



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

(19) Cộng hòa xã hội chủ nghĩa Việt Nam (VN) (11)
CỤC SỞ HỮU TRÍ TUỆ



1-0028782

(51)^{2006.01} **B66C 3/00**; F16M 11/20; F16H 21/44; (13) **B**
F16M 11/12; B25J 19/00; F16F 3/04

(21) 1-2018-02814

(22) 28/06/2018

(45) 25/07/2021 400

(43) 27/08/2018 365A

(73) Tập đoàn Công nghiệp - Viễn thông Quân Đội (VN)

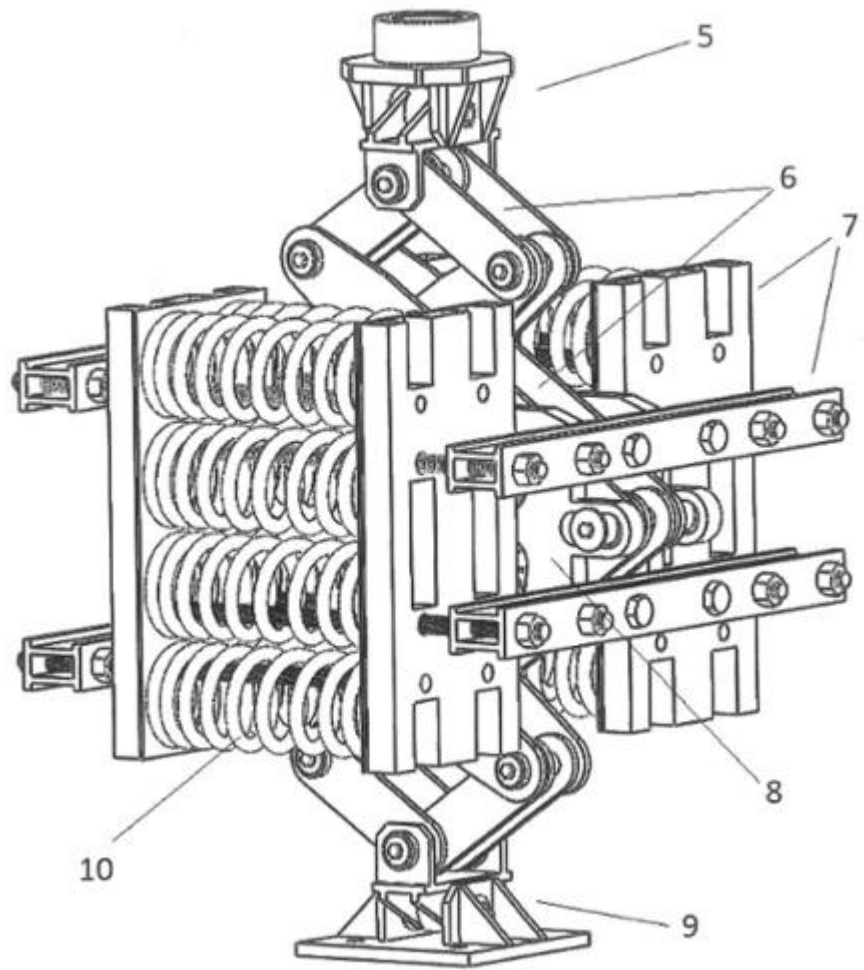
Số 1 đường Trần Hữu Dực, phường Mỹ Đình 2, quận Nam Từ Liêm, thành phố Hà Nội

(72) Cù Xuân Hùng (VN); Đặng Xuân Thảo (VN).

(74) Công ty TNHH Tư vấn Quốc Dân (NACI CO., LTD)

(54) HỆ CƠ CẤU TRỢ LỰC CHO ROBOT SONG SONG BẰNG HỆ LÒ XO VỚI TRỢ LỰC HẰNG SỐ

(57) Sáng chế là đề xuất một hệ cơ cấu trợ lực bằng hệ lò xo cho robot song song, và cơ cấu này được ứng dụng vào các mô hình robot song song để giảm tải trọng lên các chân dẫn động. Hệ cơ cấu được đề cập trong sáng chế bao gồm các bộ phận: cụm khớp xoay để điều chỉnh hướng của cơ cấu thích hợp với hướng của bàn động của robot; cụm cơ cấu hình thoi với các khớp bản lề tại các đỉnh để biến dịch chuyển của bàn động thành chuyển động kéo nén lò xo; cơ cấu rãnh dẫn hướng dùng để hiệu chỉnh chiều dài lò xo sao cho lực đẩy của cơ cấu là hằng số; hệ lò xo được lắp song song với nhau; cơ cấu gá lắp hệ lò xo.



Lĩnh vực kĩ thuật được đề cập

Sáng chế đề cập đến hệ cơ cấu trợ lực cho robot song song bằng hệ lò xo với trợ lực hằng số. Cụ thể, hệ cơ cấu trợ lực cho robot song song bằng hệ lò xo với trợ lực hằng số được đề cập trong sáng chế biến đổi lực đàn hồi lò xo thành lực đẩy lên bàn động của robot song song, lực đẩy này có độ lớn không đổi trong khoảng không gian làm việc của bàn động.

Tình trạng kĩ thuật của sáng chế

Robot song song được trợ lực bởi lò xo mà không có cơ cấu biến đổi (Hình 1) cho lực đẩy bị thay đổi theo chiều dài bị nén của lò xo. Do vậy trong toàn không gian làm việc của robot song song, lực đẩy đàn hồi này bị thay đổi lớn theo vị trí của bàn động. Việc trợ lực như vậy không giảm được nhiều tác dụng trọng lực của tải lên các chân dẫn động của robot. Việc trợ lực trực tiếp bằng lò xo chỉ thích hợp cho các robot có khoảng dịch chuyển nhỏ, trong khoảng dịch chuyển đó lực đẩy từ lò xo không thay đổi nhiều, còn các robot khoảng dịch chuyển lớn thì rất khó áp dụng hoặc áp dụng cho hiệu quả trợ lực không cao.

Do đó, sáng chế đã đề xuất hệ cơ cấu biến đổi lực đàn hồi của lò xo thành lực đẩy lên bàn động của robot song song có tác dụng cân bằng lại trọng lực của tải trọng đặt trên bàn động. Với việc tạo ra lực đẩy của cơ cấu bằng hằng số sẽ làm giảm đi rất nhiều trọng lực của tải lên các chân dẫn động của robot song song. Đặc biệt với các robot có gia tốc chuyển động của bàn máy chậm (nhỏ hơn gia tốc trọng trường), lực tác động chính lên các chân dẫn động là trọng lực của tải, lực được tạo ra từ cơ cấu trợ lực sẽ triệt tiêu phần lớn ảnh hưởng của trọng lực của tải. Khi đó lực trên các chân dẫn động chủ yếu là lực để gây ra gia tốc cho chuyển động bàn máy.

Bản chất kĩ thuật của sáng chế

Mục đích của sáng chế là đề xuất một hệ cơ cấu trợ lực cho robot song song bằng hệ lò xo với trợ lực hằng số, và cơ cấu này được ứng dụng vào các mô hình robot song song để giảm tải trọng lên các chân dẫn động.

Để đạt được mục đích trên, hệ cơ cấu trợ lực cho robot song song bằng hệ lò xo với trợ lực hằng số bao gồm các bộ phận: cụm khớp xoay để điều chỉnh hướng của cơ cấu trợ lực tương thích với hướng của bàn động của robot; cụm cơ cấu hình thoi với các khớp bản lề tại các đỉnh để biến dịch chuyển của bàn động thành chuyển động kéo nén lò xo; cơ

cấu rãnh dẫn hướng dùng để hiệu chỉnh chiều dài lò xo sao cho lực đẩy của cơ cấu là hằng số; hệ nhiều lò xo được lắp song song; cơ cấu gá lắp lò xo.

Trong sáng chế này, tải trọng của bàn động qua khớp xoay tác dụng một lực nén lên một cặp đỉnh của hình thoi, hai đỉnh còn lại qua cơ cấu dẫn hướng cùng các thanh lồng sóc làm nén lò xo, lực nén của lò xo cân bằng với tải trọng tác dụng lên hình thoi. Quỹ đạo rãnh trượt cùng với kích thước cơ cấu hình thoi được tính toán sao cho thỏa mãn phương trình sau với F_{tai} là hằng số:

$$F_{dh}d_{lx} = F_{tai}d_z$$

Trong đó:

F_{dh} : lực đàn hồi của hệ lò xo;

F_{tai} : lực của tải tác dụng lên cơ cấu trợ lực;

d_{lx} : vi phân dịch chuyển của lò xo;

d_z : vi phân dịch chuyển của bàn động.

Mô tả vắn tắt các hình vẽ

Hình 1 là hình vẽ robot ba bậc tự do trợ lực bằng lò xo trực tiếp,

Hình 2 là hình vẽ robot sáu bậc tự do tích hợp cơ cấu trợ lực lò xo với trợ lực hằng số,

Hình 3 là hình vẽ cơ cấu trợ lực lò xo với trợ lực hằng số,

Hình 4 là hình vẽ cơ cấu hình thoi,

Hình 5 là hình vẽ cơ cấu hình thoi và tám rãnh dẫn hướng,

Hình 6 là hình vẽ tám rãnh dẫn hướng trái,

Hình 7 là hình vẽ tám rãnh dẫn hướng phải,

Hình 8 là hình vẽ cụm khớp xoay trên,

Hình 9 là hình vẽ cụm khớp xoay dưới,

Hình 10 là hình vẽ cụm cơ cấu gá đặt lò xo và tám dẫn hướng,

Hình 11 là hình vẽ cơ cấu gá lò xo trái,

Hình 12 là hình vẽ cơ cấu gá lò xo phải,

Hình 13 là hình vẽ cụm cơ cấu gá lò xo (hình chiếu bằng),

Hình 14 là hình vẽ minh họa nguyên lý chuyển động cơ cấu trợ lực 1,

Hình 15 là hình vẽ minh họa nguyên lý chuyển động cơ cấu trợ lực 2,

Hình 16 là hình vẽ phân tích cân bằng lực cơ cấu trợ lực lò xo 1,

Hình 17 là hình vẽ phân tích cân bằng lực cơ cấu trợ lực lò xo 2.

Mô tả chi tiết sáng chế

Hệ cơ cấu trợ lực lò xo 4 tạo lực đẩy hằng số được tích hợp vào hệ thống robot song song như Hình 1, Hình 2 và Hình 3, cụm khớp xoay trên 5 của cơ cấu trợ lực được gắn với bàn động 3 của robot, cụm khớp xoay dưới 9 được gắn cố định với nền. Hệ cơ cấu trợ lực như là một chiếc chân thứ bảy luôn tạo ra một lực hằng số trong đoạn dịch chuyển của chân để cân bằng với trọng lực của tải. Hệ cơ cấu trợ lực cho robot song song bằng hệ lò xo với trợ lực hằng số bao gồm các bộ phận dưới đây:

Cụm khớp xoay: tham chiếu Hình 8 và Hình 9, cụm khớp xoay trên 5 cấu tạo từ ba khớp xoay gồm khớp xoay trục x 19, khớp xoay trục y 18, khớp xoay trục z 17 và trên khớp xoay trục z có mặt bích 23 để kết nối với bàn động 3 của robot. Cụm khớp xoay dưới 9 cấu tạo từ hai khớp xoay gồm khớp xoay trục x 20, khớp xoay trục y 21 và mặt bích 22 để kết nối với nền. Vì bàn động 3 của robot song song sáu bậc tự do có thể di chuyển theo ba hướng x, y, z và quay ba góc quanh các trục x, y, z nên các chân dẫn động cần có các khớp xoay ở hai đầu để không khóa cứng bậc tự do của robot, tương tự như các chân dẫn động cơ cấu trợ lực cũng có khớp xoay ba trục ở đầu trên kết nối với bàn động và khớp xoay hai trục ở dưới kết nối với nền. Khớp xoay được sử dụng là các khớp bản lề, có sử dụng bạc lót hoặc ổ bi kim vì cơ cấu có tải trọng lớn và chuyển động chậm và để giảm kích thước của hệ thống.

Cụm cơ cấu hình thoi: tham chiếu Hình 4 và Hình 5, cụm cơ cấu hình thoi gồm ba hình thoi trong đó có một hình thoi lớn và hai hình thoi nhỏ. Các hình thoi được tạo từ bốn cạnh hình thoi ngắn 11 và bốn cạnh hình thoi dài 12, các cạnh được liên kết bằng các khớp bản lề 15 và 16 tại các đỉnh thoi. Tại các khớp bản lề này giống như ở cụm khớp xoay chúng được dùng bạc lót hoặc ổ bi kim để có kích thước nhỏ gọn. Tại khớp bản lề 16 còn dùng để kết nối với hai cụm khớp xoay trên 5 và cụm khớp xoay dưới 9, trục của khớp bản lề này còn chính là trục của khớp xoay trục x 19 và 20. Trên cạnh thoi dài 12 có bốn chốt trụ 14 và hai chốt trụ 13 chúng tiếp xúc với các rãnh dẫn phải 26 và 27, các rãnh dẫn trái 28 và 29 ở Hình 6 và Hình 7. Chốt trụ 13 vừa tham gia vào khớp bản lề của đỉnh hình thoi vừa làm chốt trượt trong rãnh dẫn hướng 27 và 29. Cơ cấu hình thoi và các tám rãnh dẫn hướng được lắp ráp như Hình 5.

Cơ cấu rãnh dẫn hướng: tham chiếu Hình 6 và Hình 7, cơ cấu này gồm tám rãnh dẫn hướng phải 24 và tám rãnh dẫn hướng trái 25. Trên tám rãnh dẫn hướng phải 24 có rãnh dẫn hướng cong phải 26 gồm hai rãnh đối xứng nhau và rãnh dẫn thẳng 27, mặt bích 30 trên tám rãnh phải 24 để kết nối với thanh dầm 35 trên cơ cấu gá lò xo. Tương tự như trên tám rãnh phải, tám rãnh trái 25 cũng có rãnh dẫn hướng cong trái 28, rãnh dẫn hướng thẳng 29 và mặt bích 31. Rãnh dẫn hướng cong phải 26 và rãnh dẫn hướng cong trái 28 có biên dạng đối xứng nhau. Hai tám rãnh kết nối với cơ cấu hình thoi bằng tiếp xúc giữa các rãnh trượt (26, 27), 28, 29 với các chốt trụ 13 và 14 như Hình 5. Tám rãnh kết nối với cơ cấu gá lò xo qua tiếp xúc giữa mặt bích 30, 31 với các dầm 35 có thể thấy qua Hình 11, Hình 12, Hình 13. Rãnh 27 và 29 là rãnh có đường tâm là đường thẳng còn rãnh cong 26 và 28 có đường tâm của rãnh là quỹ đạo đường cong được tính toán từ phương trình sau:

$$F_{dh}d_{lx} = F_{tai}d_z$$

Trong đó:

F_{dh} : lực đàn hồi của hệ lò xo song song;

F_{tai} : lực của tải tác dụng lên hệ lò xo;

d_{lx} : vi phân dịch chuyển của lò xo (tổng dịch chuyển do cơ cấu hình thoi và dịch chuyển do rãnh dẫn hướng);

d_z : vi phân dịch chuyển theo phương thẳng trục của cơ cấu nén.

Trong đó $d_{lx} = d_{thoi} + d_{ranh}$

Với:

- d_{thoi} phụ thuộc vào kết cấu, chiều dài của các cạnh thoi;
- d_{ranh} phụ thuộc vào biên dạng đường tâm của rãnh 26 và 28.

Với F_{tai} là giá trị trọng lực của tải, cho d_z trong khoảng dịch chuyển của bàn động của robot, d_{thoi} sẽ là một hàm của d_z khi ta cho trước chiều dài các cạnh thoi, và vị trí các chốt 14, từ đó với điều kiện đầu $x_{lx}(0) = z(0) = 0$ thì ta sẽ tính được biên dạng của rãnh dẫn hướng 26 và 28.

Cơ cấu gá lắp lò xo: tham chiếu Hình 11, Hình 12 và Hình 13, cụm cơ cấu gá lò xo gồm hai nửa là cơ cấu gá lò xo trái ở Hình 11 và cơ cấu gá lò xo phải ở Hình 12. Cụm cơ cấu gá lò xo có cấu tạo gồm các tấm gá lò xo 33, trên các tấm này lò xo 10 được cố định bởi các gờ định vị lò xo 36. Các tấm gá qua các thanh ren 32 liên kết tới thanh dầm 35, các then ren được giữ vào dầm hộp 35 nhờ các bu lông 34. Cụm gá lắp lò xo gồm hai nửa

trái phải, hai nửa này được lắp lồng vào nhau, khi mà hình thoi thực hiện chuyển động nén lại, các tấm rãnh dẫn hướng 24 và 25 có xu hướng đi xa nhau ra, nên khi đó các lò xo bị nén lại tạo lực cân bằng với lực nén nên cơ cấu trợ lực. Thiết kế này có thể hình dung qua Hình 13. Tấm rãnh dẫn hướng trái 25 qua thanh ren 32 liên kết với đầu bên phải của lò xo 10, tương tự tấm rãnh dẫn hướng phải 24 qua thanh ren 32 liên kết với đầu trái của lò xo 10, khi đó hai tấm rãnh dẫn hướng 24 và 25 bị đẩy ra xa sẽ làm cho lò xo 10 bị nén lại.

Hệ lò xo: hệ lò xo bao gồm mười sáu lò xo 10 chịu nén mắc song song với nhau, lò xo được gá vào gờ định vị 36, với bố trí tám lò xo mỗi bên.

Với các bộ phận như trên, khi bàn động chuyển động đi xuống cơ cấu lò xo bị nén lại, chiều dài của cơ cấu giảm đi. Khi đó cơ cấu hình thoi sẽ dẹt lại như Hình 14. Chuyển động của hình thoi được chuyển đến tấm rãnh dẫn hướng 24 và 25 qua các chốt trụ $14_{1,2,3,4}$. Chốt 13 có vai trò giữ cho tấm rãnh dẫn hướng chỉ trượt ngang mà không bị xoay trong quá trình chuyển động. Khi cơ cấu hình thoi bị nén lại bốn chốt $14_{1,2,3,4}$ có chuyển động theo mũi tên trong Hình 14. Phân tích từng chuyển động của các chốt: cặp chốt $14_{1,4}$ sẽ chuyển động tách ra xa cặp chốt $14_{2,3}$, chuyển động này sẽ làm hai tấm rãnh dẫn hướng 24 và 25 chuyển động tách xa nhau, chốt 14_1 và chốt 14_4 cũng như chốt 14_2 và chốt 14_3 sẽ chuyển động lại gần nhau. Trên tấm rãnh dẫn hướng với các rãnh dẫn hướng, những rãnh dẫn hướng này điều chỉnh từ dịch chuyển của các chốt định vị trên cơ cấu hình thoi sang dịch chuyển của của lò xo, do đó lực đẩy của cơ cấu hình thoi là hằng số, điều kiện này được đảm bảo nhờ công thức bên dưới. Hai tấm rãnh dẫn hướng 24 và 25 được gá vào các dầm hộp 35, tấm rãnh dẫn hướng trái lại được bắt qua thanh ren với tấm gá lò xo phải, và tấm rãnh dẫn hướng phải nối với tấm gá lò xo trái. Do việc kết nối ngược như vậy mà chuyển động của hai tấm rãnh dẫn hướng ra xa nhau sẽ làm nén lò xo lại có thể thấy trong Hình 15.

Khi bàn động chuyển động đi lên, quá trình xảy ra hoàn toàn ngược lại, hình thoi được dãn ra, các tấm rãnh dẫn hướng 24 và 25 chuyển động lại gần nhau, lò xo được dãn ra. Hình 14 miêu tả trạng thái của cơ cấu trợ lực khi dãn và nén.

Tham chiếu Hình 16 và Hình 17, khi cơ cấu trợ lực chuyển vị một khoảng d_z thì hai đỉnh thoi 13 chuyển vị một khoảng d_{thoi} , tấm rãnh dẫn hướng 24 và 25 được trượt trên các rãnh 26 và 28 sẽ chuyển vị một khoảng d_{lx} , đây cũng chính là lượng biến dạng của lò xo ứng với chuyển vị d_z của cơ cấu. Khi có một lực F_{tai} đặt lên cơ cấu trợ lực, lực F_{lx} tác động lên mặt bích của tấm rãnh dẫn hướng để cân bằng với lực F_{tai} như Hình 16. Kết quả là hệ lò xo sẽ tạo ra lực đẩy F_{dh} để cân bằng với lực F_{lx} như Hình 17.

Áp dụng nguyên lí công ảo cho cơ cấu, chúng ta có công thức như bên dưới:

$$F_{dh} d_{lx} = F_{tai} d_z$$

Với:

F_{dh} : lực đàn hồi của hệ lò xo song song,

F_{tai} : lực của tải tác dụng lên hệ lò xo,

d_{lx} : vi phân dịch chuyển của lò xo (tổng dịch chuyển do cơ cấu hình thoi và dịch chuyển do rãnh dẫn hướng),

d_z : vi phân dịch chuyển theo phương thẳng trục của cơ cấu nén.

Trong đó $d_{lx} = d_{thoi} + d_{ranh}$

Với:

- d_{thoi} phụ thuộc vào kết cấu, chiều dài của các cạnh thoi,

- d_{ranh} phụ thuộc vào biên dạng đường tâm của rãnh 26 và 28.

Với F_{tai} là giá trị trọng lực của tải, cho d_z trong khoảng dịch chuyển của robot, d_{thoi} sẽ là một hàm của d_z khi ta cho trước chiều dài các cạnh thoi, và vị trí các chốt 14, từ đó với điều kiện đầu $x_{lx}(0) = z(0) = 0$ thì ta sẽ tính được biên dạng của rãnh dẫn hướng 26 và 28.

Yêu cầu bảo hộ

1. Hệ cơ cấu trợ lực cho robot song song bằng hệ lò xo với trợ lực hằng số bao gồm các bộ phận:

cụm khớp xoay để điều chỉnh hướng của cơ cấu thích hợp cho các bàn động của robot nhiều bậc tự do;

cụm cơ cấu hình thoi với các khớp bản lề tại các đỉnh để biến dịch chuyển của bàn động thành chuyển động kéo nén lò xo;

cơ cấu rãnh dẫn hướng dùng để hiệu chỉnh chiều dài lò xo sao cho lực đẩy của cơ cấu là hằng số;

trong đó:

hệ lò xo chịu nén gồm nhiều lò xo được lắp song song với nhau;

cơ cấu giá lắp lò xo.

2. Hệ cơ cấu trợ lực cho robot song song bằng hệ lò xo với trợ lực hằng số theo điểm 1, trong đó: khi bàn động chuyển động đi xuống cơ cấu lò xo thì nén lại, chiều dài của cơ cấu giảm đi, khi đó cơ cấu hình thoi sẽ dẹt lại, chuyển động của hình thoi được chuyển đến tấm rãnh dẫn hướng qua các chốt trụ; khi cơ cấu hình thoi bị nén lại, các chốt tiếp xúc với các tấm rãnh dẫn hướng và làm chúng di chuyển ra xa nhau, các tấm rãnh dẫn hướng được chế tạo với các rãnh dẫn hướng, những rãnh dẫn hướng này điều chỉnh từ dịch chuyển của các chốt định vị trên cơ cấu hình thoi sang dịch chuyển của của lò xo, do đó lực đẩy của cơ cấu hình thoi là hằng số.
3. Hệ cơ cấu trợ lực cho robot song song bằng hệ lò xo với trợ lực hằng số theo điểm 1, trong đó: khi cơ cấu trợ lực bị chuyển vị một khoảng d_z thì theo phương nén, hai đỉnh thoi chuyển vị một khoảng d_{thoi} , các chốt trượt trong các rãnh và tấm rãnh dẫn hướng sẽ dịch chuyển hệ lò xo một khoảng d_{lx} ; khi có một lực F_{tai} đặt lên cơ cấu trợ lực, lực F_{tx} tác động lên mặt bích của tấm rãnh dẫn hướng để cân bằng với lực F_{tai} ; kết quả là hệ lò xo sẽ tạo ra lực đẩy F_{dh} để cân bằng với lực F_{tx} .
4. Hệ cơ cấu trợ lực cho robot song song bằng hệ lò xo với trợ lực hằng số theo điểm 1, trong đó: áp dụng nguyên lý công ảo cho cơ cấu trợ lực, chúng ta có công thức sau: $F_{dh}d_{lx} = F_{tai}d_z$

với

F_{dh} : lực đàn hồi của hệ lò xo song song;

F_{tai} : lực của tải tác dụng lên hệ lò xo;

d_{lx} : vi phân dịch chuyển của lò xo (tổng dịch chuyển do cơ cấu hình thoi và dịch chuyển do rãnh dẫn hướng);

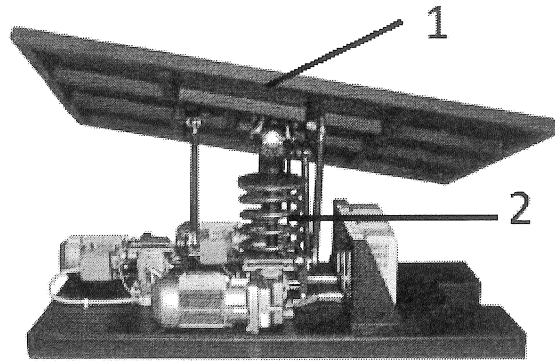
d_z : vi phân dịch chuyển theo phương thẳng trục của cơ cấu nén;

trong đó $d_{lx} = d_{thoi} + d_{ranh}$

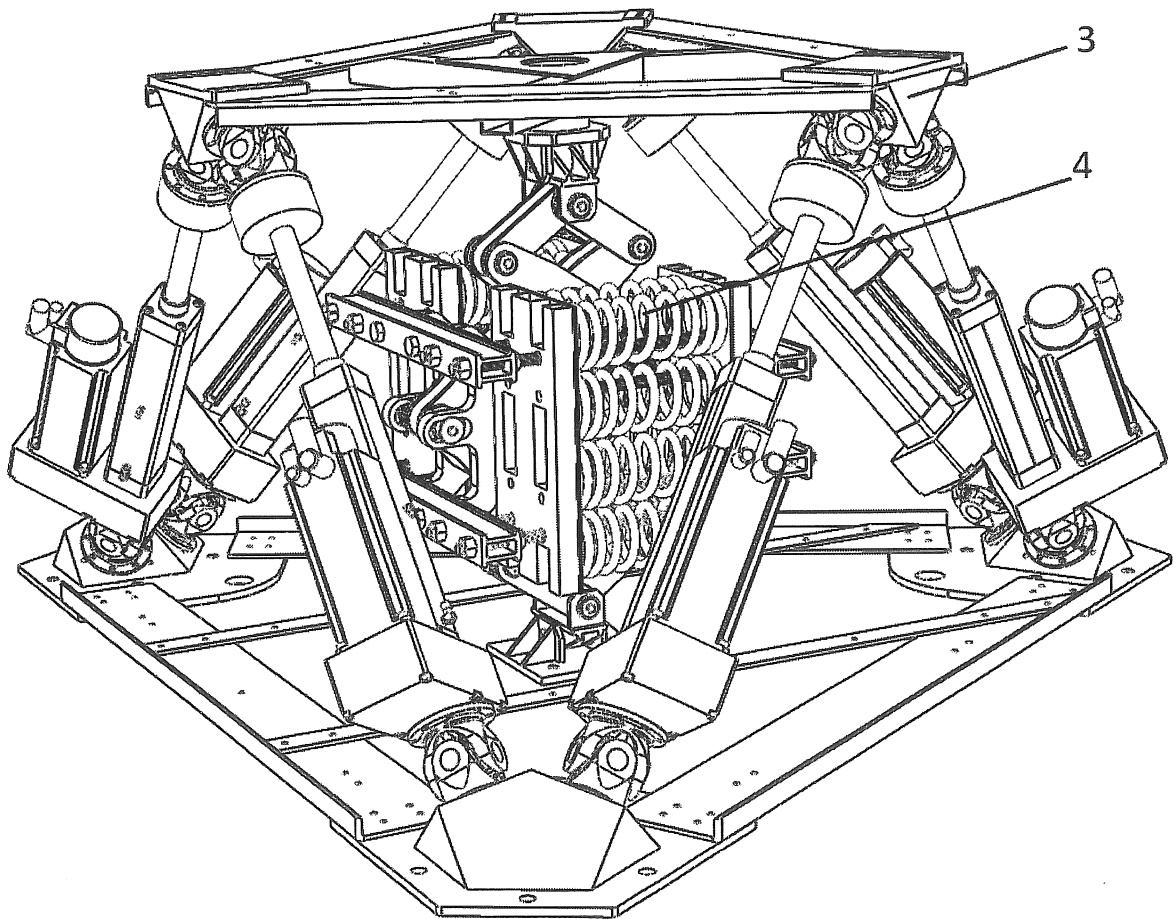
- d_{thoi} phụ thuộc vào kết cấu, chiều dài của các cạnh thoi;

- d_{ranh} phụ thuộc vào biên dạng đường tâm của rãnh;

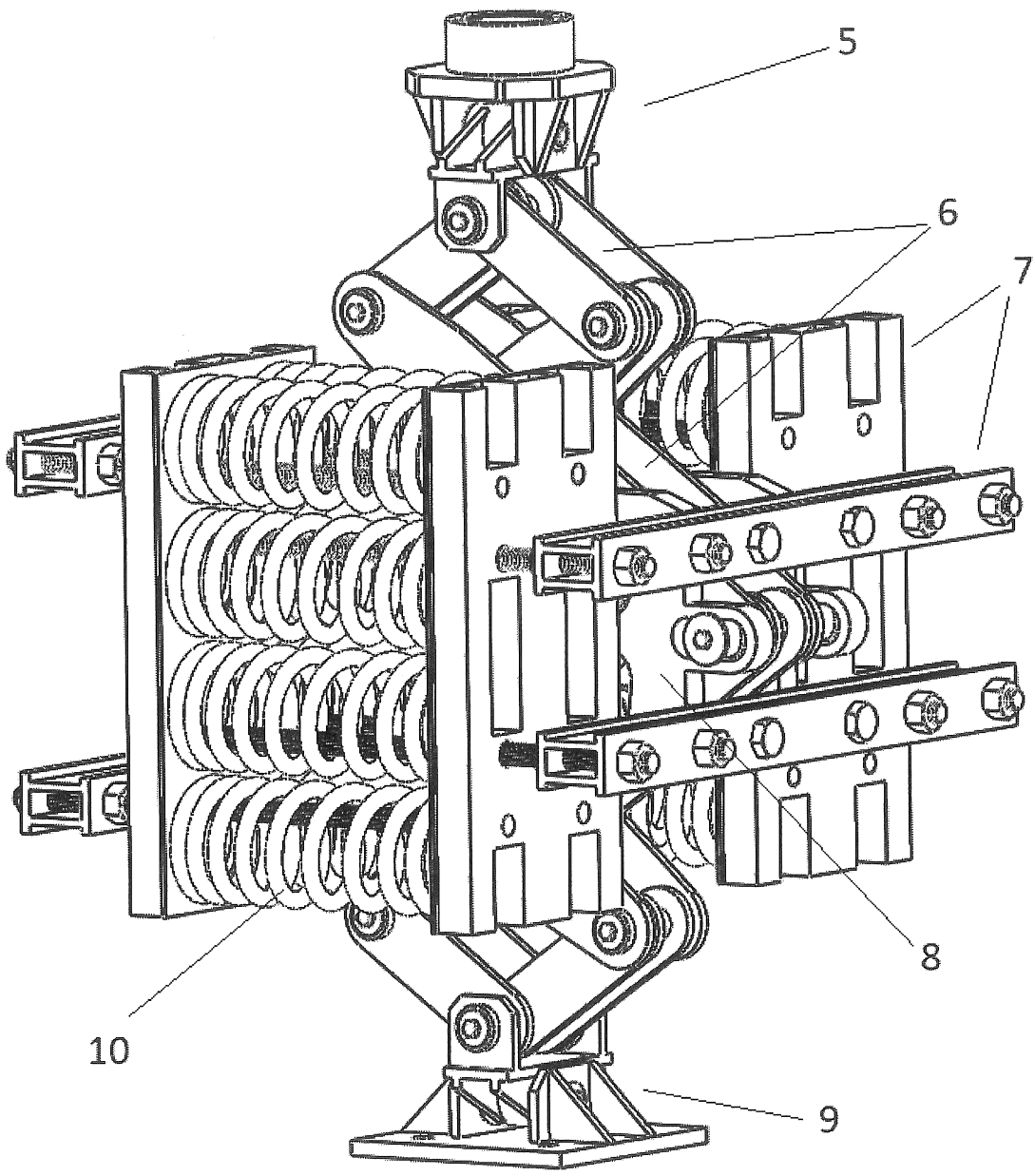
với F_{tai} là giá trị trọng lực của tải, cho d_z trong khoảng dịch chuyển của robot, d_{thoi} sẽ là một hàm của d_z khi ta cho trước chiều dài các cạnh thoi, và vị trí các chốt, từ đó với điều kiện đầu $x_{lx}(0) = z(0) = 0$ thì ta sẽ tính được biên dạng của rãnh dẫn hướng.



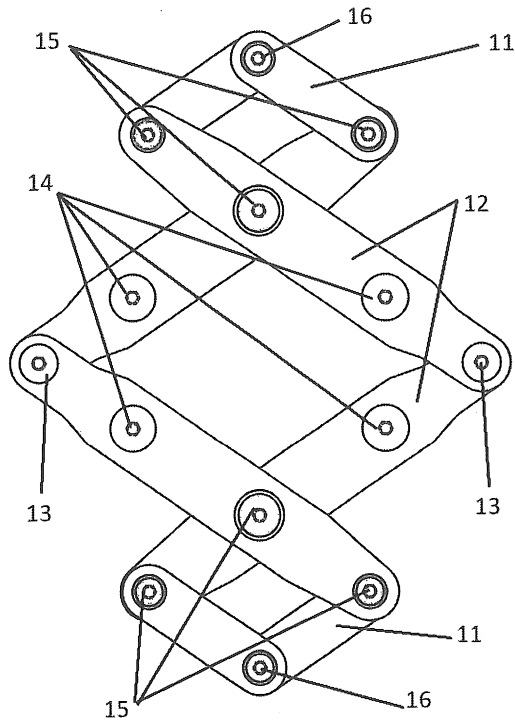
Hình 1



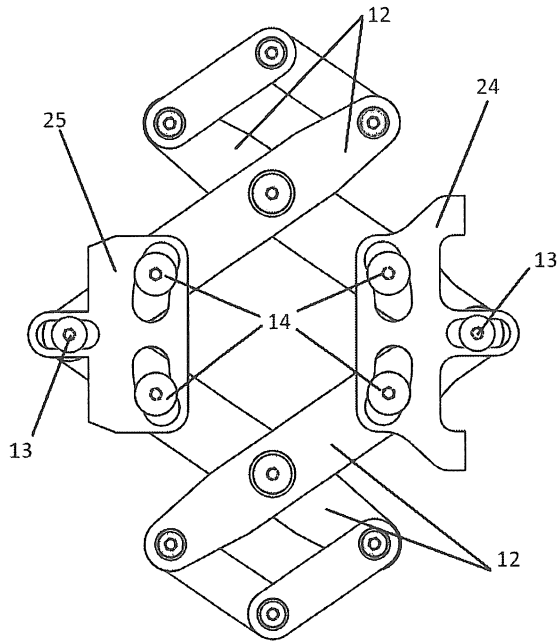
Hình 2



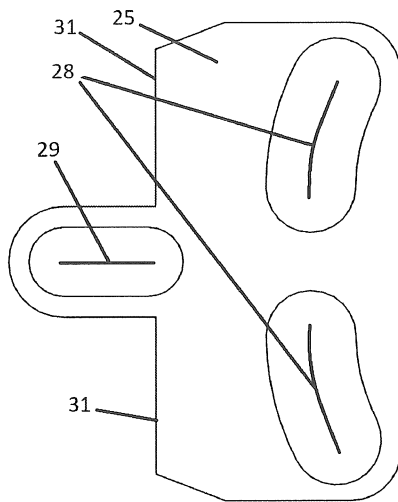
Hình 3



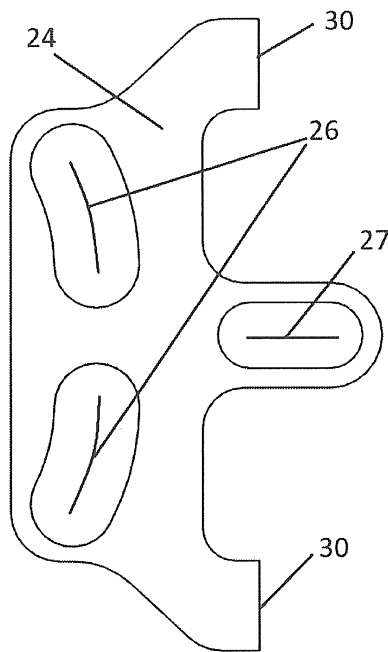
Hình 4



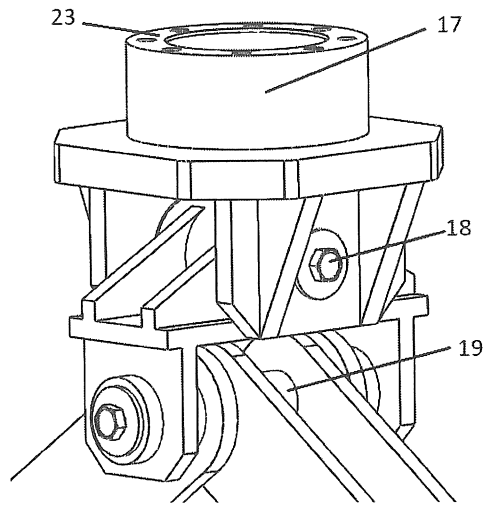
Hình 5



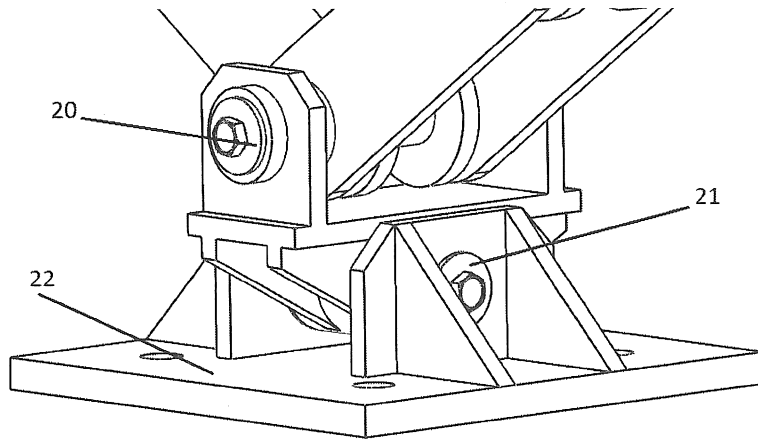
Hình 6



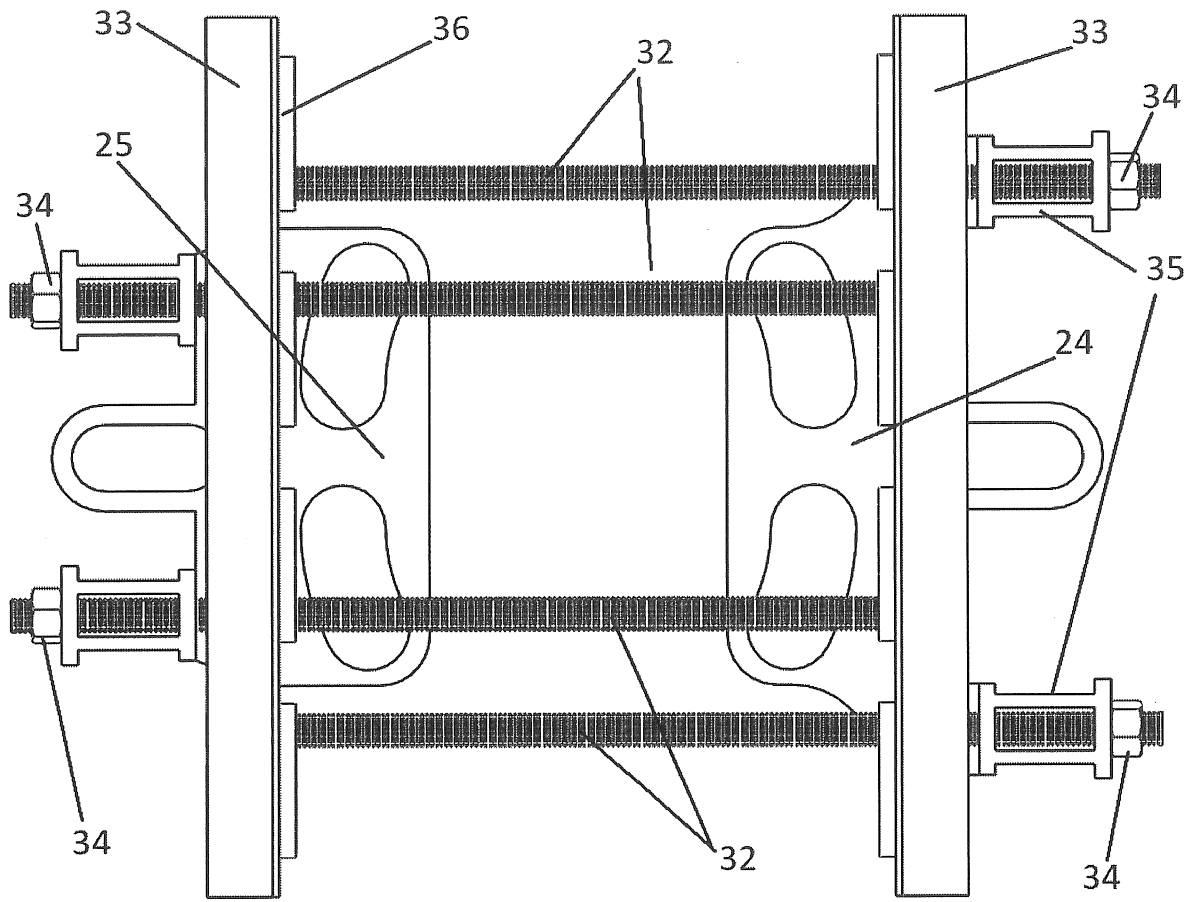
Hình 7



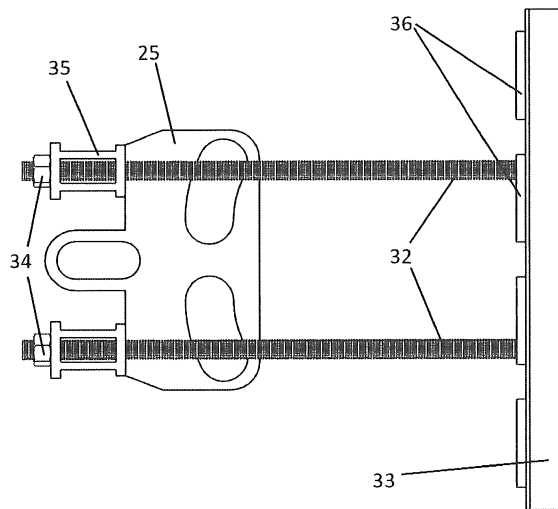
Hình 8



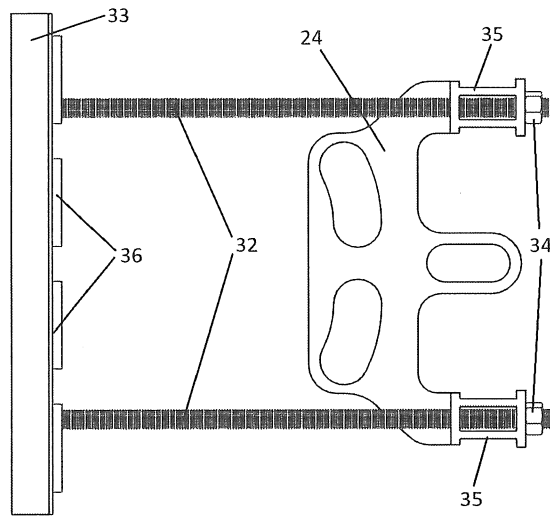
Hình 9



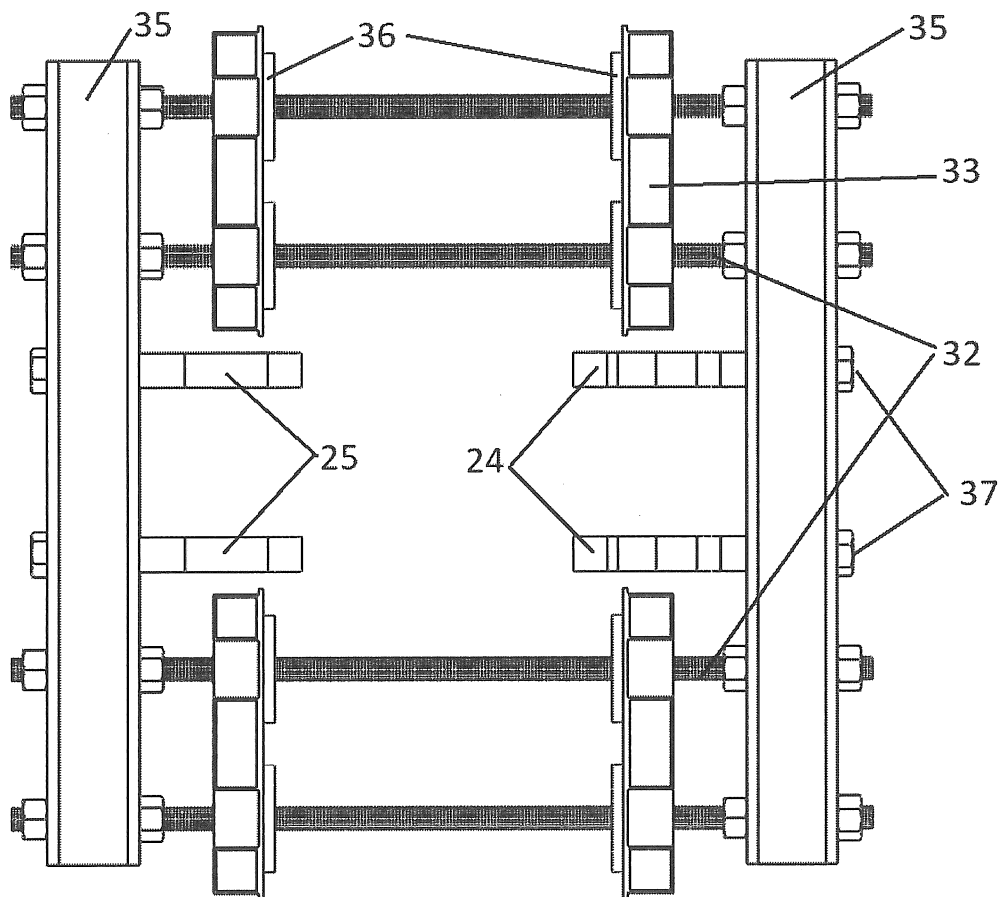
Hình 10



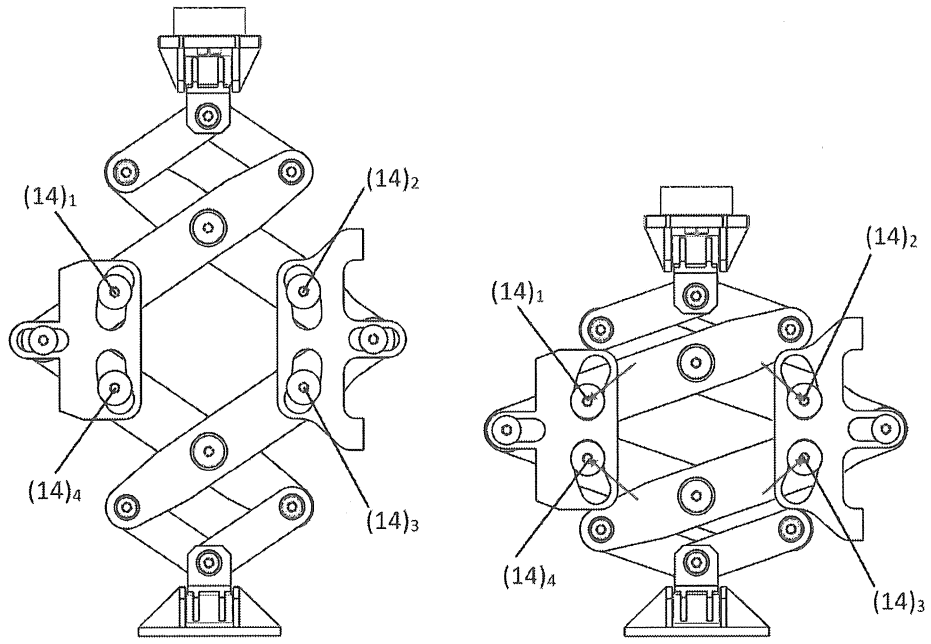
Hình 11



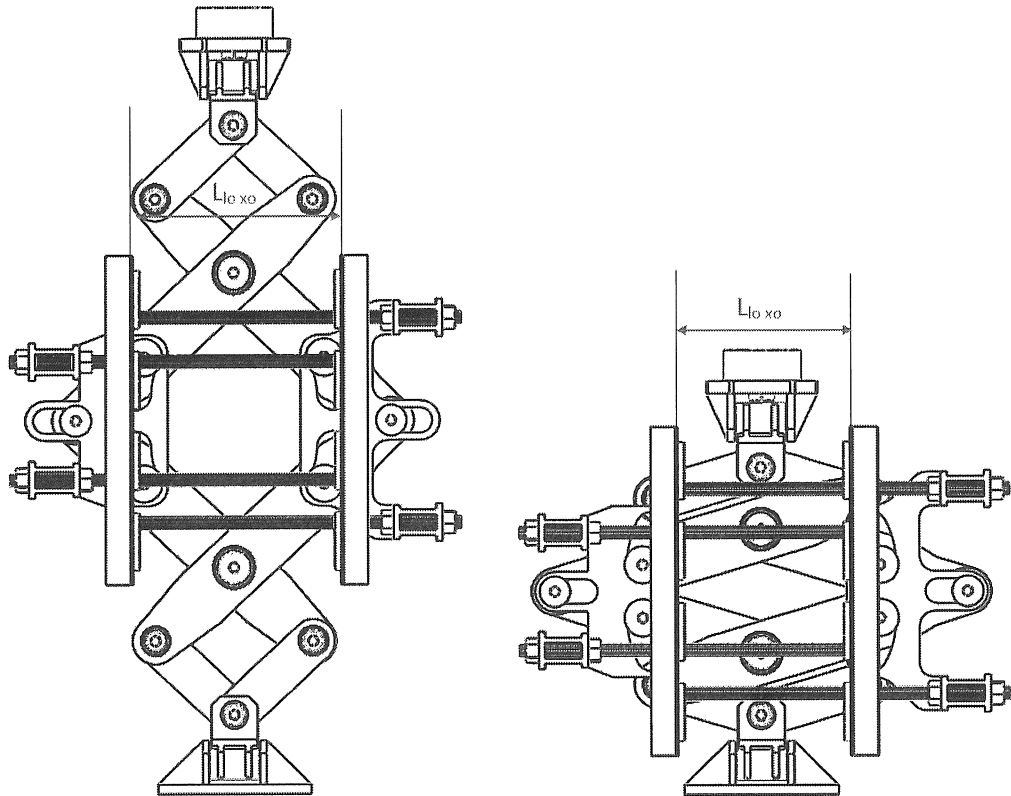
Hình 12



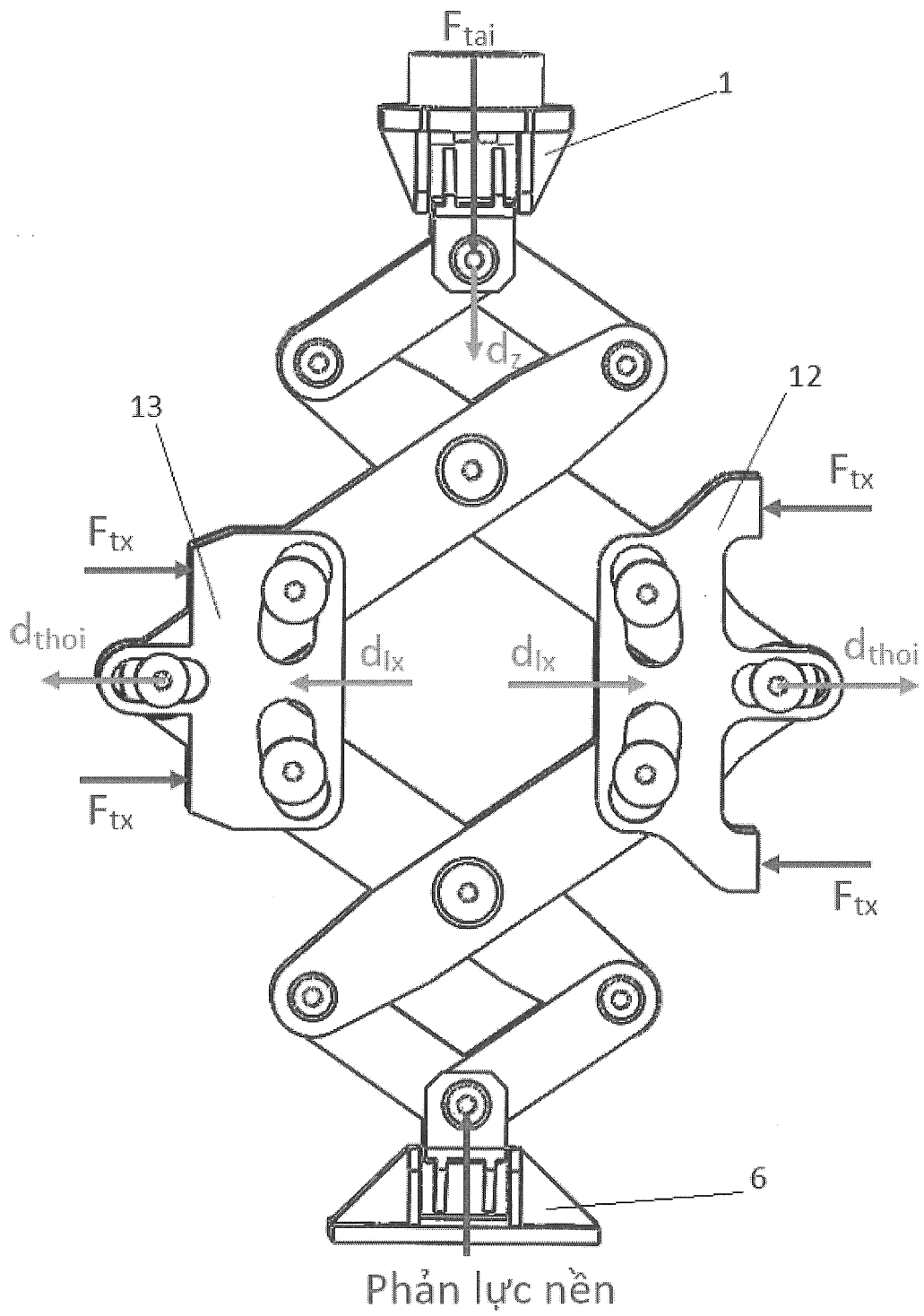
Hình 13



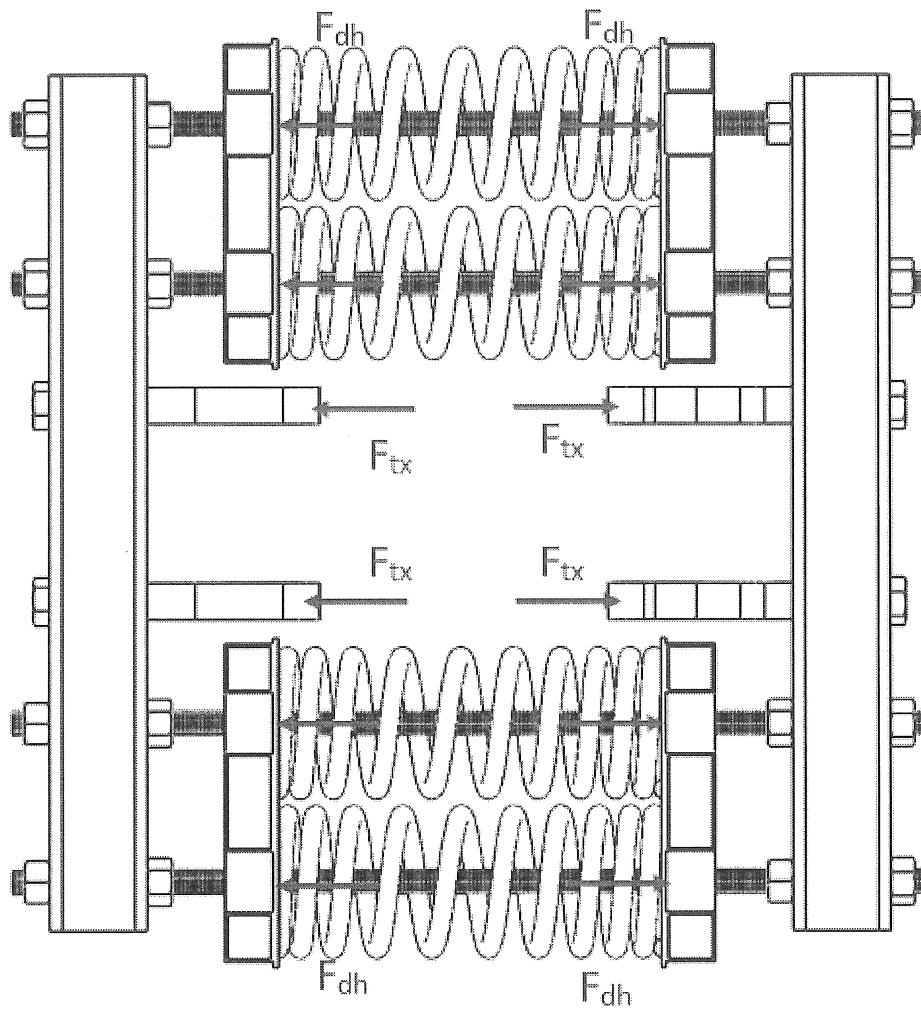
Hình 14



Hình 15



Hình 16



Hình 17