



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

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

(11)



1-0051792

(51)^{2020.01} B60T 13/74; B60L 7/26; B60T 13/58; (13) B
B60T 17/22; F16H 19/04; B60T 8/172;
B60T 8/92; F16H 1/16; F16H 1/28;
B60L 58/12; B60T 8/171

(21) 1-2021-02486

(22) 17/03/2020

(86) PCT/CN2020/079771 17/03/2020

(87) WO2021/000601 07/01/2021

(30) 201910581690.7 30/06/2019 CN

(45) 25/09/2025 450

(43) 25/03/2022 408A

(73) Shenzhen Yinwang Intelligent Technologies Co., Ltd. (CN)

Room 101, Huawei Headquarters Office Building, Huawei, Vanke City Community,
Bantian Street, Longgang District, Shenzhen, Guangdong, 518129, China

(72) LIU, Fengyu (CN); YING, Zhuofan (CN); LIU, Xiaokang (CN).

(74) Công ty Luật TNHH WINCO (WINCO LAW FIRM)

(54) HỆ THỐNG HỖ TRỢ PHANH, PHƯƠNG PHÁP PHANH, VÀ XE CÓ HỆ
THỐNG HỖ TRỢ PHANH

(57) Sáng chế đề cập tới hệ thống hỗ trợ phanh, phương pháp phanh, và xe có hệ thống hỗ trợ phanh. Hệ thống hỗ trợ phanh bao gồm: bàn đạp phanh, động cơ trợ lực, động cơ mô phỏng, nút liên kết hàng hành tinh, và xi lanh phanh chính. Xi lanh phanh chính được làm thích ứng để tạo ra lực phanh cho xe. Bàn đạp phanh, động cơ trợ lực, và động cơ mô phỏng được nối riêng biệt với nút liên kết hàng hành tinh. Nút liên kết hàng hành tinh được làm thích ứng để biến đổi mô men của bàn đạp phanh, mô men được xuất ra bởi động cơ trợ lực, và mô men được xuất ra bởi động cơ mô phỏng thành lực tác động để tác động lên cần pit tông trong xi lanh phanh chính. Theo sáng chế, nút liên kết hàng hành tinh được bố trí sao cho cả mô men được xuất ra bởi động cơ mô phỏng và mô men được xuất ra bởi động cơ trợ lực được sử dụng làm lực để dẫn động cần pit tông của xi lanh phanh chính. Điều này có thể giảm bớt yêu cầu sinh công đầu ra trên một động cơ duy nhất. Ngoài ra, khi hai động cơ được sử dụng để dẫn động xi lanh phanh chính cùng một lúc, nếu một động cơ bị sự cố, thì động cơ kia có thể được sử dụng để phanh, vì thế độ tin cậy của toàn bộ hệ thống hỗ trợ phanh được cải thiện.

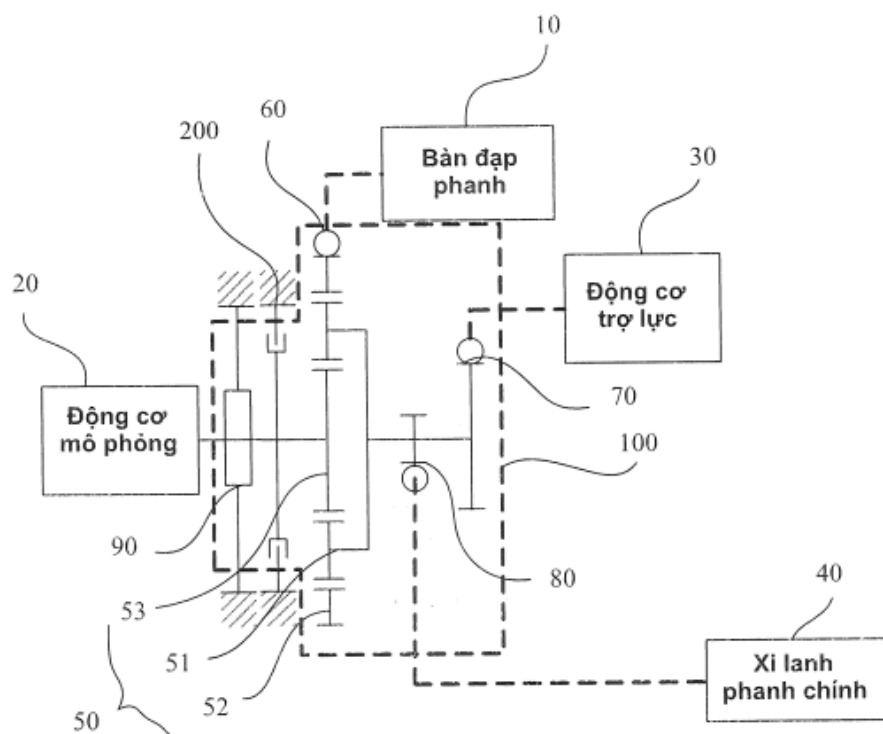


Fig.5

Lĩnh vực kỹ thuật được đề cập

Sáng chế đề cập tới đề cập tới lĩnh vực của công nghệ xe ô tô, và cụ thể hơn, sáng chế đề cập tới hệ thống hỗ trợ phanh, phương pháp phanh, và xe có hệ thống hỗ trợ phanh.

Tình trạng kỹ thuật của sáng chế

Ngày nay, các xe năng lượng mới là kiểu xe đang phát triển nhanh chóng. Được dẫn động bằng các động cơ điện, các xe năng lượng mới có các hệ thống phanh khác với các hệ thống phanh của các xe chạy xăng hiện có. Trong hệ thống phanh của một xe năng lượng mới như được thể hiện trên Fig.1, khi người lái xe đạp bàn đạp phanh, lực phanh xe được truyền qua hai đường dẫn như sau: (1) lực phanh được tạo bởi người lái xe đạp bàn đạp phanh được truyền tới hệ thống phanh thủy lực qua cơ cấu hỗ trợ phanh, và xi lanh phanh chính, đường ống thủy lực, và má kẹp phanh trong hệ thống phanh thủy lực tác dụng lực phanh lên các bánh xe; và (2) bộ điều khiển thực hiện điều khiển phanh bằng động cơ. Động cơ dẫn động trong phanh bằng động cơ tạo ra mô men ngược chiều và mô men ngược chiều này được tác dụng trực tiếp vào các bánh xe qua các bộ phận truyền động để thực hiện phanh.

Fig.2 là hình vẽ dạng sơ đồ thể hiện kết cấu của thiết bị phanh theo kỹ thuật đã biết. Thiết bị phanh này bao gồm bàn đạp phanh 1, động cơ dẫn động 2, và động cơ dẫn động 3 được nối nối tiếp. Bàn đạp phanh 1 được nối với động cơ dẫn động 2, và động cơ dẫn động 3 được nối với xi lanh phanh chính 4. Các trục trung gian của động cơ dẫn động 2 và động cơ dẫn động 3 không ở trạng thái tiếp xúc trực tiếp, và có khe hở 5. Do đó, trong quá trình hoạt động bình thường, các chuyển động của hai động cơ dẫn động độc lập với nhau. Động cơ dẫn động 2 mô phỏng sức cản của bàn đạp phanh 1, và động cơ dẫn động 3 dẫn

động xi lanh phanh chính 4 để hình thành áp lực để phanh thủy lực. Do đó, hệ thống đạt được trạng thái ngắt nối giữa bàn đạp 1 và xi lanh phanh chính 4. Ngoài ra, khi động cơ dẫn động 2 bị sự cố, bàn đạp phanh 1 vẫn có thể trực tiếp dẫn động xi lanh phanh chính 4 qua khe hở 5 giữa hai động cơ dẫn động để tạo ra lực với cường độ nhất định để phanh thủy lực. Tuy nhiên, vì hai động cơ dẫn động được nối đối đầu, hệ thống là tương đối dài, và có yêu cầu tương đối cao về bố trí khoảng trống và các kích thước gá lắp. Ngoài ra, động cơ dẫn động 2 luôn được sử dụng làm sức cản để mô phỏng lực bàn đạp, và xi lanh phanh chính 4 có thể được dẫn động chỉ bởi động cơ dẫn động 3. Điều này dẫn đến các yêu cầu tương đối cao về công suất, mô men, và yếu tố tương tự của động cơ dẫn động 3.

Bản chất kỹ thuật của sáng chế

Do đó, sáng chế đề xuất hệ thống hỗ trợ phanh, phương pháp phanh, và xe có hệ thống hỗ trợ phanh để cải thiện hệ thống hỗ trợ phanh của động cơ.

Theo khía cạnh thứ nhất, sáng chế đề xuất hệ thống hỗ trợ phanh, và hệ thống hỗ trợ phanh này được áp dụng cho xe điện được dẫn động bằng động cơ điện để phanh. Hệ thống hỗ trợ phanh bao gồm: bàn đạp phanh, động cơ trợ lực, động cơ mô phỏng, nút liên kết hàng hành tinh, và xi lanh phanh chính. xi lanh phanh chính được làm thích ứng để tạo ra lực phanh cho xe. Bàn đạp phanh, động cơ trợ lực, và động cơ mô phỏng có tác dụng làm các cơ cấu đầu vào của lực phanh. Nút liên kết hàng hành tinh được làm thích ứng để dẫn động xi lanh phanh chính để hoạt động với lực được tạo bởi các cơ cấu đầu vào. Ở trạng thái nối cụ thể, bàn đạp phanh, động cơ trợ lực, và động cơ mô phỏng được nối riêng biệt với nút liên kết hàng hành tinh. Nút liên kết hàng hành tinh được làm thích ứng để biến đổi mô men của bàn đạp phanh, mô men được xuất ra bởi động cơ trợ lực, và mô men được xuất ra bởi động cơ mô phỏng thành lực tác động để tác động lên cần pit tông trong xi lanh phanh chính. Như đã mô tả trên đây, có thể hiểu rằng nút liên kết hàng hành tinh được bố trí, vì thế cả mô men được

xuất ra bởi động cơ mô phỏng và mô men được xuất ra bởi động cơ trợ lực được sử dụng làm lực để dẫn động cần pit tông của xi lanh phanh chính. Điều này có thể giảm bớt yêu cầu sinh công đầu ra trên một động cơ duy nhất. Ngoài ra, khi hai động cơ được sử dụng để dẫn động xi lanh phanh chính cùng một lúc, nếu một động cơ bị sự cố, thì động cơ kia có thể được sử dụng để phanh, vì thế độ tin cậy của toàn bộ hệ thống hỗ trợ phanh được cải thiện.

Theo một phương án thực hiện cụ thể, nút liên kết hàng hành tinh có cơ cấu bánh răng hành tinh, cơ cấu truyền động thứ nhất, cơ cấu truyền động thứ hai, và cơ cấu truyền động thứ ba. Bàn đạp phanh dẫn động, bằng cách sử dụng cơ cấu truyền động thứ nhất, vòng răng của cơ cấu bánh răng hành tinh quay. Động cơ trợ lực dẫn động, bằng cách sử dụng cơ cấu truyền động thứ hai, giá bánh răng hành tinh của cơ cấu bánh răng hành tinh quay. Động cơ mô phỏng được nối với bánh răng trung tâm của cơ cấu bánh răng hành tinh và được làm thích ứng để dẫn động bánh răng trung tâm quay. Giá bánh răng hành tinh dẫn động, bằng cách sử dụng cơ cấu truyền động thứ ba, cần pit tông di chuyển theo đường thẳng. Cơ cấu bánh răng hành tinh được thiết lập để được gài với ba cơ cấu truyền động, vì thế các đầu ra của bàn đạp phanh, động cơ trợ lực, và động cơ mô phỏng tác động lên xi lanh phanh chính. Cơ cấu bánh răng hàng hành tinh được sử dụng, vì thế bàn đạp phanh có thể được ngắt nối ra khỏi xi lanh phanh chính, nghĩa là, bàn đạp phanh có thể thực hiện các lực phanh khác nhau cho xi lanh phanh chính ở cùng vị trí. Trong trường hợp này, xi lanh phanh chính có thể được điều chỉnh dựa trên yêu cầu, nhờ đó thực hiện trạng thái ngắt nối điện-thủy lực.

Theo một phương án thực hiện cụ thể, cơ cấu truyền động thứ nhất có thanh răng thứ nhất nối với bàn đạp phanh và bánh răng thứ nhất gài khớp với thanh răng thứ nhất. Bánh răng thứ nhất và vòng răng được nối cố định và được bố trí đồng trục. Lực của bàn đạp phanh được truyền tới cơ cấu bánh răng hành tinh nhờ liên kết gài giữa bánh răng thứ nhất và thanh răng thứ nhất.

Theo một phương án thực hiện cụ thể, cơ cấu truyền động thứ hai có trục

vít nối với động cơ trợ lực và bánh vít gài khớp với trục vít, và bánh vít và giá bánh răng hành tinh được nối cố định và được bố trí đồng trục. Cơ cấu truyền động thứ hai bao gồm bánh vít và trục vít được sử dụng để tác dụng mô men được xuất ra bởi động cơ trợ lực lên xi lanh phanh chính.

Theo một phương án thực hiện cụ thể, cơ cấu truyền động thứ hai có bánh răng côn thứ nhất nối với động cơ trợ lực và bánh răng côn thứ hai nối cố định với giá bánh răng hành tinh, và bánh răng côn thứ nhất gài khớp với bánh răng côn thứ hai. Bộ bánh răng côn được sử dụng để tác dụng mô men của động cơ trợ lực lên xi lanh phanh chính.

Theo một phương án thực hiện cụ thể, cơ cấu truyền động thứ ba có thanh răng thứ hai nối cố định với cần pit tông của xi lanh phanh chính và bánh răng thứ hai gài khớp với thanh răng thứ hai, và bánh răng thứ hai và giá bánh răng hành tinh được nối cố định và được bố trí đồng trục. Nhờ liên kết gài định trước giữa thanh răng thứ hai và bánh răng thứ hai, mô men của cơ cấu bánh răng hành tinh được biến đổi thành chuyển động thẳng để đẩy cần pit tông của xi lanh phanh chính.

Theo một phương án thực hiện cụ thể, nút liên kết hàng hành tinh còn có cơ cấu giới hạn được làm thích ứng để giới hạn chuyển động quay của bánh răng trung tâm ở góc định trước. Nút liên kết hàng hành tinh được sử dụng để ngăn không cho cơ cấu giới hạn tạo ra lực chặn đối với bánh răng trung tâm sau khi động cơ mô phỏng bị sự cố.

Theo một phương án thực hiện cụ thể, nút liên kết hàng hành tinh còn có lò xo thiết lập lại được làm thích ứng để dẫn động bánh răng trung tâm quay về vị trí ban đầu. Bánh răng trung tâm được dẫn động quay về vị trí ban đầu nhờ lò xo thiết lập lại định trước.

Theo một phương án thực hiện cụ thể, hệ thống hỗ trợ phanh còn có: thiết bị phát hiện thứ nhất được làm thích ứng để phát hiện thông tin phanh của xe điện; thiết bị phát hiện thứ hai được làm thích ứng để phát hiện mức dung lượng acquy của xe điện; và thiết bị điều khiển được làm thích ứng để: thu được yêu

cầu phanh của xe điện dựa trên thông tin phanh của xe điện được phát hiện bởi thiết bị phát hiện thứ nhất, và xác định tỷ lệ phân bố lực phanh của từng bộ phận trong số động cơ và xi lanh phanh chính trong xe điện dựa trên yêu cầu phanh của xe điện và mức dung lượng acquy của xe điện thu được bởi thiết bị phát hiện thứ hai; thu được mô men thứ nhất của động cơ mô phỏng dựa trên thông tin phanh thu được của xe điện; và xác định mô men thứ hai của động cơ trợ lực dựa trên mô men thứ nhất của động cơ mô phỏng và tỷ lệ phân bố lực phanh của xi lanh phanh chính, và điều khiển động cơ trợ lực và động cơ mô phỏng để lần lượt xuất ra mô men thứ nhất và mô men thứ hai. Cơ cấu bánh răng hàng hành tinh được sử dụng, vì thế bàn đạp phanh có thể được ngắt nối ra khỏi xi lanh phanh chính, nghĩa là, bàn đạp phanh có thể thực hiện các lực phanh khác nhau cho xi lanh phanh chính ở cùng vị trí. Trong trường hợp này, xi lanh phanh chính có thể được điều chỉnh dựa trên yêu cầu, nhờ đó thực hiện trạng thái ngắt nối điện-thủy lực. Ngoài ra, sau khi bàn đạp phanh được ngắt nối ra khỏi xi lanh phanh chính, thiết bị điều khiển có thể chọn chế độ phanh chủ động hoặc chế độ phanh được hỗ trợ dựa trên trạng thái hoạt động của xe điện.

Theo một phương án thực hiện cụ thể, thiết bị phát hiện thứ nhất là cảm biến dịch chuyển thứ nhất hoặc hệ thống ADAS (hệ thống hỗ trợ lái xe tiên tiến) của xe điện để phát hiện vị trí của bàn đạp phanh. Khi thiết bị phát hiện thứ nhất là cảm biến dịch chuyển thứ nhất, thông tin phanh của xe điện là vị trí của bàn đạp phanh.

Theo một phương án thực hiện cụ thể, thiết bị điều khiển được làm thích ứng cụ thể để thu được yêu cầu phanh của xe điện dựa trên vị trí của bàn đạp phanh được phát hiện bởi cảm biến dịch chuyển thứ nhất và tương quan tương ứng định trước giữa vị trí của bàn đạp phanh và yêu cầu phanh. Yêu cầu phanh của xe điện được xác định dựa trên vị trí thu được của bàn đạp phanh.

Theo một phương án thực hiện cụ thể, thiết bị điều khiển còn được làm thích ứng để: thu được góc quay của bánh răng trung tâm dựa trên vị trí của bàn đạp phanh được phát hiện bởi cảm biến dịch chuyển thứ nhất và tỷ lệ phân bố

lực phanh của xi lanh phanh chính; và thu được mô men của lò xo thiết lập lại tác dụng lên bánh răng trung tâm dựa trên góc quay của bánh răng trung tâm và hệ số đàn hồi của lò xo thiết lập lại. Trạng thái dẫn động của lò xo thiết lập lại tác dụng lên xi lanh phanh chính cũng được xem xét trong chế độ phanh, vì thế độ chính xác điều khiển được cải thiện.

Theo một phương án thực hiện cụ thể, thiết bị điều khiển còn được làm thích ứng để thu được lực phanh của bàn đạp phanh dựa trên vị trí của bàn đạp phanh được phát hiện bởi cảm biến dịch chuyển thứ nhất và tương quan tương ứng giữa vị trí của bàn đạp phanh và lực phanh của bàn đạp phanh. Mô men thứ nhất của động cơ mô phỏng thu được bởi thiết bị điều khiển dựa trên thông tin phanh thu được của xe điện thỏa mãn công thức sau đây:

$$T_{b_trg} = i_1 F_{padel}, \text{ và}$$

$$T_{m_cmd} = \frac{1}{a} T_{b_trg} - T_s.$$

T_{m_cmd} là mô men thứ nhất, a là tỷ số truyền của vòng răng so với bánh răng trung tâm, T_s là mô men của lò xo thiết lập lại tác dụng lên bánh răng trung tâm, T_{b_trg} là mô men của bàn đạp phanh, F_{padel} là lực phanh của bàn đạp phanh, và i_1 là hệ số tỷ lệ tốc độ của bánh răng thứ nhất so với thanh răng thứ nhất trong cơ cấu truyền động thứ nhất.

Theo một phương án thực hiện cụ thể, mô men thứ hai của động cơ trợ lực được xác định bởi thiết bị điều khiển dựa trên mô men thứ nhất của động cơ mô phỏng và tỷ lệ phân bố lực phanh của xi lanh phanh chính thỏa mãn công thức sau đây:

$$T_{c_trg} = F_{piston_trg} \cdot l_2, \text{ và}$$

$$T_{a_FF} = T_{c_trg} - (a + 1)(T_{m_cmd} + T_s).$$

F_{piston_trg} là lực phanh của xi lanh phanh chính, i_2 là hệ số tỷ lệ tốc độ của

bánh răng thứ hai so với thanh răng thứ hai trong cơ cấu truyền động thứ ba, và T_{c_rrg} là mô men được tác dụng bởi xi lanh phanh chính lên giá bánh răng hành tinh.

T_{a_FF} là mô men thứ hai, T_{m_cmd} là mô men thứ nhất, T_s là mô men của lò xo thiết lập lại tác dụng lên bánh răng trung tâm, và a là tỷ số truyền của vòng răng so với bánh răng trung tâm.

Theo một phương án thực hiện cụ thể, hệ thống còn có cảm biến dịch chuyển thứ hai được làm thích ứng để phát hiện dịch chuyển của cần pit tông của xi lanh phanh chính.

Thiết bị điều khiển còn được làm thích ứng để: thu được, dựa trên tỷ lệ phân bố lực phanh của xi lanh phanh chính, giá trị dịch chuyển mà cần pit tông của xi lanh phanh chính cần phải di chuyển để đạt tới; và khi cảm biến dịch chuyển thứ hai xác định rằng dịch chuyển của cần pit tông không đạt tới giá trị dịch chuyển, điều khiển động cơ trợ lực để dẫn động cần pit tông di chuyển để đạt tới giá trị dịch chuyển. Theo cách này, điều khiển vòng kín của động cơ trợ lực được thực hiện, vì thế hiệu quả phanh được cải thiện.

Theo một phương án thực hiện cụ thể, thiết bị điều khiển còn được làm thích ứng để: khi động cơ trợ lực hoặc động cơ mô phỏng bị sự cố, xác định, dựa trên tỷ lệ phân bố lực phanh của xi lanh phanh chính, mô men thứ ba của động cơ mô phỏng không bị sự cố hoặc động cơ trợ lực không bị sự cố, và điều khiển động cơ mô phỏng không bị sự cố hoặc động cơ trợ lực không bị sự cố để xuất ra mô men thứ ba. Khi một trong các động cơ bị sự cố, một động cơ khác vẫn có thể được sử dụng để thực hiện phanh, vì thế độ tin cậy của toàn bộ hệ thống hỗ trợ phanh được cải thiện.

Theo một phương án thực hiện cụ thể, thiết bị điều khiển có thể còn được áp dụng khi xe điện ở trạng thái phanh chủ động. Sau khi bàn đạp phanh được đạp lên, dựa trên tương quan tương ứng định trước giữa vị trí của bàn đạp phanh và yêu cầu phanh, khi xác định được rằng yêu cầu phanh được tạo bởi bàn đạp

phanh là lớn hơn so với yêu cầu phanh của thao tác phanh chủ động, thiết bị điều khiển sử dụng yêu cầu phanh tương ứng với bàn đạp phanh.

Theo khía cạnh thứ hai, sáng chế đề xuất phương pháp phanh dùng cho xe điện, và phương pháp này bao gồm các bước:

phát hiện thông tin phanh của xe điện;

thu được mô men thứ nhất của động cơ mô phỏng trong xe điện dựa trên thông tin phanh của xe điện;

thu được yêu cầu phanh của xe điện dựa trên thông tin phanh của xe điện;

thu được mức dung lượng acquy của xe điện;

xác định tỷ lệ phân bố lực phanh của từng bộ phận trong số động cơ và xi lanh phanh chính trong xe điện dựa trên trạng thái hoạt động của xe điện, yêu cầu phanh của xe điện, và mức dung lượng acquy của xe điện;

xác định mô men thứ hai của động cơ trợ lực dựa trên mô men thứ nhất của động cơ mô phỏng và tỷ lệ phân bố lực phanh của xi lanh phanh chính; và

điều khiển động cơ mô phỏng để xuất ra mô men thứ nhất, và điều khiển động cơ trợ lực để xuất ra mô men thứ hai.

mô men thứ nhất và mô men thứ hai lần lượt được xuất ra bởi động cơ mô phỏng và động cơ trợ lực tác động lên cần pit tông trong xi lanh phanh chính trong xe điện để di chuyển.

Theo giải pháp kỹ thuật như đã mô tả trên đây, cả mô men được xuất ra bởi động cơ mô phỏng và mô men được xuất ra bởi động cơ trợ lực được sử dụng làm lực để dẫn động cần pit tông của xi lanh phanh chính. Điều này có thể giảm bớt yêu cầu sinh công đầu ra trên một động cơ duy nhất. Ngoài ra, khi hai động cơ được sử dụng để dẫn động xi lanh phanh chính cùng một lúc, nếu một động cơ bị sự cố, thì động cơ kia có thể được sử dụng để phanh, vì thế độ tin cậy của toàn bộ hệ thống hỗ trợ phanh được cải thiện. Ngoài ra, chế độ phanh chủ động hoặc chế độ phanh được hỗ trợ có thể được chọn dựa trên trạng thái hoạt động của xe điện. Khi xe điện ở trạng thái tự lái, chế độ phanh chủ động có thể được sử dụng. Khi xe điện ở trạng thái người lái, chế độ phanh được hỗ trợ

có thể được sử dụng.

Theo một phương án thực hiện cụ thể, bước thu được yêu cầu phanh của xe điện dựa trên thông tin phanh của xe điện bao gồm:

thu được yêu cầu phanh của xe điện dựa trên hệ thống ADAS (hệ thống hỗ trợ lái xe tiên tiến) trên xe điện; hoặc phát hiện vị trí của bàn đạp phanh trong xe điện, và thu được yêu cầu phanh của xe điện dựa trên vị trí của bàn đạp phanh và tương quan tương ứng định trước giữa vị trí của bàn đạp phanh và yêu cầu phanh. Thông tin phanh của xe điện thu được theo các cách khác nhau.

Theo một phương án thực hiện cụ thể, phương pháp này còn có các bước: thu được lực phanh của bàn đạp phanh dựa trên vị trí của bàn đạp phanh và tương quan tương ứng định trước giữa vị trí của bàn đạp phanh và lực phanh của bàn đạp phanh; và

thu được góc quay của bánh răng trung tâm trong xe điện dựa trên vị trí của bàn đạp phanh và tỷ lệ phân bố lực phanh của xi lanh phanh chính, và thu được mô men của lò xo thiết lập lại tác dụng lên bánh răng trung tâm dựa trên góc quay của bánh răng trung tâm và hệ số đàn hồi của lò xo thiết lập lại trong xe điện.

Bánh răng trung tâm được bố trí trong cơ cấu bánh răng hành tinh của nút liên kết hàng hành tinh trong xe điện. Nút liên kết hàng hành tinh được làm thích ứng để biến đổi lực phanh của bàn đạp phanh, mô men của lò xo thiết lập lại tác dụng lên bánh răng trung tâm, và mô men thứ nhất và mô men thứ hai lần lượt được xuất ra bởi động cơ trợ lực và động cơ mô phỏng thành lực tác động để tác động lên cần pit tông trong xi lanh phanh chính. Theo cách này, động cơ trợ lực và động cơ mô phỏng được điều khiển theo cách chính xác hơn. cơ cấu bánh răng hàng hành tinh được sử dụng, vì thế bàn đạp phanh có thể được ngắt nổi ra khỏi xi lanh phanh chính, nghĩa là, bàn đạp phanh có thể thực hiện các lực phanh khác nhau cho xi lanh phanh chính ở cùng vị trí. Trong trường hợp này, xi lanh phanh chính có thể được điều chỉnh dựa trên yêu cầu, nhờ đó thực hiện trạng thái ngắt nổi điện-thủy lực.

Theo một phương án thực hiện cụ thể, mô men thứ nhất của động cơ mô phỏng thu được dựa trên thông tin phanh của xe điện thỏa mãn công thức sau đây:

$$T_{b_trg} = i_1 F_{pade1}, \text{ và}$$

$$T_{m_cmd} = \frac{1}{a} T_{b_trg} - T_s.$$

T_{m_cmd} là mô men thứ nhất, a là tỷ số truyền của vòng răng so với bánh răng trung tâm, T_s là mô men của lò xo thiết lập lại tác dụng lên bánh răng trung tâm, T_{b_trg} là mô men của bàn đạp phanh, F_{pade1} là lực phanh của bàn đạp phanh, và i_1 là hệ số tỷ lệ tốc độ của bánh răng thứ nhất so với thanh răng thứ nhất trong cơ cấu truyền động thứ nhất.

Cả vòng răng và cơ cấu truyền động thứ nhất được bố trí ở nút liên kết hàng hành tinh. Thanh răng thứ nhất được nối với bàn đạp phanh. Bánh răng thứ nhất gài khớp với thanh răng thứ nhất. Bánh răng thứ nhất và vòng răng được nối cố định và được bố trí đồng trục.

Theo một phương án thực hiện cụ thể, mô men thứ hai của động cơ trợ lực được xác định dựa trên mô men thứ nhất của động cơ mô phỏng và tỷ lệ phân bố lực phanh của xi lanh phanh chính thỏa mãn công thức sau đây:

$$T_{c_trg} = F_{piston_trg} \cdot i_2, \text{ và}$$

$$T_{a_FF} = T_{c_trg} - (a + 1)(T_{m_cmd} + T_s).$$

F_{piston_trg} là lực phanh của xi lanh phanh chính, i_2 là hệ số tỷ lệ tốc độ của bánh răng thứ hai so với thanh răng thứ hai trong cơ cấu truyền động thứ ba, và T_{c_trg} là mô men được tác dụng bởi xi lanh phanh chính lên giá bánh răng hành tinh.

T_{a_FF} là mô men thứ hai, T_{m_cmd} là mô men thứ nhất, T_s là mô men của lò

xo thiết lập lại tác dụng lên bánh răng trung tâm, và a là tỷ số truyền của vòng răng so với bánh răng trung tâm.

Cả cơ cấu truyền động thứ nhất và giá bánh răng hành tinh được bố trí ở nút liên kết hàng hành tinh. Thanh răng thứ hai được nối cố định với cần pit tông của xi lanh phanh chính. Thanh răng thứ hai gài khớp với bánh răng thứ hai. Bánh răng thứ hai và giá bánh răng hành tinh được nối cố định và được bố trí đồng trục.

Theo một phương án thực hiện cụ thể, phương pháp này còn có các bước: phát hiện giá trị dịch chuyển thứ nhất của cần pit tông của xi lanh phanh chính; và

thu được, dựa trên tỷ lệ phân bố lực phanh của hệ thống hỗ trợ phanh, giá trị dịch chuyển thứ hai mà cần pit tông của xi lanh phanh chính cần phải di chuyển để đạt tới, và khi giá trị dịch chuyển thứ nhất không đạt tới giá trị dịch chuyển thứ hai, điều khiển động cơ trợ lực để dẫn động cần pit tông di chuyển để đạt tới giá trị dịch chuyển thứ hai. Theo cách này, điều khiển vòng kín của động cơ trợ lực được thực hiện.

Theo một phương án thực hiện cụ thể, phương pháp này còn có bước:

khi động cơ trợ lực hoặc động cơ mô phỏng bị sự cố, xác định, dựa trên tỷ lệ phân bố lực phanh của xi lanh phanh chính, mô men thứ ba của động cơ mô phỏng không bị sự cố hoặc động cơ trợ lực không bị sự cố, và điều khiển động cơ mô phỏng không bị sự cố hoặc động cơ trợ lực không bị sự cố để xuất ra mô men thứ ba. Theo cách này, độ tin cậy của hệ thống hỗ trợ phanh được cải thiện.

Theo một phương án thực hiện cụ thể, phương pháp này còn có các bước: khi xe điện ở trạng thái phanh chủ động, sau khi bàn đạp phanh được đạp lên, dựa trên tương quan tương ứng định trước giữa vị trí của bàn đạp phanh và yêu cầu phanh, khi xác định được rằng yêu cầu phanh được tạo bởi bàn đạp phanh là lớn hơn so với yêu cầu phanh của thao tác phanh chủ động, sử dụng, bởi thiết bị điều khiển, yêu cầu phanh tương ứng với bàn đạp phanh.

Theo khía cạnh thứ ba, sáng chế đề xuất xe điện. Xe điện này có thân xe, acquy được bố trí trên thân xe, và hệ thống hỗ trợ phanh theo phương án bất kỳ trong số các phương án thực hiện nêu trên. Theo giải pháp kỹ thuật như đã mô tả trên đây, cả mô men được xuất ra bởi động cơ mô phỏng và mô men được xuất ra bởi động cơ trợ lực được sử dụng làm lực để dẫn động cần pit tông của xi lanh phanh chính. Điều này có thể giảm bớt yêu cầu sinh công đầu ra trên một động cơ duy nhất. Ngoài ra, khi hai động cơ được sử dụng để dẫn động xi lanh phanh chính cùng một lúc, nếu một động cơ bị sự cố, thì động cơ kia có thể được sử dụng để phanh, vì thế độ tin cậy của toàn bộ hệ thống hỗ trợ phanh được cải thiện.

Mô tả vắn tắt các hình vẽ

Fig.1 là hình vẽ dạng sơ đồ thể hiện hoạt động phanh xe điện theo kỹ thuật đã biết;

Fig.2 là hình vẽ dạng sơ đồ thể hiện kết cấu của hệ thống hỗ trợ phanh theo kỹ thuật đã biết;

Fig.3a là hình vẽ dạng sơ đồ thể hiện kết cấu của cơ cấu bánh răng hành tinh;

Fig.3b là sơ đồ đòn bẩy tương đương để phân tích lực của cơ cấu bánh răng hành tinh;

Fig.4 là hình vẽ phối cảnh thể hiện kết cấu của hệ thống hỗ trợ phanh theo một phương án của sáng chế;

Fig.5 là sơ đồ nguyên lý của hệ thống hỗ trợ phanh theo một phương án của sáng chế;

Fig.6 là sơ đồ nguyên lý của nút liên kết hàng hành tinh theo một phương án của sáng chế;

Fig.7 là sơ đồ phân tích của lực tác động lên hệ thống hỗ trợ phanh theo một phương án của sáng chế;

Fig.8 thể hiện sơ đồ khối điều khiển của hệ thống theo một phương án

của sáng chế;

Fig.9 là đồ thị thể hiện mối tương quan của bàn đạp phanh và lực phanh tương ứng theo một phương án của sáng chế;

Fig.10a là sơ đồ phân tích của lực tác động lên hệ thống hỗ trợ phanh trong quá trình phanh chỉ bởi hệ thống hỗ trợ phanh theo một phương án của sáng chế;

Fig.10b là sơ đồ phân tích của lực tác động lên hệ thống hỗ trợ phanh trong quá trình phanh bởi động cơ và hệ thống hỗ trợ phanh theo một phương án của sáng chế;

Fig.10c là sơ đồ phân tích của lực tác động lên hệ thống hỗ trợ phanh trong quá trình phanh bởi động cơ theo một phương án của sáng chế;

Fig.11a là sơ đồ phân tích của lực tác động lên hệ thống hỗ trợ phanh trong quá trình phanh chỉ bởi hệ thống hỗ trợ phanh theo một phương án của sáng chế;

Fig.11b là sơ đồ phân tích của lực tác động lên hệ thống hỗ trợ phanh trong quá trình phanh bởi động cơ và hệ thống hỗ trợ phanh theo một phương án của sáng chế;

Fig.11c là sơ đồ phân tích của lực tác động lên hệ thống hỗ trợ phanh trong quá trình phanh chỉ bởi động cơ theo một phương án của sáng chế;

Fig.12a là sơ đồ phân tích của lực tác động lên hệ thống hỗ trợ phanh khi động cơ trợ lực bị sự cố theo một phương án của sáng chế;

Fig.12b là sơ đồ phân tích của lực tác động lên hệ thống hỗ trợ phanh khi động cơ mô phỏng bị sự cố theo một phương án của sáng chế;

Fig.12c là sơ đồ phân tích của lực tác động lên hệ thống hỗ trợ phanh khi động cơ mô phỏng và động cơ trợ lực bị sự cố theo một phương án của sáng chế;

Fig.13a là sơ đồ phân tích của lực tác động lên hệ thống hỗ trợ phanh khi động cơ trợ lực bị sự cố theo một phương án của sáng chế;

Fig.13b là sơ đồ phân tích của lực tác động lên hệ thống hỗ trợ phanh khi

động cơ mô phỏng bị sự cố theo một phương án của sáng chế;

Fig.14 là lưu đồ thể hiện phương pháp phanh theo một phương án của sáng chế;

Fig.15 là lưu đồ thể hiện việc chọn chế độ phanh và tính toán hướng dẫn tham khảo của nút cơ cấu bánh răng hành tinh theo một phương án của sáng chế;

Fig.16 là lưu đồ thể hiện việc tính toán lệnh mô men của động cơ trong hệ thống hỗ trợ phanh theo một phương án của sáng chế; và

Fig.17 là lưu đồ điều khiển của hệ thống hỗ trợ phanh theo một phương án của sáng chế.

Mô tả chi tiết sáng chế

Để hiểu rõ hơn các mục đích, giải pháp kỹ thuật, và các ưu điểm của sáng chế, sau đây sẽ mô tả chi tiết sáng chế có dựa vào các hình vẽ kèm theo. Phương pháp hoạt động cụ thể theo phương án về phương pháp còn có thể được áp dụng cho phương án về thiết bị hoặc phương án về hệ thống. Trong khi mô tả của sáng chế, trừ khi được xác định khác đi, thuật ngữ "các" biểu thị hai hoặc nhiều hơn hai.

Để dễ hiểu các phương án của sáng chế, các khái niệm sau đây được mô tả trước.

Cơ cấu bánh răng hành tinh: như được thể hiện trên Fig.3a, cơ cấu bánh răng hành tinh có vòng răng (R), giá bánh răng hành tinh (C), và bánh răng trung tâm (S). Giá bánh răng hành tinh (C) được nối quay được với vòng răng (R) bằng cách sử dụng bánh răng hành tinh (P). Bánh răng trung tâm (S) được nối quay được với bánh răng hành tinh (P). Phương pháp đòn bẩy thường được sử dụng để phân tích chuyển động và lực của cơ cấu bánh răng hành tinh. Như được thể hiện trên Fig.3b, trong một cơ cấu bánh răng hành tinh, vì vòng răng và bánh răng trung tâm di chuyển theo các chiều ngược nhau trong chuyển động so với giá bánh răng hành tinh, trong sơ đồ đòn bẩy tương đương, bánh răng

trung tâm và vòng răng lần lượt được bố trí ở hai phía của giá bánh răng hành tinh. Như được thể hiện trên Fig.3b, các dịch chuyển góc chuyển động của ba bộ phận: vòng răng, giá bánh răng hành tinh, và bánh răng trung tâm lần lượt được biểu thị là θ_R (vòng răng), θ_c (giá bánh răng hành tinh), và θ_s (bánh răng trung tâm), và các lực nhận được lần lượt được biểu thị là T_{R_ext} (vòng răng), T_{c_ext} (giá bánh răng hành tinh), và T_{s_ext} (bánh răng trung tâm). Ba bộ phận này có các mối tương quan hạn chế bên trong cơ cấu bánh răng hành tinh, và các mối tương quan hạn chế có thể được biểu diễn bằng ba công thức sau đây:

$$T_{R_ext} + T_{c_ext} + T_{s_ext} = 0 \quad (1)$$

$$T_{R_ext} = T_{s_ext} \cdot a \quad (2)$$

$$a\theta_R + \theta_s = (1 + a)\theta_c \quad (3)$$

Theo ba công thức trên đây, có thể thấy rằng lực và chuyển động của bánh răng hành tinh là tương tự với lực của đòn bẩy. Do đó, sẽ trực quan hơn khi phân tích lực và chuyển động của cơ cấu bánh răng hành tinh bằng cách sử dụng sơ đồ đòn bẩy. Kết quả tương đương được thể hiện trên Fig.3b. Tỷ số truyền của cơ cấu bánh răng hành tinh được biểu diễn bằng tỷ số độ dài của đòn bẩy như được thể hiện trên Fig.3b. Ngoài ra, $1/a$ biểu thị tỷ số truyền của vòng răng so với bánh răng trung tâm. Chuyển động quay của cơ cấu bánh răng hành tinh được thay thế bằng dịch chuyển của nút đòn bẩy (độ dài của mũi tên nét rời trên Fig.3b), và mô men mà cơ cấu bánh răng hành tinh phải chịu được thay thế bằng lực nằm ngang (mũi tên nét liền trên Fig.3b).

Trạng thái ngắt nối hệ phanh điện-thủy lực (gọi tắt là trạng thái ngắt nối điện-thủy lực) thực hiện trạng thái ngắt nối điều khiển của phanh bằng động cơ và phanh bằng thủy lực, nhờ đó cải thiện hiệu quả phục hồi năng lượng phanh của toàn bộ xe.

Để hiểu rõ hệ thống hỗ trợ phanh theo các phương án của sáng chế, xe

điện được mô tả trước. Xe điện bao gồm acquy và động cơ nối với acquy. Động cơ là động cơ dẫn động, và được làm thích ứng để tạo ra nguồn dẫn động cho xe điện. Ngoài ra, trong quá trình phanh, động cơ còn có thể được dẫn động bằng bánh xe để quay, và động cơ này được sử dụng làm máy phát điện để cấp nguồn điện tới acquy nhằm khôi phục động năng. Ngoài ra, xe điện còn có hệ thống phanh thủy lực dành riêng. Fig.1 thể hiện hai đường dẫn của trong quá trình phanh của xe theo kỹ thuật đã biết. Đường dẫn thứ nhất là lực phanh tác động lên các bánh xe bằng cách sử dụng cơ cấu hỗ trợ phanh, hệ thống phanh thủy lực, và má kẹp phanh. Đường dẫn thứ hai là động cơ được dẫn động để tạo ra một mô men ngược chiều trực tiếp tác động lên các bánh xe để thực hiện phanh. Hệ thống hỗ trợ phanh theo các phương án của sáng chế là cơ cấu để thực hiện phanh bằng cách sử dụng đường dẫn thứ nhất. Sau đây sẽ mô tả chi tiết hệ thống hỗ trợ phanh theo các phương án của sáng chế có dựa vào các hình vẽ kèm theo và các phương án cụ thể.

Theo Fig.4 và Fig.5, Fig.4 là hình vẽ phối cảnh thể hiện kết cấu của hệ thống hỗ trợ phanh theo một phương án của sáng chế, và Fig.5 là sơ đồ nguyên lý của hệ thống hỗ trợ phanh theo một phương án của sáng chế. Hệ thống hỗ trợ phanh theo phương án này của sáng chế có bàn đạp phanh 10, động cơ mô phỏng 20, và động cơ trợ lực 30. Bàn đạp phanh 10 là kết cấu được dùng bởi người lái xe để đạp lên khi người lái xe này thực hiện hoạt động phanh, và giống như bàn đạp phanh 10 theo kỹ thuật đã biết. Động cơ mô phỏng 20 được làm thích ứng để mô phỏng lực bàn đạp của bàn đạp phanh 10 và tạo ra các lực bàn đạp khác nhau dựa trên độ sâu đạp lên của bàn đạp phanh 10. Động cơ trợ lực 30 được làm thích ứng để trợ giúp việc dẫn động xi lanh phanh chính 40 để thực hiện phanh. Hệ thống hỗ trợ phanh còn có xi lanh phanh chính 40, và xe điện được phanh bằng cách sử dụng xi lanh phanh chính 40. Từng bàn đạp phanh 10, động cơ mô phỏng 20, và động cơ trợ lực 30 tác dụng lực lên xi lanh phanh chính 40 bằng cách nối với nút liên kết hàng hành tinh 100, và tiếp đó xi lanh phanh chính 40 phanh xe điện. Sau đây sẽ mô tả chi tiết phương pháp nối

cụ thể của các bộ phận nêu trên.

Theo Fig.4 và Fig.6, Fig.6 là sơ đồ nguyên lý của nút liên kết hàng hành tinh theo một phương án của sáng chế. Nút liên kết hàng hành tinh 100 theo phương án này của sáng chế có cơ cấu truyền động thứ nhất 60, cơ cấu truyền động thứ hai 70, cơ cấu truyền động thứ ba 80, và cơ cấu bánh răng hành tinh 50. Cơ cấu bánh răng hành tinh 50 được thể hiện trên Fig.3a, và có vòng răng 52, giá bánh răng hành tinh 51, và bánh răng trung tâm 53. Vẫn theo Fig.4 và Fig.6, bàn đạp phanh 10 được nối với vòng răng 52 của cơ cấu bánh răng hành tinh 50 bằng cách sử dụng cơ cấu truyền động thứ nhất 60, và dẫn động, bằng cách sử dụng cơ cấu truyền động thứ nhất 60, vòng răng 52 quay. Như được thể hiện trên Fig.4, cơ cấu truyền động thứ nhất 60 có thể là cơ cấu bánh răng thanh răng, và có thanh răng thứ nhất 62 nối với bàn đạp phanh 10 và bánh răng thứ nhất 61 gài khớp với thanh răng thứ nhất 62. Bánh răng thứ nhất 61 và vòng răng 52 được nối cố định và được bố trí đồng trục. Sau khi bàn đạp phanh 10 được đạp lên, bàn đạp phanh 10 quay và dẫn động thanh răng thứ nhất 62 để di chuyển theo đường thẳng, và thanh răng thứ nhất 62 dẫn động bánh răng thứ nhất 61 quay, nhờ đó dẫn động vòng răng 52 quay. Khi được đạp lên, bàn đạp phanh 10 tạo ra mô men cho cơ cấu bánh răng hành tinh 50, và mô men được gọi là mô men của bàn đạp phanh 10. Cần phải hiểu rằng Fig.4 chỉ thể hiện là cơ cấu bánh răng thanh răng được sử dụng làm cơ cấu truyền động thứ nhất 60. Tuy nhiên, cơ cấu truyền động thứ nhất 60 theo phương án này của sáng chế không bị giới hạn ở cơ cấu bánh răng thanh răng, và một cơ cấu truyền động đã biết khác để có thể biến đổi chuyển động thẳng thành chuyển động quay cũng có thể được sử dụng.

Vẫn theo Fig.4 và Fig.6, hướng của trục tâm của động cơ trợ lực 30 vuông góc với hướng của trục tâm của cơ cấu bánh răng hành tinh 50. Khi trục tâm của động cơ trợ lực 30 vuông góc với trục tâm của cơ cấu bánh răng hành tinh 50, như được thể hiện trên Fig.4, khoảng trống bị chiếm chỗ bởi hệ thống hỗ trợ phanh theo hướng của trục tâm của cơ cấu bánh răng hành tinh 50 có thể

được giảm bớt. Điều này có thể giảm bớt khoảng trống bị chiếm chỗ bởi toàn bộ hệ thống hỗ trợ phanh. Động cơ trợ lực 30 được nối với giá bánh răng hành tinh 51 của cơ cấu bánh răng hành tinh 50 bằng cách sử dụng cơ cấu truyền động thứ hai 70. Cơ cấu truyền động thứ hai 70 có thể là cơ cấu có bánh vít 72 và bánh vít 71. Như được thể hiện trên Fig.4, động cơ trợ lực 30 được nối với bánh vít 71, giá bánh răng hành tinh 51 và bánh vít 72 được nối cố định và được bố trí đồng trục, và trục vít 71 gài khớp với bánh vít 72. Trong quá trình hoạt động của động cơ trợ lực 30, trục đầu ra của động cơ trợ lực 30 được nối cố định với trục vít 71, trục vít 71 được dẫn động để quay khi trục đầu ra quay, và trục vít 71 dẫn động trục vít bánh xe 72 quay để dẫn động giá bánh răng hành tinh 51 quay. Ngoài ra, động cơ trợ lực 30 tạo ra mô men cho giá bánh răng hành tinh 51, và mô men này được gọi tắt là mô men của động cơ trợ lực 30. Cơ cấu truyền động thứ hai 70 theo phương án này của sáng chế không bị giới hạn ở cơ cấu như nêu trên có bánh vít 72 và bánh vít 71. Ví dụ, cơ cấu truyền động thứ hai 70 là bộ bánh răng côn. Khi bộ bánh răng côn được sử dụng, bánh răng côn thứ nhất của bộ bánh răng côn được nối với động cơ trợ lực 30, bánh răng côn thứ hai và giá bánh răng hành tinh 51 được nối cố định và được bố trí đồng trục, và bánh răng côn thứ nhất gài khớp với bánh răng côn thứ hai. Tương tự, động cơ trợ lực 30 cũng có thể được sử dụng để dẫn động giá bánh răng hành tinh 51 quay. Khi bánh răng côn được sử dụng cho liên kết gài, có thể có nhiều lựa chọn hơn để thiết lập vị trí của động cơ trợ lực 30. Ví dụ, khi các bánh răng côn có các độ côn khác nhau được chọn, có thể có các góc khác nhau giữa trục tâm của động cơ trợ lực 30 và trục tâm của cơ cấu bánh răng hành tinh 50, và việc lựa chọn là linh hoạt hơn. Theo cách khác, khi trục tâm của động cơ trợ lực 30 là trùng hoặc song song với trục tâm của cơ cấu bánh răng hành tinh 50, một cơ cấu truyền động chung khác có thể được sử dụng để dẫn động giá bánh răng hành tinh 51 quay.

Vẫn theo Fig.4 và Fig.6, trục tâm của động cơ mô phỏng 20 là trùng với trục tâm của cơ cấu bánh răng hành tinh 50, và động cơ mô phỏng 20 được nối

với bánh răng trung tâm 53 của cơ cấu bánh răng hành tinh 50 và được làm thích ứng để dẫn động bánh răng trung tâm 53 quay. Trong quá trình hoạt động của động cơ mô phỏng 20, trục đầu ra của động cơ mô phỏng 20 được nối trực tiếp với bánh răng trung tâm 53, để trực tiếp dẫn động bánh răng trung tâm 53 quay. Mô men của động cơ mô phỏng 20 là mô men trực tiếp tác động lên cơ cấu bánh răng hành tinh 50. Khi trục tâm của động cơ mô phỏng 20 song song nhưng khác với trục tâm của cơ cấu bánh răng hành tinh 50, một cơ cấu truyền động khác, chẳng hạn một khớp nối, hoặc một cơ cấu truyền động chung khác, có thể được sử dụng để thực hiện mối nối giữa động cơ mô phỏng 20 và bánh răng trung tâm 53. Ngoài ra, khi trục tâm của động cơ mô phỏng 20 không song song với trục tâm của cơ cấu bánh răng hành tinh 50, mối nối giữa động cơ mô phỏng 20 và bánh răng trung tâm 53 có thể được thực hiện bằng cách tham khảo cách thức truyền động của động cơ trợ lực 30.

Theo Fig.3b và Fig.4, phần mô tả trên đây thể hiện bàn đạp phanh 10 dẫn động vòng răng 52 quay, và động cơ mô phỏng 20 được nối với bánh răng trung tâm 53. Dựa trên mô tả này, có thể hiểu được từ phân tích lực tác động lên cơ cấu bánh răng hành tinh 50 như được thể hiện trên Fig.3b là vòng răng 52 và bánh răng trung tâm 53 được bố trí ở hai phía của giá bánh răng hành tinh 51, giá bánh răng hành tinh 51 được sử dụng làm điểm tâm xoay, và vòng răng 52 và bánh răng trung tâm 53 chịu tác dụng lực ở hai đầu của đòn bẩy. Do đó, mặc dù các lực được tác dụng bởi động cơ mô phỏng 20 và bàn đạp phanh 10 tác động theo cùng chiều lên cơ cấu bánh răng hành tinh 50, động cơ mô phỏng 20 vẫn có thể mô phỏng lực bàn đạp của bàn đạp phanh 10.

Vẫn theo Fig.4 và Fig.6, trục tâm của xi lanh phanh chính 40 vuông góc với trục tâm của cơ cấu bánh răng hành tinh 50, và xi lanh phanh chính 40 là xi lanh thủy lực thông thường theo kỹ thuật đã biết, và có thân xi lanh và cần pit tông 41 được nối trượt được với thân xi lanh này. Khi được nối với cơ cấu bánh răng hành tinh 50, xi lanh phanh chính 40 được nối với thanh răng thứ hai 82. Giá bánh răng hành tinh 51 và bánh răng thứ hai 81 được nối cố định và được

bố trí đồng trục. Thanh răng thứ hai 82 gài khớp với bánh răng thứ hai 81. Giá bánh răng hành tinh 51 quay để dẫn động bánh răng thứ hai 81 quay, và bánh răng thứ hai 81 dẫn động thanh răng thứ hai 82 trượt, để dẫn động cần pit tông 41 trượt, nhờ đó dẫn động xi lanh phanh chính 40 để sinh công và tạo ra lực phanh tác động lên các bánh xe của xe điện. Thanh răng thứ hai 82 và bánh răng thứ hai 81 được sử dụng làm cơ cấu truyền động thứ ba 80, vì thế giá bánh răng hành tinh 51 dẫn động cần pit tông 41 để di chuyển theo đường thẳng. Cần lưu ý rằng cơ cấu truyền động thứ ba 80 không bị giới hạn ở cơ cấu bánh răng thanh răng nêu trên, và một kết cấu đã biết khác có thể biến đổi chuyển động quay thành chuyển động thẳng cũng có thể được sử dụng.

Vẫn theo Fig.4, nút liên kết hàng hành tinh 100 còn có lò xo thiết lập lại 90. Lò xo thiết lập lại 90 này là lò xo xoắn. Cơ cấu bánh răng hành tinh 50 còn có một vỏ (không được thể hiện trên hình vẽ để bao quanh vòng răng 52, giá bánh răng hành tinh 51, và bánh răng trung tâm 53. Lò xo xoắn có một đầu được cố định vào vỏ, và đầu kia được cố định vào bánh răng trung tâm 53. Khi động cơ mô phỏng 20 dẫn động bánh răng trung tâm 53 quay, lò xo xoắn bị biến dạng. Sau khi động cơ mô phỏng 20 dừng, lực đàn hồi của lò xo xoắn dẫn động bánh răng trung tâm 53 sao cho quay ngược lại và khôi phục về vị trí ban đầu.

Như được thể hiện trên Fig.5 và Fig.6, nút liên kết hàng hành tinh 100 còn có cơ cấu giới hạn 200. Cơ cấu giới hạn 200 được làm thích ứng để giới hạn bánh răng trung tâm 53 quay ở góc định trước. Khi cơ cấu giới hạn 200 được định vị cụ thể, cơ cấu giới hạn 200 được làm thích ứng để giới hạn chiều quay của bánh răng trung tâm 53 sao cho ngược với chiều quay của bánh răng trung tâm 53 được dẫn động bằng động cơ mô phỏng 20. Khi động cơ mô phỏng 20 bị sự cố, giá bánh răng hành tinh 51 dẫn động bánh răng trung tâm 53 quay ngược lại, và khi bánh răng trung tâm 53 quay ngược lại với góc định trước, bánh răng trung tâm này được giới hạn bởi cơ cấu giới hạn 200 sao cho bánh răng trung tâm 53 không thể tiếp tục quay khi bánh răng trung tâm 53 quay tới góc định trước.

Fig.7 là sơ đồ phân tích của lực tác động lên hệ thống hỗ trợ phanh theo một phương án của sáng chế. Mũi tên nét rời thể hiện hướng chuyển động của cơ cấu bánh răng hành tinh. Cơ cấu bánh răng hành tinh 50 được sử dụng ở nút liên kết hàng hành tinh 100. Như đã mô tả trên đây, có thể hiểu rằng phép phân tích của lực tác động lên cơ cấu bánh răng hành tinh 50 có thể tương đương với phép phân tích của lực đòn bẩy. Do đó, trên Fig.7, T_b là mô men được tạo bởi bàn đạp phanh 10 đối với vòng răng 52, T_m là mô men được tạo bởi động cơ mô phỏng 20 đối với bánh răng trung tâm 53, T_a là mô men được tạo bởi động cơ trợ lực 30 đối với giá bánh răng hành tinh 51, T_c là mô men được tạo bởi xi lanh phanh chính 40 đối với giá bánh răng hành tinh 51, và T_s là mô men được tạo bởi lò xo thiết lập lại 90 đối với bánh răng trung tâm 53. Ký tự a biểu thị tỷ số truyền của vòng răng 52 so với bánh răng trung tâm 53. θ_R là góc quay của vòng răng 52, nghĩa là, dịch chuyển góc của bàn đạp phanh 10. θ_c là góc quay của giá bánh răng hành tinh 51, nghĩa là, dịch chuyển góc của động cơ trợ lực 30 (hoặc xi lanh phanh chính 40). θ_s là góc quay của bánh răng trung tâm 53, nghĩa là, dịch chuyển góc của động cơ mô phỏng 20.

Khi cơ cấu bánh răng hành tinh được sử dụng, ba công thức sau đây có thể thu được dựa vào công thức (1), công thức (2), và công thức (3) nêu trên:

$$T_b = a(T_m + T_s) \quad (4)$$

$$T_c - T_a = T_b + T_m + T_s \quad (5)$$

$$a\theta_R + \theta_s = (1 + a)\theta_c \quad (6)$$

Từ công thức (5) nêu trên, có thể hiểu rằng $T_c = T_a + T_b + T_m + T_s$. Nghĩa là, mô men được tác dụng bởi xi lanh phanh chính lên giá bánh răng hành tinh bằng tổng của mô men của bàn đạp phanh, mô men của động cơ trợ lực, mô men được tạo bởi lò xo thiết lập lại đối với bánh răng trung tâm, và mô men của

động cơ mô phỏng. Do đó, mô men theo phương án này của sáng chế có thể được sử dụng để tác dụng lực lên xi lanh phanh chính cùng một lúc để dẫn động xi lanh phanh chính nhằm phanh các bánh xe của xe điện. Cần lưu ý rằng lò xo thiết lập lại như nêu trên có thể là cơ cấu tùy chọn. Khi không có lò xo thiết lập lại, $T_c = T_a + T_b + T_s$, nghĩa là, mô men được tác dụng bởi xi lanh phanh chính lên giá bánh răng hành tinh được tạo ra bằng cách sử dụng mô men của bàn đạp phanh, mô men của động cơ trợ lực, và mô men của động cơ mô phỏng. Trong trường hợp này, nút liên kết hàng hành tinh được sử dụng để biến đổi mô men của bàn đạp phanh, mô men được xuất ra bởi động cơ trợ lực, và mô men được xuất ra bởi động cơ mô phỏng thành lực tác động lên cần pit tông trong xi lanh phanh chính.

Khi cần, có hai cách thức để phanh xe điện: phanh bằng động cơ và phanh bằng hệ thống hỗ trợ phanh. Việc chọn các cách thức phanh khác nhau được xác định dựa trên mức dung lượng acquy của xe điện. Khi mức dung lượng acquy là cao, acquy không cần phải được nạp điện ngược lại, và chế độ phanh chỉ bằng hệ thống hỗ trợ phanh có thể được sử dụng. Khi acquy cần phải được nạp điện, phanh bằng động cơ và phanh bằng hệ thống hỗ trợ phanh có thể được chọn để được thực hiện cùng một lúc, hoặc phanh bằng động cơ được thực hiện theo cách độc lập. Sau đây sẽ mô tả hệ thống hỗ trợ phanh chi tiết có dựa vào các chế độ làm việc khác nhau như nêu trên.

Fig.8 thể hiện sơ đồ khối điều khiển của hệ thống hỗ trợ phanh. Hệ thống hỗ trợ phanh theo phương án này của sáng chế còn có thiết bị phát hiện thứ nhất và thiết bị phát hiện thứ hai. Thiết bị phát hiện thứ nhất được làm thích ứng để thu được thông tin phanh của xe điện. Thiết bị phát hiện thứ nhất có thể là cảm biến dịch chuyển thứ nhất hoặc hệ thống hỗ trợ lái xe tiên tiến (ADAS: Advanced Driver Assistance System) của xe điện để phát hiện vị trí của bàn đạp phanh. Hệ thống ADAS có thể là hệ thống ADAS đã biết. Phương án thực hiện cụ thể của hệ thống ADAS không được mô tả chi tiết ở đây. Khi thiết bị phát hiện thứ nhất là cảm biến dịch chuyển thứ nhất, thông tin phanh của xe điện là

vị trí của bàn đạp phanh. Thiết bị phát hiện thứ hai được làm thích ứng để phát hiện mức dung lượng acquy của xe điện. Thiết bị phát hiện thứ hai có thể là cảm biến nguồn điện đã biết hoặc một cảm biến thông thường khác để phát hiện mức dung lượng acquy.

Vẫn theo Fig.8, hệ thống hỗ trợ phanh theo phương án này của sáng chế còn có thiết bị điều khiển. Thiết bị điều khiển được nối riêng biệt với thiết bị phát hiện thứ nhất, thiết bị phát hiện thứ hai, động cơ trợ lực, động cơ mô phỏng, và xi lanh phanh chính. Trong quá trình điều khiển, thiết bị điều khiển thu được yêu cầu phanh của xe điện dựa trên thông tin phanh của xe điện được phát hiện bởi thiết bị phát hiện thứ nhất. Khi thiết bị phát hiện thứ nhất là cảm biến dịch chuyển thứ nhất, thiết bị điều khiển thu được yêu cầu phanh của xe điện dựa trên vị trí của bàn đạp phanh được phát hiện bởi cảm biến dịch chuyển thứ nhất và tương quan tương ứng định trước giữa vị trí của bàn đạp phanh và yêu cầu phanh. Khi hệ thống ADAS được sử dụng, thiết bị điều khiển có thể trực tiếp thu được yêu cầu phanh từ hệ thống ADAS.

Ngoài ra, thiết bị điều khiển xác định tỷ lệ phân bố lực phanh của từng bộ phận trong số động cơ và xi lanh phanh chính trong xe điện dựa trên yêu cầu phanh của xe điện và mức dung lượng acquy của xe điện thu được bởi thiết bị phát hiện thứ hai. Khi xác định cụ thể xem phanh bằng động cơ hay phanh bằng hệ thống hỗ trợ phanh được sử dụng cho xe điện, mức dung lượng acquy được sử dụng làm chuẩn. Ví dụ, khi mức dung lượng acquy tiến đến giá trị định trước, và giá trị định trước này có thể là 70%, 80%, hoặc 90% mức dung lượng acquy đầy, có thể xác định rằng acquy không cần phải được nạp điện. Trong trường hợp này, chỉ hệ thống hỗ trợ phanh được chọn để phanh, nghĩa là, hệ thống hỗ trợ phanh đáp ứng 100% yêu cầu phanh. Khi mức dung lượng acquy nhỏ hơn giá trị định trước, có thể xác định rằng acquy cần phải được nạp điện. Trong trường hợp này, thiết bị điều khiển thực hiện điều khiển phanh bằng động cơ và phanh bằng hệ thống hỗ trợ phanh, hoặc chỉ sử dụng phanh bằng động cơ. Khi cả phanh bằng động cơ và phanh bằng hệ thống hỗ trợ phanh được sử dụng,

tỷ lệ phân bố lực phanh của từng bộ phận trong số phanh bằng động cơ và phanh bằng hệ thống hỗ trợ phanh được xác định dựa trên mức dung lượng acquy. Tỷ lệ phân bố lực phanh có thể được điều chỉnh dựa trên yêu cầu thực tế. Điều này không bị giới hạn cụ thể ở đây.

Khi thiết bị điều khiển thu được thông tin phanh của xe điện, thiết bị điều khiển có thể thu được mô men thứ nhất của động cơ mô phỏng dựa trên thông tin phanh. Ví dụ, thiết bị phát hiện thứ nhất là cảm biến dịch chuyển thứ nhất. Thiết bị điều khiển có thể thu được lực phanh của bàn đạp phanh dựa trên vị trí của bàn đạp phanh được phát hiện bởi cảm biến dịch chuyển thứ nhất và tương quan tương ứng giữa vị trí của bàn đạp phanh và lực phanh của bàn đạp phanh. Lực phanh của bàn đạp phanh là lực bàn đạp của bàn đạp phanh. Vị trí của bàn đạp phanh và lực bàn đạp của bàn đạp phanh có thể được thiết lập bằng cách sử dụng đồ thị đường cong định trước, ví dụ, ba đồ thị đường cong khác nhau f_1 , f_2 , và f_3 trên Fig.9. Người lái xe có thể chọn các đồ thị đường cong bàn đạp khác nhau dựa trên yêu cầu. Nếu lực phanh của bàn đạp phanh là F_{pedal} , và vị trí của bàn đạp phanh là s_{pedal} , công thức sau đây 7 được thỏa mãn:

$$F_{\text{pedal}} = f_i(s_{\text{pedal}}), i = 1, 2, 3 \dots \quad (7)$$

Thiết bị điều khiển tính toán, dựa trên vị trí thực tế s_{pedal} của bàn đạp phanh được phát hiện bởi cảm biến dịch chuyển thứ nhất và đồ thị đường cong tương ứng (nghĩa là, công thức 7) trên Fig.9, lực bàn đạp cần được mô phỏng bởi động cơ mô phỏng, và còn tính toán mô men $T_{\text{b_trg}}$ của bàn đạp phanh, nghĩa là, giá trị mục tiêu của mô men tác động lên vòng răng trong cơ cấu bánh răng hành tinh, như được thể hiện trong công thức sau đây:

$$T_{\text{b_trg}} = i_1 F_{\text{pedal}} \quad (8)$$

i_1 là hệ số tỷ lệ tốc độ của bánh răng thứ nhất so với thanh răng thứ nhất

trong cơ cấu truyền động thứ nhất.

Thiết bị điều khiển có thể thu được mô men thứ nhất của động cơ mô phỏng dựa trên phép phân tích của lực tác động lên cơ cấu bánh răng hành tinh và công thức 8:

$$T_{m_cmd} = \frac{1}{a} T_{b_trg} - T_s \quad (9)$$

trong đó T_{m_cmd} là mô men thứ nhất, ký tự a biểu thị tỷ số truyền của vòng răng so với bánh răng trung tâm, T_s là mô men của lò xo thiết lập lại tác dụng lên bánh răng trung tâm, T_{b_trg} là mô men của bàn đạp phanh, F_{padel} là lực phanh của bàn đạp phanh, và i_1 là hệ số tỷ lệ tốc độ của bánh răng thứ nhất so với thanh răng thứ nhất trong cơ cấu truyền động thứ nhất.

Trong quá trình xác định T_s , thiết bị điều khiển thu được góc quay của bánh răng trung tâm dựa trên vị trí của bàn đạp phanh được phát hiện bởi cảm biến dịch chuyển thứ nhất và tỷ lệ phân bố lực phanh của xi lanh phanh chính, và thu được mô men của lò xo thiết lập lại tác dụng lên bánh răng trung tâm dựa trên góc quay của bánh răng trung tâm và hệ số đàn hồi của lò xo thiết lập lại. Vì lò xo thiết lập lại theo phương án này của sáng chế chỉ có chức năng thiết lập lại, T_s có thể được xem gần đúng là một giá trị không đổi tương đối nhỏ ở chế độ làm việc bình thường. Cần lưu ý rằng khi hệ thống hỗ trợ phanh không có lò xo thiết lập lại, $T_s = 0$.

Khi xe điện thực hiện tự lái bằng cách sử dụng hệ thống ADAS, bàn đạp phanh không được đạp lên, và lực phanh tương ứng F_{padel} của bàn đạp phanh khi bàn đạp phanh ở vị trí ban đầu thu được theo công thức 7, để thu được mô men thứ nhất của động cơ mô phỏng.

Sau khi xác định mô men thứ nhất của động cơ mô phỏng, thiết bị điều khiển có thể xác định mô men thứ hai của động cơ trợ lực dựa trên mô men thứ nhất đã thu được và tỷ lệ phân bố lực phanh của xi lanh phanh chính. Sau khi

thu được tỷ lệ phân bố lực phanh của xi lanh phanh chính, lực phanh cần được tạo bởi xi lanh phanh chính có thể được xác định.

Trong quá trình xác định mô men thứ hai của động cơ trợ lực, mô men thứ hai T_{a_FF} của động cơ trợ lực có thể được tính toán dựa trên lực phanh của xi lanh phanh chính, mô men thứ hai của động cơ mô phỏng, và mối tương quan lực của cơ cấu bánh răng hành tinh và theo công thức 10 và công thức 11:

$$T_{c_trg} = F_{piston_trg} \cdot i_2 \quad (10)$$

$$T_{a_FF} = T_{c_trg} - (a + 1)(T_{m_cmd} + T_s) \quad (11)$$

F_{piston_trg} là lực phanh của xi lanh phanh chính, i_2 là hệ số tỷ lệ tốc độ của bánh răng thứ hai và thanh răng thứ hai trong cơ cấu truyền động thứ ba, và T_{c_trg} là mô men được tác dụng bởi xi lanh phanh chính lên giá bánh răng hành tinh.

T_{a_FF} là mô men thứ hai, T_{m_cmd} là mô men thứ nhất, T_s là mô men của lò xo thiết lập lại tác dụng lên bánh răng trung tâm, và a là tỷ số truyền của vòng răng so với bánh răng trung tâm.

Sau khi xác định mô men thứ nhất của động cơ mô phỏng và mô men thứ hai của động cơ trợ lực, thiết bị điều khiển thực hiện điều khiển động cơ trợ lực và động cơ mô phỏng để lần lượt xuất ra mô men thứ nhất và mô men thứ hai, và phanh xe điện bằng cách sử dụng xi lanh phanh chính.

Vẫn theo Fig.8, khi lực phanh của xi lanh phanh chính được xác định, cần pit tông tạo ra hành trình của xi lanh phanh chính dựa trên tác động mô men được xuất ra bởi cơ cấu bánh răng hành tinh, và mối tương quan giữa hành trình S_{piston} của xi lanh phanh chính và lực phanh của xi lanh phanh chính được xác định bởi dấu hiệu của xi lanh phanh chính. Dấu hiệu này thỏa mãn công thức 12:

$$F_{\text{piston_reg}} = g(s_{\text{piston}}) \quad (12)$$

Ở đây, g là đường cong tính năng của xi lanh phanh chính. Đường cong tương ứng với từng xi lanh phanh chính là duy nhất. Đường cong tính năng có thể thu được bằng cách sử dụng tham số tính năng của xi lanh phanh chính.

Sau khi lực phanh cần phải được tạo ra bởi xi lanh phanh chính được xác định, hành trình của xi lanh phanh chính, nghĩa là, khoảng cách mà cần pit tông của xi lanh phanh chính cần phải di chuyển có thể được xác định bằng cách sử dụng công thức 12.

Hệ thống hỗ trợ phanh theo phương án này của sáng chế còn có cảm biến dịch chuyển thứ hai để phát hiện dịch chuyển của cần pit tông của xi lanh phanh chính. Dịch chuyển của cần pit tông là hành trình s_{piston} của xi lanh phanh chính. Thiết bị điều khiển còn được làm thích ứng để: thu được, dựa trên tỷ lệ phân bố lực phanh của xi lanh phanh chính, giá trị dịch chuyển mà cần pit tông của xi lanh phanh chính cần phải di chuyển để đạt tới, nghĩa là, hành trình s_{piston} mà xi lanh phanh chính cần phải di chuyển; và khi cảm biến dịch chuyển thứ hai xác định rằng dịch chuyển của cần pit tông không đạt tới giá trị dịch chuyển, điều khiển động cơ trợ lực để dẫn động cần pit tông di chuyển tới giá trị dịch chuyển. Theo giải pháp nêu trên, điều khiển vòng kín được sử dụng cho xi lanh phanh chính, nhờ đó đảm bảo hiệu quả phanh của xe điện. Trong phần mô tả trên đây, hành trình của xi lanh phanh chính được sử dụng làm chuẩn cho điều khiển vòng kín. Cần lưu ý rằng dịch chuyển góc của giá bánh răng hành tinh nối với xi lanh phanh chính theo cách khác có thể được sử dụng làm chuẩn cho điều khiển vòng kín. Trong trường hợp này, chênh lệch giữa dịch chuyển góc của giá bánh răng hành tinh và dịch chuyển góc mục tiêu được phát hiện, và động cơ trợ lực được điều khiển để dẫn động giá bánh răng hành tinh quay tới dịch chuyển góc mục tiêu.

Để dễ hiểu nguyên lý hoạt động của hệ thống hỗ trợ phanh theo phương

án này của sáng chế, sau đây sử dụng các trường hợp phanh khác nhau để mô tả. Trước hết, các chế độ phanh của xe điện được phân loại. Theo phương án này của sáng chế, các chế độ phanh được phân loại thành hai loại: chế độ phanh được hỗ trợ và chế độ phanh chủ động. Chế độ phanh được hỗ trợ là chế độ phanh trong đó người lái xe có can dự, nghĩa là, chế độ phanh trong đó người lái xe đạp bàn đạp phanh. Trong trường hợp này, thiết bị phát hiện thứ nhất là cảm biến dịch chuyển thứ nhất. Chế độ phanh chủ động là chế độ phanh trong đó xe điện ở trạng thái tự lái, nghĩa là, phanh trong quá trình tự lái bằng cách sử dụng hệ thống ADAS. Trong trường hợp này, thiết bị phát hiện thứ nhất là hệ thống ADAS.

Trước hết, chế độ phanh được hỗ trợ được mô tả. Theo Fig.10a tới Fig.10c, Fig.10a là sơ đồ phân tích của lực tác động lên hệ thống hỗ trợ phanh trong quá trình phanh chỉ bởi hệ thống hỗ trợ phanh (chế độ phụ 1). Fig.10b là sơ đồ phân tích của lực tác động lên hệ thống hỗ trợ phanh trong quá trình phanh bởi động cơ và hệ thống hỗ trợ phanh (chế độ phụ 2). Fig.10c là sơ đồ phân tích của lực tác động lên hệ thống hỗ trợ phanh trong quá trình phanh bởi động cơ (chế độ phụ 3).

Theo Fig.10a tới Fig.10c, công thức phân tích lực nêu trên 2 của cơ cấu bánh răng hành tinh được thỏa mãn, và $T_e = T_a + T_b + T_m + T_s$ có thể thu được theo công thức phân tích lực 2 của cơ cấu bánh răng hành tinh. Bàn đạp phanh (mô men tác động T_b), động cơ trợ lực (mô men tác động T_a), và động cơ mô phỏng (mô men tác động T_m) và lò xo thiết lập lại (mô men tác động T_s) cùng tác động lên xi lanh phanh chính (mô men tác động T_e). Áp lực được tạo bởi xi lanh phanh chính là tổng hợp lực của bốn mô men. Do đó, với cùng hiệu quả trợ giúp, theo phương án này của sáng chế, có yêu cầu tương đối thấp về mô men và công suất của một động cơ duy nhất (động cơ mô phỏng hoặc động cơ trợ lực).

Khi người lái xe đạp bàn đạp phanh, động cơ trợ lực dẫn động xi lanh

chính tới vị trí tương ứng θ_c dựa trên vị trí của bàn đạp phanh. Công thức sau đây có thể thu được theo công thức phân tích lực 6 của cơ cấu bánh răng hành tinh:

$$\theta_c = \frac{a\theta_R + \theta_s}{(1 + a)}$$

dịch chuyển góc θ_R của bàn đạp phanh và dịch chuyển của xi lanh phanh chính (tương ứng với lực phanh thủy lực của xe) có thể được ngắt nối (bàn đạp phanh được ngắt nối). Nghĩa là, với cùng dịch chuyển θ_R của bàn đạp phanh, xi lanh phanh chính có thể có các dịch chuyển khác nhau (ví dụ, chế độ phụ 1, chế độ phụ 2, và chế độ phụ 3). Do đó, lực phanh của hệ thống hỗ trợ phanh có thể được điều chỉnh dựa trên yêu cầu, nhờ đó thực hiện trạng thái ngắt nối điện-thủy lực.

Có thể hiểu được từ công thức phân tích lực 1, nghĩa là, $T_b = a(T_m + T_s)$ của cơ cấu bánh răng hành tinh, là động cơ mô phỏng điều chỉnh mô men T_m dựa trên yêu cầu, vì thế mô men T_b của bàn đạp phanh được điều chỉnh. Có thể hiểu được từ công thức 2, nghĩa là, $T_c = T_a + T_b + T_m + T_s$, là mô men T_c của xi lanh phanh chính có thể được duy trì không đổi bằng cách điều chỉnh đồng bộ T_a của động cơ trợ lực, vì thế các dịch chuyển góc của các bộ phận của cơ cấu bánh răng hành tinh có thể được duy trì không đổi (nghĩa là, θ_R , θ_s , và θ_c duy trì không đổi). Do đó, điều chỉnh điện tử của đường cong mô phỏng lực bàn đạp của bàn đạp phanh có thể được thực hiện nhờ điều khiển phối hợp của động cơ mô phỏng và động cơ trợ lực.

Khi chỉ có hệ thống hỗ trợ phanh được sử dụng để phanh trong chế độ phụ 1, áp lực của xi lanh phanh chính là cao nhất, và dịch chuyển góc θ_c của giá bánh răng hành tinh tương ứng là lớn nhất. Ở chế độ trong đó cả hệ thống hỗ trợ phanh và động cơ được sử dụng để phanh trong chế độ phụ 2, vì một phần của lực phanh được dùng chung bởi phanh bằng động cơ, lực phanh cần thiết của hệ

thống hỗ trợ phanh được giảm bớt so với lực phanh trong chế độ phụ 1. Do đó, θ_c được giảm bớt tương ứng. Ở chế độ trong đó chỉ động cơ được sử dụng để phanh trong chế độ phụ 3, đối với lực phanh của xe điện, điện năng được phục hồi nhờ động cơ, xi lanh phanh chính không hình thành áp lực, và $\theta_c = 0$.

Theo Fig.10a tới Fig.10c, có thể hiểu rằng ở ba chế độ phanh, mô men T_a của động cơ trợ lực và mô men T_m của động cơ mô phỏng được điều chỉnh nhờ điều khiển, nhờ đó đảm bảo rằng lực tác động lên bàn đạp phanh duy trì nhất quán, và đảm bảo rằng người lái xe có cảm giác nhất quán ở các chế độ khác nhau.

Do đó, các chi tiết sau đây có thể được thực hiện theo phương án này của sáng chế:

(1). Các đường cong trợ giúp khác nhau có thể được chọn để thực hiện các cảm giác đạp bàn đạp khác nhau (điều chỉnh điện tử của đường cong mô phỏng lực bàn đạp của bàn đạp phanh).

(2). Vị trí của xi lanh phanh chính và mô men của động cơ mô phỏng được điều chỉnh linh hoạt dựa trên tỷ lệ phân bố lực phanh của phanh bằng động cơ và phanh bằng hệ thống hỗ trợ phanh, vì thế mối tương quan lực phanh bàn đạp và các cảm giác đạp bàn đạp của người lái xe duy trì nhất quán ở các điều kiện làm việc khác nhau.

(3) Người lái xe có cảm giác nhất quán ở các chế độ khác nhau.

Thứ hai, chế độ phanh chủ động được mô tả. Theo Fig.11a và Fig.11b, Fig.11a là sơ đồ phân tích của lực tác động lên hệ thống hỗ trợ phanh trong quá trình phanh chỉ bởi hệ thống hỗ trợ phanh (chế độ 4), và Fig.11b là sơ đồ phân tích của lực tác động lên hệ thống hỗ trợ phanh trong quá trình phanh bởi động cơ và hệ thống hỗ trợ phanh (chế độ 5).

Khi chế độ phanh chủ động được sử dụng, thông tin phanh của xe điện thu được bằng cách sử dụng hệ thống ADAS, và người lái xe không cần phải đạp lên bàn đạp phanh. Do đó, bàn đạp phanh duy trì ở vị trí ban đầu. Ngoài ra,

bàn đạp phanh có thể chỉ di chuyển về bên phải vị trí ban đầu dưới tác động của cơ cấu giới hạn bàn đạp (cơ cấu giới hạn bàn đạp là cơ cấu theo kỹ thuật đã biết, và không được mô tả ở đây). Do đó, ở trạng thái này, mô men T_b của bàn đạp phanh đến từ lực tác động ngược chiều của cơ cấu giới hạn bàn đạp, và T_b là lực âm. Theo phân tích lực trên Fig.11a tới Fig.11c, thành phần T_b được loại bỏ.

Ở chế độ phanh chủ động, xi lanh phanh chính có thể được dẫn động bằng cách sử dụng chỉ động cơ trợ lực hoặc động cơ mô phỏng. Tuy nhiên, theo cách khác, cả động cơ trợ lực và động cơ mô phỏng có thể được sử dụng để làm việc cùng một lúc.

Theo Fig.11a và Fig.11b, phân tích lực được thực hiện trên hệ thống hỗ trợ phanh trong chế độ phanh chủ động.

Ở chế độ phanh chủ động, bàn đạp phanh cần phải duy trì ở vị trí ban đầu, nghĩa là:

$$\theta_R = 0$$

Theo công thức 6, có thể thu được các chi tiết sau đây.

Mối tương quan dịch chuyển góc giữa xi lanh phanh chính và động cơ mô phỏng như sau:

$$\theta_c = \frac{1}{a+1} \theta_s$$

Theo công thức 4 và công thức 6, mô men của xi lanh phanh chính, mô men của động cơ trợ lực, mô men của bàn đạp phanh, và mô men của động cơ mô phỏng thỏa mãn công thức 14:

$$T_c = (a+1)T_m + T_R - T_s \quad (14)$$

Từ công thức nêu trên, có thể hiểu được là dịch chuyển góc θ_c và mô men T_c của xi lanh phanh chính có thể đạt được các giá trị mục tiêu theo yêu cầu nhờ dẫn động chung bởi động cơ trợ lực và động cơ mô phỏng. Do đó, khi bàn đạp phanh duy trì ở vị trí ban đầu, theo phương án này của sáng chế, bàn đạp phanh cần thiết có thể được ngắt nối ra khỏi lực phanh thủy lực dựa trên yêu cầu phanh

của hệ thống ADAS.

Fig.11a tới Fig.11c thể hiện các trạng thái làm việc của hệ thống hỗ trợ phanh theo sáng chế ở ba chế độ phụ khác nhau ở cùng tổng yêu cầu lực phanh.

Ở chế độ phụ 4, như được thể hiện trên Fig.11a, toàn bộ lực phanh đến từ hệ thống hỗ trợ phanh. Do đó, lực phanh của hệ thống hỗ trợ phanh là lớn nhất, và dịch chuyển góc θ_c của xi lanh phanh chính là lớn nhất, và mô men T_c của xi lanh phanh chính tương ứng cũng là lớn nhất. Trong chế độ phụ 5, như được thể hiện trên Fig.11b, một phần của lực phanh được thực hiện nhờ trạng thái phanh điện của động cơ. Do đó, lực phanh của hệ thống hỗ trợ phanh được giảm bớt, và dịch chuyển góc θ_c của xi lanh phanh chính được giảm bớt. Trong chế độ phụ 6, như được thể hiện trên Fig.11c, toàn bộ năng lượng phanh được thực hiện nhờ trạng thái phanh điện của động cơ, và lực phanh của hệ thống hỗ trợ phanh là không. Do đó, hệ thống hỗ trợ phanh duy trì ở vị trí ban đầu, và động cơ mô phỏng và động cơ trợ lực có thể ở trạng thái Tắt và không làm việc.

Trong quá trình sử dụng của xe điện, sự cố động cơ có khả năng xảy ra trong hệ thống hỗ trợ phanh. Có ba chế độ sự cố động cơ trong hệ thống hỗ trợ phanh: động cơ trợ lực bị sự cố, động cơ mô phỏng bị sự cố, và cả động cơ trợ lực lẫn động cơ mô phỏng bị sự cố. Khi sự cố động cơ xảy ra, thiết bị điều khiển còn được làm thích ứng để: khi động cơ trợ lực hoặc động cơ mô phỏng bị sự cố, xác định, dựa trên tỷ lệ phân bố lực phanh của xi lanh phanh chính, mô men thứ ba của động cơ mô phỏng không bị sự cố hoặc động cơ trợ lực không bị sự cố, và điều khiển động cơ mô phỏng không bị sự cố hoặc động cơ trợ lực không bị sự cố để xuất ra mô men thứ ba. Sau đây sẽ mô tả riêng biệt, có dựa vào các hình vẽ kèm theo, các trường hợp trong đó động cơ trợ lực bị sự cố, động cơ mô phỏng bị sự cố, và cả động cơ trợ lực lẫn động cơ mô phỏng bị sự cố.

Trước hết, tham khảo Fig.12a tới Fig.12c. Từng hình vẽ từ Fig.12a tới Fig.12c thể hiện đồ thị phân tích của lực tác động lên hệ thống hỗ trợ phanh khi động cơ trong chế độ phanh được hỗ trợ bị sự cố. Fig.12a thể hiện trường hợp cụ thể trong đó động cơ trợ lực bị sự cố. Khi động cơ trợ lực bị sự cố, thiết bị

điều khiển tính toán, dựa trên tỷ lệ phân bố lực phanh của xi lanh phanh chính, mô men thứ ba của động cơ mô phỏng không bị sự cố. Trong quá trình tính toán cụ thể, mô men thứ ba của động cơ mô phỏng không còn có thể được xác định bằng cách sử dụng lực của bàn đạp phanh. Để thay thế, mô men của bàn đạp phanh và mô men thứ ba của động cơ mô phỏng tác động lên xi lanh phanh chính cùng một lúc để tạo ra lực cần thiết để phanh. Fig.12b thể hiện trường hợp trong đó động cơ mô phỏng bị sự cố. Khi động cơ mô phỏng bị sự cố, động cơ mô phỏng không thể tạo ra lực bàn đạp tương ứng với bàn đạp phanh. Khi bàn đạp phanh được đạp lên, cơ cấu giới hạn đã bố trí được sử dụng để giới hạn bánh răng trung tâm, vì thế bánh răng trung tâm không thể tiếp tục quay sau khi được dẫn động bởi giá bánh răng hành tinh để quay ngược lại với góc định trước. Trong trường hợp này, mô men của xi lanh phanh chính bằng tổng của mô men của bàn đạp phanh, mô men thứ ba của động cơ trợ lực, và mô men được tạo bởi cơ cấu giới hạn. Fig.12c thể hiện trường hợp trong đó cả động cơ trợ lực và động cơ mô phỏng đều bị sự cố. Trong trường hợp này, nhờ chỉ đạp lên bàn đạp phanh, sau khi bánh răng trung tâm của cơ cấu bánh răng hành tinh vượt qua hành trình trống của cơ cấu giới hạn, cơ cấu giới hạn có thể được cho phép thực hiện chức năng, vì thế áp lực được tạo ra trên xi lanh chính bằng cách sử dụng chỉ lực của bàn đạp phanh. Ở đây, do tác dụng giảm tốc của cơ cấu bánh răng hành tinh, lực bàn đạp vẫn có thể được tăng lên $\frac{1+a}{a}$ lần, nhờ đó cho phép xe điện có thể tạo ra đủ lực phanh để đảm bảo an toàn của xe.

Tham khảo Fig.13a và Fig.13b. Từng hình vẽ Fig.13a và Fig.13b, thể hiện trường hợp trong đó động cơ trong chế độ phanh chủ động bị sự cố. Như được thể hiện trên Fig.13a, khi động cơ trợ lực bị sự cố, xi lanh phanh chính được dẫn động bằng cách sử dụng động cơ mô phỏng. Như được thể hiện trên Fig.13a, khi động cơ mô phỏng bị sự cố, xi lanh phanh chính được dẫn động bằng cách sử dụng động cơ trợ lực. Tuy nhiên, trong chế độ phanh chủ động, vì bàn đạp phanh không được đạp lên, khi động cơ mô phỏng và động cơ phanh bị sự cố, hệ thống hỗ trợ phanh không tạo ra trợ giúp. Do đó, chức năng phanh chủ

động bị sự cố.

Như đã mô tả trên đây, có thể hiểu rằng trong hệ thống hỗ trợ phanh theo phương án này của sáng chế, khi động cơ trợ lực bị sự cố hoặc động cơ mô phỏng bị sự cố, động cơ dẫn động khác có thể dẫn động theo cách độc lập xi lanh phanh chính. Do đó, chức năng phanh có trợ giúp và một số chức năng phanh chủ động vẫn có thể được thực hiện. Theo cách này, độ tin cậy của hoạt động phanh xe điện được cải thiện.

Ngoài ra, thiết bị điều khiển có thể còn được áp dụng khi xe điện ở trạng thái phanh chủ động. Sau khi bàn đạp phanh được đạp lên, dựa trên tương quan tương ứng định trước giữa vị trí của bàn đạp phanh và yêu cầu phanh, khi xác định được rằng yêu cầu phanh được tạo bởi bàn đạp phanh là lớn hơn so với yêu cầu phanh của thao tác phanh chủ động, thiết bị điều khiển sử dụng yêu cầu phanh tương ứng với bàn đạp phanh.

Theo một phương án, sáng chế còn đề xuất phương pháp phanh dùng cho xe điện. Phương pháp phanh dùng cho xe điện này được áp dụng cho hệ thống hỗ trợ phanh như nêu trên. Phương pháp này bao gồm các bước:

- phát hiện thông tin phanh của xe điện;

- thu được mô men thứ nhất của động cơ mô phỏng trong xe điện dựa trên thông tin phanh của xe điện;

- thu được yêu cầu phanh của xe điện dựa trên thông tin phanh của xe điện;

- thu được mức dung lượng acquy của xe điện;

- xác định tỷ lệ phân bố lực phanh của động cơ và xi lanh phanh chính trong xe điện dựa trên yêu cầu phanh của xe điện và mức dung lượng acquy của xe điện;

- xác định mô men thứ hai của động cơ trợ lực dựa trên mô men thứ nhất của động cơ mô phỏng và tỷ lệ phân bố lực phanh của xi lanh phanh chính; và

- điều khiển động cơ mô phỏng để xuất ra mô men thứ nhất, và điều khiển động cơ trợ lực để xuất ra mô men thứ hai.

- mô men thứ nhất và mô men thứ hai lần lượt được xuất ra bởi động cơ mô

phòng và động cơ trợ lực tác động lên cần pit tông trong xi lanh phanh chính trong xe điện để di chuyển.

Sau đây sẽ mô tả chi tiết thủ tục phanh theo một phương án của sáng chế có dựa vào Fig.14.

S1: phát hiện thông tin phanh của xe điện.

Cụ thể là, yêu cầu cường độ phanh hiện tại của xe điện thu được dựa trên yêu cầu được gửi bởi người lái xe bằng cách đạp lên bàn đạp phanh hoặc hệ thống ADAS (hệ thống hỗ trợ lái xe tiên tiến) có trên xe. Cụ thể hơn, có thể tham khảo phần mô tả nêu trên về điều khiển của hệ thống hỗ trợ phanh.

S2: thu được yêu cầu phanh của xe điện dựa trên thông tin phanh của xe điện.

Cụ thể là, phân bổ lực phanh thủy lực và phân bổ lực phanh bằng động cơ được thực hiện trên xe điện dựa trên thông tin như tốc độ, hướng lái, và trạng thái thân của xe điện và trạng thái SOC, điện áp, và nhiệt độ của acquy, và tiếp đó tỷ lệ phân bổ lực phanh của động cơ và xi lanh phanh chính trong xe điện được xác định. Cụ thể hơn, có thể tham khảo phần mô tả nêu trên về điều khiển của hệ thống hỗ trợ phanh.

S3: chọn chế độ phanh và tính toán hướng dẫn tham khảo của nút cơ cấu bánh răng hành tinh.

Như được thể hiện trên Fig.15, các bước sau đây được thực hiện cụ thể.

S31: chọn chế độ phanh chủ động và chế độ phanh được hỗ trợ.

Dựa trên trạng thái hoạt động của xe điện, xác định xem sử dụng chế độ phanh chủ động hay chế độ phanh được hỗ trợ. Cụ thể là, dựa trên thông tin như hạn vị trí của bàn đạp phanh, lệnh phanh của hệ thống ADAS, và người lái xe có cho phép hay không chế độ lái tự động, xác định rằng xe điện cần ở chế độ phanh chủ động hoặc chế độ phanh được hỗ trợ. Kỹ thuật đã biết được sử dụng trong quá trình này, và các chi tiết không được mô tả lại ở đây.

Trong quá trình chuyển từ chế độ phanh chủ động sang chế độ phanh được hỗ trợ, khi bàn đạp phanh được đạp lên, và có thể xác định, dựa trên tương

quan tương ứng định trước giữa vị trí của bàn đạp phanh và yêu cầu phanh, là yêu cầu phanh được tạo bởi bàn đạp phanh là lớn hơn so với yêu cầu phanh của thao tác phanh chủ động, thiết bị điều khiển sử dụng yêu cầu phanh tương ứng với bàn đạp phanh. Nghĩa là, chế độ phanh chủ động được chuyển sang chế độ phanh được hỗ trợ. Điều này ngăn không cho lực phanh bị giảm do trường hợp trong đó lực phanh được tạo bởi hệ thống hỗ trợ phanh nhỏ hơn lực phanh của hoạt động phanh chủ động khi chế độ phanh được hỗ trợ được tiếp cận và biên độ đạp của bàn đạp phanh là tương đối nhỏ.

Chế độ phanh bằng động cơ nghĩa là xe điện giảm tốc chỉ bằng cách kích hoạt động cơ để phanh, nhằm tối đa hóa trạng thái phục hồi năng lượng phanh. Trong chế độ phanh được hỗ trợ, phanh bằng động cơ có thể được nối với hệ thống hỗ trợ phanh, hoặc chỉ có hệ thống hỗ trợ phanh có thể hoạt động (khi trạng thái SOC của acquy là tương đối cao). Cụ thể hơn, có thể tham khảo phần mô tả nêu trên về điều khiển của hệ thống hỗ trợ phanh.

S32: xác định chế độ phụ phanh hiện tại dựa trên tỷ lệ phân bố lực phanh của động cơ và xi lanh phanh chính.

Đối với hệ thống hỗ trợ phanh theo sáng chế, logic điều khiển của sáu chế độ phanh có thể được thực hiện, như được thể hiện trong Bảng 1. Ở bước này, chế độ phụ trong đó hệ thống phanh cần hoạt động được chọn dựa trên điều kiện làm việc của chế độ phanh được liệt kê trong Bảng 1 và trạng thái phân bố hiện tại của yêu cầu phanh điện-thủy lực, và chế độ điều khiển được yêu cầu bởi động cơ trợ lực và động cơ mô phỏng được xác định.

Bảng 1: các chế độ làm việc khác nhau của hệ thống phanh

Chế độ làm việc		Yêu cầu phanh		Điều kiện làm việc		Trạng thái làm việc		
1	Phanh có hỗ trợ	Hệ thống hỗ trợ phanh	Phanh bằng động cơ	Yêu cầu phanh	Trạng thái SOC	Động cơ trợ lực	Động cơ mô phỏng	Bàn đạp phanh
		✓	X	—	Cao	Điều khiển vị trí	Mô men điều khiển	Được đạp lên
		✓	✓	Cao	Thấp	Điều khiển vị trí	Mô men điều khiển	Được đạp lên
		X	✓	Thấp	Thấp	Điều khiển vị trí	Mô men điều khiển	Được đạp lên
2	Phanh chủ động chính	✓	X	—	Cao	Điều khiển vị trí	Mô men điều khiển	Vị trí ban đầu
		✓	✓	Cao	Thấp	Điều khiển vị trí	Mô men điều khiển	Vị trí ban đầu
		X	✓	Thấp	Thấp	Tắt	Tắt	Vị trí ban đầu

Lưu ý: $\sqrt{\quad}$ biểu thị rằng có yêu cầu phanh tương ứng, và X biểu thị rằng yêu cầu phanh tương ứng là 0. Điều khiển vị trí nghĩa là vị trí góc quay cuối cùng của động cơ dẫn động được sử dụng làm mục tiêu điều khiển vòng kín. Mô men điều khiển nghĩa là mô men được xuất ra bởi động cơ dẫn động được sử dụng làm mục tiêu điều khiển.

S33: tính toán giá trị áp lực mục tiêu của xi lanh phanh chính và lệnh vị trí mục tiêu θ_{c_trg} của xi lanh phanh chính dựa trên yêu cầu phanh của hệ thống hỗ trợ phanh.

Mô men phanh liên quan tới áp suất thủy lực của xi lanh phanh chính, và được xác định bởi thiết kế của đường ống thủy lực. Tính toán của áp suất thủy lực giá trị mục tiêu F_{piston_trg} của xi lanh phanh chính thuộc về kỹ thuật đã biết, và các chi tiết không được mô tả ở đây.

Áp suất thủy lực của xi lanh phanh chính liên quan tới hành trình của xi lanh phanh chính, và được xác định bởi dấu hiệu của xi lanh phanh chính. giá trị mục tiêu hành trình S_{piston_trg} của xi lanh phanh chính có thể thu được bằng cách tra cứu bảng. Bảng này có thể thu được bằng cách tham khảo kỹ thuật đã biết.

Vì xi lanh phanh chính được nối với giá bánh răng hành tinh bằng cách sử dụng bánh răng và thanh răng, giá trị mục tiêu hành trình S_{piston_trg} của xi lanh chính và lệnh mục tiêu vị trí θ_{c_trg} của giá bánh răng hành tinh thỏa mãn: $S_{piston_trg} = \theta_{c_trg} / i_2$. Do đó, giá trị mục tiêu của dịch chuyển góc θ_{c_trg} của giá bánh răng hành tinh có thể thu được bằng cách tính toán giá trị mục tiêu hành trình của xi lanh phanh chính:

$$\theta_{c_trg} = S_{piston_trg} / i_2$$

i_2 là hệ số tỷ lệ tốc độ của bánh răng thứ ba và thanh răng thứ ba của cơ cấu truyền động thứ ba.

S34: tính toán, dựa trên vị trí của bàn đạp phanh, mô men T_{b_trg} của bàn đạp phanh cần được mô phỏng.

Lực bàn đạp của bàn đạp phanh có thể được thiết lập bằng cách sử dụng đồ thị đường cong định trước, ví dụ, ba đồ thị đường cong khác nhau được thể hiện trên Fig.9, và được chọn bởi người lái xe. Điều này được biểu diễn bằng cách sử dụng công thức 7:

$$F_{padel} = f_i(s_{padel}), i = 1, 2, 3 \dots$$

Thiết bị điều khiển tính toán, dựa trên vị trí thực tế s_{padel} của bàn đạp phanh được phát hiện bởi cảm biến dịch chuyển thứ nhất và đồ thị đường cong tương ứng (nghĩa là, công thức 7) trên Fig.9, lực bàn đạp cần được mô phỏng bởi động cơ mô phỏng, và còn tính toán mô men T_{b_trg} của bàn đạp phanh, nghĩa là, mô men tác động lên vòng răng trong cơ cấu bánh răng hành tinh, như được thể hiện trong công thức 8:

$$T_{b_trg} = i_1 F_{padel}$$

i_1 là hệ số tỷ lệ tốc độ của bánh răng thứ nhất đối với thanh răng thứ nhất trong cơ cấu truyền động thứ nhất.

S4: tính toán lệnh mô men của động cơ trong hệ thống hỗ trợ phanh.

Fig.14 thể hiện quy trình tính toán mô men của động cơ cơ cấu trợ lực, và Fig.16 thể hiện sơ đồ khối điều khiển của các bước từ S41 tới S43. Ở bước này, phương pháp điều khiển phối hợp của động cơ trợ lực và động cơ mô phỏng được thiết kế. Mô men điều khiển được sử dụng cho động cơ mô phỏng, và lệnh mô men được yêu cầu bởi động cơ mô phỏng được tính toán dựa trên mô men T_{b_trg} của bàn đạp phanh cần được mô phỏng ở bước S3. Điều khiển vòng kín vị trí được sử dụng cho động cơ trợ lực, và mô men chuẩn T_{a_FF} của động cơ trợ lực được quy định dựa trên mục tiêu dịch chuyển và mô men của động cơ mô

phông. Vị trí mục tiêu θ_{c_trg} của xi lanh phanh chính được so sánh với dịch chuyển thực tế, và tiếp đó mô men chuẩn được bù. Theo cách này, vị trí của xi lanh phanh chính được điều khiển theo cách ổn định và tin cậy.

S41: tính toán mô men thứ nhất T_{m_cmd} của động cơ mô phông và mô men thứ hai T_{a_FF} của động cơ trợ lực.

Fig.17 thể hiện thủ tục điều khiển của động cơ mô phông và động cơ trợ lực, và tính toán của mô men thứ nhất T_{m_cmd} của động cơ mô phông: mô men thứ nhất T_{m_cmd} của động cơ mô phông được tính toán dựa trên mô men T_{b_trg} của bàn đạp phanh và mối tương quan lực của cơ cấu bánh răng hành tinh. Cụ thể hơn, tham khảo công thức 9:

$$T_{m_cmd} = \frac{1}{a} T_{b_trg} - T_s$$

a là tỷ số truyền của vòng răng so với bánh răng trung tâm.

Tính toán của mô men thứ hai của động cơ trợ lực: mô men thứ hai T_{a_FF} của động cơ trợ lực được tính toán dựa trên áp lực mục tiêu của xi lanh phanh chính, mô men thứ nhất T_{m_cmd} của động cơ mô phông, và mối tương quan lực của cơ cấu bánh răng hành tinh.

$$T_{c_trg} = F_{piston_trg} \cdot i_2$$

$$T_{a_FF} = T_{c_trg} - (a + 1)(T_{m_cmd} + T_s)$$

F_{piston_trg} là lực phanh của xi lanh phanh chính, i_2 là hệ số tỷ lệ tốc độ của bánh răng thứ hai so với thanh răng thứ hai trong cơ cấu truyền động thứ ba, và T_{c_trg} là mô men được tác dụng bởi xi lanh phanh chính lên giá bánh răng hành tinh.

T_{a_FF} là mô men thứ hai, T_{m_cmd} là mô men thứ nhất, T_s là mô men của lò

xo thiết lập lại tác dụng lên bánh răng trung tâm, và a là tỷ số truyền của vòng răng so với bánh răng trung tâm.

S42: tính toán mô men bù T_{a_FB} dựa trên vị trí chuẩn xi lanh chính và vị trí thực tế xi lanh chính.

Theo phương án thực hiện cụ thể, thu được dịch chuyển thứ nhất (vị trí thực tế) của cần pit tông của xi lanh phanh chính được phát hiện, và dịch chuyển thứ hai (vị trí mục tiêu) mà cần pit tông của xi lanh phanh chính cần phải di chuyển để đạt tới dựa trên tỷ lệ phân bố lực phanh của hệ thống hỗ trợ phanh. Khi dịch chuyển thứ nhất không đạt tới dịch chuyển thứ hai, động cơ trợ lực được điều khiển để dẫn động cần pit tông tới dịch chuyển thứ hai. Trong phần nội dung này, vị trí thực tế θ_c của xi lanh phanh chính được so sánh với vị trí mục tiêu xi lanh chính θ_{c_trg} , và lệnh mô men bù hồi đáp T_{a_FB} được xuất ra nhờ điều khiển hồi đáp (chẳng hạn điều khiển PID), để thực hiện điều chỉnh hồi đáp.

S43: tính toán mô men đầu ra T_{a_cmd} của động cơ trợ lực.

Mô men bù của động cơ trợ lực và mô men thứ hai được bổ sung để thu được mô men đầu ra T_{a_cmd} của động cơ trợ lực:

$$T_{a_cmd} = T_{a_FF} + T_{a_FB}$$

S44: xuất ra mô men của động cơ trợ lực và mô men của động cơ mô phỏng.

Theo các lệnh được tính toán ở bước S41 và S43, mô men đầu ra T_{a_cmd} của động cơ trợ lực và mô men thứ nhất T_{m_cmd} của động cơ mô phỏng được xuất ra tới người lái xe của động cơ dẫn động.

Theo nguyên tắc điều khiển ở bước S4, lệnh mô men của động cơ mô phỏng có thể được điều chỉnh dựa trên lực bàn đạp dự kiến bởi người lái xe, vì thế mô phỏng của các lực bàn đạp khác nhau có thể được thực hiện. Liên quan

tới mô men của động cơ trợ lực, lệnh mô men chuyển thẳng của động cơ trợ lực được tính toán dựa trên áp lực mục tiêu của xi lanh phanh chính và lệnh mô men của động cơ mô phỏng. Dựa trên điều khiển vòng kín, lực tác động lên cơ cấu bánh răng hành tinh được xem xét toàn diện để cải thiện tốc độ đáp ứng của cơ cấu bánh răng hành tinh, nhờ đó kiểm soát theo cách ổn định và tin cậy vị trí của xi lanh phanh chính.

S5: khi động cơ trợ lực hoặc động cơ mô phỏng bị sự cố, xác định, dựa trên tỷ lệ phân bố lực phanh của xi lanh phanh chính, mô men thứ ba của động cơ mô phỏng không bị sự cố hoặc động cơ trợ lực không bị sự cố, và điều khiển động cơ mô phỏng không bị sự cố hoặc động cơ trợ lực không bị sự cố để xuất ra mô men thứ ba. Theo cách này, độ tin cậy của hệ thống hỗ trợ phanh được cải thiện.

Như đã mô tả trên đây, có thể hiểu rằng theo phương pháp phanh theo sáng chế, cả mô men được xuất ra bởi động cơ mô phỏng và mô men được xuất ra bởi động cơ trợ lực được sử dụng làm lực để dẫn động cần pit tông của xi lanh phanh chính. Điều này có thể giảm bớt yêu cầu sinh công đầu ra trên một động cơ duy nhất. Ngoài ra, khi hai động cơ được sử dụng để dẫn động xi lanh phanh chính cùng một lúc, nếu một động cơ bị sự cố, thì động cơ kia có thể được sử dụng để phanh, vì thế độ tin cậy của toàn bộ hệ thống hỗ trợ phanh được cải thiện.

Theo một phương án, sáng chế còn đề xuất xe điện. Xe điện này có thân xe, acquy được bố trí trên thân xe, và hệ thống hỗ trợ phanh theo phương án bất kỳ trong số các phương án thực hiện nêu trên. Theo giải pháp kỹ thuật như đã mô tả trên đây, cả mô men được xuất ra bởi động cơ mô phỏng và mô men được xuất ra bởi động cơ trợ lực được sử dụng làm lực để dẫn động cần pit tông của xi lanh phanh chính. Điều này có thể giảm bớt yêu cầu sinh công đầu ra trên một động cơ duy nhất. Ngoài ra, khi hai động cơ được sử dụng để dẫn động xi lanh phanh chính cùng một lúc, nếu một động cơ bị sự cố, thì động cơ kia có thể được sử dụng để phanh, vì thế độ tin cậy của toàn bộ hệ thống hỗ trợ phanh

được cải thiện.

Trên đây chỉ mô tả các phương án thực hiện cụ thể của sáng chế, và không dự kiến giới hạn phạm vi bảo hộ của sáng chế. Thay đổi hoặc thay thế bất kỳ được đề xuất bởi người có hiểu biết trung bình trong lĩnh vực kỹ thuật này đều nằm trong phạm vi bảo hộ của sáng chế. Do đó, phạm vi bảo hộ của sáng chế được xác định bằng các điểm yêu cầu bảo hộ kèm theo.

YÊU CẦU BẢO HỘ

1. Hệ thống hỗ trợ phanh bao gồm:

nút liên kết hàng hành tinh;

bàn đạp phanh được nối với nút liên kết hàng hành tinh và được làm thích ứng để xuất ra mô men thứ nhất;

động cơ trợ lực được nối với nút liên kết hàng hành tinh và được làm thích ứng để xuất ra mô men thứ hai;

động cơ mô phỏng được nối với nút liên kết hàng hành tinh và được làm thích ứng để xuất ra mô men thứ ba; và

xi lanh phanh chính được nối với nút liên kết hàng hành tinh và bao gồm cần pit tông,

trong đó nút liên kết hàng hành tinh được làm thích ứng để biến đổi mô men thứ nhất, mô men thứ hai, và mô men thứ ba thành lực tác động để tác động lên cần pit tông,

trong đó nút liên kết hàng hành tinh bao gồm:

cơ cấu bánh răng hành tinh có:

vòng răng;

giá bánh răng hành tinh; và

bánh răng trung tâm;

cơ cấu truyền động thứ nhất;

cơ cấu truyền động thứ hai; và

cơ cấu truyền động thứ ba,

trong đó bàn đạp phanh, cơ cấu truyền động thứ nhất, vòng răng và giá bánh răng hành tinh được nối nối tiếp,

trong đó bàn đạp phanh được làm thích ứng để dẫn động, bằng cách sử dụng cơ cấu truyền động thứ nhất và vòng răng, giá bánh răng hành tinh quay,

trong đó động cơ trợ lực được làm thích ứng để dẫn động, bằng cách sử dụng cơ cấu truyền động thứ hai, giá bánh răng hành tinh quay,

trong đó động cơ mô phỏng còn được nối với bánh răng trung tâm và được làm thích ứng để dẫn động bánh răng trung tâm quay, và

trong đó giá bánh răng hành tinh được làm thích ứng để dẫn động, bằng cách sử dụng cơ cấu truyền động thứ ba, cần pit tông di chuyển thẳng.

2. Hệ thống hỗ trợ phanh theo điểm 1, trong đó cơ cấu truyền động thứ nhất bao gồm:

thanh răng thứ nhất được nối với bàn đạp phanh; và

bánh răng thứ nhất gài khớp với thanh răng thứ nhất, trong đó bánh răng thứ nhất và vòng răng được nối cố định và được bố trí đồng trục.

3. Hệ thống hỗ trợ phanh theo điểm 2, trong đó cơ cấu truyền động thứ hai bao gồm:

trục vít được nối với động cơ trợ lực; và

bánh vít gài khớp với trục vít, trong đó bánh vít và giá bánh răng hành tinh được nối cố định và được bố trí đồng trục.

4. Hệ thống hỗ trợ phanh theo điểm 3, trong đó cơ cấu truyền động thứ ba bao gồm:

thanh răng thứ hai được nối cố định với cần pit tông; và

bánh răng thứ hai gài khớp với thanh răng thứ hai, trong đó bánh răng thứ hai và giá bánh răng hành tinh được nối cố định và được bố trí đồng trục.

5. Hệ thống hỗ trợ phanh theo điểm 1, trong đó nút liên kết hàng hành tinh còn có cơ cấu giới hạn được làm thích ứng để giới hạn chuyển động quay của bánh răng trung tâm ở góc định trước.

6. Hệ thống hỗ trợ phanh theo điểm 1, trong đó nút liên kết hàng hành tinh còn có lò xo thiết lập lại được làm thích ứng để dẫn động bánh răng trung tâm tới vị trí ban đầu.

7. Hệ thống hỗ trợ phanh theo điểm 6, trong đó hệ thống này còn bao gồm:

thiết bị phát hiện thứ nhất được nối với bàn đạp phanh và được làm thích ứng để phát hiện thông tin phanh của xe điện;

thiết bị phát hiện thứ hai được làm thích ứng để phát hiện mức dung lượng acquy của acquy trên xe điện; và

thiết bị điều khiển được nối với thiết bị phát hiện thứ nhất và thiết bị phát hiện thứ hai và được làm thích ứng để:

thu được yêu cầu phanh của xe điện dựa trên thông tin phanh;

xác định, dựa trên yêu cầu phanh và mức dung lượng acquy, tỷ lệ phân bố lực phanh thứ nhất của động cơ trên xe điện;

xác định, dựa trên yêu cầu phanh và mức dung lượng acquy, tỷ lệ phân bố lực phanh thứ hai của xi lanh phanh chính;

thu được mô men thứ ba dựa trên thông tin phanh;

xác định mô men thứ hai dựa trên mô men thứ ba và tỷ lệ phân bố lực phanh thứ hai;

điều khiển động cơ mô phỏng để xuất ra mô men thứ ba; và

điều khiển động cơ trợ lực để xuất ra mô men thứ hai.

8. Hệ thống hỗ trợ phanh theo điểm 7, trong đó hệ thống này còn bao gồm cảm biến dịch chuyển thứ hai được làm thích ứng để phát hiện dịch chuyển của cần pit tông, và trong đó thiết bị điều khiển còn được làm thích ứng để:

thu được, dựa trên tỷ lệ phân bố lực phanh thứ hai, giá trị dịch chuyển mà cần pit tông cần di chuyển; và

điều khiển động cơ trợ lực để dẫn động cần pit tông di chuyển giá trị dịch chuyển khi dịch chuyển không đạt đến giá trị dịch chuyển.

9. Hệ thống hỗ trợ phanh theo điểm 7, trong đó khi động cơ trợ lực hoặc động cơ mô phỏng bị sự cố, thiết bị điều khiển còn được làm thích ứng để:

xác định, dựa trên tỷ lệ phân bố lực phanh thứ hai, mô men thứ tư của động cơ mô phỏng không bị sự cố hoặc động cơ trợ lực không bị sự cố; và

điều khiển động cơ mô phỏng không bị sự cố hoặc động cơ trợ lực không bị sự cố để xuất ra mô men thứ tư.

10. Hệ thống hỗ trợ phanh theo điểm 7, trong đó thiết bị phát hiện thứ nhất là cảm biến dịch chuyển thứ nhất để phát hiện vị trí của bàn đạp phanh, và trong đó thiết bị điều khiển còn được làm thích ứng để:

thu được góc quay của bánh răng trung tâm dựa trên vị trí và tỷ lệ phân bố lực phanh thứ hai; và

thu được mô men thứ tư của lò xo thiết lập lại đối với bánh răng trung tâm dựa trên góc quay và hệ số đàn hồi của lò xo thiết lập lại.

11. Hệ thống hỗ trợ phanh theo điểm 10, trong đó thiết bị điều khiển còn được làm thích ứng để:

thu được lực phanh thứ nhất của bàn đạp phanh dựa trên vị trí và tương quan tương ứng giữa vị trí và lực phanh thứ nhất; và

còn thu được mô men thứ ba bằng cách sử dụng các công thức sau:

$$T_{b_trg} = i_1 F_{padel}, \text{ và}$$

$$T_{m_cmd} = \frac{1}{a} T_{b_trg} - T_s$$

trong đó T_{m_cmd} là mô men thứ ba, a là tỷ số truyền của vòng răng so với bánh răng trung tâm, T_s là mô men thứ tư, T_{b_trg} là mô men thứ nhất, F_{padel} là lực phanh thứ nhất, và i_1 là hệ số tỷ lệ tốc độ của bánh răng thứ nhất so với thanh răng thứ nhất.

12. Hệ thống hỗ trợ phanh theo điểm 10, trong đó thiết bị điều khiển còn được làm thích ứng để thu được mô men thứ hai dựa trên các công thức sau:

$$T_{c_trg} = F_{piston_trg} \cdot i_2, \text{ và}$$

$$T_{a_FF} = T_{c_trg} - (a + 1)(T_{m_cmd} + T_s)$$

trong đó F_{piston_trg} là lực phanh thứ hai của xi lanh phanh chính, i_2 là hệ số tỷ lệ tốc độ của bánh răng thứ hai trong cơ cấu truyền động thứ ba so với thanh răng thứ hai trong cơ cấu truyền động thứ ba, T_{c_trg} là mô men thứ năm được tác

dụng bởi xi lanh phanh chính so với giá bánh răng hành tinh và T_{a_FF} là mô men thứ hai.

13. Phương pháp phanh dừng cho xe điện bao gồm các bước:

phát hiện thông tin phanh của xe điện;

thu được mô men thứ nhất của động cơ mô phỏng trên xe điện dựa trên thông tin phanh, trong đó mô men thứ nhất tác động lên cần pit tông trong xi lanh phanh chính trên xe điện để di chuyển cần pit tông;

thu được yêu cầu phanh của xe điện dựa trên thông tin phanh;

thu được mức dung lượng acquy của acquy trên xe điện;

xác định tỷ lệ phân bố lực phanh thứ nhất của động cơ trên xe điện dựa trên trạng thái hoạt động của xe điện, yêu cầu phanh, và mức dung lượng acquy;

xác định tỷ lệ phân bố lực phanh thứ hai của xi lanh phanh chính dựa trên trạng thái hoạt động, yêu cầu phanh, và mức dung lượng acquy;

xác định mô men thứ hai của động cơ trợ lực trên xe điện dựa trên mô men thứ nhất và tỷ lệ phân bố lực phanh thứ hai, trong đó mô men thứ hai tác động lên cần pit tông để di chuyển cần pit tông;

điều khiển động cơ mô phỏng để xuất ra mô men thứ nhất; và

điều khiển động cơ trợ lực để xuất ra mô men thứ hai.

14. Phương pháp phanh theo điểm 13, trong đó phương pháp này còn bao gồm các bước:

thu được yêu cầu phanh dựa trên hệ thống hỗ trợ lái xe tiên tiến (ADAS) trên xe điện; hoặc

phát hiện vị trí của bàn đạp phanh trên xe điện, và thu được yêu cầu phanh dựa trên vị trí và tương quan tương ứng định trước giữa vị trí và yêu cầu phanh.

15. Phương pháp phanh theo điểm 14, trong đó phương pháp này còn bao gồm các bước:

thu được lực phanh thứ nhất của bàn đạp phanh dựa trên vị trí và tương quan tương ứng định trước;

thu được góc quay của bánh răng trung tâm trên xe điện dựa trên vị trí và tỷ lệ phân bố lực phanh thứ hai, trong đó bánh răng trung tâm được bố trí trong cơ cấu bánh răng hành tinh của nút liên kết hàng hành tinh trên xe điện; và

thu được mô men thứ ba của lò xo thiết lập lại trên xe điện đối với bánh răng trung tâm dựa trên góc quay và hệ số đàn hồi của lò xo thiết lập lại, trong đó nút liên kết hàng hành tinh được làm thích ứng để biến đổi lực phanh thứ nhất, mô men thứ ba, mô men thứ nhất, và mô men thứ hai thành lực tác động để tác động lên cần pit tông.

16. Phương pháp phanh theo điểm 15, trong đó phương pháp này còn bao gồm bước thu được mô men thứ nhất dựa trên các công thức sau:

$$T_{b_trg} = i_1 F_{padel}, \text{ và}$$

$$T_{m_cmd} = \frac{1}{a} T_{b_trg} - T_s,$$

trong đó T_{m_cmd} là mô men thứ nhất, a là tỷ số truyền của vòng răng so với bánh răng trung tâm, T_s là mô men thứ ba, T_{b_trg} là mô men thứ tư của bàn đạp phanh, F_{padel} là lực phanh thứ nhất, i_1 là hệ số tỷ lệ tốc độ của bánh răng thứ nhất so với thanh răng thứ nhất trong cơ cấu truyền động thứ nhất, trong đó cả vòng răng và cơ cấu truyền động thứ nhất đều được bố trí ở nút liên kết hàng hành tinh, trong đó thanh răng thứ nhất được nối với bàn đạp phanh, trong đó bánh răng thứ nhất gài khớp với thanh răng thứ nhất, và trong đó bánh răng thứ nhất và vòng răng được nối cố định và được bố trí đồng trục.

17. Phương pháp phanh theo điểm 16, trong đó phương pháp này còn bao gồm bước thu được mô men thứ hai dựa trên các công thức sau:

$$T_{c_trg} = F_{piston_trg} \cdot i_2, \text{ và}$$

$$T_{a_FF} = T_{c_trg} - (a + 1)(T_{m_cmd} + T_s),$$

trong đó F_{piston_trg} là lực phanh thứ hai của xi lanh phanh chính, i_2 là hệ số tỷ lệ tốc độ của bánh răng thứ hai so với thanh răng thứ hai trong cơ cấu truyền động thứ ba, T_{c_trg} là mô men thứ năm được tác dụng bởi xi lanh phanh chính

vào giá bánh răng hành tinh, T_{a_FF} là mô men thứ hai, trong đó cả cơ cấu truyền động thứ nhất và giá bánh răng hành tinh đều được bố trí ở nút liên kết hàng hành tinh, trong đó thanh răng thứ hai được nối cố định với cần pit tông, trong đó thanh răng thứ hai gài khớp với bánh răng thứ hai, và trong đó bánh răng thứ hai và giá bánh răng hành tinh được nối cố định và được bố trí đồng trục.

18. Phương pháp phanh theo điểm 13, trong đó phương pháp này còn bao gồm các bước:

phát hiện giá trị dịch chuyển thứ nhất của cần pit tông;

thu được, dựa trên tỷ lệ phân bố lực phanh thứ hai, giá trị dịch chuyển thứ hai mà cần pit tông cần di chuyển; và

điều khiển động cơ trợ lực để dẫn động cần pit tông di chuyển nhằm đạt đến giá trị dịch chuyển thứ hai khi giá trị dịch chuyển thứ nhất không đạt đến giá trị dịch chuyển thứ hai.

19. Phương pháp phanh theo điểm 13, trong đó khi động cơ trợ lực hoặc động cơ mô phỏng bị sự cố, phương pháp này còn bao gồm các bước:

xác định, dựa trên tỷ lệ phân bố lực phanh thứ hai, mô men thứ ba của động cơ mô phỏng không bị sự cố hoặc động cơ trợ lực không bị sự cố; và

điều khiển động cơ mô phỏng không bị sự cố hoặc động cơ trợ lực không bị sự cố để xuất ra mô men thứ ba.

20. Xe có hệ thống hỗ trợ phanh bao gồm:

nút liên kết hàng hành tinh;

bàn đạp phanh được nối với nút liên kết hàng hành tinh và được làm thích ứng để xuất ra mô men thứ nhất;

động cơ trợ lực được nối với nút liên kết hàng hành tinh và được làm thích ứng để xuất ra mô men thứ hai;

động cơ mô phỏng được nối với nút liên kết hàng hành tinh và được làm thích ứng để xuất ra mô men thứ ba; và

xi lanh phanh chính được nối với nút liên kết hàng hành tinh và bao gồm cần pit tông,

trong đó nút liên kết hàng hành tinh được làm thích ứng để biến đổi mô men thứ nhất, mô men thứ hai, và mô men thứ ba thành lực tác động để tác động lên cần pit tông,

trong đó nút liên kết hàng hành tinh bao gồm:

cơ cấu bánh răng hành tinh có:

vòng răng;

giá bánh răng hành tinh; và

bánh răng trung tâm;

cơ cấu truyền động thứ nhất;

cơ cấu truyền động thứ hai; và

cơ cấu truyền động thứ ba,

trong đó bàn đạp phanh, cơ cấu truyền động thứ nhất, vòng răng và giá bánh răng hành tinh được nối nối tiếp,

trong đó bàn đạp phanh được làm thích ứng để dẫn động, bằng cách sử dụng cơ cấu truyền động thứ nhất và vòng răng, giá bánh răng hành tinh quay,

trong đó động cơ trợ lực được làm thích ứng để dẫn động, bằng cách sử dụng cơ cấu truyền động thứ hai, giá bánh răng hành tinh quay,

trong đó động cơ mô phỏng còn được nối với bánh răng trung tâm và được làm thích ứng để dẫn động bánh răng trung tâm quay, và

trong đó giá bánh răng hành tinh được làm thích ứng để dẫn động, bằng cách sử dụng cơ cấu truyền động thứ ba, cần pit tông di chuyển thẳng.

1/19

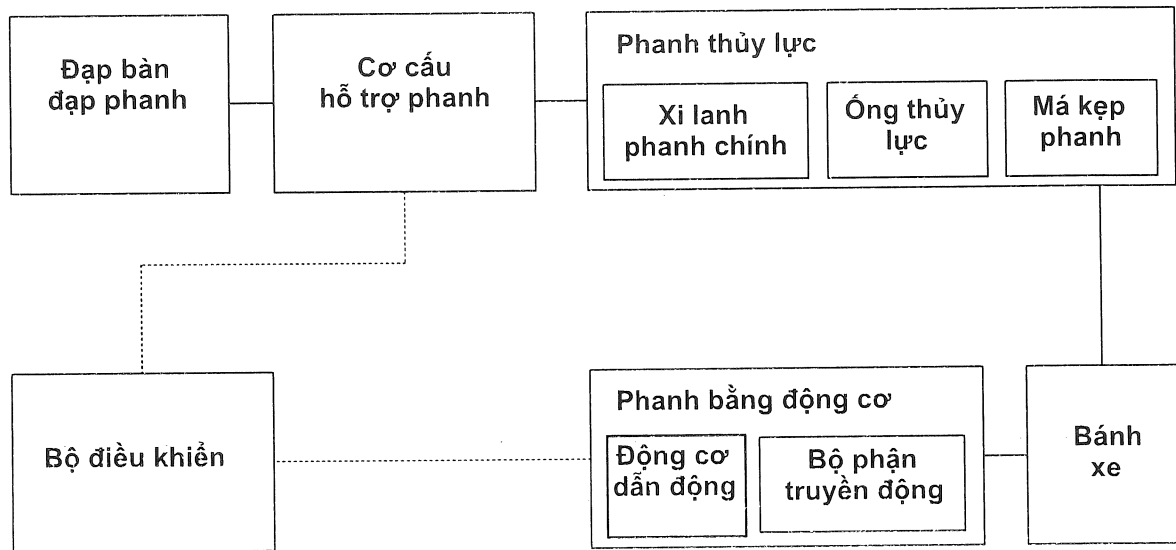


Fig.1

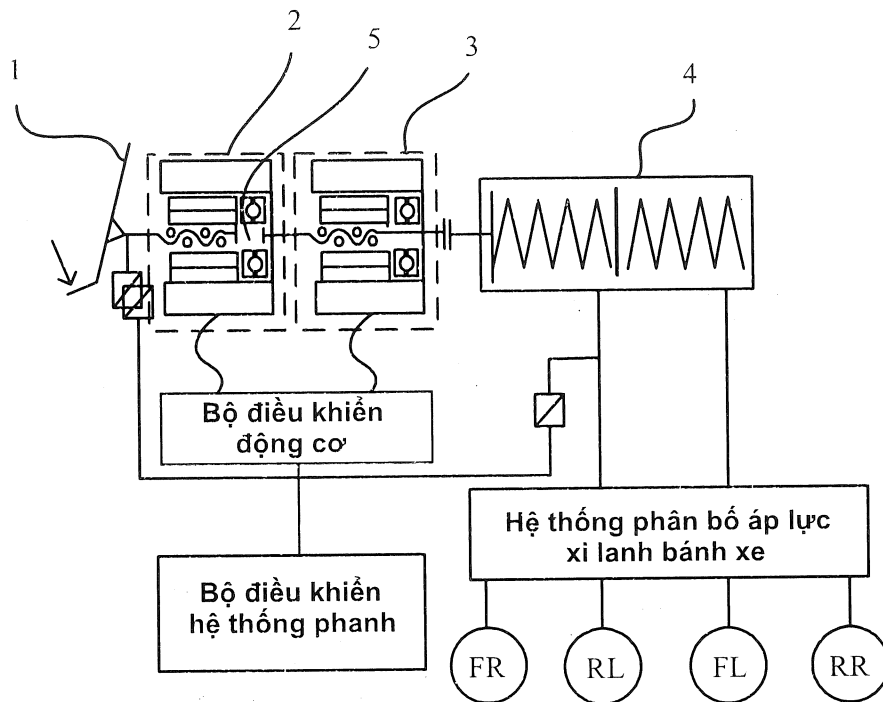


Fig.2

3/19

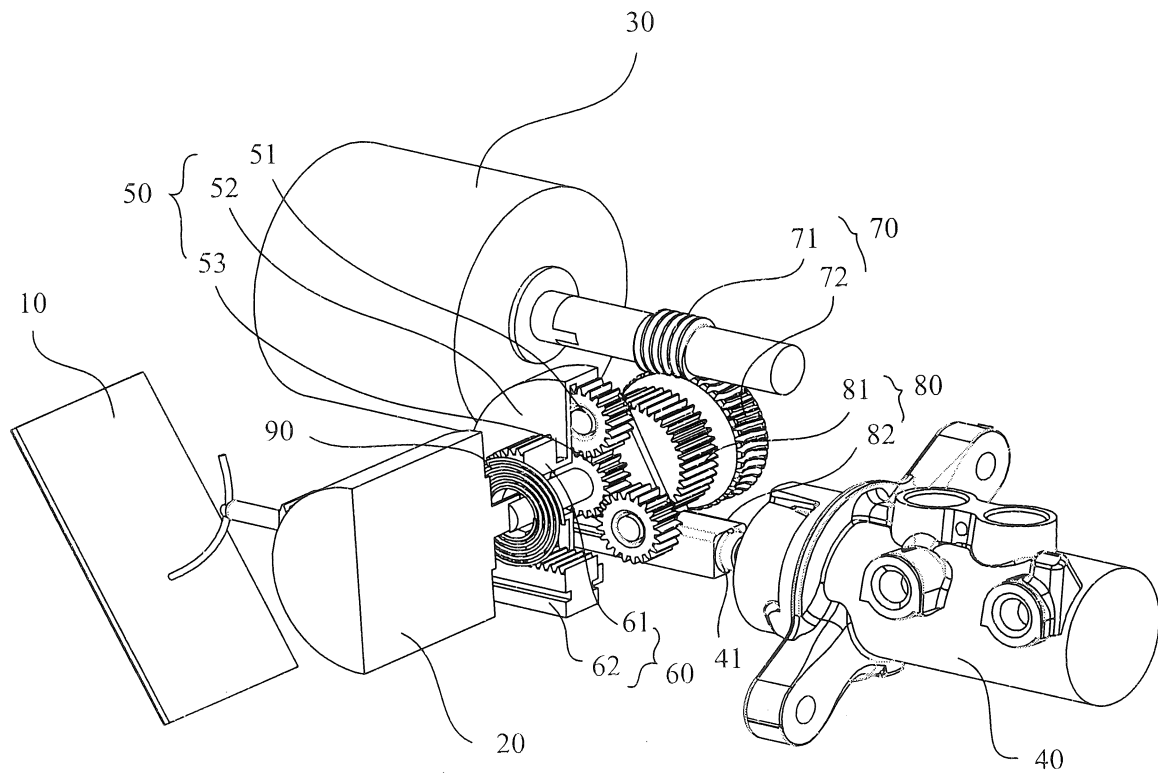


Fig.4

4/19

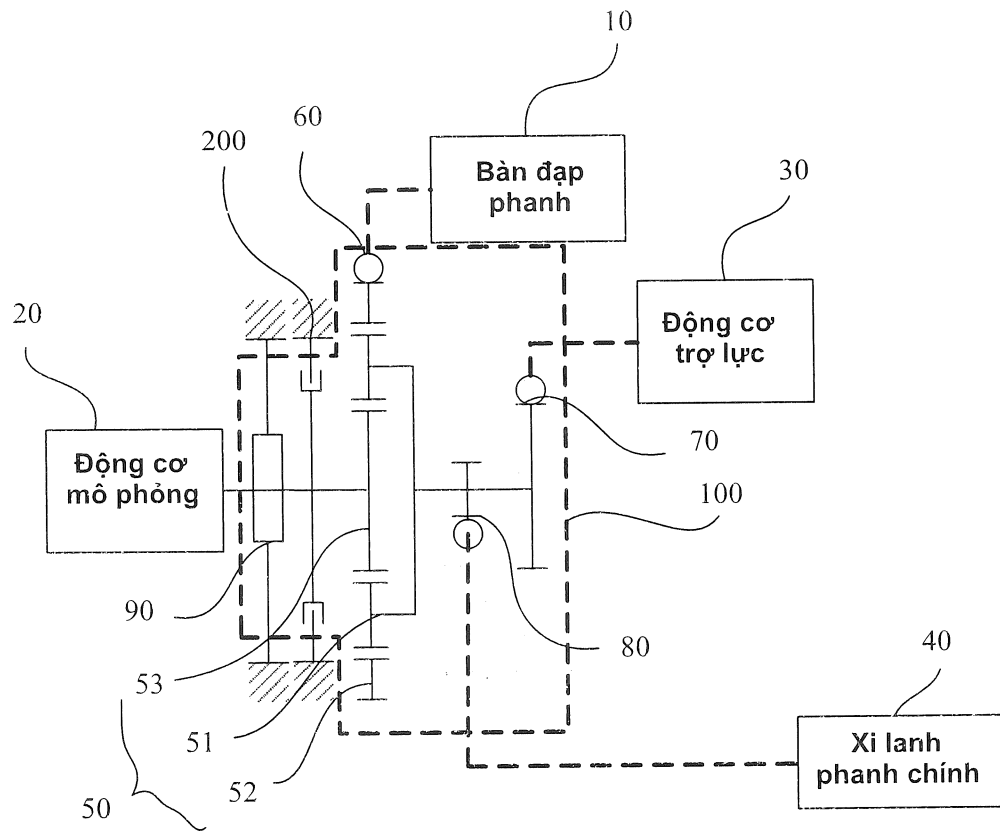


Fig.5

5/19

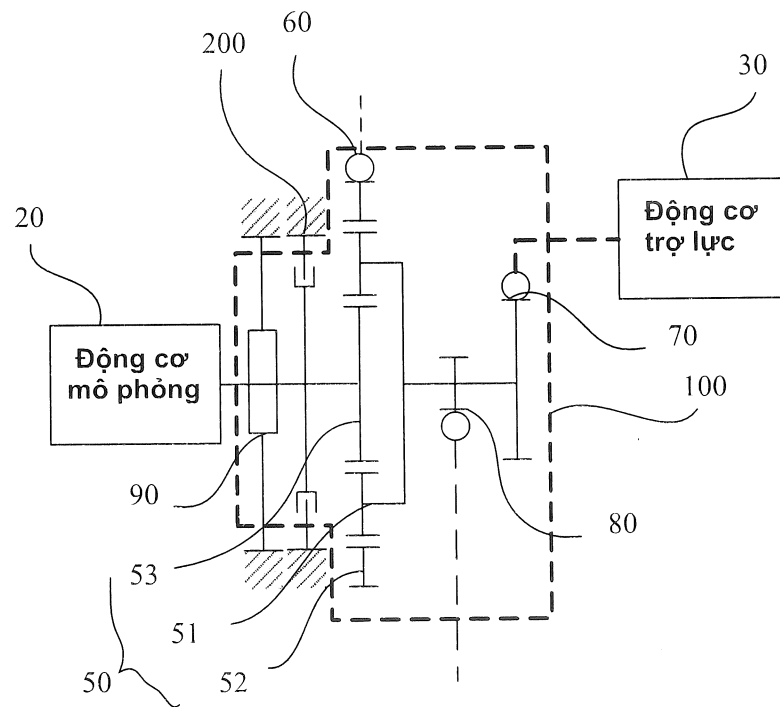


Fig.6

6/19

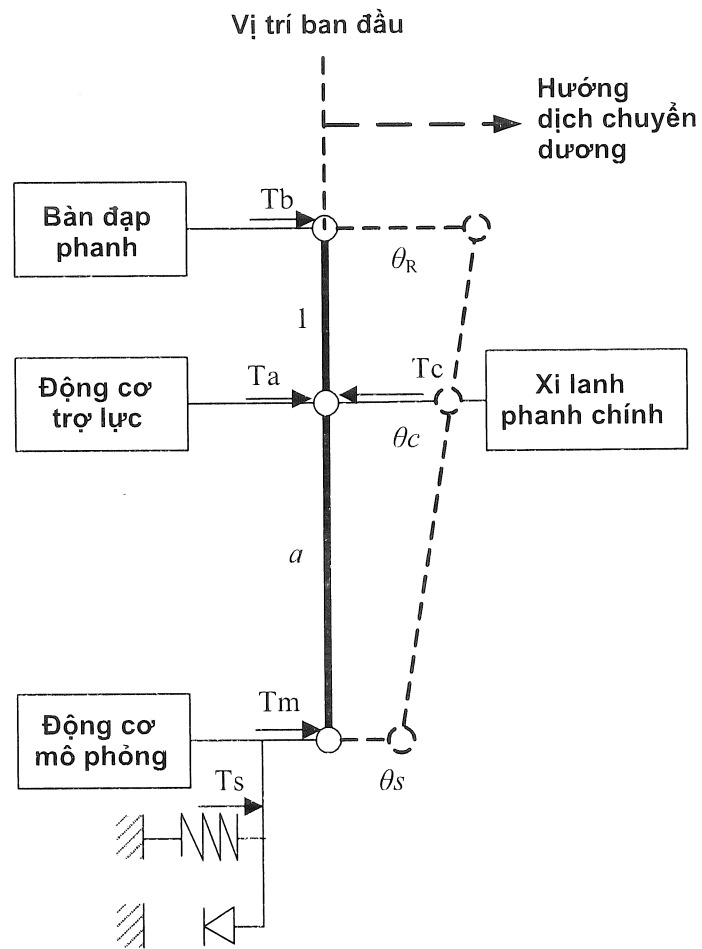


Fig.7

7/19

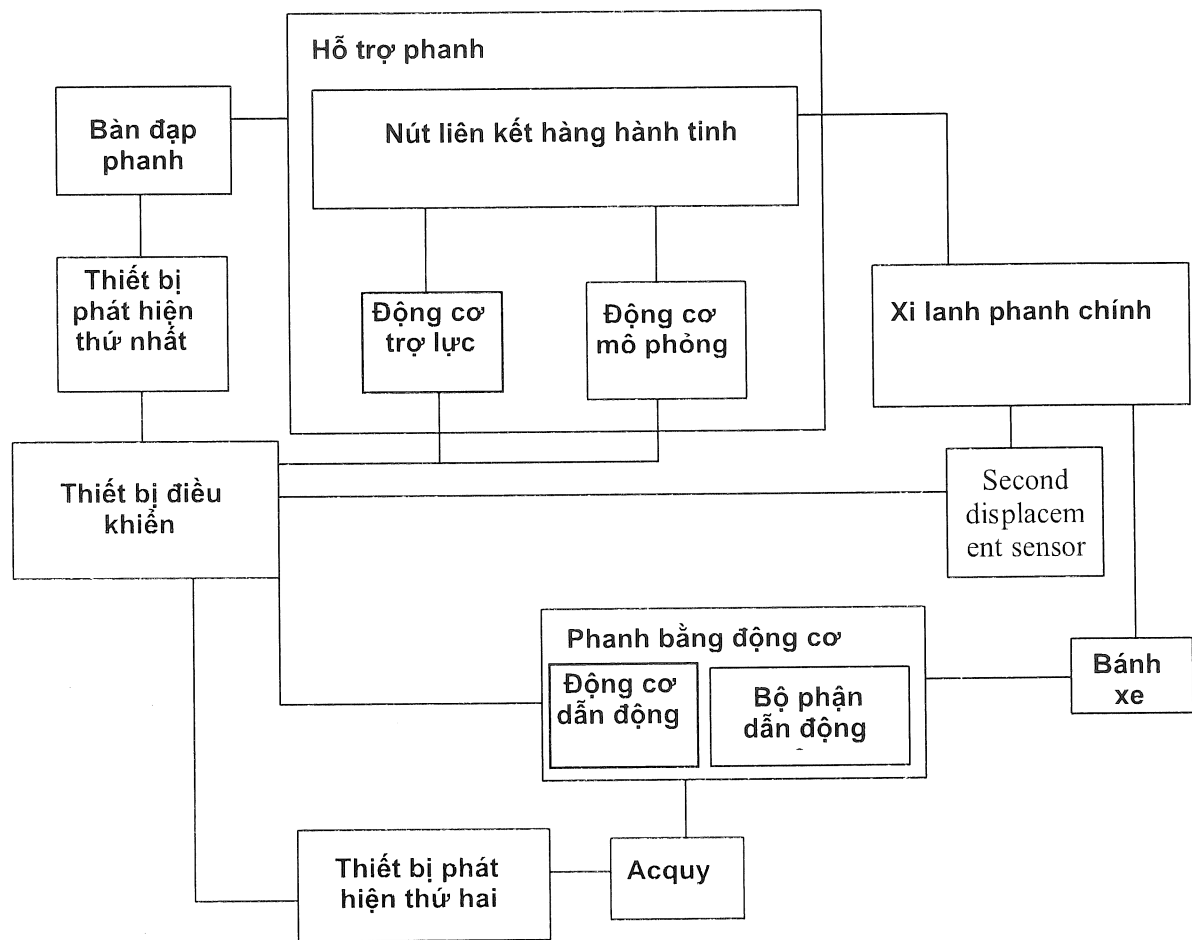


Fig.8

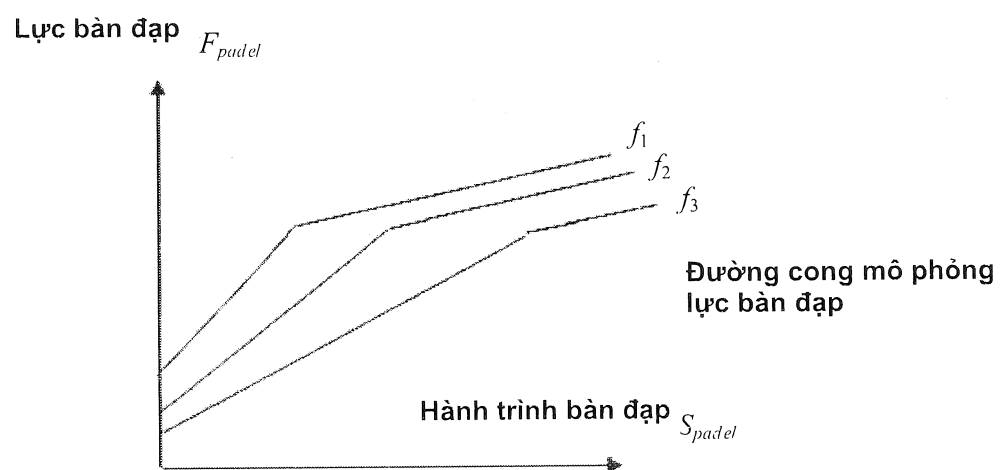


Fig.9

8/19

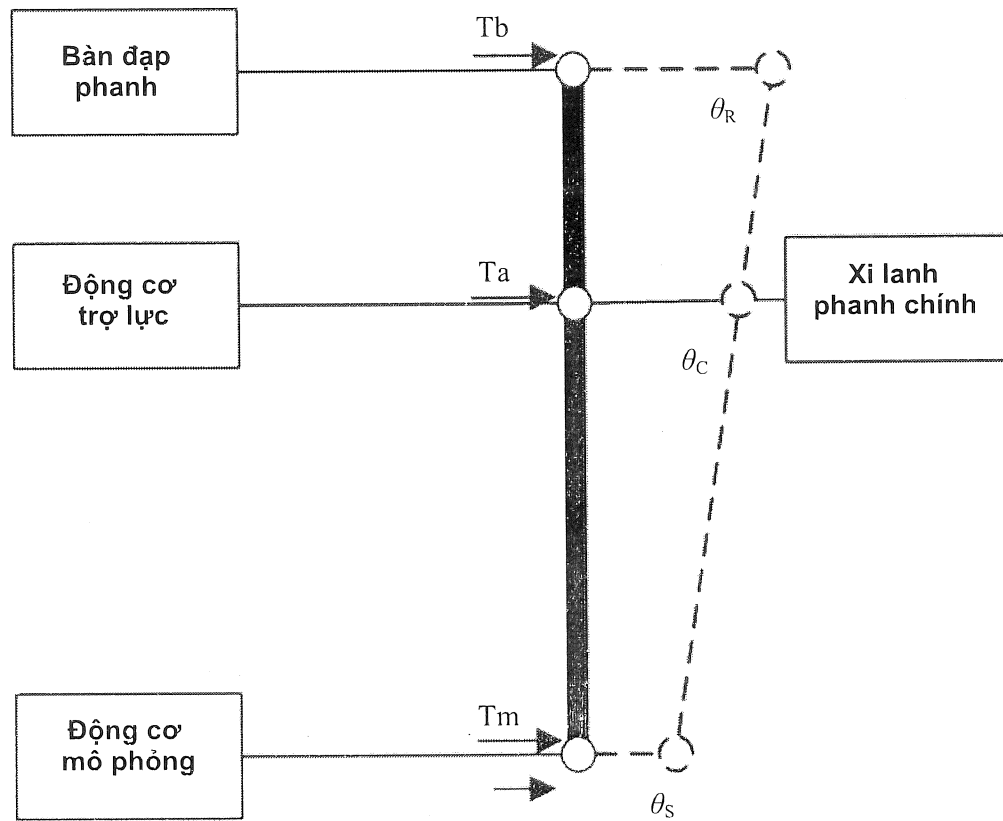


Fig.10a

9/19

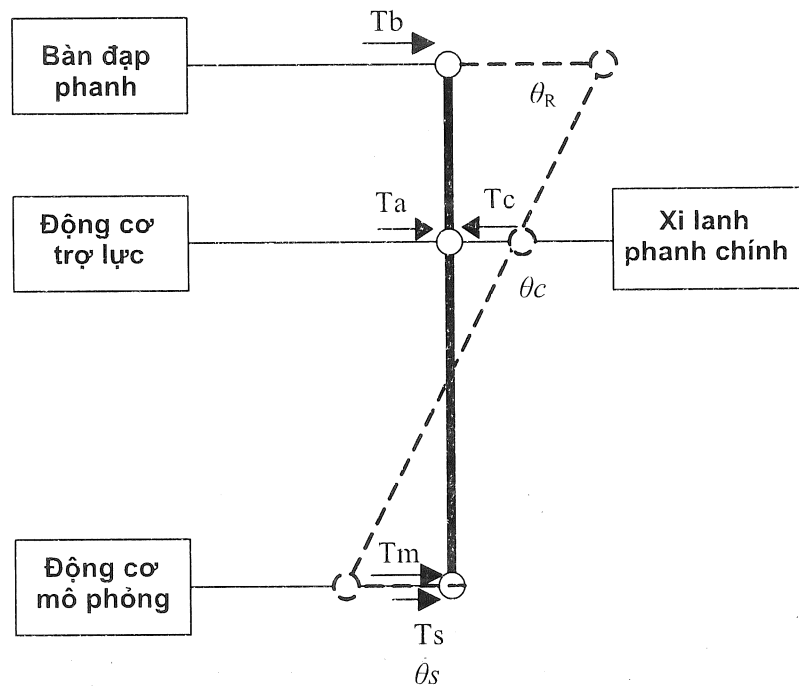


Fig.10b

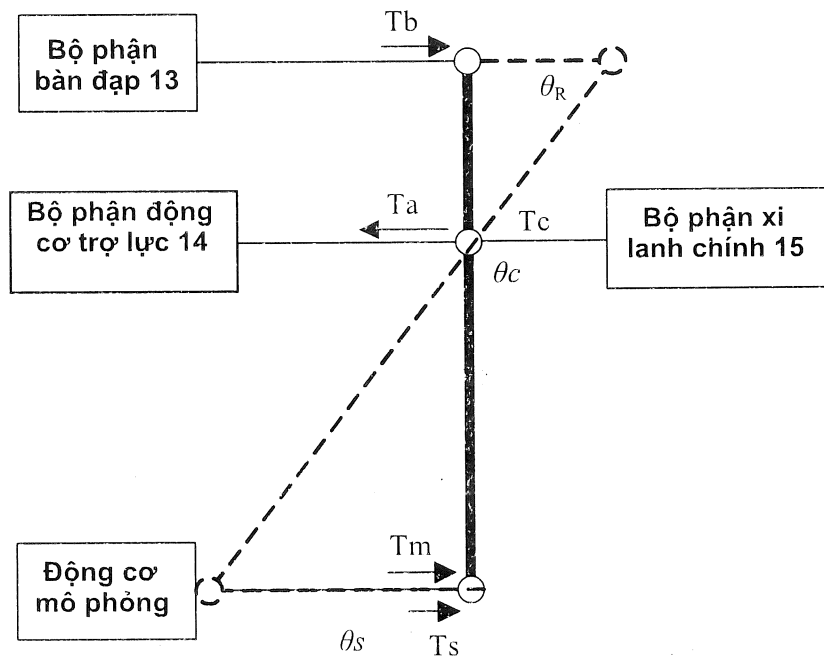


Fig.10c

10/19

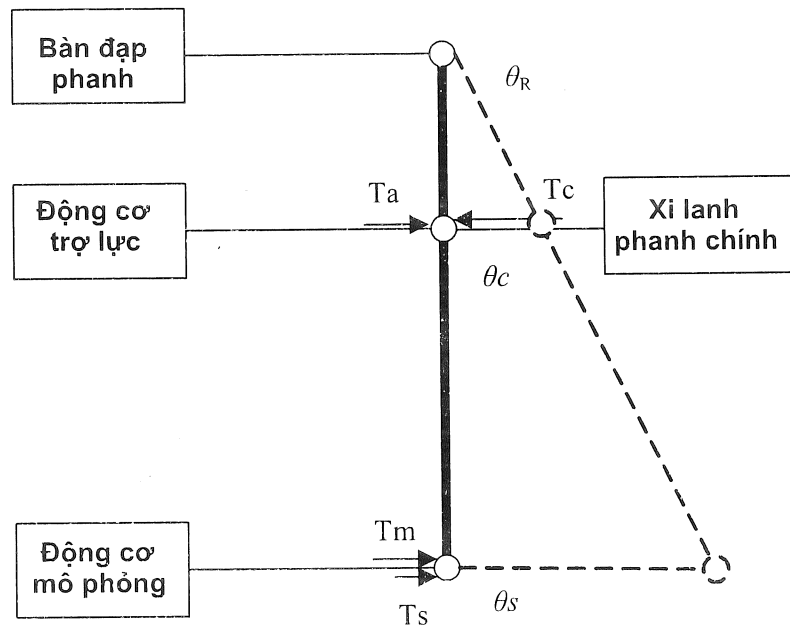


Fig.11a

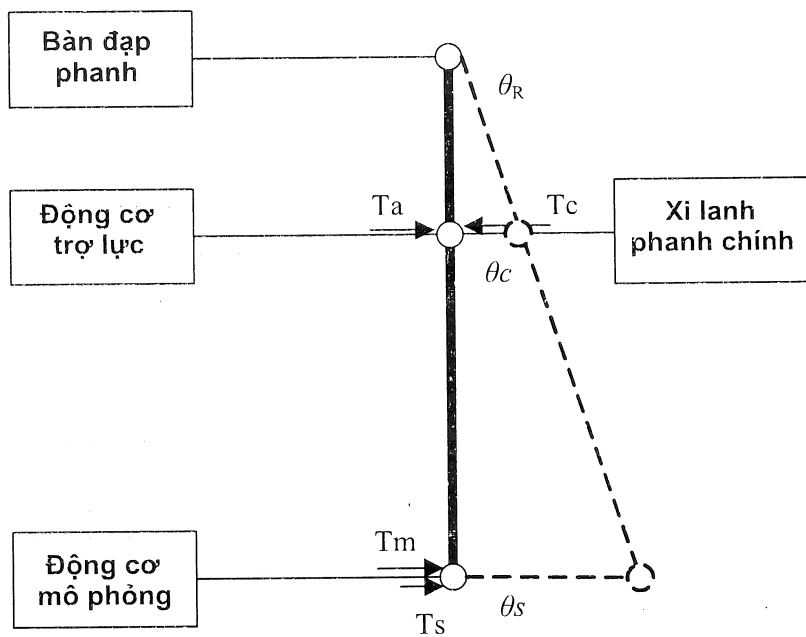


Fig.11b

11/19

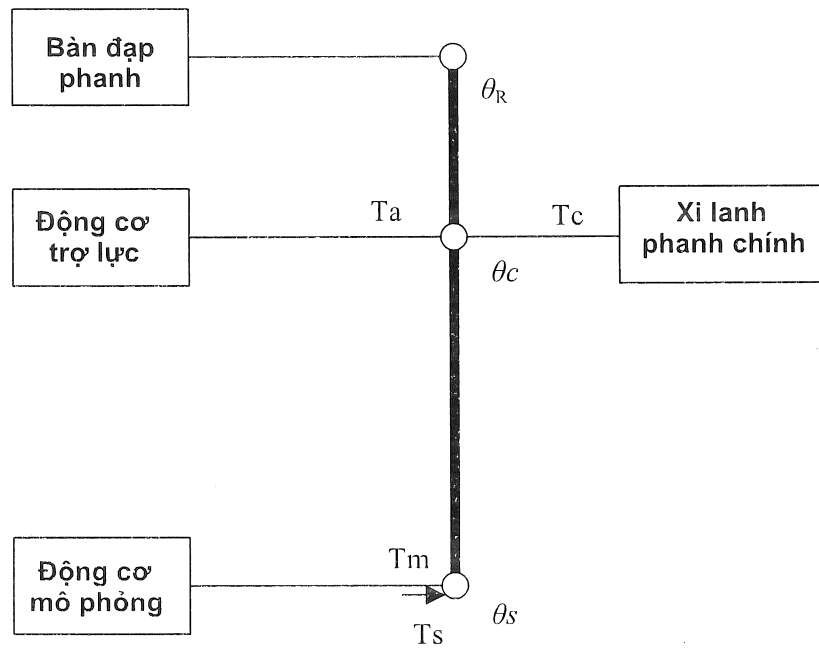


Fig.11c

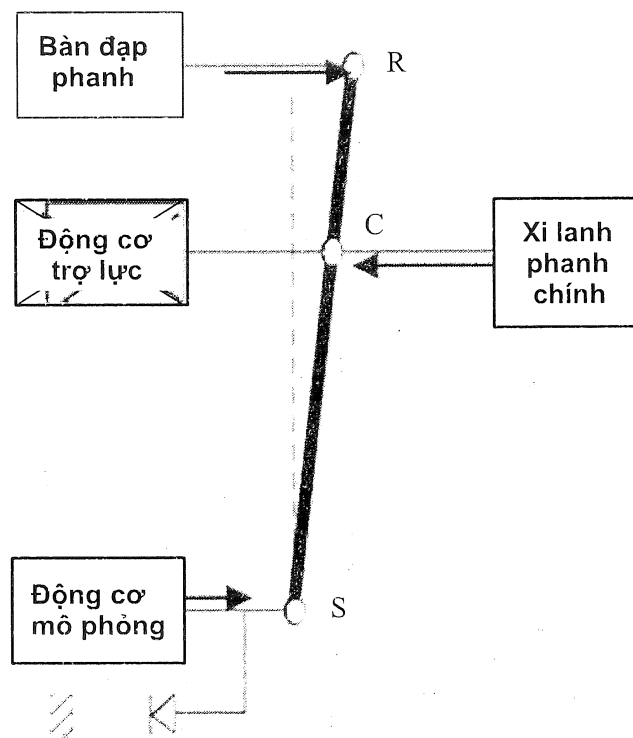


Fig.12a

12/19

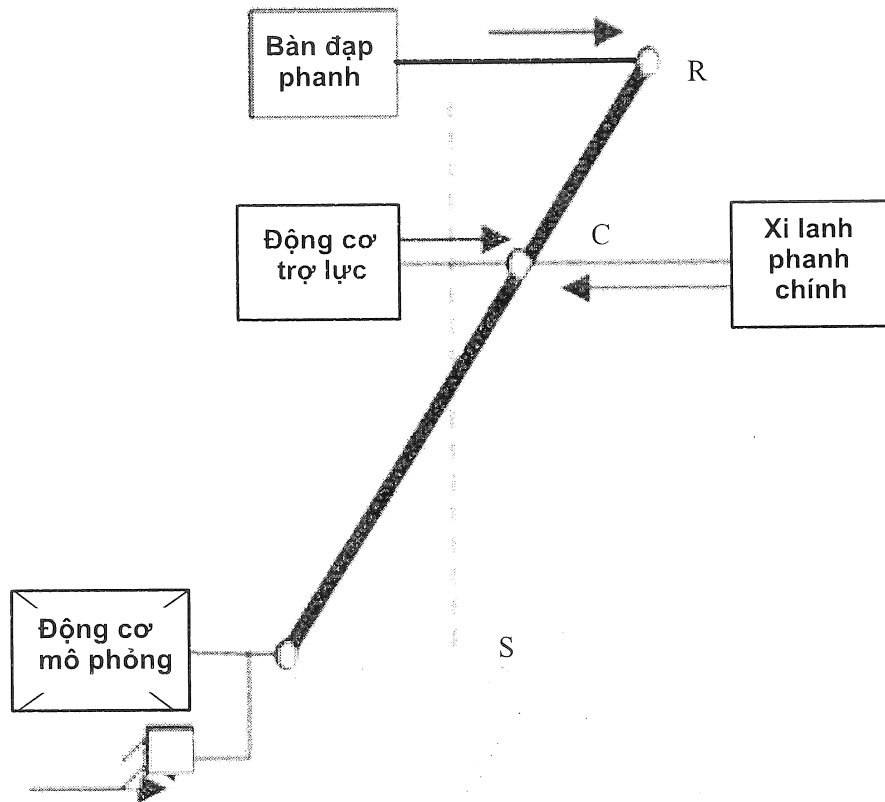


Fig.12b

13/19

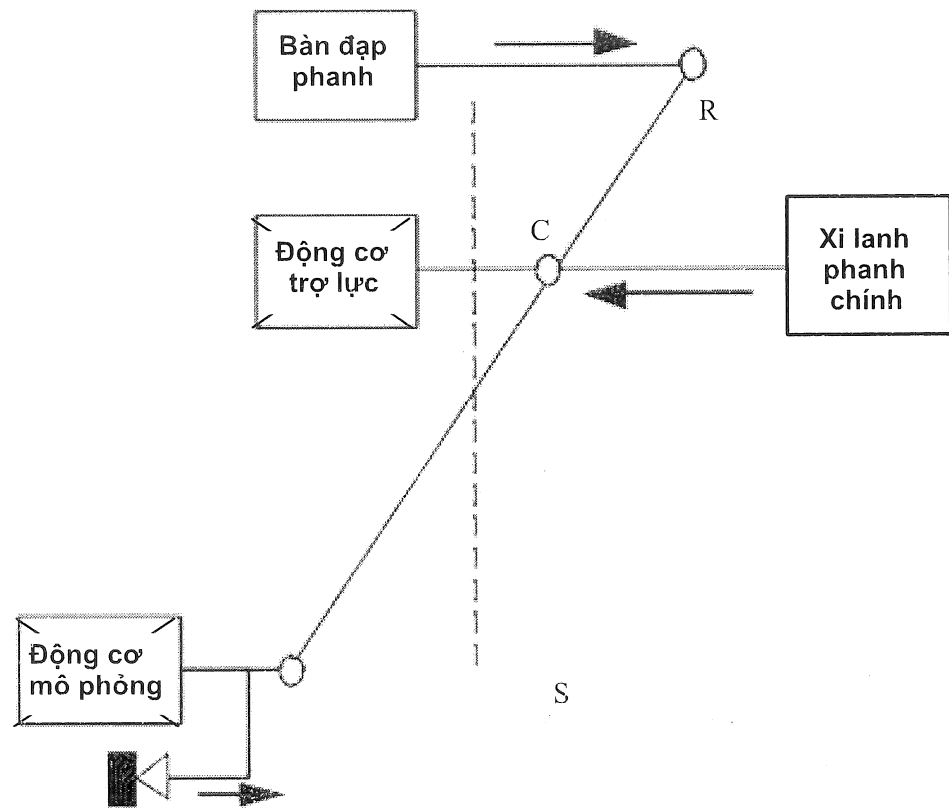


Fig.12c

14/19

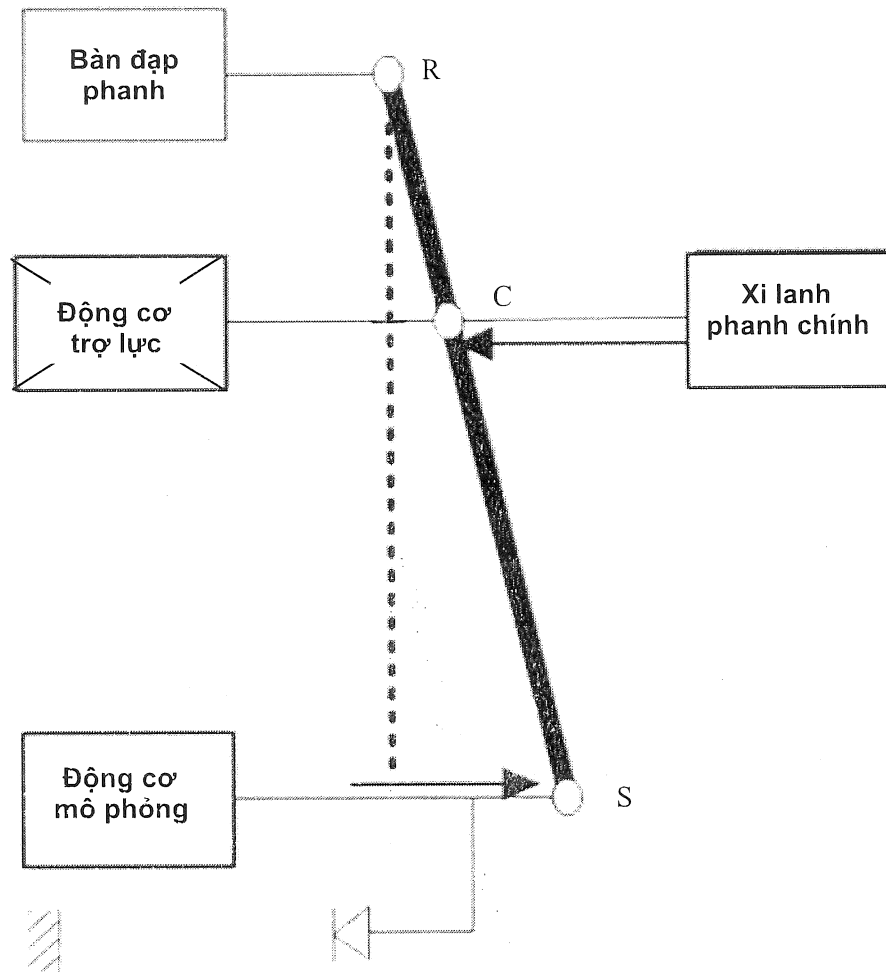


Fig.13a

15/19

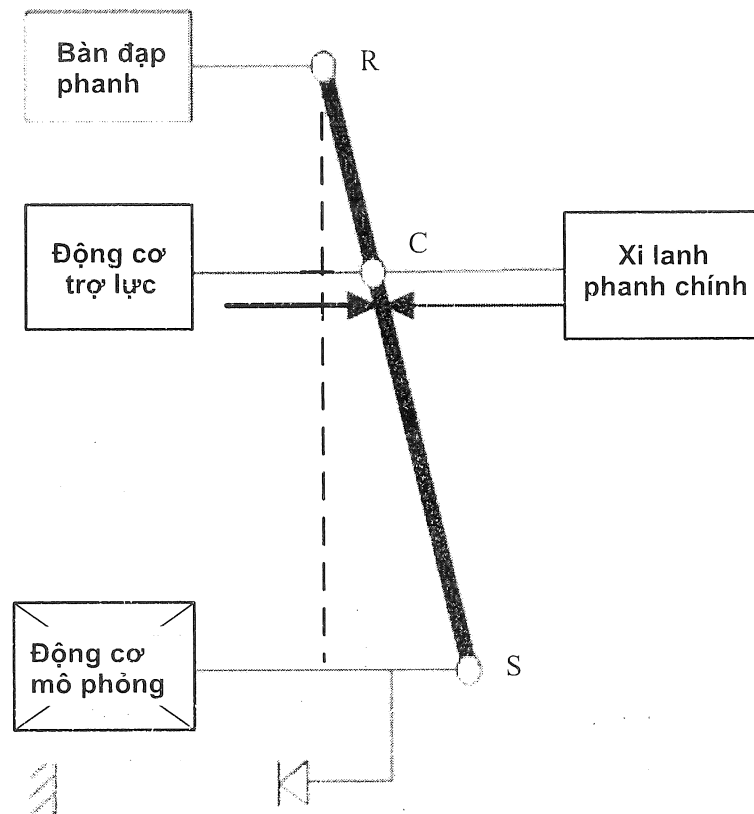


Fig.13b

16/19

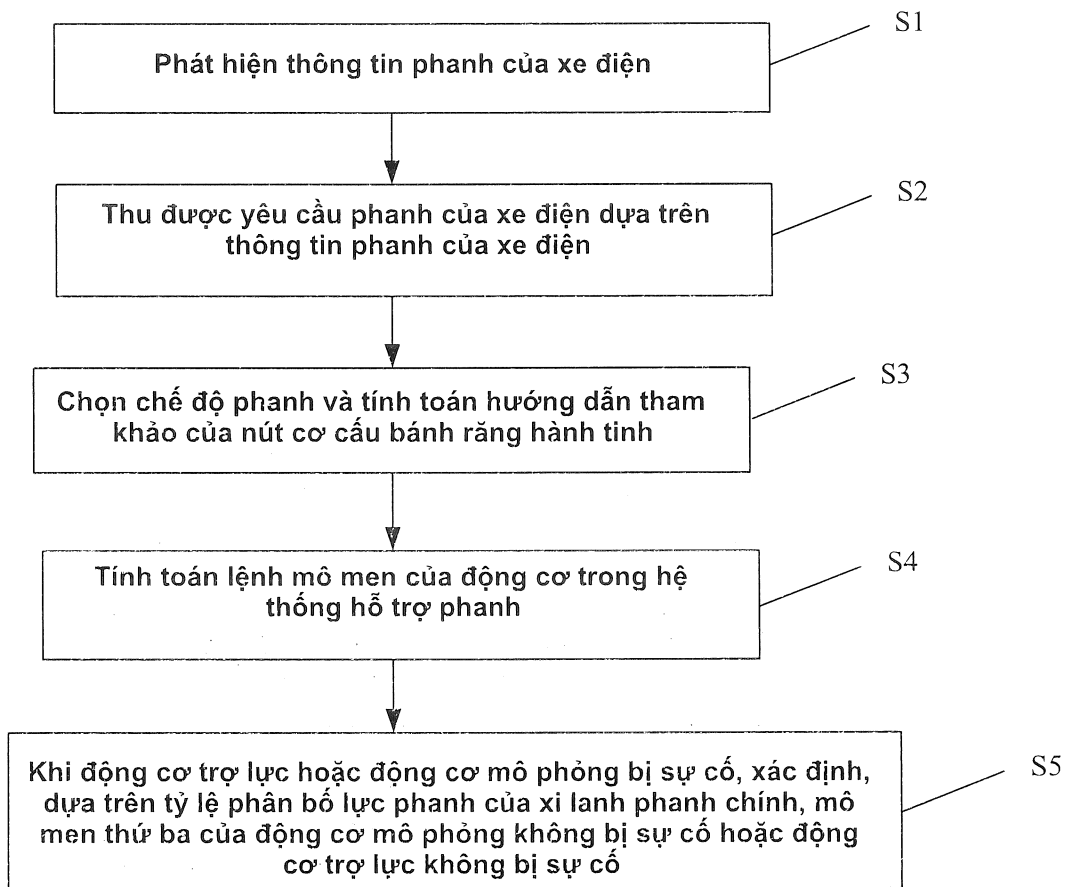


Fig.14

17/19

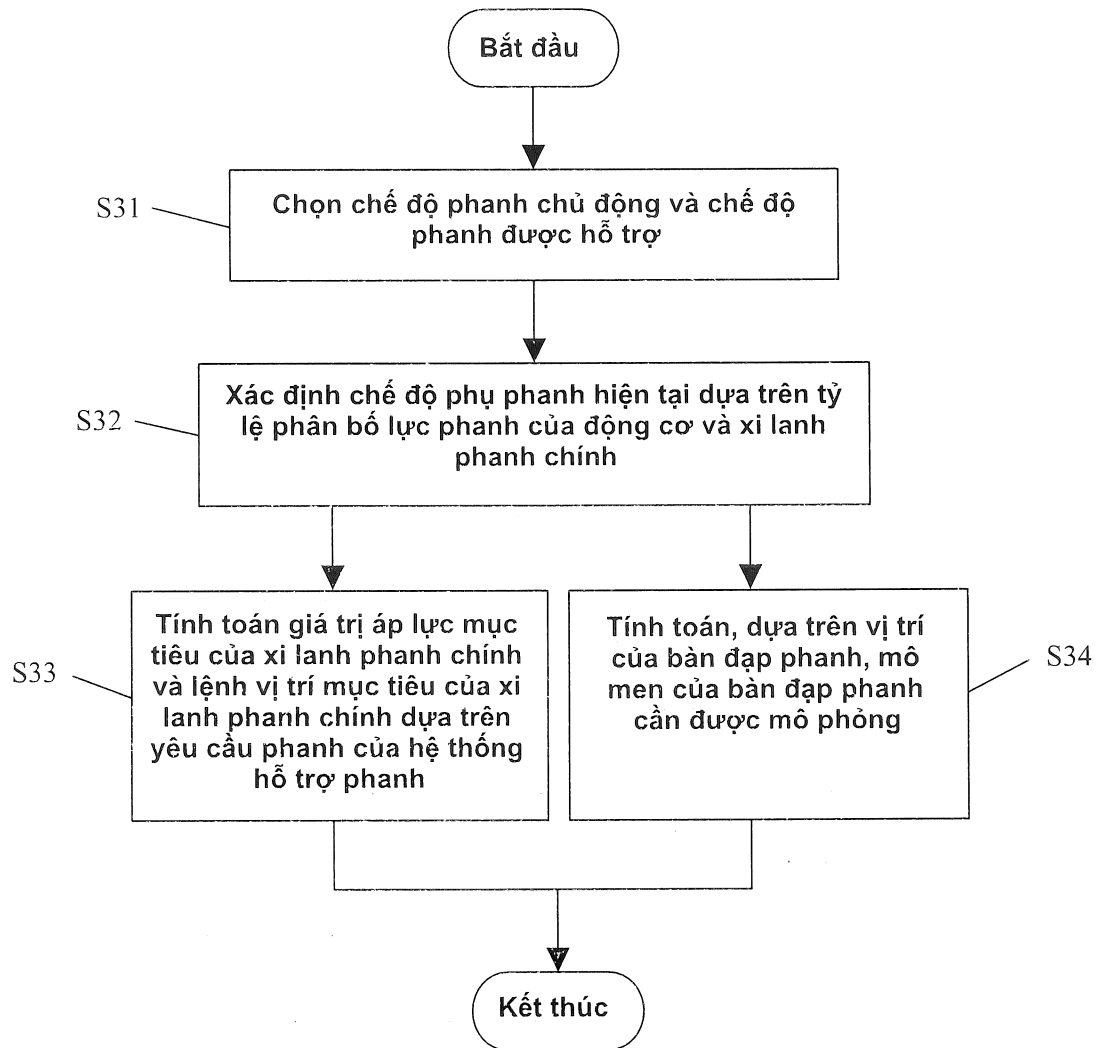


Fig.15

18/19

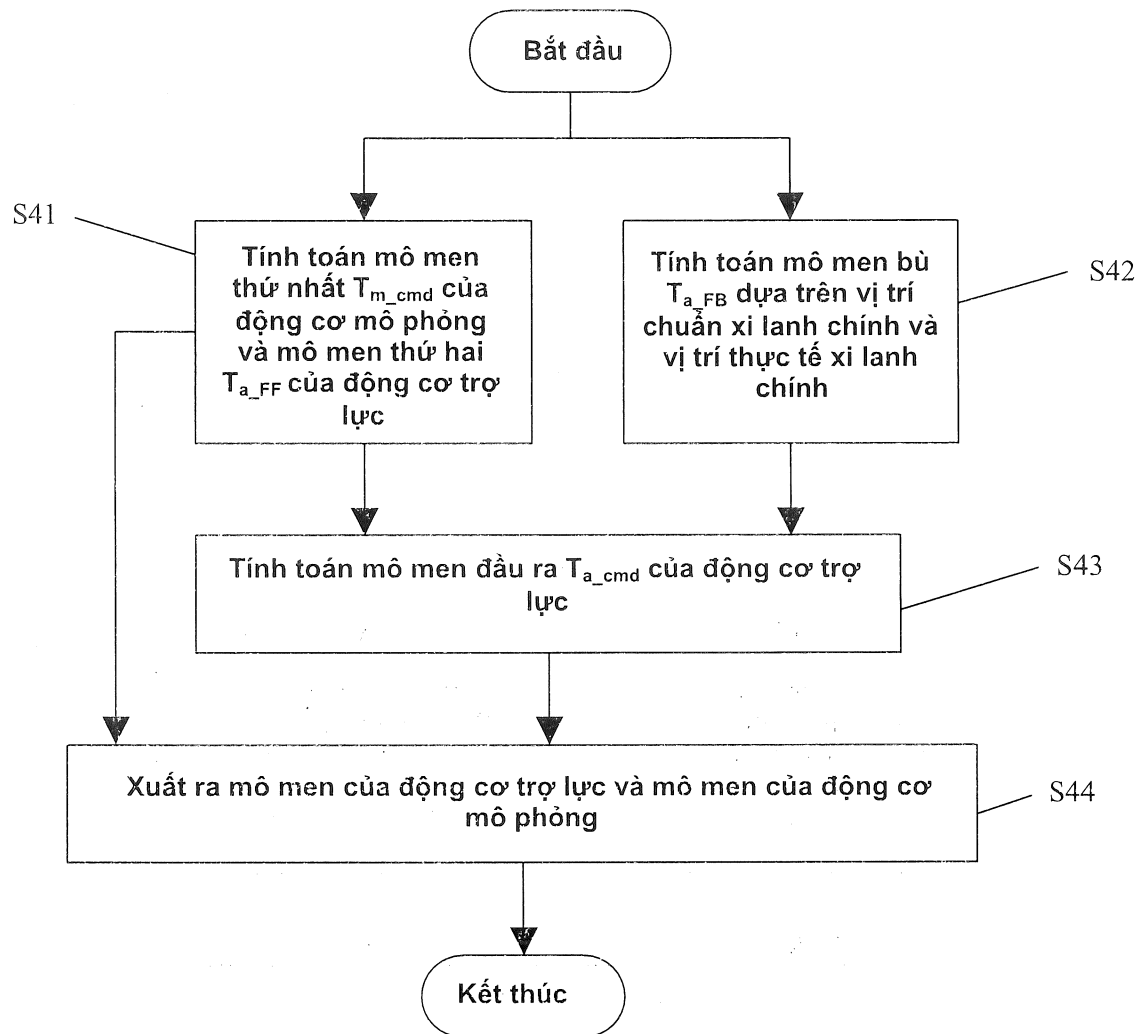


Fig.16

19/19

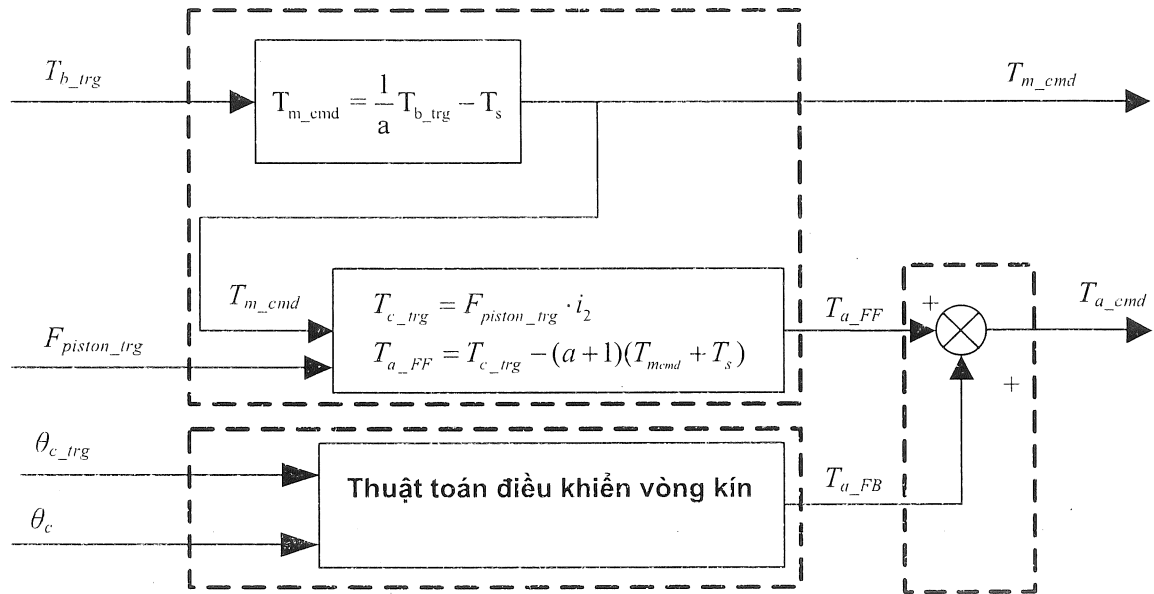


Fig.17