



(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)



1-0052690

(51)<sup>2024.01</sup> E21B 47/08; G01D 5/22; E21B 47/00

(13) B

(21) 1-2020-07682

(22) 31/12/2020

(45) 27/10/2025 451

(43) 27/12/2021 405A

(73) Liên doanh Việt - Nga Vietsovpetro (VN)

số 105 Lê Lợi, phường Thắng Nhì, thành phố Vũng Tàu, tỉnh Bà Rịa - Vũng Tàu

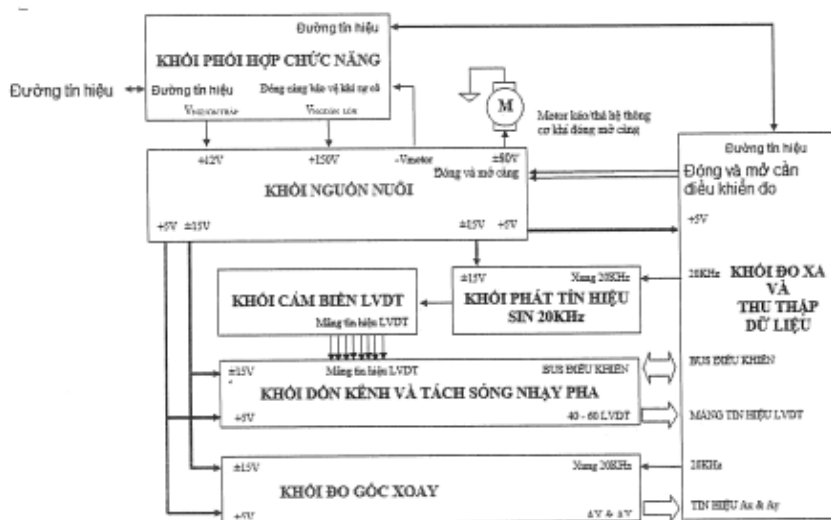
(72) Nguyễn Xuân Quang (VN); Tạ Tương Hoan (VN); Trương Ngọc Sang (VN); Lê Mạnh Cường (VN); Phạm Hồng Quy (VN); Đỗ Phi Long (VN); Nguyễn Duy Khanh (VN).

(74) Công ty TNHH Tư vấn ALIATLEGAL (ALIAT LEGAL)

(54) HỆ THỐNG THIẾT BỊ ĐO KHUYẾT TẬT ỐNG CHỐNG BẰNG HỆ ĐA CẢM BIẾN VÀ QUY TRÌNH ĐO BẰNG HỆ THỐNG NÀY

(21) 1-2020-07682

(57) Sáng chế đề cập đến hệ thống thiết bị đo khuyết tật ống chống bằng hệ đa cảm biến bao gồm: khối phối hợp chức năng có chức năng phối ghép trực tiếp thiết bị thả xuống giếng khoan với đường tín hiệu của trạm bề mặt; khối nguồn nuôi; khối phát tín hiệu hình sin tần số 20KHz; khối dồn kênh và tách sóng nhạy pha; khối đo góc xoay thiết bị thả xuống giếng khoan; khối đo xa và thu thập dữ liệu; khối cảm biến LVDT (bộ biến áp nghịch từ có lõi dịch chuyển tuyến tính) được tạo kết cấu gồm hệ đa cảm biến; trạm bề mặt để làm việc với các thiết bị thả xuống giếng khoan qua cáp với độ dài cáp lên đến 7500m; môđun trạm bề mặt đồng bộ phục vụ việc điều khiển đo ghi các thiết bị thả xuống giếng khoan hệ thống đo khuyết tật ống chống; và khối điều khiển được cài đặt phần mềm nhúng thực hiện xử lý số liệu đo và điều khiển quá trình đo ghi và biểu diễn dữ liệu dồn kênh theo sector của hệ thống thiết bị đo khuyết tật ống chống. Ngoài ra, sáng chế còn đề cập đến quy trình đo khuyết tật ống chống bằng hệ thống thiết bị này.



Hình 1

### **Lĩnh vực kỹ thuật được đề cập**

Sáng chế đề cập đến hệ thống thiết bị đo khuyết tật ống chống bằng hệ đa cảm biến, cụ thể là hệ thống thiết bị đo khuyết tật ống chống bằng hệ đa cảm biến thuộc hệ thống nhúng - thiết bị điện tử - công nghệ thông tin áp dụng trong công nghệ đo địa vật lý giếng khoan thuộc lĩnh vực địa vật lý, khoan, khai thác và thăm dò dầu khí.

### **Tình trạng kỹ thuật của sáng chế**

Hiện nay ở Việt Nam, sau hơn nhiều năm sử dụng, ở mỏ Bạch Hổ và mỏ Rồng đã có nhiều nơi đã sử dụng các ống chống lên đến trên 30 năm, tình trạng các ống chống bị rỉ sét, bị ăn mòn nhiều, bị khuyết tật nghiêm trọng khi các thực hiện công việc khoan và tác vụ khai thác đã thao tác trên nó rất nhiều lần trong nhiều năm. Do đó, hiện tại đã hình thành thành nhu cầu lớn về dịch vụ đo khảo sát khuyết tật các ống chống gọi là đo kiểm tra trạng thái kỹ thuật ống chống trong hệ thống các ống chống, nhằm phục vụ cho quá trình bảo dưỡng giếng khoan và phục vụ cho việc cách ly các vỉa trong giai đoạn khai thác tận thu các vỉa sản phẩm ở các tầng trên như hiện nay.

Để đo khuyết tật ống chống, một số giải pháp đã biết còn có nhược điểm như sau:

Đo độ dày ống chống bằng siêu âm từ một phía như thiết bị CAST-V (Circumferential Acoustic Scanning Tool-Visualization). Số lượng thiết bị ít đã rất cũ (một số mua từ năm 1996), sử dụng phức tạp, thường dùng để đo giếng khoan thân trần để có bức tranh trực quan về thành hệ nhất là trong đá móng. Tuy thiết bị có thể đo được độ dày ống thép của ống chống từ một phía theo sector nhưng giá trị đo gián tiếp trong điều kiện nhiều công nghiệp nhiều nên chưa tự mình thuyết phục, thường phải đo thêm phương pháp đo trực tiếp khác để bổ sung.

Đo độ dày ống chống bằng từ trường như dụng cụ MTT (Magnetic Thickness Tool). Thiết bị này chỉ đo được độ dày hiệu dụng, chưa chỉ ra được khuyết tật vì chưa nhìn được theo sector của ống chống.

### **Bản chất kỹ thuật của sáng chế**

Để khắc phục nhược điểm đã biết nêu trên, mục đích của sáng chế này là đề xuất hệ thống thiết bị đo khuyết tật ống chống bằng hệ đa cảm biến, hệ thống này bao gồm:

Khối phối hợp chức năng (Flexstack) có chức năng phối ghép trực tiếp thiết bị thả xuống giếng khoan (còn được gọi vắn tắt là máy giếng) với đường tín hiệu của trạm bề mặt;

Khối nguồn nuôi: là bộ nguồn rung (switching) làm việc ở tần số 40KHz, điện áp vào cung cấp từ trạm bề mặt bằng cáp một lõi (đường tín hiệu) và cực đất là vỏ cáp, điện áp danh định là +110VDC. Nguồn được tạo kết cấu để cung cấp các nguồn ổn áp  $\pm 15V$  để nuôi các mạch tương tự (analog), +5V để nuôi các mạch điều khiển số và hệ vi điều khiển và  $\pm 80V$  để nuôi mô tơ phục vụ việc đóng cần điều khiển đo hoặc mở cần điều khiển đo thực hiện bởi các lệnh phần mềm nhúng của hệ thống thiết bị đo khuyết tật ống chống;

Khối phát tín hiệu hình sin tần số 20KHz: là mạch nhận xung vuông 20KHz từ bộ điều khiển trung tâm, lọc thành dạng tín hiệu hình sin và khuếch đại công suất lớn để cung cấp nguồn dạng tín hiệu hình sin chuẩn 20KHz ổn định lên tối đa 60 cảm biến bộ biến áp nghịch từ có lõi dịch chuyển tuyến tính (LVDT - Linear variable differential transformer);

Khối dồn kênh và tách sóng nhảy pha: đầu ra (còn gọi là lõi ra) của mỗi cảm biến LVDT là tín hiệu vi sai sẽ được đưa đến bộ dồn kênh có đầu vào vi sai để tách ra tín hiệu hình sin cần đo và sau đó đưa đến mạch tách sóng nhảy pha để chuyển thành tín hiệu một chiều DC. Như vậy, khối này sẽ tạo ra một mảng các giá trị để đưa trực tiếp đến khối số hóa để thu thập dữ liệu;

Khối đo góc xoay thiết bị thả xuống giếng khoan: là khối sẽ đo cặp tín hiệu từ 2 bộ LVDT có lõi dịch chuyển theo phương trọng lực được đặt theo trục X và trục Y để xác định góc xoay của thiết bị thả xuống giếng khoan khi di chuyển dọc theo thành giếng khoan;

Khối đo xa (Telemetry) và thu thập dữ liệu (Data Acquisition DAQ): là bộ điều khiển trung tâm và thu thập số liệu đầy đủ từ 68 kênh dữ liệu 16 bit. Hệ thống là hệ đa điều khiển gồm hai bộ vi điều khiển công nghiệp thực hiện chức năng đo xa và

thu thập dữ liệu;

Khối cảm biến LVDT: là hệ đa cảm biến gồm một mảng nhiều cảm biến mắc trên vòng tròn để khảo sát sự thay đổi bán kính của hệ 40 đến 60 cảm biến LVDT làm việc độc lập;

Trạm bề mặt là hệ thống đo xa để làm việc với các thiết bị thả xuống giếng khoan (Hệ thống đo xa có tên tiếng Anh là telemetry system) qua cáp với độ dài cáp lên đến 7500m;

Môđun trạm bề mặt đồng bộ phục vụ việc điều khiển đo ghi các thiết bị thả xuống giếng khoan của hệ thống thiết bị đo khuyết tật ống chống đã được nâng cấp, môđun này bao gồm các mạch điều khiển thu thập dữ liệu 68 kênh và giao tiếp đo xa chuyên dụng cho hệ thống đo khuyết tật ống chống; và

Khối điều khiển được cài đặt phần mềm nhúng thực hiện xử lý số liệu đo và điều khiển quá trình đo ghi và biểu diễn dữ liệu dồn kênh theo sector một cách thuận lợi và dễ sử dụng cho người khai thác sử dụng hệ thống thiết bị đo khuyết tật ống chống theo sáng chế này.

Hệ thống thiết bị đo khuyết tật ống chống theo sáng chế này là hệ thống đo xa đa cảm biến và dồn kênh, chia mặt cắt của ống chống ra làm nhiều sector để mô tả và được đồng chỉnh với góc xoay của thiết bị thả xuống giếng khoan khi di chuyển trong giếng khoan dọc theo thành ống chống. Số sector phụ thuộc vào đường kính của ống chống. Ví dụ, với ống chống có đường kính từ 168mm đến 194mm dùng thiết bị thả xuống giếng khoan có 40 sector; với ống chống từ 194mm đến 340mm sẽ dùng thiết bị thả xuống giếng khoan có đến 60 sector. Các thiết bị thả xuống giếng khoan cũng tính ra độ dày từ độ dày danh định của ống chống và cũng cấp cái nhìn trực quan về ống chống theo 40 sector hay 60 sector tùy theo loại ống chống có đường kính khác nhau bằng hệ thống 40 hay 60 cảm biến LVDT.

Hệ thống được tạo kết cấu để sử dụng với hệ thống tời có cáp một lõi (một ruột) của trạm đo kiểm tra chế độ khai thác của các đội kiểm tra khai thác. Phần trạm bề mặt để tăng tính tự chủ, giải pháp theo sáng chế còn bổ sung thêm các mạch điều khiển và giao tiếp đo xa để tương thích với trạm đo.

Để thực hiện đo khuyết tật ống chống bằng hệ thống đo theo sáng chế này, cần thực hiện qui trình để điều khiển đo ghi và biểu diễn dữ liệu dòn kênh theo sector cho hệ thống đo khuyết tật dòn kênh.

Giải pháp theo sáng chế khác biệt ở chỗ:

+ Thiết bị thả xuống giếng khoan đo khuyết tật ống chống trong điều kiện chịu hoạt động ổn định trong nhiệt độ lên đến trên 175 độ C trong 3 giờ và áp suất lên đến 20000 psi cho phép cung cấp hiển thị trực quan về ống chống theo 40 sector hay 60 sector tùy theo loại ống chống có đường kính khác nhau bằng hệ thống 40 hay 60 cảm biến là những bộ biến áp nghịch từ có lõi dịch chuyển tuyến tính LVDT (Linear variable differential transformer).

+ Phần trạm bề mặt đồng bộ phục vụ việc điều khiển đo ghi các hệ thống đo khuyết tật ống chống.

+ Qui trình điều khiển đo ghi và biểu diễn dữ liệu dòn kênh theo sector một cách trực quan.

Giải pháp hệ thống thiết bị đo khuyết tật ống chống bằng hệ đa cảm biến được thực hiện nhờ vào việc sử dụng kỹ thuật vi điều khiển và đa điều khiển; áp dụng hệ thống nhúng, công nghệ thông tin, điện và điện tử; thực hiện xây dựng các phần sụn cho các vi điều khiển và phần mềm ứng dụng.

Hệ thống thiết bị đo khuyết tật ống chống bằng hệ đa cảm biến theo sáng chế này bao gồm:

(i) Mạch điện tử và điều khiển của thiết bị thả xuống giếng khoan hệ thống đo khuyết tật ống chống làm việc trong điều kiện chịu nhiệt độ lên đến trên 175 độ C trong 3 giờ và áp suất lên đến 20000 psi. Thiết bị thả xuống giếng khoan làm việc trực tiếp với trạm bề mặt sau khi tích hợp thêm môđun đo khuyết tật ống chống.

Trạm bề mặt là một hệ thống đo xa (Telemetry system) qua cáp với độ dài cáp lên đến 7500m, đã được xây dựng nhỏ gọn để làm việc với các thiết bị thả xuống giếng khoan hệ P- Karat của hãng Tver và các thiết bị thả xuống giếng khoan của giải pháp theo sáng chế. Hệ thống đo khuyết tật ống chống là hệ thống đo xa đa cảm biến và dòn kênh, chia mặt cắt của ống chống ra làm nhiều sector để mô tả và được đồng chỉnh với góc xoay của thiết bị thả xuống giếng khoan khi di chuyển trong giếng khoan dọc theo thành ống chống. Số sector phụ thuộc vào đường kính của ống chống. Ví dụ, với ống

chống có đường kính từ 168mm đến 194mm dùng thiết bị thả xuống giếng khoan có 40 sector; với ống chống từ 194mm đến 340mm sẽ dùng thiết bị thả xuống giếng khoan có đến 60 sector. Thiết bị thả xuống giếng khoan cũng tính ra độ dày từ độ dày danh định của ống chống và cũng cấp cái nhìn trực quan về ống chống theo 40 sector hay 60 sector tùy theo loại ống chống có đường kính khác nhau bằng hệ thống 40 hay 60 cảm biến LVDT.

(ii) Môđun trạm bề mặt đồng bộ phục vụ việc điều khiển đo ghi các thiết bị thả xuống giếng khoan hệ thống đo khuyết tật ống chống đã nâng cấp, môđun này bao gồm các mạch điều khiển thu thập dữ liệu 68 kênh và giao tiếp đo xa chuyên dụng cho hệ thống đo khuyết tật ống chống theo giao thức riêng được tạo kết cấu để tương thích với trạm đo cùng hệ thống; và

(iii) Hệ thống sử dụng cáp 1 lõi của trạm đo kiểm tra chế độ khai thác của các đội Kiểm tra khai thác để kết nối giữa trạm đo và thiết bị thả xuống giếng khoan.

Thực hiện qui trình điều khiển đo ghi và biểu diễn dữ liệu dồn kênh theo sector cho hệ thống đo khuyết tật dồn kênh.

Quy trình đo khuyết tật ống chống bằng hệ thống thiết bị đo theo hệ thống thiết bị đo của sáng chế này bao gồm các bước:

- (i) đọc dữ liệu bất đồng bộ truyền xuống mã hóa Manchester-2 từ trạm bề mặt;
- (ii) thu thập dữ liệu từ khối thu thập dữ liệu UART 315 Kbaud (UART là giao tiếp nối tiếp bất đồng bộ);
- (iv) cập nhật dữ liệu thông tin phụ trợ và trạng thái của thiết bị thả xuống giếng khoan;
- (v) mã hóa Manchester-2 dữ liệu truyền lên 16 bit thành 40 bit mã hóa;
- (vi) tải truyền lên toàn bộ khung gồm 68 từ trong bộ đệm lên đường tín hiệu
- (vii) đọc dữ liệu 8 kênh tách sóng nhạy pha (Phase Sensitive Discriminator), mỗi kênh lấy trung bình 20 mẫu liên tiếp, chiếm khoảng 200 $\mu$ s, đọc tổng cộng 8 kênh chiếm 1,6ms;
- (viii) phát xung 20 KHz, sử dụng ngắt bộ định thời để tự động phát xung 20KHz theo yêu cầu; và

(ix) nhận được mã hexa tương ứng, tiến hành thu thập dữ liệu đầy đủ rồi truyền lại vi điều khiển đo xa qua UART 315 Kbaud.

(trong đó UART là giao tiếp nối tiếp bất đồng bộ, Kbaud là ký hiệu kilô bit trên giây)

### **Mô tả vắn tắt các hình vẽ**

Các mục đích và các lợi ích nêu trên cũng như các mục đích và các lợi ích khác của sáng chế này sẽ trở nên rõ ràng hơn qua phần mô tả chi tiết dưới đây với các hình vẽ minh họa kèm theo, trong đó:

Hình 1 là sơ đồ khối hệ thống thiết bị đo khuyết tật ống chống bằng hệ đa cảm biến theo sáng chế này.

Hình 2 là hình vẽ thể hiện cảm biến là biến áp nghịch từ có lõi dịch chuyển tuyến tính theo sáng chế này.

Hình 3 là hình vẽ kết cấu của mỗi cảm biến LVDT có lõi dịch chuyển thẳng như pitông gắn với một cần điều khiển đo xoay để đo bán kính trong.

Hình 4 là hình vẽ kết cấu cơ khí của mỗi cảm biến LVDT.

Hình 5 là hình vẽ kết cấu thiết bị thả xuống giếng khoan nhìn từ bên ngoài.

Hình 6 là sơ đồ khối thu thập dữ liệu 64 kênh dữ liệu.

Hình 7 minh họa kết quả biểu diễn dữ liệu dồn kênh theo sector một cách trực quan.

### **Mô tả chi tiết sáng chế**

Hệ thống thiết bị đo khuyết tật ống chống bằng hệ đa cảm biến theo sáng chế theo sáng chế này bao gồm:

Khối phối hợp chức năng (Flexstack) có chức năng phối ghép trực tiếp thiết bị thả xuống giếng khoan với đường tín hiệu của trạm bề mặt;

Khối nguồn nuôi: là bộ nguồn rung làm việc ở tần số 40KHz, điện áp vào cung cấp từ trạm bề mặt bằng cáp một lõi (đường tín hiệu) và cực đất là vỏ cáp, điện áp danh định là +110VDC. Nguồn được tạo kết cấu để cung cấp các nguồn ổn áp  $\pm 15V$  để nuôi các mạch tương tự (analog), +5V để nuôi các mạch điều khiển số và hệ vi điều

khíên và  $\pm 80V$  để nuôi mô-tơ phục vụ việc đóng cầ điều khíên đo hoặc mở cầ điều khíên đo thực hiện bởi các lệnh phần mềm nhúng của hệ thống thiết bị đo khuyết tật ống chống;

Khối phát tín hiệu hình sin 20KHz: là mạch nhận xung vuông 20KHz từ bộ điều khíên trung tâm, lọc thành dạng tín hiệu hình sin và khuếch đại công suất lớn để cung cấp nguồn phát tín hiệu hình sin chuẩn 20KHz ổn định lên tới đa 60 cảm biến bộ biến áp nghịch từ có lõi dịch chuyển tuyến tính LVDT (LVDT là tên viết tắt tiếng Anh linear variable differential transformer);

Khối dồn kênh và tách sóng nhạy pha: đầu ra của mỗi cảm biến LVDT là tín hiệu vi sai sẽ được đưa đến bộ dồn kênh có đầu vào vi sai để tách ra tín hiệu hình sin cầ đo và sau đó đưa đến mạch tách sóng nhạy pha để chuyển thành tín hiệu một chiều DC. Khối này sẽ cung cấp một mảng các giá trị để đưa trực tiếp đến khối số hóa để thu thập dữ liệu;

Khối đo góc xoay thiết bị thả xuống giếng khoan: là khối sẽ đo cặp tín hiệu từ 2 bộ LVDT có lõi dịch chuyển theo phương trọng lực được đặt theo trục X và trục Y để xác định góc xoay của thiết bị thả xuống giếng khoan khi di chuyển dọc theo thành giếng khoan;

Khối đo xa (Telemetry) và thu thập dữ liệu (Data Acquisition DAQ): là bộ điều khíên trung tâm và thu thập số liệu đầy đủ từ 68 kênh dữ liệu 16 bit. Hệ thống là hệ đa điều khíên gồm hai bộ vi điều khíên công nghiệp thực hiện chức năng đo xa và thu thập dữ liệu;

Khối cảm biến LVDT: là hệ đa cảm biến gồm một mảng nhiều cảm biến mắc trên vòng tròn để khảo sát sự thay đổi bán kính của hệ 40 đến 60 cảm biến LVDT làm việc độc lập;

Trạm bề mặt là một hệ thống đo xa để làm việc với các thiết bị thả xuống giếng khoan (Telemetry System) qua cáp với độ dài cáp lên đến 7500m;

Mô-đun trạm bề mặt đồng bộ phục vụ việc điều khíên đo ghi các thiết bị thả xuống giếng khoan hệ thống đo khuyết tật ống chống đã được nâng cấp, mô-đun này bao gồm các mạch điều khíên thu thập dữ liệu 68 kênh và giao tiếp đo xa chuyên dụng cho hệ thống đo khuyết tật ống chống; và

Khối điều khiển được cài đặt phần mềm nhúng thực hiện xử lý số liệu đo và điều khiển quá trình đo ghi và biểu diễn dữ liệu dồn kênh theo sector được thuận tiện và dễ vận hành cho người khai thác sử dụng hệ thống thiết bị đo khuyết tật ống chống theo sáng chế này.

Hệ thống thiết bị theo sáng chế là hệ đa điều khiển gồm hai bộ vi điều khiển công nghiệp thực hiện chức năng chuyên biệt là điều khiển chức năng trao đổi dữ liệu theo nguyên tắc đo xa trong điều kiện nhiệt độ hoạt động cao ( $>175^{\circ}\text{C}$ , áp suất lớn (20000psi) và thiết bị thả xuống giếng khoan cách xa trạm bề mặt (7500m) và chức năng thu thập dữ liệu (DAQ) xử lý thu thập và tích lũy cho 68 kênh dữ liệu 16 bit.

Hoạt động của hệ thống thiết bị đo khuyết tật ống chống theo sáng chế này cụ thể như sau:

Khối phối hợp chức năng (Flexstack):

Khối mạch điện tử này có nhiệm vụ phối ghép trực tiếp thiết bị thả xuống giếng khoan với đường tín hiệu của trạm bề mặt để thực ba chức năng :

+ Một là mạch tách nguồn nuôi từ đường tín hiệu của trạm bề mặt và mắc lọc để tách nguồn cho khối nguồn rung và qua mạch ổn áp lấy nguồn chờ (standby) +12V để nuôi mạch tạo ra tần số 40KHz. Khi nguồn rung đã hoạt động thì điện áp +15V sẽ thay thế nguồn chờ để tự nuôi mạch rung, nguồn +12V chờ chỉ cần để kích hoạt ban đầu mà không luôn hoạt động nên giảm thiểu sự sinh nhiệt của khối.

+ Hai là mạch tách tín hiệu truyền xuống gửi từ trạm bề mặt xuống thiết bị thả xuống giếng khoan. Khi nhận được lệnh từ dữ liệu về yêu cầu truy xuất, khối đo xa (telemetry) sẽ truyền dữ liệu nối tiếp lên trạm bề mặt bằng chuỗi xung dữ liệu trên đường tín hiệu.

+ Ba là mạch bảo vệ dùng để đóng càn điều khiển đo cường bức khi thiết bị thả xuống giếng khoan không thể đóng hoặc mở càn điều khiển đo bằng lệnh phần mềm nhúng thông qua đường đo xa (telemetry). Việc đóng càn điều khiển đo này được gọi là đóng cứng khi xảy ra hỏng hóc, để kéo thiết bị thả xuống giếng khoan lên khỏi giếng khoan khi cấp nguồn có cực tính âm lên đường tín hiệu.

Khối nguồn nuôi:

Điện áp nguồn được cung cấp từ trạm bề mặt bằng cáp một lõi (đường tín hiệu) và vỏ cáp, điện áp danh định là  $BH = +110VDC$ .

Nguồn chờ  $VPRI \approx +12V$  cung cấp cho U2 dao động ở tần số 2,56 MHz, từ đầu ra +64 của U2 để có tần số 40 KHz đối xứng để điều khiển (lái) Q2 làm thành nguồn rung để bên phía các cuộn thứ cấp tạo ra các nguồn nuôi ổn áp  $\pm 15V$  để nuôi các mạch tương tự (analog), nguồn nuôi ổn áp +5V để nuôi các mạch điều khiển số và các hệ vi điều khiển và nguồn nuôi  $\approx \pm 80V$  để nuôi mô tơ phục vụ việc đóng cần điều khiển đo (để đóng hoàn toàn nhằm thu gọn lại) hoặc mở cần điều khiển đo được thực hiện bởi các lệnh phần mềm nhúng của hệ thống từ trạm bề mặt.

Khối phát tín hiệu hình sin tần số 20KHz:

Tín hiệu xung vuông 20KHz từ bộ điều khiển trung tâm đưa đến mắc lọc thông thấp bậc 3 U2B để khử hết hài thành dạng sóng hình sin 20KHz, 6,4Vpp.

Tín hiệu 20KHz dạng hình sin 6,4Vpp sẽ được khuếch đại dòng công suất lớn để cung cấp nguồn tín hiệu hình sin chuẩn 20KHz 6,4Vpp ổn định lên cuộn sơ cấp của tối đa 60 cảm biến LVDT.

Để phục vụ cho việc chuyển tín hiệu hình sin 20KHz thành mức một chiều (DC) bằng kỹ thuật tách sóng nhạy pha từ các cuộn vi sai của các cảm biến LVDT.

Khối cảm biến LVDT:

Khối cảm biến LTDV được tạo kết cấu gồm hệ đa cảm biến tạo thành mảng nhiều cảm biến mắc trên vòng tròn để khảo sát sự thay đổi bán kính của hệ 40 đến 60 cảm biến LVDT làm việc độc lập.

Như được thể hiện trong Hình 3 và Hình 4, hệ đa cảm biến theo sáng chế này, trong đó mỗi cảm biến LVDT là một biến thể có lõi ferit, làm việc ở tần số 20KHz, có cuộn thứ là hai nửa cuộn dây mắc nghịch từ để có đầu ra vi sai. Lõi biến áp sẽ dịch chuyển tuyến tính để đầu ra có biên độ và pha so với tín hiệu điều khiển (control) sẽ dương hay âm, lớn nhỏ hay bằng 0 tùy thuộc vào vị trí của lõi so với hai cuộn dây mắc nghịch từ.

Khi cảm biến LVDT có lõi dịch chuyển từ biên trái sang biên phải tương ứng thì tín hiệu từ đầu ra vi sai sẽ có pha từ dương sang âm theo pha dương của

tín hiệu điều khiển (control) để tách sóng nhảy pha và biên độ là hiệu của hai đầu ra (+) và đầu ra (-).

Trên thực tế, hệ đa cảm biến theo sáng chế này được tạo kết cấu gồm các cảm biến LVDT mắc trên vòng tròn để khảo sát theo các cung sector bằng sự thay đổi bán kính của sáng chế này có từ 40 đến 60 cảm biến LVDT làm việc độc lập, tương ứng với một tập dữ liệu 40 bán kính đến 60 bán kính được đo độc lập với độ chính xác cao.

Mỗi cảm biến LVDT có lõi dịch ferit chuyển thẳng như pitông, đầu cuối nó được gắn với một cần điều khiển đo xoay có lò xo để bám chặt vào thành trong ống chống cùng với 2 bộ định tâm chống tự xoay để đo bán kính trong của ống chống.

Hệ đa cảm biến được tạo kết cấu gồm 40 hoặc 60 cảm biến LVDT và cần điều khiển đo quay chia mặt cắt của ống chống ra làm nhiều sector để mô tả và được đồng chỉnh với góc xoay của thiết bị thả xuống giếng khoan khi di chuyển trong giếng khoan dọc theo thành ống chống.

Tín hiệu hình sin tần số 20KHz được cung cấp ổn áp cho tất cả các cuộn sơ cấp của biến áp LVDT. Sự dịch chuyển của lõi ferit dọc theo trục biến áp giữa hai cuộn thứ cấp đầu nghịch từ làm thay đổi tỷ lệ cảm ứng giữa 2 cuộn thứ cấp. Khi lõi ferit ở giữa 2 cuộn thứ cấp tín hiệu ra tương đương nhau nên  $D_{\text{diff}} = 0$ , khi lõi ferit dịch chuyển khỏi vị trí cân bằng làm thay đổi tỷ lệ cảm ứng giữa 2 cuộn thứ cấp thì tín hiệu đầu ra và tín hiệu vi sai  $D_{\text{diff}}$  như thể hiện trong Hình 2, và Hình 3.

Số sector của thiết bị thả xuống giếng khoan hay số cảm biến LVDT được dùng để tạo kết cấu hệ đa cảm biến theo sáng chế này phụ thuộc vào đường kính của ống chống cần được đo khuyết tật. Ví dụ:

- Với ống chống có đường kính từ 168mm đến 194mm dùng thiết bị đo theo sáng chế này có 40 sector;
- Với ống chống nhỏ hơn 168mm phải dùng thiết bị đo theo sáng chế này có 24 sector;
- Với ống chống từ 194mm đến 340mm sẽ dùng thiết bị đo theo sáng chế này có đến 60 sector.

Các thiết bị đo theo sáng chế này cũng tính ra độ dày từ độ dày danh định của ống chống và cũng cấp cái nhìn trực quan về ống chống theo sector. Bề dày của ống chống được tính theo công thức:  $TK = OD/2 - Ri$

trong đó:

- TK: Bề dày của ống;
- OD: Đường kính ngoài danh định của ống;
- Ri: Bán kính trong đo được của các kênh 1, 2, 3,..., 60.

Khối dồn kênh và tách sóng nhảy pha:

Đầu ra của mỗi cảm biến LVDT là tín hiệu vi sai sẽ được đưa đến bộ dồn kênh có đầu vào vi sai để tách ra từng nhóm 8 kênh bởi 8 bộ chạy song song và lấy làm 8 lần theo 3 bit địa chỉ nên có tổng cộng 64 kênh phân biệt.

Cụ thể, tín hiệu từ đầu ra vi sai được tách kênh dựa vào 3 bit địa chỉ tương ứng với 8 chọn lựa. Với 8 chip cùng hoạt động song song với 3 bit địa chỉ có được tối đa 64 kênh tương tự (analog). Mỗi lần quét kênh thì có một bộ 8 kênh từ cùng 1 địa chỉ của 8 chip. Như vậy, khối này sẽ cung cấp một mảng các giá trị để đưa trực tiếp đến khối số hóa để thu thập dữ liệu. Các tín hiệu cần đo có bản chất là các tín hiệu tương tự (analog) dạng tín hiệu hình sin 20KHz, vì vậy sau đó đưa đến mạch tách sóng nhảy pha để nắn tuyến tính toàn kỳ tín hiệu hình sin tần số cao này, sau đó sẽ qua mạch khuếch đại 4 lần và mạch lọc thông thấp để chuyển thành tín hiệu một chiều (DC) đưa đến bộ chuyển đổi tương tự-số ADC và xử lý dữ liệu chung.

Khối đo góc xoay thiết bị thả xuống giếng khoan (ROT):

Hệ thống đo khuyết tật ống chống là hệ thống dồn kênh, chia mặt cắt của ống chống ra làm nhiều sector để mô tả nên phải được đồng chỉnh với góc xoay của thiết bị thả xuống giếng khoan khi di chuyển trong giếng khoan dọc theo thành ống chống.

Nguồn xung nuôi cuộn sơ cấp có tần số 20KHz, 2 cuộn thứ mắc nghịch từ để khi lõi ferit của biến áp ở vị trí cân bằng đầu ra vi sai  $V_{diff} = 0$ , và khi lõi dịch chuyển khỏi vị trí cân bằng sẽ tùy vào tỷ lệ mà có giá trị khác nhau.

Từ hai thành phần AX và AY sau khi chuẩn hóa về cùng thang đo có ax và ay, từ đó có thể được tính được góc tự xoay của thiết bị thả xuống giếng khoan thường được gọi là xoay (Bering hoặc Rotation) theo công thức:

$$ROT = \arctg(ay/(-ax)).$$

Nếu có thêm thành phần AZ có thể tính được góc lệch của thiết bị thả xuống giếng khoan so với phương thẳng đứng. Tính toán các thông số:

- Độ lớn của vector gia tốc kể là:

$$A = (Ax^2 + Ay^2 + Az^2)^{1/2}$$

- Chuẩn hóa:  $ax = Ax/A$     $ay = -Ay/A$     $az = Az/A$

- Độ lệch của thiết bị thả xuống giếng khoan là:

$$DEV = \arctg[(ax^2 + ay^2)^{1/2}/az]$$

- Góc tự xoay của thiết bị thả xuống giếng khoan là  $ROT = \arctg(ay/(-ax))$

Trong thiết bị đo theo sáng chế này, mảng N dữ liệu sector bắt đầu từ có cảm biến đánh dấu là chỉ số 0, dù thiết bị thả xuống giếng khoan có xoay ở vị trí bất kỳ thì mảng dữ liệu gốc vẫn lấy chỉ số 0 từ điểm đánh dấu đó. Từ góc xoay của thiết bị thả xuống giếng khoan, có thể sắp xếp lại chỉ số của mảng dữ liệu của các cảm biến sector để đồng chỉnh sao cho hình ảnh trực quan thể hiện đúng các sector của ống chống liên kết theo chiều dọc trên toàn giếng.

Khối đo xa và thu thập dữ liệu (Telemetry và Data Acquisition):

Khối đo xa và thu thập dữ liệu này là bộ điều khiển trung tâm và thu thập số liệu đầy đủ từ 68 kênh dữ liệu 16 bit. Đây cũng là trọng tâm của việc làm chủ hệ thống đo lường điều khiển trong các thiết bị thả xuống giếng khoan địa vật lý. Mạch điện tử của Thiết bị thả xuống giếng khoan được tạo kết cấu bởi các linh kiện chuyên dụng, có thể làm việc ở nhiệt độ cao.

Hệ thống được phát triển là một hệ đa điều khiển gồm hai bộ vi điều khiển công nghiệp thực hiện chức năng chuyên biệt là điều khiển chức năng trao đổi dữ liệu theo nguyên tắc đo xa (Telemetry) trong điều kiện nhiệt độ hoạt động cao (>175°C, áp suất lớn (20000psi) và thiết bị thả xuống giếng khoan cách xa trạm bề mặt

(6500m) và chức năng thu thập dữ liệu (Data Acquisition DAQ) xử lý thu thập và tích lũy cho 68 kênh dữ liệu 16 bit.

#### Khối đo xa

Đây là khối đo lường điều khiển chính, chịu trách nhiệm điều khiển và trao đổi dữ liệu hai chiều giữa tổ hợp thiết bị thả xuống giếng khoan và trạm bề mặt bằng kỹ thuật đo xa. Theo sáng chế này, thiết bị thả xuống giếng khoan sẽ có mã nhận dạng riêng, cùng có chu kỳ của bit đồng hồ  $= 46,875\mu s$ , nhưng trên thực tế chu kỳ này có thay đổi chút ít nên trạm bề mặt khi làm việc cần phải xác định các tham số bit đồng hồ (Clock Bit) cả khi phát, khi đọc và pha ban đầu để giải mã dữ liệu theo dạng Manchester-2 chỉ định cho từng loại thiết bị thả xuống giếng khoan.

Khi nhận được lệnh từ dữ liệu tín hiệu nhận đầu vào về yêu cầu truy xuất từ trạm bề mặt, khối đo xa sẽ xử lý dữ liệu và truyền dữ liệu nối tiếp lên trạm bề mặt bằng chuỗi xung dữ liệu trên đường tín hiệu bằng kỹ thuật điều khiển dòng.

Phần sụn cho vi điều khiển thu thập dữ liệu (MCU Data Acquisition) gồm 3 chức năng:

- Thu thập dữ liệu 40/60 cảm biến LVDT.
- Phát xung 20 KHz cho khối phát tín hiệu hình sin chuẩn tần số 20 KHz và khối đo góc xoay thiết bị thả xuống giếng khoan.
- Gửi mảng dữ liệu sang vi điều khiển thu thập dữ liệu MCU đo xa thông qua giao tiếp nối tiếp bất đồng bộ UART 315 KBaud.

#### Phần sụn thu thập dữ liệu 40/60 cảm biến LVDT

Để thu thập đủ 64 kênh dữ liệu từ bộ cảm biến LVDT, vi điều khiển MCU điều khiển các chip dồn kênh HD507 để tích lũy 64 kênh quét được vào bộ nhớ đệm (buffer). Thực hiện đọc các kênh bằng thuật toán quét kênh để đọc đến 64 kênh từ các bộ MUX:

Phần sụn đọc dữ liệu 8 kênh tách sóng nhạy pha (Phase Sensitive Discriminator), gồm:

Mỗi kênh lấy trung bình 20 mẫu liên tiếp, chiếm khoảng  $200\mu s$ . Thực hiện đọc tổng cộng 8 kênh chiếm 1,6ms.

Phần sụn phát xung 20 KHz: để đơn giản, thực hiện sử dụng bộ định thời (timer) 1 để tự động phát xung 20KHz theo yêu cầu.

Giải pháp theo sáng chế này dùng PORTC4 và PORTC5 để đưa đến 2 khối gồm khối phát tín hiệu hình sin chuẩn và khối đo góc xoay thiết bị thả xuống giếng khoan.

Phần sụn truyền dữ liệu sang vi điều khiển đo xa MCU:

Khi nhận được mã hexa tương ứng với thiết bị thả xuống giếng khoan 40 cần điều khiển đo hoặc 0x55 tương ứng với thiết bị thả xuống giếng khoan 60 cần điều khiển đo từ UART do vi điều khiển đo xa (MCU Telemetry) yêu cầu, khi đó vi điều khiển này sẽ tiến hành thu thập dữ liệu đầy đủ rồi truyền trở lại vi điều khiển đo xa qua UART 315 KBaud.

Như được thể hiện trên Hình 5 kết cấu thiết bị thả xuống giếng khoan được nhìn từ bên ngoài, trong đó có kết cấu định tâm chống xoay.

Giao thức đo xa bằng kỹ thuật mã hóa và giải mã Manchester-2 :

Kỹ thuật mã hóa Manchester cho phép gửi bit đồng hồ (clock bit) trong chuỗi xung nối tiếp của dữ liệu. Cụ thể: Mã Manchester-2 = (bit đồng hồ) XOR (Dữ liệu)

Một từ (word) dữ liệu hỏi hoặc đáp được đóng gói 20 bit với cấu trúc:

1 từ = 3 bit nhận dạng truyền xuống/truyền lên (Downlink/Uplink) + 16 bit dữ liệu + 1 bit Parity.

Trong đó, 3 bit nhận dạng được mô tả như sau:

3 bit ID Truyền xuống =  $\frac{1}{2}$  bit 1 +  $\frac{1}{2}$  bit 0 + 1 bit 1 +  $\frac{1}{2}$  bit 0 +  $\frac{1}{2}$  bit 1

3 bit ID Truyền lên =  $\frac{1}{2}$  bit 0 +  $\frac{1}{2}$  bit 1 + 1 bit 0 +  $\frac{1}{2}$  bit 1 +  $\frac{1}{2}$  bit 0

Thiết bị đo khuyết tật ống chống sử dụng kỹ thuật điều khiển dòng khi gửi dữ liệu dưới dạng mã Manchester-2, tín hiệu của 1 từ 20 bit qua 6500m cáp bị ảnh hưởng của điện dung ký sinh và điện trở cáp đã bị méo nhiều.

Tại khối vi điều khiển đo xa (telemetry) các đầu vào (lối vào) bộ chuyển đổi tương tự-số ADC được sử dụng để thu thập các thông tin phụ trợ và trạng thái của thiết bị thả xuống giếng khoan gồm:

- Hai kênh thành phần AX và AY.

- Hai kênh đo nhiệt độ bên trong thiết bị thả xuống giếng khoan T<sub>in</sub> bên trong và T<sub>ext</sub> bên ngoài (tương ứng với nhiệt độ bên trong T<sub>in</sub> và T<sub>ext</sub> nhiệt độ bên ngoài).

- Các giá trị điện áp +5V, +15V và điện áp nguồn nuôi.

Khối thu thập dữ liệu (data acquisition)

Khối thu thập dữ liệu (DAQ data acquisition) có chức năng cung cấp 2 xung có tần số 20KHz cho mạch phát dạng tín hiệu hình sin chuẩn tần số 20KHz và xung điều khiển (cổng) GATE và DEVCD (dùng chung) cho khối đo góc xoay thiết bị thả xuống giếng khoan.

Vi điều khiển DAQ phát 3 bit địa chỉ A0, A1, A2 để quét kênh và thu thập từ 8 kênh tương tự (analog) thành mảng dữ liệu 8x8 kênh. Như vậy tối đa có thể ghi được 64 kênh dữ liệu tương tự.

Chi tiết cấu trúc của khối thu thập dữ liệu được thể hiện trên Hình 6 là sơ đồ khối thu thập dữ liệu 64 kênh dữ liệu.

Phần sụn cho vi điều khiển đo xa (MCU telemetry) thực hiện bốn chức năng:

- Nhận tín hiệu truyền xuống, đọc dữ liệu bất đồng bộ, giải mã ID, giải mã lệnh thực thi.
- Gửi dữ liệu truyền lên, đóng gói dữ liệu theo từ 20 bit, đóng gói dữ liệu theo từ frame 68.
- Điều khiển và thu thập dữ liệu từ vi điều khiển (MCU Data Acquisition) qua UART 315 KBaud.
- Thu thập dữ liệu từ tham số phụ trợ và thông tin trạng thái của thiết bị thả xuống giếng khoan.

Phần sụn (firmware) truyền xuống: thực hiện đọc dữ liệu bất đồng bộ, giải mã ID, giải mã lệnh thực thi. Dưới đây là thuật toán đọc dữ liệu bất đồng bộ truyền xuống mã hóa Manchester-2 từ trạm bề mặt.

Phần sụn điều khiển và thu thập dữ liệu từ vi điều khiển thu thập dữ liệu (MCU Data Acquisition) sử dụng phần mềm nhúng trong vi điều khiển MCU để thực hiện thuật toán điều khiển thu thập dữ liệu từ vi điều khiển thu thập dữ liệu qua UART 315

Kbaud. Bắt đầu kiểm tra dữ liệu truyền xuống so với tập lệnh có truy xuất dữ liệu ký hiệu CW = {0x1000, 0x1050, 0x1005, 0x10a0, 0x100a, 0x105e, 0x105f}

Phần sụn thu thập dữ liệu phụ trợ là phần mềm nhúng thực hiện thuật toán cập nhật dữ liệu thông tin phụ trợ và trạng thái của thiết bị thả xuống giếng khoan, thuật toán mã hóa Manchester-2 dữ liệu truyền lên 16 bit thành 40 bit mã hóa.

Phần sụn truyền lên toàn bộ khung (frame) gồm 68 từ (word) trong đệm (buffer) lên đường tín hiệu.

Phần sụn cho vi điều khiển thu thập dữ liệu (MCU Data Acquisition) gồm 3 chức năng:

- Thu thập dữ liệu 40/60 cảm biến LVDT.
- Phát xung 20 KHz cho khối phát tín hiệu hình sin chuẩn 20 KHz và khối đo góc xoay thiết bị thả xuống giếng khoan.
- Gửi mảng dữ liệu sang vi điều khiển đo xa (MCU telemetry) qua UART 315 Kbaud.

Phần sụn thu thập dữ liệu 40/60 cảm biến LVDT

Để thu thập đủ 64 kênh dữ liệu từ bộ cảm biến LVDT, vi điều khiển MCU điều khiển các chip dồn kênh HD507 để tích lũy 64 kênh quét được vào bộ nhớ đệm (buffer). Dưới đây là thuật toán quét kênh để đọc đến 64 kênh từ các bộ MUX:

Phần sụn đọc dữ liệu 8 kênh tách sóng nhảy pha:

Mỗi kênh lấy trung bình 20 mẫu liên tiếp, chiếm khoảng 200μs. Đọc tổng cộng 8 kênh chiếm 1,6ms

Phần sụn phát xung 20 KHz: để đơn giản, sử dụng bộ định thời 1 để tự động phát xung 20KHz theo yêu cầu.

Sử dụng PORTC4 và PORTC5 để đưa đến 2 khối gồm khối phát tín hiệu hình sin chuẩn và khối đo góc xoay thiết bị thả xuống giếng khoan.

Phần sụn truyền dữ liệu sang vi điều khiển đo xa (MCU Telemetry):

Khi nhận được mã hexa tương ứng với thiết bị thả xuống giếng khoan 40 cần điều khiển đo hoặc 0x55 tương ứng với thiết bị thả xuống giếng khoan 60 cần điều khiển đo từ UART do vi điều khiển đo xa yêu cầu, thì vi điều khiển thu thập dữ liệu

(MCU Data Acquisition) sẽ tiến hành thu thập dữ liệu đầy đủ thì truyền lại vi điều khiển đo xa qua UART 315 Kbaud.

Giải pháp theo sáng chế này, hệ thống thiết bị đo khuyết tật ống chống 40/60 cảm biến có hầu hết các cảm biến kể cả của hai kênh nhiệt độ và hai thành phần AX và AY đều là các tín hiệu tuyến tính nên hầu hết đều áp dụng kỹ thuật chuẩn tuyến tính 2 điểm hoặc 3 điểm. Cụ thể như sau:

- Đối với 2 kênh nhiệt độ đo bên trong và bên ngoài thiết bị thả xuống giếng khoan: Vì đều là các điện trở nhiệt Platin tuyến tính nên chỉ cần qui về đo điện trở rồi qui đổi theo đặc tuyến hay bảng tra, hoặc chuẩn theo nhiệt kế trong điều kiện nhiệt độ ổn định trong thời gian vài giờ tại 2 nhiệt độ khác nhau. Ví dụ chuẩn bên ngoài phòng trong 2 giờ có T1 và chuẩn bên trong phòng 2 giờ có T2. Từ 2 điểm chuẩn phân biệt đó, có thể tính ra nhiệt độ cho cả 2 cảm biến.

Để có thể giao tiếp và tương thích với trạm bề mặt, giải pháp theo sáng chế còn bao gồm môđun tương thích trạm bề mặt điều khiển đo ghi các hệ thống đo khuyết tật ống chống. Môđun này bao gồm các mạch điều khiển thu thập dữ liệu 68 kênh theo giao thức để tương thích với trạm bề mặt (Thiết bị thả xuống giếng khoan sẽ làm việc trực tiếp với trạm bề mặt sau khi tích hợp thêm môđun đo khuyết tật ống chống) gồm các khối chính như sau:

Khối phối hợp chức năng và đo xa (flexstack và telemetry): đây là khối đo lường điều khiển chính, chịu trách nhiệm điều khiển và trao đổi dữ liệu hai chiều giữa tổ hợp thiết bị thả xuống giếng khoan và trạm bề mặt bằng kỹ thuật đo xa. Trạm bề mặt khi làm việc cần phải xác định các tham số bit đồng hồ (Clock Bit) cả khi phát, khi đọc và pha ban đầu để giải mã dữ liệu theo dạng Manchester-2 chỉ định cho từng loại thiết bị thả xuống giếng khoan. Khi cần truy xuất đến tổ hợp thiết bị thả xuống giếng khoan, máy tính trung tâm sẽ gửi qua trạm bề mặt các tham số cần thiết. Các lệnh từ máy tính gửi đi luôn là những gói 8 byte phân biệt bằng tiêu đề (header) và dữ liệu gửi về từ các khối là những gói 138 byte chứa 136 byte dữ liệu và 2 byte khung có giá trị cố định. Thực hiện xử lý cấu trúc dữ liệu thu thập từ thiết bị thả xuống giếng khoan.

Phần mềm sẽ tách dữ liệu từ khung (frame) dữ liệu được đóng gói từ thiết bị thả xuống giếng khoan bằng phương pháp thích hợp. Do đặc thù riêng mà mỗi loại thiết bị

này sẽ có kích thước và cách đóng gói dữ liệu cụ thể khác nhau. Đối với hệ thống đo khuyết tật ống chống theo sáng chế này gồm 40 cảm biến LVDT hay 60 cảm biến cần điều khiển đo LVDT dùng giao diện đo đường kính. Về khối đo các tín hiệu phụ trợ, các tín hiệu phụ trợ như sức căng, dầu mét, điện áp AC, dòng AC sẽ được đưa về PORTA của vi điều khiển PIC16F877A trong khối DMT để chuyển đổi AD và tính toán. Tín hiệu từ mã hóa (Encoder) sẽ được đưa 2 pha về chân ngắt ngoài GP2 và GP1 của vi điều khiển đo độ sâu riêng PIC12F675 để nhận biết chiều quay của mã hóa (encoder) và đếm số xung. Từ số xung đếm được sẽ có thể tính được tốc độ kéo cáp và độ sâu. Dữ liệu độ sâu được vi điều khiển (MCU) của DMT đọc vào khi đã gửi xong dữ liệu lần trước nhờ vào giao thức nối tiếp. Các thông số tín hiệu phụ trợ sau khi tính toán sẽ được hiển thị lên màn hình LCD và đóng gói tiêu chuẩn gửi lên máy tính khi được yêu cầu.

Khối nguồn nuôi cách ly:

Khối nguồn nuôi của trạm bề mặt gồm có: Nguồn nuôi thiết bị thả xuống giếng khoan hệ P – Karat: là nguồn AC 220V 50Hz/60Hz cách ly bằng biến thế. Nguồn nuôi thiết bị thả xuống giếng khoan loại cáp một lõi: là nguồn ổn áp +170VDC sử dụng kỹ thuật điều chế độ rộng xung (PWM) và lọc tích cực công suất để đảm bảo độ phẳng của nguồn một chiều DC nuôi thiết bị thả xuống giếng khoan. Nguồn ổn áp nuôi mạch điện tử để cung cấp nguồn +15V,  $\pm 12V$  và +5V.

Phần sụn (firmware) của trạm bề mặt

Phần sụn của các vi điều khiển MCU có nhiệm vụ thực hiện điều khiển và thu thập dữ liệu của hệ thống. Về phần nâng cấp chủ yếu mở rộng đóng gói lên đến 68 từ dữ liệu 16 bit từ thiết bị thả xuống giếng khoan lên trạm và 138 byte từ trạm bề mặt lên máy tính. Dưới đây là các phần sụn cơ bản:

- Phần sụn thu nhận dữ liệu nhận 1 từ 20 bit từ thiết bị thả xuống giếng khoan

- Phần sụn khối đo độ sâu trên PIC12F67 (đo các tín hiệu phụ trợ độ sâu Depth và tốc độ Speed): điện áp AC được đưa đến đầu vào tương tự (analog) của vi điều khiển qua cầu phân áp. Sau khi lấy mẫu AD liên tục trong vòng 1 chu kỳ 20ms, sẽ thực hiện đo được đỉnh điện áp rơi. Sau đó thực hiện tính được giá trị điện áp đỉnh và điện áp hiệu dụng hiện tại.

- Phần sụn khối đo xa (telemetry) giao tiếp với thiết bị thả xuống giếng khoan, và phần sụn phát dữ liệu.

Giải pháp theo sáng chế được cài đặt phần mềm nhúng trong vi điều khiển để thực hiện điều khiển đo ghi và biểu diễn dữ liệu dồn kênh theo sector một cách thuận lợi và dễ vận hành cho hệ thống đo khuyết tật dồn kênh.

### Ví dụ thực hiện sáng chế

Triển khai hệ thống thiết bị đo khuyết tật ống chống theo sáng chế để thực hiện đo độ dày ống chống bằng cách đo đường kính trong của ống chống thể hiện theo 40 sector ở nhiều kênh nhằm mục đích phát hiện khuyết tật. Kết quả đo như thể hiện trên Hình 7 cho phép nhìn được theo sector của ống chống, nhằm đáp ứng nhu cầu dịch vụ đo kiểm tra trạng thái kỹ thuật của ống chống. Như thể hiện trên Hình 7 có thể quan sát được một cách trực quan dữ liệu dồn kênh theo sector.

Thực hiện đo bằng hệ thống thiết bị đo khuyết tật ống chống theo sáng chế bao gồm các thông số đo:

- 40/60 kênh đo bán kính: ARM[0...59 ]
- Góc xoay thân thiết bị thả xuống giếng khoan (bering): ROT
- Nhiệt độ bên trong thiết bị thả xuống giếng khoan: T<sub>int</sub>
- Nhiệt độ bên ngoài thiết bị thả xuống giếng khoan: T<sub>ext</sub>
- Hai thành phần gia tốc kế: Ax, Ay.

Các đặc tính kỹ thuật của thiết bị thả xuống giếng khoan 40/60 cảm biến LVDT gồm:

- Nguồn nuôi cho thiết bị thả xuống giếng khoan:
  - +110VDC khi hoạt động đo lường và điều khiển,
  - 80VDC đến -110VDC khi đóng cần điều khiển đo cưỡng bức;
- Dòng tiêu thụ: 175mA/180mA.
- Đường kính thiết bị thả xuống giếng khoan khi đóng cần điều khiển đo: 92mm/114mm.
- Đường kính thiết bị thả xuống giếng khoan khi mở hết cần điều khiển đo: 205mm/308mm.

- Chiều dài thiết bị thả xuống giếng khoan: 2,10m/2,25m.
- Khối lượng thiết bị thả xuống giếng khoan: 60kg/86kg.
- Nhiệt độ làm việc: 175 °C
- Tốc độ đo: 10m/phút
- Dải đo ARMi : 114mm-194mm / 140mm-300mm  
+ Độ chính xác:  $\pm 0,25\text{mm}$
- Dải đo ROT: 0 đến 360°  
+ Độ chính xác:  $\pm 1^\circ$
- Dải đo nhiệt độ: -20°C đến 200°C  
+ Độ chính xác:  $\pm 0,5^\circ\text{C}$
- Tốc độ truyền dữ liệu 20833 baud (bit đồng hồ = 48μs).
- Vỏ và các chi tiết cơ khí của thiết bị thả xuống giếng khoan đều được làm từ thép không gỉ và chống ăn mòn tốt, dễ gia công và có tính hàn tốt.

#### Hiệu quả đạt được của sáng chế

Hệ thống thiết bị đo khuyết tật ống chống bằng hệ đa cảm biến theo sáng chế này cung cấp cách nhìn trực quan về ống chống theo 40 sector hoặc 60 sector theo nhiều kênh, tùy theo loại ống chống có đường kính khác nhau bằng hệ thống gồm 40 hay 60 cảm biến là những bộ biến áp nghịch từ có lõi dịch chuyển tuyến tính LVDT (Linear variable differential transformer), nhằm mục đích chỉ ra được khuyết tật, đã cho phép nhìn được theo sector của ống chống, nhằm đáp ứng nhu cầu kiểm tra trạng thái kỹ thuật ống chống, phát hiện các ống chống bị rỉ sét, bị khuyết tật nhằm phục vụ cho quá trình bảo dưỡng giếng khoan khai thác dầu khí. Thông qua hệ thống thiết bị đo khuyết tật ống chống theo sáng chế này, người sử dụng có thể nhận biết bằng trực quan khuyết tật của đối tượng đo bằng hình ảnh và thao tác thuận tiện, để thực hiện đo vùng khuyết tật nhằm khẳng định giá trị khuyết tật đo được.

## YÊU CẦU BẢO HỘ

1. Hệ thống thiết bị đo khuyết tật ống chống bằng hệ đa cảm biến bao gồm:

khối phối hợp chức năng có chức năng phối ghép trực tiếp thiết bị thả xuống giếng khoan với đường tín hiệu của trạm bề mặt;

khối nguồn nuôi: là bộ nguồn rung làm việc ở tần số 40KHz, điện áp vào cung cấp từ trạm bề mặt bằng cáp một lõi và cực đất là vỏ cáp, điện áp danh định là +110VDC; nguồn nuôi cung cấp các nguồn ổn áp  $\pm 15V$  để nuôi các mạch tương tự (analog), +5V để nuôi các mạch điều khiển số và hệ vi điều khiển và  $\pm 80V$  để nuôi mô tơ phục vụ việc đóng cần điều khiển đo hoặc mở cần điều khiển đo thực hiện bởi các lệnh phần mềm nhúng của hệ thống thiết bị đo khuyết tật ống chống;

khối phát tín hiệu hình sin tần số 20KHz: là mạch nhận xung vuông 20KHz từ bộ điều khiển trung tâm, lọc thành dạng tín hiệu hình sin và khuếch đại công suất lớn để cung cấp nguồn tín hiệu hình sin chuẩn 20KHz ổn định lên tối đa 60 cảm biến bộ biến áp nghịch từ có lõi dịch chuyển tuyến tính;

khối dồn kênh và tách sóng nhạy pha: đầu ra của mỗi cảm biến LVDT là tín hiệu vi sai sẽ được đưa đến bộ dồn kênh có đầu vào vi sai để tách ra tín hiệu hình sin cần đo và sau đó đưa đến mạch tách sóng nhạy pha để chuyển thành tín hiệu một chiều (DC) để tạo ra một mảng các giá trị để đưa trực tiếp đến khối số hóa để thu thập dữ liệu;

khối đo góc xoay thiết bị thả xuống giếng khoan: là khối sẽ đo cặp tín hiệu từ 2 bộ cảm biến LVDT có lõi dịch chuyển theo phương trọng lực được đặt theo trục X và trục Y để xác định góc xoay của thiết bị thả xuống giếng khoan khi di chuyển dọc theo thành giếng khoan;

khối đo xa và thu thập dữ liệu là bộ điều khiển trung tâm và thu thập số liệu đầy đủ từ 68 kênh dữ liệu 16 bit được tạo kết cấu gồm hệ đa điều khiển gồm hai bộ vi điều khiển công nghiệp thực hiện chức năng đo xa và thu thập dữ liệu;

khối cảm biến LVDT là hệ đa cảm biến gồm một mảng nhiều cảm biến mắc trên vòng tròn để khảo sát sự thay đổi bán kính của hệ 40 đến 60 cảm biến LVDT làm việc độc lập;

trạm bề mặt là một hệ thống đo xa để làm việc với các thiết bị thả xuống giếng khoan qua cáp với độ dài cáp lên đến 7500m;

môđun trạm bề mặt đồng bộ phục vụ việc điều khiển đo ghi các thiết bị thả xuống giếng khoan hệ thống đo khuyết tật ống chống đã được nâng cấp, môđun này bao gồm các mạch điều khiển thu thập dữ liệu 68 kênh và giao tiếp đo xa chuyên dụng cho hệ thống đo khuyết tật ống chống; và

khối điều khiển được cài đặt phần mềm nhúng thực hiện xử lý số liệu đo và điều khiển quá trình đo ghi và biểu diễn dữ liệu dồn kênh theo sector của hệ thống thiết bị đo khuyết tật ống chống.

2. Hệ thống thiết bị đo theo điểm 1, trong đó khác biệt ở chỗ thực hiện chia mặt cắt của ống chống ra làm nhiều sector để mô tả và được đồng chỉnh với góc xoay của thiết bị thả xuống giếng khoan khi di chuyển trong giếng khoan dọc theo thành ống chống; số sector phụ thuộc vào đường kính của ống chống cần đo khuyết tật.

3. Hệ thống thiết bị đo theo điểm 1, trong đó còn được tạo kết cấu gồm các mạch điều khiển và giao tiếp đo xa để tương thích với trạm đo và sử dụng hệ thống tời có cáp một lõi của trạm đo kiểm tra chế độ khai thác.

4. Quy trình đo khuyết tật ống chống bằng hệ thống thiết bị đo theo điểm 1 bao gồm các bước:

(i) đọc dữ liệu bất đồng bộ truyền xuống mã hóa Manchester-2 từ trạm bề mặt;

(ii) thu thập dữ liệu từ khối thu thập dữ liệu thông qua giao tiếp nối tiếp bất đồng bộ UART 315 Kbaud;

(iv) cập nhật dữ liệu thông tin phụ trợ và trạng thái của thiết bị thả xuống giếng khoan;

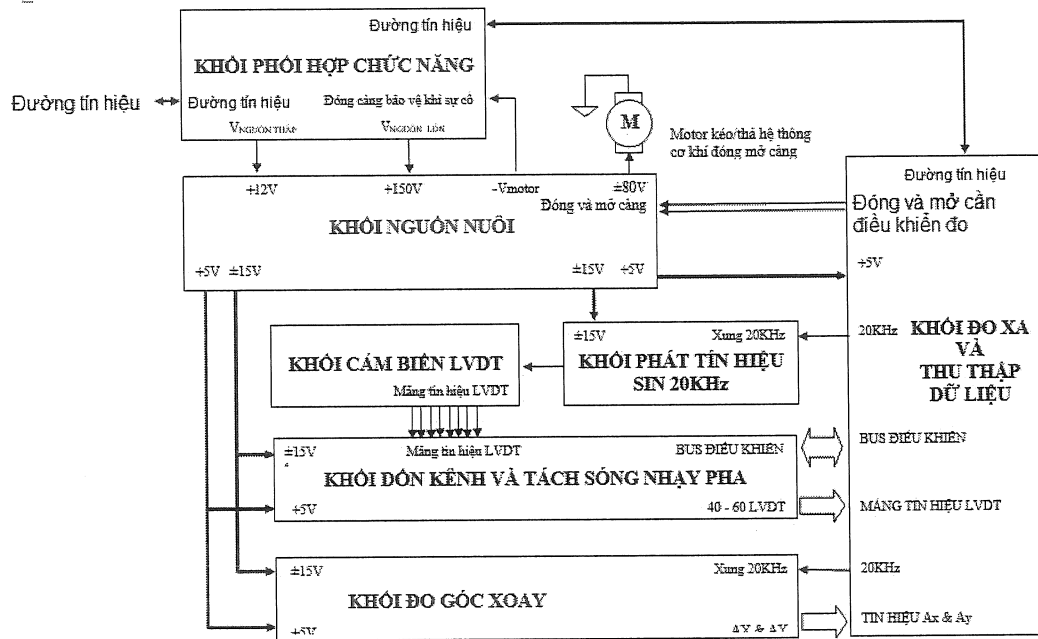
(v) mã hóa Manchester-2 dữ liệu truyền lên 16 bit thành 40 bit mã hóa;

(vi) tải truyền lên toàn bộ khung gồm 68 từ trong bộ đệm lên đường tín hiệu;

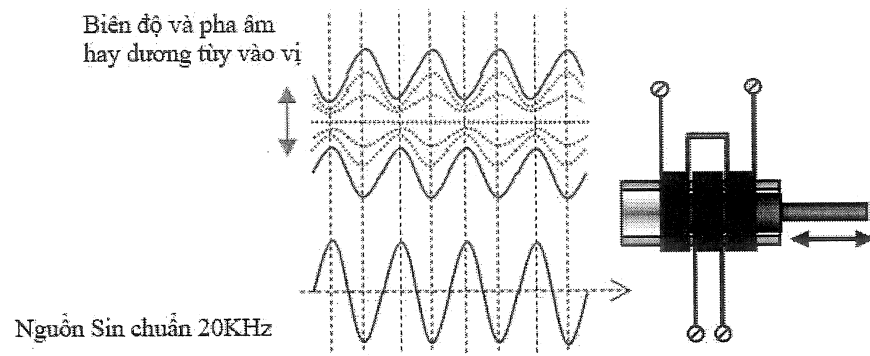
(vii) đọc dữ liệu 8 kênh tách sóng nhạy pha, mỗi kênh lấy trung bình 20 mẫu liên tiếp, chiếm khoảng  $200\mu s$ , đọc tổng cộng 8 kênh chiếm 1,6ms;

(viii) phát xung 20 KHz, sử dụng ngắt bộ định thời để tự động phát xung 20KHz theo yêu cầu; và

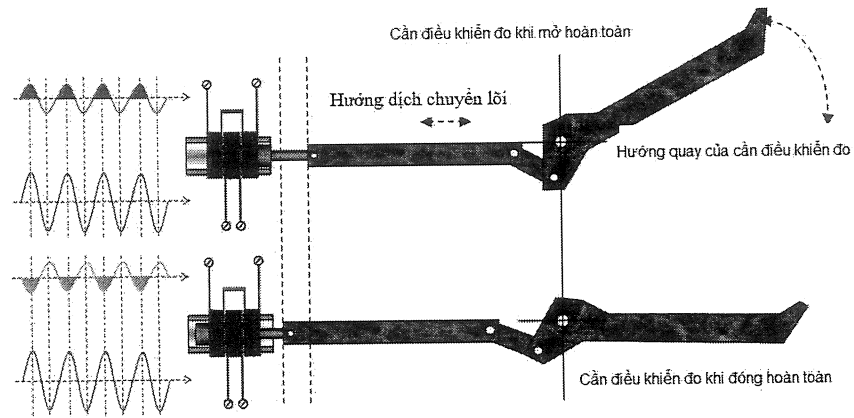
(ix) nhận được mã hexa tương ứng, tiến hành thu thập dữ liệu đầy đủ rồi truyền lại vi điều khiển đo xa qua UART 315 KBaud.



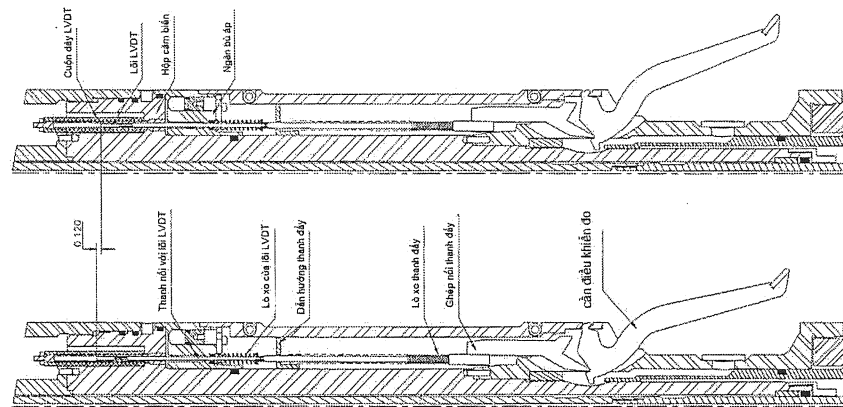
Hình 1



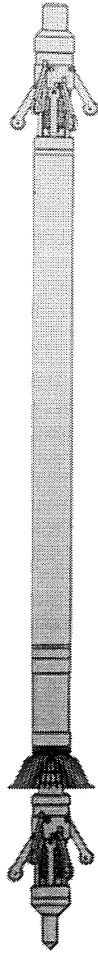
Hình 2



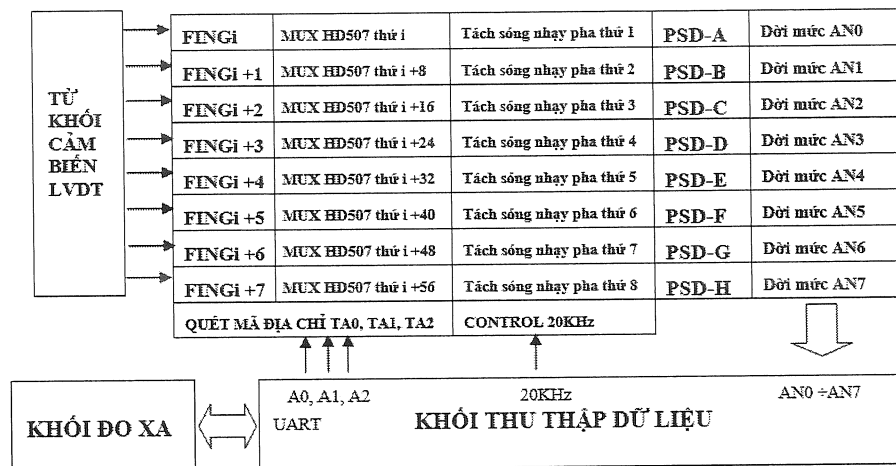
Hình 3



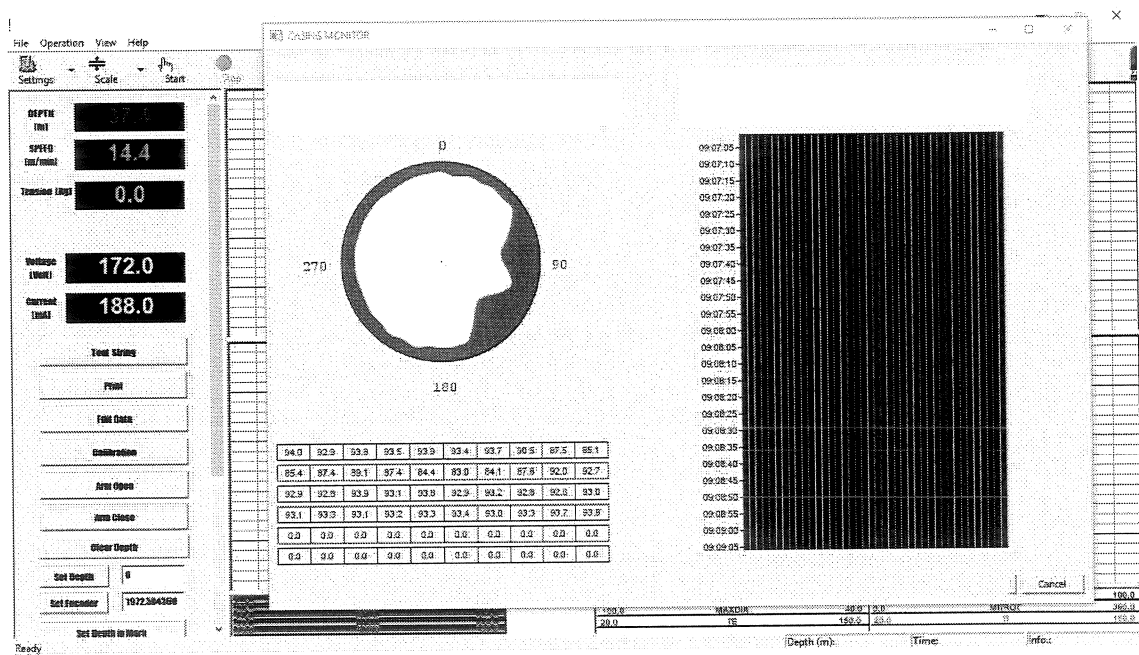
Hình 4



Hình 5



Hình 6



Hình 7