



(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)



1-0044668

(51)^{2020.01} B60G 17/018

(13) B

(21) 1-2021-01285

(22) 01/08/2019

(86) PCT/CN2019/098906 01/08/2019

(87) WO2020/052366 19/03/2020

(30) 201811051382.5 10/09/2018 CN; 201910708270.0 01/08/2019 CN

(45) 25/04/2025 445

(43) 25/06/2021 399A

(71) Yanshan University (CN)

No.438, Hebei Avenue, Haigang District Qinhuangdao, Hebei 066004, China

(72) ZHAO, Dingxuan (CN); GONG, Mingde (CN); LIU, Shuang (CN); SUN, Zhiguo (CN); ZHANG, Zhuxin (CN); YANG, Bin (CN); NI, Tao (CN); GUO, Qinghe (CN); YANG, Mengke (CN).

(74) Công ty TNHH Tầm nhìn và Liên danh (VISION & ASSOCIATES CO.LTD.)

(54) PHƯƠNG PHÁP ĐIỀU KHIỂN DỰA TRÊN HỆ THỐNG SÀN ỔN ĐỊNH TRÊN XE SỬ DỤNG HỆ THỐNG TREO CHỦ ĐỘNG

(21) 1-2021-01285

(57) Sáng chế đề xuất hệ thống sàn ổn định trên xe sử dụng hệ thống treo chủ động và phương pháp điều khiển hệ thống sàn này. Hệ thống này bao gồm thân xe, sàn ổn định trên xe, thiết bị đo quán tính, thiết bị điều khiển điện tử, bộ điều khiển secvo, nhiều bánh xe, và xylanh truyền động secvo của hệ thống treo và các bộ cảm biến dịch chuyển lần lượt tương ứng với các bánh xe. Các bánh xe được chia thành ba nhóm, tạo thành ba điểm đỡ. Độ cao của ba điểm đỡ được điều khiển để điều khiển hướng của thân xe. Lượng kéo ra/thu vào của các xylanh truyền động secvo của hệ thống treo cần thiết để làm cho sàn ổn định trên xe quay trở lại phương nằm ngang được tính toán theo góc chúc đo được và góc lặn ngang của sàn ổn định trên xe, và khi xe di chuyển trên đường không bằng phẳng, phần kéo ra/thu vào của từng xylanh truyền động secvo của hệ thống treo được điều khiển làm cho sàn ổn định trên xe nằm ngang.

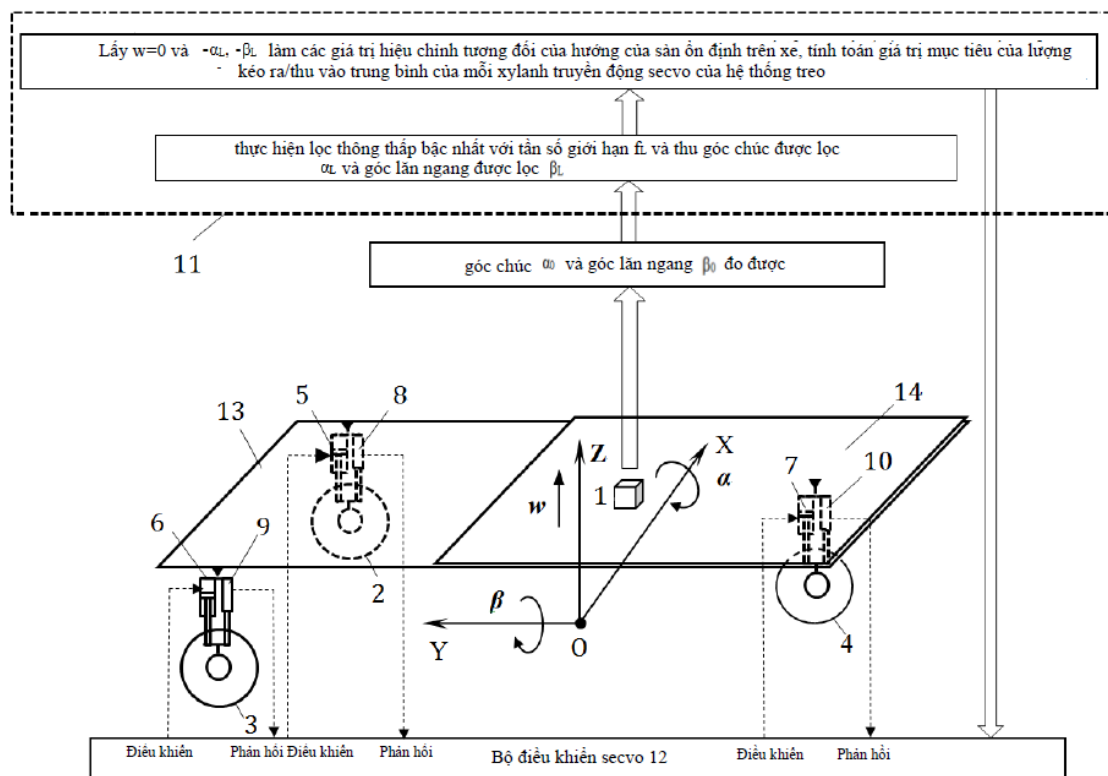


FIG.1

Lĩnh vực kỹ thuật được đề cập

Sáng chế đề cập đến lĩnh vực kỹ thuật điều khiển xe, cụ thể là hệ thống sàn ổn định trên xe sử dụng hệ thống treo chủ động và phương pháp điều khiển hệ thống này.

Tình trạng kỹ thuật của sáng chế

Đối với nhiều loại xe chuyên dùng, sàn điều khiển trên xe giúp duy trì trạng thái nằm ngang trong suốt quá trình di chuyển, điều này đem lại ý nghĩa vô cùng to lớn trong việc nâng cao hiệu suất và hiệu quả vận hành. Ví dụ về cần cầu lắp bánh xe, có thể thực hiện hoạt động nâng lên trong khi di chuyển. Khi di chuyển, nếu bề mặt đường không phẳng, khung gầm và cần cầu trên thân xe phía trên sẽ nghiêng hoặc lắc, gây ra sự rung lắc lớn cho vật nặng đang nâng. Tình huống này thường làm chậm tốc độ vận hành, và làm phát sinh nguy cơ va chạm hoặc lật xe trong trường hợp nghiêm trọng có thể gây ra tai nạn vận hành. Nếu khung gầm của cần cầu cho phép duy trì nằm ngang khi đi ngang qua đường không phẳng, thì điều này sẽ có ích cho sự nâng lên nhẹ nhàng và đặt đồ vật được nâng chính xác, do đó nâng cao đáng kể hiệu quả vận hành và hiệu suất vận hành. Tuy nhiên, hiện nay cả trong và ngoài nước đều chưa có công nghệ để giữ khung gầm hoặc sàn xe nằm ngang trong suốt quá trình xe di chuyển trên đường không bằng phẳng.

Bản chất kỹ thuật của sáng chế

Mục đích của sáng chế là đề xuất hệ thống sàn ổn định trên xe sử dụng hệ thống treo chủ động và phương pháp điều khiển hệ thống sàn này, hệ thống sàn ổn định trên xe có thể đo góc chúc và góc lăn ngang của sàn theo thời gian thực trong suốt quá trình di chuyển, và nhờ đó tính toán lượng kéo ra/thu vào của các xy lanh truyền động secvo của hệ thống treo cần thiết để cho phép sàn ổn định trên xe quay trở lại phương nằm ngang, và điều khiển phần kéo ra/thu vào của các xy lanh truyền động secvo của hệ thống treo để duy trì sàn ổn định trên xe nằm ngang trong suốt quá trình di chuyển.

Để giải quyết vấn đề kỹ thuật nêu trên, giải pháp kỹ thuật được áp dụng bởi sáng chế như dưới đây:

Hệ thống sàn ổn định trên xe sử dụng hệ thống treo chủ động bao gồm thân xe, sàn ổn định trên xe được gắn cố định với thân xe, thiết bị đo quán tính, thiết bị điều khiển điện tử, bộ điều khiển secvo, các bánh xe, các xylanh truyền động secvo của hệ thống treo tương ứng với từng bánh xe, và các bộ cảm biến dịch chuyển, trong đó thiết bị đo quán tính được cố định trên sàn ổn định trên xe; các bánh xe được gắn với phần bên dưới của thân xe qua các xylanh truyền động secvo của hệ thống treo; các bộ cảm biến dịch chuyển được sử dụng để đo hành trình của các xylanh truyền động secvo của hệ thống treo; thiết bị điều khiển điện tử và bộ điều khiển secvo được cố định trên thân xe; thiết bị điều khiển điện tử truyền thông với thiết bị đo quán tính và bộ điều khiển secvo; và bộ điều khiển secvo truyền thông với các bộ cảm biến dịch chuyển; thiết bị điều khiển điện tử đọc góc chúc và góc lăn ngang của sàn ổn định trên xe được đo bởi thiết bị đo quán tính, và nhờ đó tính toán lượng kéo ra/thu vào cần thiết của các xylanh truyền động secvo của hệ thống treo khi sàn ổn định trên xe quay trở lại trạng thái nằm ngang, và kết xuất lượng kéo ra/thu vào đến bộ điều khiển secvo để điều khiển phần kéo ra/thu vào của từng xylanh truyền động secvo của hệ thống treo, để cho phép sàn ổn định trên xe duy trì nằm ngang khi di chuyển.

Cải tiến nữa của giải pháp kỹ thuật nêu trên của sáng chế là tất cả các bánh xe được chia thành ba nhóm bánh xe, mỗi nhóm bánh xe có một hoặc hơn một bánh xe, khi số lượng bánh xe của nhóm bánh xe nhiều hơn một, thì tất cả các xylanh truyền động secvo của hệ thống treo trong nhóm bánh xe được nối thông song song, sao cho nhóm bánh xe tạo thành điểm đỡ để đỡ thân xe, ba nhóm bánh xe tạo thành ba điểm đỡ, và hướng của thân xe được điều khiển dựa vào nguyên tắc một mặt phẳng được xác định bởi ba điểm.

Cải tiến hơn nữa của giải pháp kỹ thuật nêu trên của sáng chế là khi các nhóm bánh xe được tạo thành, thì cấu trúc của các bánh xe trong các nhóm bánh xe và các xylanh truyền động secvo của hệ thống treo tương ứng với chúng và các bộ cảm biến dịch chuyển là giống nhau; và điểm đỡ trong từng nhóm bánh xe để đỡ thân xe là điểm tâm hình học của các điểm đỡ của các xylanh truyền động secvo của hệ thống treo trong nhóm để đỡ thân xe; và độ cao của điểm đỡ được kiểm soát bằng cách điều khiển lượng kéo ra/thu vào trung bình của các xylanh truyền động secvo của hệ thống treo trong nhóm.

Phương pháp điều khiển dùng cho hệ thống sàn ổn định trên xe sử dụng hệ thống treo chủ động theo điểm bất kỳ trong số các điểm 2-3, được đặc trưng ở chỗ, bước thiết lập hệ tọa độ OXYZ được gắn cố định với thân xe, trong đó gốc tọa độ O của hệ tọa độ là điểm bất kỳ được gắn cố định với thân xe, và hướng lên trên đi qua gốc tọa độ O và vuông góc với mặt phẳng mà sàn ổn định trên xe được bố trí được xác định làm hướng dương của trục Z, hướng tiến lên của xe là hướng dương của trục Y, và hướng sang phải theo hướng xe di chuyển là hướng dương của trục X, sự dịch chuyển nâng lên của sàn ổn định trên xe theo trục Z được đặt là w , góc quay xung quanh trục X được đặt là α , và góc quay xung quanh trục Y được đặt là β ; khoảng thời gian quét được đặt trước trong thiết bị đo quán tính, và phương pháp điều khiển bao gồm các bước sau:

1) trong một số khoảng thời gian quét, thiết bị đo quán tính đo góc chúc α_0 và góc lặn ngang β_0 của sàn ổn định trên xe và kết xuất chúng đến thiết bị điều khiển điện tử;

2) thiết bị điều khiển điện tử thực hiện lọc thông thấp bậc nhất với tần số giới hạn f_L với góc chúc α_0 và góc lặn ngang β_0 , và góc chúc được lọc là α_L , và góc lặn ngang được lọc là β_L ;

3) theo các giá trị α_L và β_L thu được trong bước 2), $w=0$ và $-\alpha_L$, $-\beta_L$ được lấy làm giá trị hiệu chỉnh tương đối của hướng của sàn ổn định trên xe, giá trị mục tiêu của lượng kéo ra/thu vào trung bình của các xy lanh truyền động secvo của hệ thống treo trong từng nhóm bánh xe được tính toán thông qua thuật toán động học nghịch đảo của cơ cấu hệ thống treo cho xe với ba điểm đỡ, và giá trị mục tiêu được truyền đến bộ điều khiển secvo để thực hiện điều khiển secvo dịch chuyển trên từng xy lanh truyền động secvo của hệ thống treo, sao cho sàn ổn định trên xe được cho phép duy trì nằm ngang trong suốt quá trình di chuyển.

Cải tiến hơn nữa của giải pháp kỹ thuật nêu trên của sáng chế là gốc tọa độ O là tâm hình học của các điểm tiếp đất của bánh xe khi xe ở trạng thái nằm ngang.

Do việc áp dụng giải pháp kỹ thuật, sáng chế đã đạt được sự tiến bộ dưới đây.

Theo sáng chế, thiết bị đo quán tính được gắn trên sàn ổn định trên xe để đo góc chúc và góc lặn ngang của sàn trong suốt quá trình xe di chuyển, nhờ đó tính toán

lượng kéo ra/thu vào cần thiết của các xy lanh truyền động secvo của hệ thống treo tương ứng làm cho sàn ổn định trên xe quay trở lại phương nằm ngang, và điều khiển phần kéo ra/thu vào của các xy lanh truyền động secvo của hệ thống treo tương ứng để duy trì sàn ổn định trên xe nằm ngang trong suốt quá trình di chuyển.

Sàn ổn định trên xe trên cơ sở hệ thống treo chủ động và phương pháp điều khiển của chúng theo đề xuất bởi sáng chế đóng vai trò quan trọng trong việc nâng cao trình độ kỹ thuật vật hành của các loại xe chuyên dùng. Một số loại xe chuyên dùng điển hình được lấy làm ví dụ để minh họa, ví dụ, khi nó được áp dụng cho xe chữa cháy nâng, thì có thể thực hiện chức năng làm việc trong khi di chuyển hiện có, vì khung gầm của xe chữa cháy nâng không có khả năng để giữ nằm ngang trong khi di chuyển, có thể gây ra sự nghiêng của khung cánh tay phía trên khi xe di chuyển qua chướng ngại vật trên đường, điều này có thể dẫn đến rất khó để ngắm súng chữa cháy vào khu vực cháy, hoặc thậm chí có nguy cơ người lính cứu hỏa bị ngã xuống khi trèo lên để dập lửa. Khi nó được áp dụng cho cần cầu lắp bánh xe, thì độ nghiêng của cần trục và độ lắc của vật cần nâng do mặt đất không bằng phẳng có thể được giảm xuống khi xe thực hiện công việc nâng lên trên đường không bằng phẳng và nơi hoang dã, để nâng cao hiệu quả và hiệu suất vận hành. Khi nó được áp dụng cho xe cứu thương, thì sự điều khiển sai hoặc chấn thương thứ cấp cho các bệnh nhân trong khi cấp cứu gây ra bởi xóc nảy và sự nghiêng của thân xe có thể được giảm xuống khi xe di chuyển trên đường không bằng phẳng. Khi nó được áp dụng cho xe quân sự đặc biệt, thì độ chính xác khi bắn ra bên ngoài của đặc công trên xe quân sự có thể được cải thiện khi xe quân sự di chuyển trên đường không bằng phẳng. Khi nó được áp dụng cho xe chụp ảnh, thì sự ổn định của ống kính được gắn trên xe chụp ảnh có thể được duy trì khi xe chụp ảnh di chuyển trên đường không bằng phẳng, do đó cải thiện hiệu suất chụp ảnh và v.v.

Mô tả vắn tắt các hình vẽ

Fig.1 là hình chiếu phác họa cấu trúc của hệ thống sàn ổn định trên xe sử dụng hệ thống treo chủ động;

Fig.2 là hình chiếu phác họa cấu trúc của hệ thống sàn ổn định trên xe sử dụng hệ thống treo chủ động của xe sáu bánh;

Fig.3 là hình chiếu phác họa của xe ba trục được sử dụng trong thử nghiệm;

Fig.4 là hình chiếu phác họa của chương ngại vật hình tam giác được sử dụng trong thử nghiệm;

Fig.5 là hình chiếu phác họa của giải pháp thử nghiệm để đo sự thay đổi góc chúc;

Fig.6 là hình chiếu phác họa của giải pháp thử nghiệm để đo sự thay đổi góc lăn ngang;

Fig.7 là đồ thị so sánh sự thay đổi của các góc chúc của thân xe đo được khi xe ba trục được trang bị hệ thống treo khí nén hydro bị động và sàn ổn định trên xe ba trục được trang bị hệ thống treo chủ động di chuyển qua chương ngại vật hình tam giác;

Fig.8 là đồ thị so sánh sự thay đổi góc lăn ngang của thân xe đo được khi xe ba trục được trang bị hệ thống treo khí nén hydro bị động và sàn ổn định trên xe ba trục được trang bị hệ thống treo chủ động di chuyển qua chương ngại vật hình tam giác.

Mô tả chi tiết sáng chế

Sau đây, sáng chế sẽ được mô tả chi tiết thêm với tham chiếu đến các phương án:

Sáng chế đề xuất hệ thống sàn ổn định trên xe sử dụng hệ thống treo chủ động và phương pháp điều khiển hệ thống này, phù hợp với các phương tiện hệ thống treo chủ động có ba hoặc hơn ba bánh xe. Theo nguyên lý mặt phẳng được xác định bởi ba điểm, các bánh xe được chia thành ba nhóm, tạo thành ba điểm đỡ đỡ thân xe. Định hướng của thân xe được điều khiển bằng cách điều chỉnh độ cao của ba điểm đỡ, để sàn ổn định trên xe duy trì nằm ngang khi di chuyển trên đường không bằng phẳng.

Phương pháp cụ thể như sau: các bánh xe được chia thành ba nhóm, mỗi nhóm bánh xe có một hoặc hơn một bánh xe. Khi số lượng bánh xe trong một số nhóm bánh xe nhiều hơn một, thì tất cả các xylanh truyền động secvo của hệ thống treo trong nhóm bánh xe được nối song song, tức là, các buồng phía trên của các xylanh truyền động secvo của hệ thống treo trong nhóm bánh xe lần lượt nối thông với nhau, và các

buồng phía dưới của các xylanh truyền động secvo của hệ thống treo trong nhóm bánh xe cũng lần lượt nối thông với nhau. Nhóm bánh xe tạo thành điểm đỡ để đỡ thân xe, và ba nhóm bánh xe tạo thành ba điểm đỡ. Khi các nhóm bánh xe được tạo thành, thì cấu trúc của các bánh xe trong nhóm bánh xe và các xylanh truyền động secvo của hệ thống treo tương ứng với chúng và các bộ cảm biến dịch chuyển là giống nhau, để điểm đỡ của từng nhóm bánh xe là điểm tâm hình học của điểm đỡ của từng xylanh truyền động secvo của hệ thống treo với thân xe trong nhóm này, và chiều cao của điểm đỡ có thể được kiểm soát bằng cách điều khiển lượng kéo ra/thu vào trung bình của từng xylanh truyền động secvo của hệ thống treo trong nhóm này.

Theo góc chúc và góc lặn ngang đo được của sàn ổn định trên xe, thiết bị điều khiển điện tử tính toán lượng kéo ra/thu vào của các xylanh truyền động secvo của hệ thống treo tương ứng cần thiết để làm cho sàn ổn định trên xe quay trở lại phương nằm ngang, và điều khiển phần kéo ra/thu vào của các xylanh truyền động secvo của hệ thống treo tương ứng để duy trì sàn ổn định trên xe nằm ngang khi di chuyển trên đường không bằng phẳng.

Bây giờ, minh họa được thực hiện làm ví dụ của các xe ba bánh và sáu bánh, hệ thống sàn ổn định trên xe và phương pháp điều khiển xe có nhiều hơn ba bánh xe có thể được cấu tạo theo cùng nguyên lý và phương pháp như nêu trên.

Phương án một: sàn ổn định trên xe trên cơ sở hệ thống treo chủ động dùng cho xe ba bánh và phương pháp điều khiển sàn này

Như được thể hiện trên Fig.1, hệ thống bao gồm: thân xe 13, sàn ổn định trên xe 14 được gắn cố định với thân xe, thiết bị đo quán tính 1, các bánh xe 2, 3, 4 và các xylanh truyền động secvo của hệ thống treo 5, 6, 7 tương ứng với từng bánh xe 2, 3, 4, các bộ cảm biến dịch chuyển 8, 9, 10 tương ứng, thiết bị điều khiển điện tử 11 và bộ điều khiển secvo 12. Thiết bị đo quán tính 1 được cố định trên sàn ổn định trên xe 14. Các bánh xe 2, 3, 4 được gắn với phần bên dưới của thân xe qua các xylanh secvo của hệ thống treo 5, 6, 7, tương ứng. Các bộ cảm biến dịch chuyển 8, 9, 10 được sử dụng để đo hành trình của các xylanh secvo của hệ thống treo 5, 6, 7 tương ứng và tạo thành các tín hiệu đo. Thiết bị điều khiển điện tử 11 và bộ điều khiển secvo 12 được cố định trên thân xe 13. Thiết bị điều khiển điện tử 11 truyền thông với thiết bị đo quán tính 1 và bộ điều khiển secvo 12. Bộ điều khiển secvo 12 truyền thông với

các bộ cảm biến dịch chuyển 8, 9, 10, và nhận các tín hiệu đo của các bộ cảm biến dịch chuyển. Thiết bị điều khiển điện tử 11 đọc các tham số hướng được đo bởi thiết bị đo quán tính 1, tính toán lượng kéo ra/thu vào của các xylanh truyền động secvo của hệ thống treo tương ứng cần thiết để làm cho sàn ổn định trên xe quay trở lại phương nằm ngang, và kết xuất nó đến bộ điều khiển secvo 12 để kiểm soát phần kéo ra/thu vào của các xylanh truyền động secvo của hệ thống treo tương ứng để duy trì sàn ổn định trên xe nằm ngang trong suốt quá trình di chuyển.

Phương án này liên quan đến xe ba bánh. Từng bánh xe và xylanh truyền động secvo của hệ thống treo của nó có thể tạo thành điểm đỡ cho thân xe. Trong phương án này, hướng của thân xe có thể được điều khiển theo nguyên lý mặt phẳng được xác định bởi ba điểm.

Trong sáng chế, thiết bị đo quán tính 1 có thể là bộ phận, như bộ đo quán tính, con quay hồi chuyển, mà có khả năng đo các tham số quán tính; và thiết bị điều khiển điện tử 11 có thể là bộ phận, như bộ điều khiển điện tử, mà có khả năng nhận, lưu trữ, tính toán và kết xuất các tham số dữ liệu.

Phương pháp điều khiển của sáng chế là thiết lập hệ tọa độ OXYZ được gắn cố định với thân xe. Như được thể hiện trên Fig.1, gốc tọa độ O của hệ tọa độ được xác định là tâm hình học của tất cả các điểm tiếp đất của bánh xe khi xe nằm ngang. Chắc chắn, gốc tọa độ O cũng có thể là điểm bất kỳ được gắn cố định với thân xe; hướng dương của trục Z được xác định là hướng lên đi qua gốc tọa độ O và vuông góc với mặt phẳng mà sàn ổn định trên xe được bố trí khi xe nằm ngang; hướng dương của trục Y là hướng tiến lên của xe; hướng sang phải khi xe di chuyển tiến lên phía trước là hướng dương của trục X. Sự dịch chuyển nâng lên của sàn ổn định trên xe theo trục Z được xác định là w ; góc quay xung quanh trục X, tức là góc chúc được xác định là α ; và góc quay xung quanh trục Y, tức là góc lăn ngang được xác định là β . Khoảng thời gian quét được đặt trước trong thiết bị đo quán tính 1. Phương pháp điều khiển cụ thể của phương án này bao gồm các bước sau:

Trong bước thứ nhất, trong mỗi khoảng thời gian quét, thiết bị đo quán tính 1 đo góc chúc α_0 và góc lăn ngang β_0 và kết xuất chúng vào thiết bị điều khiển điện tử 11;

Trong bước thứ hai, thiết bị điều khiển điện tử 11 thực hiện lọc thông thấp bậc nhất với tần số giới hạn f_L với góc chúc α_0 và góc lặn ngang β_0 , và góc chúc được lọc là α_L , góc lặn ngang được lọc là β_L . Lọc thông thấp kỹ thuật số bậc nhất áp dụng thuật toán đệ quy sau đây:

$$y_n = \alpha x_n + (1-\alpha)y_{n-1}$$

trong đó x_n là giá trị lấy mẫu của α_0 hoặc β_0 trong khoảng thời gian quét hiện tại, y_n là giá trị tính toán của α_0 hoặc β_0 trong khoảng thời gian quét hiện tại, y_{n-1} là giá trị tính toán của α_0 hoặc β_0 trong khoảng thời gian quét trước đó, và α là hệ số lọc.

Trong trường hợp mà tần số giới hạn f_L được xác định, thì phương pháp tính toán α là:

$$\alpha = 2\pi f_L \Delta t$$

trong đó Δt là khoảng thời gian quét, đơn vị của nó là giây (s); f_L là tần số giới hạn, đơn vị của nó là Hz.

Trong bước thứ ba, theo các giá trị α_L và β_L thu được trong bước thứ hai trước đó, thiết bị điều khiển điện tử 11 lấy $w = 0$ và $-\alpha_L$ và $-\beta_L$ làm các giá trị hiệu chỉnh tương đối của hướng của sàn ổn định trên xe, tính toán các giá trị mục tiêu của lượng kéo ra/thu vào của các xylanh truyền động secvo của hệ thống treo 5, 6, 7 của xe, và truyền các giá trị mục tiêu này đến bộ điều khiển secvo 12 để thực hiện điều khiển secvo dịch chuyển trên các xylanh truyền động secvo của hệ thống treo 5, 6, 7, để làm cho sàn ổn định trên xe nằm ngang trong suốt quá trình di chuyển. Giá trị mục tiêu của lượng kéo ra/thu vào của các xylanh truyền động secvo của hệ thống treo có thể được tính toán bằng thuật toán động học nghịch đảo của cơ cấu hệ thống treo cho xe với ba điểm đỡ. Khi bộ điều khiển secvo thực hiện điều khiển dịch chuyển trên các xylanh truyền động secvo của hệ thống treo tương ứng, thì phần kéo ra/thu vào của các xylanh truyền động secvo của hệ thống treo được điều khiển theo các giá trị mục tiêu của các hành trình và lượng kéo ra/thu vào của các xylanh truyền động secvo của hệ thống treo được đo bởi bộ cảm biến dịch chuyển.

Phương án hai: sàn ổn định trên xe trên cơ sở hệ thống treo chủ động cho các xe sáu bánh và phương pháp điều khiển sàn này

Như được thể hiện trên Fig.2, hệ thống bao gồm: thân xe 13, sàn ổn định trên xe 14 được gắn cố định với thân xe, thiết bị đo quán tính 1, thiết bị điều khiển điện tử 11, bộ điều khiển secvo 12, các bánh xe 2.1, 2.2, 3.1, 3.2, 4.1, 4.2, xylanh truyền động secvo của hệ thống treo 5.1, 5.2, 6.1, 6.2, 7.1, 7.2 tương ứng với từng bánh xe 2.1, 2.2, 3.1, 3.2, 4.1, 4.2, và các bộ cảm biến dịch chuyển 8.1, 8.2, 9.1, 9.2, 10.1, 10.2. Thiết bị đo quán tính 1 được cố định trên sàn ổn định trên xe 14. Các bánh xe 2.1, 2.2, 3.1, 3.2, 4.1, 4.2 được gắn với phần bên dưới của thân xe qua các xylanh secvo tương ứng của hệ thống treo 5.1, 5.2, 6.1, 6.2, 7.1, 7.2. Các bộ cảm biến dịch chuyển 8.1, 8.2, 9.1, 9.2, 10.1, 10.2 được sử dụng để đo hành trình của các xylanh truyền động secvo của hệ thống treo 5.1, 5.2, 6.1, 6.2, 7.1, 7.2, tương ứng. Thiết bị điều khiển điện tử 11 và bộ điều khiển secvo 12 được cố định trên thân xe 13. Thiết bị điều khiển điện tử 11 truyền thông với thiết bị đo quán tính 1 và bộ điều khiển secvo 12. Bộ điều khiển secvo 12 truyền thông với các bộ cảm biến dịch chuyển 8.1, 8.2, 9.1, 9.2, 10.1, 10.2. Và bộ điều khiển secvo 12 nhận các tín hiệu đo của các bộ cảm biến dịch chuyển. Thiết bị điều khiển điện tử 11 đọc các tham số hướng được đo bởi thiết bị đo quán tính 1, tính toán lượng kéo ra/thu vào của từng xylanh truyền động secvo của hệ thống treo 5.1, 5.2, 6.1, 6.2, 7.1, 7.2 cần thiết để làm cho sàn ổn định trên xe quay trở lại phương nằm ngang, và kết xuất nó đến bộ điều khiển secvo 12 để điều khiển phần kéo ra/thu vào của các xylanh truyền động secvo của hệ thống treo 5.1, 5.2, 6.1, 6.2, 7.1, 7.2 tương ứng, để duy trì sàn ổn định trên xe nằm ngang trong suốt quá trình di chuyển.

Phương án này liên quan đến xe sáu bánh, các bánh xe được chia thành ba nhóm bánh xe, và mỗi nhóm bánh xe bao gồm hai bánh xe gắn với nhau. Khi được ghép nhóm, cấu trúc và kích thước của các bánh xe trong một số nhóm bánh xe và xylanh truyền động secvo của hệ thống treo và các bộ cảm biến dịch chuyển phải giống nhau. Trên Fig.2, các bánh xe 2.1 và 2.2 ở trong nhóm thứ nhất, các bánh xe 3.1 và 3.2 ở trong nhóm thứ hai, và các bánh xe 4.1 và 4.2 ở trong nhóm thứ ba. Xylanh truyền động secvo của hệ thống treo cũng được chia thành ba nhóm, trong đó các xylanh truyền động secvo của hệ thống treo 5.1 và 5.2 ở trong nhóm thứ nhất, các xylanh truyền động secvo của hệ thống treo 6.1 và 6.2 ở trong nhóm thứ hai, và các xylanh truyền động secvo của hệ thống treo 7.1 và 7.2 ở trong nhóm thứ ba. Các bộ cảm biến

dịch chuyển cũng được chia thành ba nhóm, trong đó các bộ cảm biến dịch chuyển 8.1 và 8.2 ở trong nhóm thứ nhất, các bộ cảm biến dịch chuyển 9.1 và 9.2 ở trong nhóm thứ hai, và các bộ cảm biến dịch chuyển 10.1 và 10.2 ở trong nhóm thứ ba. Chắc chắn, số lượng bánh xe trong một số nhóm bánh xe cũng có thể là một, ba hoặc bốn. Khi số lượng bánh xe ít hơn sáu, chẳng hạn là bốn, thì số lượng bánh xe trong một số nhóm bánh xe có thể là một hoặc hai; khi số lượng bánh xe nhiều hơn sáu, chẳng hạn như tám, thì số lượng bánh xe trong một số nhóm bánh xe có thể là một hoặc hơn, và v.v. Một nhóm bánh xe tạo thành một điểm đỡ để đỡ thân xe, và ba nhóm bánh xe tạo thành ba điểm đỡ. Theo sáng chế, hướng của thân xe có thể được điều khiển theo nguyên lý mặt phẳng được xác định bởi ba điểm. Điểm đỡ để đỡ thân xe của từng nhóm bánh xe là điểm tâm hình học của điểm đỡ để đỡ thân xe của từng xy lanh truyền động secvo của hệ thống treo trong nhóm này. Độ cao của điểm đỡ có thể được kiểm soát bằng cách điều khiển lượng kéo ra/thu vào trung bình của từng xy lanh truyền động secvo của hệ thống treo trong nhóm bánh xe.

Trong phương án này, vì số lượng bánh xe trong ba nhóm bánh xe nhiều hơn một, nên tất cả các xy lanh truyền động secvo của hệ thống treo trong từng nhóm bánh xe thông với nhau song song, tức là, các buồng phía trên của các xy lanh truyền động secvo của hệ thống treo 5.1 và 5.2 được nối qua đường dẫn nối buồng phía trên 15.2, và các buồng phía dưới được nối qua đường dẫn nối buồng phía dưới 15.1, sao cho các bánh xe trong nhóm thứ nhất tạo thành điểm đỡ thứ nhất. Các buồng phía trên của các xy lanh truyền động secvo của hệ thống treo 6.1 và 6.2 được nối qua đường dẫn nối buồng phía trên 16.2, và các buồng phía dưới được nối qua đường dẫn nối buồng phía dưới 16.1, sao cho các bánh xe trong nhóm thứ hai tạo thành điểm đỡ thứ hai. Các buồng phía trên của các xy lanh truyền động secvo của hệ thống treo 7.1 và 7.2 được nối qua đường dẫn nối buồng phía trên 17.1, và các buồng phía dưới được nối qua đường dẫn nối buồng phía dưới 17.2, sao cho các bánh xe trong nhóm thứ ba tạo thành điểm đỡ thứ ba. Độ cao của từng điểm đỡ được kiểm soát bằng cách điều khiển lượng kéo ra/thu vào trung bình của từng xy lanh truyền động secvo của hệ thống treo trong nhóm này.

Phương pháp điều khiển cụ thể của phương án này bao gồm các bước sau:

Trong bước thứ nhất, hệ tọa độ OXYZ mà được gắn cố định với thân xe 13 được thiết lập. Gốc tọa độ O của hệ tọa độ được xác định là tâm hình học của tất cả các điểm tiếp đất của bánh xe khi xe nằm ngang. Hướng dương của trục Z là hướng lên đi qua gốc O và vuông góc với mặt phẳng mà sàn ổn định trên xe được bố trí; hướng dương của trục Y là hướng tiến lên của xe; hướng sang phải khi xe di chuyển tiến lên phía trước là hướng dương của trục X. Sự dịch chuyển nâng lên của sàn ổn định trên xe theo trục Z được xác định là w , góc quay xung quanh trục X, tức là góc chúc được xác định là α , và góc quay xung quanh trục Y, tức là góc lặn ngang được xác định là β . Trong mỗi khoảng thời gian quét, thiết bị đo quán tính 1 đo góc chúc α_0 và góc lặn ngang β_0 và kết xuất chúng đến thiết bị điều khiển điện tử 11.

Trong bước thứ hai, thiết bị điều khiển điện tử 11 thực hiện lọc thông thấp bậc nhất với tần số giới hạn f_L trên góc chúc α_0 và góc lặn ngang β_0 , và góc chúc được lọc được đặt là α_L , góc lặn ngang được lọc được đặt là β_L . Thuật toán lọc thông thấp bậc nhất như được mô tả trong phương án một, sẽ không được nhắc lại ở đây.

Trong bước thứ ba, theo các giá trị α_L và β_L thu được trong bước thứ hai, $w = 0$ và $-\alpha_L$ và $-\beta_L$ được lấy làm giá trị hiệu chỉnh tương đối của hướng của sàn ổn định trên xe, giá trị mục tiêu của lượng kéo ra/thu vào trung bình của mỗi xy lanh truyền động secvo của hệ thống treo trong mỗi nhóm bánh xe của xe được tính toán thông qua thuật toán động học nghịch đảo của cơ cấu hệ thống treo cho xe với ba điểm đỡ, và giá trị mục tiêu được truyền đến bộ điều khiển secvo để thực hiện điều khiển secvo dịch chuyển trên các xy lanh truyền động secvo của hệ thống treo trong từng nhóm bánh xe, để duy trì sàn ổn định trên xe nằm ngang trong suốt quá trình di chuyển.

Sáng chế đề xuất phương pháp điều khiển dùng cho sàn ổn định trên xe có nhiều hơn ba bánh xe, bằng cách đó các bánh xe của hệ thống sàn ổn định trên xe có nhiều hơn ba bánh xe được chia thành ba nhóm bánh xe, và hướng của thân xe được điều khiển dựa vào nguyên lý một mặt phẳng được xác định bởi ba điểm, sao cho phương pháp điều khiển áp dụng được cho các xe có nhiều hơn ba bánh xe. Theo sáng chế, góc chúc và góc lặn ngang trong mỗi khoảng thời gian được quét và được theo dõi theo thời gian thực, và lọc thông thấp bậc nhất được thực hiện trên các giá trị được quét, để giảm nhiễu tín hiệu, và sau đó góc chúc được lọc và góc lặn ngang được lọc được sử dụng để tính toán lượng kéo ra/thu vào của các xy lanh truyền động secvo

của hệ thống treo trong từng nhóm bánh xe, để cải thiện độ ổn định để điều khiển sàn ổn định trên xe. Theo sáng chế, các bánh xe gần với nhau được lựa chọn để tạo thành nhóm bánh xe, để thuận tiện cho việc nối thông giữa các buồng phía trên và các buồng phía dưới của các xylanh truyền động secvo của hệ thống treo trong nhóm bánh xe. Đồng thời, khi được tạo nhóm, cấu trúc và kích thước của các bánh xe trong nhóm bánh xe và xylanh truyền động secvo của hệ thống treo và các bộ cảm biến dịch chuyển là giống nhau, tạo thuận lợi cho việc xác định các điểm đỡ của nhóm bánh xe.

Trong suốt quá trình nghiên cứu và phát triển sáng chế, thử nghiệm so sánh hướng được thực hiện trên xe ba trục được trang bị hệ thống treo chủ động và xe ba trục được trang bị hệ thống treo khí nén hydro bị động khi di chuyển qua chướng ngại vật hình tam giác. Sàn ổn định trên xe trên cơ sở hệ thống treo chủ động theo sáng chế có thể đạt được hiệu quả duy trì sàn nằm ngang và ổn định trong suốt quá trình di chuyển.

Xe ba trục được sử dụng trong thử nghiệm được thể hiện trên Fig.3. Xe ba trục có độ dài 10m, khoảng cách giữa hai cầu xe là $(2,95+1,65)$ m, tải trọng là 36t, tải trên trục là 12t và hành trình hệ thống treo là $\pm 0,11$ m. Trong thử nghiệm, một trong số hai xe ba trục được trang bị hệ thống treo chủ động theo sáng chế và được điều khiển bằng phương pháp theo sáng chế, và xe ba trục còn lại được trang bị hệ thống treo khí nén hydro bị động. Trong suốt quá trình thử nghiệm, các buồng phía trên của các xylanh truyền động secvo của hệ thống treo tương ứng với hai bánh xe phía trước của xe sáu bánh ba trục nối thông qua các đường dẫn nối, và các buồng phía dưới của các xylanh truyền động secvo của hệ thống treo tương ứng với hai bánh xe phía trước của xe sáu bánh ba trục nối thông qua các đường dẫn nối, sao cho chức năng của các bánh xe phía trước và các hệ thống treo đỡ thân xe tương đương với chức năng của một điểm đỡ; các buồng phía trên và các buồng phía dưới của các xylanh truyền động secvo của hệ thống treo tương ứng với hai bánh xe ở phía bên phải của hai trục ở phía sau của xe tương ứng nối thông qua các đường dẫn nối, sao cho chức năng của hai bánh xe ở phía sau bên phải đỡ thân xe tương đương với chức năng của một điểm đỡ; các buồng phía trên và các buồng phía dưới của các xylanh truyền động secvo của hệ thống treo tương ứng với hai bánh xe ở phía bên trái của hai trục ở phía sau của xe tương ứng nối thông qua các đường dẫn nối, sao cho chức năng của hai bánh xe ở

phía sau bên trái đỡ thân xe tương đương với chức năng của một điểm đỡ. Theo cách này, thân xe có tất cả ba điểm đỡ. Bốn bánh xe và xylanh truyền động secvo của hệ thống treo ở phía sau của xe có cùng cấu trúc.

Tất cả các chướng ngại vật hình tam giác được sử dụng trong thử nghiệm được thể hiện trên Fig.4 và có chiều dài 3m, chiều rộng 0,8m và chiều cao 0,1m.

Fig.5 là hình chiếu phác họa của giản đồ thử nghiệm để đo sự thay đổi góc chúc. Trong giản đồ thử nghiệm này, hai chướng ngại vật hình tam giác giống hệt nhau được đặt đối xứng dựa vào khoảng cách giữa hai cầu xe, và các bánh xe ở phía bên trái và bên phải của xe đồng thời vượt qua chướng ngại vật hình tam giác, theo cách này, có thể đo được sự thay đổi góc chúc của thân xe.

Fig.6 là hình chiếu phác họa của giản đồ thử nghiệm để đo sự thay đổi góc lăn ngang. Trong giản đồ thử nghiệm này, chỉ có một chướng ngại vật hình tam giác được đặt ở một trong số hai bên của xe, và các bánh xe của xe ở một phía đi qua chướng ngại vật hình tam giác, theo cách này, có thể đo được sự thay đổi góc lăn ngang của thân xe.

Fig.7 thể hiện sự thay đổi góc chúc của thân xe của sàn ổn định trên xe ba trục được trang bị hệ thống treo chủ động và xe ba trục được trang bị hệ thống treo khí nén hydro bị động khi các bánh xe ở cả hai bên di chuyển đi qua chướng ngại vật hình tam giác với tốc độ 2 km/giờ dựa vào giản đồ thử nghiệm được thể hiện trên Fig.5. Có thể thấy trên Fig.7 khi sàn ổn định trên xe ba trục được trang bị hệ thống treo chủ động di chuyển qua chướng ngại vật hình tam giác, thì góc chúc của nó thay đổi từ $-0,4^\circ$ đến $0,4^\circ$ (được thể hiện bởi đường nét đứt trên Fig.7), và sự thay đổi góc chúc chỉ tăng nhẹ so với sự thay đổi góc lăn ngang khi di chuyển trên đường bằng phẳng; khi xe ba trục được trang bị hệ thống treo khí nén hydro bị động di chuyển qua chướng ngại vật hình tam giác, thì góc chúc của nó thay đổi từ -2° đến 2° (được thể hiện bởi đường nét liền trên Fig.7), và so với xe ba trục được trang bị hệ thống treo khí nén hydro bị động, sự dao động góc chúc của thân xe của sàn ổn định trên xe ba trục được trang bị hệ thống treo chủ động được giảm đáng kể, do đó về cơ bản thân xe được giữ nằm ngang.

Fig.8 thể hiện sự thay đổi góc lặn ngang của thân xe của sàn ổn định trên xe ba trục được trang bị hệ thống treo chủ động và xe ba trục được trang bị hệ thống treo khí nén hydro bị động khi các bánh xe ở một bên di chuyển qua chướng ngại vật hình tam giác với tốc độ 2 km/giờ dựa vào giản đồ thử nghiệm được thể hiện trên Fig.6. Có thể thấy trên Fig.8 khi sàn ổn định trên xe ba trục được trang bị hệ thống treo chủ động di chuyển qua chướng ngại vật hình tam giác, thì góc lặn ngang của nó thay đổi từ $-0,3^\circ$ đến $0,3^\circ$ (được thể hiện bởi đường nét đứt trên Fig.8), và sự thay đổi này không khác nhau rõ ràng với sự thay đổi góc lặn ngang khi di chuyển trên đường bằng phẳng; khi xe ba trục được trang bị hệ thống treo khí nén hydro bị động di chuyển qua chướng ngại vật hình tam giác, thì góc lặn ngang của nó thay đổi từ -1° đến 2° (được thể hiện bởi đường nét liền trên Fig.8), so với xe ba trục được trang bị hệ thống treo khí nén hydro bị động, sự dao động góc lặn ngang của sàn ổn định trên xe ba trục được trang bị hệ thống treo chủ động của sáng chế được giảm đáng kể, do đó về cơ bản thân xe được giữ nằm ngang. Theo cách này, sàn ổn định trên xe theo sáng chế có thể giữ thân xe ổn định trong suốt quá trình chuyển động, và hoạt động trên sàn ổn định trên xe theo sáng chế sẽ không bị cản trở bởi sự di chuyển của xe, ví dụ, cần cầu lắp bánh xe có thể nâng và cầu lên trong khi di chuyển, và không xảy ra tai nạn lật xe.

Cuối cùng, nên lưu ý rằng các phương án nêu trên chỉ được sử dụng để minh họa giải pháp kỹ thuật của sáng chế, mà không nhằm giới hạn sáng chế. Mặc dù sáng chế đã được mô tả chi tiết với tham chiếu đến các phương án nêu trên, nên được hiểu bởi người có hiểu biết trung bình về lĩnh vực kỹ thuật liên quan rằng có thể cho phép sửa đổi giải pháp kỹ thuật được mô tả trong các phương án nêu trên hoặc thay thế tương đương một số hoặc tất cả các tính năng kỹ thuật; tuy nhiên, các sửa đổi hoặc thay thế này không làm cho các giải pháp kỹ thuật tương ứng về cơ bản vượt ra khỏi phạm vi của các giải pháp kỹ thuật của các phương án khác nhau của sáng chế.

YÊU CẦU BẢO HỘ

1. Phương pháp điều khiển dựa trên hệ thống sàn ổn định trên xe sử dụng hệ thống treo chủ động, phương pháp này được đặc trưng ở chỗ, hệ thống sàn ổn định trên xe bao gồm thân xe, sàn ổn định trên xe được gắn cố định với thân xe, thiết bị đo quán tính, thiết bị điều khiển điện tử, bộ điều khiển secvo, nhiều bánh xe, các xylanh truyền động secvo của hệ thống treo lần lượt tương ứng với các bánh xe, và các bộ cảm biến dịch chuyển, trong đó thiết bị đo quán tính được cố định trên sàn ổn định trên xe; các bánh xe được gắn với phần bên dưới của thân xe qua các xylanh truyền động secvo của hệ thống treo; các bộ cảm biến dịch chuyển được sử dụng để đo hành trình của các xylanh truyền động secvo của hệ thống treo; thiết bị điều khiển điện tử và bộ điều khiển secvo được cố định trên thân xe;

tất cả các bánh xe được chia thành ba nhóm bánh xe, mỗi nhóm bánh xe có một hoặc hơn một bánh xe, khi số lượng bánh xe của nhóm bánh xe nhiều hơn một, thì tất cả các xylanh truyền động secvo của hệ thống treo trong nhóm bánh xe được nối thông song song, sao cho nhóm bánh xe tạo thành điểm đỡ để đỡ thân xe, ba nhóm bánh xe tạo thành ba điểm đỡ, và hướng của thân xe được điều khiển dựa vào nguyên lý một mặt phẳng được xác định bởi ba điểm;

khi các nhóm bánh xe được tạo thành, thì các cấu trúc của các bánh xe trong các nhóm bánh xe và các xylanh truyền động secvo của hệ thống treo tương ứng với chúng và các bộ cảm biến dịch chuyển là như nhau; và điểm đỡ trong từng nhóm bánh xe để đỡ thân xe là điểm tâm hình học của các điểm đỡ của các xylanh truyền động secvo của hệ thống treo trong nhóm để đỡ thân xe; và chiều cao của điểm đỡ được kiểm soát bằng cách điều khiển lượng kéo ra/thu vào trung bình của các xylanh truyền động secvo của hệ thống treo trong nhóm

thiết bị điều khiển điện tử truyền thông với thiết bị đo quán tính và bộ điều khiển secvo; và bộ điều khiển secvo truyền thông với các bộ cảm biến dịch chuyển; thiết bị điều khiển điện tử đọc góc chúc và góc lăn ngang của sàn ổn định trên xe được đo bởi thiết bị đo quán tính, và nhờ đó tính toán lượng kéo ra/thu vào theo yêu cầu của các xylanh truyền động secvo của hệ thống treo khi sàn ổn định trên xe quay lại trạng thái nằm ngang, và kết xuất lượng kéo ra/thu vào đến bộ điều khiển secvo để điều

khiến phần kéo ra/thu vào của từng xylanh truyền động secvo của hệ thống treo, để cho phép sàn ổn định trên xe duy trì nằm ngang khi chuyển động;

thiết lập hệ tọa độ OXYZ được gắn cố định với thân xe, trong đó gốc tọa độ O của hệ tọa độ này là tâm hình học của các điểm tiếp đất của bánh xe khi xe ở trạng thái nằm ngang, và hướng lên đi qua gốc tọa độ O và vuông góc với mặt phẳng mà sàn ổn định trên xe được bố trí được xác định làm hướng dương của trục Z, hướng tiến lên của xe là hướng dương của trục Y, và hướng sang phải mà xe di chuyển là hướng dương của trục X, dịch chuyển nâng lên của sàn ổn định trên xe dọc theo trục X được đặt là w , góc quay xung quanh trục X được đặt là α , và góc quay xung quanh trục Y được đặt là β ; khoảng thời gian quét được đặt trước trong thiết bị đo quán tính, và phương pháp điều khiển bao gồm các bước sau:

1) trong một số khoảng thời gian quét, thiết bị đo quán tính đo góc chúc α_0 và góc lặn ngang β_0 của sàn ổn định trên xe và kết xuất chúng đến thiết bị điều khiển điện tử;

2) thiết bị điều khiển điện tử thực hiện lọc thông thấp bậc nhất với tần số giới hạn f_L với góc chúc α_0 và góc lặn ngang β_0 , và góc chúc được lọc là α_L , và góc lặn ngang được lọc là β_L ;

lọc thông thấp kỹ thuật số bậc nhất áp dụng thuật toán đệ quy sau đây:

$$y_n = \alpha x_n + (1 - \alpha) y_{n-1}$$

trong đó x_n là giá trị lấy mẫu của α_0 hoặc β_0 trong khoảng thời gian quét hiện tại, y_n là giá trị tính toán của α_0 hoặc β_0 trong khoảng thời gian quét hiện tại, y_{n-1} là giá trị tính toán của α_0 hoặc β_0 khoảng thời gian quét trước đó, và α hệ số lọc;

trong trường hợp mà tần số giới hạn f_L được xác định, thì phương pháp tính toán α là:

$$\alpha = 2\pi f_L \Delta t$$

trong đó Δt là khoảng thời gian quét, đơn vị của nó là giây (s); f_L là tần số giới hạn, đơn vị của nó là Hz;

3) theo các giá trị α_L và β_L thu được trong bước 2), $w=0$ và $-\alpha_L$, $-\beta_L$ được lấy làm các giá trị hiệu chỉnh tương đối của hướng của sàn ổn định trên xe, giá trị mục tiêu của phần kéo ra/thu vào của các xylanh truyền động secvo của hệ thống treo của xe được tính toán, và giá trị mục tiêu này được truyền đến bộ điều khiển secvo để thực hiện điều khiển secvo dịch chuyển trên mỗi trong số các xylanh truyền động secvo của hệ thống treo, sao cho sàn ổn định trên xe được phép duy trì nằm ngang trong suốt quá trình di chuyển; các giá trị mục tiêu của lượng kéo ra/thu vào của các xylanh truyền động secvo của hệ thống treo được tính toán bởi thuật toán động học nghịch đảo của cơ cấu hệ thống treo cho xe với ba điểm đỡ; khi bộ điều khiển secvo thực hiện điều khiển dịch chuyển trên các xylanh truyền động secvo của hệ thống treo tương ứng, thì phần kéo ra/thu vào của các xylanh truyền động secvo của hệ thống treo được điều khiển theo các giá trị mục tiêu của các hành trình và lượng kéo ra/thu vào của các xylanh truyền động secvo của hệ thống treo được đo bởi bộ cảm biến dịch chuyển, sao cho sàn ổn định trên xe duy trì nằm ngang trong suốt quá trình di chuyển.

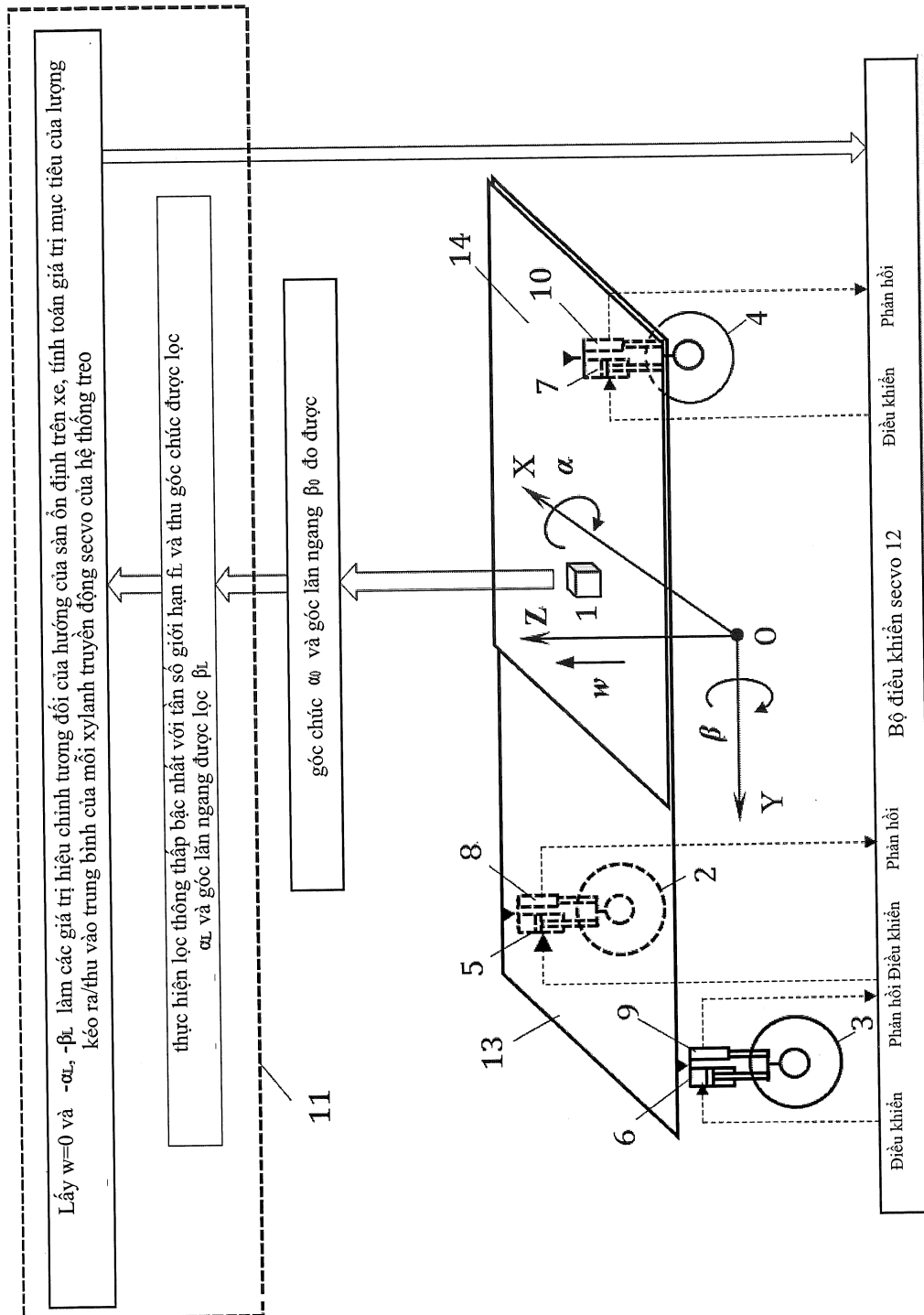


Fig. 1

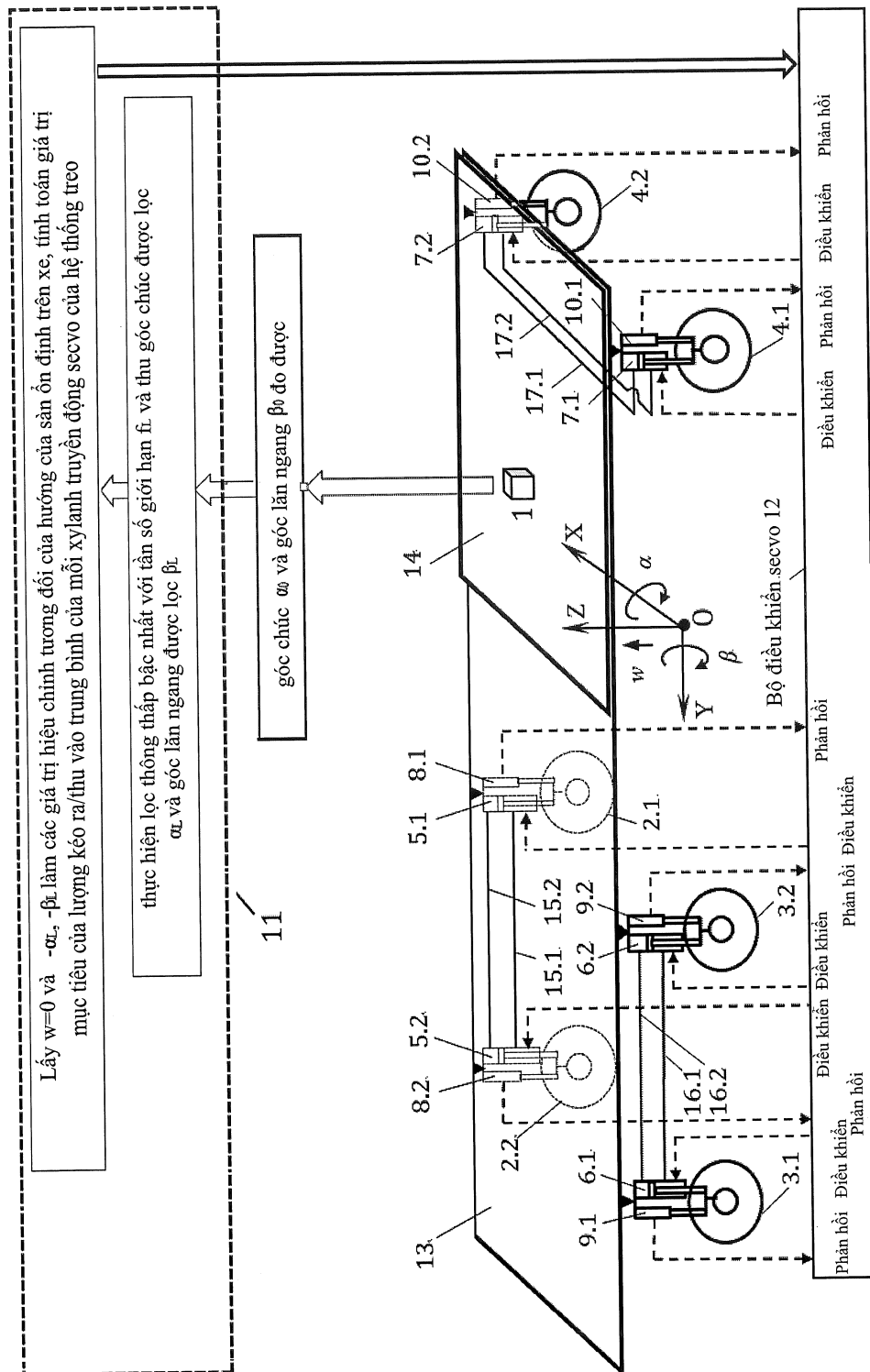


Fig. 2

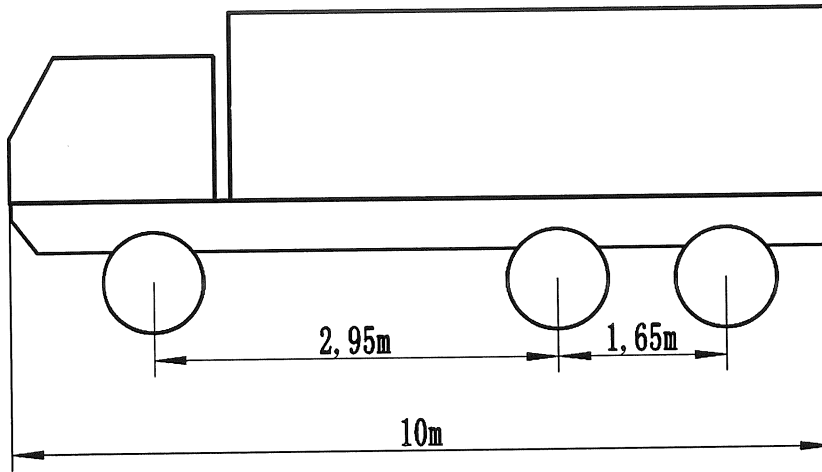


Fig. 3

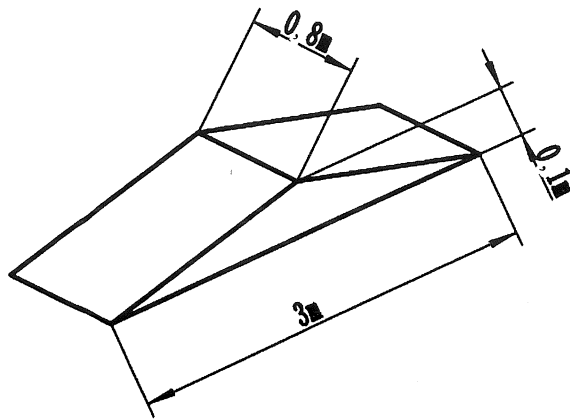


Fig. 4

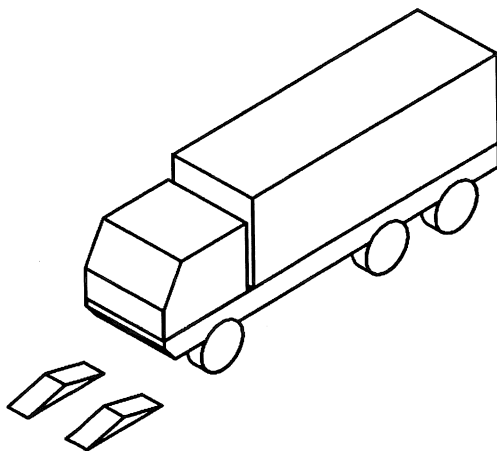


Fig. 5

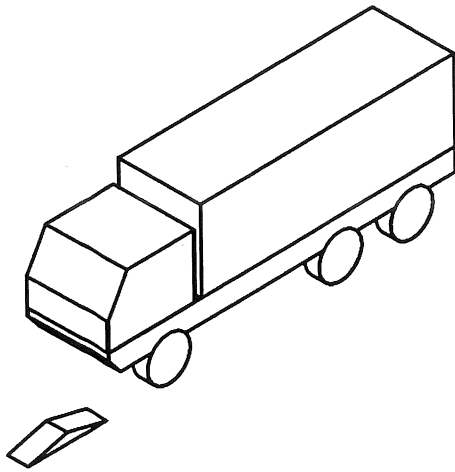


Fig. 6

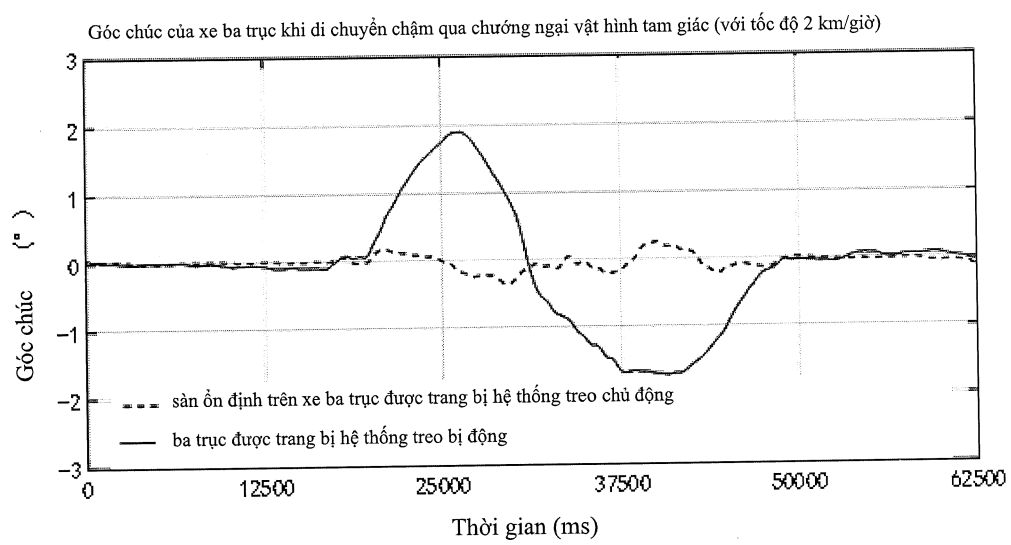


Fig. 7

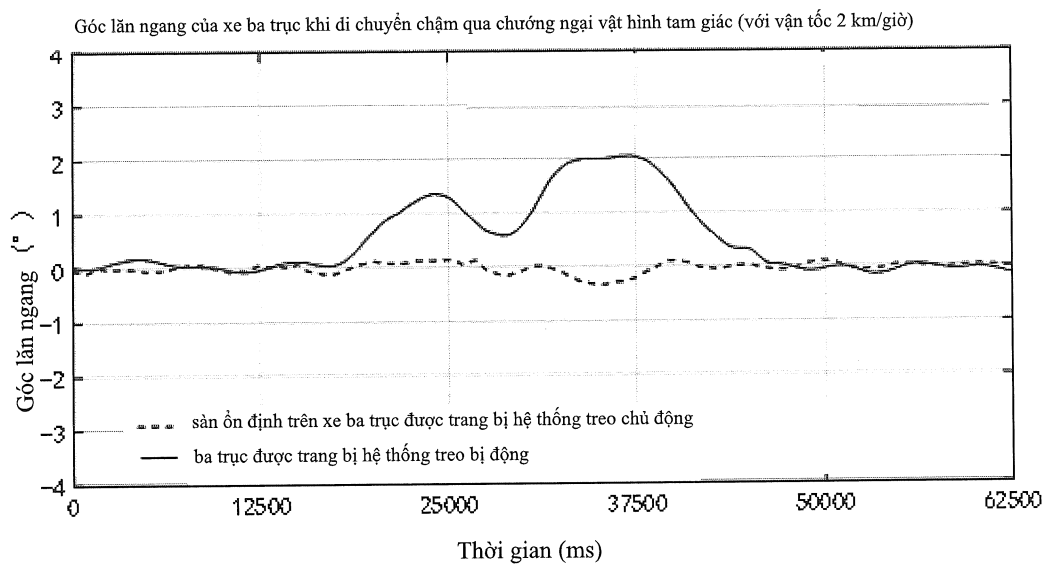


Fig. 8