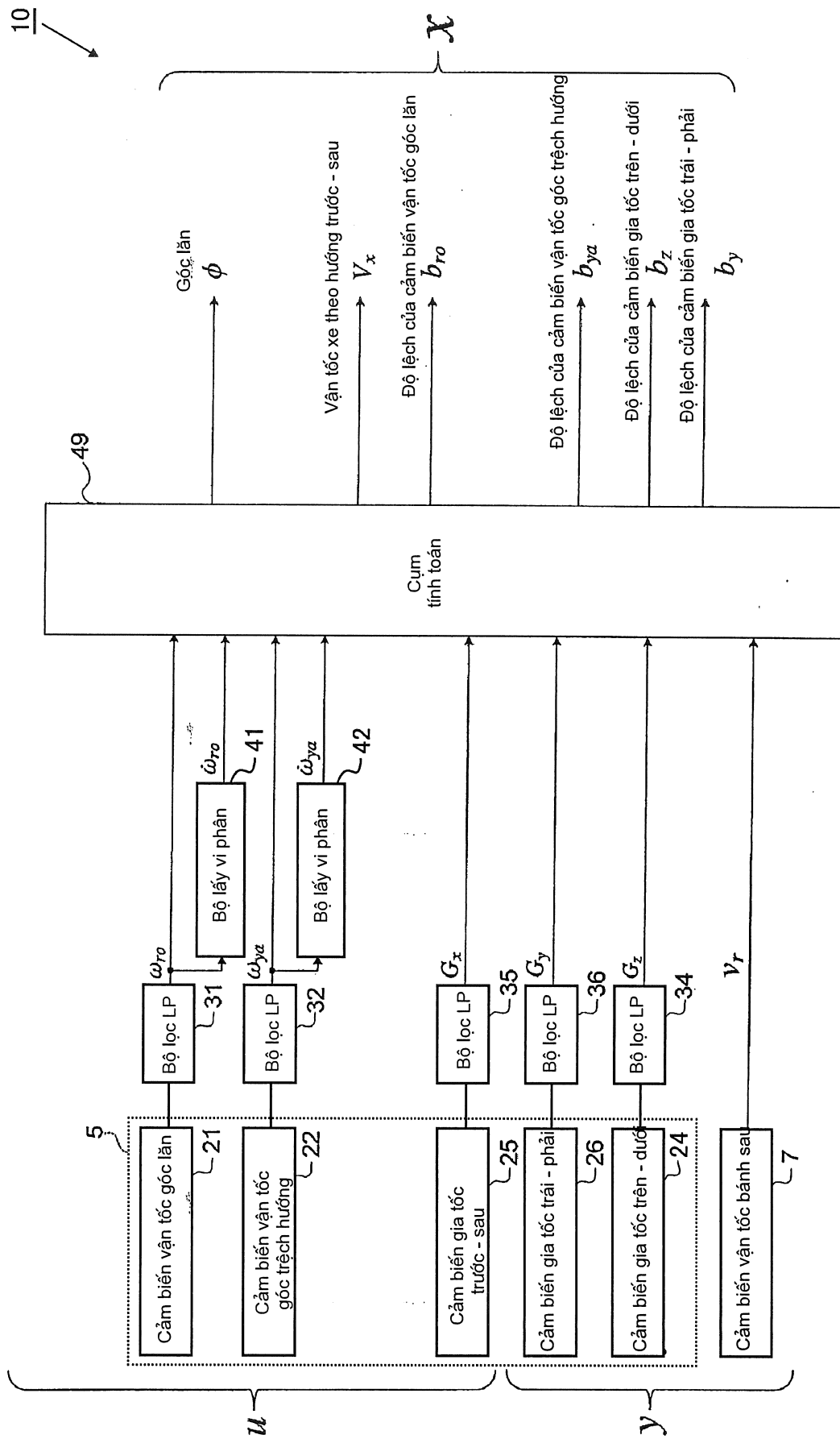
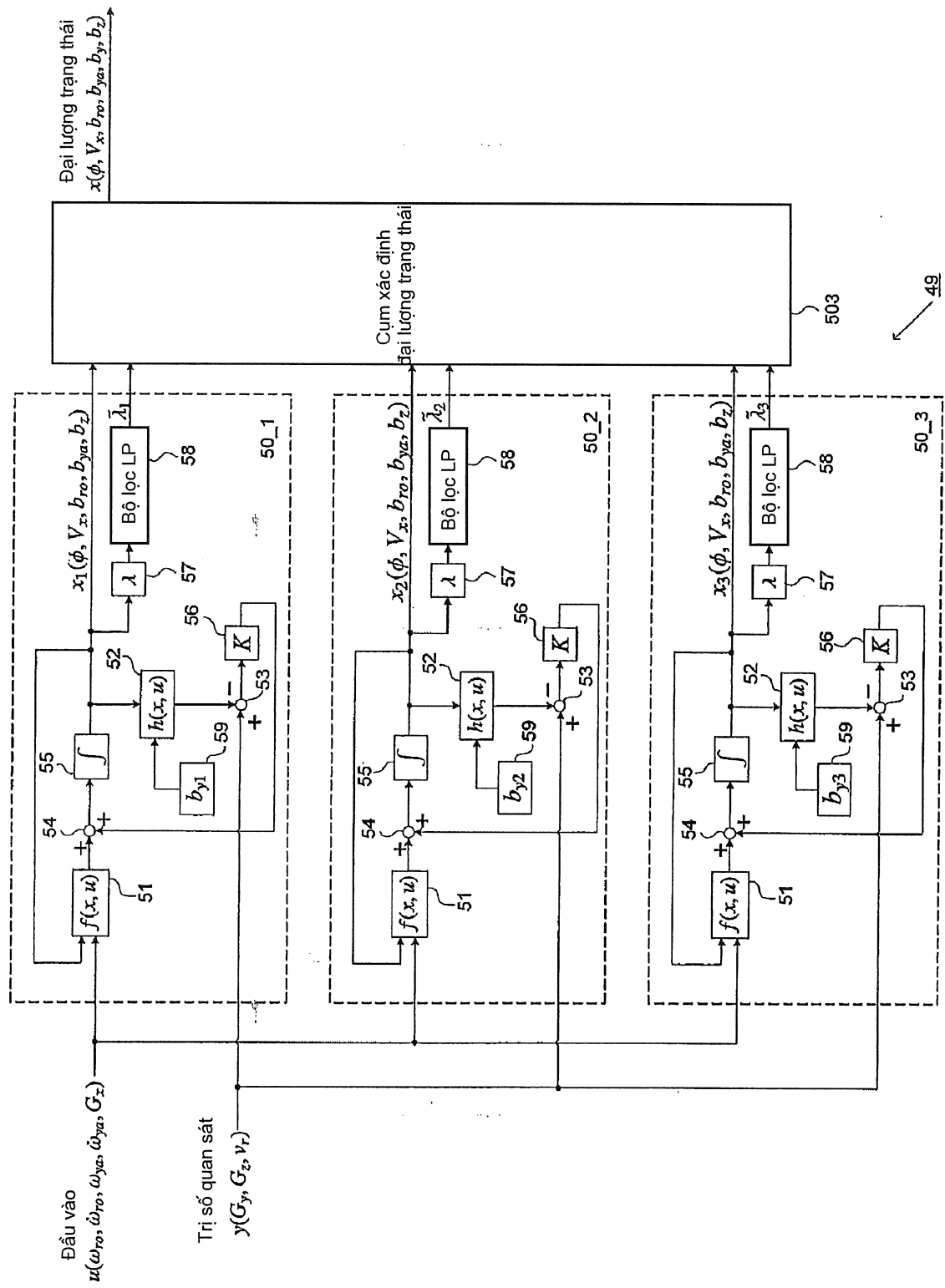


FIG.4



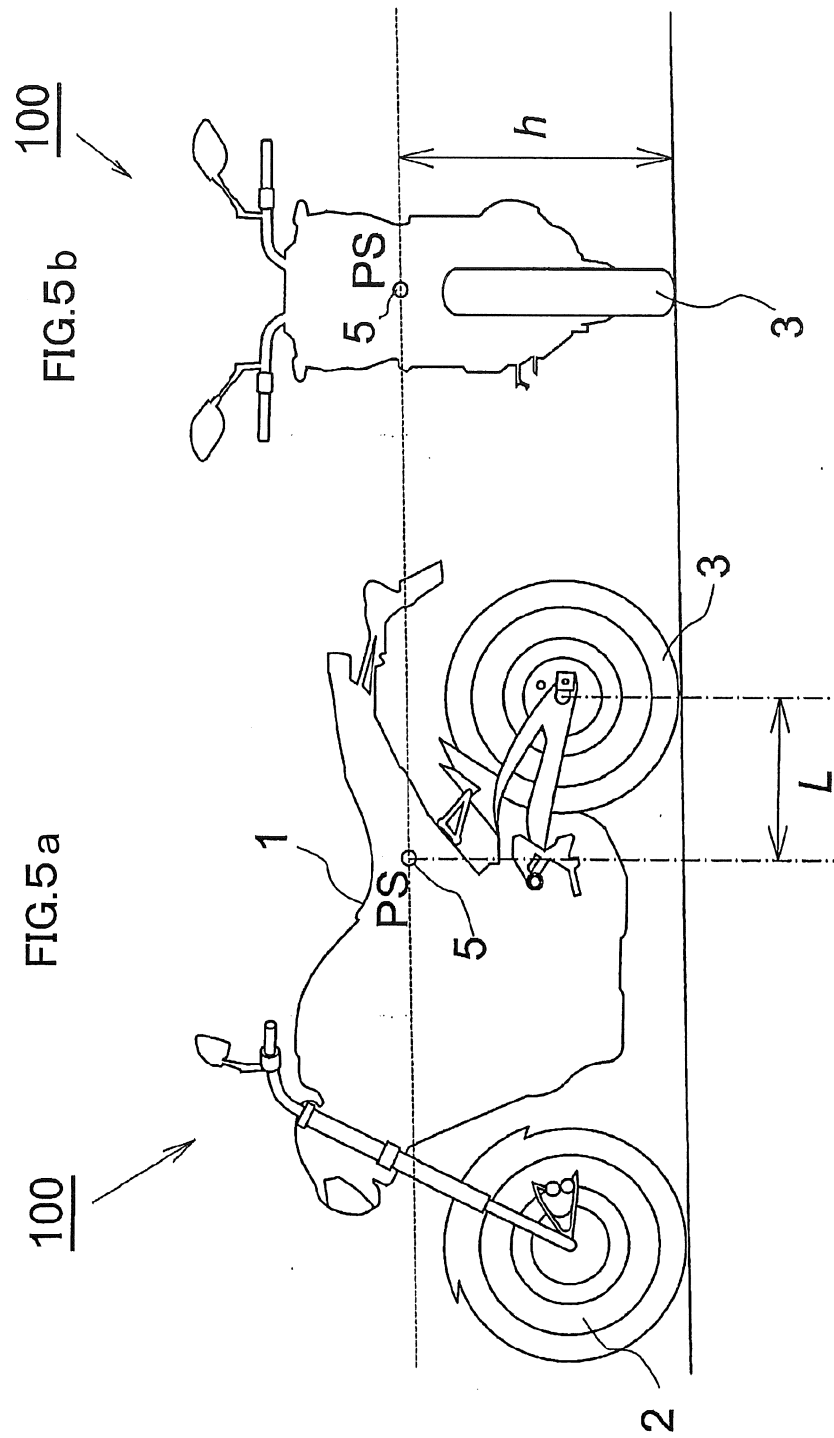


FIG.6

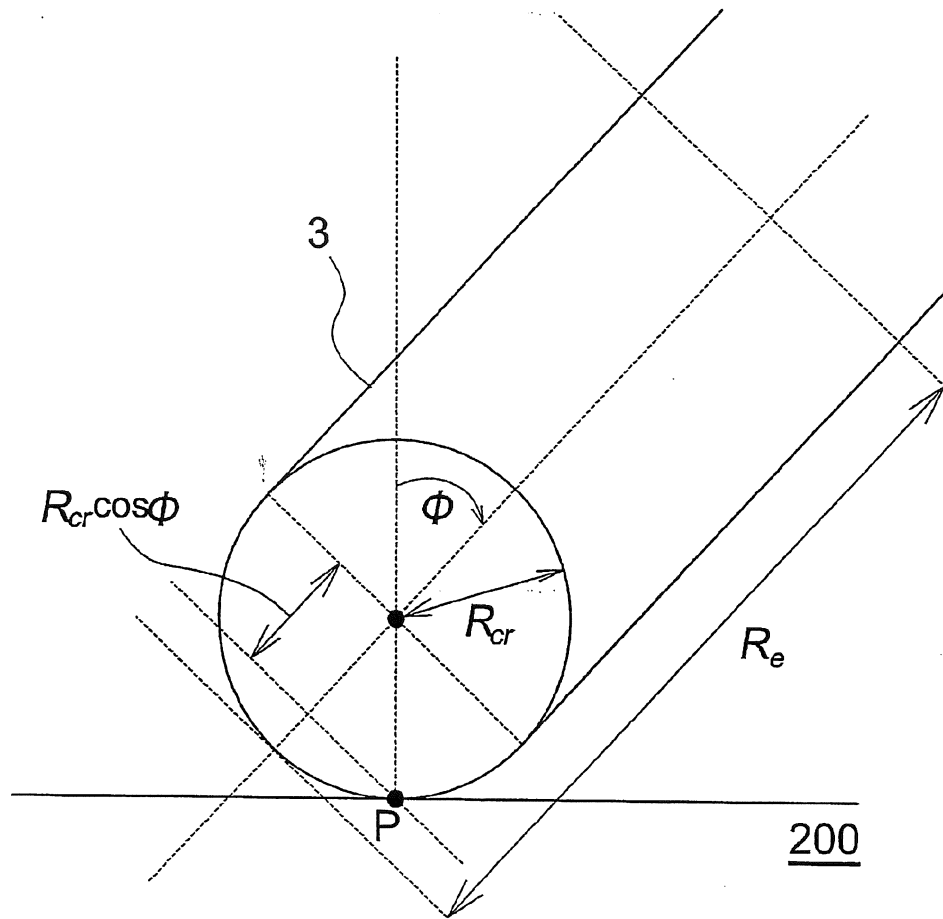


FIG. 7

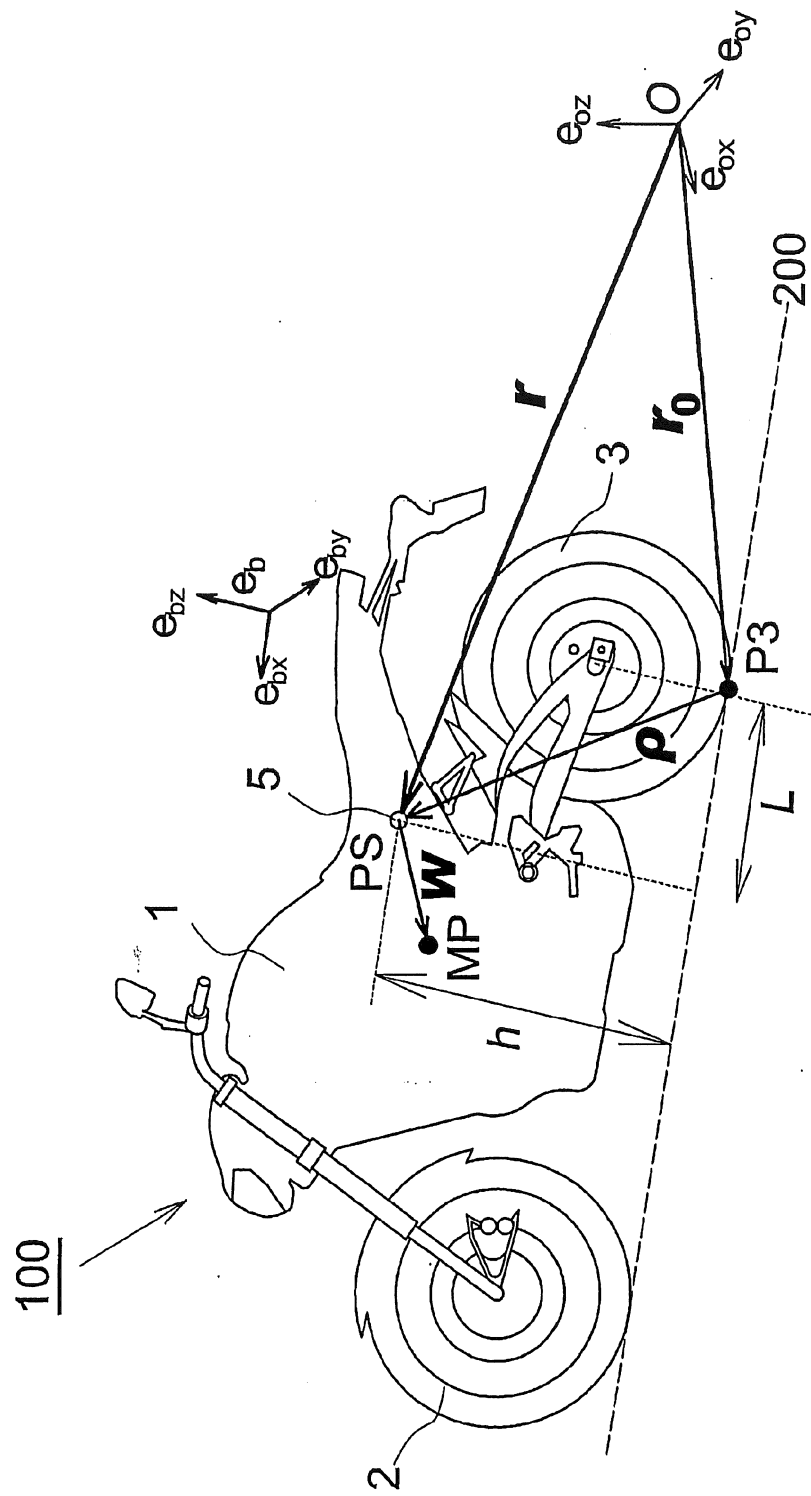


FIG. 8

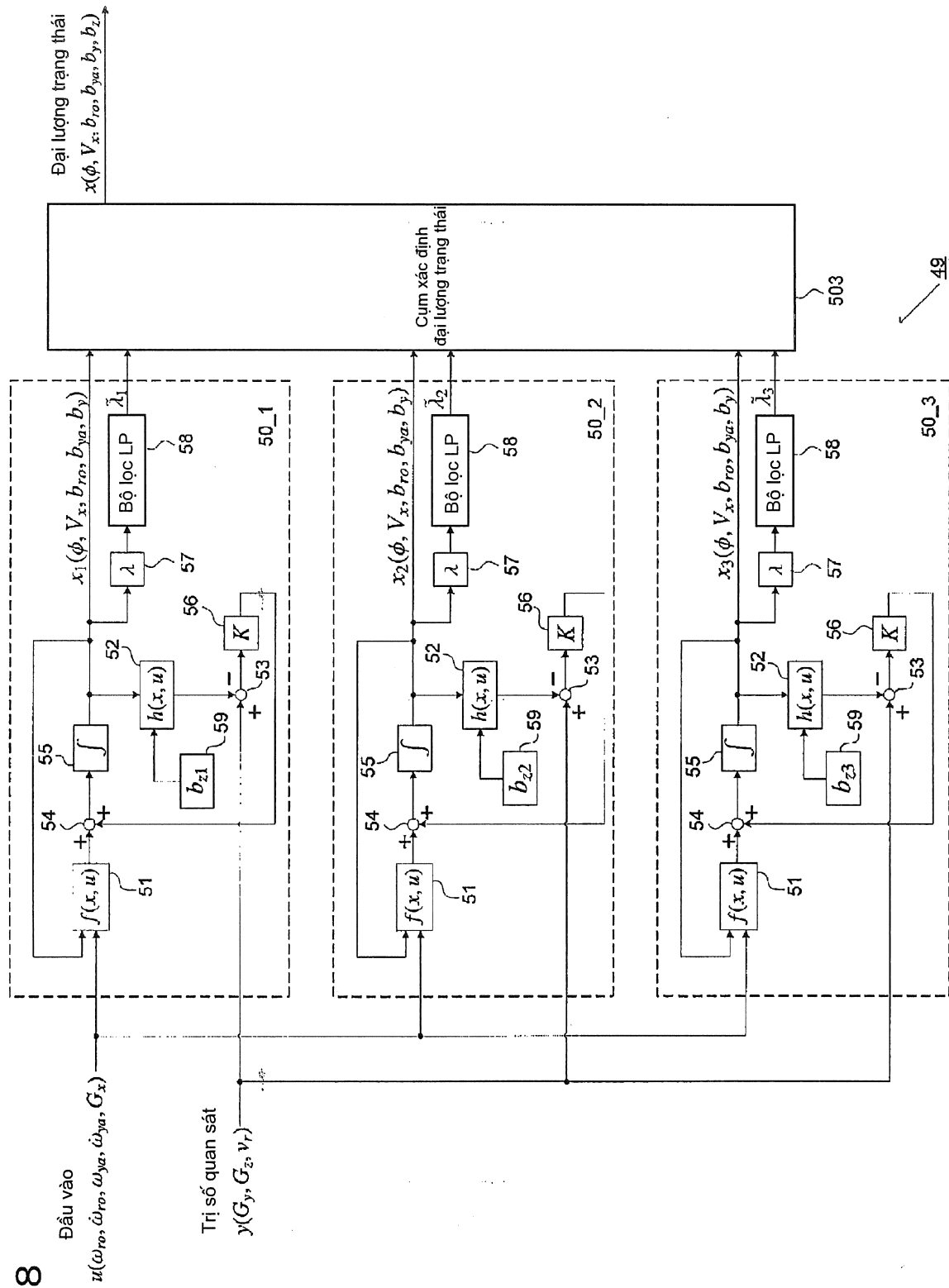


FIG.9A

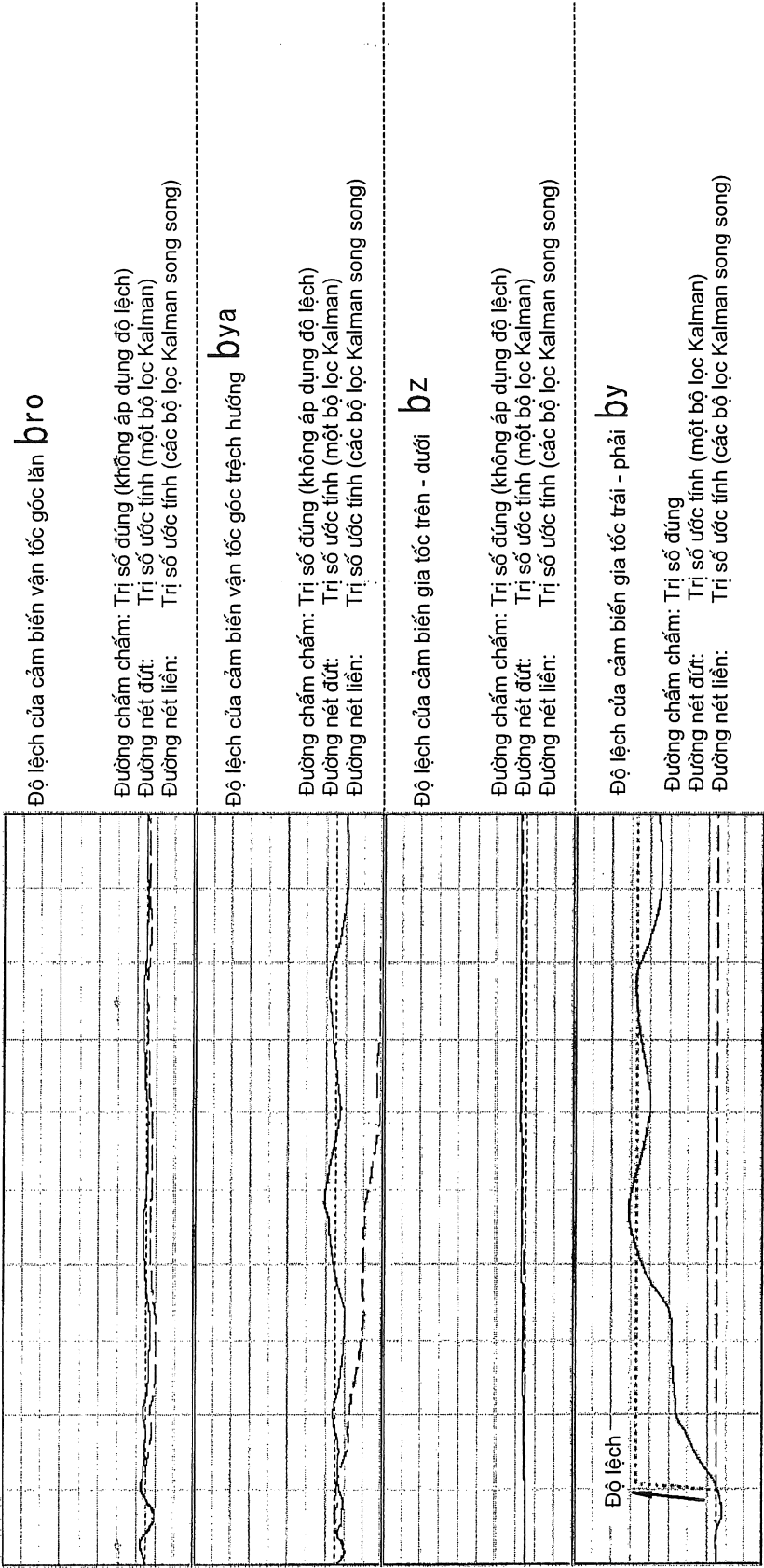


FIG.9B

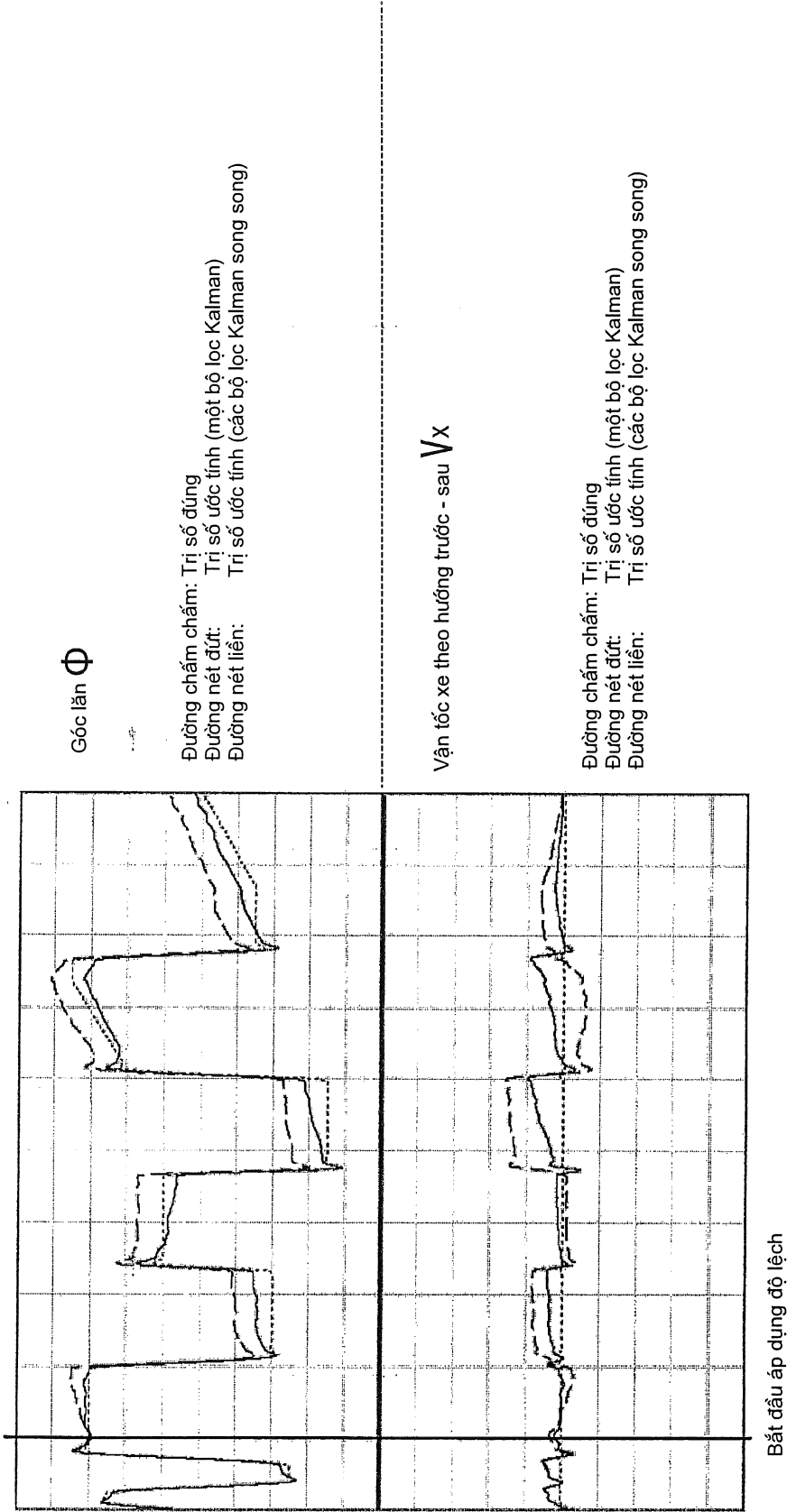


FIG.9C

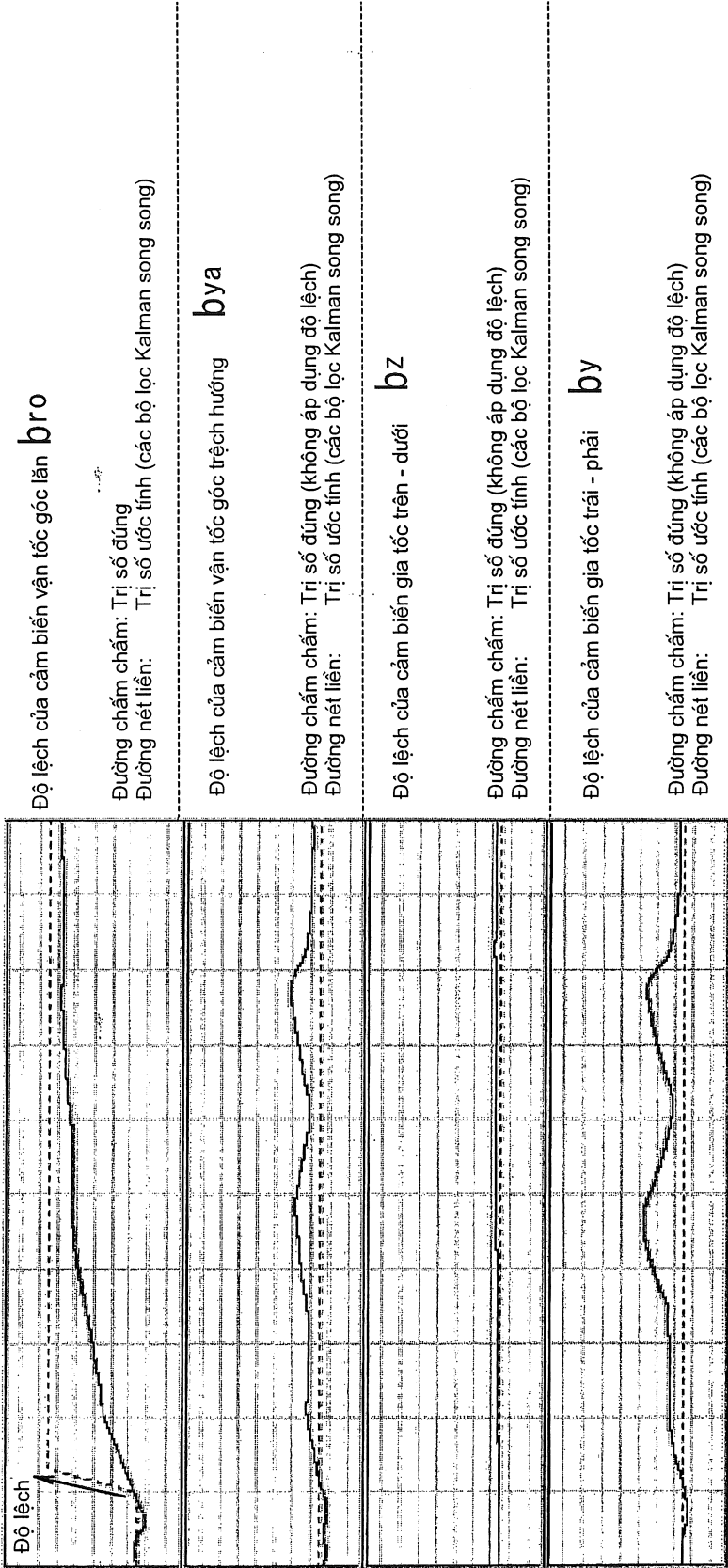


FIG.9D

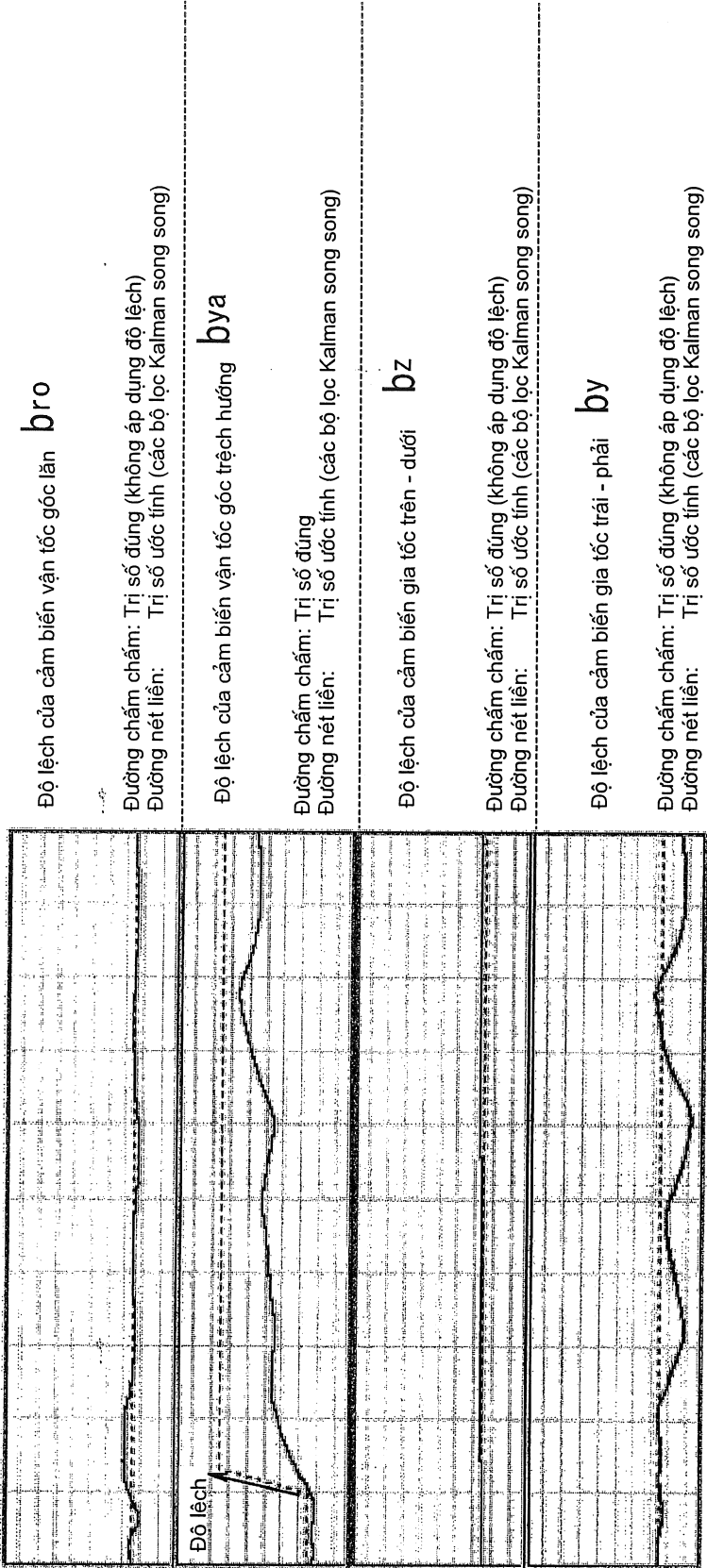


FIG.9E

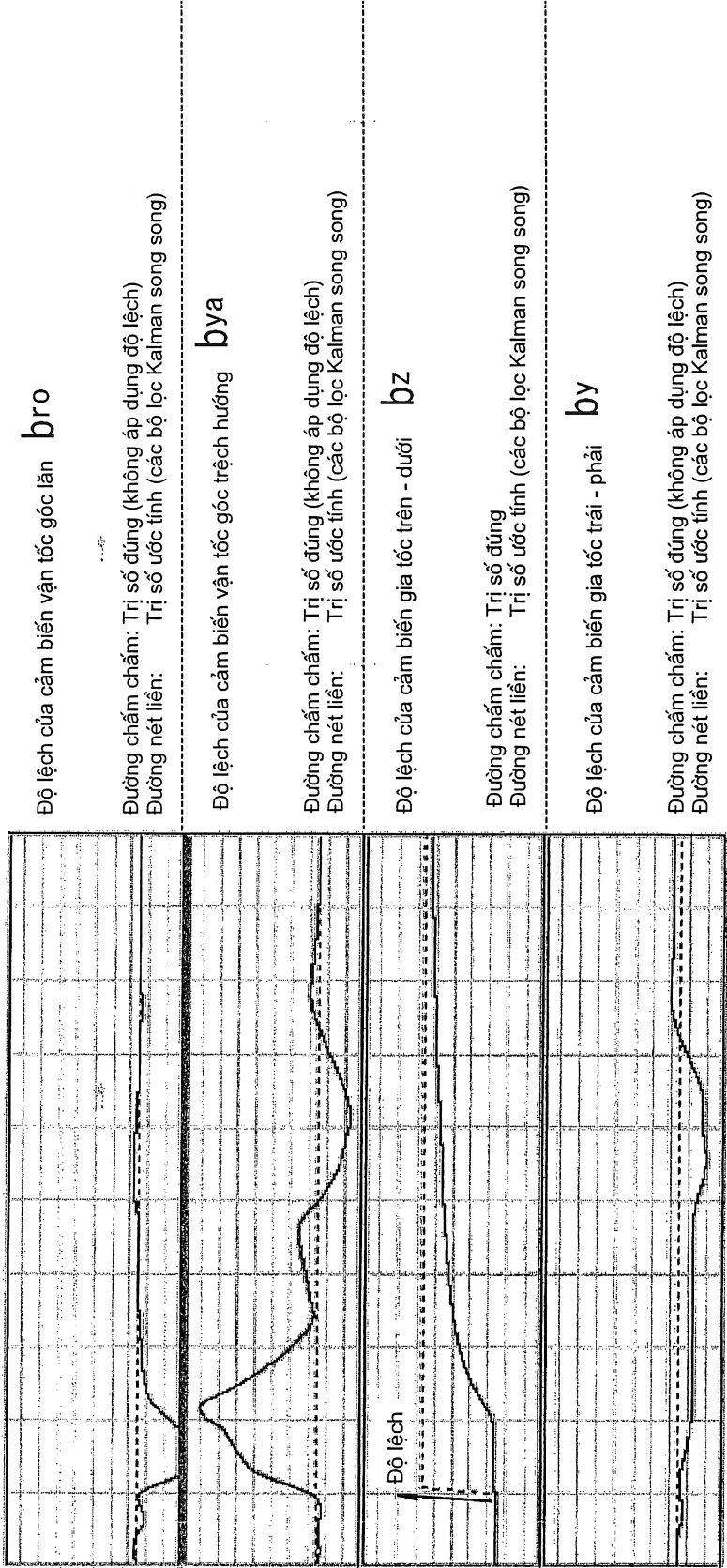


FIG.9F

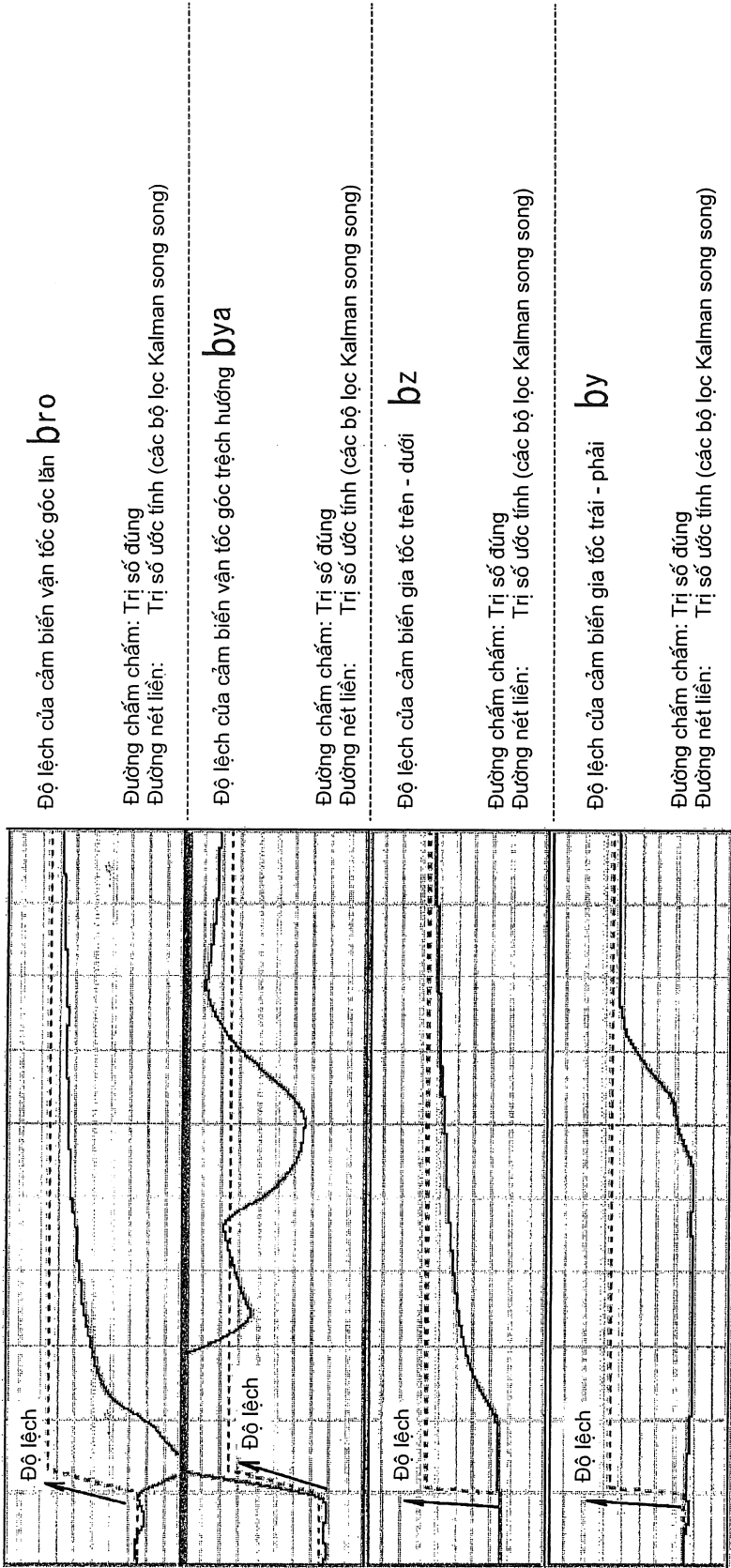


FIG.9G

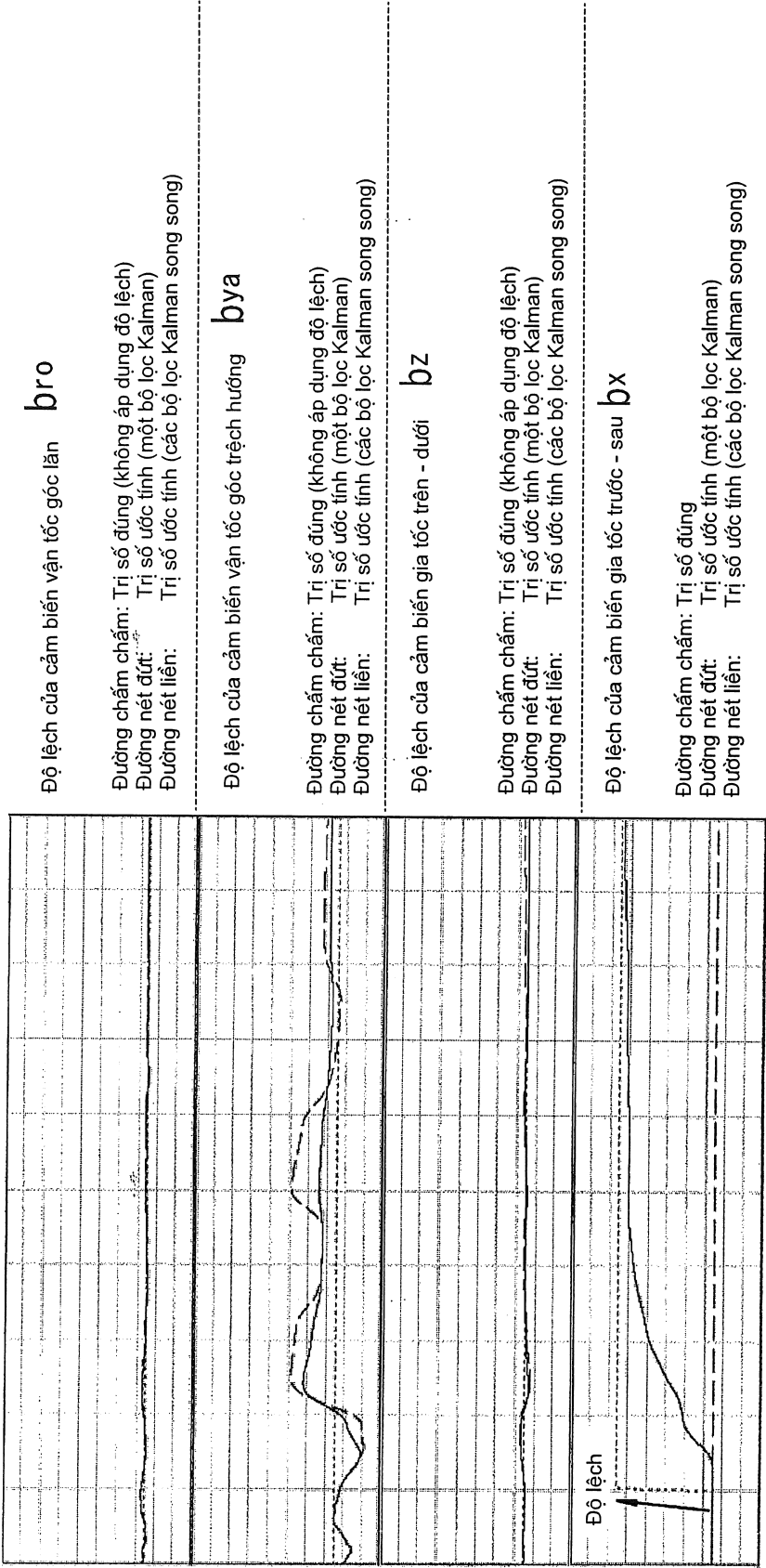


FIG.9H

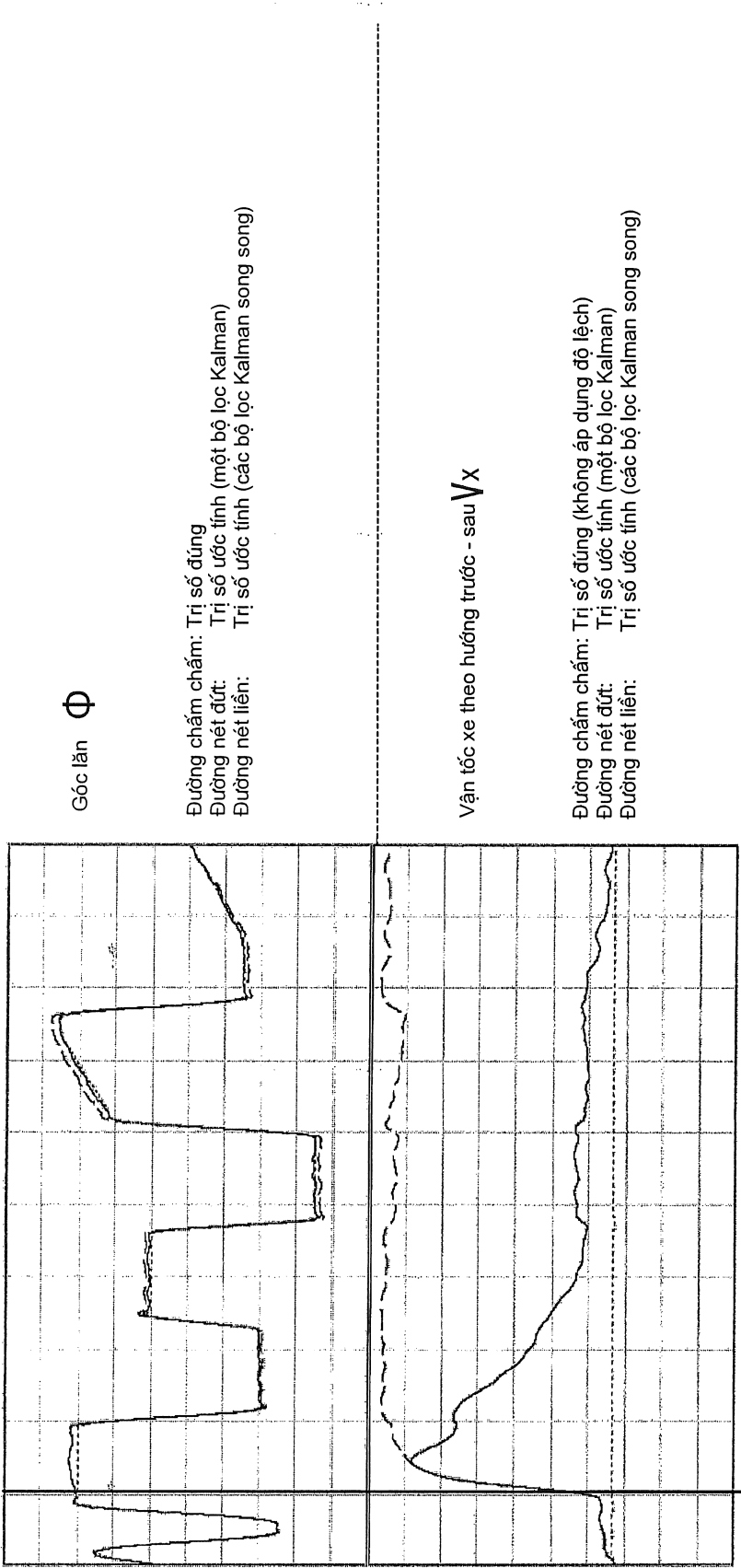


FIG.9I

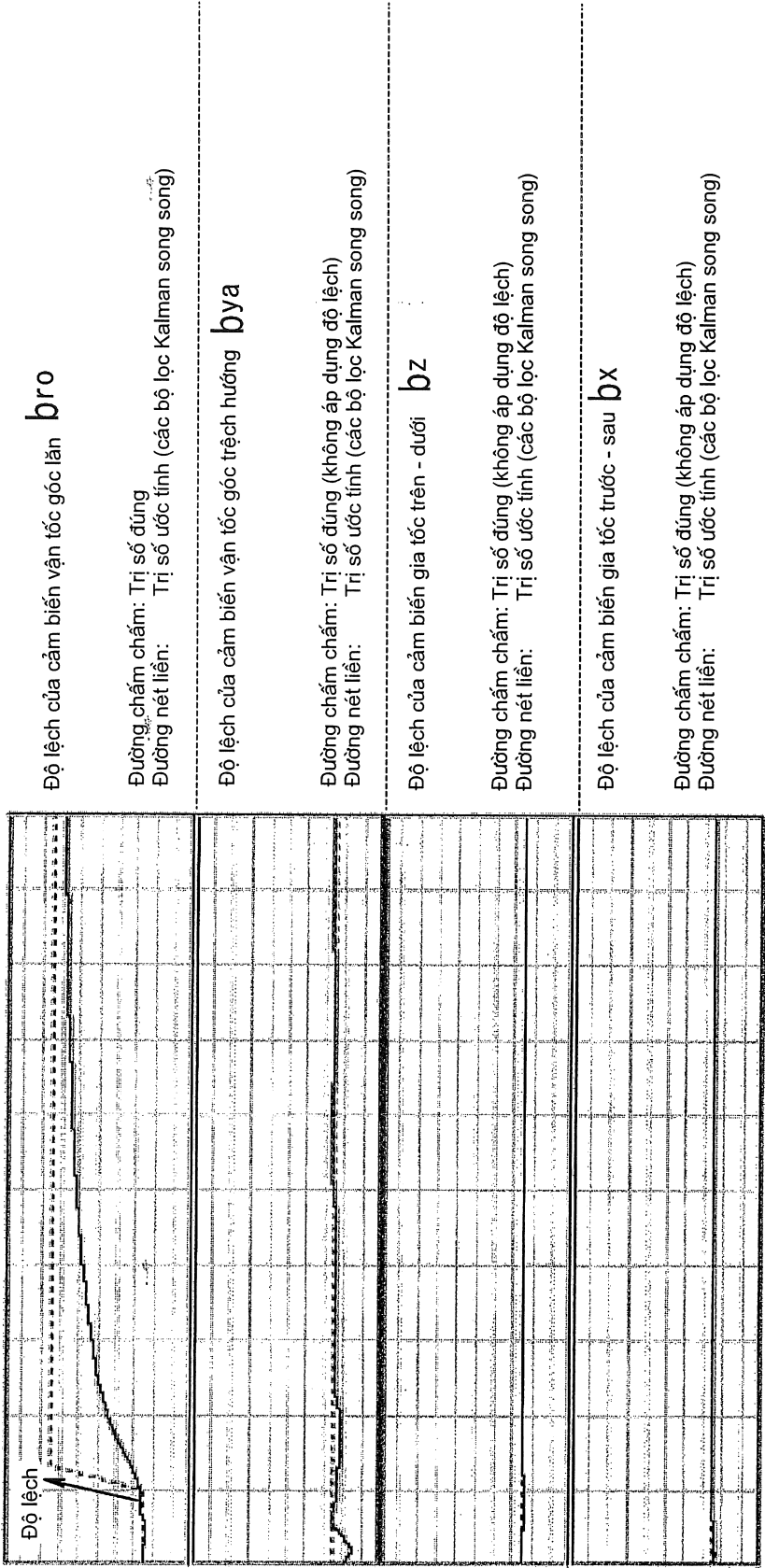


FIG.9J

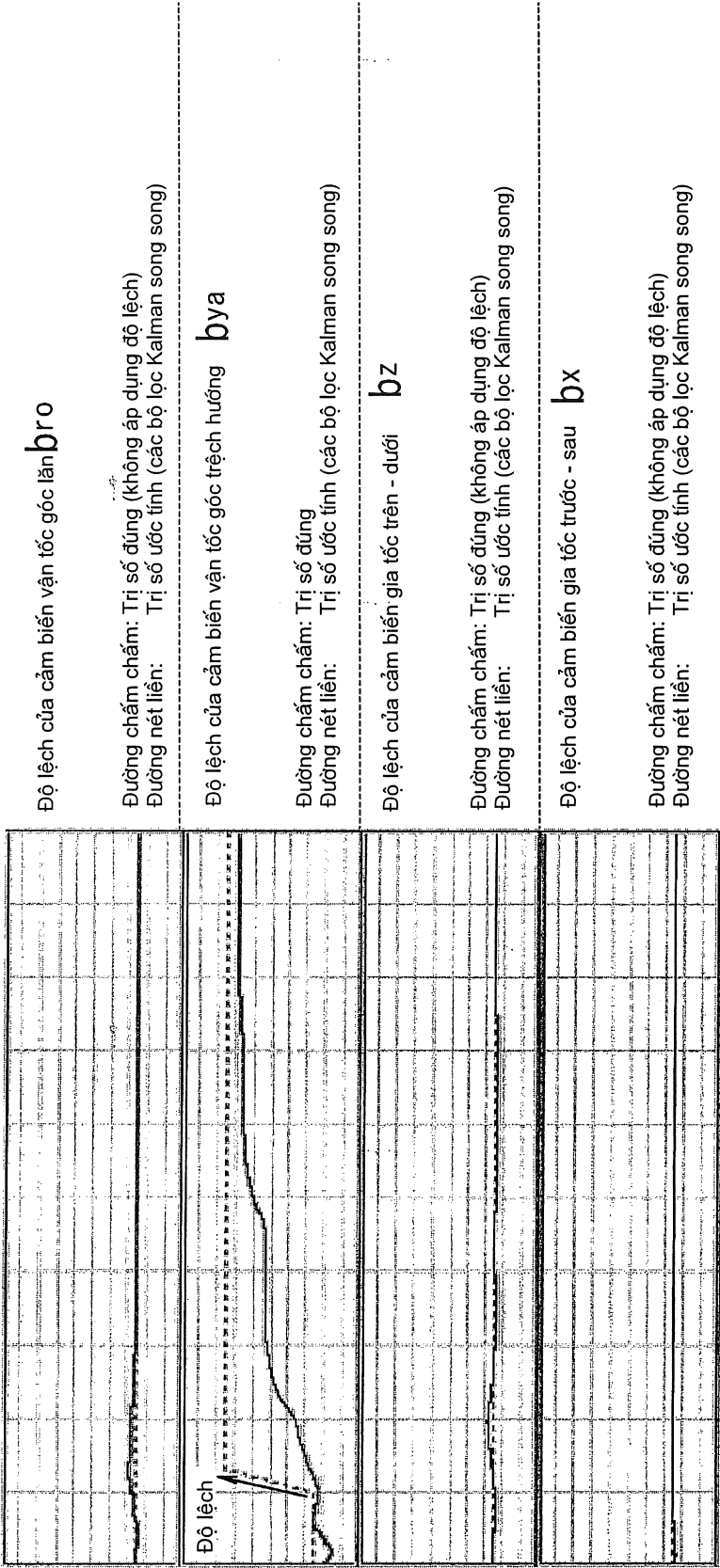


FIG.9K

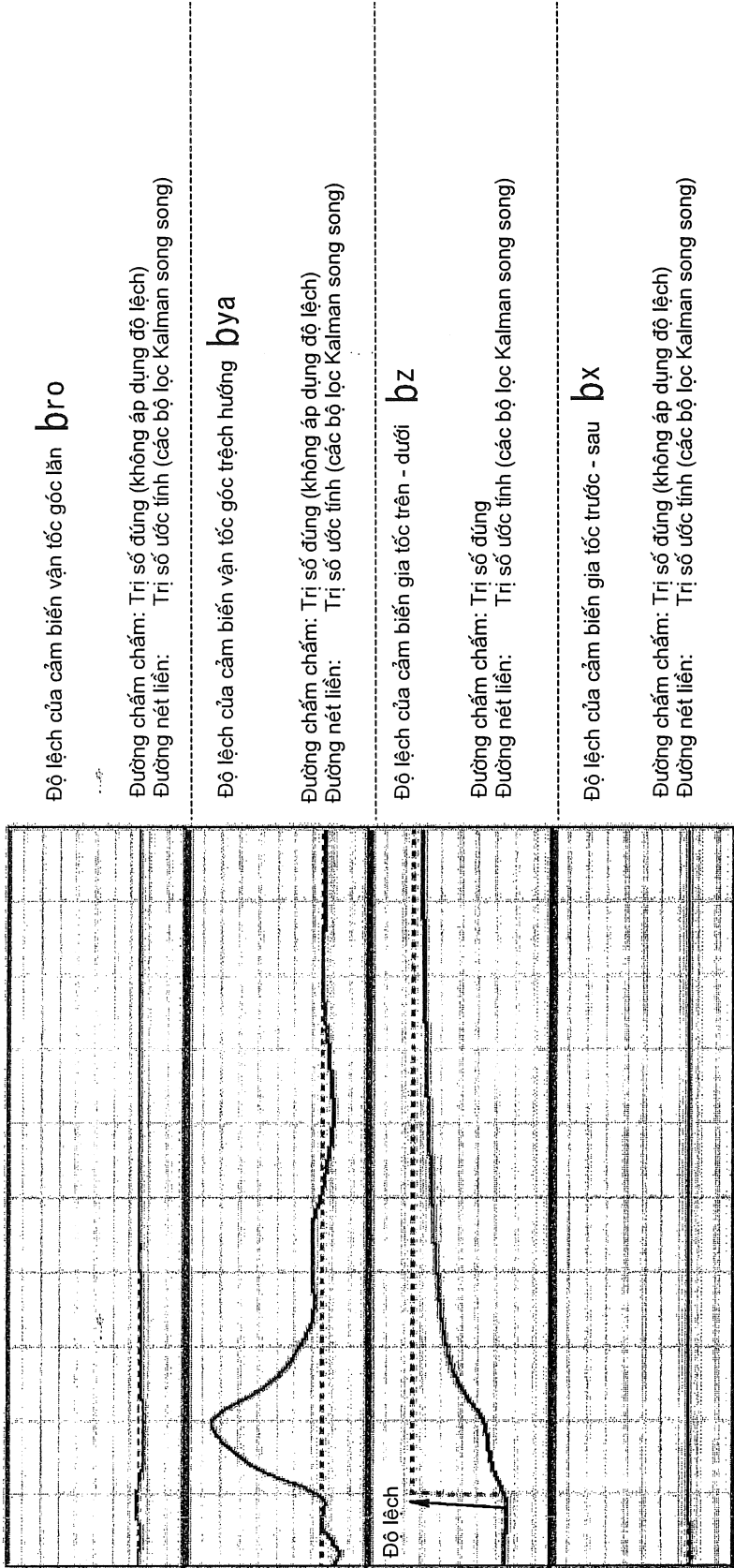


FIG.9L

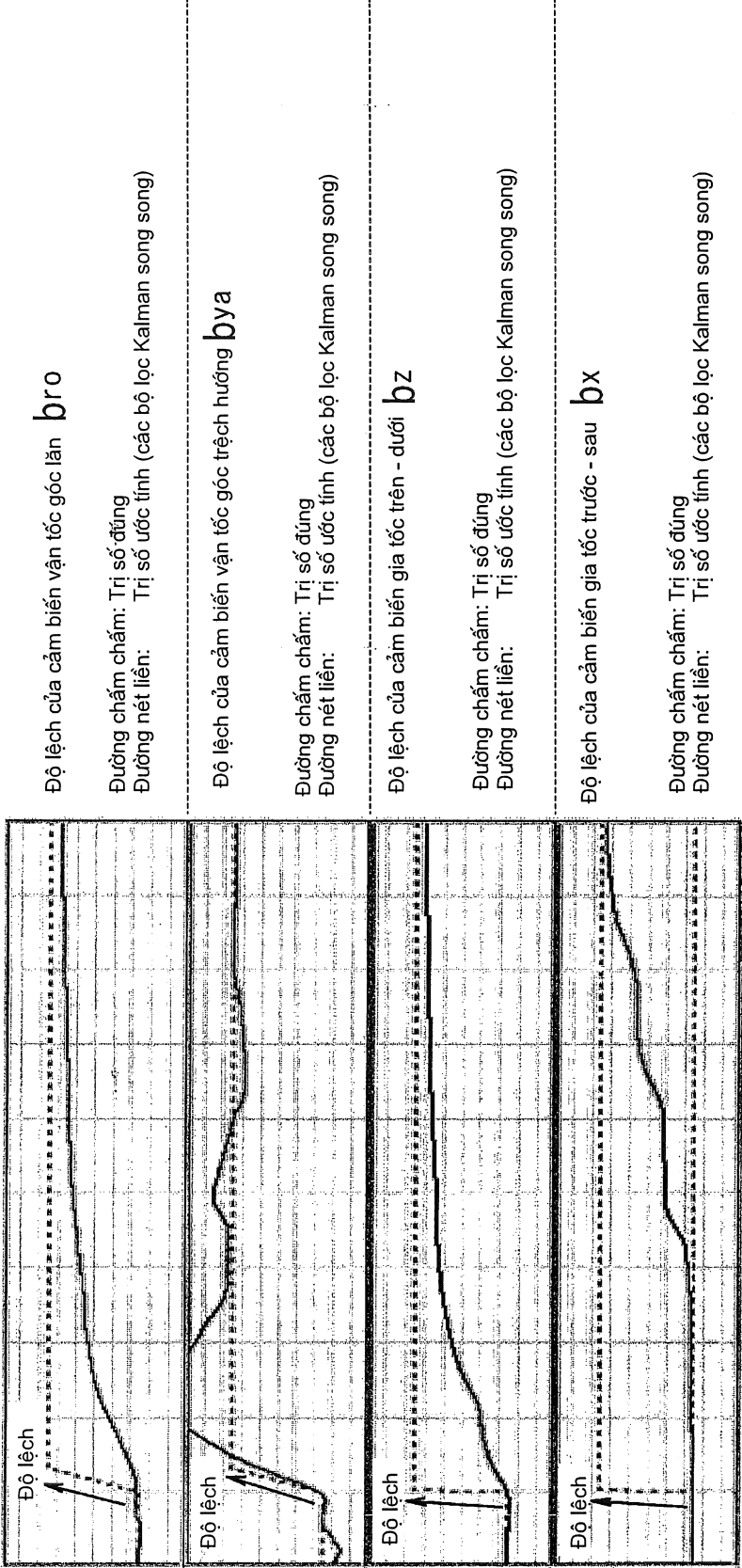


FIG. 11

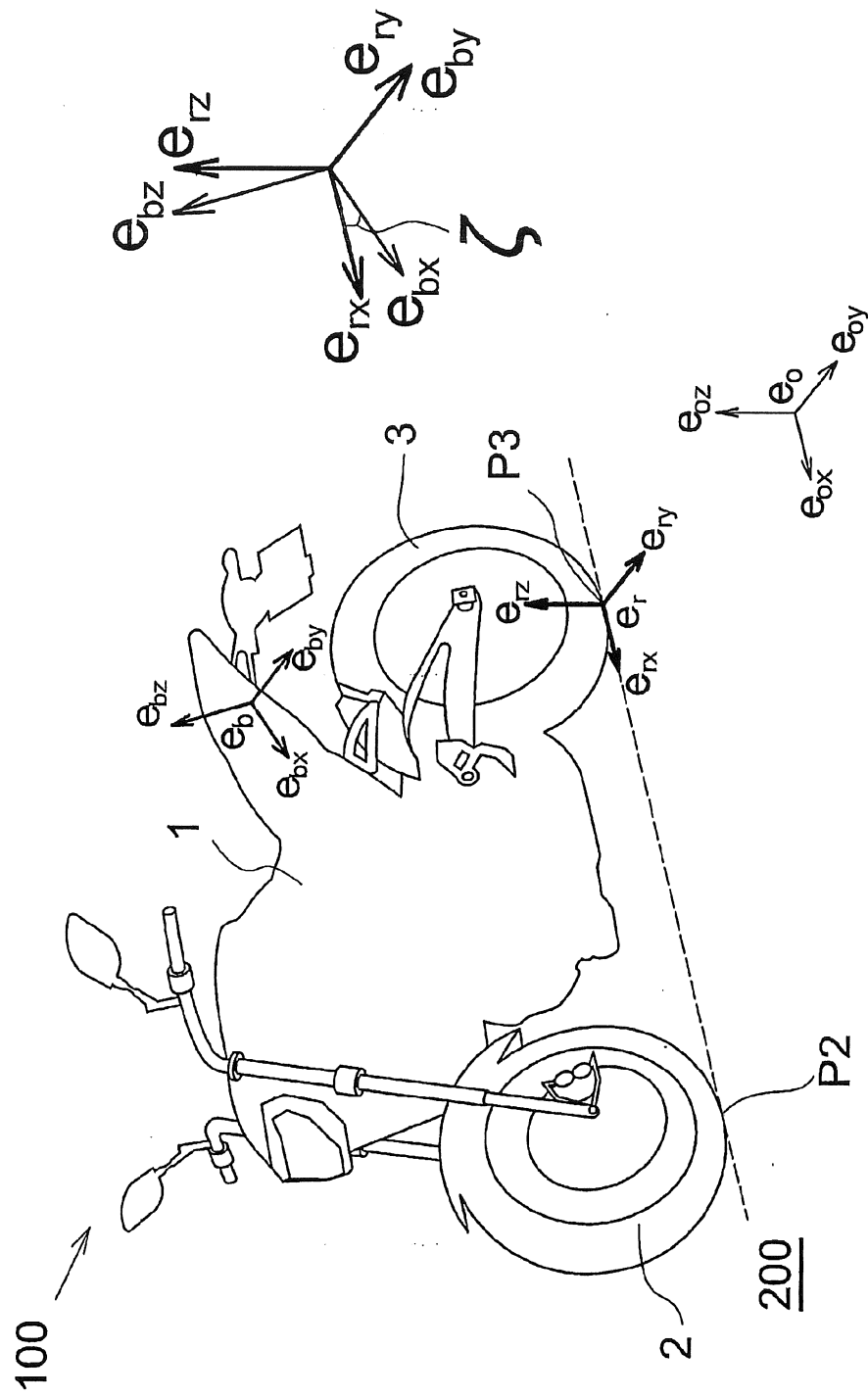


FIG.13

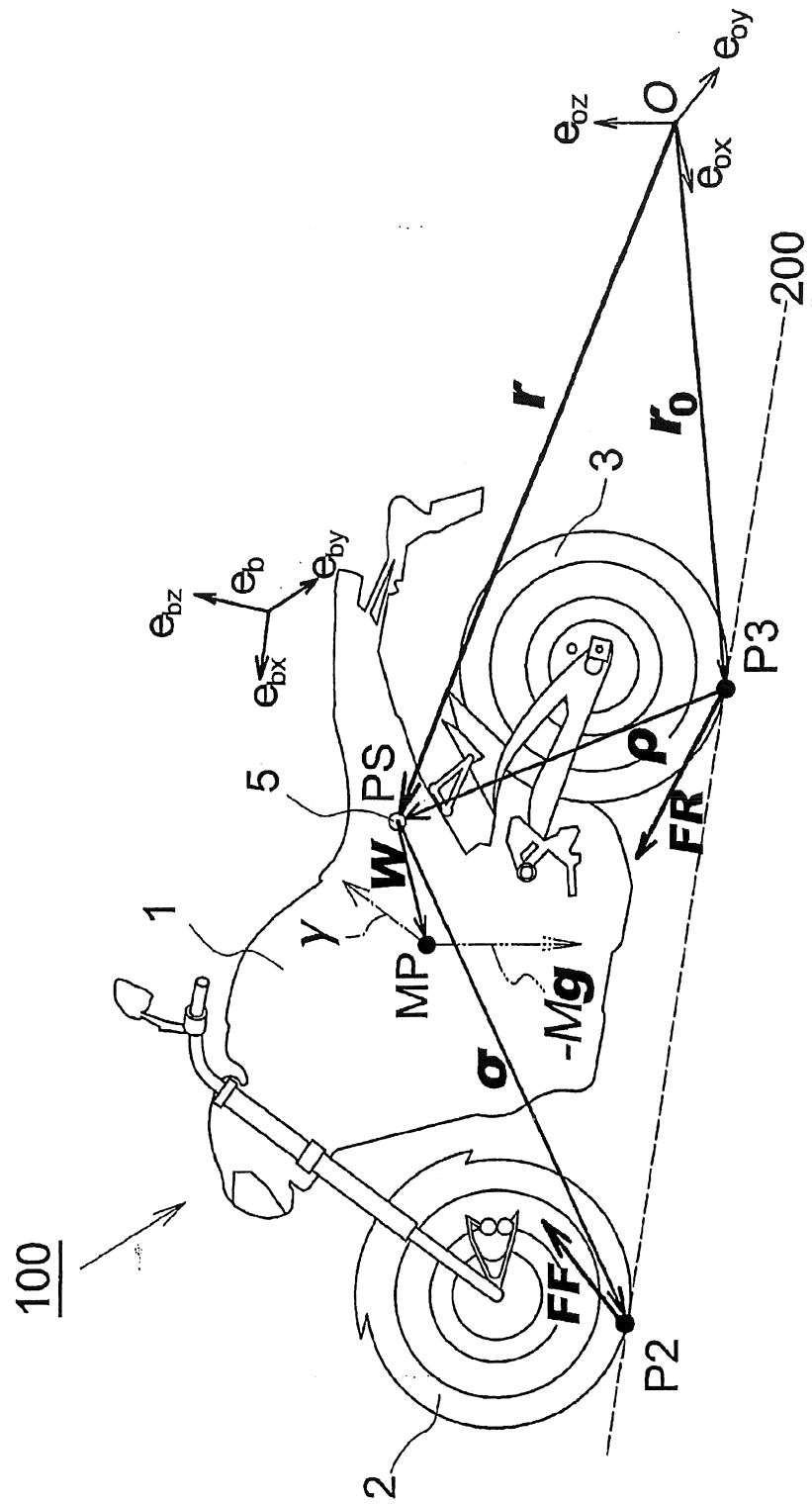


FIG. 14

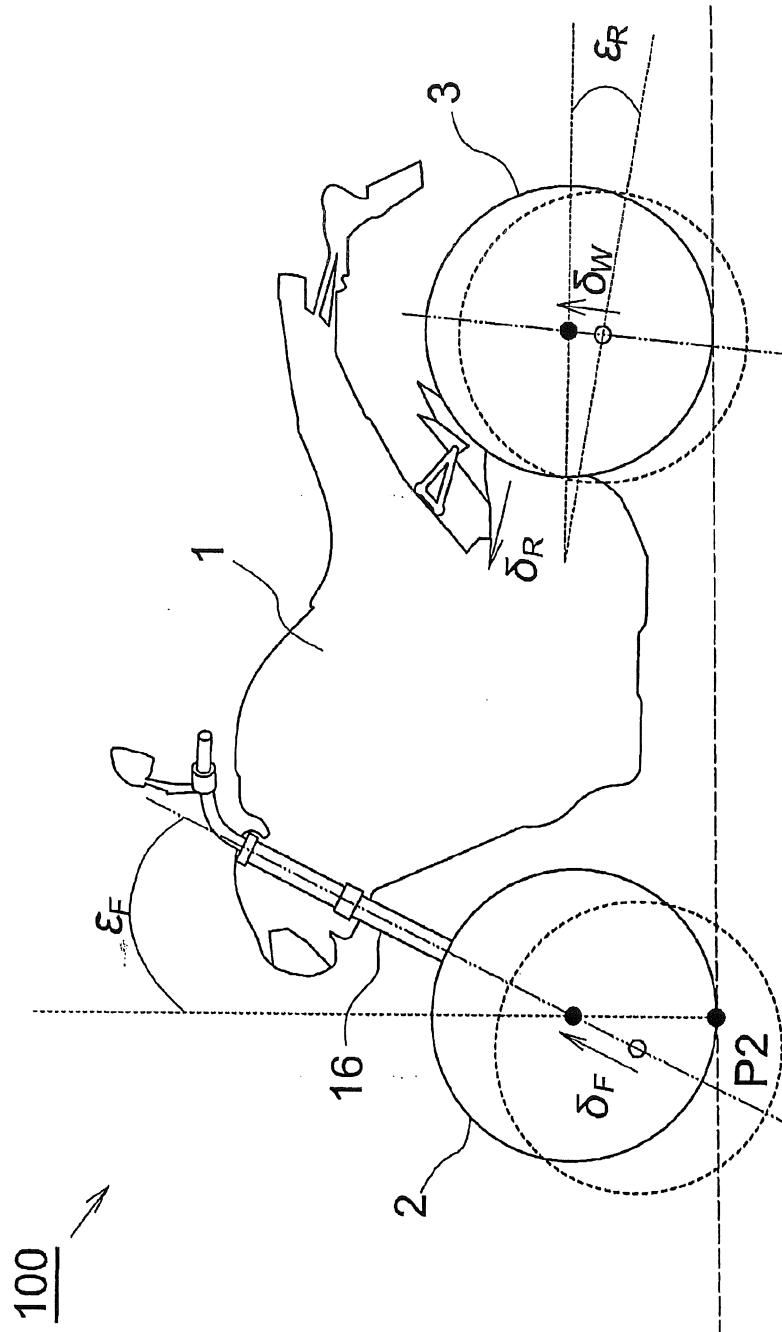


FIG.15

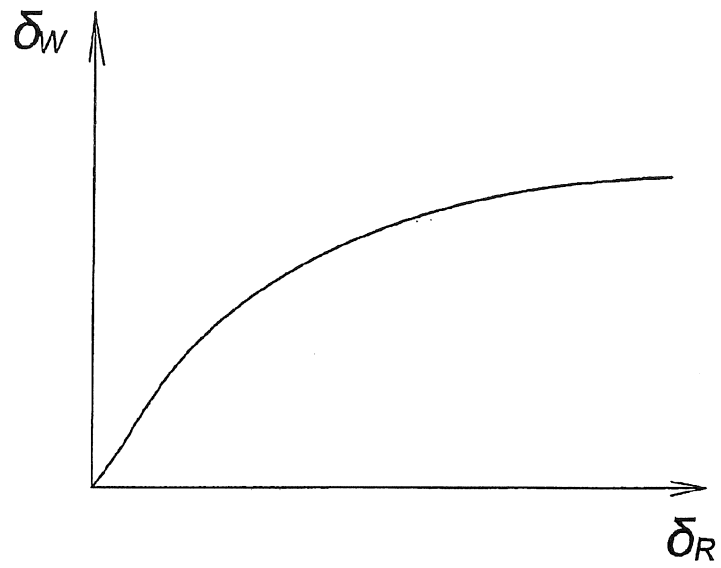


FIG.16

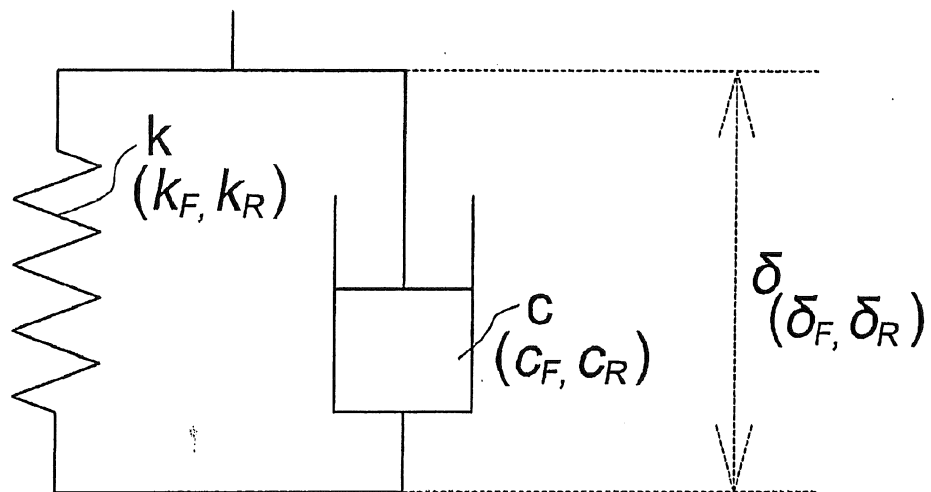


FIG. 17

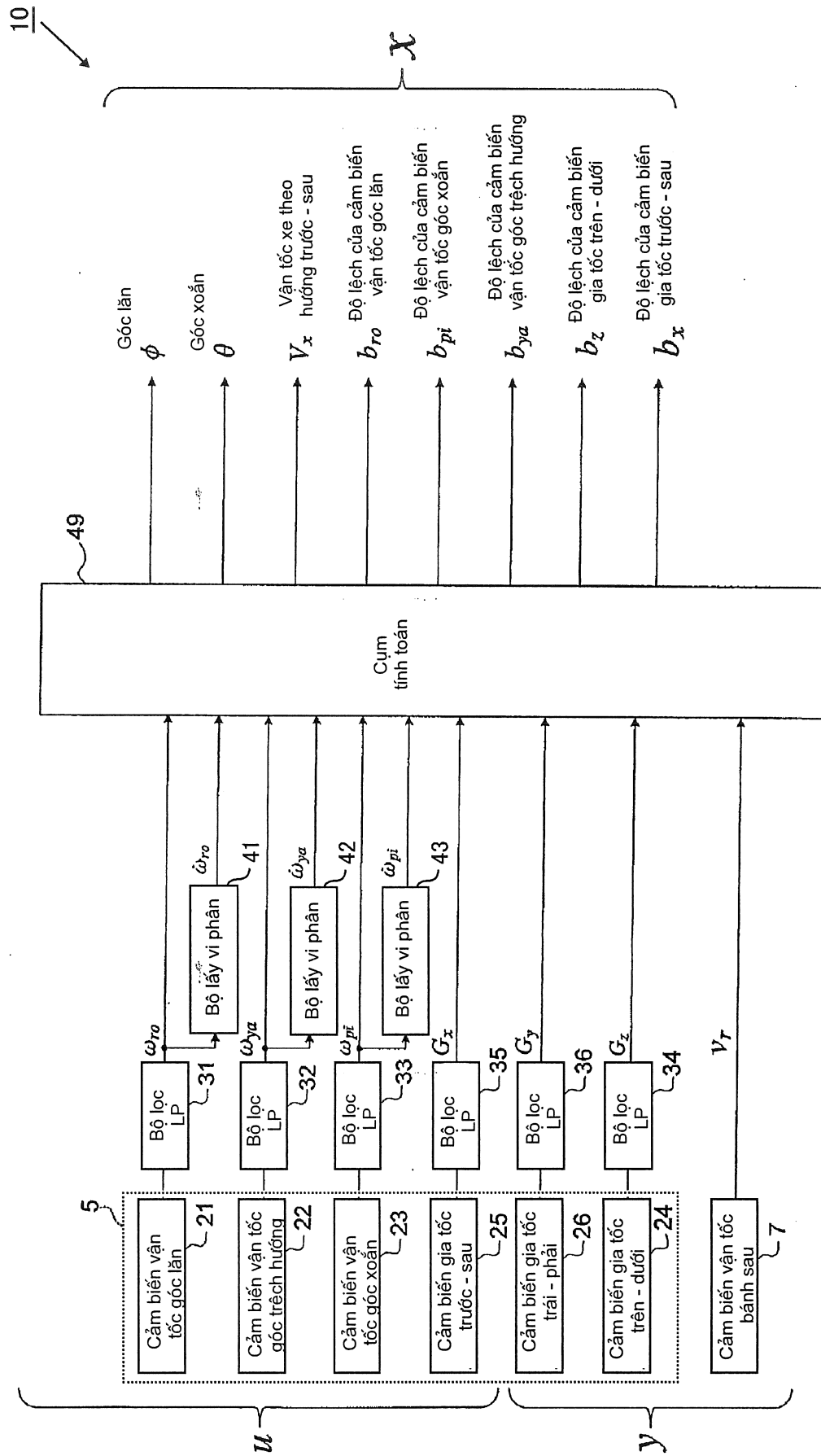


FIG.18A

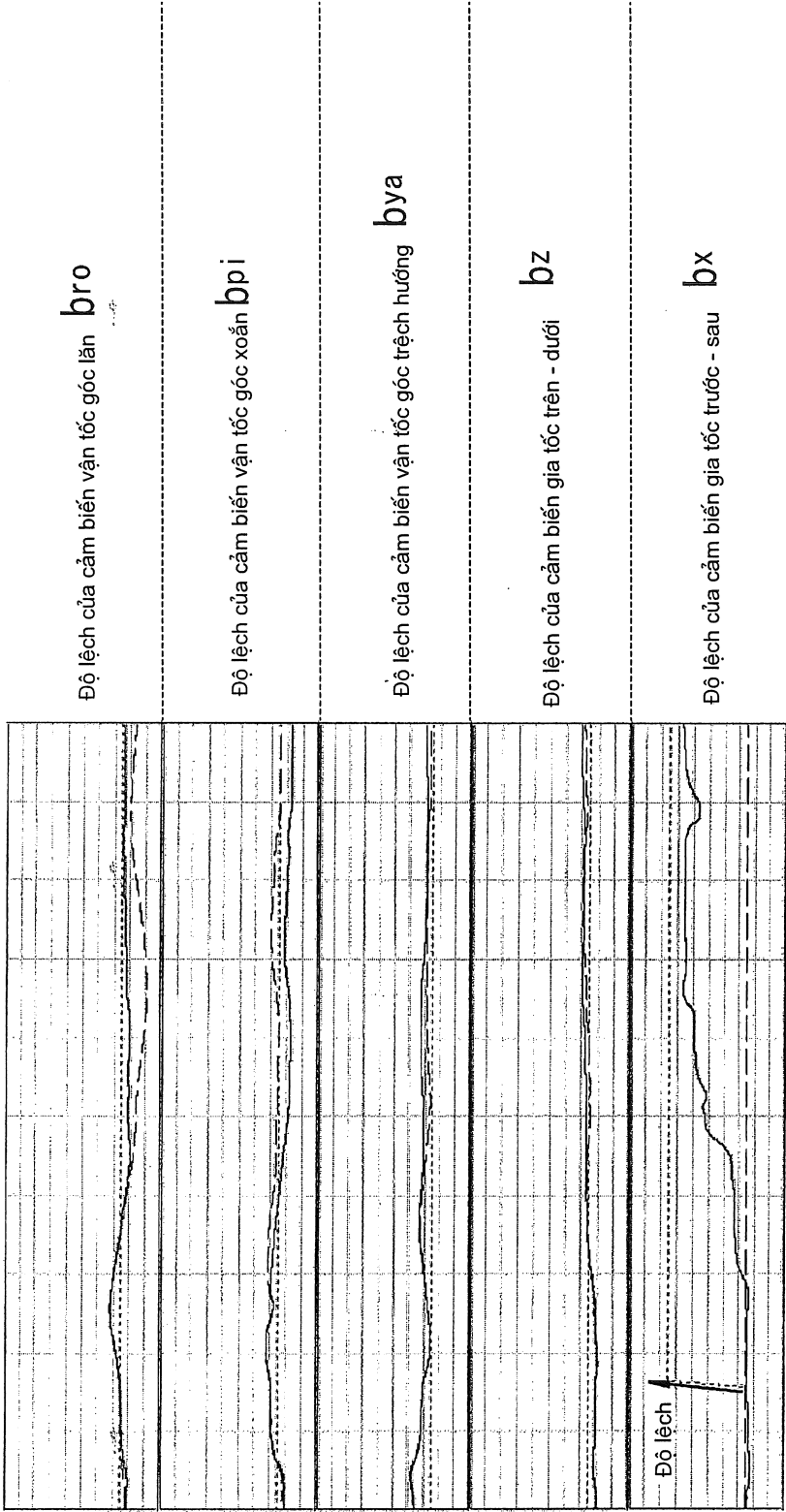
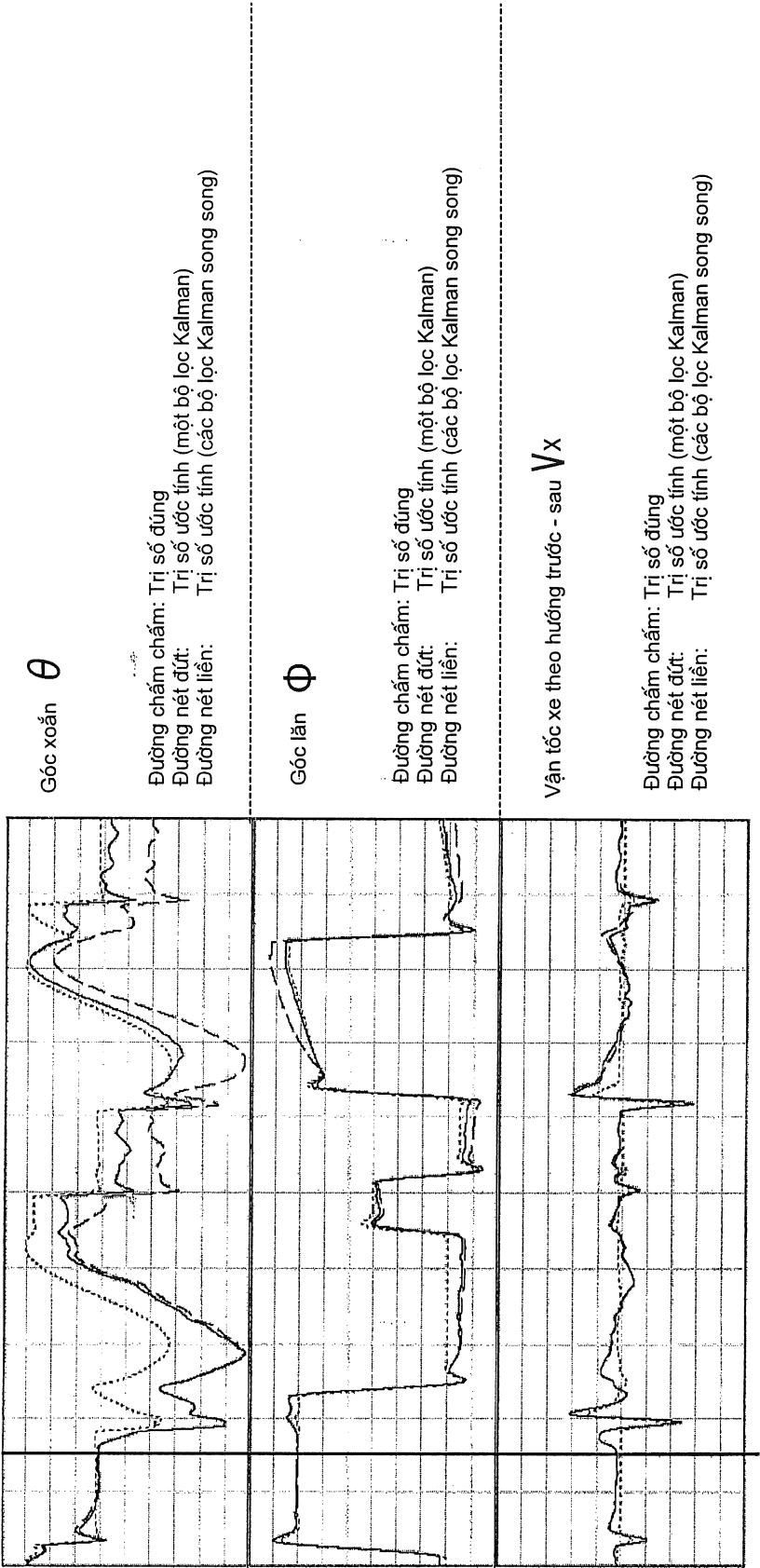


FIG. 18B



Bắt đầu áp dụng độ lệch

FIG.18C

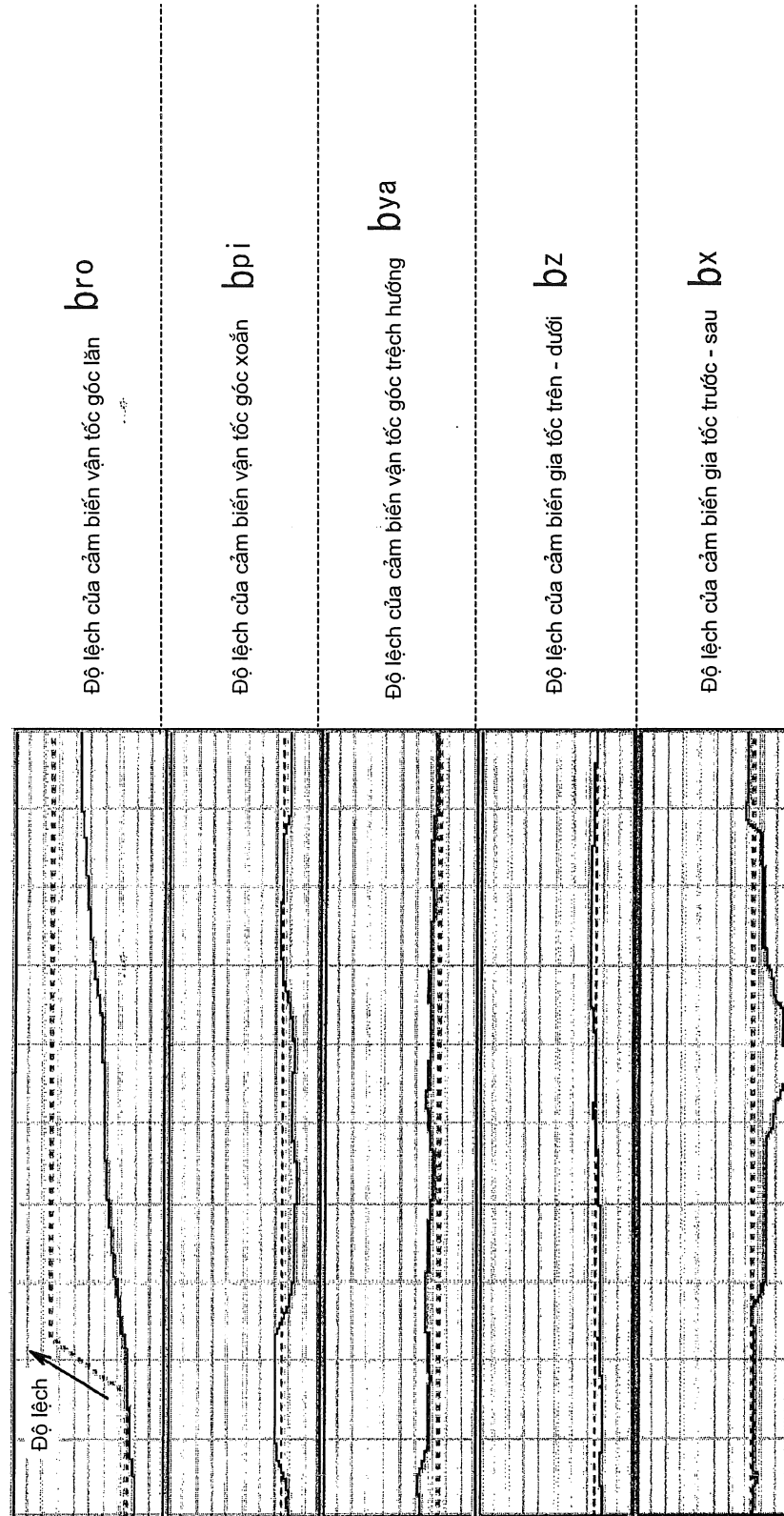


FIG.18D

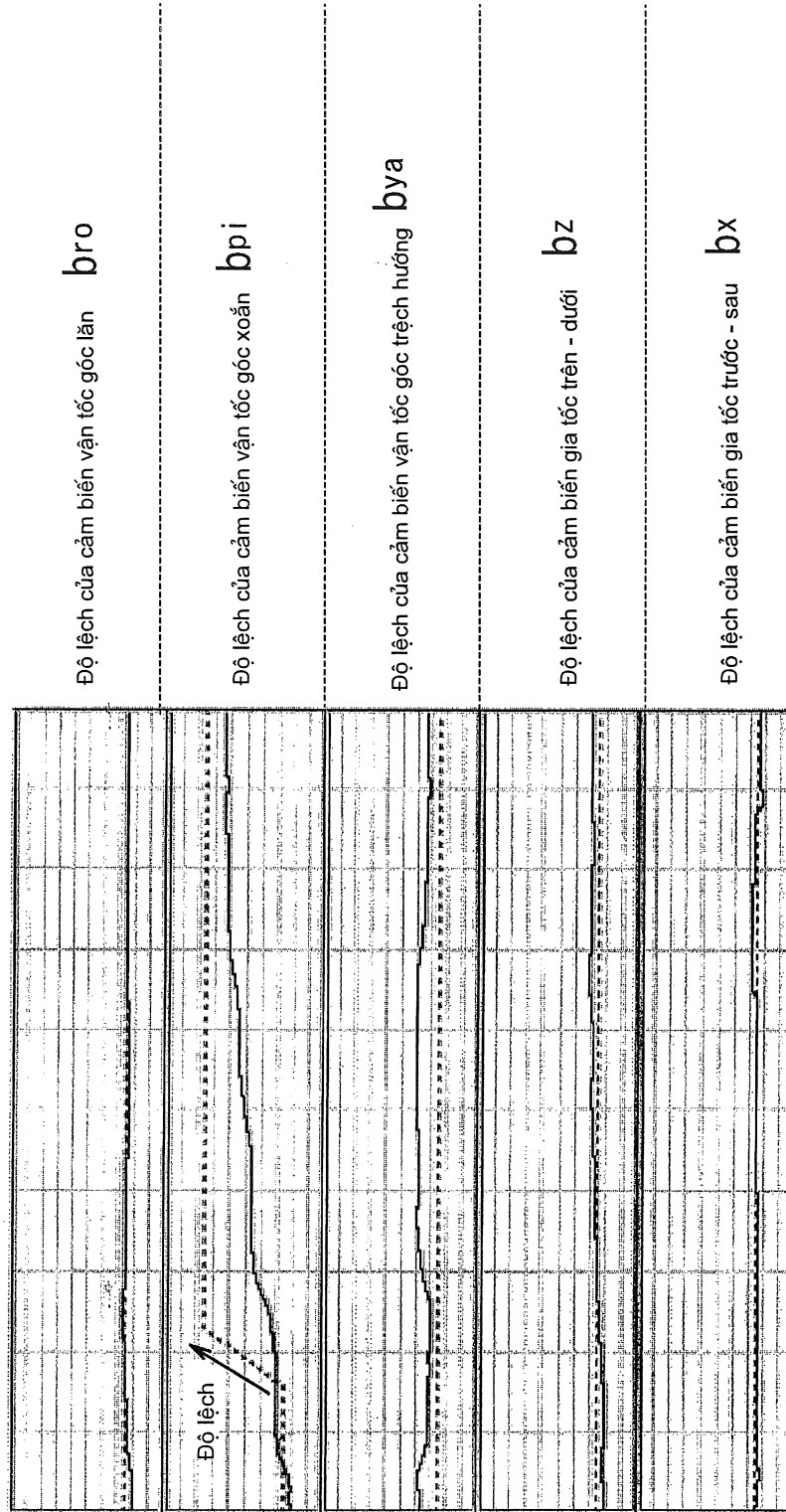


FIG.18E

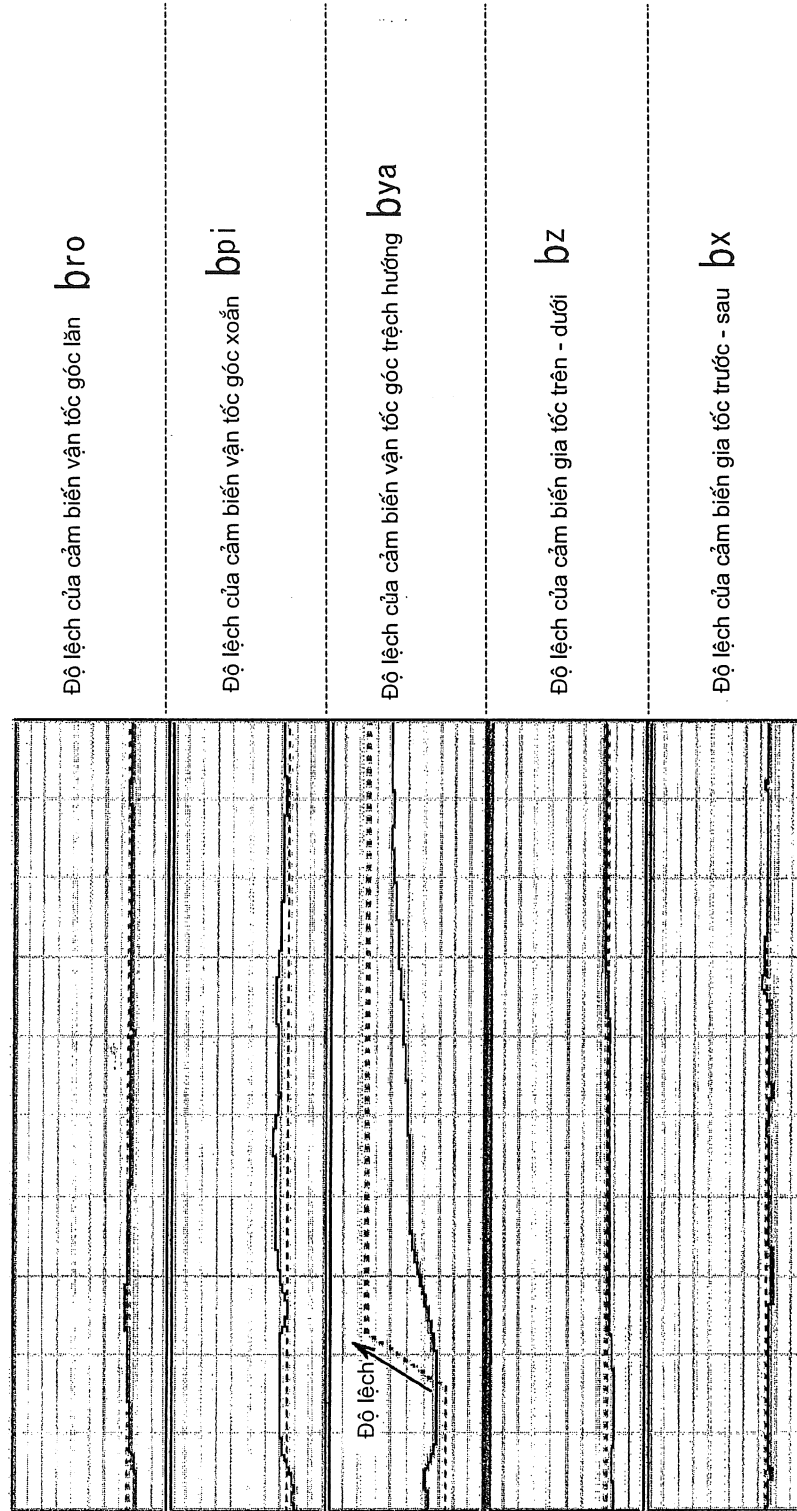


FIG.18F

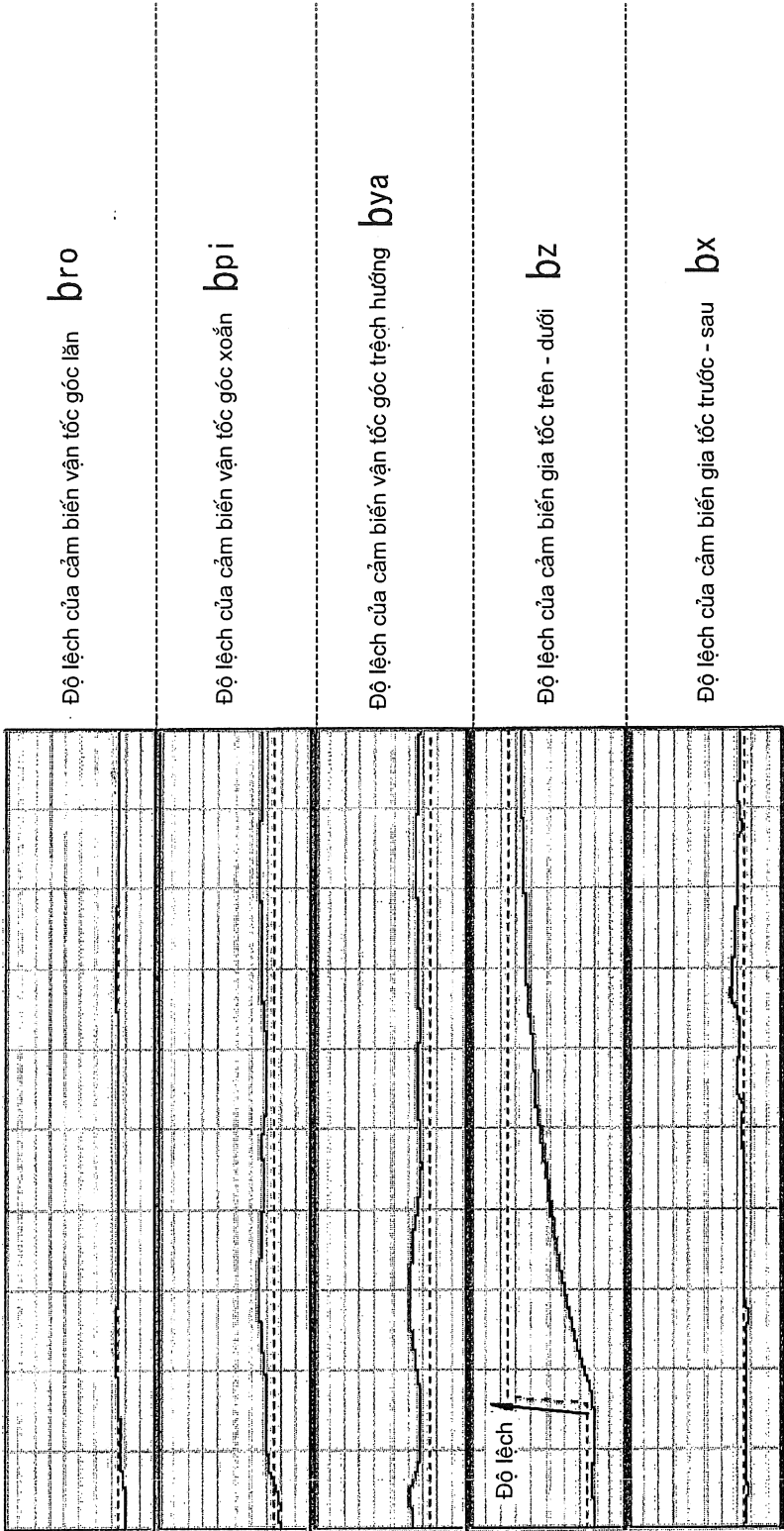


FIG.18G

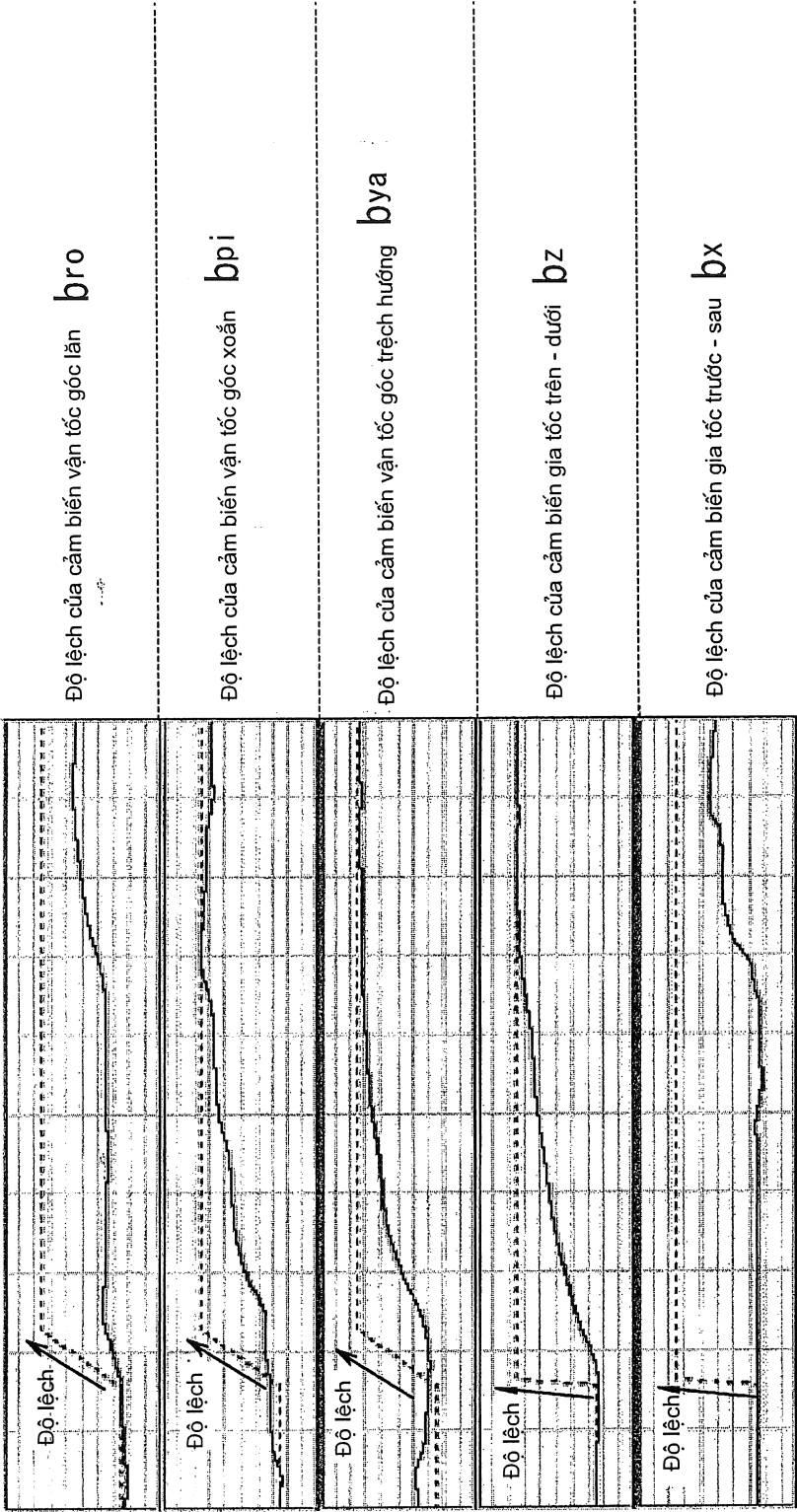


FIG.19A

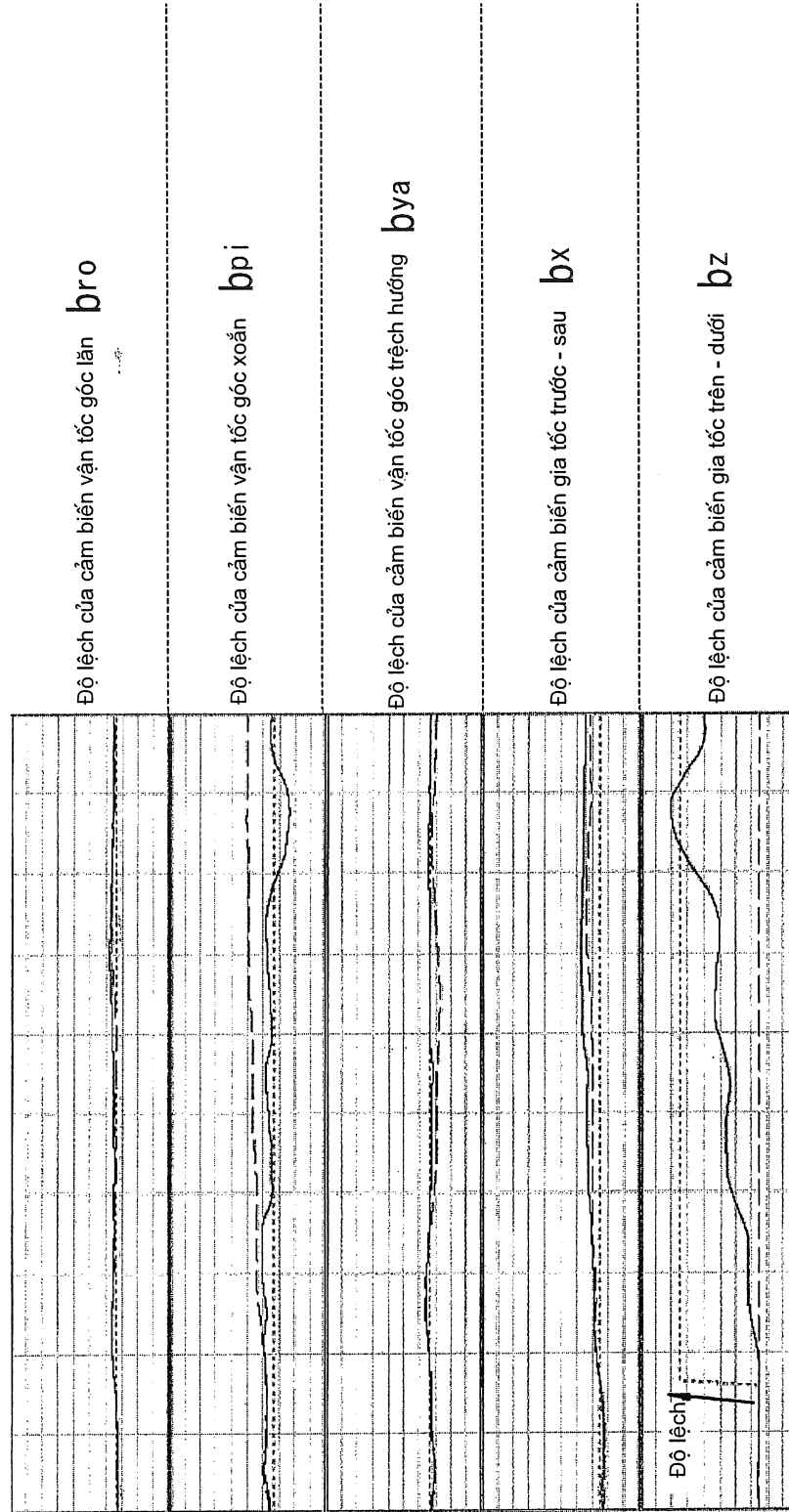
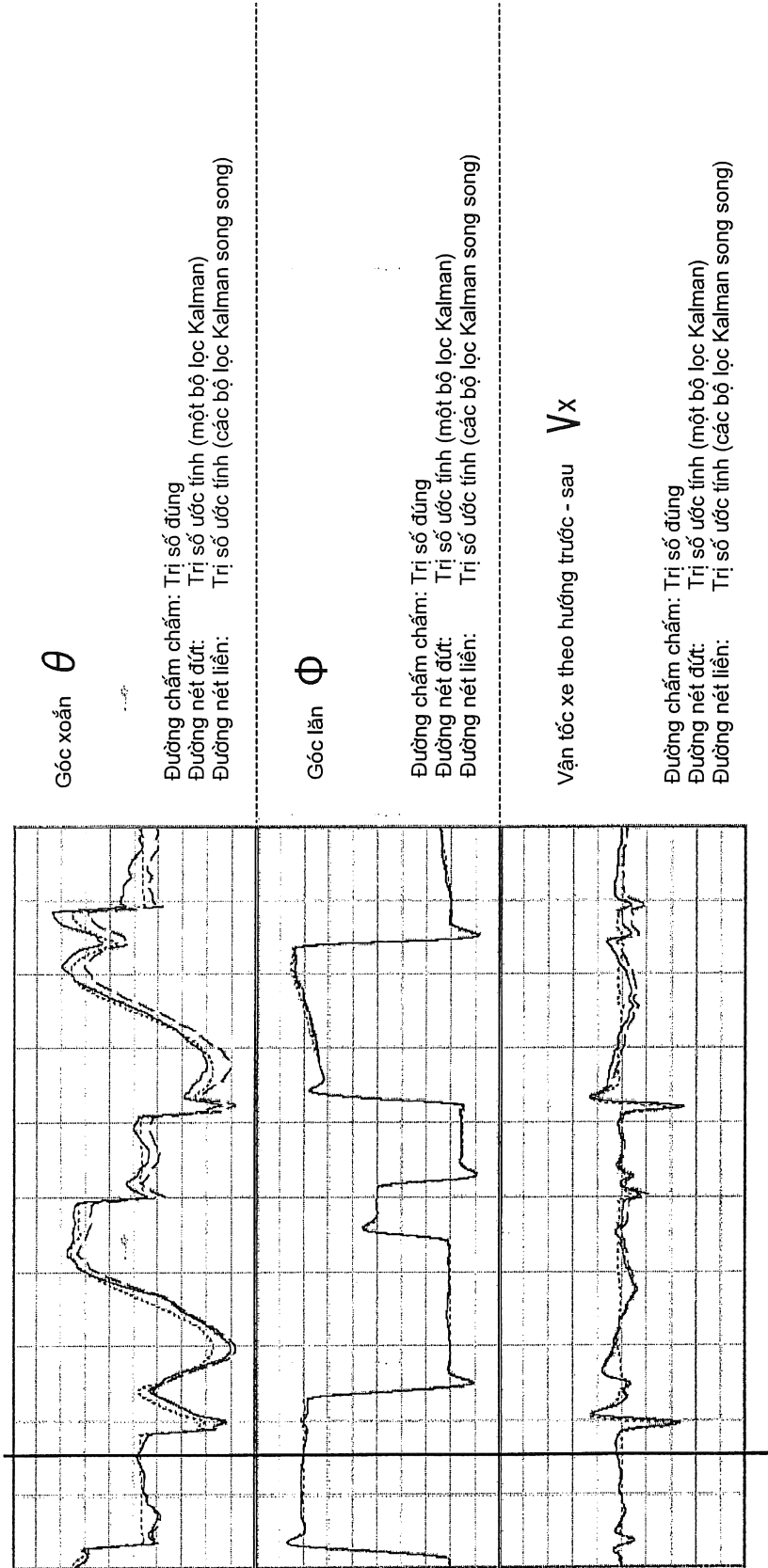


FIG.19B



Bắt đầu áp dụng độ lệch

FIG.19C

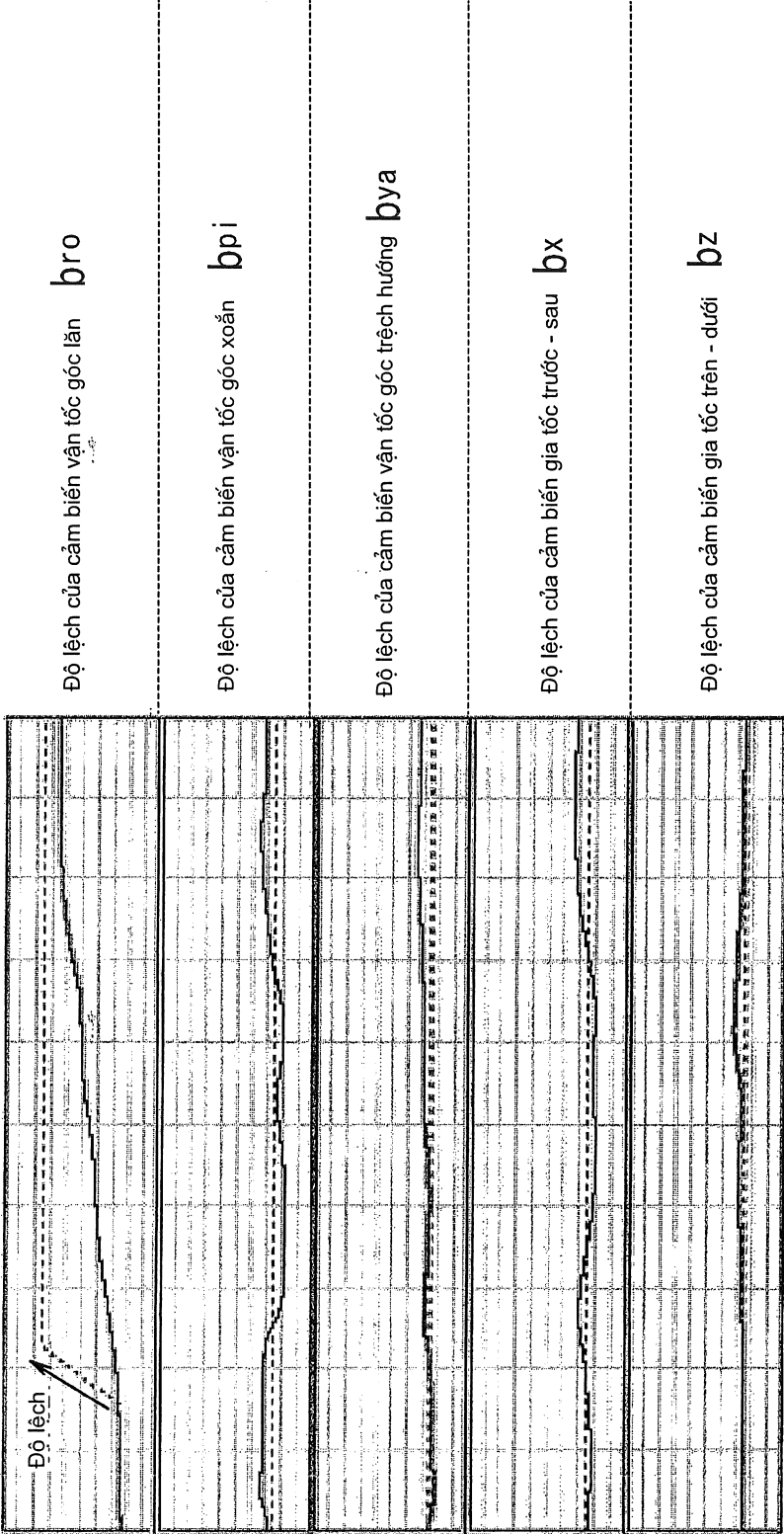


FIG.19D

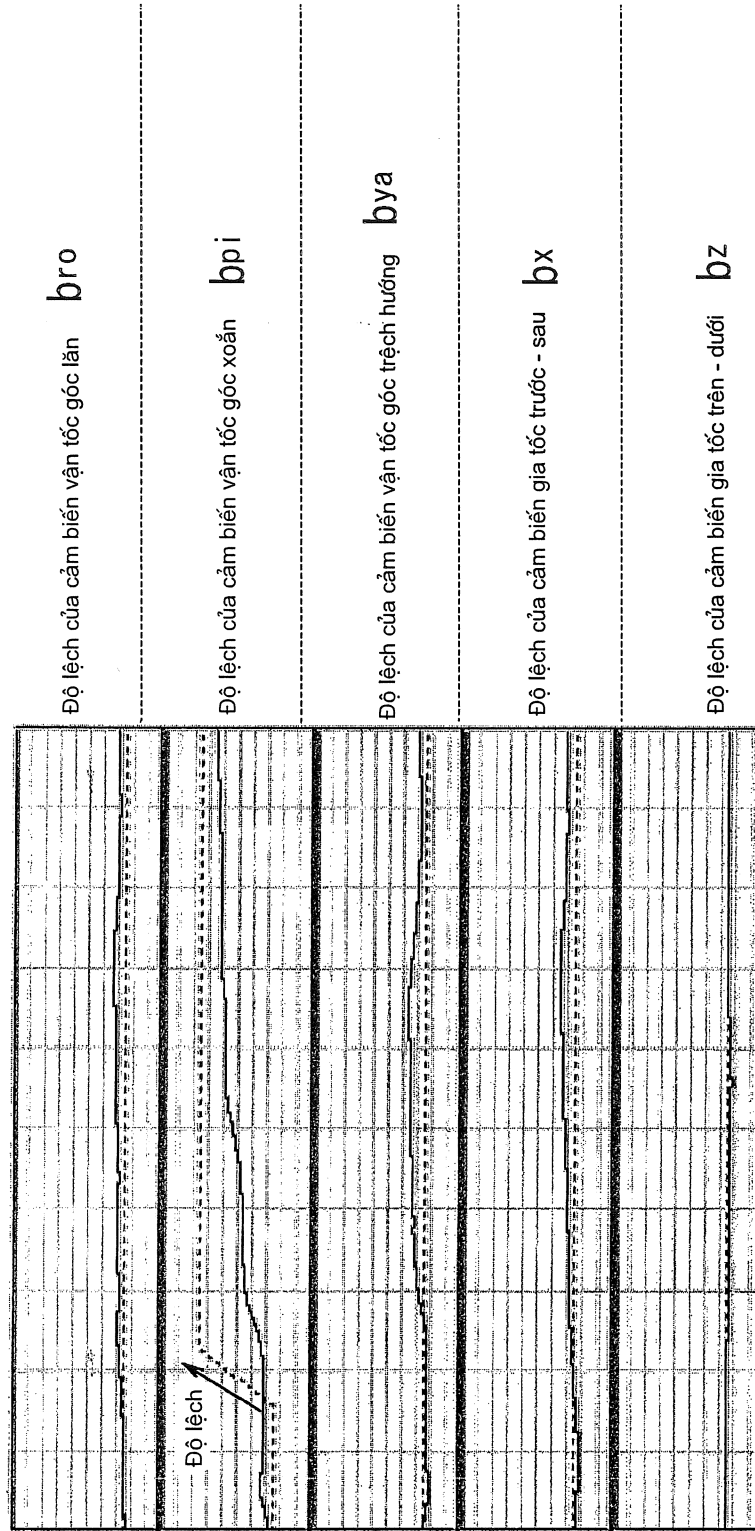


FIG.19E

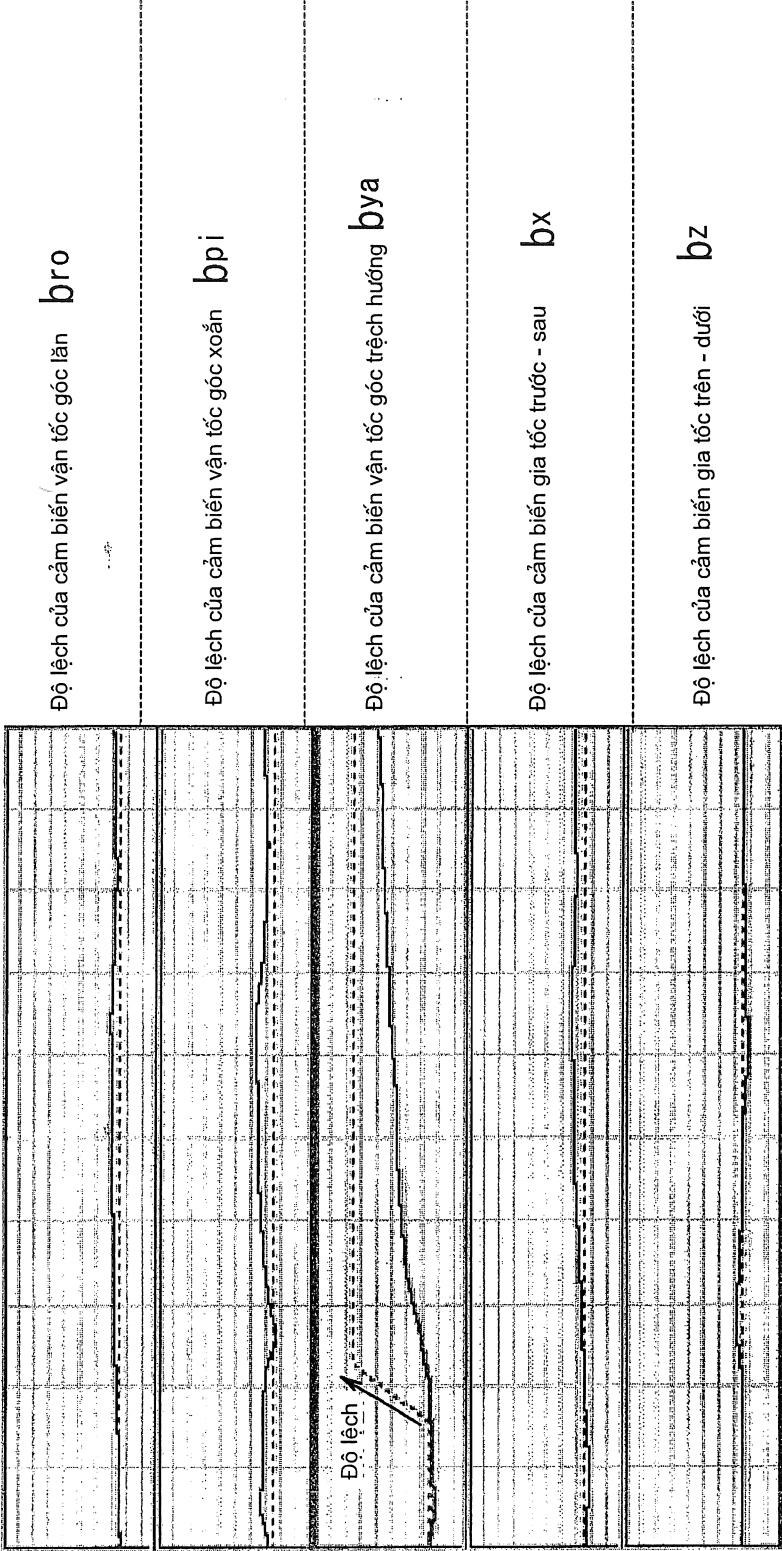


FIG.19F

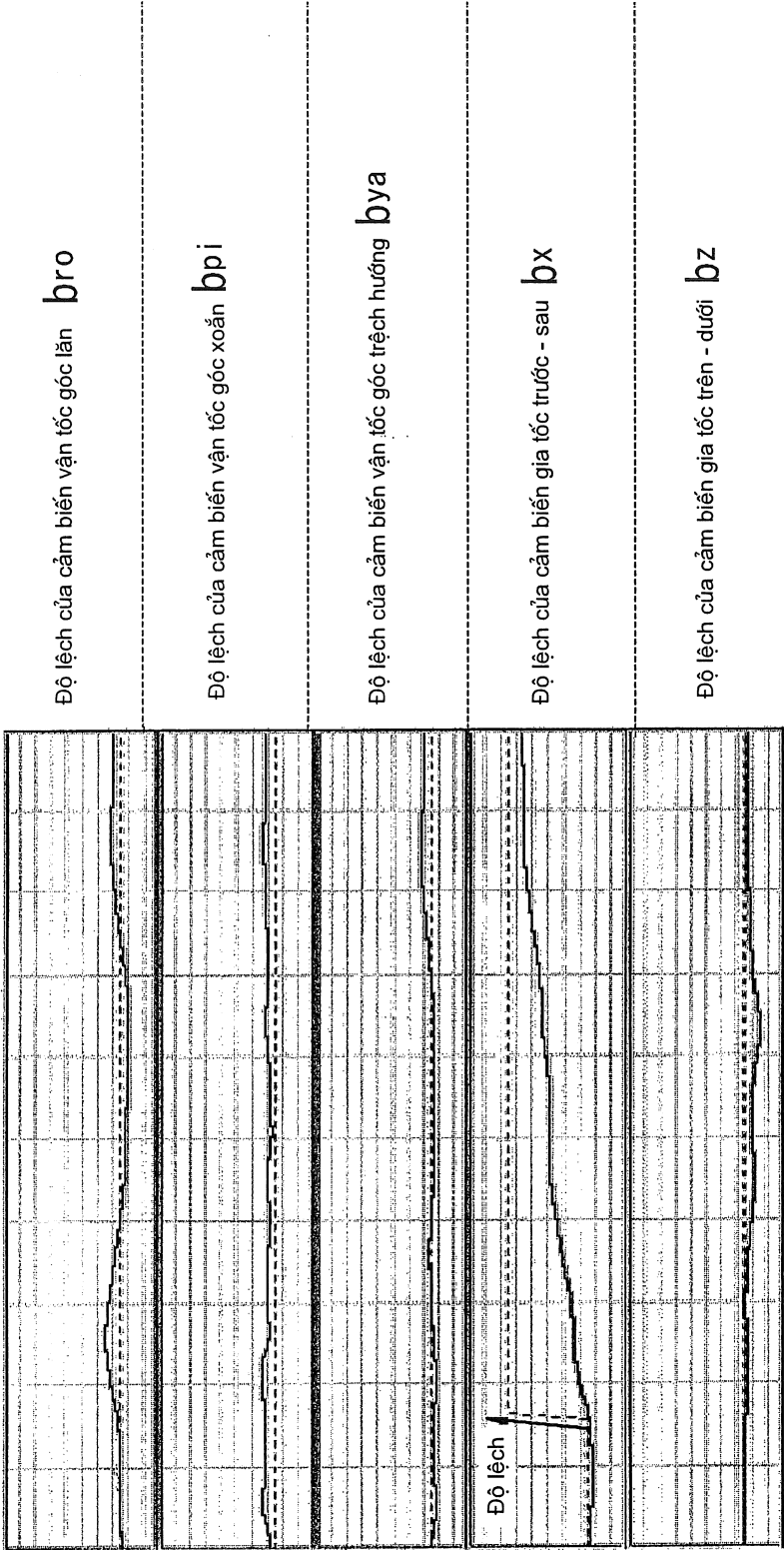


FIG.19G

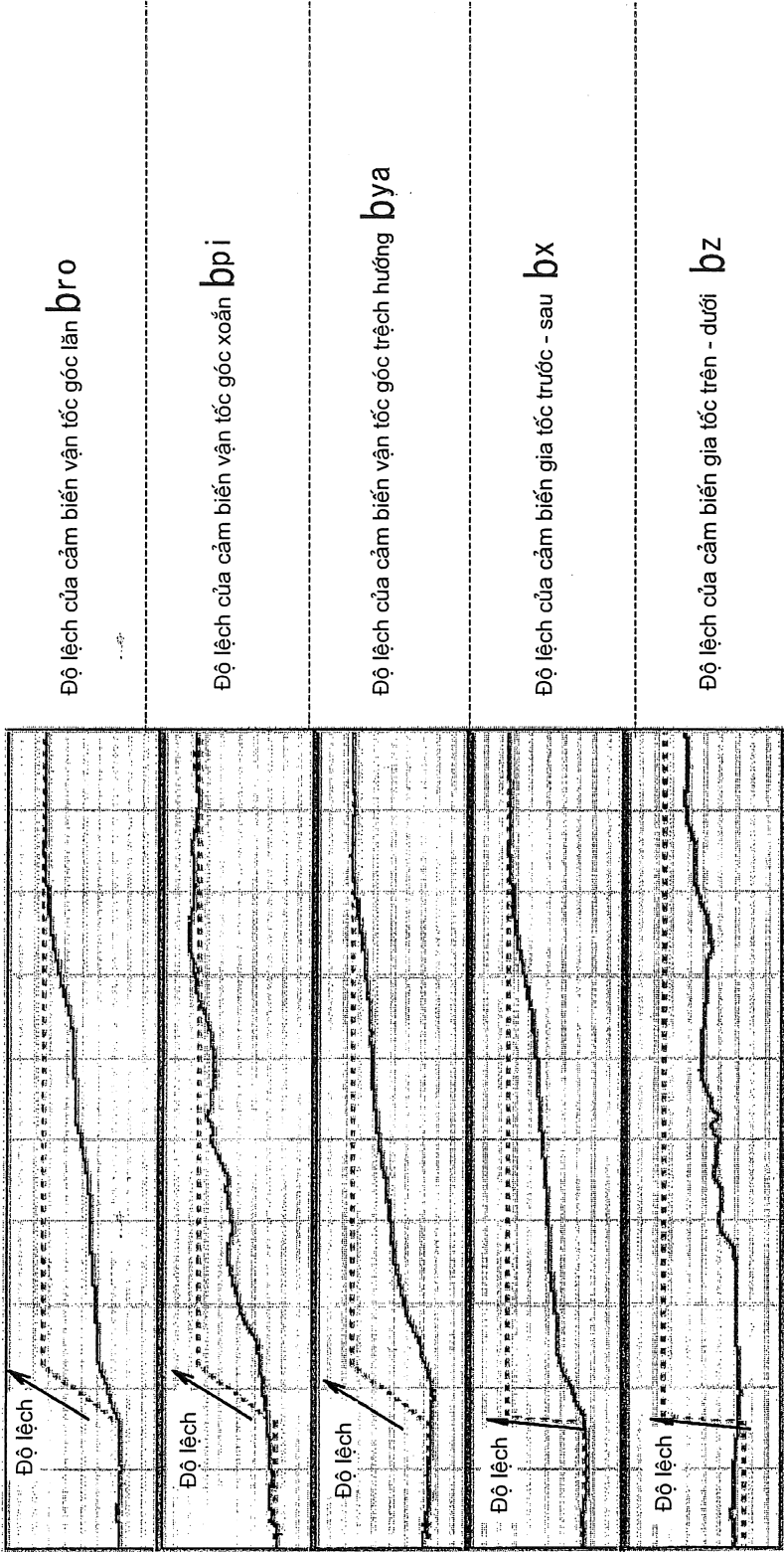


FIG.20A

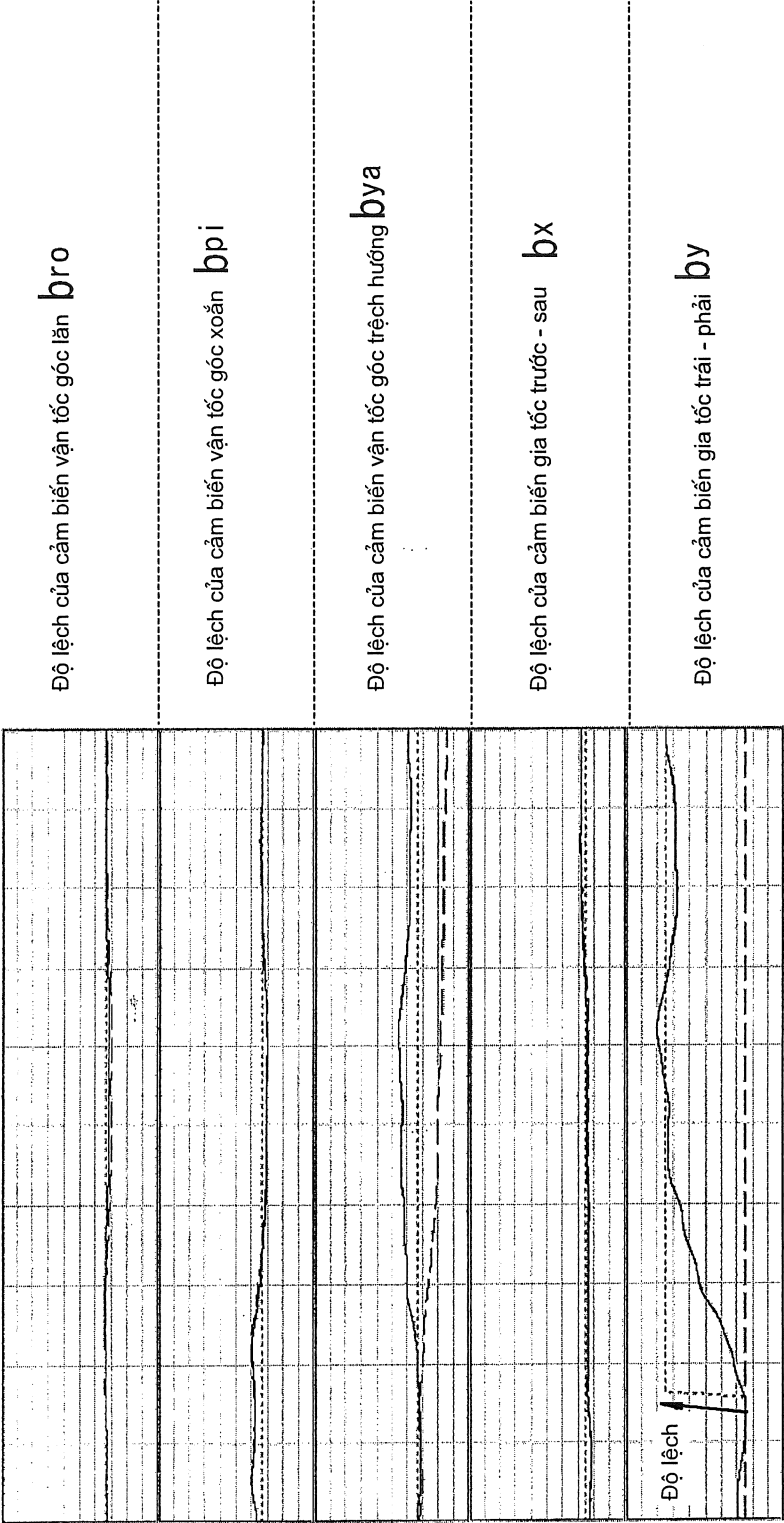
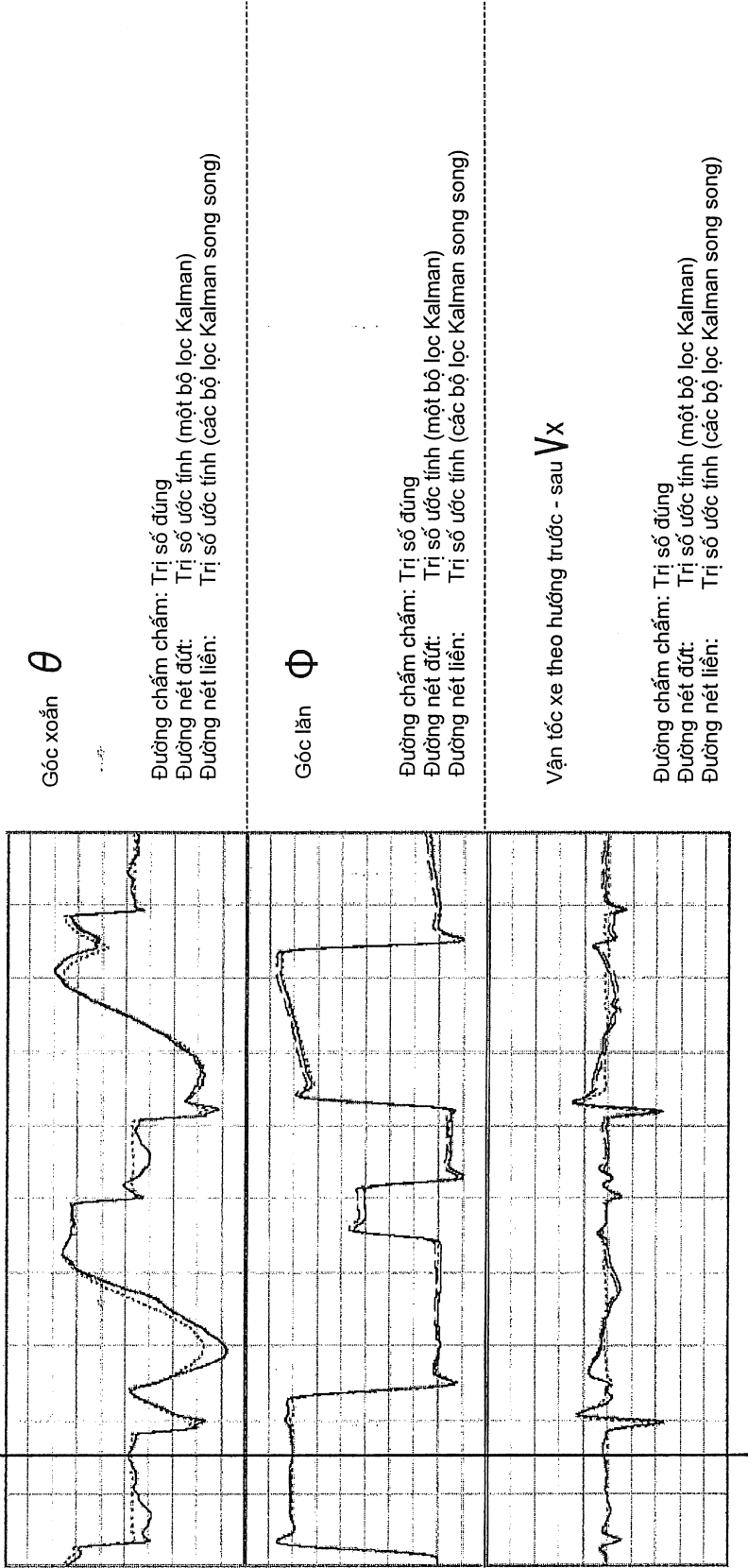


FIG.20B



Bắt đầu áp dụng độ lệch

FIG.20C

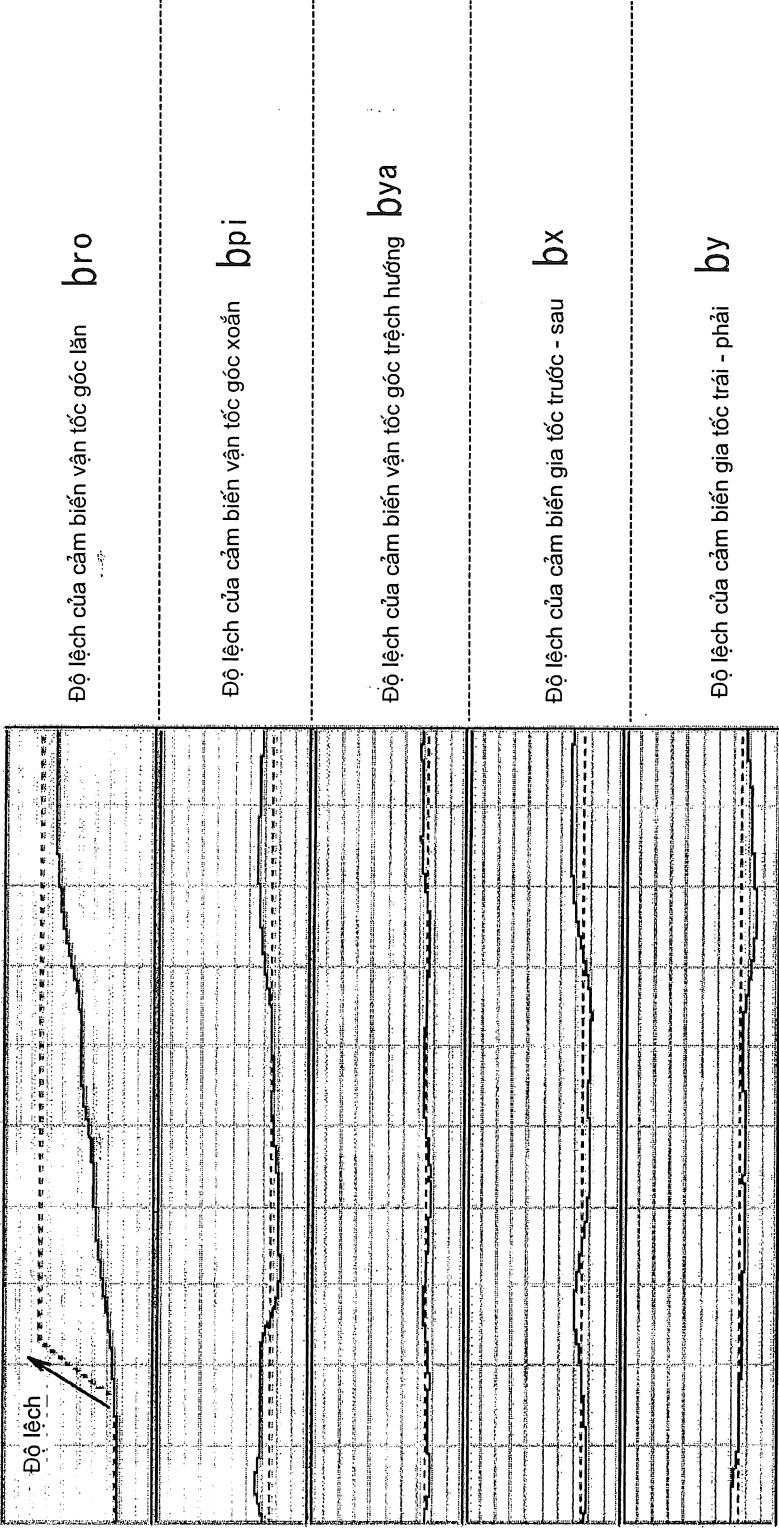


FIG.20D

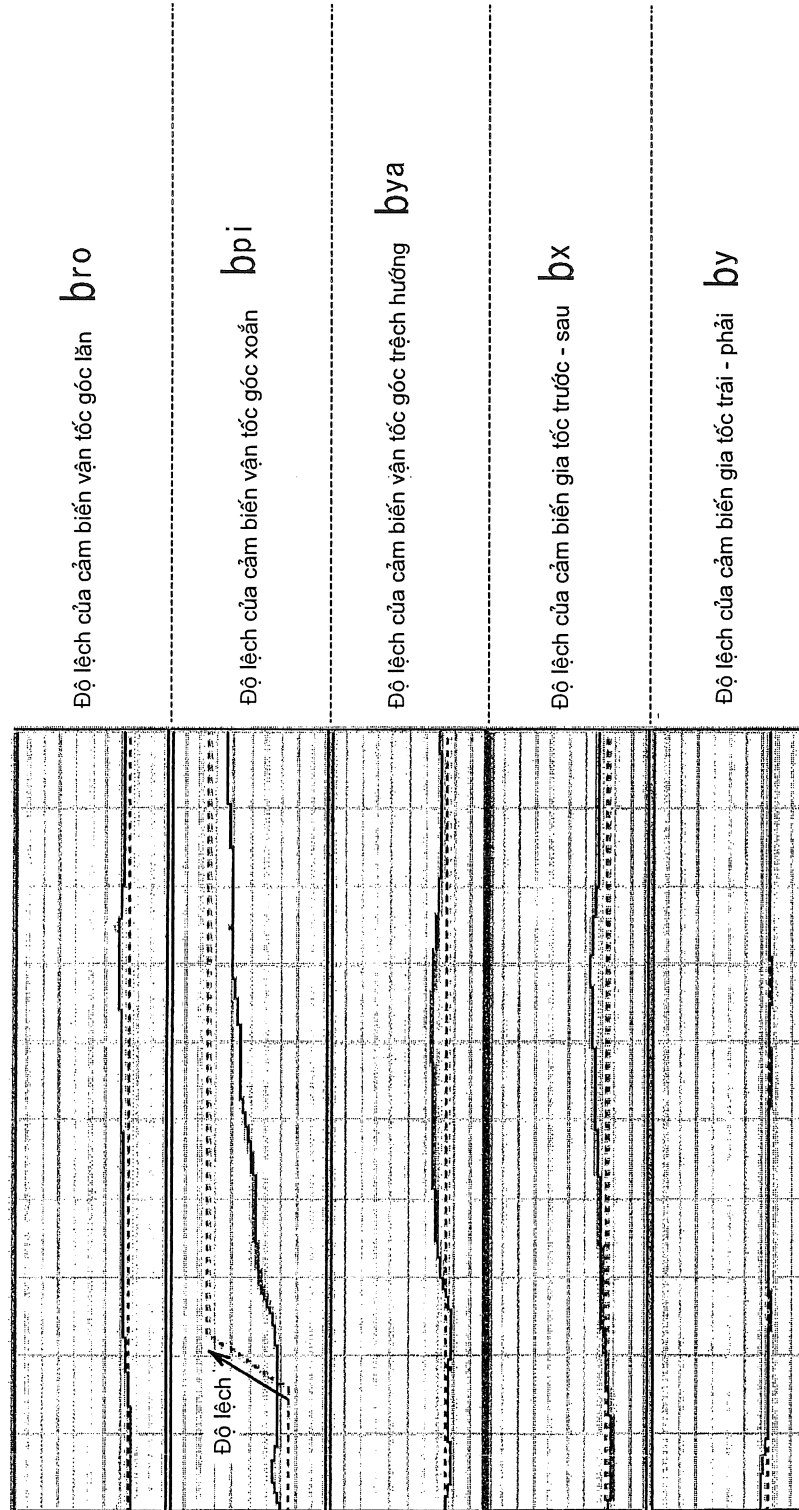


FIG.20E

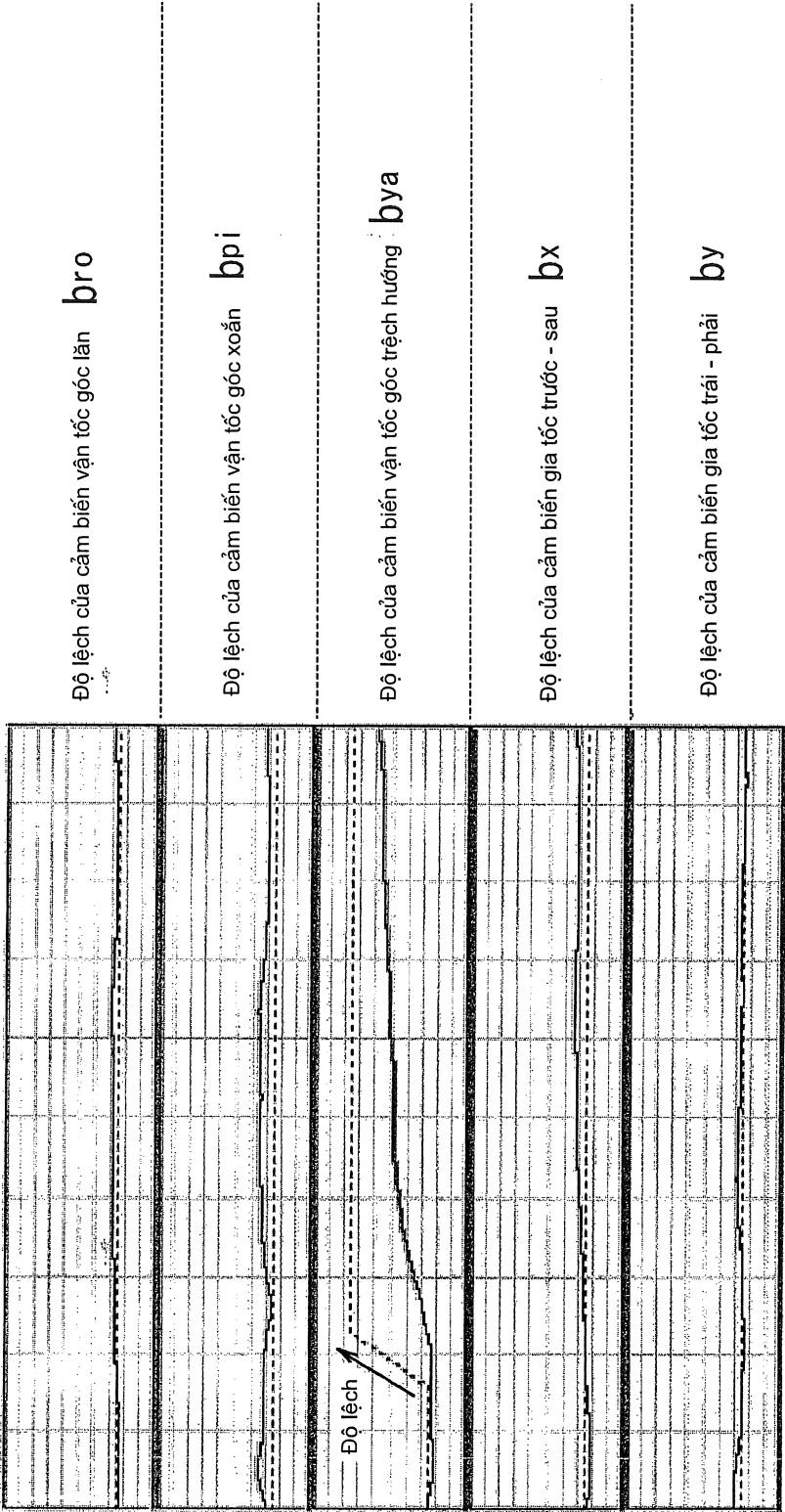


FIG.20F

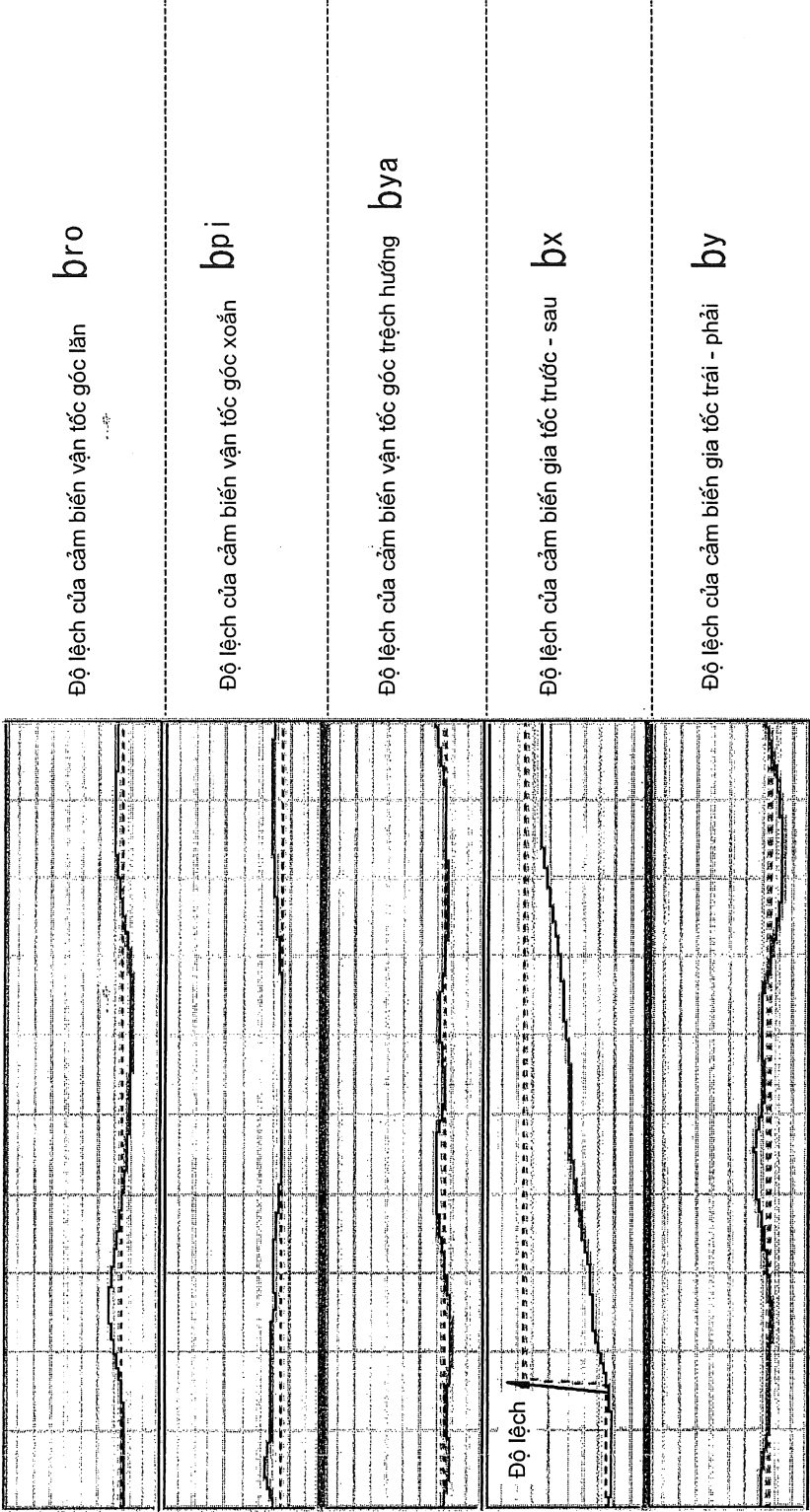


FIG.20G

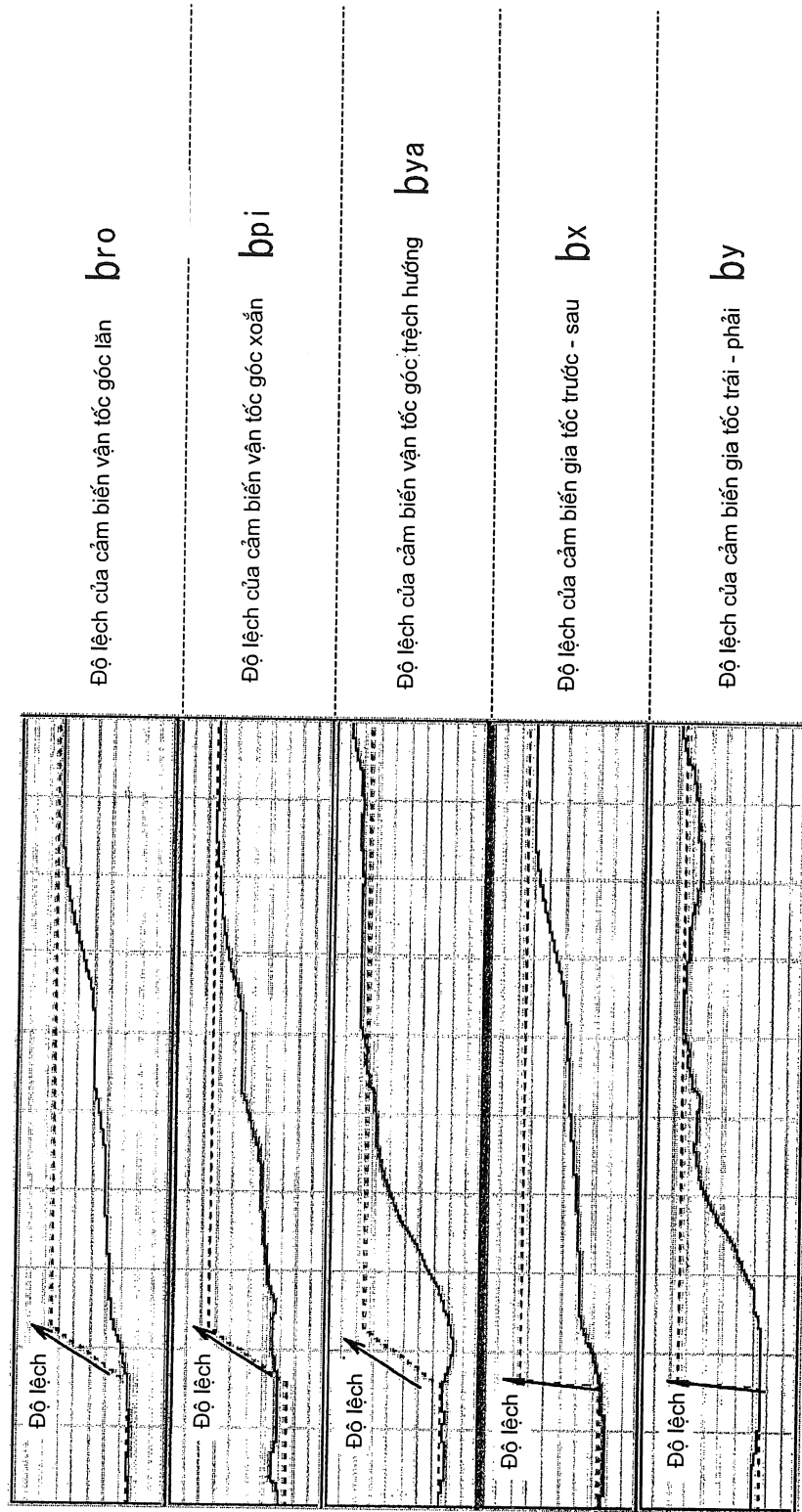
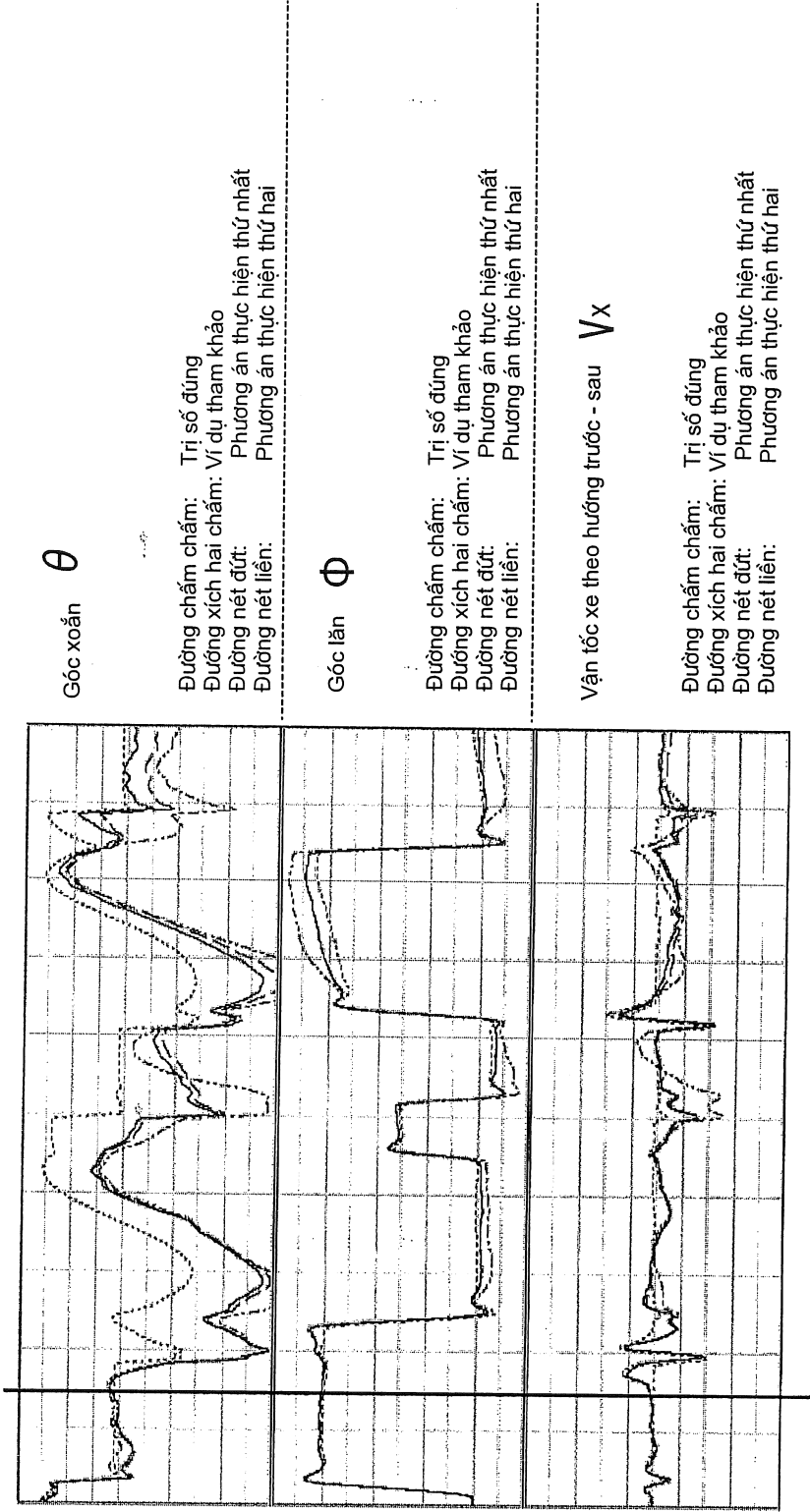


FIG.21A



Bắt đầu áp dụng độ lệch

Góc xoắn θ

Đường chấm chấm: Trị số đúng
Đường xích hai chấm: Ví dụ tham khảo
Đường nét đứt: Phương án thực hiện thứ nhất
Đường nét liền: Phương án thực hiện thứ hai

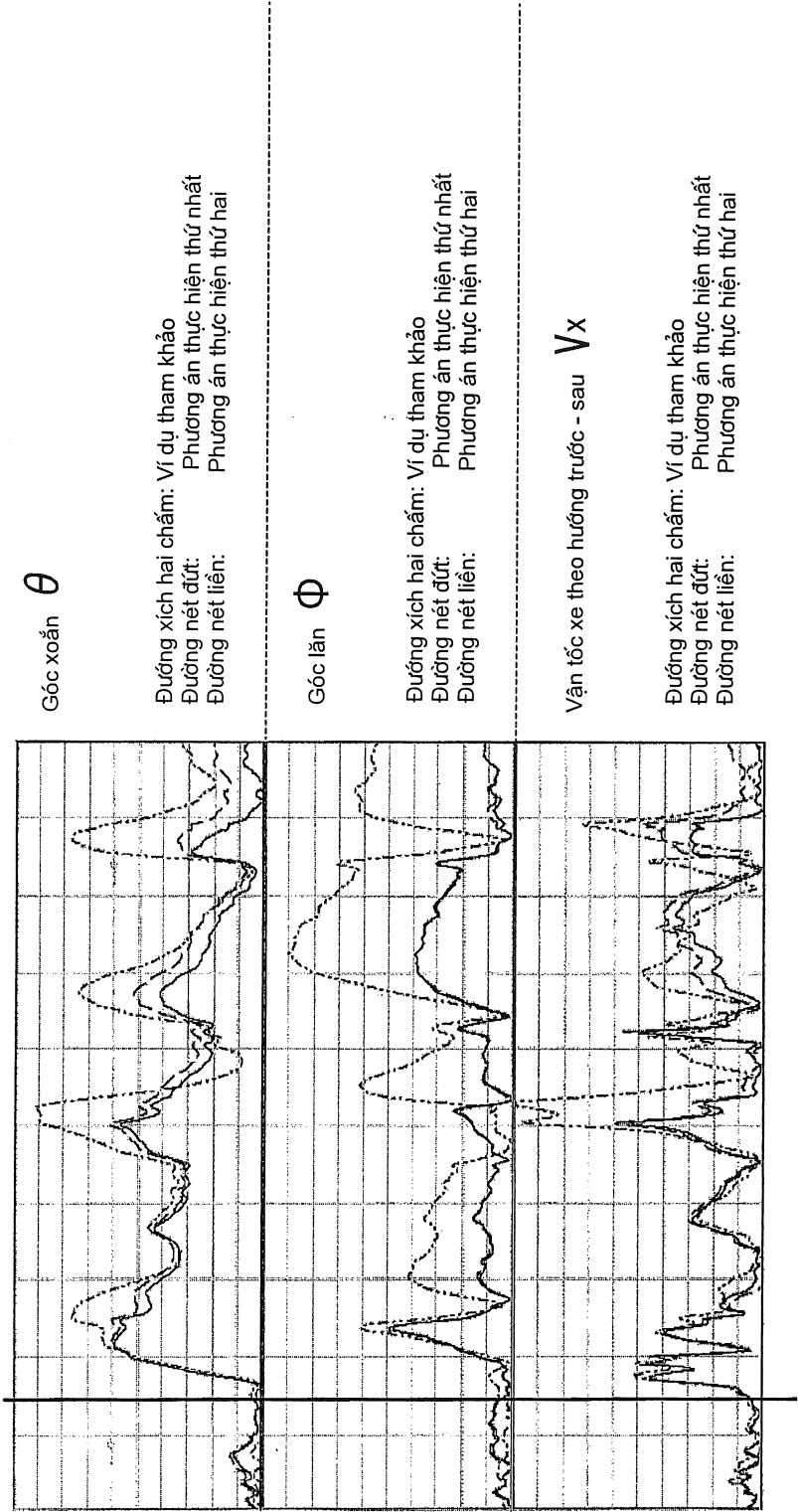
Góc lắn Φ

Đường chấm chấm: Trị số đúng
Đường xích hai chấm: Ví dụ tham khảo
Đường nét đứt: Phương án thực hiện thứ nhất
Đường nét liền: Phương án thực hiện thứ hai

Vận tốc xe theo hướng trước - sau V_x

Đường chấm chấm: Trị số đúng
Đường xích hai chấm: Ví dụ tham khảo
Đường nét đứt: Phương án thực hiện thứ nhất
Đường nét liền: Phương án thực hiện thứ hai

FIG.21B



Bắt đầu áp dụng độ lệch

FIG.22

