



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

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

(11)



1-0024437

(51)⁷ E03B 7/00

(13) B

(21) 1-2015-02613

(22) 17/07/2015

(30) 2014-178676 03/09/2014 JP

(45) 27/07/2020 388

(43) 25/03/2016 336A

(73) Hitachi, Ltd. (JP)

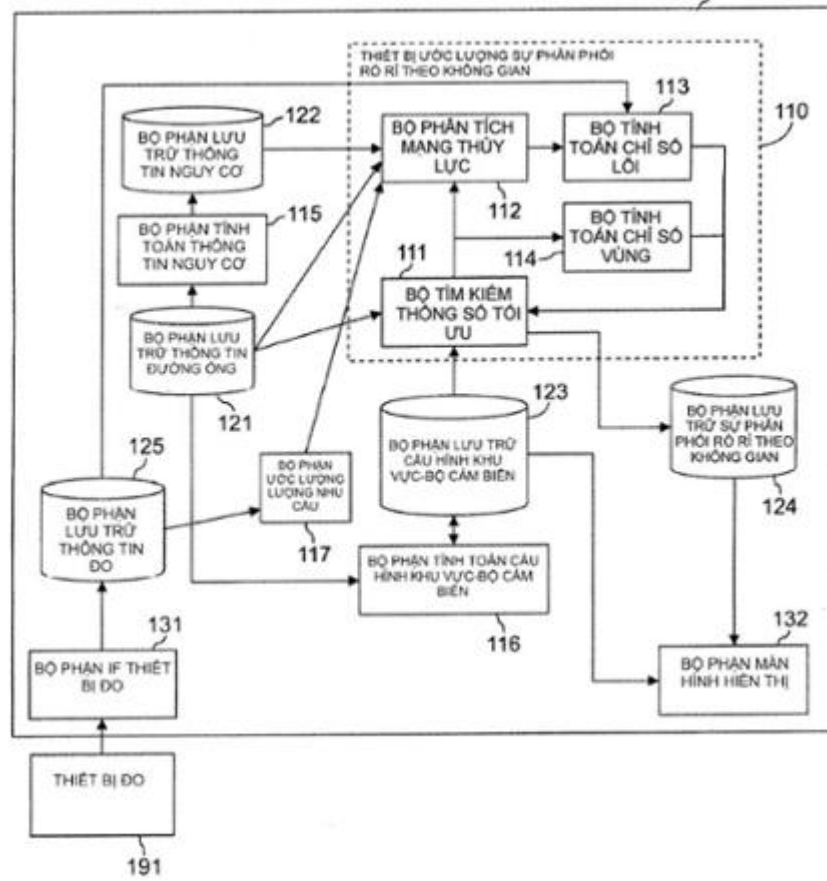
6-6, Marunouchi 1-chome, Chiyoda-ku, Tokyo, Japan

(72) Shingo ADACHI (JP); Shinsuke TAKAHASHI (JP); Kenji KOIZUMI (JP); Kenji FUJII (JP); Motoaki OGUMA (JP); Takeshi TAKEMOTO (JP).

(74) Công ty TNHH một thành viên Sở hữu trí tuệ VCCI (VCCI-IP CO.,LTD)

(54) THIẾT BỊ ƯỚC LƯỢNG SỰ PHÂN PHỐI RÒ RỈ THEO KHÔNG GIAN

(57) Sáng chế đề xuất thiết bị ước lượng sự phân phối rò rỉ theo không gian bao gồm bộ phận tập hợp thông tin đo, bộ phận tính toán thông tin nguy cơ, và bộ phận ước lượng sự phân phối rò rỉ theo không gian. Bộ phận tập hợp thông tin đo tập hợp trị số được đo từ thiết bị đo mà được lắp đặt trên mạng ống dẫn nước. Bộ phận tính toán thông tin nguy cơ tính toán trị số nguy cơ rò rỉ từ thông tin đường ống. Bộ phận ước lượng sự phân phối rò rỉ theo không gian ước lượng thông số mà được tạo cấu hình từ tập hợp cấu hình vùng để hợp nhất các khu vực liên kề trong số các khu vực thu được bằng cách phân chia mạng ống dẫn, và cường độ rò rỉ trong mỗi vùng của cấu hình vùng. Bộ phận ước lượng sự phân phối rò rỉ theo không gian còn gồm bộ tính toán chỉ số vùng, bộ tính toán chỉ số lỗi, và bộ tìm kiếm thông số tối ưu. Bộ tính toán chỉ số vùng tính toán chỉ số vùng dựa trên cấu hình vùng. Bộ tính toán chỉ số lỗi tính toán chỉ số lỗi từ chênh lệch giữa trị số đo và trị số dự báo được tính toán thông qua việc phân tích mạng thủy lực thu được bằng cách giả định sự phân phối rò rỉ theo không gian dựa trên thông số và trị số nguy cơ. Bộ tìm kiếm thông số tối ưu tìm kiếm thông số tối ưu để tối thiểu hóa chỉ số, dựa trên cả chỉ số vùng và chỉ số lỗi.



Lĩnh vực kỹ thuật được đề cập

Sáng chế đề cập đến thiết bị ước lượng sự phân phối rò rỉ theo không gian.

Tình trạng kỹ thuật của sáng chế

JP-A-2010-48058 bộc lộ kỹ thuật trong đó phương tiện tính toán lỗi áp suất và phương tiện tối ưu hóa sự phân phối rò rỉ theo không gian thực hiện phép tính tối ưu hóa để phân phối lượng rò rỉ đến các nút sao cho lỗi áp suất thu được bởi phương tiện tính toán lỗi áp suất được tối thiểu hóa, và phương tiện tính toán lỗi áp suất tính toán lỗi giữa trị số ước lượng áp suất ở mỗi nút, mà trị số này thu được từ phương tiện phân tích mạng thủy lực và trị số kết quả áp suất ở nút đo áp suất.

Tuy nhiên, theo thiết bị phát hiện rò rỉ được bộc lộ trong JP-A-2010-48058, sự phân phối rò rỉ theo không gian được ước lượng có độ chính xác hoặc độ ổn định thấp.

Ví dụ, lượng rò rỉ được phân phối đến nhiều nút theo việc phân tích mạng thủy lực. Tuy nhiên, thông thường vì số lượng các nút nhiều hơn đáng kể so với số lượng các bộ cảm biến, nên xác suất phân phối tương tự mà tối thiểu hóa lỗi áp suất tồn tại ngoài sự phân phối được ước lượng là cao và do đó sự phân phối có độ ổn định thấp.

Khi mẫu phân tích mạng thủy lực thu được bằng cách thực hiện sự kết hợp với số lượng ít các nút mà là khoảng tương tự của số lượng các bộ cảm biến được sử dụng, lỗi của mẫu phân tích mạng thủy lực trở nên lớn và độ chính xác phân phối rò rỉ theo không gian là thấp.

Bản chất kỹ thuật của sáng chế

Sáng chế đề xuất thiết bị ước lượng phân phối rò rỉ theo không gian mà có thể ước lượng sự phân phối rò rỉ theo không gian trong mạng ống phân phối có độ ổn định và độ chính xác cao.

Để giải quyết các nhược điểm ở trên, ví dụ, các cấu hình được bộc lộ trong yêu cầu bảo hộ được dùng.

Đơn này đề xuất các phương tiện để giải quyết nhược điểm ở trên. Theo ví dụ, có đề xuất thiết bị ước lượng sự phân phối rò rỉ theo không gian mà sử dụng

DMA (District Metered Area – Khu vực cấp nước) thu được bằng cách chia mạng ống dẫn nước như là mục tiêu. Thiết bị ước lượng sự phân phối rò rỉ theo không gian gồm bộ phận tập hợp thông tin đo, bộ phận lưu trữ thông tin đường ống, bộ phận tính toán thông tin nguy cơ, bộ phận lưu trữ cấu hình khu vực và bộ cảm biến, và bộ phận ước lượng sự phân phối rò rỉ theo không gian. Bộ phận tập hợp thông tin đo tập hợp thông tin trị số đo ít nhất gồm một trong tốc độ lưu lượng và áp suất từ thiết bị đo mà được lắp đặt trong mạng ống dẫn nước. Bộ phận lưu trữ thông tin đường ống lưu trữ thông tin đường ống mà gồm thông tin mẫu phân tích mạng thủy lực và ít nhất một trong thông tin kéo dài của ống dẫn phân phối và thông tin nối của ống dẫn cấp trong mạng ống dẫn nước trong DMA. Bộ phận tính toán thông tin nguy cơ tính toán thông tin nguy cơ rò rỉ mà là trị số nguy cơ rò rỉ trong mỗi thành phần của mạng ống dẫn, bằng cách sử dụng thông tin đường ống. Bộ phận lưu trữ cấu hình khu vực và bộ cảm biến lưu trữ thông tin cấu hình của các khu vực thu được bằng cách chia DMA, và thông tin cấu hình bộ cảm biến liên quan đến thiết bị đo mà được lắp đặt trong mạng ống dẫn nước. Bộ phận ước lượng sự phân phối rò rỉ theo không gian ước lượng sự phân phối rò rỉ theo không gian bằng cách ước lượng thông số được cấu hình từ tập hợp cấu hình vùng để hợp nhất các khu vực liên kề trong số các khu vực và cường độ rò rỉ của mỗi vùng trong cấu hình vùng. Bộ phận ước lượng sự phân phối rò rỉ theo không gian còn bao gồm bộ tính toán chỉ số vùng, bộ phân tích mạng thủy lực, bộ tính toán chỉ số lỗi, và bộ tìm kiếm thông số tối ưu. Bộ tính toán chỉ số vùng tính toán chỉ số vùng dựa trên cấu hình vùng theo thông số. Bộ phân tích mạng thủy lực tính toán thông tin trị số dự báo tương ứng với cấu hình bộ cảm biến bằng cách thực hiện việc phân tích mạng thủy lực thu được bằng cách giả định sự phân phối rò rỉ theo không gian dựa trên thông số và thông tin nguy cơ. Bộ tính toán chỉ số lỗi tính toán chỉ số lỗi từ sự chênh lệch giữa thông tin trị số đo được tập hợp bởi bộ phận tập hợp thông tin đo, và thông tin trị số dự báo được tính toán bởi bộ phân tích mạng thủy lực. Bộ tìm kiếm thông số tối ưu tìm kiếm thông số tối ưu để tối thiểu hóa chỉ số được tính toán bằng cách sử dụng cả chỉ số vùng và chỉ số lỗi. Bộ phận ước lượng sự phân phối rò rỉ theo không gian tính toán ít nhất một trong lượng rò rỉ, lượng rò rỉ trên

mỗi phần kéo dài ống dẫn, lượng rò rỉ trên số lượng các khớp nối với ống dẫn cấp, và tốc độ rò rỉ trong vùng.

Theo sáng chế, sự phân phối rò rỉ theo không gian trong mạng ống dẫn phân phối có thể được ước lượng với độ ổn định cao và độ chính xác cao.

Các nhược điểm, các cấu hình và các ưu điểm khác ngoài phần mô tả ở trên sẽ rõ ràng hơn trong phần mô tả dưới đây.

Mô tả vắn tắt các hình vẽ

Fig.1 là sơ đồ thể hiện ví dụ cấu hình của thiết bị ước lượng sự phân phối rò rỉ theo không gian theo một phương án của sáng chế;

Fig.2 là sơ đồ khối thể hiện phần cứng của thiết bị ước lượng sự phân phối rò rỉ theo không gian;

Fig.3 là sơ đồ thể hiện cấu hình của một DMA trong mạng ống dẫn nước mà là mục tiêu ước lượng phân phối rò rỉ theo không gian;

Fig.4 là sơ đồ thể hiện cấu hình của mẫu phân tích mạng thủy lực DMA mà là mục tiêu ước lượng phân phối rò rỉ theo không gian;

Fig.5 là bảng thể hiện thông tin ống dẫn phân phối mà được ghi trong bộ phận lưu trữ thông tin đường ống;

Fig.6 là bảng minh họa thông tin ống dẫn cấp mà được ghi trong bộ phận lưu trữ thông tin đường ống;

Fig.7 là bảng minh họa thông tin nguy cơ mà được ghi trong bộ phận lưu trữ thông tin nguy cơ;

Fig.8 là bảng thể hiện thông tin cấu hình khu vực mà được ghi trong bộ phận lưu trữ cấu hình khu vực-bộ cảm biến;

Fig.9 là bảng thể hiện thông tin cấu hình bộ cảm biến mà được ghi trong bộ phận lưu trữ cấu hình khu vực-bộ cảm biến;

Fig.10 là bảng thể hiện thông tin phân phối rò rỉ theo không gian mà được ghi trong bộ phận lưu trữ sự phân phối rò rỉ theo không gian;

Fig.11 là bảng thể hiện ví dụ về thông tin mà được tìm kiếm bởi bộ tìm kiếm thông số tối ưu của bộ phận ước lượng sự phân phối rò rỉ theo không gian trong một DMA;

Fig.12 là lưu đồ minh họa quy trình của bộ phận ước lượng sự phân phối rò rỉ theo không gian;

Fig.13 là ví dụ về màn hình kết quả ước lượng phân phối rò rỉ theo không gian được hiển thị trên bộ phận màn hiển thị;

Fig.14 là sơ đồ thể hiện quy trình tính toán cấu hình khu vực của bộ phận tính toán cấu hình khu vực-bộ cảm biến; và

Fig.15 là sơ đồ thể hiện quy trình tính toán cấu hình bộ cảm biến của bộ phận tính toán cấu hình khu vực-bộ cảm biến.

Mô tả chi tiết sáng chế

Dưới đây, phương án thứ nhất sẽ được mô tả dựa vào các hình vẽ kèm theo. Các bộ phận cơ bản tương tự được thể hiện bởi cùng số chỉ dẫn và phần mô tả về các bộ phận này sẽ không được lặp lại.

Fig.1 là sơ đồ minh họa ví dụ cấu hình về thiết bị ước lượng sự phân phối rò rỉ theo không gian 101.

Thiết bị ước lượng sự phân phối rò rỉ theo không gian 101 gồm bộ phận ước lượng sự phân phối rò rỉ theo không gian 110, bộ phận tính toán thông tin nguy cơ 115, bộ phận tính toán cấu hình khu vực-bộ cảm biến 116, bộ phận ước lượng lượng nhu cầu 117, bộ phận lưu trữ thông tin đường ống 121, bộ phận lưu trữ thông tin nguy cơ 122, bộ phận lưu trữ cấu hình khu vực-bộ cảm biến 123, bộ phận lưu trữ sự phân phối rò rỉ theo không gian 124, bộ phận lưu trữ thông tin đo 125, bộ phận IF (giao diện) thiết bị đo 131, và bộ phận màn hình hiển thị 132.

Bộ phận ước lượng sự phân phối rò rỉ theo không gian 110 gồm bộ tìm kiếm thông số tối ưu 111, bộ phân tích mạng thủy lực 112, bộ tính toán chỉ số lỗi 113, và bộ tính toán chỉ số vùng 114.

Đầu vào của bộ phận ước lượng sự phân phối rò rỉ theo không gian 110 là thông tin trị số đo mà được ghi trong bộ phận lưu trữ thông tin đo 125 và gồm tốc độ lưu lượng hoặc áp suất, thông tin đường ống và thông tin mẫu phân tích mạng thủy lực mà chúng được ghi trong bộ phận lưu trữ thông tin đường ống 121, thông tin nguy cơ mà được ghi trong bộ phận lưu trữ thông tin nguy cơ 122, thông tin cấu hình khu vực và thông tin cấu hình bộ cảm biến mà chúng được ghi trong bộ phận

lưu trữ cấu hình khu vực-bộ cảm biến 123, và thông tin lượng nhu cầu mà được đưa ra bởi bộ phận ước lượng lượng nhu cầu 117.

Đầu ra của bộ phận ước lượng sự phân phối rò rỉ theo không gian 110 là thông tin phân phối rò rỉ theo không gian. Cụ thể, bộ phận ước lượng sự phân phối rò rỉ theo không gian 110 đưa ra thông số mà được cấu hình từ tập hợp cấu hình vùng để hợp nhất các khu vực liên kề trong số các khu vực được xác định trong thông tin cấu hình khu vực, và cường độ rò rỉ của mỗi vùng trong cấu hình vùng.

Thông thường, khu vực cấp nước (DMA) là một phần của mạng ống dẫn nước và số lượng các ống dẫn mà nước lưu thông vào qua đó và ra qua đó từ và đến mạng ống dẫn liên kề là nhỏ trong nhiều trường hợp, bị giới hạn là một, và các tốc độ lưu lượng trong tất cả các ống dẫn chảy vào và chảy ra được đo. Thông thường, mạng ống dẫn nước được cấu hình từ các DMA.

Trong thiết bị ước lượng sự phân phối rò rỉ theo không gian 101, cấu hình khu vực đề cập đến cấu hình thu được bằng cách chia DMA thành các khu liên kề. Cụ thể hơn, cấu hình khu vực đề cập đến cấu hình thu được bằng cách chia các nút của mẫu phân tích mạng thủy lực thành nhóm các nút liên kề mà được nối thông qua đường ống nối. Mẫu phân tích mạng thủy lực thu được bằng cách mẫu hóa DMA. Tất cả các nút trong mẫu phân tích mạng thủy lực do không phủ chồng với nhau. Nhóm các nút liên kề mà được nối qua đường ống nối được gọi là khu vực.

DMA và cấu hình khu vực sẽ được mô tả sau có dựa vào các hình vẽ từ Fig.3, Fig.4, và Fig.8.

Thiết bị ước lượng sự phân phối rò rỉ theo không gian 101 giả thuyết rằng số lượng các khu vực là nhỏ hơn hoặc bằng số lượng các bộ cảm biến trong DMA.

Trong thiết bị ước lượng sự phân phối rò rỉ theo không gian 101, cấu hình vùng đề cập đến cấu hình thu được bằng cách chia các khu vực thu được bằng cách chia DMA thành nhóm các khu vực liên kề mà được kết nối thông qua đường ống nối. Tất cả các khu vực không phủ chồng với nhau. Nhóm các khu vực liên kề được gọi là vùng.

Thông số và cấu hình vùng sẽ được mô tả sau có dựa vào Fig.11.

Quy trình của bộ phận ước lượng sự phân phối rò rỉ theo không gian 110

được thực hiện theo cách sao cho thông số tối ưu được ước lượng từ thông tin đầu vào được ước lượng từ thông tin đầu vào, và sự phân phối rò rỉ theo không gian được tính toán từ thông số tối ưu. Sự phân phối rò rỉ theo không gian gồm lượng rò rỉ, lượng rò rỉ trên mỗi phần kéo dài ống dẫn, lượng rò rỉ trên số lượng các khớp nối với ống dẫn cấp, tốc độ rò rỉ và tương tự trong vùng. Sự phân phối rò rỉ theo không gian sẽ được mô tả dưới đây có dựa vào Fig.10.

Bộ phận ước lượng sự phân phối rò rỉ theo không gian 110 truyền thông tin phân phối rò rỉ theo không gian mà là tín hiệu đầu ra, đến bộ phận lưu trữ sự phân phối rò rỉ theo không gian 124.

Thông tin đầu vào của bộ tìm kiếm thông số tối ưu 111 là thông tin cấu hình khu vực và thông tin cấu hình bộ cảm biến mà chúng được ghi trong bộ phận lưu trữ cấu hình khu vực-bộ cảm biến 123, và thông tin đường ống mà được ghi trong bộ phận lưu trữ thông tin đường ống 121.

Thông tin đầu ra của bộ tìm kiếm thông số tối ưu 111 là thông tin phân phối rò rỉ theo không gian, cụ thể, là thông số tối ưu.

Quy trình của bộ tìm kiếm thông số tối ưu 111 được thực hiện theo cách sao cho thông số dự phòng được tạo ra, thông số dự phòng được tạo ra được truyền cho bộ phân tích mạng thủy lực 112 và bộ tính toán chỉ số vùng 114, và chỉ số để đánh giá thông số được tính toán dựa trên mỗi chỉ số được nhận từ bộ tính toán chỉ số vùng 114 và bộ tính toán chỉ số lỗi 113, và thông số để giảm thiểu tối đa trị số của chỉ số được tìm kiếm.

Bộ tìm kiếm thông số tối ưu 111 lựa chọn thông số tối ưu và sau đó tính toán sự phân phối rò rỉ theo không gian từ kết quả tính toán của bộ phân tích mạng thủy lực 112 bằng cách sử dụng thông số được lựa chọn, thông tin đường ống, và thông tin cấu hình khu vực.

Thông tin đầu vào của bộ phân tích mạng thủy lực 112 gồm thông tin đường ống và thông tin mẫu phân tích mạng thủy lực mà chúng được ghi trong bộ phận lưu trữ thông tin đường ống 121, thông tin nguy cơ mà được ghi trong bộ phận lưu trữ thông tin nguy cơ 122, thông tin lượng nhu cầu mà được đưa ra bởi bộ phận ước lượng lượng nhu cầu 117, và thông số mà được nhận từ bộ tìm kiếm thông số

tối ưu 111.

Đầu ra của bộ phân tích mạng thủy lực 112 là kết quả của việc phân tích mạng thủy lực dựa trên thông số và gồm tốc độ lưu thông và vận tốc lưu thông của đường ống nối thu được bằng cách mẫu hóa mạng ống dẫn nước, áp suất ở nút, lượng nhu cầu, và tương tự.

Quy trình của bộ phân tích mạng thủy lực 112 được thực hiện theo cách sao cho việc phân tích mạng thủy lực được thực hiện trong trạng thái mà ở đó lượng nhu cầu của tất cả các nút được thiết đặt dựa vào thông tin đầu vào. Việc phân tích mạng thủy lực là kỹ thuật thông thường đã biết trong lĩnh vực dịch vụ nước, và do đó phần mô tả chi tiết về việc phân tích này được bỏ qua.

Quy mô của mẫu phân tích mạng thủy lực của bộ phân tích mạng thủy lực 112, nghĩa là, số lượng các nút hoặc số lượng các đường ống nối không có mối liên hệ trực tiếp với thông số, cụ thể là, trị số số học của cường độ rò rỉ. Vì lý do này, trong thiết bị ước lượng sự phân phối rò rỉ theo không gian 101, mẫu phân tích mạng thủy lực không bị yêu cầu phải được đơn giản hóa hơn, và sự suy giảm độ chính xác của việc phân tích mạng thủy lực và sự suy giảm của độ chính xác ước lượng do việc đơn giản hóa không bị ảnh hưởng.

Thông tin đầu vào của bộ tính toán chỉ số lỗi 113 gồm thông tin trị số đo mà được ghi trong bộ phận lưu trữ thông tin đo 125 và gồm tốc độ lưu lượng hoặc áp suất, thông tin cấu hình bộ cảm biến mà được ghi trong bộ phận lưu trữ cấu hình khu vực-bộ cảm biến 123, và kết quả phân tích mạng thủy lực mà được nhận từ bộ phân tích mạng thủy lực 112.

Đầu ra của bộ tính toán chỉ số lỗi 113 là chỉ số lỗi mà được tính toán từ thông tin trị số đo và việc phân tích mạng thủy lực mà tương ứng với thông tin trị số đo và được xác định trong thông tin cấu hình bộ cảm biến.

Chỉ số lỗi có thể thu được bởi tổng theo trọng số bình phương của sự chênh lệch giữa trị số được đo tương ứng và trị số được dự báo qua biểu thức dưới đây, ví dụ.

$$E(X) = \sum_t \left[w_p \sum_i (p(i, t; X) - P(i, t))^2 + w_f \sum_j (f(j, t; X) - F(j, t))^2 \right] \quad \cdot \cdot \cdot (1)$$

Trong đó, X: thông số

E(X): chỉ số lỗi

t: chỉ số thời gian

i: chỉ số ở điểm tương ứng với trị số áp suất được đo

j: chỉ số tại ống dẫn tương ứng với trị số tốc độ lưu lượng được đo

p: trị số áp suất được dự báo

P: trị số áp suất được đo

f: trị số được dự báo của tốc độ lưu lượng

F: trị số được đo của tốc độ lưu lượng

w_p, w_f : trọng số áp suất và trọng số của tốc độ lưu lượng

Bộ tính toán chỉ số lỗi 113 thực hiện quy trình tính toán chỉ số lỗi từ thông tin đầu vào và truyền chỉ số lỗi mà là đầu ra, đến bộ tìm kiếm thông số tối ưu 111.

Đầu vào của bộ tính toán chỉ số vùng 114 là thông số mà được nhận từ bộ tìm kiếm thông số tối ưu 111.

Đầu ra của bộ tính toán chỉ số vùng 114 là chỉ số cấu hình vùng mà là chỉ số đánh giá của cấu hình vùng.

Chỉ số cấu hình vùng có thể thu được bằng cách sử dụng số lượng các vùng cấu thành DMA thông qua biểu thức dưới đây, ví dụ.

$$Z(X) = \#X \quad \cdot \cdot \cdot (2)$$

Trong đó, Z(X): chỉ số cấu hình vùng

#X: số lượng các vùng theo thông số X

Bộ tính toán chỉ số vùng 114 thực hiện quy trình tính toán chỉ số cấu hình vùng từ thông tin đầu vào và truyền chỉ số cấu hình vùng mà là đầu ra, đến bộ tìm kiếm thông số tối ưu 111.

Thiết bị ước lượng sự phân phối rò rỉ theo không gian 101 có thể ước lượng sự lệch rò rỉ cục bộ mà là sự chênh lệch thực tế, không phải sự chênh lệch ít mà không có ảnh hưởng lớn đến kết quả, bằng cách bổ sung chỉ số vùng cùng với chỉ

số lỗi, và ước lượng sự phân phối rò rỉ theo không gian. Thiết bị ước lượng sự phân phối rò rỉ theo không gian 101 có thể ước lượng ổn định sự phân phối rò rỉ theo không gian bằng cách triệt tiêu số lượng các thông số cần được ước lượng sao cho nhỏ hơn hoặc bằng số lượng các bộ cảm biến.

Quy trình của bộ phận ước lượng sự phân phối rò rỉ theo không gian 110 sẽ được mô tả chi tiết dưới đây có dựa vào Fig.12.

Đầu vào của bộ phận tính toán thông tin nguy cơ 115 là thông tin đường ống mà được ghi trong bộ phận lưu trữ thông tin đường ống 121.

Đầu ra của bộ phận tính toán thông tin nguy cơ 115 là thông tin nguy cơ mà được ghi trong bộ phận lưu trữ thông tin nguy cơ 122.

Bộ phận tính toán thông tin nguy cơ 115 tính toán trị số nguy cơ rò rỉ từ thông tin đầu vào đối với mỗi thành phần của mạng ống dẫn, ví dụ, đối với mỗi nút trong việc phân tích mạng thủy lực.

Trị số nguy cơ rò rỉ có thể được tính toán như là tổng của số hạng phụ thuộc vào phần kéo dài, loại ống, số năm từ khi ống dẫn phân phối mà được nối với nút được xây dựng, và số hạng phụ thuộc vào số lượng khớp nối của ống dẫn cấp được tập hợp đến nút, như với biểu thức dưới đây, ví dụ.

$$K_i = w_D \sum_{j \in C(i)} l_j \cdot \exp[a(m_j) + b(m_j) \cdot t_j] + w_S \cdot N_i$$

. . . (3)

Trong đó, i: chỉ số của nút

K_i : trị số nguy cơ rò rỉ

j: chỉ số của ống dẫn phân phối (đường ống nối)

$C(i)$: tập hợp các chỉ số của các ống dẫn phân phối (các đường ống nối) mà được nối với nút i

l_j : phần kéo dài của ống dẫn phân phối

m_j : loại ống dẫn của ống dẫn phân phối

t_j : số năm từ khi ống dẫn phân phối được xây dựng

$a(m), b(m)$: các hệ số của trị số nguy cơ rò rỉ, phụ thuộc vào loại ống dẫn

N_i : số lượng các khớp nối với ống dẫn cấp mà được tập hợp tới nút

w_D, w_S : các trọng số nguy cơ do ống dẫn phân phối và ống dẫn cấp

$\exp[\cdot]$: hàm mũ

Biểu thức tính toán đối với trị số nguy cơ không bị giới hạn vào biểu thức (3) ở trên, và biểu thức thu được bằng cách sử dụng thông tin đường ống mà sẽ được mô tả dưới đây có dựa vào hình vẽ trên Fig.5 và Fig.6 có thể được sử dụng.

Nếu không có dữ liệu về loại ống dẫn hoặc số năm từ khi ống dẫn được xây dựng, biểu thức bị bỏ qua có thể được sử dụng. Ngược lại, thông tin mà không được sử dụng trong biểu thức ở trên, ví dụ, biểu thức sử dụng phần kéo dài hoặc loại ống dẫn của ống dẫn cấp, hoặc số năm từ khi ống dẫn được xây dựng có thể được sử dụng.

Đầu vào của bộ phận tính toán cấu hình khu vực-bộ cảm biến 116 gồm thông tin đường ống và thông tin mẫu phân tích mạng thủy lực mà chúng được ghi trong bộ phận lưu trữ thông tin đường ống 121, và thông tin cấu hình khu vực hoặc thông tin cấu hình bộ cảm biến mà được ghi trong bộ phận lưu trữ cấu hình khu vực-bộ cảm biến 123.

Đầu ra của bộ phận tính toán cấu hình khu vực-bộ cảm biến 116 là thông tin đề xuất cấu hình khu vực khi thông tin cấu hình bộ cảm biến được thiết đặt là đầu vào. Khi thông tin cấu hình khu vực được thiết đặt làm đầu vào, đầu ra của bộ phận tính toán cấu hình khu vực-bộ cảm biến 116 là thông tin đề xuất cấu hình bộ cảm biến. Bộ phận tính toán cấu hình khu vực-bộ cảm biến 116 thiết đặt các dự phòng cấu hình khu vực và đánh giá độ nhạy của trị số được đo bộ cảm biến của cấu hình khu vực, và tìm kiếm dự phòng cấu hình khu vực tối ưu, khi thông tin cấu hình bộ cảm biến được thiết đặt làm đầu vào. Do đó, bộ phận tính toán cấu hình khu vực-bộ cảm biến 116 tính toán đề xuất cấu hình khu vực.

Khi thông tin cấu hình khu vực được thiết đặt làm đầu vào, bộ phận tính toán cấu hình khu vực-bộ cảm biến 116 thiết đặt các dự phòng cấu hình bộ cảm biến, đánh giá độ nhạy của trị số được đo bộ cảm biến của cấu hình bộ cảm biến, và tìm kiếm dự phòng cấu hình bộ cảm biến tối ưu. Do đó, bộ phận tính toán cấu hình khu vực-bộ cảm biến 116 tính toán đề xuất cấu hình bộ cảm biến.

Bộ phận tính toán cấu hình khu vực-bộ cảm biến 116 truyền thông tin đề

xuất cấu hình khu vực được tính toán hoặc thông tin đề xuất cấu hình bộ cảm biến đến bộ phận lưu trữ cấu hình khu vực-bộ cảm biến 123 và do đó việc ghi được thực hiện.

Cấu hình khu vực và cấu hình bộ cảm biến mà phù hợp với việc ứng dụng vào thiết bị ước lượng sự phân phối rò rỉ theo không gian 101 có thể được tính toán bởi bộ phận tính toán cấu hình khu vực-bộ cảm biến 116 tạo ra đề xuất cấu hình khu vực đề xuất cấu hình bộ cảm biến xét đến độ nhạy. Điều này có các ưu điểm là cải thiện độ chính xác của sự phân phối rò rỉ theo không gian trong thiết bị ước lượng sự phân phối rò rỉ theo không gian 101.

Bộ phận ước lượng lượng nhu cầu 117 sử dụng thông tin đo mà được ghi trong bộ phận lưu trữ thông tin đo 125, làm đầu vào và thực hiện việc tính toán để ước lượng lượng nhu cầu trong việc phân tích mạng thủy lực. Bộ phận ước lượng lượng nhu cầu 117 truyền lượng nhu cầu dưới dạng đầu ra đến bộ phận phân tích mạng thủy lực 112.

Bộ phận lưu trữ thông tin đường ống 121 ghi thông tin đường ống của ống dẫn phân phối và ống dẫn cấp và thông tin về mẫu phân tích mạng thủy lực đối với việc mô phỏng phân tích thủy động mạng ống dẫn tương ứng liên quan đến mạng ống dẫn nước mà là mục tiêu phân tích trong thiết bị ước lượng sự phân phối rò rỉ theo không gian 101.

Thông tin đường ống sẽ được mô tả sau có dựa vào các hình vẽ Fig.5 và Fig.6.

Bộ phận lưu trữ thông tin nguy cơ 122 ghi thông tin nguy cơ rò rỉ mà được cấu hình từ trị số nguy cơ rò rỉ của mỗi thành phần trong mạng ống dẫn, và được đưa ra từ bộ phận tính toán thông tin nguy cơ 115.

Thông tin nguy cơ rò rỉ sẽ được mô tả sau có dựa vào Fig.7.

Bộ phận lưu trữ cấu hình khu vực-bộ cảm biến 123 ghi thông tin cấu hình khu vực và thông tin cấu hình bộ cảm biến mà được sử dụng làm đầu vào hoặc đầu ra của bộ phận tính toán cấu hình khu vực-bộ cảm biến 116.

Thông tin cấu hình khu vực sẽ được mô tả sau có dựa vào Fig.8, và thông tin cấu hình bộ cảm biến sẽ được mô tả sau có dựa vào Fig.9.

Bộ phận lưu trữ sự phân phối rò rỉ theo không gian 124 ghi thông tin phân phối rò rỉ theo không gian mà được tính toán bởi bộ phận ước lượng sự phân phối rò rỉ theo không gian 110. Thông tin phân phối rò rỉ theo không gian sẽ được mô tả sau có dựa vào Fig.10.

Bộ phận lưu trữ thông tin đo 125 ghi thông tin đo mà được nhận từ thiết bị đo 191. Cụ thể là, bộ phận lưu trữ thông tin đo 125 ghi theo trình tự thời gian trị số tốc độ lưu lượng được đo, trị số áp suất được đo, và tương tự của thiết bị đo 191 mà được nối với thiết bị ước lượng sự phân phối rò rỉ theo không gian 101 ở khoảng thời gian định trước, ví dụ, khoảng thời gian 5 phút, và tương tự.

Bộ phận IF thiết bị đo 131 truyền thông tin được nhận từ thiết bị đo 191 (sẽ được mô tả sau) đến bộ phận lưu trữ thông tin đo 125 và bổ sung thông tin đo mới trong bộ phận lưu trữ thông tin đo 125. Nghĩa là, bộ phận IF thiết bị đo 131 thực hiện việc tập hợp thông tin đo.

Bộ phận màn hình hiển thị 132 thể hiện thông tin phân phối rò rỉ theo không gian mà được ghi trong bộ phận lưu trữ sự phân phối rò rỉ theo không gian 124 đến bộ thao tác của thiết bị ước lượng sự phân phối rò rỉ theo không gian 101 thông qua thiết bị đầu ra như màn hình thị chẳng hạn. Cụ thể là, thông tin được thể hiện bằng cách sử dụng biểu đồ và tương tự theo dạng trên Fig.13.

Hệ thống ước lượng sự phân phối rò rỉ theo không gian 100 được cấu hình từ thiết bị ước lượng sự phân phối rò rỉ theo không gian 101 và thiết bị đo 191.

Thiết bị đo 191 được nối với thiết bị ước lượng sự phân phối rò rỉ theo không gian 101 thông qua mạng truyền thông. Thiết bị đo như thiết bị đo lưu lượng và áp kế, mà được lắp đặt trong mạng ống dẫn nước là mục quản lý, truyền dữ liệu bộ cảm biến được đo đến bộ phận IF thiết bị đo 131 của thiết bị ước lượng sự phân phối rò rỉ theo không gian 101 thông qua mạng truyền thông. Thiết bị đo 191 không thể được nối trực tiếp với thiết bị ước lượng sự phân phối rò rỉ theo không gian 101 và có thể được nối với thiết bị ước lượng sự phân phối rò rỉ theo không gian 101 thông qua hệ thống điều khiển kiểm soát hoặc hệ thống điều khiển giám sát và thu nhận dữ liệu (supervisory control and data acquisition - SCADA).

Ví dụ cụ thể về thiết bị đo sẽ được mô tả sau có dựa vào Fig.3.

Cấu hình phần cứng của thiết bị ước lượng sự phân phối rò rỉ theo không gian sẽ được mô tả sau có dựa vào Fig.2.

Trên Fig.2, thiết bị ước lượng sự phân phối rò rỉ theo không gian 101 được cấu hình từ CPU 201, bộ nhớ 202, bộ phận đầu vào và đầu ra phương tiện 203, bộ phận đầu vào 205, bộ phận điều khiển truyền thông 204, bộ phận hiển thị 206, bộ phận IF các thiết bị ngoại vi 207, và bus 210.

CPU 201 chạy chương trình trên bộ nhớ 202. Bộ nhớ 202 tạm lưu trữ các chương trình, các bảng, hoặc tương tự. Bộ phận đầu vào và đầu ra phương tiện 203 giữ các chương trình, các bảng, hoặc tương tự.

Bộ phận đầu vào 205 là bàn phím, chuột, hoặc tương tự. Bộ phận điều khiển truyền thông 204 được nối với mạng 220.

Bộ phận hiển thị 206 là phần hiển thị được mô tả với Fig.1. Bộ phận IF các thiết bị ngoại vi 207 là giao diện của máy in, và tương tự.

Bus 210 nối CPU 201, bộ nhớ 202, bộ phận đầu vào và đầu ra phương tiện 203, bộ phận đầu vào 205, bộ phận điều khiển truyền thông 204, bộ phận hiển thị 206, và bộ phận IF các thiết bị ngoại vi 207 với nhau.

Hiển nhiên từ việc so sánh Fig.1 và Fig.2, thiết bị ước lượng sự phân phối rò rỉ theo không gian 101 trên Fig.1 được triển khai bởi CPU 201 chạy chương trình.

Mạng ống dẫn nước và DMA mà là mục tiêu của thiết bị ước lượng sự phân phối rò rỉ theo không gian 101, và các cấu hình của nó sẽ được mô tả có dựa vào Fig.3.

Thiết bị ước lượng sự phân phối rò rỉ theo không gian 101 thiết đặt mỗi DMA như là mục tiêu phân tích riêng rẽ.

Fig.3 minh họa ví dụ về DMA và cấu hình của các ống dẫn như ống dẫn phân phối 351. Trong phân khu 340, ống dẫn vào hoặc ra bị giới hạn vào một ống dẫn ra từ bể chứa phân phối 301. Thiết bị đo lưu lượng 310 được lắp đặt tại vị trí của ống dẫn ra và phân khu 340 trở thành DMA.

Các áp kế từ 320 đến 325 được lắp đặt trên DMA 340. Thiết bị đo 191 cấu thành hệ thống ước lượng sự phân phối rò rỉ theo không gian 100 tương ứng với thiết bị đo lưu lượng 310 và các áp kế 320 đến 325 trong ví dụ này.

Thông tin của đường ống hoặc tương tự cấu thành DMA 340, ví dụ, ống dẫn phân phối 351 được lưu trữ trong bộ phận lưu trữ thông tin đường ống 121.

Thiết bị ước lượng sự phân phối rò rỉ theo không gian 101 ước lượng sự phân phối rò rỉ theo không gian dựa trên các khu vực thu được bằng cách phân chia DMA hơn nữa. Trên Fig.3, DMA 340 được phân chia thành các khu vực 330 đến 335. Các khu vực là các khu ảo mà là khác với DMA và được sử dụng trong thiết bị ước lượng sự phân phối rò rỉ theo không gian 101, và trong đó việc lắp đặt thiết bị đo lưu lượng trong ống dẫn vào hoặc ra không được yêu cầu.

Cấu hình của mẫu phân tích mạng thủy lực đối với DMA mà là mục tiêu của thiết bị ước lượng sự phân phối rò rỉ theo không gian 101 sẽ được mô tả có dựa vào Fig.4.

Fig.4 minh họa ví dụ về mẫu phân tích mạng thủy lực đối với DMA 340. Mẫu phân tích mạng thủy lực được cấu hình từ đường ống nối 450 mà là đường ống, nút 471 mà là điểm nối của đường ống nối và người sử dụng, bể 401 là bể chứa phân phối, và tương tự.

Như đã biết, trong mẫu phân tích mạng thủy lực, thông tin về việc kéo dài và đường kính của ống dẫn, và hệ số vận tốc lưu thông được áp dụng vào đường ống nối. Thông tin về độ cao, lượng nhu cầu, và tương tự được áp vào nút. Thông tin về mức nước và thông tin tương tự được áp dụng vào bể.

Khi so sánh Fig.3 và Fig.4, ống dẫn phân phối 351 được lấy mẫu như đường ống nối 451. Bể chứa phân phối 301 và áp kế 320 tương ứng với bể 401. Thiết bị đo lưu lượng 310 tương ứng với đường ống nối 450. Áp kế 321 tương ứng với nút 481.

Thông tin về mẫu phân tích mạng thủy lực được minh họa trên Fig.4 được lưu trữ trong bộ phận lưu trữ thông tin đường ống 121.

Trên Fig.4, các nút thuộc khu vực 330 là các nút 471 đến 473. Thông tin cấu hình khu vực thu được theo cách được ghi trong bộ phận lưu trữ cấu hình khu vực-bộ cảm biến 123 như sẽ được mô tả sau có dựa vào Fig.8.

Bảng thông tin ống dẫn phân phối 500 chỉ báo thông tin ống dẫn phân phối trong số các mẫu thông tin đường ống mà chúng được ghi trong bộ phận lưu trữ

thông tin đường ống 121 sẽ được mô tả có dựa vào Fig.5.

Bảng thông tin ống dẫn phân phối 500 có thông tin ID ống dẫn phân phối 501, thông tin vị trí 502, thông tin kéo dài 503, thông tin đường kính 504, thông tin loại ống dẫn 505, thông tin ống bọc ngoài 506, và thông tin năm xây dựng 507 theo hàng.

Trên Fig.5, chỉ một ống dẫn phân phối được lắp đặt. Tuy nhiên, tất cả thông tin trên tất cả các ống dẫn phân phối trong mạng ống dẫn nước mà là mục tiêu quản lý của thiết bị ước lượng sự phân phối rò rỉ theo không gian 101, trong khoảng cho phép được ghi trong bảng thông tin ống dẫn phân phối 500 sử dụng một ống dẫn phân phối làm một đường ống dẫn.

ID để xác định duy nhất ống dẫn phân phối cụ thể trong số tất cả các ống dẫn phân phối được lưu trữ trong thông tin ID ống dẫn phân phối 501.

Thông tin lập tọa độ mà được sử dụng để lập tọa độ với hệ thống thông tin địa lý (GIS) và định rõ vị trí mà ở đó ống dẫn phân phối được chôn được lưu trữ trong thông tin vị trí 502.

Các trị số mở rộng và đường kính của ống dẫn phân phối được lưu trữ trong thông tin kéo dài 503 và thông tin đường kính 504.

Thông tin về loại ống dẫn như ống dẫn bằng gang mềm (DIP) và ống dẫn bằng gang (CIP) được lưu trữ trong thông tin loại ống dẫn 505.

Thông tin về việc có hoặc không có, hoặc thông tin tương tự của ống bọc ngoài chống ăn mòn được lưu trữ trong thông tin ống bọc ngoài 506.

Năm xây dựng của ống dẫn phân phối được lưu trữ trong thông tin năm xây dựng 507.

Bảng thông tin ống dẫn cấp 600 chỉ báo thông tin ống dẫn cấp trong số các đoạn thông tin đường ống mà chúng được ghi trong bộ phận lưu trữ thông tin đường ống 121 sẽ được mô tả có dựa vào Fig.6.

Bảng thông tin ống dẫn cấp 600 có thông tin ID ống dẫn cấp 601, thông tin đích nối 602, thông tin kéo dài 603, thông tin đường kính 604, thông tin loại ống dẫn 605, và thông tin năm xây dựng 606 theo hàng.

Trên Fig.6, chỉ một ống dẫn cấp được minh họa. Tuy nhiên, tất cả thông tin

về tất cả ống dẫn cấp trong mạng ống dẫn nước mà là mục tiêu quản lý của thiết bị ước lượng sự phân phối rò rỉ theo không gian 101, theo khoảng cho phép được ghi trong bảng thông tin ống dẫn cấp 600 sử dụng một ống dẫn cấp làm một đường dẫn.

ID để xác định duy nhất ống dẫn cấp cụ thể trong số tất cả các ống dẫn cấp được lưu trữ trong thông tin ID ống dẫn cấp 601.

Thông tin lập tọa độ mà được sử dụng để lập tọa độ với hệ thống thông tin địa lý (GIS) và định rõ vị trí chôn của ống dẫn phân phối, và ID của ống dẫn phân phối mà là đích nối của ống dẫn cấp được lưu trữ trong thông tin đích nối 602.

Các trị số kéo dài và đường kính của ống dẫn cấp được lưu trữ trong thông tin kéo dài 603 và thông tin đường kính 604.

Thông tin về loại ống dẫn như PE (ống dẫn polyetylen) và LP (ống dẫn bằng chì) được lưu trữ trong thông tin loại ống dẫn 605.

Năm xây dựng của ống dẫn cấp được ghi trong thông tin năm xây dựng 606.

Bảng thông tin nguy cơ 700 chỉ báo thông tin nguy cơ mà được ghi trong bộ phận lưu trữ thông tin nguy cơ 122 sẽ được mô tả có dựa vào Fig.7.

Bảng thông tin nguy cơ 700 có thông tin ID nút 701 và thông tin trị số rủi ro 702 theo hàng.

Trên Fig.7, chỉ hai nút được minh họa. Tuy nhiên, tất cả thông tin trên tất cả các nút trong mẫu phân tích mạng thủy lực mà là mục tiêu quản lý của thiết bị ước lượng sự phân phối rò rỉ theo không gian 101 được ghi trong bảng thông tin nguy cơ 700 sử dụng một nút làm một đường dẫn.

ID để xác định duy nhất nút trong mẫu phân tích mạng thủy lực được lưu trữ trong thông tin ID nút 701.

Trị số nguy cơ của nút mà được tính toán bởi bộ phận tính toán thông tin nguy cơ 115 sử dụng biểu thức (3) và tương tự được lưu trữ trong thông tin trị số nguy cơ 702.

Bảng thông tin cấu hình khu vực 800 chỉ báo thông tin cấu hình khu vực mà được ghi trong bộ phận lưu trữ cấu hình khu vực-bộ cảm biến 123 sẽ được mô tả có dựa vào Fig.8.

Bảng thông tin cấu hình khu vực 800 có thông tin ID khu vực 801, thông tin ID DMA 802, và thông tin ID nút thành phần 803 theo hàng.

Trên Fig.8, chỉ hai khu vực được minh họa. Tuy nhiên, tất cả thông tin về tất cả các khu vực trong tất cả các DMA mà là các mục tiêu của thiết bị ước lượng sự phân phối rò rỉ theo không gian 101 được ghi trong bảng thông tin cấu hình khu vực 800 sử dụng một khu vực như một đường dẫn.

ID để xác định duy nhất khu vực được lưu trữ trong thông tin ID khu vực 801.

ID của một DMA mà các khu vực thuộc DMA đó được lưu trữ trong thông tin ID DMA 802.

Tất cả các ID của các nút thuộc về khu vực được lưu trữ trong thông tin ID nút thành phần 803.

Bảng thông tin cấu hình bộ cảm biến 900 chỉ báo thông tin cấu hình bộ cảm biến mà được ghi trong bộ phận lưu trữ cấu hình khu vực-bộ cảm biến 123 sẽ được mô tả có dựa vào Fig.9.

Bảng thông tin cấu hình bộ cảm biến 900 có thông tin ID bộ cảm biến 901, thông tin loại bộ cảm biến 902, và thông tin ID nút/đường ống nối 903 theo hàng.

Trên Fig.9, chỉ hai bộ cảm biến được minh họa. Tuy nhiên, tất cả thông tin về tất cả các bộ cảm biến trong tất cả các DMA mà là các mục tiêu của thiết bị ước lượng sự phân phối rò rỉ theo không gian 101 được ghi trong bảng thông tin cấu hình bộ cảm biến 900 sử dụng một bộ cảm biến làm một đường dẫn.

ID để xác định duy nhất bộ cảm biến được lưu trữ trong thông tin ID bộ cảm biến 901.

Cụ thể, thông tin về loại bộ cảm biến, sự khác biệt giữa áp kế và thiết bị đo lưu lượng được lưu trữ trong thông tin loại bộ cảm biến 902.

ID nút/đường ống nối tương ứng với bộ cảm biến trong mẫu phân tích mạng thủy lực được lưu trữ trong thông tin ID nút/đường ống nối 903.

Bảng thông tin phân phối rò rỉ theo không gian 1000 chỉ báo thông tin phân phối rò rỉ theo không gian mà được ghi trong bộ phận lưu trữ sự phân phối rò rỉ theo không gian 124 sẽ được mô tả có dựa vào Fig.10.

Bảng thông tin phân phối rò rỉ theo không gian 1000 có thông tin ID DMA 1001, thông tin ID vùng 1002, thông tin khu vực thành phần 1003, thông tin cường độ rò rỉ 1004, thông tin lượng rò rỉ theo vùng 1005, và lượng rò rỉ cho mỗi phần kéo dài ống dẫn 1006, theo hàng.

Trên Fig.10, chỉ thông tin về vùng chủ yếu thu được bằng cách chia DMA 340 được minh họa. Tuy nhiên, tất cả thông tin về tất cả các DMA mà là các mục tiêu của thiết bị ước lượng sự phân phối rò rỉ theo không gian 101 được ghi trong bảng thông tin phân phối rò rỉ theo không gian 1000 sử dụng một vùng làm một đường dẫn.

Trên Fig.10, DMA 340 được chia thành hai vùng. Hai vùng là vùng 1311 thu được bằng cách hợp nhất các khu vực 330, 331, và 333 và vùng 1312 thu được bằng cách hợp nhất các khu vực 332, 334, và 335.

ID để xác định duy nhất DMA được lưu trữ trong thông tin ID DMA 1001.

ID để xác định duy nhất vùng thu được bằng cách phân chia DMA được lưu trữ trong thông tin ID vùng 1002.

Tất cả các ID của các khu vực cấu thành vùng được lưu trữ trong thông tin khu vực thành phần 1003.

Cường độ rò rỉ của vùng được lưu trữ trong thông tin cường độ rò rỉ 1004.

Lượng rò rỉ trong vùng được lưu trữ trong thông tin lượng rò rỉ vùng 1005.

Lượng rò rỉ cho mỗi phần kéo dài ống dẫn trong vùng được lưu trữ trong lượng rò rỉ cho mỗi phần kéo dài ống dẫn 1006.

Lượng rò rỉ trên số lượng các khớp nối với ống dẫn cấp, tốc độ rò rỉ, hoặc tương tự trong vùng có thể được lưu trữ trong bảng thông tin phân phối rò rỉ theo không gian 1000 ngoài những cái nêu trên.

Bảng thông số 1100 chỉ báo vị trí về thông số mà được thiết đặt và được tìm kiếm bởi bộ tìm kiếm thông số tối ưu 111 trong bộ phận ước lượng sự phân phối rò rỉ theo không gian 110 sẽ được mô tả có dựa vào Fig.11.

Bảng thông số 1100 là thông số mà thể hiện sự phân phối rò rỉ theo không gian trong một DMA, và có thông tin ID theo vùng 1101, thông tin khu vực thành phần 1102, và thông tin cường độ rò rỉ 1103, theo hàng.

Fig.11 là ví dụ về thông số mà thể hiện sự phân phối rõ ràng theo không gian trong DMA 340.

Trên Fig.11, DMA 340 được phân chia thành hai vùng, tương tự với Fig.10. Hai vùng là vùng 1 thu được bằng cách hợp nhất các khu vực 330, 331, và 333, và vùng 2 thu được bằng cách hợp nhất các khu vực 332, 334, và 335.

Trong bảng trên Fig.11, mà được cấu hình từ hai hàng, DMA 340 được chia thành hai vùng. Tuy nhiên, số vùng không bị giới hạn là 2. Ví dụ, tất cả trong số các DMA có thể được thiết đặt như là một DMA, hoặc một khu vực có thể được thiết đặt như là một vùng sao cho số lượng các vùng là giống như số lượng các khu vực.

ID để xác định duy nhất vùng thu được bằng cách phân chia DMA được lưu trữ trong thông tin ID vùng 1002.

Tất cả các ID của các khu vực cấu thành vùng được lưu trữ trong thông tin khu vực thành phần 1003.

Cường độ rõ ràng của vùng được lưu trữ trong thông tin cường độ rõ ràng 1004.

Quy trình của bộ phận ước lượng sự phân phối rõ ràng theo không gian 110 sẽ được mô tả có dựa vào Fig.12. Fig.12 là lưu đồ minh họa quy trình của bộ phận ước lượng sự phân phối rõ ràng theo không gian 110.

Trong bước nhận dữ liệu 1202, bộ phận ước lượng sự phân phối rõ ràng theo không gian 110 nhận dữ liệu đầu vào từ mỗi trong số các bộ phận lưu trữ.

Trong bước thiết đặt thông số 1203, bộ tìm kiếm thông số tối ưu 111 tạo ra ít nhất một bộ thông số được minh họa trên Fig.11.

Trong bước phân tích mạng thủy lực 1204, bộ tìm kiếm thông số tối ưu 111 truyền thông số mà được tạo ra trong bước thiết đặt thông số 1203, đến bộ phân tích mạng thủy lực 112 và bộ tính toán chỉ số vùng 114.

Bộ phân tích mạng thủy lực 112 mà nhận thông số thiết đặt lượng nhu cầu nút mà sẽ được mô tả sau, dựa trên thông số và thực hiện phân tích mạng thủy lực. Bộ phân tích mạng thủy lực 112 truyền trị số áp suất, trị số tốc độ lưu lượng, trị số lượng rõ ràng nút, và trị số khác mà là kết quả phân tích mạng thủy lực, đến bộ tính toán chỉ số lỗi 113.

Bộ phân tích mạng thủy lực 112 thiết đặt lượng nhu cầu nút với biểu thức dưới đây, ví dụ.

$$q(i,t) = d(i,t) + x[z(A(i))] \cdot K_i \cdot [p(i,t;X)]^\alpha \quad \dots (4)$$

Trong đó, i: chỉ số của nút

t: chỉ số thời gian

q(i,t): lượng nhu cầu nút

d(i,t): lượng tiêu thụ nước nút

A(i): khu vực mà nút i thuộc về

z(A): vùng (thành phần của thông số) mà khu vực thuộc về

x[z]: cường độ rò rỉ (thành phần của thông số) của vùng z

K_i: trị số nguy cơ rò rỉ của nút i

p(i,t; X): trị số dự báo áp suất

α: trị số chỉ số phụ thuộc vào áp suất rò rỉ

Lượng tiêu thụ nước nút d(i,t) mà là số hạng đầu tiêu là trị số thu được bằng cách thực hiện việc phân phối đến các nút trong mẫu phân tích mạng thủy lực, điều chỉnh mức tiêu thụ nước (nước tiêu thụ) đồng hồ đo tính nước tiêu thụ và tương tự, và điều chỉnh mức tiêu thụ nước dựa trên thông tin của bộ phận ước lượng lượng nhu cầu 117 trong mỗi lần.

Số hạng thứ hai là số hạng thể hiện lượng rò rỉ nút, và thể hiện phép nhân lũy thừa của cường độ rò rỉ của vùng mà nút thuộc về thông qua các khu vực, và trị số nguy cơ rò rỉ của nút, và trị số áp suất của nút.

Trong bước tính toán chỉ số 1205, bộ tính toán chỉ số lỗi 113 và bộ tính toán chỉ số vùng 114 tính toán chỉ số lỗi và chỉ số cấu hình vùng dựa trên thông tin được nhận bằng cách sử dụng biểu thức (1) và biểu thức (2).

Bộ tính toán chỉ số lỗi 113 và bộ tính toán chỉ số vùng 114 truyền chỉ số lỗi được tính toán và chỉ số cấu hình vùng được tính toán đến bộ tìm kiếm thông số tối ưu 111.

Bộ tìm kiếm thông số tối ưu 111 tính toán chỉ số đánh giá tổng như là tổng theo trọng số của các chỉ số bằng cách sử dụng biểu thức dưới đây khi chỉ số lỗi và

chỉ số cấu hình vùng được nhận.

$$J(X)=w_E \times E(X)+w_Z \times Z(X) \dots (5)$$

Trong đó, X: thông số

J(X): tổng chỉ số đánh giá

w_E, w_Z : hệ số trọng số

Trong bước xác định hội tụ 1206, bộ tìm kiếm thông số tối ưu 111 xác định liệu thông số để tối thiểu hóa gần đúng chỉ số đánh giá tổng được tìm ra hay không, nghĩa là, liệu việc tính toán tối ưu hóa liên quan đến thông số được hội tụ hay không. Khi được xác định là được hội tụ, quy trình tiến đến bước tính toán lượng rò rỉ vùng 1207. Khi được xác định là không được hội tụ, quy trình tiến tới bước thiết đặt thông số 1203.

Thuật toán tối ưu hóa thích hợp đã biết như thuật toán phát sinh có thể được sử dụng cho việc thiết đặt thông số và việc xác định hội tụ mà được thực hiện bởi bộ tìm kiếm thông số tối ưu 111.

Trong bước tính toán lượng rò rỉ vùng 1207, bộ tìm kiếm thông số tối ưu 111 tính toán sự phân phối rò rỉ theo không gian đối với DMA mục tiêu trên cơ sở kết quả phân tích mạng thủy lực dưới điều kiện dựa trên thông số tối ưu.

Trước hết, bộ tìm kiếm thông số tối ưu 111 tính toán lượng rò rỉ trong mỗi vùng và lượng rò rỉ vùng bằng cách tính toán tổng của các số hạng thứ hai trên vế phải của biểu thức (4) tại tất cả các nút mà thuộc vùng thông qua các khu vực.

Bộ tìm kiếm thông số tối ưu 111 tính toán lượng rò rỉ trên phần kéo dài ống dẫn, lượng rò rỉ trên số lượng khớp nối với ống dẫn cấp, tốc độ rò rỉ, và tương tự trong vùng bằng cách phân chia lượng rò rỉ vùng bởi chỉ số thống kê thích hợp trong mỗi vùng.

Trong bước truyền dữ liệu 1208, bộ tìm kiếm thông số tối ưu 111 truyền thông tin phân phối rò rỉ theo không gian mà được tính toán trong bước tính toán lượng rò rỉ vùng 1207, đến bộ phận lưu trữ sự phân phối rò rỉ theo không gian 124.

Ví dụ về việc hiển thị trên màn hình được thực hiện bởi bộ phận màn hình hiển thị 132 sẽ được mô tả có dựa vào Fig.13 mà minh họa việc hiển thị trên màn hình của thiết bị ước lượng sự phân phối rò rỉ theo không gian.

Cửa sổ hiển thị kết quả ước lượng phân phối rò rỉ theo không gian 1301 mà được hiển thị bởi bộ phận màn hình hiển thị 132 có hộp lựa chọn DMA 1302, phần hiển thị cấu hình vùng 1303, phần hiển thị lượng rò rỉ vùng 1304, và phần hiển thị lượng rò rỉ cho mỗi phần kéo dài ống dẫn 1305.

Người thao tác thiết bị ước lượng sự phân phối rò rỉ theo không gian 101 thao tác hộp lựa chọn DMA 1302, và do đó bộ phận màn hình hiển thị 132 thay đổi DMA mục tiêu mà được hiển thị trên cửa sổ hiển thị kết quả ước lượng phân phối rò rỉ theo không gian 1301.

Theo ví dụ hiển thị trên Fig.13, bộ phận màn hình hiển thị 132 hiển thị kết quả ước lượng phân phối rò rỉ theo không gian của DMA 340 mà được lựa chọn trong hộp lựa chọn DMA 1302, trên phần hiển thị cấu hình vùng 1303, phần hiển thị lượng rò rỉ vùng 1304, và phần hiển thị lượng rò rỉ cho mỗi phần kéo dài ống dẫn 1305.

Bộ phận màn hình hiển thị 132 hiển thị mạng ống dẫn nước và DMA, các khu vực, và cấu hình vùng trên bản đồ ở phần hiển thị cấu hình vùng 1303 với việc phối hợp với hệ thống thông tin địa lý (GIS).

Theo ví dụ hiển thị trên Fig.13, kết quả ước lượng thu được bằng cách phân chia DMA 340 thành hai vùng được hiển thị, tương tự với Fig.10. Cụ thể, hai vùng là vùng 1 thu được bằng cách hợp nhất các khu vực 330, 331, và 333, và vùng 2 thu được bằng cách hợp nhất các khu vực 332, 334, và 335.

Bộ phận màn hình hiển thị 132 hiển thị thông tin phân phối rò rỉ theo không gian mà có hiệu quả để phác thảo trong việc khảo sát rò rỉ, ở phần hiển thị lượng rò rỉ vùng 1304 và phần hiển thị lượng rò rỉ cho mỗi phần kéo dài ống dẫn 1305 bằng cách sử dụng các biểu đồ và tương tự.

Quy trình tính toán cấu hình khu vực được thực hiện bởi bộ phận tính toán cấu hình khu vực-bộ cảm biến 116 sẽ được mô tả có dựa vào Fig.14. Fig.14 là lưu đồ minh họa quy trình tính toán cấu hình khu vực của bộ phận tính toán cấu hình khu vực-bộ cảm biến 116.

Quy trình xử lý cấu hình khu vực là quy trình trong đó bộ phận tính toán cấu hình khu vực-bộ cảm biến 116 tính toán đề xuất cấu hình khu vực đối với DMA

mục tiêu từ thông tin cấu hình bộ cảm biến. Chẳng hạn, quy trình xử lý cấu hình khu vực được thực hiện khi người thao tác thiết bị ước lượng sự phân phối rò rỉ theo không gian 101 thực hiện chỉ dẫn trước quy trình ước lượng phân phối rò rỉ theo không gian được minh họa trên Fig.12.

Ví dụ, quy trình xử lý cấu hình khu vực được thực hiện khi thiết bị ước lượng sự phân phối rò rỉ theo không gian 101 được áp dụng ở giai đoạn ban đầu hoặc khi bộ cảm biến mới được bổ sung.

Trong bước nhận dữ liệu 1402, bộ phận tính toán cấu hình khu vực-bộ cảm biến 116 nhận thông tin đường ống và thông tin mẫu phân tích mạng thủy lực mà chúng được ghi trong bộ phận lưu trữ thông tin đường ống 121, và thông tin cấu hình bộ cảm biến mà được ghi trong bộ phận lưu trữ cấu hình khu vực-bộ cảm biến 123.

Trong bước thiết đặt khu vực 1403, bộ phận tính toán cấu hình khu vực-bộ cảm biến 116 ít nhất tạo ra một tập hợp các thông số cấu hình khu vực. Thông số cấu hình khu vực là đoạn mà đáp ứng các yêu cầu của cấu hình khu vực được minh họa trên Fig.8 và thu được bằng cách chia các nút trong DMA thành các khu vực, và mỗi trong số các khu vực được tạo cấu hình từ việc tập hợp các nút liền kề với đường ống nối.

Bộ phận tính toán cấu hình khu vực-bộ cảm biến 116 tạo ra thông số cấu hình khu vực sao cho số lượng các khu vực là bằng hoặc nhỏ hơn số lượng các bộ cảm biến trong DMA.

Trong bước phân tích mạng thủy lực 1404, bộ phận tính toán cấu hình khu vực-bộ cảm biến 116 đánh giá độ nhạy của trị số được đo của bộ cảm biến với sự thay đổi lượng rò rỉ tại mỗi khu vực phù hợp với cấu hình khu vực mà được tạo ra trong bước thiết đặt khu vực 1403 bằng cách sử dụng việc phân tích mạng thủy lực.

Cụ thể, bộ phận tính toán cấu hình khu vực-bộ cảm biến 116 áp dụng việc phân tích mạng thủy lực theo phương pháp của bước phân tích mạng thủy lực 1204 trên Fig.12 sử dụng mỗi khu vực như là một vùng riêng rẽ, và thu được lượng tăng của trị số được dự báo của mỗi bộ cảm biến thông qua việc phân tích mạng thủy

lực khi cường độ rò rỉ của mỗi vùng (khu vực) được tăng lên từ 0 đến 1.

Lượng tăng của bộ cảm biến M khi cường độ rò rỉ trong khu vực được thay đổi được thiết đặt là độ nhạy $s[A,M]$.

Trong bước tính toán chỉ số 1405, bộ phận tính toán cấu hình khu vực-bộ cảm biến 116 tính toán chỉ số độ nhạy tập hợp.

Cụ thể, bộ phận tính toán cấu hình khu vực-bộ cảm biến 116 tạo ra rằng ma trận độ nhạy $S=(s[A,M]/m(M))$, và tính toán chỉ số như là trị số nhỏ nhất của các trị số suy biến của ma trận độ nhạy. Ma trận độ nhạy S là ma trận thu được bằng cách thiết đặt khu vực là chỉ số của hàng và bộ cảm biến M là chỉ số của cột. $m(M)$ là mức độ lỗi của bộ cảm biến M. Các trị số suy biến có thể được tính toán bằng cách sử dụng thuật toán đại số đã biết, và do đó các phân mô tả chi tiết sẽ được bỏ qua.

Chỉ số không bị giới hạn vào trị số nhỏ nhất của các trị số suy biến trong ma trận độ nhạy, và có thể thu được bằng cách tính tổng các trị số suy biến hoặc nhân các trị số suy biến.

Các trị số suy biến trong ma trận độ nhạy là các chỉ số chỉ báo liệu bộ cảm biến có thể quan sát thay đổi của cường độ rò rỉ khu vực theo dạng cụ thể hay không. Vì lý do này, bộ phận tính toán cấu hình khu vực-bộ cảm biến 116 có thể lựa chọn cấu hình khu vực phù hợp với việc ước lượng phân phối rò rỉ theo không gian bằng cách tối đa hóa chỉ số dựa trên các trị số suy biến.

Trong bước xác định kết thúc 1406, bộ phận tính toán cấu hình khu vực-bộ cảm biến 116 xác định liệu thông số cấu hình khu vực để tối đa hóa gần đúng chỉ số được tìm ra hay không, nghĩa là, liệu phép tính tối ưu hóa liên quan đến thông số cấu hình khu vực được đồng quy hay không. Khi điều được xác định là được đồng quy, quy trình tiến tới bước truyền dữ liệu 1407. Khi được xác định là không được đồng quy, quy trình tiến đến bước thiết đặt khu vực 1403.

Thuật toán tối ưu hóa gần đúng đã biết như thuật toán phát sinh có thể được sử dụng để thiết đặt khu vực và việc xác định đồng quy mà được thực hiện bởi bộ phận tính toán cấu hình khu vực-bộ cảm biến 116.

Trong bước truyền dữ liệu 1407, bộ phận tính toán cấu hình khu vực-bộ cảm

biến 116 truyền thông số cấu hình khu vực được lựa chọn để tối đa hóa chỉ số, như thông tin đề xuất cấu hình khu vực đến bộ phận lưu trữ cấu hình khu vực-bộ cảm biến 123.

Quy trình tính toán cấu hình bộ cảm biến được thực hiện bởi bộ phận tính toán cấu hình khu vực-bộ cảm biến 116 sẽ được mô tả có dựa vào Fig.15. Fig.15 là lưu đồ minh họa quy trình tính toán cấu hình bộ cảm biến của bộ phận tính toán cấu hình khu vực-bộ cảm biến 116.

Quy trình xử lý cấu hình khu vực là quy trình trong đó bộ phận tính toán cấu hình khu vực-bộ cảm biến 116 tính toán đề xuất cấu hình bộ cảm biến đối với DMA mục tiêu từ thông tin cấu hình khu vực có sẵn, nghĩa là, tính toán đề xuất bố trí thiết bị đo. Ví dụ, quy trình cấu hình khu vực được thực hiện khi người thao tác thiết bị ước lượng sự phân phối rò rỉ theo không gian 101 thực hiện chỉ dẫn trước quy trình ước lượng phân phối rò rỉ theo không gian được minh họa trên Fig.12.

Ví dụ, quy trình cấu hình khu vực được thực hiện để thẩm định đề xuất bố trí của thiết bị đo khi thiết bị ước lượng sự phân phối rò rỉ theo không gian 101 được áp dụng ở giai đoạn ban đầu hoặc sau khi người thao tác thiết đặt bằng tay cấu hình khu vực mong muốn.

Trong bước nhận dữ liệu 1502, bộ phận tính toán cấu hình khu vực-bộ cảm biến 116 nhận thông tin đường ống và thông tin mẫu phân tích mạng thủy lực mà chúng được ghi trong bộ phận lưu trữ thông tin đường ống 121, và thông tin cấu hình khu vực mà được ghi trong bộ phận lưu trữ cấu hình khu vực-bộ cảm biến 123.

Trong bước thiết đặt vị trí bộ cảm biến 1503, bộ phận tính toán cấu hình khu vực-bộ cảm biến 116 ít nhất tạo ra một tập hợp các thông số cấu hình bộ cảm biến. Thông số cấu hình bộ cảm biến thu được bằng cách trừ các nút tương ứng với số lượng các khu vực trong thông tin cấu hình khu vực từ các nút của mẫu phân tích mạng thủy lực và thiết đặt các nút trừ làm các dự phòng lắp đặt của áp kế.

Trong bước phân tích mạng thủy lực 1504, bộ phận tính toán cấu hình khu vực-bộ cảm biến 116 đánh giá độ nhạy của trị số được đo của bộ cảm biến trên sự thay đổi của lượng rò rỉ trong mỗi khu vực tương ứng với cấu hình bộ cảm biến mà

được tạo ra trong bước thiết đặt vị trí bộ cảm biến 1503 bằng cách sử dụng việc phân tích mạng thủy lực.

Các phần mô tả chi tiết là tương tự với các phần mô tả chi tiết trong bước phân tích mạng thủy lực 1404 trên Fig.14 và do đó sẽ được bỏ qua.

Bước tính toán chỉ số 1505, bộ phận tính toán cấu hình khu vực-bộ cảm biến 116 tính toán chỉ số của độ nhạy tập hợp.

Các phần mô tả chi tiết là tương tự với các phần mô tả trong bước tính toán chỉ số 1405 trên Fig.14 và do đó sẽ được bỏ qua.

Trong bước xác định kết thúc 1506, bộ phận tính toán cấu hình khu vực-bộ cảm biến 116 xác định liệu thông số cấu hình bộ cảm biến để tối đa hóa gần đúng chỉ số được tìm ra hay không, nghĩa là, liệu phép tính tối ưu hóa liên quan đến thông số cấu hình bộ cảm biến được đồng quy hay không. Khi được xác định là được đồng quy, quy trình tiến tới bước truyền dữ liệu 1507. Khi được xác định là không được đồng quy, quy trình tiến tới bước thiết đặt khu vực 1403.

Thuật toán tối ưu gần đúng đã biết như thuật toán phát sinh có thể được sử dụng cho việc thiết đặt định vị bộ cảm biến và việc xác định đồng quy mà được thực hiện bởi bộ phận tính toán cấu hình khu vực-bộ cảm biến 116.

Trong bước truyền dữ liệu 1507, bộ phận tính toán cấu hình khu vực-bộ cảm biến 116 truyền thông số cấu hình bộ cảm biến được lựa chọn để tối đa hóa chỉ số, như thông tin đề xuất cấu hình bộ cảm biến đến bộ phận lưu trữ cấu hình khu vực-bộ cảm biến 123.

Sáng chế không bị giới hạn vào các phương án được mô tả ở trên và các cải biến đa dạng có thể được thực hiện. Ví dụ, các phương án ở trên được mô tả chi tiết để dễ hiểu sáng chế, và không nhất thiết bị giới hạn vào cấu hình gồm tất cả các thành phần được mô tả.

Các thành phần, các chức năng, các bộ phận xử lý, phương tiện xử lý, và tương tự có thể được thực hiện với phần cứng bằng cách thực hiện thiết kết trong mạch tích hợp, ví dụ. Các thành phần, các chức năng ở trên và tương tự có thể được thực hiện bằng phần mềm bởi bộ xử lý phân tích và thực hiện chương trình để đạt được mỗi trong số các chức năng. Thông tin để đạt được mỗi trong số các

chức năng, như chương trình, bảng, và tệp có thể được lưu trữ trong thiết bị lưu trữ như bộ nhớ, đĩa cứng, ổ đĩa bán dẫn (SSD), hoặc vật ghi như thẻ IC, thẻ SD, DVD.

Các đường điều khiển hoặc các đường thông tin được minh họa khi cần để mô tả và minh họa tất cả các đường điều khiển trong sản phẩm không nhất thiết phải được yêu cầu. Trên thực tế, hầu hết các thành phần có thể được nối với nhau.

Người có hiểu biết trung bình trong lĩnh vực cần được hiểu thêm là mặc dù phần mô tả trên đây đã mô tả các phương án của sáng chế, nhưng sáng chế không bị giới hạn vào đó và các thay đổi và các cải biến đa dạng có thể được tạo ra mà không trệtch khỏi nguyên lý của sáng chế và phạm vi của yêu cầu bảo hộ kèm theo.

YÊU CẦU BẢO HỘ

1. Thiết bị ước lượng sự phân phối rò rỉ theo không gian mà sử dụng khu vực cấp nước (District Metered Area - DMA) thu được bằng cách phân chia mạng ống dẫn nước như là mục tiêu, thiết bị gồm:

bộ phận tập hợp thông tin đo để tập hợp thông tin trị số đo ít nhất gồm một trong tốc độ lưu lượng và áp suất từ thiết bị đo mà được lắp đặt trên mạng ống dẫn nước;

bộ phận lưu trữ thông tin đường ống để lưu trữ thông tin đường ống mà gồm thông tin mẫu phân tích mạng thủy lực và ít nhất một trong thông tin kéo dài của ống dẫn phân phối và thông tin kết nối của ống dẫn cấp trên mạng ống dẫn nước trong DMA;

bộ phận tính toán thông tin nguy cơ để tính toán thông tin nguy cơ rò rỉ mà là trị số nguy cơ rò rỉ trong mỗi thành phần của mạng ống dẫn, bằng cách sử dụng thông tin đường ống;

bộ phận lưu trữ cấu hình khu vực-bộ cảm biến mà lưu trữ thông tin cấu hình của các khu vực thu được bằng cách phân chia DMA, và thông tin cấu hình bộ cảm biến liên quan đến thiết bị đo mà được lắp đặt trên mạng ống dẫn nước; và

bộ phận ước lượng sự phân phối rò rỉ theo không gian mà ước lượng thông số được cấu hình từ tập hợp cấu hình vùng để hợp nhất các khu vực liền kề trong số các khu vực và cường độ rò rỉ mà là trị số của cường độ rò rỉ của mỗi vùng trong cấu hình vùng, và sự phân phối rò rỉ theo không gian,

trong đó bộ phận ước lượng sự phân phối rò rỉ theo không gian còn gồm

bộ tính toán chỉ số vùng mà tính toán chỉ số vùng dựa trên cấu hình vùng theo thông số,

bộ phân tích mạng thủy lực mà tính toán thông tin trị số dự báo tương ứng với cấu hình bộ cảm biến bằng cách thực hiện việc phân tích mạng thủy lực thu được bằng cách giả định sự phân phối rò rỉ theo không gian dựa trên thông số và thông tin nguy cơ,

bộ tính toán chỉ số lỗi mà tính toán chỉ số lỗi từ sự chênh lệch giữa thông tin trị số đo được tập hợp bởi bộ phận tập hợp thông tin đo, và thông tin trị số dự báo

được tính toán bởi bộ phân tích mạng thủy lực, và

bộ tìm kiếm thông số tối ưu để tìm kiếm thông số tối ưu tối thiểu hóa chỉ số được tính toán bằng cách sử dụng cả chỉ số vùng và chỉ số lỗi, và

trong đó bộ phận ước lượng sự phân phối rò rỉ theo không gian tính toán ít nhất một trong lượng rò rỉ, lượng rò rỉ cho mỗi phần kéo dài ống dẫn, lượng rò rỉ trên số lượng các khớp nối với ống dẫn cấp, và tốc độ rò rỉ trong vùng.

2. Thiết bị ước lượng sự phân phối rò rỉ theo không gian theo điểm 1, trong đó:

bộ phân tích mạng thủy lực thiết đặt lượng nhu cầu nút trong việc phân tích mạng thủy lực như tổng gồm các số hạng là lượng tiêu thụ nước nút và lượng rò rỉ nút mà thể hiện mức tiêu thụ nước thông thường, và

lượng rò rỉ nút được xác định phụ thuộc vào cường độ rò rỉ của vùng mà nút tương ứng thuộc vùng đó, trị số nguy cơ rò rỉ của nút, và trị số áp suất của nút, và việc phân tích mạng thủy lực được thực hiện bằng cách sử dụng lượng rò rỉ nút.

3. Thiết bị ước lượng sự phân phối rò rỉ theo không gian theo điểm 2, trong đó:

bộ phận tính toán thông tin nguy cơ tính toán trị số nguy cơ rò rỉ của nút theo việc phân tích mạng thủy lực bằng cách sử dụng tổng gồm số hạng thứ nhất phụ thuộc vào ít nhất bất kỳ trong số phần kéo dài, loại ống, và số năm từ khi thực hiện xây dựng, của ống dẫn phân phối mà được nối với nút, và số hạng thứ hai phụ thuộc vào ít nhất bất kỳ trong số số lượng các khớp nối, phần kéo dài, loại ống, và số năm từ khi thực hiện xây dựng, của ống dẫn cấp được tập hợp vào nút.

4. Thiết bị ước lượng sự phân phối rò rỉ theo không gian theo điểm 3, trong đó:

bộ phân tích mạng thủy lực thực hiện việc phân tích mạng thủy lực bằng cách sử dụng lượng rò rỉ nút trong việc phân tích mạng thủy lực mà được xác định như là phép nhân của cường độ rò rỉ của vùng mà nút thuộc vùng đó, trị số nguy cơ rò rỉ của nút, và nâng lũy thừa trị số áp suất của nút.

5. Thiết bị ước lượng sự phân phối rò rỉ theo không gian theo điểm 1, trong đó:

chỉ số lỗi được tính toán bởi bộ tính toán chỉ số lỗi là tổng theo trọng số bình phương của chênh lệch giữa trị số được đo và trị số được dự báo mà tương ứng với nhau,

chỉ số vùng được tính toán bởi bộ tính toán chỉ số vùng là tổng số lượng các

vùng thu được bằng cách phân chia DMA, và

bộ tìm kiếm thông số tối ưu tìm kiếm thông số mà khiến cho tổng theo trọng số của chỉ số lỗi và chỉ số vùng được tối thiểu hóa.

6. Thiết bị ước lượng sự phân phối rò rỉ theo không gian theo điểm 4, trong đó:

chỉ số lỗi được tính toán bởi bộ tính toán chỉ số lỗi tổng theo trọng số bình phương của chênh lệch giữa trị số được đo và trị số được dự báo mà tương ứng với nhau,

chỉ số vùng được tính toán bởi bộ tính toán chỉ số vùng là tổng số lượng các vùng thu được bằng cách phân chia DMA, và

bộ tìm kiếm thông số tối ưu tìm kiếm thông số mà khiến cho tổng theo trọng số của chỉ số lỗi và chỉ số vùng được tối thiểu hóa.

7. Thiết bị ước lượng sự phân phối rò rỉ theo không gian theo điểm 1, còn bao gồm:

bộ phận tính toán cấu hình khu vực-bộ cảm biến mà thực hiện ít nhất bất kỳ trong số tính toán đề xuất cấu hình bộ cảm biến từ thông tin cấu hình khu vực và tính toán đề xuất cấu hình khu vực từ thông tin cấu hình bộ cảm biến, dựa trên thông tin đường ống được chứa trong bộ phận lưu trữ thông tin đường ống.

8. Thiết bị ước lượng sự phân phối rò rỉ theo không gian theo điểm 7, trong đó:

bộ phận tính toán cấu hình khu vực-bộ cảm biến thiết đặt dự phòng cấu hình khu vực, đánh giá độ nhạy của trị số được đo bởi bộ cảm biến với sự thay đổi lượng rò rỉ trong mỗi khu vực dự phòng thông qua việc phân tích mạng thủy lực, tính toán chỉ số độ nhạy kết hợp thu được thông qua việc phân tích mạng thủy lực, và tìm kiếm và lựa chọn dự phòng cấu hình khu vực để tối đa hóa chỉ số sao cho được thiết đặt làm đề xuất cấu hình khu vực, để tính toán đề xuất cấu hình khu vực từ thông tin cấu hình bộ cảm biến.

9. Thiết bị ước lượng sự phân phối rò rỉ theo không gian theo điểm 8, trong đó:

chỉ số độ nhạy kết hợp là bất kỳ trong số trị số tối thiểu, tổng, và phép nhân các trị số suy biến trong ma trận độ nhạy.

10. Thiết bị ước lượng sự phân phối rò rỉ theo không gian theo điểm 7, trong đó:

bộ phận tính toán cấu hình khu vực-bộ cảm biến thiết đặt các dự phòng bố

trí bộ cảm biến, đánh giá độ nhạy của trị số được đo của mỗi bộ cảm biến dự phòng đối với thay đổi của lượng rò rỉ trong mỗi khu vực thông qua việc phân tích mạng thủy lực, tính toán chỉ số độ nhạy kết hợp thu được thông qua việc phân tích mạng thủy lực, và tìm kiếm và lựa chọn dự phòng bố trí bộ cảm biến để tối đa hóa chỉ số sao cho được thiết đặt làm đề xuất cấu hình bộ cảm biến, để tính toán đề xuất cấu hình bộ cảm biến từ thông tin cấu hình khu vực.

11. Thiết bị ước lượng sự phân phối rò rỉ theo không gian theo điểm 10, trong đó:

chỉ số độ nhạy kết hợp là bất kỳ trong số trị số nhỏ nhất, tổng, và phép nhân của các trị số suy biến trong ma trận độ nhạy.

12. Hệ thống ước lượng sự phân phối rò rỉ theo không gian gồm:

thiết bị ước lượng sự phân phối rò rỉ theo không gian theo điểm 1; và

thiết bị đo để truyền thông tin đo đến thiết bị ước lượng sự phân phối rò rỉ theo không gian.

13. Phương pháp ước lượng sự phân phối rò rỉ theo không gian mà sử dụng DMA thu được bằng cách phân chia mạng ống dẫn nước như là mục tiêu, phương pháp bao gồm:

bước gom thông tin trị số đo mà gồm ít nhất một trong tốc độ lưu lượng và áp suất từ thiết bị đo mà được lắp đặt trên mạng ống dẫn nước;

bước gom thông tin đường ống mà gồm ít nhất một trong thông tin kéo dài của ống dẫn phân phối và thông tin kết nối của ống dẫn cấp trên mạng ống dẫn nước trong DMA;

bước tính toán thông tin nguy cơ tính toán thông tin nguy cơ rò rỉ mà là trị số nguy cơ rò rỉ trong mỗi thành phần của mạng ống dẫn bằng cách sử dụng thông tin đường ống;

bước tập hợp thông tin cấu hình của các khu vực thu được bằng cách phân chia DMA và thông tin cấu hình bộ cảm biến liên quan đến thiết bị đo mà được lắp đặt trên mạng ống dẫn nước; và

bước ước lượng phân phối rò rỉ theo không gian ước lượng thông số và sự phân phối rò rỉ theo không gian, thông số được tạo cấu hình từ tập hợp cấu hình vùng để hợp nhất các khu vực liên kề trong số các khu vực, và cường độ rò rỉ mà là

trị số của cường độ rò rỉ của mỗi vùng trong cấu hình vùng,

trong đó bước ước lượng phân phối rò rỉ theo không gian còn bao gồm

bước tính toán chỉ số vùng tính toán chỉ số vùng dựa trên cấu hình vùng của thông số,

bước phân tích mạng thủy lực tính toán thông tin trị số dự báo tương ứng với cấu hình bộ cảm biến bằng cách thực hiện việc phân tích mạng thủy lực thu được bằng cách giả định sự phân phối rò rỉ theo không gian dựa trên thông số và thông tin nguy cơ,

bước tính toán chỉ số lỗi tính toán chỉ số lỗi từ chênh lệch giữa thông tin trị số đo được gom bởi bộ phận tập hợp thông tin đo, và thông tin trị số dự báo được tính toán bởi bộ phân tích mạng thủy lực, và

bước tìm kiếm thông số tối ưu tìm kiếm thông số tối ưu tối thiểu hóa chỉ số được tính toán bằng cách sử dụng cả chỉ số vùng và chỉ số lỗi, và

ít nhất một trong lượng rò rỉ, lượng rò rỉ cho mỗi phân kéo dài ống dẫn, lượng rò rỉ trên số lượng các khớp nối với ống dẫn cấp, và tốc độ rò rỉ trong vùng được tính toán.

FIG. 1

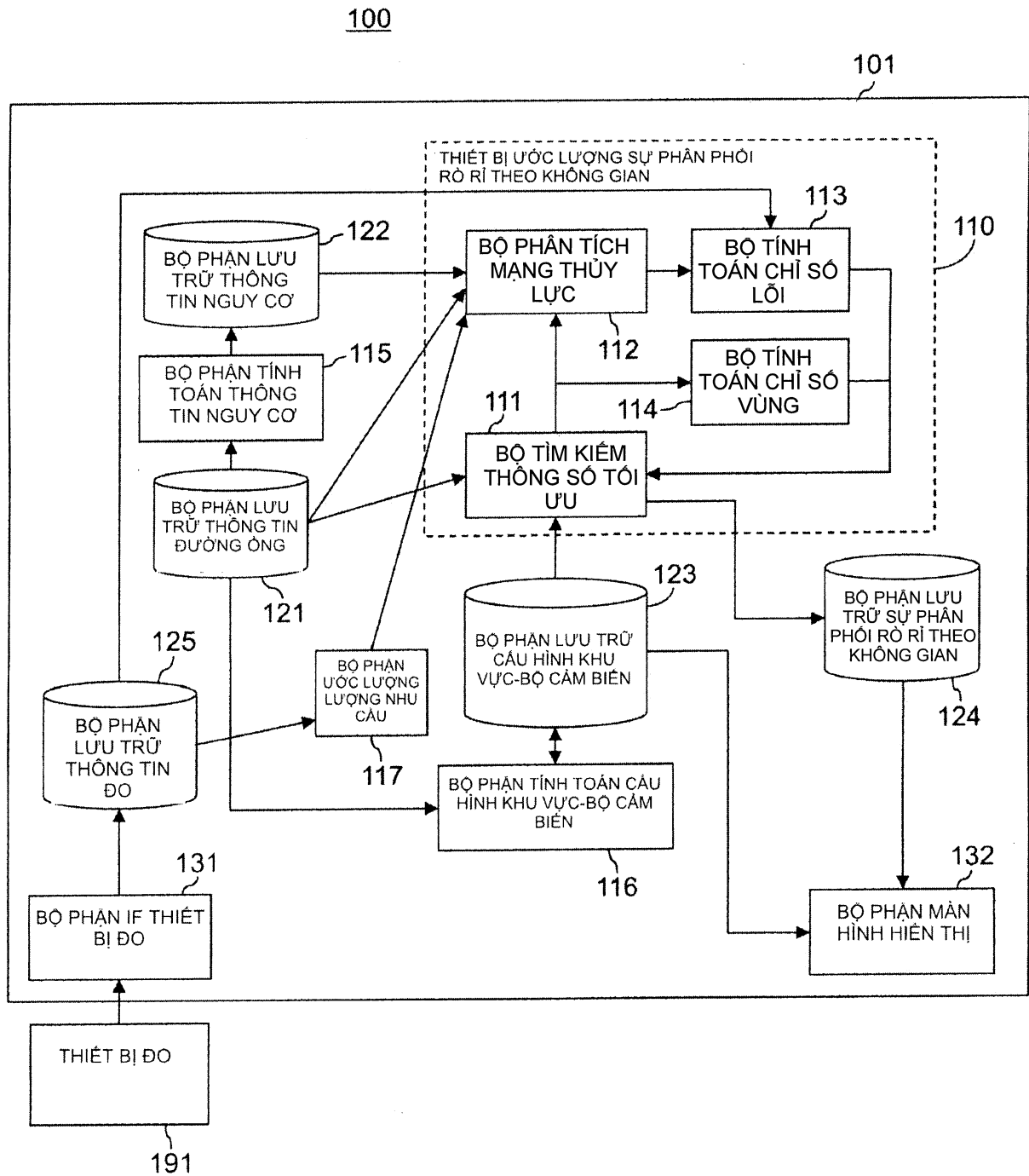


FIG. 2

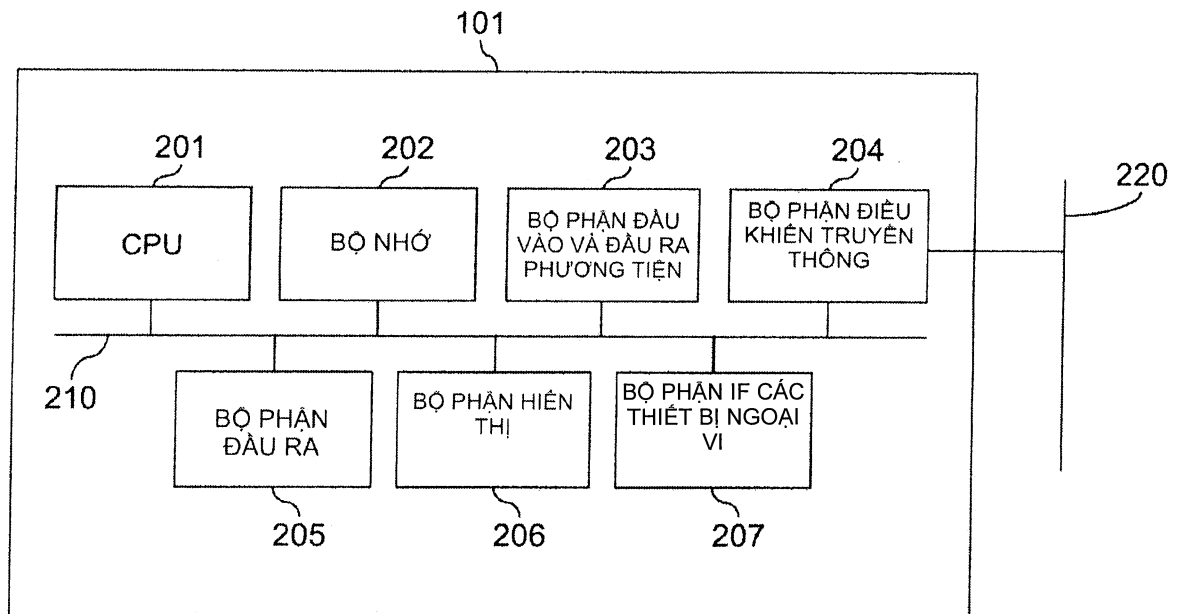


FIG. 3

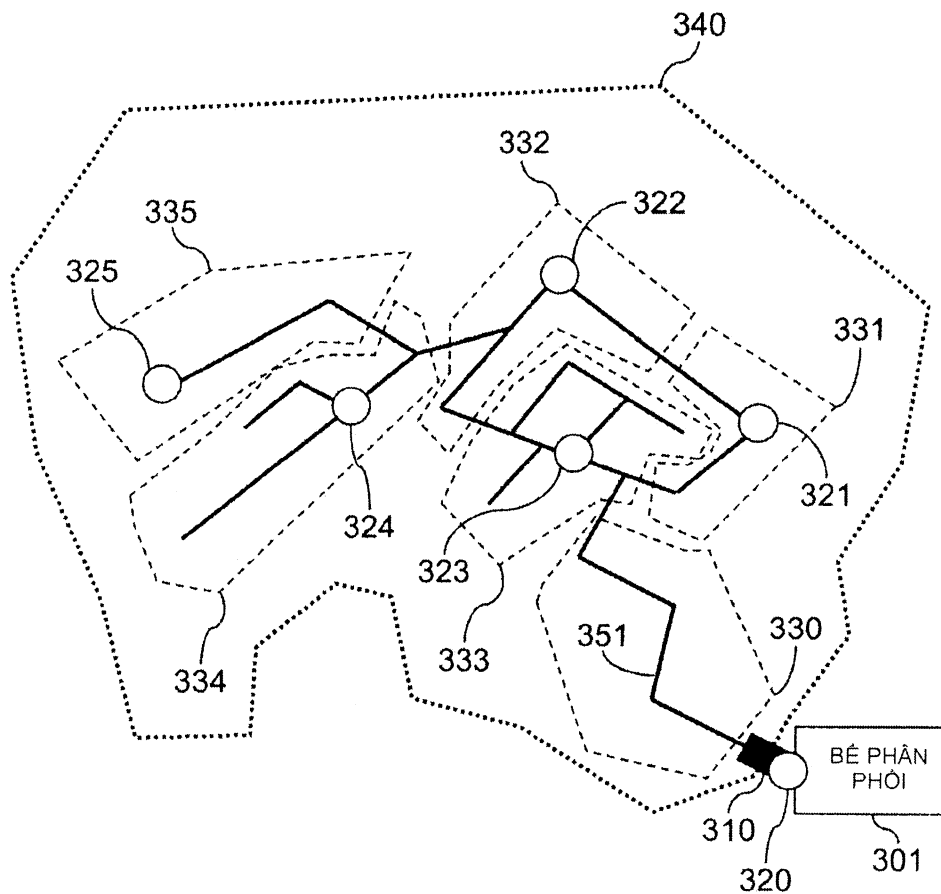


FIG. 4

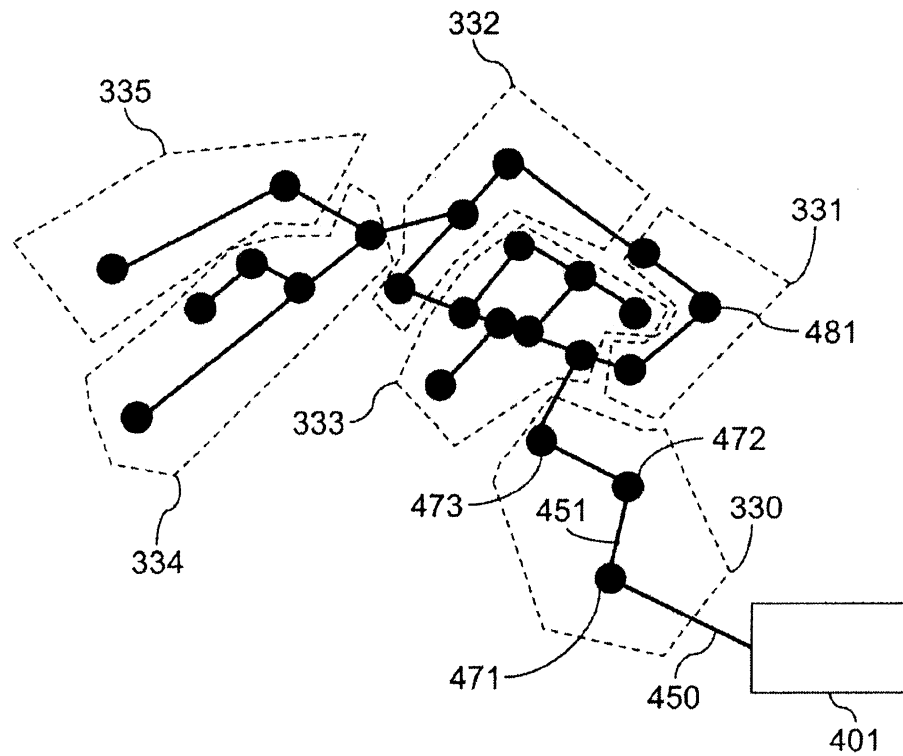


FIG. 5

500

501	502	503	504	505	506	507
ID ỐNG DẪN PHÂN PHỐI	VỊ TRÍ	KÉO DÀI	ĐƯỜNG KÍNH	LOẠI ỐNG	ỐNG BỌC NGOÀI	NĂM XÂY DỰNG
DP012	...	200m	300mm	DIP	KHÔNG	1997

FIG. 6

600

601 ID ỒNG DẪN CÁP	602 ĐÍCH NỐI	603 KÉO DÀI	604 ĐƯỜNG KÍNH	605 LOẠI ỒNG	606 NĂM XÂY DỰNG
SP421	...	3m	10mm	PE	2004

FIG. 7

700

701 ID NÚT	702 TRỊ SỐ NGUY CƠ
471	...
472	...
...	

FIG. 8

800

801 ID KHU VỰC	802 ID DMA	803 ID NÚT THÀNH PHẦN
330	340	471, 472, 473
331	340	...
...		

FIG. 9

900

901 ID BỘ CẢM BIẾN	902 LOẠI BỘ CẢM BIẾN	903 ID NÚT/ĐƯỜNG ỐNG NỐI
310	ÁP SUẤT	481
321	TỐC ĐỘ LƯU LƯỢNG	450
...		

FIG. 10

1000

1001 ID DMA	1002 ID VÙNG	1003 KHU VỰC THÀNH PHẦN	1004 CƯỜNG ĐỘ RÒ RỈ	1005 LƯỢNG RÒ RỈ VÙNG	1006 LƯỢNG RÒ RỈ TRÊN PHẦN KÉO DÀI ỐNG
340	1311	330, 331, 333	...	...	...
340	1312	332, 334, 335			
341	...				
...					

FIG. 11

1100

1101 VÙNG	1102 KHU VỰC THÀNH PHẦN	1103 CƯỜNG ĐỘ RÒ RỈ
1	330, 331, 333	...
2	332, 334, 335	

FIG. 12

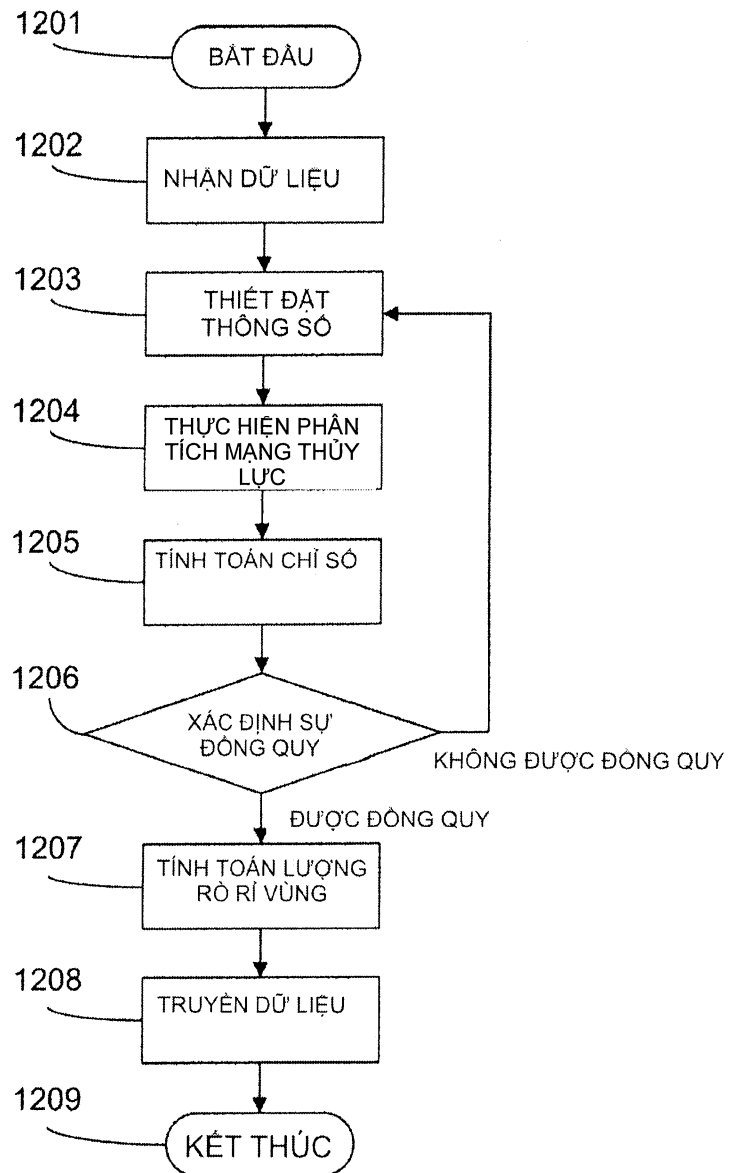


FIG. 13

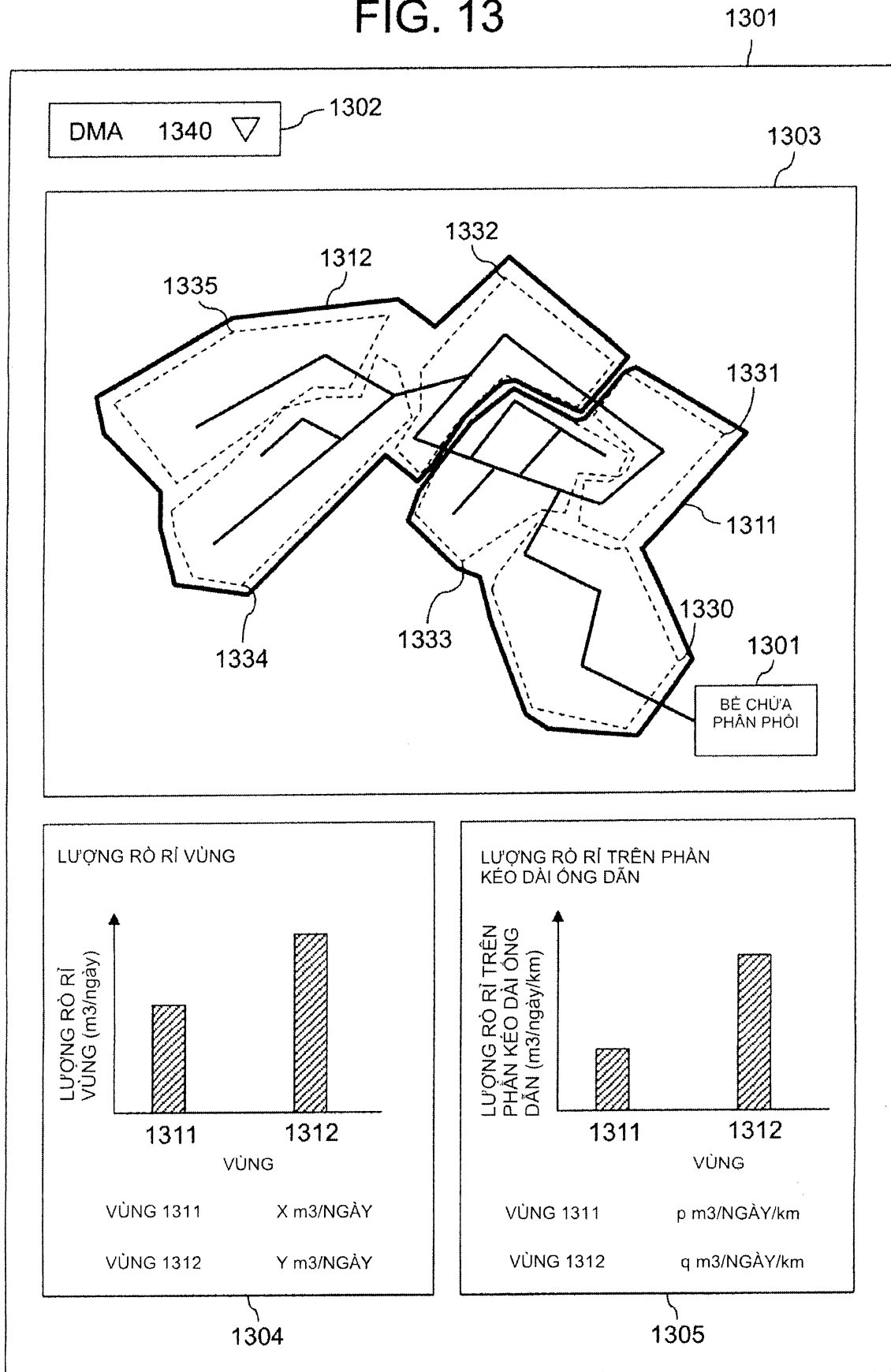


FIG. 14

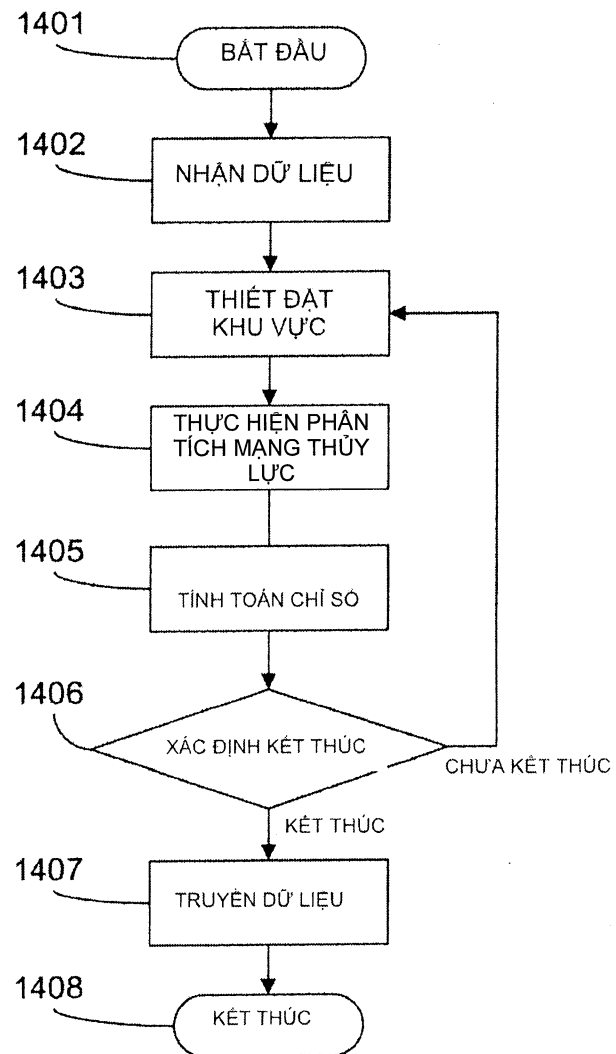


FIG. 15

