



(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) 
1-0020097

(51)⁷ **G01S 19/00, G01T 1/00, G08B 21/00,**
25/00

(13) **B**

(21) 1-2016-02849

(22) 02.08.2016

(45) 26.11.2018 368

(43) 25.10.2016 343

(73) **TRƯỜNG ĐẠI HỌC BÁCH KHOA HÀ NỘI (VN)**

Số 1 Đại Cồ Việt, quận Hai Bà Trưng, thành phố Hà Nội

(72) **Trần Quang Vinh (VN), Nguyễn Hữu Thanh (VN), Nguyễn Hữu Phát (VN), Nguyễn Chí Hưng (VN), Hoàng Văn Quang (VN), Phạm Văn Tiến (VN), Đặng Quang Thiệu (VN), Nguyễn Văn Sỹ (VN), Nguyễn Trung (VN), Lê Duy Thọ (VN), Trương Minh Thông (VN)**

(54) **PHƯƠNG PHÁP VÀ HỆ THỐNG GIÁM SÁT, QUẢN LÝ NGUỒN PHÓNG XẠ**

(57) Sáng chế đề xuất phương pháp, thiết bị và hệ thống để giám sát và quản lý nguồn phóng xạ. Các bước thực hiện để giám sát nguồn phóng xạ di động bao gồm thu thập thông tin về vị trí, trạng thái thiết bị và mức phóng xạ, xử lý, đóng gói và truyền về trung tâm vận hành và giám sát. Ngoài ra, các thông tin này còn được sử dụng để đưa ra các cảnh báo hoặc báo động ngay tại thiết bị. Thêm vào đó, một quá trình giám sát song song nhưng hoạt động độc lập, sử dụng một thiết bị giám sát ẩn (Implant Tracker) giúp cảnh báo sớm những nguy cơ tiềm tàng mà có khả năng ảnh hưởng lớn hoặc vô hiệu hóa chức năng giám sát của thiết bị. Từ đó, nguồn phóng xạ sử dụng di động được quản lý và giám sát cả về vị trí và trạng thái chính xác, kịp thời.

Lĩnh vực kỹ thuật được đề cập

Sáng chế đề xuất phương pháp, thiết bị và hệ thống để giám sát và quản lý nguồn phóng xạ. Trong đó, các nguồn phóng xạ được sử dụng trong các thiết bị chụp ảnh công nghiệp hay các thiết bị kiểm tra không phá hủy (NDT-Non Destructive Device) là đối tượng được hướng tới áp dụng trước tiên. Các thiết bị này thực hiện giám sát nguồn phóng xạ di động bao gồm thu thập thông tin về vị trí, trạng thái thiết bị và mức phóng xạ, xử lý, đóng gói và truyền về trung tâm vận hành và giám sát. Ngoài ra, các thông tin này còn được sử dụng để đưa ra các cảnh báo hoặc báo động ngay tại thiết bị. Từ đó, nguồn phóng xạ sử dụng di động được quản lý và giám sát cả về vị trí và trạng thái chính xác, kịp thời.

Tình trạng kỹ thuật của sáng chế

Hiện nay, các thiết bị giám sát hành trình cho ô tô đang được sử dụng rộng rãi. Tuy nhiên, không thể sử dụng các thiết bị này cho mục đích giám sát thiết bị chứa nguồn phóng xạ sử dụng di động. Nguyên nhân vì các thiết bị giám sát hành trình có kích cỡ lớn, sử dụng nguồn nuôi ngoài, không được thiết kế để vận hành bình thường trong các điều kiện khắc nghiệt, gồm có nhiệt độ, độ ẩm cao, nồng độ phóng xạ cao, vắng, va đập mạnh ...

Trong vài năm gần, tại nước ta xảy ra một số vụ thất lạc các thiết bị NDT. Vì vậy, sáng chế này giúp đảm bảo việc giám sát và quản lý tất cả các thiết bị chứa nguồn phóng xạ sử dụng trong chụp ảnh phóng xạ công nghiệp, góp phần đảm bảo an toàn và an ninh nguồn phóng xạ.

Các hệ thống giám sát nguồn phóng xạ của nước ngoài mặc dù có nhiều ưu điểm nhưng khó có thể được triển khai tại Việt Nam do gặp phải nhiều rào cản cả về kinh phí triển khai và vận hành, nguồn nhân lực để vận hành, chính sách chuyển giao của các nước, và đặc biệt là cơ sở hạ tầng hiện tại của Việt Nam còn thua kém khi so sánh với các nước đã áp dụng các hệ thống giám sát này. Trong khi đó, các thiết bị giám sát hành trình đang được sử dụng không thể áp dụng cho mục đích giám sát các thiết bị chứa nguồn phóng xạ.

Trong một số vụ mất/thất lạc thiết bị NDT gần đây, các thiết bị hoàn toàn không được giám sát bởi một hệ thống tự động. Thời điểm thiết bị NDT bị mất/thất

lạc không thể xác định chính xác, do đó việc tìm lại các thiết bị mất rất nhiều thời gian, công sức.

Bản chất kỹ thuật của sáng chế

Sáng chế được tạo ra nhằm giải quyết các vấn đề nêu trên. Sáng chế đề xuất các phương pháp thu thập thông tin; phương pháp tối ưu việc sử dụng các nguồn tài nguyên, nhất là tối ưu sử dụng năng lượng, trong việc gửi kết quả giám sát được về trung tâm vận hành và quản lý; thêm vào đó, sáng chế đề xuất phương pháp sử dụng một thiết bị giám sát ẩn được gọi là Implant Tracker. Thiết bị này hoạt động độc lập với thiết bị giám sát chính để tăng khả năng đảm bảo an toàn, an ninh nguồn phóng xạ.

Phương pháp quản lý và giám sát nguồn phóng xạ theo sáng chế, bao gồm các bước:

gửi thông tin điều khiển, bởi thiết bị vận hành và giám sát trung tâm tới thiết bị giám sát;

thu thập thông tin về vị trí trong điều kiện thách thức, bởi thiết bị giám sát, trong đó:

mô-đun định vị thực hiện việc tính toán vị trí hiện tại của thiết bị giám sát thông qua các mô-đun thành phần, gồm mô-đun định vị vệ tinh GNSS (GNSS – Global Navigation Satellite System - Hệ thống vệ tinh định vị toàn cầu), mô-đun định vị sử dụng hệ thống thông tin di động Cell_ID, mô-đun định vị dựa trên sóng Wi-Fi, và mô-đun định vị dựa trên công nghệ sóng vô tuyến RFID (Radio Frequency Identification);

thu thập thông tin về trạng thái hiện tại của thiết bị và môi trường xung quanh, bởi thiết bị giám sát, trong đó:

tại mỗi chu kỳ hoạt động của mô-đun cảm biến, các cảm biến gồm cảm biến phóng xạ, cảm biến chuyển động, cảm biến phát hiện tháo gỡ bất hợp pháp, và cảm biến nhiệt, được kích hoạt để thu thập thông tin về trạng thái hiện tại và môi trường xung quanh thiết bị giám sát;

nhận thông tin giám sát, bởi thiết bị vận hành và giám sát trung tâm từ thiết bị giám sát;

kích hoạt các chế độ báo cáo, bởi thiết bị vận hành và giám sát trung tâm gồm chế độ 1 phút/1 lần, 10 phút/1 lần, và 10 tiếng/1 lần, chế độ cảnh báo, và chế độ báo động dựa trên thông tin thu được từ mô-đun cảm biến;

kiểm tra kết nối giữa thiết bị giám sát ần (Implant Tracker) và thiết bị giám sát, bởi thiết bị giám sát ần;

kiểm tra dung lượng của khối pin còn lại của thiết bị giám sát nếu có kết nối giữa thiết bị giám sát ần (Implant Tracker) và thiết bị giám sát;

kích hoạt chế độ báo động nếu kết nối giữa thiết bị giám sát ần (Implant Tracker) và thiết bị giám sát bị ngắt, khi đó thiết bị giám sát ần (Implant Tracker) sẽ phát tín hiệu ping.

Sáng chế cũng đề xuất hệ thống quản lý và giám sát nguồn phóng xạ, hệ thống này bao gồm:

thiết bị thiết bị vận hành và giám sát trung tâm thực hiện gửi thông tin điều khiển và nhận thông tin giám sát từ thiết bị giám sát;

thiết bị giám sát được gắn vào vỏ chứa của nguồn phóng xạ, thực hiện việc thu thập thông tin về vị trí và trạng thái của môi trường xung quanh, thiết bị này bao gồm: trung tâm xử lý có nhiệm vụ điều khiển hoạt động của toàn bộ các mô-đun định vị, mô-đun cảm biến, cụm đèn LED hiển thị, và mô-đun truyền thông; toàn bộ hoạt động của thiết bị được cung cấp bởi khối nguồn pin, thông tin giám sát được thiết bị giám sát gửi về thiết bị vận hành và giám sát trung tâm thông qua mô-đun truyền thông;

thiết bị giám sát ần (Implant Tracker) được gắn ần bên dưới lớp vỏ chứa của nguồn phóng xạ, trong đó thiết bị giám sát ần (Implant Tracker) này hoạt động giám sát nguồn phóng xạ độc lập với thiết bị giám sát.

Mô tả vắn tắt các hình vẽ

Hình 1: sơ đồ một hệ thống quản lý và giám sát nguồn phóng xạ.

Hình 2: kiến trúc của thiết bị giám sát được trình bày theo các mô-đun.

Hình 3: mô hình hành vi của bị giám sát ần (Implant Tracker).

Mô tả chi tiết sáng chế

Sáng chế đề xuất hệ thống quản lý và giám sát nguồn phóng xạ gồm có các phân hệ là thiết bị vận hành và giám sát trung tâm 1, thiết bị giám sát 3 được gắn vào vỏ chứa của nguồn phóng xạ 5, và bị giám sát ẩn (Implant Tracker) 6 được gắn ẩn bên dưới lớp vỏ chứa. Vai trò của từng phân hệ theo phương án của sáng chế như sau:

- Thiết bị vận hành và giám sát trung tâm 1 gửi thông tin điều khiển 4 cho thiết bị giám sát 3, và nhận thông tin giám sát 2 từ thiết bị giám sát 3.
- Thiết bị giám sát 3 thu thập các thông tin về vị trí từ mô-đun định vị 11, thông tin về trạng thái hiện tại của thiết bị và môi trường xung quanh thông qua mô-đun cảm biến 14, và sau đó là lựa chọn chế độ báo cáo tối ưu, hay kích hoạt chế độ cảnh báo hay báo động tương ứng.
- Hoạt động giám sát độc lập với thiết bị giám sát 3, bị giám sát ẩn (Implant Tracker) 6 thực hiện quy trình kiểm tra để kích hoạt chế độ cảnh báo mức cao nhất, ảnh hưởng nghiêm trọng tới an toàn, an ninh nguồn phóng xạ.

Các phương pháp điều khiển hoạt động của thiết bị giám sát 3 và phương pháp điều khiển thiết bị giám sát ẩn (Implant Tracker) 6 để giám sát nguồn phóng xạ, cụ thể là:

Phương pháp điều khiển hoạt động của thiết bị giám sát 3, bao gồm các bước:

thu thập thông tin về vị trí trong điều kiện thách thức;

thu thập thông tin về trạng thái hiện tại của thiết bị và môi trường xung quanh thiết bị giám sát;

kích hoạt các chế độ báo cáo, gồm chế độ 1 phút/1 lần, 10 phút/1 lần, và 10 tiếng/1 lần, chế độ cảnh báo, và chế độ báo động dựa trên thông tin thu được từ mô-đun cảm biến.

Phương pháp điều khiển hoạt động thiết bị giám sát ẩn (Implant Tracker) 6 để dự phòng cho thiết bị giám sát 3, bao gồm các bước:

kiểm tra kết nối giữa thiết bị giám sát ẩn (Implant Tracker) 6 và thiết bị giám sát 3;

nếu có kết nối giữa thiết bị giám sát ản (Implant Tracker) 6 và thiết bị giám sát 3 thì thiết bị giám sát ản (Implant Tracker) 3 kiểm tra dung lượng của khối Pin 19 còn lại của thiết bị giám sát 3;

nếu kích hoạt chế độ báo động, thiết bị giám sát ản (Implant Tracker) 6 sẽ phát tín hiệu ping.

Nội dung các bước thực hiện trong đề xuất của sáng chế được trình bày như sau:

Phương pháp điều khiển hoạt động của thiết bị giám sát 3, bao gồm các bước:

Bước 1: thu thập thông tin về vị trí trong điều kiện thách thức. Mô-đun định vị 11 thực hiện việc tính toán vị trí hiện tại của thiết bị giám sát 3. Mô-đun định vị 11 có các mô-đun thành phần, gồm:

- Định vị vệ tinh GNSS 7 sử dụng tín hiệu thu được từ các hệ thống định vị vệ tinh như GPS (GPS – Global Positioning System - Hệ thống Định vị Toàn cầu), GLONASS. Phương pháp định vị vệ tinh có ưu điểm là có độ chính xác cao, phạm vi định vị gần như là toàn bộ bề mặt trái đất. Tuy nhiên, phương pháp này không khả dụng trong các môi trường thách thức, ví dụ như bị che chắn, tầng hầm, hầm đường bộ;
- Định vị sử dụng hệ thống thông tin di động Cell_ID 8. Hệ thống thông tin di động mặt đất hiện nay bao gồm một mạng lưới dày đặc các trạm phát sóng, mỗi trạm phát sóng này bao phủ một vùng gọi là một tế bào (cell) của mạng. Mỗi trạm phát sóng được gán một mã định danh (ID – Identification), dựa vào Cell_ID có thể biết được vị trí của trạm phát sóng. Từ đó, nếu có được thông tin Cell_ID từ trên một trạm phát sóng có thể tính toán ra được vị trí hiện tại của thiết bị giám sát 3. So sánh với độ chính xác của phương pháp định vị vệ tinh thì định vị sử dụng hệ thống thông tin di động kém chính xác hơn. Tuy nhiên, thông tin Cell_ID là cần và đủ để phương pháp định vị sử dụng hệ thống thông tin di động tính toán ra được vị trí hiện tại của thiết bị chứa nguồn phóng xạ;
- Định vị dựa trên sóng Wi-Fi 9: Thiết bị định kỳ quét và thu thập thông tin về các điểm phát sóng Wi-Fi xung quanh nó, gửi dữ liệu các điểm phát sóng Wi-Fi này, bao gồm bộ nhận dạng thiết bị không dây (SSID - Service Set Identifier) và mức năng lượng tín hiệu thu được (RSSI – Received Signal Strength Indication) về trung tâm, trung tâm sẽ so sánh dữ liệu nhận được

với cơ sở dữ liệu và tính toán ra vị trí hiện tại của thiết bị chứa nguồn phóng xạ;

- Định vị dựa trên công nghệ sóng vô tuyến RFID (Radio Frequency Identification). Mỗi thiết bị giám sát 3 sẽ được gắn một thẻ tag RFID, từ đó, thiết bị chứa nguồn phóng xạ 5 được định vị và được định danh. Phương pháp định vị này đặc biệt phù hợp để giám sát nguồn phóng xạ đang được lưu trữ tại kho.

Để tối ưu hoạt động của mô-đun định vị 11 thì các mô-đun định vị phụ được kích hoạt theo thứ tự và theo kết quả của mô-đun định vị phụ được kích hoạt trước đó, cụ thể như sau:

- đầu tiên, mô-đun định vị vệ tinh GNSS 7 kiểm tra số lượng vệ tinh mà nó đang nhận được tín hiệu; nếu số lượng vệ tinh này lớn hơn 4, mô-đun định vị vệ tinh GNSS 7 sẽ tính toán ra vị trí hiện tại, nó gửi thông tin này cho trung tâm xử lý 13; trong trường hợp ngược lại,
- mô-đun định vị sử dụng hệ thống thông tin di động Cell_ID 8 được kích hoạt; nếu mô-đun định vị sử dụng hệ thống thông tin di động Cell_ID 8 tính toán ra được vị trí hiện tại, nó gửi thông tin này cho trung tâm xử lý 13; trong trường hợp ngược lại,
- mô-đun định vị dựa trên sóng Wi-Fi 9 được kích hoạt; nếu mô-đun định vị dựa trên sóng Wi-Fi 9 tính toán ra được vị trí hiện tại, nó gửi thông tin này cho trung tâm xử lý 13; trong trường hợp ngược lại,
- mô-đun định vị dựa trên sóng radio RFID 10 được kích hoạt; thông tin vị trí hiện tại của thiết bị giám sát trong trường hợp này chính là thông tin mà mô-đun định vị dựa trên sóng radio RFID 10 tính toán được.

Bước 2: thu thập thông tin về trạng thái hiện tại của thiết bị và môi trường xung quanh thiết bị giám sát.

Tại mỗi chu kỳ hoạt động của mô-đun cảm biến 14, các cảm biến gồm cảm biến phóng xạ 15, cảm biến chuyển động 16, cảm biến phát hiện tháo gỡ bất hợp pháp 17, và cảm biến nhiệt 18 được kích hoạt để thu thập thông tin về trạng thái hiện tại của thiết bị và môi trường xung quanh thiết bị giám sát.

Do cảm biến phóng xạ dễ bị ảnh hưởng bởi nhiệt độ, thông tin về nhiệt độ thu được từ cảm biến nhiệt 18 được sử dụng để ổn định hoạt động của cảm biến phóng xạ 15.

Bước 3: kích hoạt các chế độ báo cáo, gồm chế độ 1 phút/1 lần, 10 phút/1 lần, và 10 tiếng/1 lần, chế độ cảnh báo, và chế độ báo động dựa trên thông tin thu được từ mô-đun cảm biến 14.

Phương pháp kích hoạt các chế độ báo cáo, gồm chế độ 1 phút/1 lần, 10 phút/1 lần, và 10 tiếng/1 lần, chế độ cảnh báo, và chế độ báo động dựa trên thông tin thu được từ mô-đun cảm biến 14 bao gồm các bước:

- nếu cảm biến phóng xạ 15 trả về mức phóng xạ lớn hơn hoặc bằng ngưỡng phóng xạ khi đang được sử dụng, $Th1$, thì chế độ 10 phút/1 lần được kích hoạt; nếu mức phóng xạ nhỏ hơn mức phóng xạ môi trường thì chế độ báo động mất nguồn phóng xạ được kích hoạt; tiếp theo,
- nếu cảm biến chuyển động 16 cho biết thiết bị không chuyển động liên tục trong khoảng thời gian $t1$, thì chế độ báo cáo 10 phút/1 lần được kích hoạt; nếu sau đó, thiết bị tiếp tục không chuyển động trong khoảng thời gian $t2$, thì chế độ báo cáo 10 tiếng/1 lần được kích hoạt; tại bất kỳ thời điểm nào mà thiết bị được phát hiện là đang chuyển động, thì chế độ báo cáo 1 phút/1 lần được kích hoạt; tiếp theo,
- nếu cảm biến phát hiện tháo gỡ bất hợp pháp 17 phát hiện có sự kiện tháo gỡ bất hợp pháp xảy ra, chế độ báo động sẽ được kích hoạt; tiếp theo,
- nếu cảm biến nhiệt độ 18 đo được nhiệt độ lớn hơn ngưỡng báo động, $T1$, chế độ báo động sẽ được kích hoạt; ngược lại, nếu nhiệt độ đo được nhỏ hơn $T1$, nhưng lớn hơn ngưỡng cảnh báo $T2$, thì chế độ cảnh báo được kích hoạt.

Phương pháp điều khiển hoạt động thiết bị giám sát ản (Implant Tracker) 6 để dự phòng cho thiết bị giám sát 3, bao gồm các bước:

Bước 1: kiểm tra kết nối giữa thiết bị giám sát ản (Implant Tracker) 6 và thiết bị giám sát 3. Để nhanh chóng phát hiện thiết bị giám sát 3 đã bị tháo gỡ bất hợp pháp phát ra khỏi thiết bị chứa nguồn phóng xạ 5, một kết nối ản giữa thiết bị giám sát 3 và thiết bị giám sát ản (Implant Tracker) 6 được lắp đặt. Nếu kết nối này bị đứt, thiết bị giám sát ản (Implant Tracker) 6 sẽ chuyển sang chế độ báo động.

Bước 2: nếu có kết nối giữa thiết bị giám sát ản (Implant Tracker) 6 và thiết bị giám sát 3 thì thiết bị giám sát ản (Implant Tracker) 6 kiểm tra dung lượng của khối Pin 19 còn lại của thiết bị giám sát 3, nếu dung lượng pin còn lại dưới ngưỡng *Pin_th*, thì thiết bị giám sát ản (Implant Tracker) 6 chuyển sang chế độ báo động.

Bước 3: kích hoạt chế độ báo động nếu kết nối giữa thiết bị giám sát ản và thiết bị giám sát bị ngắt hoặc dung lượng pin còn lại của thiết bị giám sát dưới ngưỡng *Pin_th*, khi đó thiết bị giám sát ản 6 sẽ phát tín hiệu ping.

Khi chế độ báo động được kích hoạt, thiết bị giám sát ản (Implant Tracker) kiểm tra môi trường xung quanh là dưới nước hay trên cạn, từ đó, thiết bị giám sát ản (Implant Tracker) 6 sẽ phát tín hiệu ping ở tần số tương ứng.

Hiệu quả của sáng chế

Việc có nhiều chế độ hoạt động, định nghĩa trước các chế độ như cảnh báo và báo động đã làm tăng độ tin cậy cho thiết bị giám sát trong sáng chế này. Các chế độ hoạt động được tối ưu, do đó, kéo dài tối đa tuổi thọ cho pin, giúp thiết bị có thể hoạt động dài ngày. Sáng chế giải quyết được bài toán rất cấp thiết hiện nay, đó là quản lý và giám sát các nguồn phóng xạ sử dụng di động. Hiện nay, nước ta đang trong quá trình phát triển mạnh mẽ, nhu cầu ứng dụng bức xạ và hạt nhân trong các lĩnh vực ngày càng tăng. Tuy nhiên nguồn nhân lực vận hành hiện nay còn thiếu và yếu, ý thức chấp hành các quy định về an toàn và an ninh nguồn phóng xạ còn chưa cao. Chính vì thế, việc sử dụng một hệ thống quản lý và giám sát từ xa là rất cấp thiết. Trong trường hợp nguồn phóng xạ bị mất/thất lạc/đánh cắp nhưng được trang bị thiết bị giám sát trong sáng chế này thì việc thu hồi lại nguồn phóng xạ sẽ được rút ngắn tối đa.

Sáng chế là công sức của các nhà khoa học Việt Nam, do đó giảm thiểu tối đa việc phụ thuộc vào nước ngoài, giảm tối đa chi phí xây dựng, vận hành, bảo trì, và nâng cấp. Ngoài ra, việc kết hợp nhiều phương pháp định vị, nhiều loại cảm biến, thiết lập được kênh truyền thông an toàn nhưng hiệu quả, chu trình vận hành tối ưu và thông minh giúp giảm thiểu tối đa việc bị ngưng cung cấp dịch vụ.

Yêu cầu bảo hộ

1. Phương pháp giám sát và quản lý nguồn phóng xạ, bao gồm các bước:
 - gửi thông tin điều khiển, bởi thiết bị vận hành và giám sát trung tâm tới thiết bị giám sát;
 - thu thập thông tin về vị trí trong điều kiện thách thức, bởi thiết bị giám sát, trong đó:
 - mô-đun định vị thực hiện việc tính toán vị trí hiện tại của thiết bị giám sát thông qua các mô-đun thành phần, gồm mô-đun định vị vệ tinh GNSS (GNSS – Global Navigation Satellite System - Hệ thống vệ tinh định vị toàn cầu), mô-đun định vị sử dụng hệ thống thông tin di động Cell_ID, mô-đun định vị dựa trên sóng Wi-Fi, và mô-đun định vị dựa trên công nghệ sóng vô tuyến RFID (Radio Frequency Identification);
 - thu thập thông tin về trạng thái hiện tại của thiết bị và môi trường xung quanh, bởi thiết bị giám sát, trong đó:
 - tại mỗi chu kỳ hoạt động của mô-đun cảm biến, các cảm biến gồm cảm biến phóng xạ, cảm biến chuyển động, cảm biến phát hiện tháo gỡ bất hợp pháp, và cảm biến nhiệt, được kích hoạt để thu thập thông tin về trạng thái hiện tại và môi trường xung quanh thiết bị giám sát;
 - nhận thông tin giám sát, bởi thiết bị vận hành và giám sát trung tâm từ thiết bị giám sát;
 - kích hoạt các chế độ báo cáo, bởi thiết bị vận hành và giám sát trung tâm gồm chế độ 1 phút/1 lần, 10 phút/1 lần, và 10 tiếng/1 lần, chế độ cảnh báo, và chế độ báo động dựa trên thông tin thu được từ mô-đun cảm biến;
 - kiểm tra kết nối giữa thiết bị giám sát ฝัง (Implant Tracker) và thiết bị giám sát, bởi thiết bị giám sát ฝัง;
 - kiểm tra dung lượng của khối pin còn lại của thiết bị giám sát nếu có kết nối giữa thiết bị giám sát ฝัง (Implant Tracker) và thiết bị giám sát, nếu dung lượng pin còn lại dưới ngưỡng Pin_{th} , thì thiết bị giám sát ฝัง (Implant Tracker) chuyển sang chế độ báo động;
 - kích hoạt chế độ báo động nếu kết nối giữa thiết bị giám sát ฝัง và thiết bị giám sát bị ngắt hoặc dung lượng pin còn lại của thiết bị giám sát dưới ngưỡng Pin_{th} , khi đó thiết bị giám sát ฝัง sẽ phát tín hiệu ping.

2. Phương pháp theo điểm 1, trong đó bước thu thập thông tin về vị trí trong điều kiện thách thức, bao gồm các bước:

tạo ra thông tin về vị trí hiện tại của thiết bị giám sát thông qua mô-đun định vị, khác biệt ở chỗ:

mặc dù mô-đun định vị có tất cả 4 mô-đun thành phần, gồm: định vị vệ tinh GNSS, định vị sử dụng hệ thống thông tin di động Cell_ID, định vị dựa trên sóng Wi-Fi, và định vị dựa trên công nghệ sóng radio RFID, nhưng các mô-đun định vị phụ này được kích hoạt theo thứ tự và theo kết quả của mô-đun định vị phụ được kích hoạt trước đó; cụ thể như sau:

đầu tiên, mô-đun định vị vệ tinh GNSS sẽ kiểm tra số lượng vệ tinh đang nhận được tín hiệu; nếu số lượng vệ tinh đang nhận được tín hiệu lớn hơn 4 vệ tinh, mô-đun định vị vệ tinh GNSS sẽ tính toán ra vị trí hiện tại, nó gửi thông tin này cho trung tâm xử lý; trong trường hợp ngược lại,

mô-đun định vị sử dụng hệ thống thông tin di động Cell_ID được kích hoạt; nếu mô-đun định vị sử dụng hệ thống thông tin di động Cell_ID tính toán ra được vị trí hiện tại, nó gửi thông tin này cho trung tâm xử lý; trong trường hợp ngược lại.

mô-đun định vị dựa trên sóng Wi-Fi được kích hoạt; nếu mô-đun định vị dựa trên sóng Wi-Fi tính toán ra được vị trí hiện tại, nó gửi thông tin này cho trung tâm xử lý; trong trường hợp ngược lại,

mô-đun định vị dựa trên sóng vô tuyến RF_ID được kích hoạt; thông tin vị trí hiện tại của thiết bị giám sát trong trường hợp này chính là thông tin mà mô-đun định vị dựa trên sóng vô tuyến RF_ID tính toán được.

3. Phương pháp theo điểm 1, trong đó bước thu thập thông tin về trạng thái hiện tại của thiết bị và môi trường xung quanh thiết bị giám sát, bao gồm các bước:

thu thập thông tin về trạng thái hiện tại của thiết bị và môi trường xung quanh thông qua các cảm biến, gồm: cảm biến phóng xạ, cảm biến chuyển động, cảm biến phát hiện tháo gỡ bất hợp pháp, và cảm biến nhiệt, khác biệt ở chỗ:

sử dụng thông tin về nhiệt độ thu được từ cảm biến nhiệt để ổn định hoạt động của cảm biến phóng xạ.

4. Phương pháp theo điểm 1, trong đó bước kích hoạt các chế độ báo cáo, gồm chế độ 1 phút/1 lần, 10 phút/1 lần, và 10 tiếng/1 lần, chế độ cảnh báo, và chế độ báo động dựa trên thông tin thu được từ mô-đun cảm biến, bao gồm các bước:

nếu cảm biến phóng xạ trả về mức phóng xạ lớn hơn hoặc bằng ngưỡng phóng xạ khi đang được sử dụng, $Th1$, thì chế độ 10 phút/1 lần được kích hoạt; nếu mức phóng xạ nhỏ hơn mức phóng xạ môi trường thì chế độ báo động mất nguồn phóng xạ được kích hoạt; tiếp theo,

nếu cảm biến chuyển động cho biết thiết bị không chuyển động liên tục trong khoảng thời gian $t1$, thì chế độ báo cáo 10 phút/1 lần được kích hoạt; nếu sau đó, thiết bị tiếp tục không chuyển động trong khoảng thời gian $t2$, thì chế độ báo cáo 10 tiếng/1 lần được kích hoạt; tại bất kỳ thời điểm nào mà thiết bị nhận biết được là đang chuyển động, thì chế độ báo cáo 1 phút/1 lần được kích hoạt; tiếp theo,

nếu cảm biến phát hiện tháo gỡ bất hợp pháp phát hiện có sự kiện tháo gỡ bất hợp pháp xảy ra, chế độ báo động sẽ được kích hoạt; tiếp theo,

nếu cảm biến nhiệt độ đo được nhiệt độ lớn hơn ngưỡng báo động, $T1$, chế độ báo động sẽ được kích hoạt; ngược lại, nếu nhiệt độ đo được nhỏ hơn $T1$, nhưng lớn hơn ngưỡng cảnh báo $T2$, thì chế độ cảnh báo được kích hoạt.

5. Phương pháp theo điểm 1, trong đó tần số ping được xác định dựa trên môi trường xung quanh là dưới nước hay trên cạn.

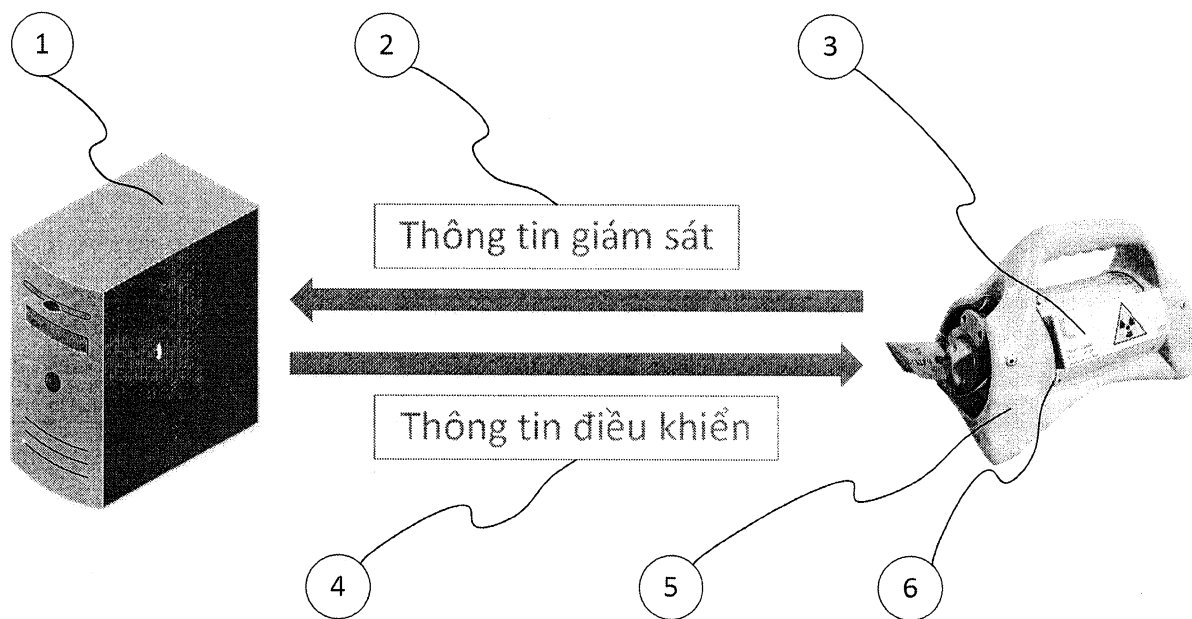
6. Hệ thống giám sát và quản lý nguồn phóng xạ, hệ thống này bao gồm:

thiết bị thiết bị vận hành và giám sát trung tâm thực hiện gửi thông tin điều khiển và nhận thông tin giám sát từ thiết bị giám sát;

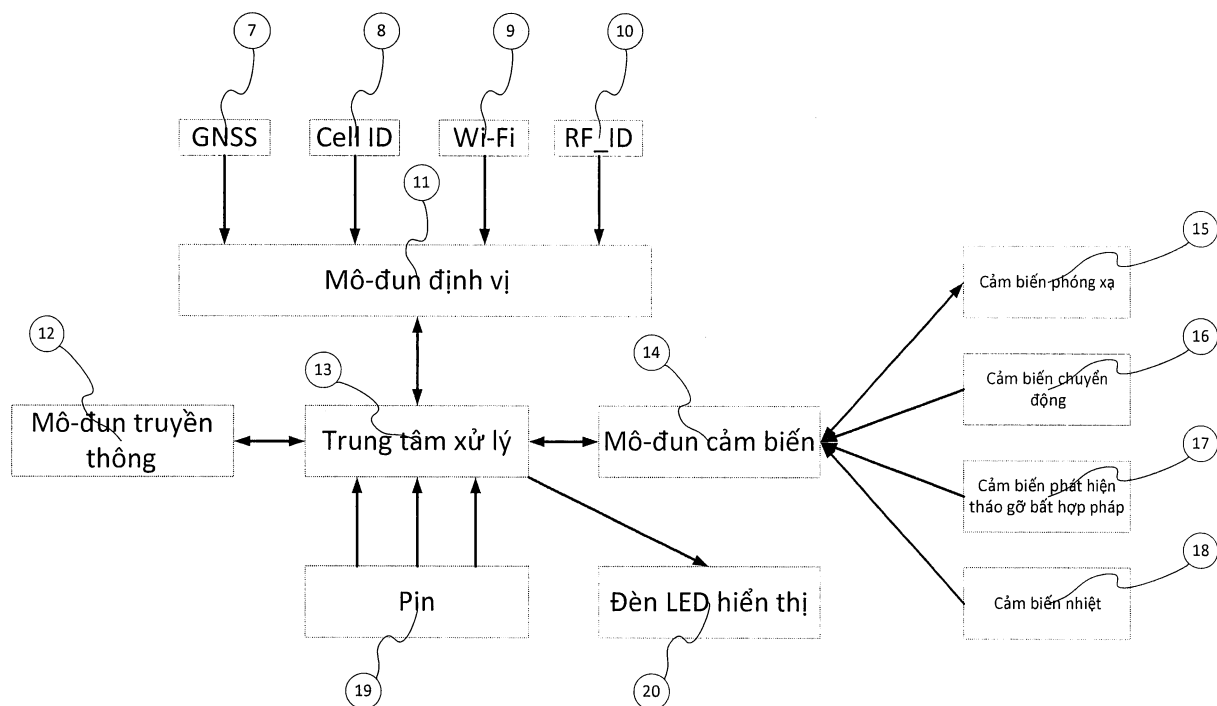
thiết bị giám sát được gắn vào vỏ chứa của nguồn phóng xạ, thực hiện việc thu thập thông tin về vị trí và trạng thái của môi trường xung quanh, thiết bị này bao gồm: trung tâm xử lý có nhiệm vụ điều khiển hoạt động của toàn bộ các mô-đun định vị, mô-đun cảm biến, cụm đèn LED hiển thị, và mô-đun truyền thông; toàn bộ hoạt động của thiết bị được cung cấp bởi khối nguồn pin, thông tin giám sát được thiết bị giám sát gửi về thiết bị vận hành và giám sát trung tâm thông qua mô-đun truyền thông;

thiết bị giám sát ần (Implant Tracker) được gắn ần bên dưới lớp vỏ chứa của nguồn phóng xạ, trong đó thiết bị giám sát ần (Implant Tracker) này hoạt động giám sát nguồn phóng xạ độc lập với thiết bị giám sát.

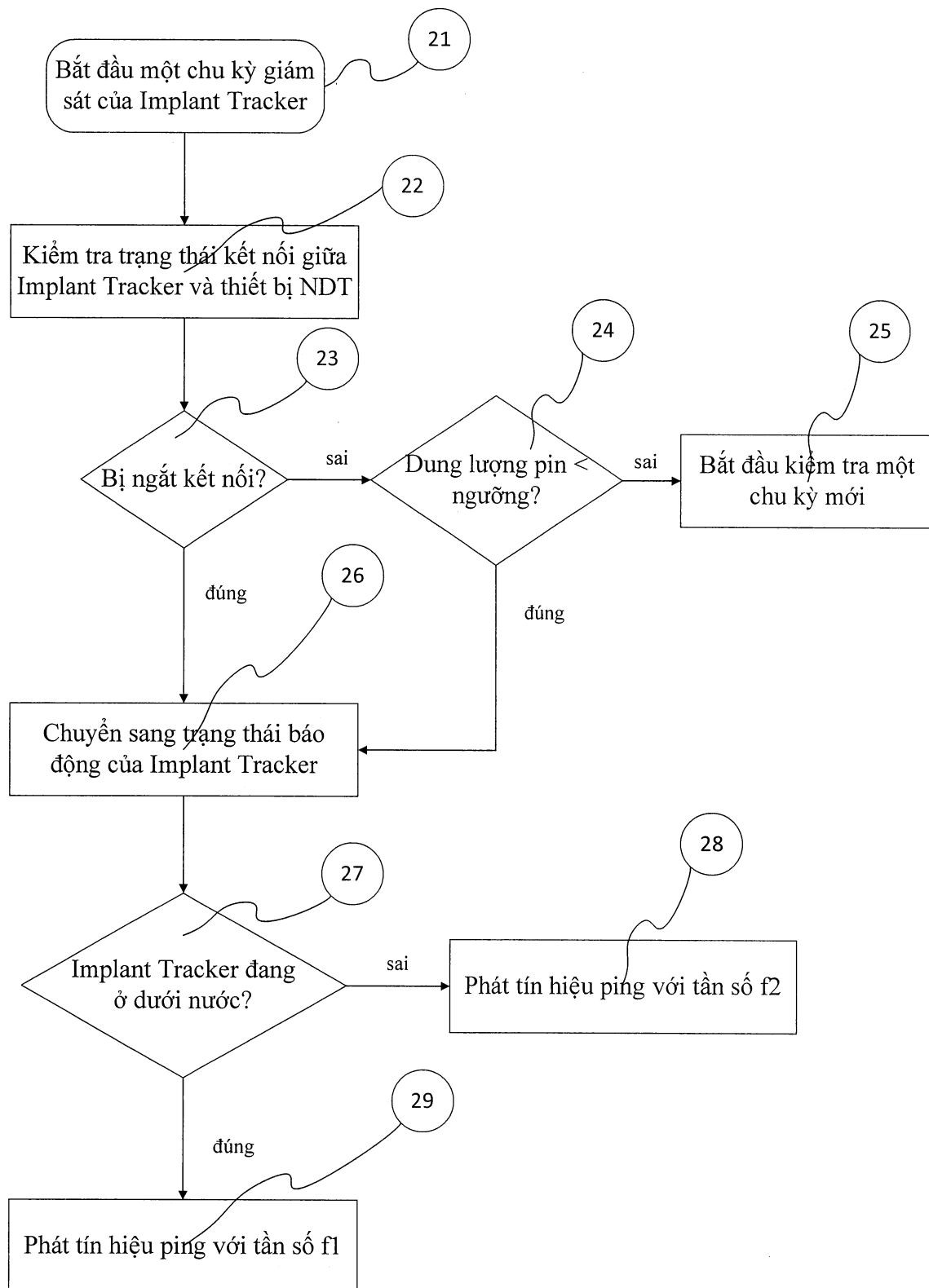
7. Hệ thống theo điểm 6, trong đó thiết bị giám sát thực hiện chu kỳ báo cáo về trung tâm vận hành và giám sát dựa trên thông tin từ các mô-đun cảm biến.



Hình 1



Hình 2



Hình 3