



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

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

(11)



1-0043376

(51)^{2022.01} G01M 5/00; H02N 2/18; H02K 35/02; (13) B
E01D 19/00

(21) 1-2023-03198

(22) 16/05/2023

(45) 25/02/2025 443

(43) 26/06/2023 423A

(73) 1. Lã Đức Việt (VN)

Viện Cơ học - Viện Hàn lâm Khoa học và Công nghệ Việt Nam - số 264 Đội Cấn,
Quận Ba Đình, Thành phố Hà Nội

2. Nguyễn Đông Anh (VN)

Viện Cơ học - Viện Hàn lâm Khoa học và Công nghệ Việt Nam - số 264 Đội Cấn,
Quận Ba Đình, Thành phố Hà Nội

3. Nguyễn Ngọc Linh (VN)

Khoa Cơ khí - Trường Đại học Thủy Lợi - số 175 Tây Sơn, Phường Trung Liệt, Quận
Đống Đa, Thành phố Hà Nội

4. Nguyễn Tuấn Ngọc (VN)

Viện Cơ học - Viện Hàn lâm Khoa học và Công nghệ Việt Nam - số 264 Đội Cấn,
Quận Ba Đình, Thành phố Hà Nội

5. Tổng Đức Năng (VN)

Khoa Cơ khí - Trường Đại học Xây dựng Hà Nội - số 55 đường Giải Phóng, Phường
Đồng Tâm, Quận Hai Bà Trưng, Thành phố Hà Nội

6. Nguyễn Hoàng Giang (VN)

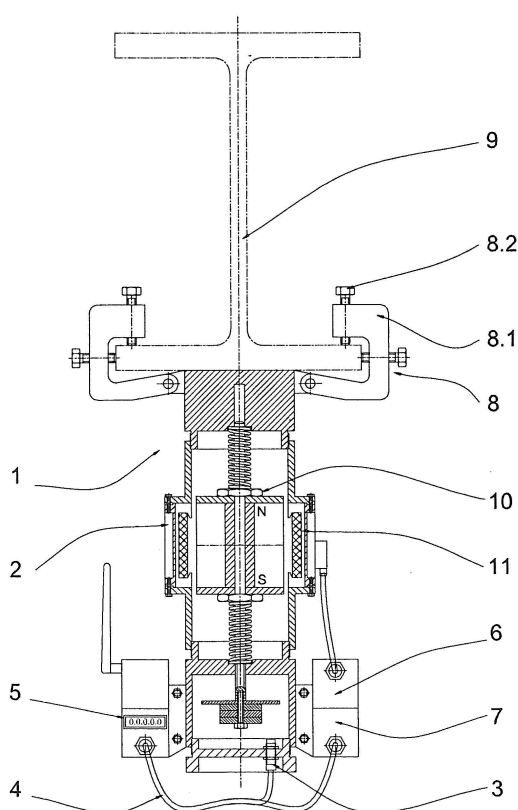
Khoa Cơ khí - Trường Đại học Xây dựng Hà Nội - số 55 đường Giải Phóng, Phường
Đồng Tâm, Quận Hai Bà Trưng, Thành phố Hà Nội

(72) Lã Đức Việt (VN); Nguyễn Đông Anh (VN); Nguyễn Ngọc Linh (VN); Nguyễn
Tuấn Ngọc (VN); Tổng Đức Năng (VN); Nguyễn Hoàng Giang (VN); Nguyễn Anh
Ngọc (VN).

(54) THIẾT BỊ TÍCH HỢP ĐỂ GIÁM SÁT TÌNH TRẠNG MỎI CỦA CẦU THÉP

(21) 1-2023-03198

(57) Sáng chế đề cập đến thiết bị tích hợp để giám sát tình trạng mỗi của cầu thép (1) được lắp vào kết cấu cầu thép cần được giám sát (9) bằng giá kẹp cơ khí (8), trong đó thiết bị tích hợp (1) này bao gồm: máy phát điện xoay chiều tuyến tính nam châm vĩnh cửu (2) được gắn ít nhất một cảm biến tiệm cận (3) nối với bộ đếm (5) bằng dây dẫn (4), nguồn điện xoay chiều sinh ra từ máy phát điện (2) đi qua bộ chuyển đổi AC/DC (7) thành nguồn điện một chiều được tích trữ tại bộ lưu điện (6) cấp nguồn cho bộ đếm (5). Máy phát điện (2) này bao gồm: phần tĩnh là stator (11) và phần chuyển động là translator (10), trong đó đĩa (10.7) được gắn vào đầu dưới trục (10.6) của translator (10) là vật cảm biến. Cảm biến tiệm cận (3) là cảm biến tiệm cận không tiếp xúc được gắn với nắp (2.6) của stator (11). Kết cấu (9) dao động làm cho đĩa (10.7) dao động theo phương dọc trục của của stator (11), khi đĩa này chuyển động tới vùng tác dụng của cảm biến (3) thì cảm biến này sẽ phát ra tín hiệu xung gửi tới bộ đếm (5) qua dây dẫn (4).



Hình 1

Lĩnh vực kỹ thuật được đề cập

Sáng chế đề cập đến thiết bị tích hợp được sử dụng để gắn vào các kết cấu cầu thép, cầu đi bộ, v.v.. nhằm giám sát tình trạng mỏi và chu kỳ cần được bảo trì của các kết cấu cầu này, đồng thời thiết bị này có khả năng tự cấp nguồn. Thiết bị tích hợp theo sáng chế là thiết bị tích hợp bộ đếm dao động và bộ chuyển đổi năng lượng dao động kiểu điện từ, thiết bị tích hợp này được gắn vào kết cấu chịu lực của cầu thép để đếm từng chu kỳ ứng suất mỏi và truyền tín hiệu về trung tâm giám sát, khi bộ đếm đạt đến giới hạn được cài đặt tức là cầu thép đạt đến giới hạn mỏi cần được bảo trì và sửa chữa, đồng thời năng lượng dao động của kết cấu được chuyển đổi thành điện năng duy trì hoạt động cho thiết bị.

Tình trạng kỹ thuật của sáng chế

Số chu kỳ dao động của các phần tử kết cấu chịu lực trong quá trình hoạt động của cầu thép là một thông tin quan trọng liên quan đến tình trạng mỏi. Thông tin này được tích hợp vào hệ thống giám sát tình trạng kết cấu (structural health monitoring - SHM) trực tuyến, theo đó có thể xác định chu kỳ bảo dưỡng hay dự đoán tuổi thọ của cầu thép. Theo quy tắc Palmgren-Miner về hư hỏng do mỏi, mối quan hệ giữa ứng suất S và số chu kỳ dao động dẫn đến hư hỏng N được mô tả bằng đường cong $S-N$ cho bởi phương trình

$$NS^m = A$$

trong đó A là hằng số phụ thuộc loại vật liệu, số mũ m xác định theo tiêu chuẩn của quốc gia hay vùng lãnh thổ, chẳng hạn theo tiêu chuẩn AASHTO của Mỹ $m=3$.

Đường cong tương ứng với các giá trị A , m được quy định là đường cong $S-N$ tiêu chuẩn, được sử dụng trong thiết kế. Thiết bị đo cả S và N đồng thời thường sử dụng trong công tác kiểm tra, kiểm định có tính chất ngắn hạn vì cần sử dụng cảm biến có độ chính xác cao, khối lượng dữ liệu cần tính toán xử lý lớn, công việc tiến hành phức tạp và chi phí cao. Trong công tác giám sát thường xuyên có tính chất dài hạn, thiết bị đo lắp cố định trên kết cấu, để giảm khối lượng dữ liệu cần xử lý có thể đo N hoặc S , sau đó tính toán ra giá trị còn lại theo đường cong $S-N$ tiêu chuẩn. Ứng suất thường không thể đo được một cách trực tiếp, mà thông qua việc đo biến dạng rồi suy ra ứng suất dựa trên quan hệ ứng suất - biến dạng của vật liệu kết cấu. Thiết bị đo N còn được gọi là thiết bị đếm dao động (vibration counter). Dải tần số dao động tương ứng với ứng suất tới hạn mỏi của các phần tử kết cấu trong cầu thép phổ biến từ 5 Hz đến 10 Hz.

Để truyền được dữ liệu đo từ thiết bị tích hợp đến hệ thống SHM trực tuyến, bộ thu phát - xử lý - truyền tín hiệu không dây thường được sử dụng vì cầu thép có kích thước lớn với nhiều vị trí khó tiếp cận, trung tâm giám sát SHM nằm ở khoảng cách xa. Do vậy, để duy trì hoạt động dài hạn cho thiết bị tích hợp và bộ thu phát - xử lý - truyền tín hiệu không dây, các thiết bị này cần tự cấp nguồn. Chuyển đổi năng lượng từ dao động của kết cấu cầu thành năng lượng điện để cấp nguồn cho các thiết bị này là một yêu cầu được đặt ra cho các nhà nghiên cứu chế tạo về thiết bị giám sát này, bộ chuyển đổi năng lượng dao động sẽ phù hợp hơn pin mặt trời hay máy phát điện gió vì ít phụ thuộc vào thời tiết, diện tích chắn gió nhỏ ảnh hưởng không đáng kể tới trạng thái làm việc của kết cấu.

Công bố bằng sáng chế Hoa Kỳ số US 7,719,416 B2 đã đề cập tới phương pháp bảo trì cho kết cấu, trong đó mô đun cảm biến giám sát tình trạng sức khỏe kết cấu được gắn với kết cấu. Mô đun cảm biến này bao gồm cảm biến, bộ nhớ, thiết bị chuyển đổi năng lượng dao động của kết cấu thành điện năng, và có thể tích hợp bộ thu phát - xử lý - truyền tín hiệu không dây. Giải pháp này đề xuất sử dụng vật liệu

áp điện làm cảm biến đo biến dạng của kết cấu, đồng thời là bộ phận chuyển đổi năng lượng dao động thành điện năng nhờ hiệu ứng áp điện thuận. Tuy nhiên, giải pháp này còn có nhược điểm, do sử dụng vật liệu áp điện có độ cứng lớn nên tần số dao động khoảng từ 38 Hz đến 55 Hz, nên không phù hợp với kết cấu làm việc ở dải tần số thấp hơn như cầu thép.

Công bố đơn sáng chế Hoa Kỳ số US 2005/0087019 A1 đã đề cập tới thiết bị giám sát dao động tự cấp nguồn, trong đó tín hiệu điện không chỉ cấp nguồn cho thiết bị mà còn chỉ thị tần số và/hoặc biên độ dao động của kết cấu gắn thiết bị. Giải pháp này đề xuất sử dụng vật liệu áp điện làm cảm biến đo biên độ, vận tốc và gia tốc dao động, đồng thời vật liệu áp điện này còn đóng vai trò là bộ chuyển đổi năng lượng dao động thành điện năng. Tuy nhiên, giải pháp này cũng có nhược điểm như giải pháp nêu trên, do sử dụng vật liệu áp điện có độ cứng lớn, nên không phù hợp với kết cấu làm việc ở dải tần số thấp hơn như cầu thép.

Các giải pháp nêu trên đều đề cập đến thiết bị giám sát dao động tự cấp nguồn sử dụng vật liệu áp điện này phù hợp để gắn vào kết cấu có tần số dao động khoảng từ 38 Hz đến 55 Hz hoặc lớn hơn, nhưng không phù hợp với kết cấu làm việc ở dải tần số thấp hơn như cầu thép, đồng thời số dao động gây mỏi của cầu không được đo trực tiếp mà cần được tính toán từ tín hiệu điện do biến dạng của vật liệu áp điện gắn với kết cấu. Do đó, đòi hỏi phải có một giải pháp nhằm khắc phục được các nhược điểm này.

Bản chất kỹ thuật của sáng chế

Để khắc phục được các nhược điểm nêu trên, sáng chế đề xuất thiết bị tích hợp bộ đếm dao động và bộ chuyển đổi năng lượng dao động kiểu điện từ, trong đó một phần năng lượng dao động thu từ kết cấu chịu lực của cầu thép gắn thiết bị tích hợp được chuyển đổi thành điện năng và tích trữ với mục đích sử dụng cho bộ đếm dao động, các cảm biến và bộ thu phát - xử lý tín hiệu giám sát tình trạng mỏi của kết

cầu.

Để đạt được mục đích nêu trên, sáng chế đề xuất thiết bị tích hợp để giám sát tình trạng mỗi của cầu thép (1) được lắp vào kết cấu cầu thép cần được giám sát (9) bằng giá kẹp cơ khí (8), trong đó thiết bị tích hợp (1) này bao gồm: máy phát điện xoay chiều tuyến tính nam châm vĩnh cửu (2) được gắn ít nhất một cảm biến tiệm cận (3) nối với bộ đếm (5) bằng dây dẫn (4), nguồn điện xoay chiều sinh ra từ máy phát điện (2) đi qua bộ chuyển đổi AC/DC (7) thành nguồn điện một chiều được tích trữ tại bộ lưu điện (6) cấp nguồn cho bộ đếm (5), trong đó:

máy phát điện xoay chiều tuyến tính nam châm vĩnh cửu (2) này bao gồm: phần tĩnh là stator (11) và phần chuyển động là translator (10), trong đó translator (10) được bố trí phía bên trong đồng trục với stator 11 sao cho trục đứng vuông góc với bề mặt tiếp xúc với kết cấu (9), trong đó:

stator (11) gồm có vỏ stator (11.3) nằm ở giữa được gắn với vỏ trên (11.5) ở phía trên và vỏ dưới (11.6) thông qua các mặt bích được tạo ra tương ứng ở hai đầu của vỏ stator (11.3), đầu dưới của vỏ trên (11.5) và đầu trên của vỏ dưới (11.6) bằng các bu lông (11.7), trong đó vỏ trên (11.5) được gắn với tấm đế trên (2.3) ở phía trên bằng mối ghép ren được tạo ra ở đầu phía trong của vỏ trên (11.5), còn vỏ dưới (11.6) được gắn với tấm đế dưới (2.4) ở phía dưới bằng mối ghép ren được tạo ra ở đầu phía trong của vỏ dưới (11.6) này, trong đó:

vỏ stator (11.3) lồng ngoài gông từ (11.2) bên trong có cuộn dây (11.1), gông từ (11.2) được định vị với vỏ stator (11.3) bằng chốt (11.8), mặt ngoài vỏ stator (11.3) có các gân tản nhiệt (11.9) nằm dọc theo chu vi của vỏ stator này và hộp nối điện (11.4) chứa các cọc điện nối với các đầu của cuộn dây (11.1);

tấm đế trên (2.3) được tạo ren ở phía bên ngoài đầu dưới để nối với đầu ren của vỏ trên (11.5), bên trong có lỗ dẫn hướng (2.2) kéo dài từ tâm của đỉnh tấm đế trên (2.3) xuống phần mặt phẳng dưới của tấm đế trên (2.3) sao cho lỗ dẫn hướng (2.2) này được tạo thành hai bậc, bậc trên có tiết diện nhỏ hơn bậc dưới, đầu

trên bên ngoài của tấm đế trên (2.3) có các tai (2.1) được bố trí đối xứng qua tâm của tấm đế trên (2.3) để gắn với các thân (8.1) của các giá kẹp (8) bằng liên kết khớp; và

tấm đế dưới (2.4) có mặt cắt theo phương thẳng đứng có dạng hình chữ U ngược, trong đó cạnh đáy của chữ U ngược được tạo ren ở phía bên ngoài để nối với đầu ren của vỏ dưới (11.6), bên trong có lỗ dẫn hướng (2.5) nằm ở tâm và xuyên suốt chiều dày cạnh đáy chữ U ngược này, trong đó lỗ dẫn hướng (2.5) được tạo thành hai bậc, bậc trên có tiết diện lớn hơn bậc dưới, phần miệng dưới của tấm đế dưới (2.4) được gắn với nắp (2.6) bằng mối ghép ren, trong đó nắp (2.6) có ít nhất một lỗ xuyên suốt chiều dày của nắp (2.6), ở phía bên ngoài của tấm đế dưới (2.4) có các tai (2.7) để lắp các bộ chuyển đổi AC/DC (7), bộ lưu điện (6) và bộ đếm (5) bằng mối ghép bu lông; và

translator (10) bao gồm: trục (10.6) và các chi tiết lắp trên trục này là nam châm vĩnh cửu (10.3), ống lót (10.4), các lò xo (10.1), các đai ốc (10.2), hai tấm đệm (10.5), đĩa (10.7) và các tấm gia trọng (10.8), trong đó:

trục (10.6) là trục bậc gồm có năm đoạn, đoạn giữa là trục tron với mặt cắt ngang lớn nhất, hai đoạn trung gian nằm kế tiếp ở hai đầu của đoạn giữa này có ren để bắt các đai ốc (10.2) với mặt cắt ngang nhỏ hơn mặt cắt ngang của đoạn giữa, hai đoạn còn lại ở hai đầu của trục (10.6) là trục tron với mặt cắt ngang nhỏ nhất, trong đó đoạn đầu trên được dẫn hướng bởi lỗ dẫn hướng (2.2) của tấm đế trên (2.3), còn đoạn đầu dưới được lắp xuyên qua lỗ dẫn hướng (2.5) kéo dài xuống phía dưới của tấm đế dưới (2.4), trong đó đoạn đầu dưới của trục (10.6) này được tạo lỗ ren để lắp bu lông (10.9);

ống lót (10.4) lồng ngoài trục (10.6) trên đoạn giữa của trục này, còn nam châm vĩnh cửu (10.3) lồng ngoài ống lót (10.4) này, trong đó ống lót (10.4) và nam châm vĩnh cửu (10.3) nằm giữa các tấm đệm (10.5) theo phương dọc trục của trục (10.6) và cùng được giữ cố định trên đoạn giữa của trục này nhờ các đai ốc

(10.2);

mỗi lò xo (10.1) được lồng tương ứng vào hai đoạn trung gian của trục (10.6), trong đó một đầu của lò xo được tì vào mỗi đai ốc (10.2) và được giữ bởi các cỡ chặn ở mỗi đai ốc (10.2) này, đầu còn lại của mỗi lò xo được gắn vào bậc có tiết diện nhỏ hơn ở mỗi đầu của các lỗ dẫn hướng (2.2 và 2.5) tương ứng với tấm đế trên (2.3) và tấm đế dưới (2.4); và

đĩa (10.7) có kích thước lớn hơn kích thước của các tấm gia trọng (10.8) và cùng được gắn vào đoạn đầu dưới của trục (10.6) bằng bu lông (10.9), trong đó đĩa (10.7) nằm ở phía trên còn các tấm gia trọng (10.8) nằm ngay phía dưới đĩa (10.7) này sao cho mặt phẳng chứa đĩa này vuông góc với đường tâm của trục (10.6); và

cảm biến tiệm cận (3) được gắn vào lỗ xuyên suốt trên nắp (2.6) bằng mối ghép bu lông sao cho đường tâm của của cảm biến này vuông góc với mặt phẳng chứa đĩa (10.7) và đầu của cảm biến này hướng vào phần mặt phẳng trên đĩa (10.7) không bị che chắn bởi các tấm gia trọng (10.8).

Theo một phương án của sáng chế, trong đó lò xo (10.1) có hành trình làm việc tương ứng với giới hạn đàn hồi tuyến tính lớn hơn hoặc bằng hai lần độ võng cho phép của kết cấu cần được giám sát (9), chiều dài của nam châm vĩnh cửu (10.3) bằng chiều dài của cuộn dây (11.1) cộng với hành trình làm việc của lò xo (10.1), và chiều dài lỗ dẫn hướng (2.2) của tấm đế trên (2.3) và chiều dài khoang trong được tạo thành từ hai cạnh của chữ U ngược của tấm đế dưới (2.4) lớn hơn hoặc bằng trình làm việc của lò xo (10.1).

Theo một phương án của sáng chế, trong đó thiết bị này còn bao gồm các lò xo (10.10) được lắp lồng bên ngoài của mỗi lò xo (10.1) của trục (10.6).

Theo một phương án của sáng chế, trong đó nam châm vĩnh cửu (10.3) và ống lót (10.4) có tiết diện là hình tròn, hình vuông hay hình bất kỳ đều có thể gắn được với đoạn giữa của trục (10.6) bằng cách thay đổi đoạn giữa này có tiết diện tương

ứng, đồng thời vỏ stator (11.3), gông từ (11.2) và cuộn dây (11.1) được thay đổi có tiết diện tương ứng sao cho khe hở không khí giữa cuộn dây (11.1) và nam châm (10.3) là không đổi trong mặt cắt ngang trên toàn bộ chiều dài của nam châm (10.3).

Theo một phương án của sáng chế, trong đó ống lót (10.4) và các tấm đệm (10.5) được làm từ vật liệu không dẫn từ, đĩa (10.7) được làm từ vật liệu kim loại còn các tấm gia trọng (10.8) được làm từ vật liệu phi kim loại.

Theo một phương án của sáng chế, trong đó cảm biến tiệm cận (3) là cảm biến tiệm cận không tiếp xúc, có thể là loại cảm ứng từ, loại điện dung hay loại bất kỳ đều có thể gắn được với lỗ xuyên suốt trên nắp (2.6) bằng mối ghép bu lông, sao cho khoảng cách từ đầu cảm biến (3) tới bề mặt dưới của đĩa (10.7) có thể điều chỉnh được bằng mối ghép bu lông này.

Theo một phương án của sáng chế, trong đó bộ đếm (5) được lựa chọn là bộ đếm xung điện tử không dây có thể truyền tín hiệu từ vị trí thiết bị tích hợp (1) trên kết cấu cầu thép (9) tới hệ thống giám sát tình trạng kết cấu trực tuyến (SHM) của kết cấu cầu thép (9) này.

Mô tả vắn tắt các hình vẽ

Hình 1 là hình vẽ mặt cắt dọc của thiết bị tích hợp để giám sát tình trạng mỗi của cầu thép được lắp vào kết cấu cầu thép cần giám sát theo một phương án của sáng chế;

Hình 2 là hình vẽ mặt cắt dọc của thiết bị tích hợp theo một phương án của sáng chế;

Các hình vẽ Hình 3a và Hình 3b lần lượt là các hình vẽ mặt cắt ngang của thiết bị tích hợp theo một phương án của sáng chế; và

Hình 4 là hình vẽ sơ đồ khối mạch chuyển đổi để lưu điện và cấp nguồn cho bộ đếm của thiết bị tích hợp theo một phương án của sáng chế.

Mô tả chi tiết sáng chế

Như được thể hiện trên Hình 1, thiết bị tích hợp để giám sát tình trạng mỗi của cầu thép 1 được lắp với kết cấu cầu thép cần được giám sát 9 bằng giá kẹp cơ khí 8, trong đó thiết bị tích hợp 1 này bao gồm máy phát điện xoay chiều tuyến tính nam châm vĩnh cửu 2 được gắn ít nhất một cảm biến tiệm cận 3 nối với bộ đếm 5 bằng dây dẫn 4, nguồn điện xoay chiều sinh ra từ máy phát điện 2 đi qua bộ chuyển đổi AC/DC 7 thành nguồn điện một chiều được tích trữ tại bộ lưu điện 6 cấp nguồn cho bộ đếm 5.

Như được thể hiện trên các hình vẽ Hình 1 và Hình 2, máy phát điện xoay chiều tuyến tính nam châm vĩnh cửu 2 bao gồm: phần tĩnh là stator 11 và phần chuyển động là translator 10 được bố trí phía bên trong đồng trục với stator 11 sao cho trục đứng vuông góc với bề mặt tiếp xúc với kết cấu 9.

Stator 11 gồm có vỏ stator 11.3 nằm ở giữa được gắn với vỏ trên 11.5 ở phía trên và vỏ dưới 11.6 ở phía dưới thông qua các mặt bích được tạo ra tương ứng ở hai đầu của vỏ stator 11.3, đầu dưới của vỏ trên 11.5 và đầu trên của vỏ dưới 11.6 bằng các bu lông 11.7, trong đó vỏ trên 11.5 được gắn với tấm đế trên 2.3 ở phía trên bằng mối ghép ren được tạo ra ở đầu phía trong của vỏ trên 11.5, còn vỏ dưới 11.6 được gắn với tấm đế dưới 2.4 ở phía dưới bằng mối ghép ren được tạo ra ở đầu phía trong của vỏ dưới 11.6 này. Vỏ stator 11.3 được lồng ngoài công tơ 11.2 bên trong có cuộn dây 11.1, công tơ 11.2 được định vị với vỏ stator 11.3 bằng chốt 11.8, mặt ngoài vỏ stator 11.3 có các gân tản nhiệt 11.9 nằm dọc theo chu vi của vỏ stator 11.3 này và hộp nối điện 11.4 chứa các cọc điện nối với các đầu của cuộn dây 11.1.

Tấm đế trên 2.3 được tạo ren ở phía bên ngoài đầu dưới để nối với đầu ren của vỏ trên 11.5, bên trong có lỗ dẫn hướng 2.2 kéo dài từ tâm của đỉnh tấm đế trên 2.3 xuống phần mặt phẳng dưới của tấm đế trên 2.3 sao cho lỗ dẫn hướng 2.2 này được tạo thành hai bậc, bậc trên có tiết diện nhỏ hơn bậc dưới. Đầu trên phía bên ngoài của tấm đế trên 2.3 có các tai 2.1, được bố trí đối xứng qua tâm của tấm đế trên 2.3,

để gắn với các thân 8.1 của các giá kẹp 8 bằng liên kết khớp.

Tấm đế dưới 2.4 có mặt cắt theo phương thẳng đứng có dạng hình chữ U ngược, trong đó cạnh đáy của chữ U ngược được tạo ren ở phía bên ngoài để nối với đầu ren của vỏ dưới 11.6, bên trong có lỗ dẫn hướng 2.5 nằm ở tâm và xuyên suốt chiều dày cạnh đáy chữ U ngược này, trong đó lỗ dẫn hướng 2.5 này được tạo thành hai bậc, bậc trên có tiết diện lớn hơn bậc dưới. Lỗ dẫn hướng 2.5 của tấm đế dưới 2.4 được tạo ra đồng tâm với lỗ dẫn hướng 2.2 của tấm đế trên 2.3. Phần miêng dưới của tấm đế dưới 2.4 được gắn với nắp 2.6 bằng mối ghép ren, trong đó nắp 2.6 có ít nhất một lỗ xuyên suốt chiều dày của nắp 2.6 này để gắn cảm biến tiệm cận 3, ở phía bên ngoài của tấm đế dưới 2.4 có các tai 2.7 để lắp các bộ chuyển đổi AC/DC 7, bộ lưu điện 6 và bộ đếm 5 bằng mối ghép bu lông.

Translator 10 bao gồm: trục 10.6 và các chi tiết lắp trên trục này là nam châm vĩnh cửu 10.3, ống lót 10.4, các lò xo 10.1, các đai ốc 10.2, hai tấm đệm 10.5, đĩa 10.7 và các tấm gia trọng 10.8. Trục 10.6 là trục bậc gồm có năm đoạn, đoạn giữa là trục trơn với mặt cắt ngang lớn nhất, hai đoạn trung gian nằm kế tiếp ở hai đầu của đoạn giữa này có ren để bắt các đai ốc 10.2 với mặt cắt ngang nhỏ hơn mặt cắt ngang của đoạn giữa, hai đoạn còn lại ở hai đầu của trục 10.6 là trục trơn với mặt cắt ngang nhỏ nhất, trong đó đoạn đầu trên được lắp trong lỗ dẫn hướng 2.2 của tấm đế trên 2.3, còn đoạn đầu dưới được lắp xuyên qua lỗ dẫn hướng 2.5 kéo dài xuống phía dưới của tấm đế dưới 2.4, đoạn đầu dưới của trục 10.6 này được tạo lỗ ren để lắp bu lông 10.9. Stator 11 có vỏ stator 11.3 nằm ở giữa được gắn với vỏ trên 11.5 ở phía trên và vỏ dưới 11.6 được bố trí tương ứng với đoạn giữa, hai đoạn trung gian của trục 10.6.

Ống lót 10.4 lồng ngoài trục 10.6 trên đoạn giữa của trục này, còn nam châm vĩnh cửu 10.3 lồng ngoài ống lót 10.4 này, ống lót 10.4 và nam châm vĩnh cửu 10.3 nằm giữa các tấm đệm 10.5 theo phương dọc trục của trục 10.6 và cùng được giữ cố định trên đoạn giữa của trục này nhờ các đai ốc 10.2.

Mỗi lò xo 10.1 được lồng tương ứng vào hai đoạn trung gian của trục 10.6, trong đó một đầu của mỗi lò xo được tì vào mỗi đai ốc 10.2 và được giữ bởi các cỡ chặn ở mỗi đai ốc 10.2 này sao cho lò xo 10.1 này không bị lệch khỏi trục 10.6 khi có lực kích động tác động vào các lò xo 10.1, đầu còn lại của mỗi lò xo được gắn vào bậc có tiết diện nhỏ hơn ở mỗi đầu của các lỗ dẫn hướng 2.2 và 2.5 tương ứng với tấm đế trên 2.3 và tấm đế dưới 2.4.

Đĩa 10.7 có kích thước lớn hơn kích thước của các tấm gia trọng 10.8 và cùng được gắn vào đoạn đầu dưới của trục 10.6 bằng bu lông 10.9, trong đó đĩa 10.7 nằm ở phía trên còn các tấm gia trọng 10.8 nằm ngay phía dưới đĩa 10.7 này sao cho mặt phẳng chứa đĩa 10.7 này vuông góc với đường tâm của trục 10.6.

Cảm biến tiệm cận 3 được gắn vào lỗ xuyên suốt trên nắp 2.6 bằng mối ghép bu lông sao cho đường tâm của cảm biến này vuông góc với mặt phẳng chứa đĩa 10.7 và đầu của cảm biến này hướng vào phần mặt phẳng trên đĩa 10.7 mà không bị che chắn bởi các tấm gia trọng 10.8.

Như được thể hiện trên Hình 4, thiết bị tích hợp 1 có thể hoạt động dựa vào sự dao động của kết cấu cầu thép 9 mà nó gắn vào, translator 10 với các lò xo 10.1 có thể được mô hình là hệ dao động khối lượng – lò xo chịu kích động nền, tần số tự nhiên của translator 10 được điều chỉnh bằng tần số tự nhiên của kết cấu 9 bằng cách thêm hoặc bớt các tấm gia trọng 10.8 hay bằng cách lắp thêm lò xo 10.10 lồng ngoài lò xo 10.1 hoặc bằng cả hai cách này. Khi kết cấu 9 dao động, translator 10 dao động theo với cùng tần số, đĩa 10.7 gắn với đầu dưới trục 10.6 của translator 10 cũng dao động theo phương dọc trục của stator 11, trong đó:

- vùng dao động I của đĩa 10.7, trong đó đường giới hạn trên của vùng này chỉ thị biến dạng tương ứng với ứng suất gây mỏi tới hạn còn đường giới hạn dưới của vùng này chỉ thị biến dạng tương ứng với độ võng lớn nhất cho phép của kết cấu 9, đỉnh vùng tác dụng của cảm biến 3 được đặt ở vị trí tiếp xúc với đường giới hạn trên của vùng dao động I bằng cách điều chỉnh mối ghép bu lông giữa cảm biến 3

với nắp 2.6, khi đĩa 10.7 chuyển động trong vùng I nằm trong vùng tác dụng của cảm biến 3 thì tiếp điểm 3.1 của cảm biến này ở trạng thái ON truyền tín hiệu xung gửi tới bộ đếm 5 qua dây dẫn 4, và tiếp điểm 3.1 duy trì trạng thái ON cho tới khi đĩa 10.7 chuyển động ra khỏi vùng tác dụng;

- khi đĩa 10.7 chuyển động trong các vùng dao động 0 và II nằm ngoài vùng tác dụng của cảm biến 3 thì tiếp điểm 3.1 ở trạng thái OFF và không có tín hiệu xung gửi tới bộ đếm 5.

Máy phát điện xoay chiều 2 làm việc dựa trên nguyên lý cảm ứng điện từ, phần tĩnh stator 11 là phần ứng và phần chuyển động translator 10 là phần cảm. Khi translator 10 chứa nam châm vĩnh cửu 10.3 chuyển động tương đối so với stator 11, tốc độ của từ trường do nam châm 10.3 tạo ra đồng bộ với tốc độ dịch chuyển của translator 10, trong các cuộn dây 11.1 xuất hiện sức điện động cảm ứng xoay chiều, tạo ra dòng điện chạy trong cuộn dây 11.1 phản ứng khi nối stator 11 với tải điện.

Theo một phương án của sáng chế, như được thể hiện trên các hình vẽ Hình 3a và Hình 3b, trong đó nam châm vĩnh cửu 10.3 và ống lót 10.4 có tiết diện là hình tròn, hình vuông hay hình bất kỳ đều có thể gắn được với đoạn giữa của trục 10.6 bằng cách thay đổi đoạn giữa này có tiết diện tương ứng, đồng thời vỏ stator 11.3, gông từ 11.2 và cuộn dây 11.1 được thay đổi có tiết diện tương ứng sao cho khe hở không khí giữa cuộn dây 11.1 và nam châm 10.3 là không đổi trong mặt cắt ngang trên toàn bộ chiều dài của nam châm 10.3.

Theo một phương án khác của sáng chế, như được thể hiện trên các hình vẽ Hình 1 và Hình 2, trong đó ống lót 10.4 và các tấm đệm 10.5 được làm từ vật liệu không dẫn từ, đĩa 10.7 được làm từ vật liệu kim loại còn các tấm gia trọng 10.8 được làm từ vật liệu phi kim loại.

Theo một phương án khác nữa của sáng chế, trong đó cảm biến tiệm cận 3 là cảm biến tiệm cận không tiếp xúc, có thể là loại cảm ứng từ, loại điện dung hay loại bất kỳ đều có thể gắn được với lỗ xuyên suốt trên nắp 2.6 của tấm đế dưới 2.4 bằng

mỗi ghép bu lông, sao cho khoảng cách từ đầu cảm biến 3 tới bề mặt dưới của đĩa 10.7 có thể điều chỉnh được bằng mỗi ghép bu lông này.

Theo một phương án khác nữa của sáng chế, trong đó bộ đếm 5 được lựa chọn là bộ đếm xung điện tử không dây có thể truyền tín hiệu từ vị trí thiết bị tích hợp 1 trên kết cấu cầu thép 9 tới hệ thống giám sát SHM của kết cấu cầu thép 9 này.

YÊU CẦU BẢO HỘ

1. Thiết bị tích hợp để giám sát tình trạng môi của cầu thép (1) được lắp vào kết cấu cầu thép cần được giám sát (9) bằng giá kẹp cơ khí (8), trong đó thiết bị tích hợp (1) này bao gồm: máy phát điện xoay chiều tuyến tính nam châm vĩnh cửu (2) được gắn ít nhất một cảm biến tiệm cận (3) nối với bộ đếm (5) bằng dây dẫn (4), nguồn điện xoay chiều sinh ra từ máy phát điện (2) đi qua bộ chuyển đổi AC/DC (7) thành nguồn điện một chiều được tích trữ tại bộ lưu điện (6) cấp nguồn cho bộ đếm (5), trong đó:

máy phát điện xoay chiều tuyến tính nam châm vĩnh cửu (2) này bao gồm: phần tĩnh là stator (11) và phần chuyển động là translator (10), trong đó translator (10) được bố trí phía bên trong đồng trục với stator 11 sao cho trục đứng vuông góc với bề mặt tiếp xúc với kết cấu (9), trong đó:

stator (11) gồm có vỏ stator (11.3) nằm ở giữa được gắn với vỏ trên (11.5) ở phía trên và vỏ dưới (11.6) thông qua các mặt bích được tạo ra tương ứng ở hai đầu của vỏ stator (11.3), đầu dưới của vỏ trên (11.5) và đầu trên của vỏ dưới (11.6) bằng các bu lông (11.7), trong đó vỏ trên (11.5) được gắn với tấm đế trên (2.3) ở phía trên bằng mối ghép ren được tạo ra ở đầu phía trong của vỏ trên (11.5), còn vỏ dưới (11.6) được gắn với tấm đế dưới (2.4) ở phía dưới bằng mối ghép ren được tạo ra ở đầu phía trong của vỏ dưới (11.6) này, trong đó:

vỏ stator (11.3) lồng ngoài gông từ (11.2) bên trong có cuộn dây (11.1), gông từ (11.2) được định vị với vỏ stator (11.3) bằng chốt (11.8), mặt ngoài vỏ stator (11.3) có các gân tản nhiệt (11.9) nằm dọc theo chu vi của vỏ stator này và hộp nối điện (11.4) chứa các cọc điện nối với các đầu của cuộn dây (11.1);

tấm đế trên (2.3) được tạo ren ở phía bên ngoài đầu dưới để nối với đầu ren của vỏ trên (11.5), bên trong có lỗ dẫn hướng (2.2) kéo dài từ tâm của đỉnh tấm đế trên (2.3) xuống phần mặt phẳng dưới của tấm đế trên (2.3) sao cho lỗ dẫn hướng (2.2) này được tạo thành hai bậc, bậc trên có tiết diện nhỏ hơn bậc dưới, đầu trên bên ngoài của tấm đế trên (2.3) có các tai (2.1) được bố trí đối xứng qua tâm

của tấm đế trên (2.3) để gắn với các thân (8.1) của các giá kẹp (8) bằng liên kết khớp; và

tấm đế dưới (2.4) có mặt cắt theo phương thẳng đứng có dạng hình chữ U ngược, trong đó cạnh đáy của chữ U ngược được tạo ren ở phía bên ngoài để nối với đầu ren của vỏ dưới (11.6), bên trong có lỗ dẫn hướng (2.5) nằm ở tâm và xuyên suốt chiều dày cạnh đáy chữ U ngược này, trong đó lỗ dẫn hướng (2.5) được tạo thành hai bậc, bậc trên có tiết diện lớn hơn bậc dưới, phần miệng dưới của tấm đế dưới (2.4) được gắn với nắp (2.6) bằng mối ghép ren, trong đó nắp (2.6) có ít nhất một lỗ xuyên suốt chiều dày của nắp (2.6), ở phía bên ngoài của tấm đế dưới (2.4) có các tai (2.7) để lắp các bộ chuyển đổi AC/DC (7), bộ lưu điện (6) và bộ đếm (5) bằng mối ghép bu lông; và

translator (10) bao gồm: trục (10.6) và các chi tiết lắp trên trục này là nam châm vĩnh cửu (10.3), ống lót (10.4), các lò xo (10.1), các đai ốc (10.2), hai tấm đệm (10.5), đĩa (10.7) và các tấm gia trọng (10.8), trong đó:

trục (10.6) là trục bậc gồm có năm đoạn, đoạn giữa là trục trơn với mặt cắt ngang lớn nhất, hai đoạn trung gian nằm kế tiếp ở hai đầu của đoạn giữa này có ren để bắt các đai ốc (10.2) với mặt cắt ngang nhỏ hơn mặt cắt ngang của đoạn giữa, hai đoạn còn lại ở hai đầu của trục (10.6) là trục trơn với mặt cắt ngang nhỏ nhất, trong đó đoạn đầu trên được dẫn hướng bởi lỗ dẫn hướng (2.2) của tấm đế trên (2.3), còn đoạn đầu dưới được lắp xuyên qua lỗ dẫn hướng (2.5) kéo dài xuống phía dưới của tấm đế dưới (2.4), trong đó đoạn đầu dưới của trục (10.6) này được tạo lỗ ren để lắp bu lông (10.9);

ống lót (10.4) lồng ngoài trục (10.6) trên đoạn giữa của trục này, còn nam châm vĩnh cửu (10.3) lồng ngoài ống lót (10.4) này, trong đó ống lót (10.4) và nam châm vĩnh cửu (10.3) nằm giữa các tấm đệm (10.5) theo phương dọc trục của trục (10.6) và cùng được giữ cố định trên đoạn giữa của trục này nhờ các đai ốc (10.2);

mỗi lò xo (10.1) được lồng tương ứng vào hai đoạn trung gian của trục (10.6), trong đó một đầu của lò xo được tì vào mỗi đai ốc (10.2) và được giữ bởi các cữ chặn ở mỗi đai ốc (10.2) này, đầu còn lại của mỗi lò xo được gắn vào bậc có tiết diện nhỏ hơn ở mỗi đầu của các lỗ dẫn hướng (2.2 và 2.5) tương ứng với tấm đế trên (2.3) và tấm đế dưới (2.4); và

đĩa (10.7) có kích thước lớn hơn kích thước của các tấm gia trọng (10.8) và cùng được gắn vào đoạn đầu dưới của trục (10.6) bằng bu lông (10.9), trong đó đĩa (10.7) nằm ở phía trên còn các tấm gia trọng (10.8) nằm ngay phía dưới đĩa (10.7) này sao cho mặt phẳng chứa đĩa này vuông góc với đường tâm của trục (10.6); và

cảm biến tiệm cận (3) được gắn vào lỗ xuyên suốt trên nắp (2.6) bằng mối ghép bu lông sao cho đường tâm của của cảm biến này vuông góc với mặt phẳng chứa đĩa (10.7) và đầu của cảm biến này hướng vào phần mặt phẳng trên đĩa (10.7) không bị che chắn bởi các tấm gia trọng (10.8).

2. Thiết bị theo điểm 1, trong đó lò xo (10.1) có hành trình làm việc tương ứng với giới hạn đàn hồi tuyến tính lớn hơn hoặc bằng hai lần độ võng cho phép của kết cấu cần được giám sát (9), chiều dài của nam châm vĩnh cửu (10.3) bằng chiều dài của cuộn dây (11.1) cộng với hành trình làm việc của lò xo (10.1), và chiều dài lỗ dẫn hướng (2.2) của tấm đế trên (2.3) và chiều dài khoang trong được tạo thành từ hai cạnh của chữ U ngược của tấm đế dưới (2.4) lớn hơn hoặc bằng hành trình làm việc của lò xo (10.1).

3. Thiết bị theo điểm 1 hoặc điểm 2, trong đó thiết bị này còn bao gồm các lò xo (10.10) được lắp lồng bên ngoài của mỗi lò xo (10.1) của trục (10.6).

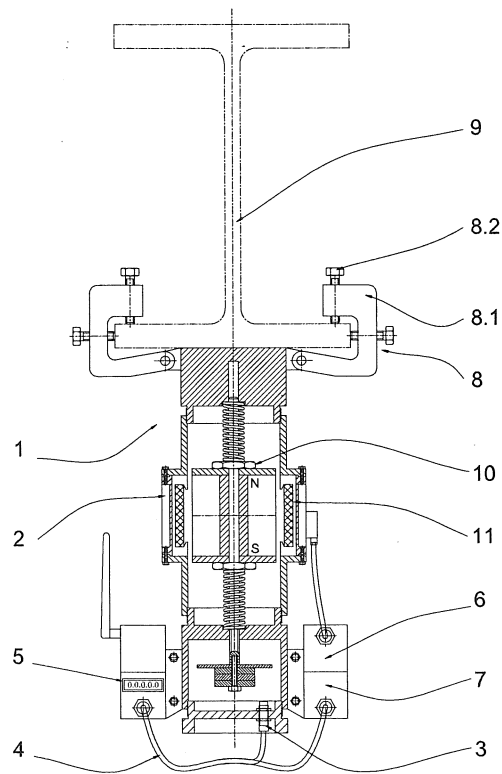
4. Thiết bị theo điểm 1 hoặc điểm 2, trong đó nam châm vĩnh cửu (10.3) và ống lót (10.4) có tiết diện là hình tròn, hình vuông hay hình bất kỳ đều có thể gắn được với đoạn giữa của trục (10.6) sao cho khe hở không khí giữa cuộn dây (11.1) và nam châm (10.3) là không đổi trong mặt cắt ngang trên toàn bộ chiều dài của nam châm

(10.3).

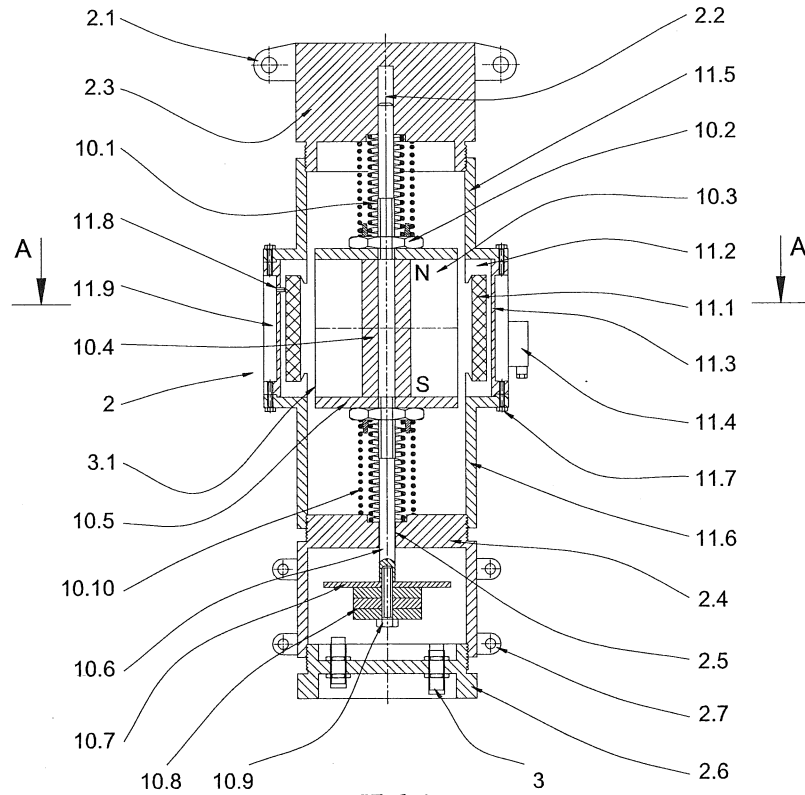
5. Thiết bị theo điểm 1, trong đó ống lót (10.4) và các tấm đệm (10.5) được làm từ vật liệu không dẫn từ, đĩa (10.7) được làm từ vật liệu kim loại còn các tấm gia trọng (10.8) được làm từ vật liệu phi kim loại.

6. Thiết bị theo điểm bất kỳ trong số các điểm nêu trên, trong đó cảm biến tiệm cận (3) là cảm biến tiệm cận không tiếp xúc, có thể là loại cảm ứng từ, loại điện dung hay loại bất kỳ đều có thể gắn được với lỗ xuyên suốt trên nắp (2.6) bằng mối ghép bu lông, sao cho khoảng cách từ đầu cảm biến (3) tới bề mặt dưới của đĩa (10.7) có thể điều chỉnh được bằng mối ghép bu lông này.

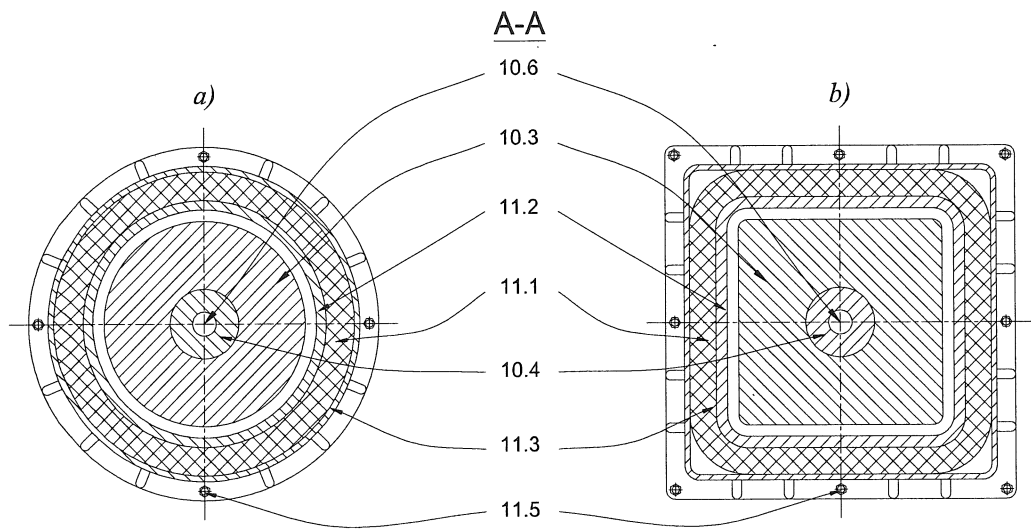
7. Thiết bị theo điểm bất kỳ trong số các điểm nêu trên, trong đó bộ đếm (5) được lựa chọn là bộ đếm xung điện tử không dây có thể truyền tín hiệu từ vị trí thiết bị tích hợp (1) trên kết cấu cầu thép (9) tới hệ thống giám sát tình trạng kết cấu trực tuyến (SHM) của kết cấu cầu thép (9) này.



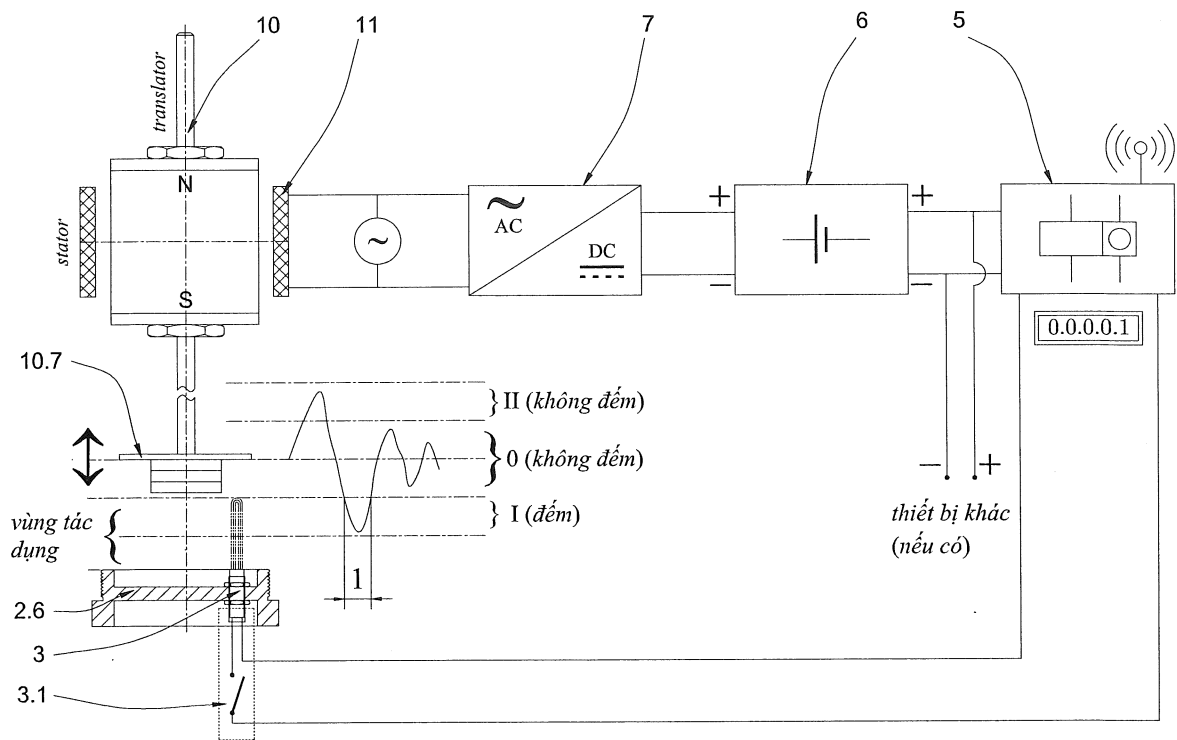
Hình 1



Hình 2



Hình 3



Hình 4