



(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)



1-0053616

(51)^{2020.01} G01N 27/00

(13) B

(21) 1-2020-06222

(22) 28/10/2020

(45) 25/11/2025 452

(43) 25/05/2022 410A

(73) Viện Dầu khí Việt Nam (VN)

Tòa Nhà Viện Dầu Khí, Số 167 Trung Kính, Yên Hòa, Cầu Giấy, Hà Nội

(72) Đoàn Thành Đạt (VN); Nguyễn Thị Lê Hiền (VN).

(54) THIẾT BỊ PHÁT HIỆN KHUYẾT TẬT TRONG CẤU TRÚC CỦA ĐƯỜNG ỐNG VÀ THIẾT BỊ CHỊU ÁP LỰC BẰNG THÉP CACBON BẰNG NGUYÊN LÝ TỪ GIẢO NGHỊCH

(21) 1-2020-06222

(57) Sáng chế đề cập tới thiết bị phát hiện khuyết tật trong cấu trúc của đường ống và thiết bị chịu áp lực bằng thép cacbon bằng nguyên lý từ giảo nghịch, thiết bị bao gồm: bao gồm các bộ phận chính: (i) mạch đầu dò gồm cảm biến, bộ chuyển đổi tín hiệu tương tự-kỹ thuật số (ADC), (ii) mạch xử lý trung tâm (MCU), và (iii) phần mềm nhúng để điều khiển, vận hành thiết bị, trong đó, cảm biến và bộ chuyển đổi tín hiệu tương tự-kỹ thuật số (ADC) được tích hợp nằm trong đầu dò, tín hiệu số từ đầu dò được truyền về mạch xử lý chính (mainboard) và xuất tín hiệu qua cổng USB về máy vi tính, ghi vào thẻ nhớ hoặc hiển thị theo thời gian thực trên màn hình LCD tích hợp. Từ trường được sử dụng chính là từ trường trái đất, cảm biến có độ nhạy cao, phù hợp khoảng đo. Ứng dụng của thiết bị trong sáng chế là khả năng phát hiện các bất thường trong cấu trúc của vật liệu mà tại đó ứng suất tập trung bất thường. Điều này giúp cảnh báo sớm về hư hỏng của kết cấu ngay cả khi các phá hủy chưa xảy ra.

Lĩnh vực kỹ thuật được đề cập

Sáng chế đề cập đến hệ thống khảo sát, phát hiện khuyết tật trên đường ống và thiết bị áp lực trong ngành dầu khí. Cụ thể, sáng chế đề cập đến thiết bị phát hiện cảnh báo khuyết tật trên đường ống thép sử dụng nguyên lý từ giả nghịch.

Tình trạng kỹ thuật của sáng chế

Hiện nay, công nghệ kiểm tra không phá hủy là công nghệ được sử dụng rộng rãi trong quá trình bảo dưỡng để đánh giá độ toàn vẹn của các thiết bị, đường ống công nghiệp đang hoạt động. Nhờ sớm phát hiện được các hỏng hóc và kịp thời thay thế khắc phục, các nhà máy có thể tiết kiệm được chi phí sửa chữa, tránh được các thảm họa có thể xảy ra.

Kiểm tra không phá hủy bao gồm các phương pháp dùng để phát hiện các hư hại, khuyết tật, kiểm tra đánh giá tính toàn vẹn của vật liệu, kết cấu, chi tiết hoặc để xác định các đặc trưng của đối tượng mà không làm ảnh hưởng đến khả năng sử dụng của đối tượng kiểm tra. Kiểm tra không phá hủy gồm rất nhiều phương pháp khác nhau, và thường được chia thành hai nhóm chính theo khả năng phát hiện khuyết tật của chúng, đó là:

- ❖ Các phương pháp có khả năng phát hiện các khuyết tật nằm sâu bên trong (và trên bề mặt) của đối tượng kiểm tra:
 - Phương pháp chụp ảnh phóng xạ (Radiographic Testing - RT),
 - Phương pháp kiểm tra siêu âm (Ultrasonic Testing - UT).
- ❖ Các phương pháp có khả năng phát hiện các khuyết tật bề mặt (và gần bề mặt)
 - Phương pháp kiểm tra thẩm thấu chất lỏng (Liquid Penetrant Testing - PT)
 - Phương pháp kiểm tra bột từ (Magnetic Particle Testing - MT)
 - Phương pháp kiểm tra dòng xoáy (Eddy Current Testing - ET) ...

Ưu điểm của các phương pháp này là có thể kiểm tra khuyết tật kim loại mà không cần dừng vận hành, tuy nhiên, lại yêu cầu phải tiếp xúc trực tiếp với bề mặt thiết bị. Điều này thực sự gây ra khó khăn, nhất là với các thiết bị, đường ống nằm ở các vị trí khó tiếp cận, ví dụ như đường ống chôn ngầm, đường ống, thiết bị có bọc bảo ôn, đường ống nằm trên gôi đỡ ...

Trước yêu cầu đó, việc thử nghiệm và triển khai các phương pháp kiểm tra không tiếp xúc cũng đã trở thành yêu cầu cấp thiết.

Trong các nguyên lý về kiểm tra không tiếp xúc, nguyên lý về từ trường được sử dụng với nhiều ứng dụng rộng rãi. Nguyên lý của phương pháp này dựa trên cơ sở hiệu ứng từ đàn hồi hay còn gọi là hiệu ứng Villari về hiện tượng từ giảo nghịch. Như được minh họa trên hình 1, vật liệu từ tính có thể coi là tập hợp của nhiều nam châm vĩnh cửu nhỏ, được gọi là các miền từ (domains). Các miền từ này bao gồm nhiều nguyên tử và được sắp xếp ngẫu nhiên khi chưa bị từ hóa. Khi vật liệu bị từ hóa dưới tác động của từ trường ngoài (từ trường trái đất chẳng hạn), miền quay với trục gần như song song với nhau, tạo nên từ trường ổn định.

Như được minh họa trên hình 2, khi đặt một khối vật liệu có từ tính (sắt, thép) trong từ trường, nếu vật liệu không có thay đổi về hình dáng kích thước, từ thông phát ra từ vật liệu sẽ ổn định (a). Trong trường hợp vật liệu có sự thay đổi về hình dạng và kích thước (khuyết tật), các điểm thay đổi đó sẽ làm biến đổi từ thông theo các mức độ khác nhau phụ thuộc vào ứng suất mà các điểm đó đang chịu (b), gây nên hiện tượng từ giảo ngược hay còn gọi là hiệu ứng Villari. Hiệu ứng này vẫn tồn tại một thời gian kể cả sau khi ứng suất không còn nữa. Tùy thuộc đặc tính vật liệu và ứng suất trước đó, thời gian “nhớ từ tính” này có thể kéo dài từ vài giờ đồng hồ tới vài tuần. Sau đó, mức biến thiên từ thông trên toàn bộ khối vật liệu được xác định và ghi nhận bởi một thiết bị hiện trường, từ đó, sẽ phát hiện sóng từ bất thường tại các vị trí có ứng suất bất thường nhằm xác định chính xác được các vị trí/khu vực xuất hiện khuyết tật. Mặc dù không định lượng được mức độ hư hỏng của thiết bị, việc tầm soát và phát hiện sớm các bất thường góp phần rất lớn vào công tác phòng ngừa sự cố cho thiết bị.

Hiệu ứng Villari đã được tìm ra từ năm 1865 và đã được ứng dụng trong rất nhiều lĩnh vực, tuy nhiên, mới chỉ được ứng dụng trong thời gian gần đây cho lĩnh vực dò tìm khuyết tật vật liệu. Trên thế giới đã có nhiều công trình, bài báo được công bố liên quan đến ứng dụng này, trong đó nổi lên là các sản phẩm phần mềm mô phỏng và đầu dò phát hiện khuyết tật kim loại. Tuy nhiên, các công bố này chỉ dừng ở sản phẩm nghiên cứu và đăng ký bản quyền và chỉ rất ít các sản phẩm đã được thương mại hóa. Một số các sản phẩm thương mại hóa được bán trên thị trường như các Magnetostrictive Linear Position sensor - MTS (Mỹ), Magnetostrictive Sensor – SwRI (Mỹ).

Đặc biệt, các sản phẩm thiết bị hoàn chỉnh phục vụ cho quá trình phát hiện khuyết tật đường ống, thiết bị trên cơ sở nguyên lý từ giảo nghịch vẫn chưa được phát triển trên thị trường.

Bản chất kỹ thuật của sáng chế

Mục đích của sáng chế là đề xuất một thiết bị hoàn chỉnh phục vụ cho quá trình phát hiện khuyết tật đường ống, thiết bị trên cơ sở nguyên lý từ giảo nghịch.

Theo một phương án ưu tiên, sáng chế đề xuất Thiết bị phát hiện khuyết tật trong cấu trúc của đường ống và thiết bị chịu áp lực bằng thép cacbon bằng nguyên lý từ giảo nghịch bao gồm các bộ phận chính:

(i) mạch đầu dò gồm cảm biến, bộ chuyển đổi tín hiệu tương tự-kỹ thuật số (ADC), (ii) mạch xử lý trung tâm (MCU), và (iii) phần mềm nhúng để điều khiển, vận hành thiết bị, trong đó, cảm biến và bộ chuyển đổi tín hiệu tương tự-kỹ thuật số (ADC) được tích hợp nằm trong đầu dò, tín hiệu số từ đầu dò được truyền về mạch xử lý chính (mainboard) và xuất tín hiệu qua cổng USB về máy vi tính, ghi vào thẻ nhớ hoặc hiển thị theo thời gian thực trên màn hình LCD tích hợp, trong đó:

(i) mạch đầu dò bao gồm các khối chính với các chức năng riêng biệt được chia như sau:

khối cảm biến là khối chứa cảm biến và các linh kiện hỗ trợ cảm biến hoạt động và tiền xử lý tín hiệu từ cảm biến, khối này có chức năng chuyển đổi tín hiệu từ môi trường mà cụ thể là chuyển đổi tín hiệu từ trường thành tín hiệu dạng điện, các tín hiệu dạng điện là tín hiệu tương tự - biến đổi liên tục theo thời gian và phụ thuộc vào cường độ từ trường tác động lên cảm biến;

- khối xử lý tín hiệu tương tự chuyển đổi tín hiệu tương tự sang số sử dụng chip xử lý độ chính xác cao, dải chuyển đổi tín hiệu tương tự sang số rộng và có thể cấu hình bằng phần mềm, độ phân giải lên đến 32bit, nhiễu hoạt động thấp, phù hợp với các thiết bị đo lường di động;
- khối xử lý tín hiệu số là khối xử lý các dạng tín hiệu dạng logic, các tín hiệu này là tín hiệu điện chỉ được quy định ở 2 mức trạng thái Thấp và Cao tương đương với 0 và 1, bộ phận trung tâm của khối này là một vi điều khiển được xây dựng dựa trên kiến trúc Harvard, gồm các thành phần này là lõi CPU, bộ nhớ chương trình (thông thường là ROM hoặc bộ nhớ Flash), bộ nhớ dữ liệu (RAM), một hoặc vài bộ định thời và các cổng vào/ra để giao tiếp với các thiết bị ngoại vi

và các môi trường bên ngoài - tất cả các khối này được thiết kế trong một vi mạch tích hợp;

- khối truyền thông có nhiệm vụ trao đổi dữ liệu giữa thiết bị đầu dò và thiết bị xử lý trung tâm hoặc máy tính, mạch được mắc thêm 2 TVS điốt tránh xung điện áp cao từ môi trường công nghiệp và có cầu chì tự hồi phục F1 – F4 tránh trường hợp quá tải hoặc đoản mạch;
- khối nguồn cấp nguồn cho thiết bị, khối nguồn này được chia làm hai khối nguồn là khối nguồn thứ nhất (5VD) sử dụng điện áp 5 V dành cho mạch số, khối nguồn này sử dụng các loại IC chuyển đổi nguồn có hiệu suất cao để tiết kiệm pin, khối nguồn thứ hai (5VA) sử dụng điện áp 6 V dành cho khối cảm biến, khối nguồn này sử dụng các IC chuyển đổi nguồn tuyến tính có độ ổn định cao;

(ii) mạch xử lý trung tâm được thiết kế bao gồm các khối sau:

- khối hiển thị có chức năng hiển thị, thông báo các thông tin thiết bị hoặc sử dụng làm giao diện đồ họa thiết bị;
- khối xử lý trung tâm sử dụng một vi điều khiển có tốc độ xử lý cao;
- khối lưu trữ dữ liệu;
- khối truyền thông có giao tiếp USB với tốc độ cao (HighSpeed) được kết nối trực tiếp với vi điều khiển mà không cần thông qua các thiết bị ngoại vi;
- khối nguồn cấp nguồn DC 12V, nguồn được chia thành 2 luồng chính, 1 được chia cho thiết bị đầu dò và 1 được đưa đến IC ổn áp trên mạch xử lý để chuyển đổi thành nguồn có giá trị điện áp thấp hơn;

(iii) phần mềm nhúng điều khiển thiết bị được cài đặt trên thiết bị phân cứng, cụ thể là mạch đầu dò có các chức năng sau:

- nhận tín hiệu gián tiếp từ cảm biến thông qua bộ chuyển đổi ADC;
- lọc tín hiệu số bằng các giải thuật: lọc tần số thấp, lọc tần số cao, lọc nhiễu ngẫu nhiên (Kalman filter);
- truyền thông với mạch xử lý trung tâm;
- nhận tín hiệu điều khiển từ phím bấm.

Mô tả vắn tắt các hình vẽ

Hình 1: hình vẽ mô phỏng hiện tượng từ trường của các vật liệu từ tính khi đặt trong từ trường đều.

Hình 2: Hình vẽ từ thông của vật liệu từ tính trong từ trường đều khi không xuất hiện khuyết tật (a) và khi xuất hiện khuyết tật (b).

Hình 3: Sơ đồ nguyên lý hoạt động của thiết bị đầu dò phát hiện khuyết tật kim loại trên cơ sở nguyên lý từ giao nghịch.

Hình 4: Sơ đồ nguyên lý của thiết bị phát hiện khuyết tật trong cấu trúc của đường ống và thiết bị chịu áp bằng thép cacbon.

Hình 5: Sơ đồ khối của mạch đầu dò.

Hình 6: Sơ đồ thuật toán xử lý của mạch xử lý trung tâm.

Hình 7: Mẫu thép thanh và khuyết tật nhân tạo ở chính giữa.

Hình 8: Mẫu đang lắp trên thiết bị kéo để tạo ứng suất.

Hình 9: Đồ thị cường độ từ trường theo vị trí trên mẫu dạng thanh - Vị trí 0 ứng với khuyết tật.

Mô tả chi tiết sáng chế

Sáng chế là thiết bị phát hiện khuyết tật trong cấu trúc của đường ống và thiết bị chịu áp bằng thép cacbon. Về cơ bản, thiết bị có sơ đồ nguyên lý được thể hiện trên hình 4.

Trong sơ đồ nguyên lý trên thì thiết bị phát hiện khuyết tật trong cấu trúc của đường ống và thiết bị chịu áp bằng thép cacbon bao gồm các bộ phận chính là: (i) mạch đầu dò gồm cảm biến, bộ chuyển đổi tín hiệu tương tự-kỹ thuật số (ADC), (ii) mạch xử lý trung tâm (MCU), và (iii) phần mềm nhúng để điều khiển, vận hành thiết bị. Trong đó, cảm biến và bộ chuyển đổi tín hiệu tương tự-kỹ thuật số (ADC) được tích hợp nằm trong đầu dò. Tín hiệu số từ đầu dò được truyền về mạch xử lý chính (mainboard) và xuất tín hiệu qua cổng usb về máy vi tính, ghi vào thẻ nhớ hoặc hiển thị theo thời gian thực trên màn hình LCD tích hợp.

a. Mạch đầu dò

Hình 5 thể hiện sơ đồ khối của mạch đầu dò. Mạch đầu dò bao gồm năm khối chính với các chức năng riêng biệt được chia như sau:

- **Khối cảm biến:** Khối cảm biến là khối chứa cảm biến và các linh kiện hỗ trợ cảm biến hoạt động và tiền xử lý tín hiệu từ cảm biến. Khối này có chức năng chuyển đổi tín hiệu từ môi trường mà cụ thể là chuyển đổi tín hiệu từ trường thành tín hiệu dạng điện. Các tín hiệu dạng điện là tín hiệu tương tự - biến đổi liên tục theo thời gian và phụ thuộc vào cường độ từ trường tác động lên cảm biến.
- **Khối xử lý tín hiệu tương tự:** Bộ chuyển đổi tín hiệu tương tự sang số sử dụng chip xử lý độ chính xác cao, dải chuyển đổi tín hiệu tương tự sang số rộng và có thể cấu hình bằng phần mềm, độ phân giải lên đến 32bit, nhiễu hoạt động thấp, phù hợp với các thiết bị đo lường di động. Hơn nữa ADC này yêu cầu thiết kế phần cứng tối giản rất phù hợp với các thiết bị nhỏ gọn, có dải nhiệt độ hoạt động rộng phù hợp cho các thiết bị hoạt động trong môi trường công nghiệp.
- **Khối xử lý tín hiệu số:** Khối xử lý tín hiệu số là khối xử lý các dạng tín hiệu dạng logic, các tín hiệu này là tín hiệu điện chỉ được quy định ở 2 mức trạng thái Thấp và Cao tương đương với 0 và 1. Bộ phận trung tâm của khối này là một vi điều khiển được xây dựng dựa trên kiến trúc Harvard, kiến trúc này định nghĩa bốn thành phần cần thiết của một hệ thống nhúng. Những thành phần này là lõi CPU, bộ nhớ chương trình (thông thường là ROM hoặc bộ nhớ Flash), bộ nhớ dữ liệu (RAM), một hoặc vài bộ định thời và các cổng vào/ra để giao tiếp với các thiết bị ngoại vi và các môi trường bên ngoài - tất cả các khối này được thiết kế trong một vi mạch tích hợp. Vi điều khiển khác với các bộ vi xử lý đa năng ở chỗ là nó có thể hoạt động chỉ với vài vi mạch hỗ trợ bên ngoài.
- **Khối truyền thông:** Khối truyền thông có nhiệm vụ trao đổi dữ liệu giữa thiết bị đầu dò và thiết bị xử lý trung tâm hoặc máy tính. Mạch được mắc thêm 2 TVS điốt tránh xung điện áp cao từ môi trường công nghiệp và có cầu chì tự hồi phục F1 – F4 tránh trường hợp quá tải hoặc đoản mạch.
- **Khối nguồn:** Ở đây, thiết bị sẽ được phân ra thành ba nhóm linh kiện: nhóm 1 sử dụng điện áp 5 V dành cho mạch số, nhóm 2 sử dụng điện áp 6 V dành cho khối cảm biến. Nhóm linh kiện sử dụng điện áp 5 volts bao gồm các linh kiện vi xử lý và khối truyền thông, khối xử lý tương tự sang số và các IC số. Nguồn này được chia làm 2 nguồn là nguồn 5VD và 5VA tương ứng cho khối số và khối tương tự. Các linh kiện dùng 5VD này tiêu hao năng lượng lớn và thường hay gây nhiễu ngược lại cho nguồn. Vì vậy, cần phải sử dụng các loại IC

chuyển đổi nguồn có hiệu suất cao để tiết kiệm pin. Nhóm 2 là khối cảm biến không cần độ chính xác rất cao nhưng cần độ ổn định vì vậy phải lựa chọn các IC chuyển đổi nguồn tuyến tính. IC này có hệ số chuyển đổi thấp nhưng bù lại có độ ổn định rất cao.

b. Mạch xử lý trung tâm

Mạch xử lý trung tâm được thiết kế bao gồm các khối sau:

- Khối hiển thị: Khối hiển thị có chức năng hiển thị, thông báo các thông tin thiết bị hoặc sử dụng làm giao diện đồ họa thiết bị.
- Khối xử lý trung tâm: Cũng tương tự khối xử lý tín hiệu số trên mạch đầu dò, khối xử lý trung tâm trên mạch xử lý trung tâm cũng sử dụng một vi điều khiển, tuy nhiên do khối lượng công việc cần xử lý nhiều hơn nên cần một vi điều khiển có tốc độ xử lý cao hơn. Vi xử lý được dùng trong mạch là vi điều khiển STM32F407ZGT6 lõi ARM.
- Khối lưu trữ dữ liệu: Mạch sử dụng phương pháp lưu trữ dữ liệu trên thẻ nhớ theo kiểu giao tiếp SDIO. Thẻ SDIO là phần mở rộng của thông số kỹ thuật của SD nó bao gồm các chức năng I/O. Thẻ SDIO chỉ có đầy đủ chức năng trong các thiết bị chủ được thiết kế để hỗ trợ các chức năng đầu vào - đầu ra của chúng. Khối lưu trữ dữ liệu sử dụng một socket cắm MicroSD với 9 chân giao tiếp được cấp nguồn nuôi là 3.3V. Do vi xử lý đã được tích hợp kiểu giao tiếp SDIO và đã xây dựng được các trình quản lý tệp nên phần cứng của khối này được tối giản khá đáng kể.
- Khối truyền thông: Giao tiếp USB với tốc độ HighSpeed được kết nối trực tiếp với vi điều khiển mà không cần thông qua các thiết bị ngoại vi.
- Khối nguồn: Khối nguồn được cấp nguồn DC 12V thông qua jack cắm 5.5 mm. Nguồn điện vào được phân qua diốt chỉnh lưu nhằm ngăn chặn việc sử dụng nguồn có thứ tự chân cắm sai. Nguồn được chia thành 2 luồng chính, 1 được chia cho thiết bị đầu dò và 1 được đưa đến IC ổn áp trên mạch xử lý để chuyển đổi thành nguồn có giá trị điện áp thấp hơn.

c. Phần mềm nhúng điều khiển thiết bị

Phần mềm nhúng được cài đặt trên thiết bị phần cứng, cụ thể là mạch đầu dò có các chức năng sau:

- Nhận tín hiệu gián tiếp từ cảm biến thông qua bộ chuyển đổi ADC.

- Lọc tín hiệu số bằng các giải thuật: lọc tần số thấp, lọc tần số cao, lọc nhiễu ngẫu nhiên (Kalman filter).
- Truyền thông với mạch xử lý trung tâm
- Nhận tín hiệu điều khiển từ phím bấm

Mạch xử lý trung tâm là mạch sử dụng nhiều kiểu giao tiếp khá phức tạp, mặt khác do hoạt động sử dụng GUI nên các kịch bản chương trình nhúng trên mạch này cũng khá phức tạp. Sơ đồ khối xử lý mạch được trình bày như sau:

Ví dụ thực hiện sáng chế

Dưới đây, sáng chế sẽ được mô tả một cách chi tiết hơn thông qua ví dụ sau (một trong nhiều thí nghiệm đã được thực hiện).

Theo một phương án thực hiện, thiết bị theo sáng chế được lắp ráp với cấu hình như sau:

- Cảm biến từ trường 3 trục HMC2003;
- IC nguồn LT3042 cho nhóm dùng nguồn 5 V; REG101 cho nhóm 3,3 V/100 mA và REG104 cho nhóm 3,3 V/1000 mA;
- ADC 32bit model ADS1262, tần số lấy mẫu tối đa 38 kHz;
- Khối xử lý trung tâm sử dụng vi điều khiển STM32F407ZGT6 lõi ARM

Mẫu thép sử dụng là mẫu thép có hình chày (hình xương), bằng thép API 5L X52, với các khuyết tật nhân tạo bên trên. Phép đo từ trường được thực hiện bằng cách quét cảm biến ở mặt sau khuyết tật và tại các ứng suất khác nhau.

Kết quả đo thử nghiệm:

Trên đồ thị ta có thể thấy sự biến thiên của từ trường tại các điểm đo ở các mức ứng suất khác nhau từ 0 tới 54 MPa. Giá trị của từ trường biến đổi rất mạnh trong khoảng từ 0 đến 32 MPa. Đây là khoảng giá trị ứng suất ứng với vùng biến dạng đàn hồi của vật liệu thép. Trong khoảng ứng suất này, cường độ từ trường qua tấm thép tỉ lệ với giá trị ứng suất áp vào. Trên đường đồ thị, có thể nhận thấy các điểm cực trị, đây là các vị trí của khuyết tật, nơi mà ứng suất tập trung cao nhất.

Như vậy, qua thí nghiệm trên, có thể nhận thấy rằng thiết bị mẫu của sáng chế theo nguyên lý từ giao nghịch có thể áp dụng trong việc nhận diện điểm bất thường về cấu trúc trên bề mặt thanh/tấm vật liệu đang chịu ứng lực (ứng suất). Ứng suất này có thể là ứng suất áp đặt hoặc ứng suất dư từ quá trình chế tạo mẫu cũng như đường ống, thiết bị.

Phương pháp sử dụng từ trường có lợi thế hơn một số phương pháp NDT khác ở chỗ có thể áp dụng trên các mẫu thép mà không cần tiếp xúc trực tiếp với bề mặt mẫu. Một ưu điểm khác của phương pháp là có thể áp dụng phát hiện với từ trường ngoài rất yếu, ở đây là từ trường trái đất.

Hiệu quả đạt được của sáng chế

Thiết bị phát hiện khuyết tật có thể phát hiện được sự bất thường trong cấu trúc của kết cấu thép cacbon trong trạng thái chịu ứng suất. Giá trị ứng suất tốt nhất có thể phát hiện được là trong khoảng ứng suất biến dạng đàn hồi của vật liệu thép, đây cũng chính là giá trị ứng suất thường gặp trong vận hành của thiết bị. Với cấu hình hiện tại, thiết bị có khả năng phát hiện khuyết tật tối thiểu rộng 10 mm, sâu 01 mm và khoảng cách từ đầu dò tới bề mặt thép là 20 mm (không tiếp xúc). Tính ưu việt của phương pháp/thiết bị là khả năng phát hiện, tầm soát các vị trí bất thường về cấu trúc vật liệu mà không cần tiếp xúc trực tiếp, từ đó đưa ra cảnh báo sớm cho người quản lý thiết bị, đường ống có phương án xử lý trước khi sự cố xảy ra.

Yêu cầu bảo hộ

1. Thiết bị phát hiện khuyết tật trong cấu trúc của đường ống và thiết bị chịu áp lực bằng thép cacbon bằng nguyên lý từ giảo nghịch bao gồm các bộ phận chính:

(i) mạch đầu dò gồm cảm biến, bộ chuyển đổi tín hiệu tương tự-kỹ thuật số (ADC), (ii) mạch xử lý trung tâm (MCU), và (iii) phần mềm nhúng để điều khiển, vận hành thiết bị, trong đó, cảm biến và bộ chuyển đổi tín hiệu tương tự-kỹ thuật số (ADC) được tích hợp nằm trong đầu dò, tín hiệu số từ đầu dò được truyền về mạch xử lý chính (mainboard) và xuất tín hiệu qua cổng USB về máy vi tính, ghi vào thẻ nhớ hoặc hiển thị theo thời gian thực trên màn hình LCD tích hợp, trong đó:

(i) mạch đầu dò bao gồm các khối chính với các chức năng riêng biệt được chia như sau:

khối cảm biến là khối chứa cảm biến và các linh kiện hỗ trợ cảm biến hoạt động và tiền xử lý tín hiệu từ cảm biến, khối này có chức năng chuyển đổi tín hiệu từ môi trường mà cụ thể là chuyển đổi tín hiệu từ trường thành tín hiệu dạng điện, các tín hiệu dạng điện là tín hiệu tương tự - biến đổi liên tục theo thời gian và phụ thuộc vào cường độ từ trường tác động lên cảm biến;

- khối xử lý tín hiệu tương tự chuyển đổi tín hiệu tương tự sang số sử dụng chip xử lý độ chính xác cao, dải chuyển đổi tín hiệu tương tự sang số rộng và có thể cấu hình bằng phần mềm, độ phân giải lên đến 32bit, nhiễu hoạt động thấp, phù hợp với các thiết bị đo lường di động;
- khối xử lý tín hiệu số là khối xử lý các dạng tín hiệu dạng logic, các tín hiệu này là tín hiệu điện chỉ được quy định ở 2 mức trạng thái Thấp và Cao tương đương với 0 và 1, bộ phận trung tâm của khối này là một vi điều khiển được xây dựng dựa trên kiến trúc Harvard, gồm các thành phần này là lõi CPU, bộ nhớ chương trình (thông thường là ROM hoặc bộ nhớ Flash), bộ nhớ dữ liệu (RAM), một hoặc vài bộ định thời và các cổng vào/ra để giao tiếp với các thiết bị ngoại vi và các môi trường bên ngoài - tất cả các khối này được thiết kế trong một vi mạch tích hợp;
- khối truyền thông có nhiệm vụ trao đổi dữ liệu giữa thiết bị đầu dò và thiết bị xử lý trung tâm hoặc máy tính, mạch được mắc thêm 2 TVS diốt tránh xung điện áp cao từ môi trường công nghiệp và có cầu chì tự hồi phục F1 – F4 tránh trường hợp quá tải hoặc đoản mạch;

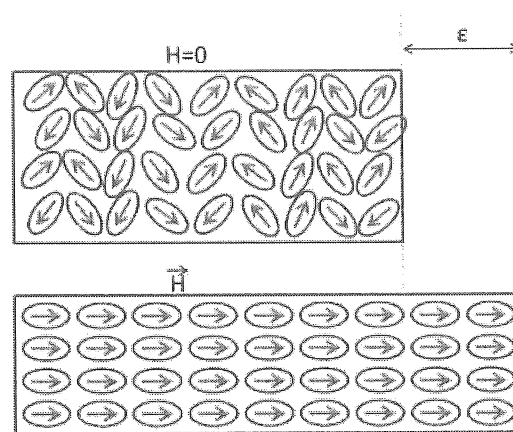
- khối nguồn cấp nguồn cho thiết bị, khối nguồn này được chia làm hai khối nguồn là khối nguồn thứ nhất (5VD) sử dụng điện áp 5 V dành cho mạch số, khối nguồn này sử dụng các loại IC chuyển đổi nguồn có hiệu suất cao để tiết kiệm pin, khối nguồn thứ hai (5VA) sử dụng điện áp 6 V dành cho khối cảm biến, khối nguồn này sử dụng các IC chuyển đổi nguồn tuyến tính có độ ổn định cao;

(ii) mạch xử lý trung tâm được thiết kế bao gồm các khối sau:

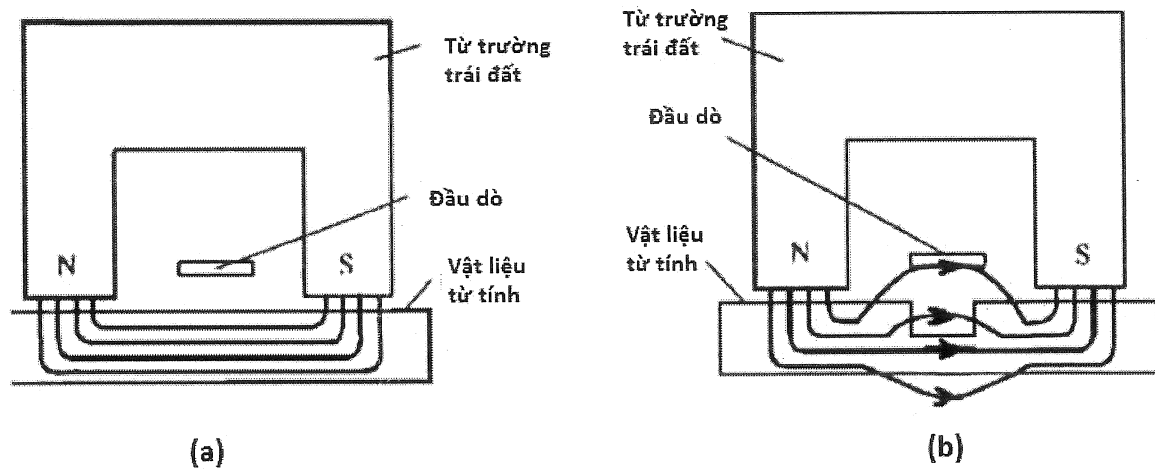
- khối hiển thị có chức năng hiển thị, thông báo các thông tin thiết bị hoặc sử dụng làm giao diện đồ họa thiết bị;
- khối xử lý trung tâm sử dụng một vi điều khiển có tốc độ xử lý cao;
- khối lưu trữ dữ liệu;
- khối truyền thông có giao tiếp USB với tốc độ cao (HighSpeed) được kết nối trực với vi điều khiển mà không cần thông qua các thiết bị ngoại vi;
- khối nguồn cấp nguồn DC 12V, nguồn được chia thành 2 luồng chính, 1 được chia cho thiết bị đầu dò và 1 được đưa đến IC ổn áp trên mạch xử lý để chuyển đổi thành nguồn có giá trị điện áp thấp hơn;

(iii) phần mềm nhúng điều khiển thiết bị được cài đặt trên thiết bị phần cứng, cụ thể là mạch đầu dò có các chức năng sau:

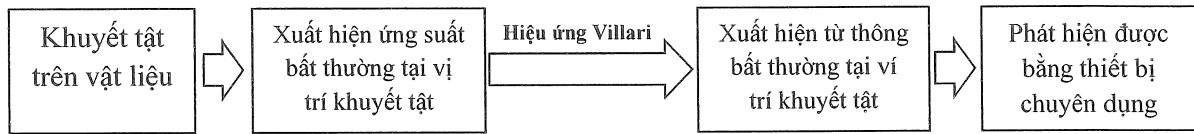
- nhận tín hiệu gián tiếp từ cảm biến thông qua bộ chuyển đổi ADC;
- lọc tín hiệu số bằng các giải thuật: lọc tần số thấp, lọc tần số cao, lọc nhiễu ngẫu nhiên (Kalman filter);
- truyền thông với mạch xử lý trung tâm;
- nhận tín hiệu điều khiển từ phím bấm.



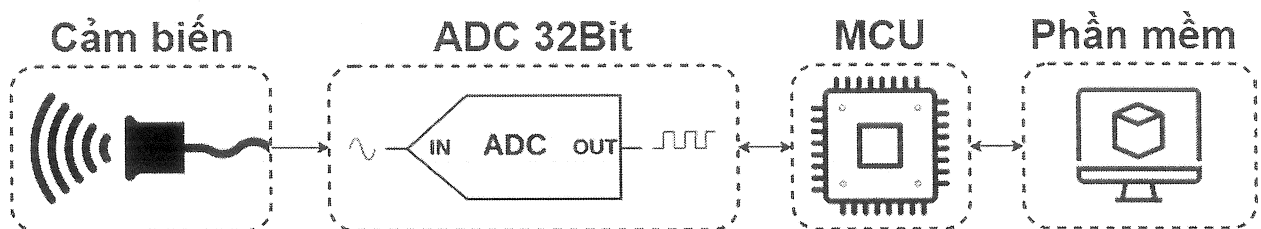
Hình 1



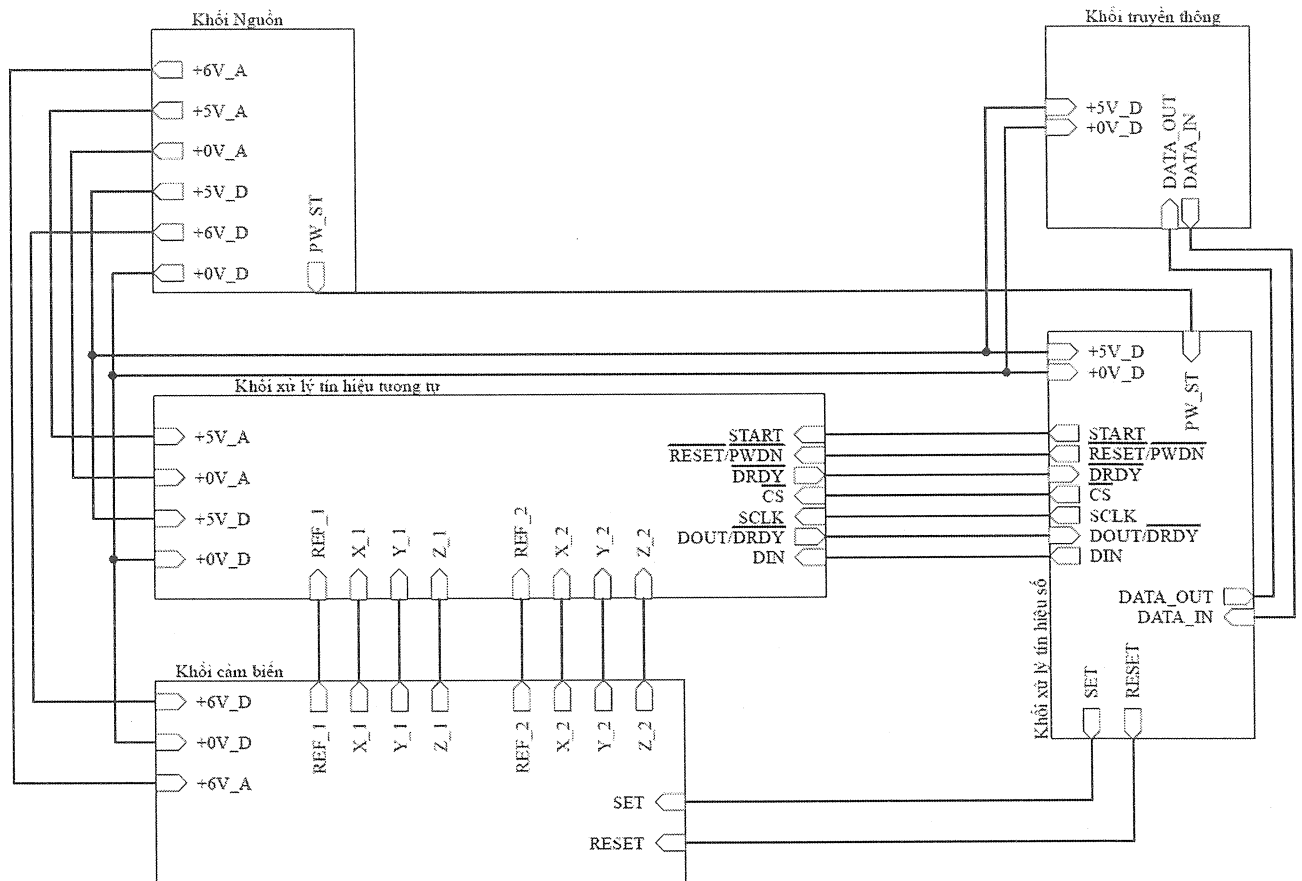
Hình 2



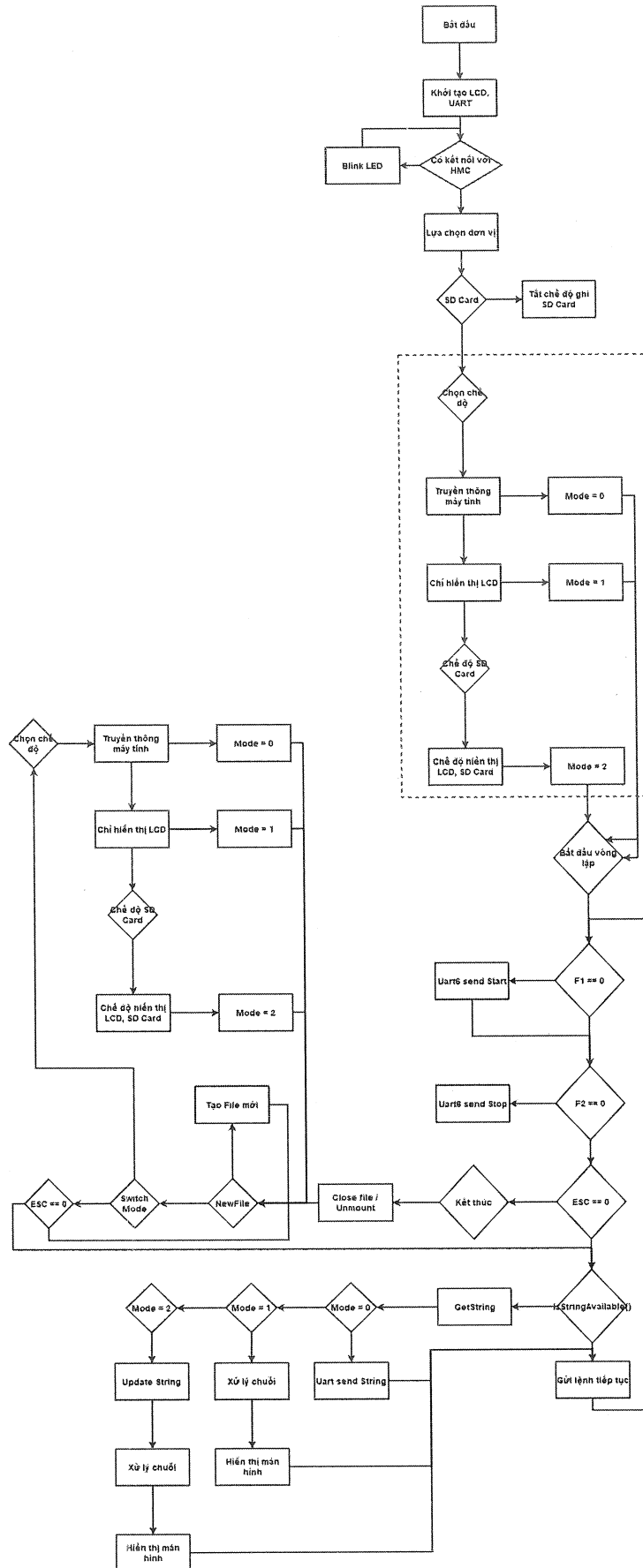
Hình 3



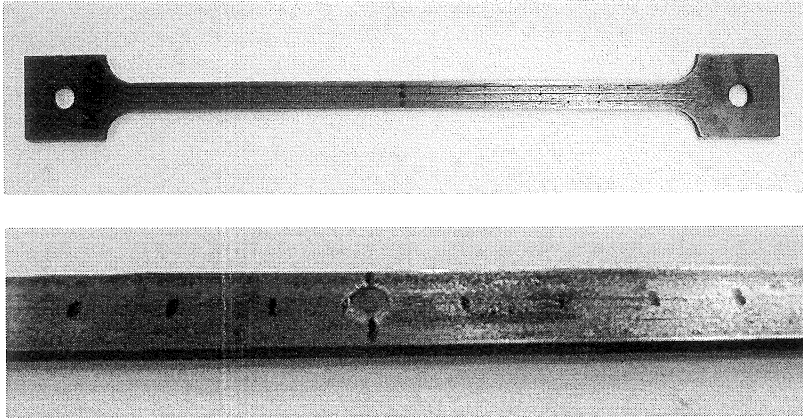
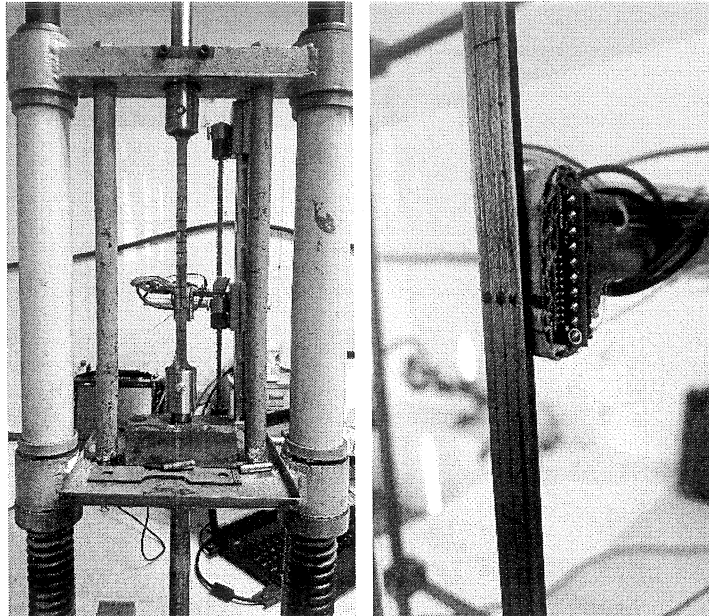
Hình 4

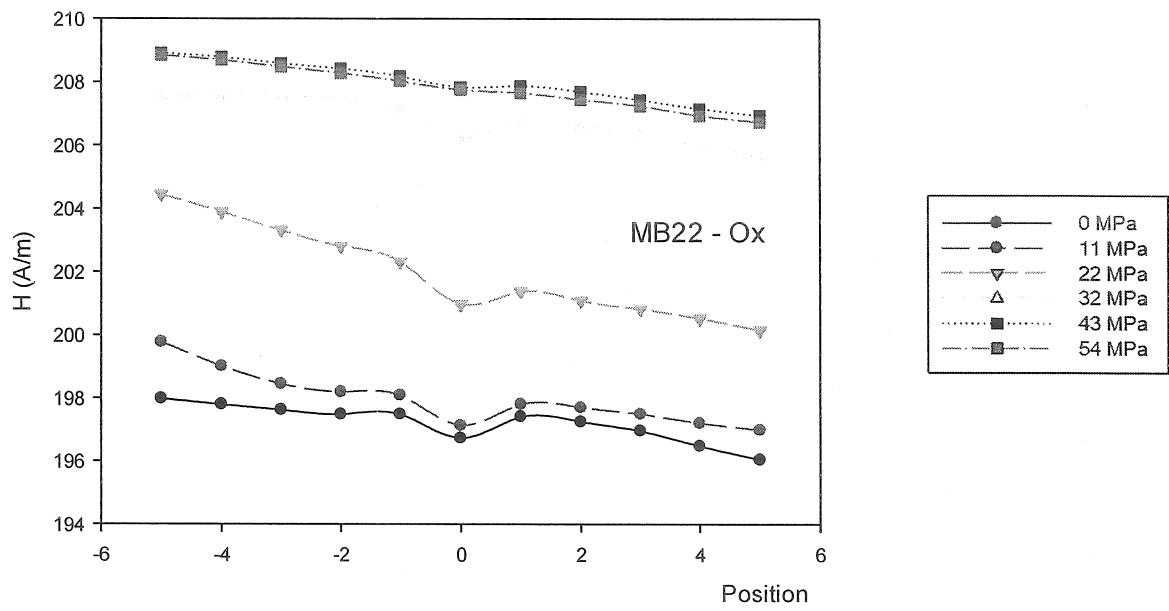


Hình 5



Hình 6

**Hình 7****Hình 8**



Hình 9