



(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) 
1-0020474

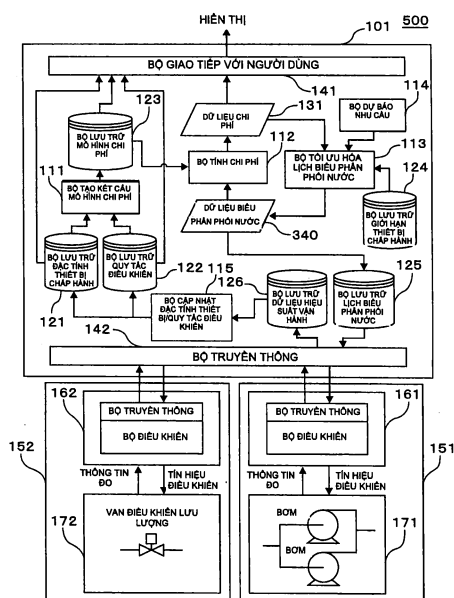
(51)⁷ E03B 1/00, G06Q 50/06

(13) B

- (21) 1-2013-02700 (22) 24.02.2012
(86) PCT/JP2012/054539 24.02.2012 (87) WO2012/127977A1 27.09.2012
(30) 2011-063341 22.03.2011 JP
(45) 25.02.2019 371 (43) 25.02.2014 311
(73) HITACHI, LTD. (JP)
6-6, Marunouchi 1-chome, Chiyoda-ku, Tokyo 100-8280, Japan
(72) ADACHI Shingo (JP), KAWARABAYASHI Masaru (JP), TAKAHASHI Shinsuke (JP), SATO Tatsuhiro (JP), YASUTOMI Hiroyoshi (JP), TADOKORO Hideyuki (JP)
(74) Công ty TNHH một thành viên Sở hữu trí tuệ VCCI (VCCI-IP CO.,LTD)

(54) THIẾT BỊ ĐIỀU KHIỂN VÀ GIÁM SÁT TRUNG TÂM DÙNG CHO HỆ THỐNG CẤP NƯỚC, VÀ HỆ THỐNG ĐIỀU KHIỂN VÀ GIÁM SÁT HỆ THỐNG CẤP NƯỚC

(57) Sáng chế đề cập đến thiết bị điều khiển và giám sát trung tâm dùng cho hệ thống cấp nước được tạo kết cấu để điều khiển thiết bị bơm phân phối dẫn/cấp, và bao gồm bộ lưu trữ đặc tính thiết bị chấp hành, bộ lưu trữ quy tắc điều khiển, bộ tạo kết cấu mô hình chi phí để tạo kết cấu mô hình chi phí đối với từng thiết bị chấp hành dựa vào dữ liệu thông tin của bộ lưu trữ đặc tính thiết bị chấp hành và bộ lưu trữ quy tắc điều khiển, và lưu trữ mô hình chi phí được tạo kết cấu ở bộ lưu trữ mô hình chi phí, bộ tính chi phí đánh giá chi phí vận hành của dữ liệu lịch biểu phân phối nước bằng cách sử dụng mô hình chi phí được lưu trữ ở bộ lưu trữ mô hình chi phí, bộ tối ưu hóa lịch biểu phân phối nước tạo ra dữ liệu lịch biểu phân phối nước tối thiểu hóa chi phí vận hành được đánh giá bởi bộ tính chi phí, và bộ truyền thông truyền dữ liệu lịch biểu phân phối nước tối ưu tới thiết bị điều khiển.



Lĩnh vực kỹ thuật được đề cập

Sáng chế đề cập đến thiết bị điều khiển và giám sát trung tâm dùng cho hệ thống cấp nước, hệ thống điều khiển và giám sát hệ thống cấp nước, và vật ghi chứa chương trình điều khiển và giám sát hệ thống cấp nước. Cụ thể là, sáng chế đề cập đến thiết bị điều khiển và giám sát trung tâm dùng cho hệ thống cấp nước, hệ thống điều khiển và giám sát hệ thống cấp nước và chương trình điều khiển và giám sát hệ thống cấp nước được tạo kết cấu để thu được lịch biểu phân phối nước tối ưu được làm thích ứng cho việc đánh giá chi phí, và để điều khiển các thiết bị của hệ thống cấp nước dựa vào lịch biểu phân phối nước.

Tình trạng kỹ thuật của sáng chế

Các công bố đơn sáng chế Nhật Bản số 2002-266380 và 2007-249374 bộc lộ các giải pháp kỹ thuật liên quan. Công bố đơn sáng chế Nhật Bản số 2002-266380 đã bộc lộ thiết bị đánh giá hoạt động của hệ thống cấp nước có khả năng đánh giá các chi phí vận hành tổng thể của các thiết bị của hệ thống cấp nước thông qua việc tính các chi phí vận hành (các chi phí về hóa và điện) của các thiết bị của hệ thống cấp nước.

Công bố đơn sáng chế Nhật Bản số 2007-249374 đã bộc lộ việc đánh giá chính xác đối với độ chênh lệch công suất điện của thiết bị bơm và thiết bị thổi từ sự thay đổi kết cấu thiết bị và phương pháp vận hành.

Tuy nhiên, kết cấu của thiết bị đánh giá hoạt động của hệ thống cấp nước đã bộc lộ trong công bố đơn sáng chế Nhật Bản số 2002-266380 chỉ đánh giá được chi phí có giới hạn tương ứng lượng hàng ngày của nước đầu vào, nước vận chuyển và nước phân phối.

Nói chung, không có quan hệ tuyến tính giữa lưu lượng và chi phí (lượng điện). Nếu thiết bị của hệ thống cấp nước mục tiêu có sự thay đổi lớn về lưu lượng theo ngày, thì sai số đánh giá chi phí thu được bởi thiết bị đánh giá hoạt động của

hệ thống cấp nước nêu trên có thể lớn. Ngoài ra, nói chung là theo quy tắc điều khiển tổng số lượng bơm, số lượng bơm vận hành thay đổi tùy theo sự tăng hoặc giảm cùng lượng phân phối nước. Nhờ đó có thể thu được độ chênh lệch chi phí (lượng điện). Hiện tượng như vậy gọi là hiện tượng trễ. Thiết bị đánh giá hoạt động của hệ thống cấp nước đã bộc lộ trong công bố đơn sáng chế Nhật Bản số 2002-266380 không được tạo kết cấu tính đến độ trễ, và sai số đánh giá chi phí thu được có thể lớn. Nói cách khác, thiết bị nêu trên không tính đến chi phí mang tính đa trị đối với lưu lượng. Do sai số như nêu trên nên cần cải thiện hơn nữa lịch biểu phân phối nước để đánh giá và điều khiển dựa vào kế hoạch.

Kết cấu của thiết bị được bộc lộ trong công bố đơn sáng chế Nhật Bản số 2007-249374 đòi hỏi phải biết được từng tốc độ xả của các bơm tương ứng, hoặc thiết bị mô phỏng tính toán tốc độ xả của các bơm tương ứng để thực hiện việc đánh giá năng lượng đối với thiết bị điều khiển các bơm kết hợp với nhau.

Trong trường hợp trong đó phương pháp vận hành thiết bị để tối thiểu hóa năng lượng tiêu thụ bởi toàn bộ các thiết bị của hệ thống cấp nước thu được nhờ kỹ thuật tối ưu hóa bằng cách sử dụng sự đánh giá được thực hiện bởi thiết bị chuẩn đoán năng lượng, thì thiết bị chuẩn đoán năng lượng cần nhiều thời gian để tính tối ưu hóa. Đó là do cần không gian tìm kiếm khổng lồ để xác định phương pháp vận hành bao gồm lượng xả của từng bơm riêng lẻ, và khối lượng tính toán lớn được thực hiện bởi thiết bị mô phỏng để tính lượng xả của bơm riêng biệt.

Bản chất kỹ thuật của sáng chế

Mục đích của sáng chế là đề xuất thiết bị điều khiển và giám sát trung tâm dùng cho hệ thống cấp nước được tạo kết cấu để xác định tính phi tuyến và tính đa trị của lưu lượng và chi phí, và để tạo ra lịch biểu phân phối nước nhằm tối thiểu hóa chi phí vận hành nhờ tính toán chi phí trong khi loại trừ tải tính toán, và điều khiển các thiết bị của hệ thống cấp nước. Ví dụ, sáng chế đề xuất thiết bị điều khiển và giám sát trung tâm thu được lịch biểu phân phối nước tốt nhất thích hợp để đánh giá chi phí có tính đến tính phi tuyến của lưu lượng và chi phí thường xác định được theo thiết bị bơm phân phối nước, và độ trễ xuất hiện trong quá trình

vận hành các bơm, và còn điều khiển các thiết bị của hệ thống cấp nước dựa vào lịch biểu phân phối nước.

Theo kết cấu ví dụ, thiết bị điều khiển và giám sát trung tâm dùng cho hệ thống cấp nước (101) dùng để điều khiển các thiết bị chấp hành gồm có thiết bị bơm cấp nước, thiết bị bơm truyền dẫn nước, và thiết bị bơm phân phối nước bao gồm bộ lưu trữ đặc tính thiết bị (121) chấp hành lưu trữ đặc tính thiết bị chấp hành đối với từng bơm của thiết bị điều khiển, bộ lưu trữ quy tắc điều khiển (122) lưu trữ quy tắc điều khiển thiết lập các phương pháp vận hành bơm của thiết bị điều khiển, bộ tạo kết cấu mô hình chi phí (111) để tạo kết cấu mô hình chi phí đối với từng thiết bị chấp hành dựa vào dữ liệu thông tin của bộ lưu trữ đặc tính thiết bị chấp hành và bộ lưu trữ quy tắc điều khiển, và lưu trữ mô hình chi phí được tạo kết cấu ở bộ lưu trữ mô hình chi phí (123), bộ tính chi phí (112) đánh giá chi phí vận hành của dữ liệu lịch biểu phân phối nước bằng cách sử dụng mô hình chi phí được lưu trữ ở bộ lưu trữ mô hình chi phí (123), bộ tối ưu hóa lịch biểu phân phối nước (113) tạo ra dữ liệu lịch biểu phân phối nước tối ưu tối thiểu hóa chi phí vận hành được đánh giá bởi bộ tính chi phí (112), bộ truyền thông (142) truyền dữ liệu lịch biểu phân phối nước tối ưu tới thiết bị điều khiển, và bộ giao tiếp với người (141) dùng để giao tiếp với người vận hành. Mô hình chi phí bao gồm các mối tương quan thay đổi trạng thái đối với số lượng bơm vận hành của thiết bị chấp hành, và hàm tính xác định chi phí có lưu lượng xả của thiết bị điều khiển theo từng trạng thái làm đầu vào. Bộ tính chi phí (112) được tạo nên là máy trạng thái hữu hạn xác định công thức biểu thị thay đổi trạng thái của mô hình chi phí.

Sáng chế đề xuất thiết bị điều khiển và giám sát trung tâm dùng cho hệ thống cấp nước, và hệ thống điều khiển và giám sát trung tâm dùng cho hệ thống cấp nước, thu được lịch biểu phân phối nước theo cách phù hợp được làm thích ứng để đánh giá chi phí có tính đến tính phi tuyến giữa lưu lượng và chi phí thường xác định được trong các thiết bị bơm phân phối nước, và độ trễ xuất hiện trong khi vận hành các bơm, và điều khiển các thiết bị của hệ thống cấp nước dựa vào lịch biểu phân phối nước.

Mô tả vắn tắt các hình vẽ

Fig.1 là sơ đồ khối thể hiện hệ thống điều khiển và giám sát hệ thống cấp nước;

Fig.2 là sơ đồ khối thể hiện kết cấu của thiết bị chấp hành;

Fig.3 là sơ đồ khối thể hiện kết cấu của thiết bị điều khiển và giám sát trung tâm dùng cho hệ thống cấp nước;

Fig.4 là hình vẽ minh họa bảng đặc tính của thiết bị chấp hành;

Fig.5 là đồ thị thể hiện đường đặc tính giữa lưu lượng và cột áp là một mục của bảng đặc tính thiết bị chấp hành;

Fig.6 là hình vẽ thể hiện đường đặc tính giữa hiệu suất và lưu lượng là một mục của bảng đặc tính thiết bị chấp hành;

Fig.7 là hình vẽ thể hiện bảng quy tắc điều khiển;

Fig.8A là đồ thị biểu thị đường thiết lập áp lực xả là một mục của bảng quy tắc điều khiển;

Fig.8B là đồ thị thể hiện mô hình đường ống dẫn là một mục của bảng quy tắc điều khiển;

Fig.9 thể hiện ví dụ về bảng lưu lượng để chuyển mạch số lượng bơm là một mục của bảng quy tắc điều khiển;

Fig.10 là hình vẽ thể hiện ví dụ về bảng mô hình chi phí được lưu trữ ở bộ lưu trữ mô hình chi phí;

Fig.11A là hình vẽ thể hiện sự thay đổi trạng thái biểu thị các mối tương quan thay đổi trạng thái của mô hình chi phí là một mục của bảng mô hình chi phí;

Fig.11B là đồ thị thể hiện mối quan hệ giữa lưu lượng và chi phí của mô hình chi phí là một mục của bảng mô hình chi phí;

Fig.12A là hình vẽ thể hiện sự thay đổi trạng thái biểu thị các mối tương quan thay đổi trạng thái của mô hình chi phí là một mục của bảng mô hình chi phí;

Fig.12B là đồ thị thể hiện mối quan hệ giữa lưu lượng và chi phí của mô hình chi phí là một mục của bảng mô hình chi phí;

Fig.13A là hình vẽ thể hiện sự thay đổi trạng thái biểu thị các mối tương

quan thay đổi trạng thái của mô hình chi phí là một mục của bảng mô hình chi phí;

Fig.13B là đồ thị thể hiện mối quan hệ giữa lưu lượng và chi phí của mô hình chi phí là một mục của bảng mô hình chi phí;

Fig.14A là hình vẽ thể hiện sự thay đổi trạng thái biểu thị mối quan hệ thay đổi trạng thái của mô hình chi phí là một mục của bảng mô hình chi phí;

Fig.14B là đồ thị thể hiện mối quan hệ giữa lưu lượng và chi phí của mô hình chi phí là một mục của bảng mô hình chi phí;

Fig.15 là lưu đồ của quá trình xử lý tạo kết cấu mô hình chi phí;

Fig.16 biểu thị dữ liệu lịch biểu phân phối nước;

Fig.17 biểu thị dữ liệu giới hạn thiết bị chấp hành; và

Fig.18 là lưu đồ biểu thị quá trình xử lý dùng cho bộ cập nhật đặc tính thiết bị/quy tắc điều khiển.

Mô tả chi tiết sáng chế

Các phương án thực hiện sáng chế sẽ được mô tả chi tiết theo các ví dụ có dựa vào các hình vẽ. Trong phần mô tả dưới đây, cùng các thành phần cấu thành sẽ được ký hiệu bởi cùng các ký hiệu chỉ dẫn, do đó các phần mô tả lặp lại chúng sẽ được loại bỏ. Ví dụ này sẽ mô tả thiết bị tối ưu hoạt động bơm của hệ thống cấp nước mà tạo kết cấu mô hình chi phí dựa vào các đặc tính thiết bị và quy tắc điều khiển. Hệ thống cấp nước bao gồm không chỉ hệ thống truyền dẫn nước mà cả hệ thống cấp nước dùng cho công nghiệp sử dụng (truyền dẫn nước công nghiệp), hệ thống nước-xám như là hệ thống nước mưa, nước tái sử dụng, và hệ thống nước nông nghiệp.

Như được thể hiện trên Fig.1, hệ thống điều khiển và giám sát hệ thống cấp nước 500 bao gồm thiết bị điều khiển và giám sát trung tâm dùng cho hệ thống cấp nước 101, thiết bị chấp hành 151, và thiết bị chấp hành 152.

Thiết bị điều khiển và giám sát trung tâm dùng cho hệ thống cấp nước 101 bao gồm bộ tạo kết cấu mô hình chi phí 111, bộ tính chi phí 112, bộ tối ưu hóa lịch biểu phân phối nước 113, bộ dự báo nhu cầu 114, bộ cập nhật đặc tính thiết bị/quy

tắc điều khiển 115, bộ lưu trữ đặc tính thiết bị chấp hành 121, bộ lưu trữ quy tắc điều khiển 122, bộ lưu trữ mô hình chi phí 123, bộ lưu trữ giới hạn thiết bị chấp hành 124, bộ lưu trữ lịch biểu phân phối nước 125, bộ lưu trữ dữ liệu hiệu suất vận hành 126, bộ giao diện người dùng 141, và bộ truyền thông 142. Thiết bị điều khiển và giám sát trung tâm dùng cho hệ thống cấp nước 101 được kết nối với các thiết bị chấp hành 151 và 152 sẽ được duy trì theo sự điều khiển và giám sát thông qua bộ truyền thông 142.

Thiết bị chấp hành 151 bao gồm bộ điều khiển thiết bị chấp hành từ xa 161 và các thiết bị chấp hành (các bơm) 171. Tương tự, thiết bị chấp hành 152 bao gồm bộ điều khiển thiết bị chấp hành từ xa 162 và thiết bị chấp hành (van) 172.

Như được thể hiện trên Fig.1, thiết bị điều khiển và giám sát trung tâm dùng cho hệ thống cấp nước 101 được kết nối chỉ với hai thiết bị chấp hành là các thiết bị chấp hành 151 và 152. Tuy nhiên, một cách tổng quát, thiết bị điều khiển và giám sát trung tâm dùng cho hệ thống cấp nước 101 còn có thể được kết nối với nhiều thiết bị chấp hành như là bơm phân phối dẫn/cấp, các nhà máy xử lý nước, và các nhà máy phân phối nước. Trong bản mô tả này, thiết bị chấp hành nghĩa là thiết bị của hệ thống cấp nước được kết nối với thiết bị điều khiển và giám sát trung tâm dùng cho hệ thống cấp nước 101 thông qua mạng. Thiết bị chấp hành ít nhất thực hiện việc thu thập thông tin đo ở thiết bị điều khiển và giám sát trung tâm dùng cho hệ thống cấp nước 101 và truyền thông tin liên quan đến phương pháp điều khiển từ thiết bị điều khiển và giám sát trung tâm dùng cho hệ thống cấp nước 101.

Bộ tạo kết cấu mô hình chi phí 111 đọc đặc tính thiết bị của từng bơm của thiết bị chấp hành, được lưu trữ ở bộ lưu trữ đặc tính thiết bị chấp hành 121, và quy tắc điều khiển của thiết bị chấp hành, được lưu trữ ở bộ lưu trữ quy tắc điều khiển 122 đối với từng thiết bị chấp hành như thiết bị chấp hành 151 bao gồm ít nhất một bơm, và tạo kết cấu mô hình chi phí đối với thiết bị điều khiển dựa vào đặc tính thiết bị và quy tắc điều khiển. Bộ tạo kết cấu mô hình chi phí 111 lưu trữ mô hình chi phí được tạo kết cấu ở bộ lưu trữ mô hình chi phí 123.

Bộ tính chi phí 112 tính chi phí cần thiết để điều khiển bằng cách sử dụng dữ liệu lịch biểu phân phối nước 340 thu được từ bộ tối ưu hóa lịch biểu phân phối nước 113 dựa vào mô hình chi phí được đọc từ bộ lưu trữ mô hình chi phí 123, và đưa ra chi phí tính được làm dữ liệu chi phí 131. Vì dữ liệu lịch biểu phân phối nước 340 chỉ báo phương pháp vận hành tất cả nhà máy sẽ được điều khiển, bộ tính chi phí 112 đọc mô hình chi phí từ bộ lưu trữ mô hình chi phí 123 đối với từng thiết bị điều khiển để tính chi phí của thiết bị mục tiêu bằng cách trích phương pháp vận hành của thiết bị mục tiêu từ dữ liệu lịch biểu phân phối nước 340. Bộ tính chi phí 112 thực hiện bổ sung đối với tất cả các thiết bị chấp hành để tính dữ liệu chi phí. Chi phí vận hành đối với tất cả nhà máy có thể được biểu thị bằng công thức 1.

Công thức 1

$$C_{total} = C(1) + \dots + C(j) + \dots + C(M) \text{ (công thức 1)}$$

trong đó C_{total} là chi phí vận hành đối với tất cả thiết bị chấp hành [kWh], j là chỉ số chỉ báo thiết bị điều khiển, M là tổng số lượng thiết bị chấp hành, và $C(j)$ là chi phí vận hành của thiết bị điều khiển j [kWh].

Phương pháp tính chi phí vận hành $C(j)$ của các thiết bị tương ứng j sẽ được mô tả dưới đây cùng với phần mô tả mô hình chi phí.

Thiết bị này không phải là thiết bị chấp hành nhưng cần xét đến chi phí vận hành có thể được coi là thiết bị chấp hành, và chi phí vận hành có thể được tính và bổ sung theo cùng cách như mô tả trên đây. Chẳng hạn, thiết bị mà không được kết nối với thiết bị điều khiển và giám sát trung tâm dùng cho hệ thống cấp nước, nhưng cần xét đến chi phí vận hành có thể được coi là thiết bị chấp hành.

Dữ liệu chi phí 131 được tạo là dữ liệu thông tin chi phí bao gồm chi phí vận hành C_{total} đối với toàn bộ thiết bị chấp hành. Bên cạnh đó, chi phí vận hành C_{total} đối với toàn bộ thiết bị chấp hành, có thể có trong thông tin chi phí đối với các thiết bị chấp hành tương ứng.

Trong bản mô tả này, chi phí là năng lượng điện cần để vận hành các bơm (vận hành thiết bị). Do đó, chỉ số thu được từ việc chuyển đổi năng lượng điện,

chẳng hạn chi phí chi trả cho lượng điện tiêu thụ có tính đến sự thay đổi chi phí tính theo đơn vị đối với các giờ tương ứng (các công suất danh định), và giá trị thu được nhờ việc chuyển đổi năng lượng điện thành giá trị phát xạ nhà kính.

Bộ tối ưu hóa lịch biểu phân phối nước 113 đọc các điều kiện giới hạn cần được đáp ứng bởi lịch biểu phân phối nước từ bộ lưu trữ giới hạn thiết bị chấp hành 124, thiết lập các giá trị dự báo nhu cầu của hệ thống cấp nước đối với từng khu vực, khu vực thu được bởi bộ dự báo nhu cầu 114 là các điều kiện giới hạn, và đưa ra các ứng viên đối với lịch biểu phân phối nước có thể đáp ứng các điều kiện giới hạn đó làm dữ liệu lịch biểu phân phối nước 340. Bộ tối ưu hóa lịch biểu phân phối nước 113 tìm kiếm các ứng viên đối với lịch biểu phân phối nước khác mà làm giảm hơn nữa chi phí bằng việc tham chiếu dữ liệu chi phí 131 được tính bởi bộ tính chi phí 112 so với dữ liệu lịch biểu phân phối nước 340 để đưa ra dữ liệu lịch biểu phân phối nước 340 theo cách lặp lại. Quá trình xử lý nêu trên được lặp lại cho đến khi điều kiện dừng bất kỳ được đáp ứng để khiến cho bộ tối ưu hóa lịch biểu phân phối nước 113 tính lịch biểu phân phối nước để tối thiểu hóa chi phí.

Bộ tối ưu hóa lịch biểu phân phối nước 113 lưu trữ dữ liệu lịch biểu phân phối nước tối ưu được tính ở bộ lưu trữ lịch biểu phân phối nước 125. Các hàm tính của bộ tối ưu hóa lịch biểu phân phối nước 113 phụ thuộc vào mô hình chi phí sẽ được sử dụng và chi tiết về giới hạn thiết bị có thể được coi là vấn đề tối ưu hóa xét về mặt lập trình toán học. Các hàm tính của bộ tối ưu hóa lịch biểu phân phối nước 113 có thể được thực hiện thông qua kỹ thuật tối ưu hóa toán học sử dụng phương pháp đơn công và phương pháp nhánh và cận, và các kỹ thuật siêu phỏng đoán như thuật toán phát sinh.

Bộ cập nhật đặc tính thiết bị/quy tắc điều khiển 115 cập nhật thông tin đặc tính thiết bị về bơm của thiết bị điều khiển từ dữ liệu hiệu suất vận hành có trong bộ lưu trữ dữ liệu hiệu suất vận hành 126, và cập nhật nội dung được lưu trữ của bộ lưu trữ đặc tính thiết bị chấp hành 121. Bộ cập nhật đặc tính thiết bị/quy tắc điều khiển 115 còn cập nhật thông tin như mô hình đường ống truyền dẫn nước của thiết bị chấp hành, và nội dung được lưu trữ ở bộ lưu trữ quy tắc điều khiển 122.

Bộ giao diện người dùng 141 hiển thị dữ liệu thông tin khác nhau được lưu trữ ở bộ lưu trữ đặc tính thiết bị chấp hành 121, bộ lưu trữ quy tắc điều khiển 122 và bộ lưu trữ mô hình chi phí 123, và dữ liệu chi phí 131 được tính bởi bộ tính chi phí 112 so với dữ liệu lịch biểu phân phối nước tối ưu trên thiết bị hiển thị để biểu thị cho người vận hành thiết bị điều khiển và giám sát trung tâm dùng cho hệ thống cấp nước 101. Bộ giao diện người dùng 141 có thể chứa bộ hiển thị không được thể hiện.

Bộ truyền thông 142 truyền dữ liệu lịch biểu phân phối nước tối ưu được lưu trữ ở bộ lưu trữ lịch biểu phân phối nước 125 tới các thiết bị chấp hành tương ứng như các thiết bị chấp hành 151 và 152. Bộ truyền thông 142 thu thập dữ liệu hiệu suất vận hành từ các thiết bị chấp hành tương ứng, và lưu trữ các dữ liệu này vào trong bộ lưu trữ dữ liệu hiệu suất vận hành 126. Dữ liệu hiệu suất vận hành chỉ báo lưu lượng xả và áp lực xả của bơm được điều khiển.

Thiết bị chấp hành 151 chuyển đổi dữ liệu lịch biểu phân phối nước đã thu được bởi bộ điều khiển thiết bị chấp hành từ xa 161 thành tín hiệu điều khiển được gửi tới thiết bị chấp hành như bơm để phản ánh trạng thái vận hành của thiết bị chấp hành (bơm) 171. Bộ điều khiển thiết bị chấp hành từ xa 161 thu thập thông tin đo như lưu lượng xả và áp lực xả từ các thiết bị đo tương ứng để gửi tới thiết bị điều khiển và giám sát trung tâm dùng cho hệ thống cấp nước 101. Cùng một quá trình xử lý được thực hiện ở thiết bị chấp hành 152 sao cho lịch biểu phân phối nước tối ưu được tạo ra bởi thiết bị điều khiển và giám sát trung tâm dùng cho hệ thống cấp nước 101 phản ánh được trạng thái vận hành của thiết bị chấp hành để tối ưu hóa hoạt động của các thiết bị chấp hành của hệ thống cấp nước.

Dưới đây, kết cấu của các thiết bị chấp hành (các bơm) 171 của thiết bị điều khiển sẽ được mô tả có dựa vào Fig.2. Như được thể hiện trên Fig.2, các bơm số 1 và số 2 là các bơm có tốc độ thay đổi được, và bơm số 3 là bơm có tốc độ không đổi. Van xả 211 dùng cho bơm số 1 201, van xả 212 dùng cho bơm số 2 202, và van xả 213 dùng cho bơm số 3 203. Giếng hút 221 dùng để cấp nước cho các bơm từ 201 đến 203. Thiết bị đo 231 dùng để đo lưu lượng xả và áp lực xả. Các mũi tên

nối với thiết bị tương ứng biểu thị các đường ống trong thiết bị chấp hành.

Bộ điều khiển thiết bị chấp hành từ xa 161 được thể hiện trên Fig.1 tương ứng với thiết bị chấp hành (bơm) 171 truyền các tín hiệu điều khiển bao gồm các tín hiệu vận hành/dừng của bơm số 1 201 bao gồm tín hiệu thiết lập mức độ mở của van xả 211, các tín hiệu vận hành/dừng của bơm số 2 202 bao gồm tín hiệu thiết lập mức độ mở của van xả 212, và các tín hiệu vận hành/dừng của bơm số 3 203 bao gồm tín hiệu thiết lập mức độ mở của van xả 213.

Bộ điều khiển thiết bị chấp hành từ xa 161 thu thập dữ liệu thông tin như điều kiện vận hành/dừng của bơm số 1 201, tốc độ quay của bơm số 1 201, thông tin mức độ mở của van xả 211, năng lượng điện của bơm số 1 201, điều kiện vận hành/dừng của bơm số 2 202, tốc độ quay của bơm số 2 202, thông tin mức độ mở của van xả 212, năng lượng điện của bơm số 2 202, điều kiện vận hành/dừng của bơm số 3 203, thông tin mức độ mở của van xả 213, năng lượng điện của bơm số 3 203, thông tin mực nước của giếng hút 221, lưu lượng xả và thông tin áp lực xả từ thiết bị đo 231.

Nếu không có thiết bị đo lượng điện tiêu thụ được trang bị, năng lượng điện có thể được đánh giá bằng cách kết hợp giá trị đo của dòng điện bởi ampe kế và giá trị đo của hệ số công suất.

Dưới đây, kết cấu phần cứng của thiết bị điều khiển và giám sát trung tâm dùng cho hệ thống cấp nước sẽ được mô tả có dựa vào Fig.3. Như được thể hiện trên Fig.3, thiết bị điều khiển và giám sát trung tâm dùng cho hệ thống cấp nước 101 bao gồm bộ xử lý trung tâm (CPU) 110, bộ nhớ 120, bộ đầu vào/đầu ra phương tiện 130, bộ đầu vào 140, bộ điều khiển truyền thông 142, bộ hiển thị 145, bộ IF (IF: giao diện) ngoại vi 180, và bus 190.

CPU 110 thực hiện chương trình ở bộ nhớ 120. Bộ nhớ 120 lưu trữ tạm thời chương trình và bảng. Bộ đầu vào/đầu ra phương tiện 130 lưu trữ chương trình và bảng. Bộ đầu vào 140 được tạo là bàn phím, chuột và dạng tương tự. Bộ điều khiển truyền thông 142 tương ứng với bộ truyền thông 142 như được thể hiện trên Fig.1. Bộ điều khiển truyền thông 142 được kết nối với mạng 400. Bộ hiển thị 145 tương

ứng với màn hình như được thể hiện trên Fig.1. Bộ IF ngoại vi 180 là thiết bị giao tiếp như máy in. Bus 190 kết nối CPU 110, bộ nhớ 120, bộ đầu vào/đầu ra phương tiện 130, bộ đầu vào 140, bộ điều khiển truyền thông 142, bộ hiển thị 145, và bộ IF ngoại vi 180 với nhau.

Như được thể hiện trên Fig.1, Fig.3, CPU thực hiện chương trình để thực hiện bộ tạo kết cấu mô hình chi phí 111, bộ tính chi phí 112, bộ tối ưu hóa lịch biểu phân phối nước 113, bộ dự báo nhu cầu 114, và bộ cập nhật đặc tính thiết bị/quy tắc điều khiển 115.

Bảng đặc tính thiết bị chấp hành được lưu trữ ở bộ lưu trữ đặc tính thiết bị chấp hành 121 sẽ được mô tả có dựa vào Fig.4. Như được thể hiện trên Fig.4, bảng đặc tính thiết bị chấp hành 300 bao gồm thông tin như là tên của thiết bị 301, số của bơm 302, đặc tính giữa lưu lượng và cột áp 303, đặc tính giữa hiệu suất và lưu lượng 304, cờ nhớ chỉ báo tốc độ thay đổi hoặc tốc độ không đổi 305, và tốc độ quay danh định/phạm vi điều khiển 306.

Bảng đặc tính thiết bị chấp hành 300 lưu trữ dữ liệu thông tin đối với đặc tính giữa lưu lượng và cột áp, đặc tính giữa hiệu suất và lưu lượng, giá trị chỉ báo nếu tốc độ quay là điều khiển được (nếu bơm là bơm có tốc độ thay đổi được) xét theo tính đúng/sai, và phạm vi điều khiển của tốc độ quay danh định, nếu bơm là bơm có tốc độ thay đổi được, đối với mỗi trong số các bơm của các thiết bị chấp hành.

Đặc tính giữa lưu lượng và cột áp (đường cong đặc tính Q-H) của một bơm cụ thể trong số dữ liệu thông tin đặc tính thiết bị được lưu trữ ở bộ lưu trữ đặc tính thiết bị chấp hành 121 sẽ được mô tả có dựa vào Fig.5.

Như đã mô tả có dựa vào Fig.4, bảng đặc tính thiết bị chấp hành 300 lưu trữ đặc tính giữa lưu lượng và cột áp 303 giống như đối với từng bơm của các thiết bị chấp hành. Như đối với bơm ly tâm được dùng cho hệ thống cấp nước trong hầu hết các trường hợp, hầu như đặc tính giữa lưu lượng và cột áp đều dùng công thức 2 hoặc 3 đã biết dưới đây.

$$H = A \cdot Q^2 + B \cdot Q + C \dots \text{(công thức 2)}$$

$$H = A \cdot Q^B + C \dots \quad (\text{công thức 3})$$

trong đó H là cột áp tổng của bơm [m], Q là lưu lượng xả của bơm [m^3/h], mỗi trong số A, B, C là hệ số độc lập đối với từng công thức, và ^ là lũy thừa. Đặc tính giữa lưu lượng và cột áp có thể được tính gần đúng bằng cách sử dụng công thức nêu trên bằng cách chọn kiểu công thức gần đúng và các hệ số A, B và C. Theo cách khác, các cặp quan hệ áp lực đẩy và lưu lượng tương ứng có thể được lưu trữ làm dữ liệu, đó là quan hệ tuyến tính tạo ra đồ thị là đường thẳng gần đúng với đặc tính giữa lưu lượng và cột áp.

Như đối với bơm chịu sự điều khiển tốc độ quay, đặc tính giữa lưu lượng và cột áp tạo dạng đường cong biến đổi theo sự thay đổi tốc độ quay như được biểu thị bằng đường cong có nét vẽ liền và đường cong có nét vẽ đứt được thể hiện trên Fig.5. Do đó, đặc tính giữa lưu lượng và cột áp đối với từng tốc độ quay phải được lưu trữ là thông tin đặc tính thiết bị. Tác dụng của việc điều khiển tốc độ quay nói chung là được làm gần đúng bằng cách sử dụng công thức 4 hoặc 5 dưới đây (quy tắc tương đương của bơm).

$$H/S^2 = \text{hằng số} \dots \quad (\text{công thức 4})$$

$$Q/S = \text{hằng số} \dots \quad (\text{công thức 5})$$

trong đó S là tốc độ quay [vòng/phút]. Đặc tính giữa lưu lượng và cột áp đối với mỗi tốc độ quay có thể được duy trì bằng cách lấy gần đúng theo quy tắc tương đương. Theo cách khác, các đặc tính giữa lưu lượng và cột áp với các tốc độ quay điển hình tương ứng có thể được duy trì. Các đặc tính đối với các tốc độ quay khác có thể được làm gần đúng thông qua phép tính nội suy.

Đặc tính giữa hiệu suất và lưu lượng của một bơm cụ thể trong số dữ liệu thông tin đặc tính thiết bị được lưu trữ ở bộ lưu trữ đặc tính thiết bị chấp hành 121 sẽ được mô tả có dựa vào Fig.6.

Tương tự đặc tính giữa lưu lượng và cột áp, như được thể hiện trên Fig.4, bảng đặc tính thiết bị chấp hành 300 lưu trữ đặc tính giữa hiệu suất và lưu lượng 304 đối với mỗi trong số các bơm ở các thiết bị chấp hành. Vì đối với bơm ly tâm đã được dùng cho hệ thống cấp nước trong hầu hết các trường hợp, đường gần

đúng của đặc tính giữa hiệu suất và lưu lượng sử dụng công thức bất kỳ trong số công thức 6 và 7 là đã biết.

$$\eta = A \cdot Q^2 + B \cdot Q \dots \text{(công thức 6)}$$

$$\eta = A \cdot Q^3 + B \cdot Q^2 + C \cdot Q \dots \text{(công thức 7)}$$

trong đó η là hiệu suất của bơm [-], Q là lưu lượng xả của bơm [m^3/h], và mỗi trong số A, B, C là hệ số độc lập đối với từng công thức.

Đặc tính giữa lưu lượng và cột áp có thể được tính gần đúng bằng cách sử dụng công thức nêu trên bằng cách chọn loại công thức gần đúng và các hệ số A, B và C . Theo cách khác, các cặp quan hệ lưu lượng và hiệu suất điển hình có thể được lưu trữ là dữ liệu, là quan hệ tuyến tính xác định đồ thị gần đúng của đặc tính giữa hiệu suất và lưu lượng.

Hiệu suất bơm là giá trị thu được bằng cách chia hệ số công suất của bơm cho lượng nước xả do công suất điện được cấp để truyền động bơm, nói cách khác, giá trị này thu được bằng cách nhân hiệu suất cơ của bơm nói chung được định rõ ở bảng thông số cơ học của bơm với hiệu suất của động cơ điện, cụ thể là hiệu suất của bộ điều khiển như bộ biến tần nếu bơm được điều khiển tốc độ quay. Hiệu suất cơ của bơm, hiệu suất của động cơ điện và hiệu suất của bộ biến tần có thể được lưu trữ riêng biệt làm từng đặc tính hiệu suất.

Như đối với bơm được điều khiển tốc độ quay, đặc tính giữa hiệu suất và lưu lượng tạo ra đường cong đặc tính thay đổi theo sự thay đổi tốc độ quay như được biểu thị bằng đường cong nét liền và đường cong nét đứt được thể hiện trên Fig.6. Tương tự, đặc tính giữa lưu lượng và cột áp, tác dụng điều khiển tốc độ quay có thể được làm gần đúng theo quy tắc tương đương của bơm. Theo cách khác, đặc tính giữa hiệu suất và lưu lượng ở tốc độ quay điển hình có thể được lưu trữ, và đặc tính giữa hiệu suất và lưu lượng với tốc độ quay khác được nội suy để làm gần đúng đặc tính giữa hiệu suất và lưu lượng.

Theo đặc tính thiết bị được lưu trữ ở bộ lưu trữ đặc tính thiết bị chấp hành 121, lượng điện (chi phí) ở thời điểm khi trạng thái vận hành của một bơm được xác định có thể được đánh giá. Lượng điện của bơm để xả nước được biểu thị là

tích của lưu lượng xả và áp lực đẩy. Do đó, Lượng điện cần thiết để truyền động bơm có thể được biểu thị bằng công thức 8.

$$E = k \cdot Q \cdot H / \eta \dots \text{(công thức 8)}$$

trong đó E là lượng điện cần thiết để truyền động bơm [kW], Q là lưu lượng xả của bơm [m³/h], H là cột áp tổng của bơm [m], η là hiệu suất của bơm [-], và k là hệ số tỷ lệ [kWh/m⁴].

Định rõ trạng thái vận hành để xác định Q (lưu lượng xả), H (cột áp tổng), và η (hiệu suất) theo công thức nêu trên bằng cách sử dụng đặc tính được thể hiện trên Fig.5 và Fig.6. Trạng thái vận hành thay đổi theo trạng thái vận hành của bơm khác của cùng thiết bị chấp hành, và các đặc tính như đường ống dẫn thông qua lượng nước được cấp từ thiết bị và khu vực phân phối. Trạng thái vận hành của bơm có tốc độ thay đổi được có thể chịu ảnh hưởng của việc chọn tốc độ quay.

Bảng quy tắc điều khiển được lưu trữ ở bộ lưu trữ quy tắc điều khiển 122 sẽ được mô tả có dựa vào Fig.7. Như được thể hiện trên Fig.7, bảng quy tắc điều khiển 310 bao gồm thông tin như là thiết bị chấp hành 311, bảng lưu lượng để chuyển mạch các bơm vận hành 320, Thứ tự của các bơm vận hành 313, điều khiển lưu lượng/áp lực 314, và quá trình xử lý điều khiển lưu lượng/áp lực 315.

Bảng quy tắc điều khiển 310 lưu trữ thông tin đối với bảng lưu lượng để chuyển mạch số lượng bơm vận hành, phương pháp xác định thứ tự vận hành các bơm, xét xem việc điều khiển lưu lượng xả và áp lực xả có được thực hiện hay không, và phương pháp điều khiển lưu lượng xả và áp lực xả, tương ứng đối với từng thiết bị điều khiển. Phương pháp xác định thứ tự vận hành các bơm đề cập đến quy tắc điều khiển xác định thứ tự khởi động các bơm trong thiết bị chấp hành, hoặc thứ tự dừng các bơm. Nói chung, quy tắc điều khiển được thiết lập nhằm mục đích cân bằng thời gian vận hành của bơm. Nếu bơm có tốc độ thay đổi được được bố trí trong thiết bị chấp hành, việc sử dụng bơm có hiệu quả giảm năng lượng điện. Do đó, nói chung là tính ưu tiên được xác định để sử dụng bơm có tốc độ thay đổi được trong toàn quá trình sử dụng bơm có tốc độ không đổi. Bảng lưu lượng để điều khiển việc chuyển mạch số lượng bơm vận hành, và thông tin đối

với phương pháp xác định thứ tự vận hành các bơm có thể được thay thế bằng thông tin khác mà xác định điều kiện thay đổi của trạng thái thay đổi liên quan đến số lượng vận hành các bơm, nó sẽ được mô tả dưới đây có dựa vào Fig.11A và Fig.11B.

Nếu việc điều khiển lưu lượng xả và áp lực xả ngoại trừ việc điều khiển số lượng bơm vận hành không được thực hiện ở thiết bị chấp hành, thì bơm cần được vận hành được xác định để thiết lập trạng thái vận hành. Nếu bơm có tốc độ thay đổi được được trang bị, hoặc việc điều khiển van được thực hiện, thì có hai phương pháp điển hình để điều khiển lưu lượng xả và áp lực xả, đó là phương pháp thiết lập áp lực xả và phương pháp thiết lập lưu lượng xả. Ở thiết bị bơm phân phối nước được bố trí các bơm có tốc độ thay đổi được, tốc độ quay của bơm được điều khiển nhằm thiết lập áp lực xả, và lưu lượng xả cho phép thay đổi theo lượng yêu cầu theo vùng phân phối. Giả thiết rằng thiết bị chấp hành 151 là thiết bị bơm phân phối nước như mô tả trên đây, phương pháp này thiết lập áp lực xả được lưu trữ ở bộ điều khiển thiết bị chấp hành từ xa 161, chẳng hạn. Nội dung của phương pháp thiết lập áp lực xả cũng được lưu trữ ở bộ lưu trữ quy tắc điều khiển 122. Nó sẽ được mô tả chi tiết dưới đây có dựa vào Fig.8A. Ngoài ra, ở thiết bị bơm truyền dẫn nước, tốc độ quay của bơm và mức độ mở van được điều khiển nhằm thiết lập lưu lượng xả, và áp lực xả được phép thay đổi tùy ý trong phạm vi khiến cho việc truyền nước được đều đặn. Ở thiết bị mà việc điều khiển tốc độ quay được thực hiện, lưu lượng xả và áp lực xả không được điều chỉnh bởi việc điều khiển mức độ mở của van xả để giảm tổn thất năng lượng của van (van xả). Giả thiết rằng thiết bị chấp hành 151 là thiết bị bơm truyền dẫn nước được trang bị với các bơm có tốc độ thay đổi được, mô hình đường ống (đặc tính lưu lượng áp lực) của điểm đích truyền dẫn nước từ thiết bị chấp hành 151 được yêu cầu để đánh giá việc điều khiển tốc độ quay nhằm thiết lập lưu lượng xả. Mô hình đường ống truyền dẫn nước còn được lưu trữ ở bộ lưu trữ quy tắc điều khiển 122. Nó sẽ được mô tả dưới đây dựa vào Fig.8B.

Phương pháp thiết lập áp lực xả trong số thông tin quy tắc điều khiển được lưu trữ ở bộ lưu trữ quy tắc điều khiển 122 sẽ được mô tả có dựa vào Fig.8A.

Như được mô tả trên đây dựa vào bảng quy tắc điều khiển được thể hiện trên Fig.7, phương pháp tương đương để thiết lập áp lực xả được lưu trữ đối với thiết bị (thiết bị bơm phân phối nước) nơi việc điều khiển bằng cách thiết lập áp lực xả được thực hiện. Fig.8A thể hiện phương pháp gọi là điều khiển hằng số áp lực đầu cuối được đánh giá như một trong số các phương pháp điển hình để thiết lập áp lực xả. Với phương pháp này, áp lực xả được xác định bằng cách tính công thức 9 sử dụng lưu lượng xả (hoặc giá trị thu được bởi nhờ quá trình xử lý tính trung bình nhất định lưu lượng xả).

$$P = P_0 + C \cdot Q^{1.85} \dots \text{(công thức 9)}$$

trong đó P là áp lực xả [kPa], Q là lưu lượng xả [m^3/h], và P_0 , C là các hệ số. Phương pháp tùy ý như phương pháp nêu trên có thể được dùng để xác định áp lực xả chỉ dựa vào lưu lượng xả. Quá trình điều khiển hằng số áp lực xả có thể được sử dụng để thiết lập áp lực xả mà là hằng số đối với lưu lượng xả tùy ý. Trong khi đó, phương pháp xác định áp lực xả phụ thuộc vào lưu lượng xả của thiết bị khác có thể được xử lý thông qua phương pháp được mô tả trên đây có dựa vào Fig.11.

Mô hình đường ống dẫn có thông tin quy tắc điều khiển được lưu trữ ở bộ lưu trữ quy tắc điều khiển 122 sẽ được mô tả dựa vào Fig.8B.

Như đã mô tả đối với bảng quy tắc điều khiển được thể hiện trên Fig.7, mô hình đường ống tương đương được lưu trữ ở thiết bị điều khiển (thiết bị bơm truyền dẫn nước) bao gồm bơm có tốc độ thay đổi được trong đó điều khiển tốc độ quay được thực hiện bằng cách thiết lập lưu lượng xả. Mô hình đường ống biểu thị mối quan hệ giữa áp lực xả P [kPa] cần để truyền dẫn nước với lưu lượng xả Q [m^3/h] đối với đường ống dẫn của điểm đích được cấp từ thiết bị. Như mô hình điển hình, công thức 10 được dùng trong khi giả thiết công thức của Hazen là tổn thất áp lực trong đường ống dẫn.

$$P = P_0 + C \cdot Q^{1.85} \dots \text{(công thức 10)}$$

trong đó P là áp lực xả [kPa], Q là lưu lượng xả [m^3/h], và P_0 , C là các hệ số. Hệ số P_0 phụ thuộc vào độ chênh lệch giữa đánh giá về thiết bị chấp hành và

đánh giá về điểm đích truyền dẫn nước (đường ống dẫn đầu ra). Hệ số C phụ thuộc vào chiều dài và đường kính của đường ống dẫn.

Ví dụ rằng cùng một công thức được sử dụng để biểu thị phương pháp thiết lập áp lực được thể hiện trên Fig.8A và mô hình đường ống được thể hiện trên Fig.8B đã mô tả. Tuy nhiên, chúng khác theo quan điểm sau. Tức là, thông tin về phương pháp thiết lập áp lực là tập tham số điều khiển tùy chọn. Trái lại, thông tin về mô hình đường ống là mô hình được điều khiển thực sự.

Bảng lưu lượng để chuyển mạch số lượng bơm, định rõ lưu lượng để chuyển mạch số lượng bơm vận hành trong số thông tin quy tắc điều khiển được lưu trữ ở bộ lưu trữ quy tắc điều khiển 122 sẽ được mô tả có dựa vào Fig.9. Như được thể hiện trên Fig.9, bảng lưu lượng để chuyển mạch số lượng bơm vận hành 320 bao gồm thông tin như là số lượng bơm vận hành sau khi dừng 321, số lượng bơm vận hành sau khi khởi động 322, lưu lượng để dừng vận hành bơm 323, và lưu lượng khởi động vận hành bơm 324.

Bảng lưu lượng để chuyển mạch số lượng bơm vận hành 320 lưu trữ thông tin về lưu lượng làm giá trị tham chiếu để tăng số lượng bơm cần được vận hành khi tăng lưu lượng xả, và lưu lượng là giá trị tham chiếu để giảm số lượng bơm vận hành khi giảm lưu lượng xả. Nếu lưu lượng để tăng số lượng bơm giống như lưu lượng để giảm số lượng bơm, bơm có thể được khởi động và dừng thường xuyên đáp lại sự dao động nhỏ ở lượng xả theo lưu lượng. Việc này có thể dẫn đến sự suy giảm chất lượng bơm hoặc thiết bị điện tử. Vì thế việc điều khiển trong đó lưu lượng để tăng số lượng bơm, và lưu lượng để giảm số lượng bơm nói chung được kiểm soát. Hiện tượng số lượng bơm vận hành khác nhau bất kể cùng một lưu lượng xả gọi là độ trễ. Trong ví dụ được thể hiện trên Fig.9, số lượng cụ thể của bơm không được xác định. Tuy nhiên, ở thiết bị chấp hành được bố trí các bơm có các đặc tính khác nhau, thì bảng lưu lượng có thể xác định số lượng bơm.

Bảng mô hình chi phí được lưu trữ ở bộ lưu trữ mô hình chi phí 123 sẽ được mô tả có dựa vào Fig.10. Như được thể hiện trên Fig.10, bảng mô hình chi phí 330 bao gồm thông tin như là thiết bị chấp hành 331, kiểu 332, và mô hình chi phí 333.

Bảng mô hình chi phí 330 lưu trữ ít nhất một kiểu 332 và thông tin mô hình chi phí 333 đối với mỗi trong số các thiết bị chấp hành 331 cần được điều khiển. Kiểu 332 là mục biểu thị độ chính xác của mô hình chi phí hoặc mức độ tương đương. Chi tiết về kiểu 332 và mô hình chi phí 333 sẽ được mô tả có dựa vào các hình vẽ từ Fig.11A đến Fig.14B.

Mô hình chi phí của thiết bị chấp hành được trang bị hai các bơm có tốc độ thay đổi được và một bơm có tốc độ không đổi trong số thông tin mô hình chi phí được lưu trữ ở bộ lưu trữ mô hình chi phí 123 sẽ được mô tả có dựa vào Fig.11A và Fig.11B. Thiết bị chấp hành này tương ứng với thiết bị chấp hành được thể hiện trên Fig.2, và tương ứng với thiết bị bơm phân phối nước B được thể hiện trên Fig.4 và Fig.7. Thiết bị này sẽ được xác định là thiết bị chấp hành 151. Thiết bị 151 được trang bị tất cả là ba bơm, tức là hai bơm có tốc độ thay đổi được (số 1 và số 2), và một bơm có tốc độ không đổi (số 3).

Việc điều khiển được thực hiện bởi bộ điều khiển thiết bị chấp hành từ xa 161 sẽ được mô tả. Nếu lưu lượng xả thay đổi vượt giá trị ngưỡng lưu lượng thiết lập ở bảng lưu lượng để chuyển mạch như được thể hiện trên Fig.9, thì số lượng bơm vận hành được thay đổi. Khi lưu lượng xả vượt quá $11\text{m}^3/\text{phút}$ trong khi vận hành một bơm, thì bơm thứ hai được khởi động.

Tính ưu tiên vận hành được xác định trước cho bơm có tốc độ thay đổi được số 1 hoặc số 2, và bơm số 3 sẽ được vận hành chỉ khi hai bơm đó đã hoạt động. Cần vận hành ít nhất một bơm. Khi dừng một trong số các bơm số 1 và số 2 đã hoạt động, một bơm được vận hành trong khoảng thời gian vận hành lâu hơn được dùng nhằm tính trung bình thời gian vận hành bơm. Các tốc độ quay tương ứng của các bơm số 1 và số 2 được điều khiển để đạt được thiết lập (áp lực đầu cuối được đánh giá không đổi) được thể hiện trên Fig.8A.

Mô hình chi phí theo ví dụ này bao gồm các mối tương quan thay đổi trạng thái ở dạng thay đổi dư trạng thái vận hành bơm của thiết bị chấp hành, và hàm tính để tính năng lượng điện từ lưu lượng xả của thiết bị chấp hành theo các trạng thái tương ứng (dưới đây là hàm năng lượng điện). Fig.11A là hình vẽ thể hiện thay

đổi trạng thái biểu thị các mối tương quan thay đổi trạng thái. Fig.11B là đồ thị thể hiện các hàm năng lượng điện xếp chồng theo các trạng thái tương ứng.

Các trạng thái AX, AY, B và C trên Fig.11A biểu thị thông tin chỉ báo nếu các bơm tương ứng ở thiết bị chấp hành được vận hành, hoặc được dừng. Cụ thể là, trạng thái AX biểu thị trạng thái hoạt động trong đó bơm số 1 được vận hành, và các bơm số 2 và số 3 được dừng. Fig.11A là hình vẽ thể hiện thay đổi trạng thái minh họa việc điều khiển liên quan đến số lượng bơm, việc điều khiển này được thực hiện bởi bộ điều khiển thiết bị chấp hành từ xa 161 như nêu trên. Đáp lại thay đổi lưu lượng xả vượt giá trị ngưỡng thiết lập ở bảng lưu lượng để chuyển mạch số lượng bơm vận hành 320 như được thể hiện trên Fig.9, thay đổi trạng thái xuất hiện. Cụ thể là, khi dừng một bơm làm lưu lượng nhỏ hơn giá trị ngưỡng ở trạng thái B, bộ điều khiển thiết bị chấp hành từ xa 161 làm thay đổi trạng thái sang trạng thái AX hoặc AY tùy theo mối tương quan của thời gian hoạt động tích lũy giữa các bơm số 1 và 2.

Mỗi đồ thị trên Fig.11B biểu thị năng lượng điện trạng thái ở trạng thái trong đó lưu lượng xả được thiết lập theo các trạng thái tương ứng. Việc thiết lập hàm năng lượng điện đối với từng trạng thái khiến cho việc tái lập hiện tượng rằng năng lượng điện phụ thuộc vào trạng thái bất kể với cùng một lưu lượng (độ trễ). Hàm tính để tính năng lượng điện theo các trạng thái tương ứng từ lưu lượng xả của thiết bị chấp hành không chỉ là hàm đối với lưu lượng xả của thiết bị chấp hành. Hàm này có thể được thiết lập là hàm phụ thuộc vào mực nước của giếng hút ở phía hút của bơm, và lưu lượng xả của thiết bị chấp hành khác là các tham số.

Mô hình chi phí được thể hiện trên Fig.11B có khả năng thực hiện việc đánh giá chi phí chính xác có tính đến tính phi tuyến của bơm năng lượng điện, và tính đa trị do độ trễ đối với nhiều bơm. Trái lại, việc sử dụng mô hình chi phí tỷ lệ với lượng phân phối nước (lưu lượng xả) như được mô tả trong công bố đơn sáng chế Nhật Bản số 2002-266380 không thể tái lập tính phi tuyến và tính đa trị như được thể hiện trên Fig.11B.

Trong phạm vi toàn bộ lưu lượng xả, đường cong tạo hình dạng phần lõm

xuống, có thể tạo sai số lớn khi lưu lượng xả trở nên nhỏ hoặc cao. Lưu lượng xả nhỏ và lưu lượng chịu ảnh hưởng bởi tính đa trị do độ trễ có thể khiến cho mô hình chi phí tỷ lệ gây ra giá trị đánh giá có thể là quá nhỏ hoặc quá cao khoảng 20% hoặc cao hơn nữa.

Ví dụ trên Fig.11B hàm năng lượng điện khác nhau giữa trạng thái AX trong đó chỉ bơm số 1 được vận hành và trạng thái AY trong đó chỉ bơm số 2 được vận hành. Sự khác nhau này biểu thị sự khác nhau ở năng lượng điện thu được từ đặc tính thiết bị khác nhau giữa các bơm số 1 và số 2. Mặc dù các bơm số 1 và số 2 có cùng kiểu, nhưng mỗi đặc tính thiết bị có thể sẽ khác nhau do sự thay đổi qua nhiều năm. Việc sử dụng mô hình chi phí tính đến trạng thái vận hành như được thể hiện trên Fig.11A cho phép đánh giá chi phí chính xác trong trường hợp nêu trên.

Bộ tính chi phí 112 bao gồm máy trạng thái (máy trạng thái hữu hạn) tính chi phí với hàm năng lượng điện kết hợp với trạng thái trong khi mô phỏng các mối tương quan thay đổi trạng thái của mô hình chi phí, và chi phí trong các khoảng thời gian tương ứng với (năng lượng điện) được tổ hợp để tính chi phí của thiết bị mục tiêu (lượng năng lượng điện).

Mô hình chi phí dùng để đánh giá giá trị tức thời của năng lượng điện từ mô hình lưu lượng xả, áp dụng được cho giá trị trung bình trong phạm vi từ 10 phút đến khoảng 1 giờ thường được dùng cho dữ liệu lịch biểu phân phối nước 340. Nói chung, thay đổi ở lưu lượng xả ở thiết bị chấp hành của hệ thống cấp nước là tương đối đơn giản, và không có thay đổi lớn trong khoảng 10 phút. Vì lưu lượng được chuyển mạch một lần trong một giờ hoặc với tần suất nhỏ hơn khi nước được cấp từ nguồn nước và nguồn điện vào bể chứa, độ chính xác có thể được đảm bảo nhờ phương pháp áp dụng nêu trên. Nếu thời gian được rút ngắn dưới 10 phút, thì có thể chịu ảnh hưởng lớn do hiện tượng thay đổi trạng thái do việc khởi động/dừng bơm. Do đó, tốt hơn là sử dụng lưu lượng trung bình đối với khoảng thời gian lớn hơn 10 phút.

Như mô tả trên đây, các hệ số năng lượng điện đối với điện tiêu thụ bởi bơm

có thể được thiết lập cần được đánh giá là mô hình chi phí theo ví dụ này. Nói chung, hệ số năng lượng điện vào buổi tối khi thiếu năng lượng điện là nhỏ. Hệ số năng lượng điện theo suất đơn vị có thể là gần bằng $1/3$ hệ số năng lượng điện vào ban ngày, và do đó, tốt hơn là sử dụng hệ thống nêu trên. Nếu lịch biểu phân phối nước được tạo dựa vào bước với suất đơn vị là một giờ hoặc nhỏ hơn thay vì lượng trên ngày, thì việc đánh giá hệ số năng lượng điện bao gồm thay đổi chi phí theo suất đơn vị có thể được thực hiện. Việc này có thể tạo lịch biểu phân phối nước sử dụng lượng điện theo các giờ vào buổi tối.

Mô hình chi phí khác ở thiết bị chấp hành giống như thiết bị được thể hiện trên Fig.11A và Fig.11B trong số thông tin mô hình chi phí được lưu trữ ở bộ lưu trữ mô hình chi phí 123 sẽ được mô tả có dựa vào Fig.12A và Fig.12B. Tương tự Fig.11A và Fig.11B, Fig.12A là hình vẽ thể hiện thay đổi trạng thái biểu thị các mối tương quan thay đổi trạng thái. Fig.12B là hình vẽ đồ thị thể hiện các hàm năng lượng điện được xếp chồng theo các trạng thái tương ứng.

Mô hình chi phí được thể hiện trên Fig.12A và Fig.12B biểu thị ví dụ về mô hình chi phí được đơn giản hóa bằng cách tính gần đúng mô hình được thể hiện trên Fig.11A và Fig.11B. Các trạng thái A, B và C được thể hiện trên Fig.12A biểu thị thông tin về số lượng bơm vận hành của thiết bị chấp hành. Cụ thể hơn là, trạng thái biểu thị trạng thái vận hành trong đó một bơm đang vận hành.

Trạng thái A biểu thị trạng thái thu được từ việc kết hợp các trạng thái AX và AY được thể hiện trên Fig.11A. Trạng thái B biểu thị trạng thái giống như trạng thái B được thể hiện trên Fig.11A. Trạng thái C biểu thị trạng thái giống như trạng thái C được thể hiện trên Fig.11A. Việc kết hợp các trạng thái tạo ra hàm năng lượng điện của trạng thái A là hàm thu được bằng cách tính trung bình các giá trị tương ứng của các hàm năng lượng điện của các trạng thái AX và AY. Do tính trung bình, nên việc đánh giá chi phí không thể được thực hiện khi xét đến sự khác nhau ở đặc tính thiết bị giữa các bơm số 1 và số 2. Trái lại, mô hình được đơn giản hóa này sẽ không cần tính đến thời gian hoạt động tích lũy của bơm, đó là ưu điểm của đánh giá chi phí được đơn giản hóa.

Bộ tối ưu hóa lịch biểu phân phối nước 113 tạo ra lượng lớn dữ liệu lịch biểu phân phối nước 340 cần đánh giá. Khi việc đánh giá bằng cách sử dụng dữ liệu như vậy, thì việc đánh giá chi phí được đơn giản hóa làm giảm lượng phép tính cần thiết để đánh giá chi phí, và các thay đổi loại vấn đề tối ưu hóa để thực hiện quá trình xử lý tối ưu hóa tốc độ cao là đã biết. Nếu không có sự khác nhau đáng kể ở đặc tính thiết bị giữa các bơm số 1 và số 2, thì mô hình chi phí được thể hiện trên Fig.12A và Fig.12B có thể được đơn giản hơn so với mô hình được thể hiện trên Fig.11A và Fig.11B không có sai số phụ nào khi đánh giá chi phí.

Mô hình chi phí khác theo thiết bị chấp hành giống như màn hình được thể hiện trên Fig.11A và Fig.11B trong số thông tin mô hình chi phí được lưu trữ ở bộ lưu trữ mô hình chi phí 123 sẽ được mô tả có dựa vào Fig.13A và Fig.13B. Tương tự Fig.11A và Fig.11B, Fig.13A là hình vẽ thể hiện thay đổi trạng thái biểu thị các mối tương quan thay đổi trạng thái, và Fig.13B là đồ thị thể hiện các hàm năng lượng điện được xếp chồng theo các trạng thái tương ứng.

Mô hình chi phí được thể hiện trên Fig.13A và Fig.13B biểu thị ví dụ về mô hình chi phí còn được đơn giản hóa bằng cách tính gần đúng mô hình được thể hiện trên Fig.12A và Fig.12B. Fig.13A thể hiện chỉ một trạng thái A và không có sự thay đổi trạng thái. Hàm năng lượng điện được thể hiện trên Fig.13B thu được bằng cách tính gần đúng các hàm năng lượng điện được thể hiện trên Fig.12B với hàm tuyến tính (đường nét đa giác) đối với các đoạn tương ứng (tuyến tính hóa từng phần). Đường nét đứt được thể hiện trên Fig.13B biểu thị hàm năng lượng điện được thể hiện trên Fig.12B trước khi tính gần đúng.

Vì mô hình không thay đổi trạng thái, nên tính đa trị của chi phí do sự khác nhau theo số lượng bơm vận hành không cần tính đến. Việc tuyến tính hóa từng phần tùy theo hàm phi tuyến có thể gây ra sai số nhất định. Tuy nhiên, như mô tả dựa vào Fig.12A và Fig.12B, mô hình chi phí được đơn giản hóa có ưu điểm đáng kể. Giả thiết rằng mô hình chi phí được dùng để đánh giá dữ liệu lịch biểu phân phối nước 340 trong ví dụ này, sai số đánh giá chấp nhận được với mức độ nhất định bởi vì sai số theo đầu ra dự báo nhu cầu từ bộ dự báo nhu cầu 114. Vì dữ liệu

lịch biểu phân phối nước 340 được tính dựa vào giá trị dự báo nhu cầu, dữ liệu thu được có thể tất yếu có sai số theo trạng thái điều khiển.

Nếu mô hình chi phí đối với tất cả các thiết bị chấp hành có các hàm tiêu thụ điện phải được tuyến tính hóa từng phần như được thể hiện trên Fig.13B, thì bộ tối ưu hóa lịch biểu phân phối nước 113 và bộ tính chi phí 112 có thể được thực hiện bằng máy tối thiểu hóa vấn đề lập trình tuyến tính hoặc vấn đề lập trình tuyến tính trộn số nguyên. Nhờ đó có thể thu được giải pháp tốc độ cao, vì thế giảm thời gian tính cần thiết để tạo ra lịch biểu phân phối nước tối ưu.

Mô hình chi phí năng lượng nhỏ theo thiết bị chấp hành được đề xuất với bơm có ba tốc độ không đổi trong khi thông tin mô hình chi phí được lưu trữ ở bộ lưu trữ mô hình chi phí 123 sẽ được mô tả dựa vào Fig.14A và 14B. Ở thiết bị chấp hành, về cơ bản, lưu lượng xả và áp lực xả chỉ được điều khiển bằng cách khởi động và dừng vận hành bơm mà không thực hiện điều khiển tốc độ quay và điều khiển mở van.

Fig.14A là hình vẽ thể hiện sự thay đổi trạng thái biểu thị các mối tương quan thay đổi trạng thái, và Fig.14B là đồ thị thể hiện các hàm năng lượng điện được xếp chồng theo các trạng thái tương ứng. Tương tự như được thể hiện trên Fig.12A, các trạng thái A, B và C biểu thị thông tin đối với một số trong số các bơm. Như mô tả trên đây, ở trạng thái trong đó việc điều khiển tốc độ quay và việc điều khiển van không được thực hiện, lưu lượng xả nói chung là có giá trị rời rạc chỉ phù hợp với trạng thái vận hành bơm. Hàm năng lượng điện được thể hiện trên Fig.14B là hàm nhận giá trị năng lượng điện của lưu lượng xả rời rạc chỉ phù hợp với trạng thái vận hành bơm.

Trong khi đó, khi việc đơn giản hóa mô hình bằng cách đánh giá thay đổi trạng thái và tuyến tính hóa từng phần như được thể hiện trên Fig.13A và Fig.13B, thì hàm năng lượng điện như được biểu thị bằng đường nét đứt trên Fig.14B có thể được chọn.

Lưu đồ quá trình xử lý tạo kết cấu mô hình chi phí đối với một thiết bị điều khiển, được thực hiện bởi bộ tạo kết cấu mô hình chi phí 111 sẽ được mô tả có dựa

vào Fig.15. Quá trình xử lý để tạo kết cấu mô hình chi phí đối với thiết bị 151 như được mô tả có dựa vào các hình vẽ từ Fig.11A đến Fig.13B sẽ được mô tả.

Ở bước 1401 để xây dựng các mối tương quan thay đổi trạng thái, bộ tạo kết cấu mô hình chi phí 111 tạo ra các mối tương quan thay đổi trạng thái tái lập trạng thái vận hành/dừng của từng bơm của thiết bị chấp hành bằng cách sử dụng thông tin được lưu trữ ở bộ lưu trữ quy tắc điều khiển 122. Bảng lưu lượng để chuyển mạch số lượng bơm vận hành 320 và thứ tự vận hành các bơm 313 của bảng quy tắc điều khiển 310 được thể hiện trên Fig.7 được sử dụng. Như được thể hiện trên Fig.11A, điều kiện trong đó sự thay đổi trạng thái được thực hiện trong số các trạng thái tương ứng được xác định để xác định phạm vi của lưu lượng xả cần được bao phủ bởi các trạng thái tương ứng.

Khi điều khiển số lượng bơm có tốc độ vận hành không đổi như được thể hiện trên Fig.14A và Fig.14B, lưu lượng xả thu được bằng cách sử dụng mô hình đường ống được thể hiện trên Fig.8B và đặc tính thiết bị của bơm được vận hành theo các trạng thái tương ứng. Đặc tính giữa lưu lượng và cột áp được tích hợp khi vận hành nhiều bơm trong số các bơm vận hành song song sẽ thu được theo cách mô tả dưới đây. Giả thiết rằng lưu lượng xả của bơm số 1 được thiết lập là Q_{11} , và lưu lượng xả của bơm số 2 thiết lập là Q_{12} khi cột áp đẩy là H_1 , lưu lượng xả $Q_{11} + Q_{12}$ thu được với cột áp đẩy H_1 trong khi các bơm số 1 và 2 đang mở. Chỗ giao nhau giữa đặc tính giữa lưu lượng và cột áp được tích hợp như vậy và mô hình đường ống được thể hiện trên Fig.8B tương ứng với lưu lượng xả xác định được theo trạng thái.

Ở bước 1402 để tính hàm năng lượng điện, bộ tạo kết cấu mô hình chi phí 111 thiết lập hàm tính (hàm năng lượng điện) để tính năng lượng điện từ lưu lượng xả của thiết bị chấp hành đối với các trạng thái tương ứng thu được ở bước 1401 để xây dựng các mối tương quan thay đổi trạng thái. Việc chọn trạng thái nhất định xác định phạm vi của lưu lượng xả (giá trị giới hạn dưới và giá trị giới hạn trên) và danh mục các bơm cần được vận hành. Giả thiết rằng lưu lượng xả là không đổi theo phạm vi nêu trên. Nếu quá trình điều khiển tốc độ quay của bơm và quá trình

điều khiển van được thực hiện, thì tham số điều khiển để thu được lưu lượng xả không đổi được thiết lập theo quá trình xử lý 315 về điều khiển áp lực xả và lưu lượng xả như được thể hiện bởi bảng quy tắc điều khiển 310 trên Fig.7. Năng lượng điện của mỗi trong số các bơm được làm thích ứng với tham số điều khiển được tính từ thông tin đặc tính thiết bị như được thể hiện trên Fig.6. Các giá trị tương ứng của năng lượng điện của các bơm được tổng hợp để thiết lập năng lượng điện của thiết bị chấp hành.

Trạng thái C sẽ được xét đến khi tham chiếu mô hình chi phí được thể hiện trên Fig.11A và Fig.11B. Lưu lượng xả Q là không đổi trong phạm vi bao phủ để xác định áp lực xả P là mục tiêu điều khiển từ áp lực xả thiết lập (áp lực đầu cuối được đánh giá không đổi) được thể hiện trên Fig.8A. Nói chung là, áp lực xả P có thể được tính gần đúng với cột áp đẩy H của bơm bằng cách biến đổi đơn vị, và cột áp đẩy H được xác định. Cụ thể là, mối tương quan được thực hiện xác định theo mực nước của miệng hút của bơm. Sự ảnh hưởng của mối tương quan như vậy có thể cũng được tính đến.

Lưu lượng xả Q_3 của bơm có tốc độ không đổi số 3 với công suất điện H thu được từ thông tin đặc tính thiết bị (đặc tính giữa lưu lượng và cột áp). Phần dư của lưu lượng ($Q-Q_3$) có thể dùng chung như nhau bởi các bơm có tốc độ thay đổi được số 1 và số 2. Đối với mỗi trong số các bơm số 1 và số 2, các tốc độ quay S_1 và S_2 với công suất điện H và lưu lượng ($Q-Q_3/2$) được thiết lập từ thông tin đặc tính thiết bị (đặc tính giữa lưu lượng và cột áp). Mỗi hiệu suất η_1 , η_2 , η_3 của các bơm tương ứng thu được từ công suất điện thu được H , và các lưu lượng Q_1 , Q_2 , Q_3 . Các giá trị năng lượng điện E_1 , E_2 và E_3 của các bơm tương ứng thu được bằng cách tính công thức như mô tả trên đây có dựa vào Fig.6. Năng lượng điện của thiết bị mục tiêu với lưu lượng xả Q được thiết lập là $E_1 + E_2 + E_3$.

Ở bước S1403 để đơn giản hóa mô hình, bộ tạo kết cấu mô hình chi phí 111 đơn giản hóa mô hình chi phí nếu cần, như đã mô tả đối với các mô hình chi phí có dựa vào Fig.11A và Fig.11B, Fig.12A và Fig.12B, và Fig.13A và Fig.13B, một cách tương ứng. Việc đơn giản hóa được thực hiện đối với các mối tương quan

thay đổi trạng thái và hàm năng lượng điện.

Như mô hình chi phí được thể hiện trên Fig.11A và Fig.11B, mỗi phạm vi của lưu lượng xả được bao phủ bởi các trạng thái AX và AY hầu như là giống nhau. Độ chênh lệch ở hàm năng lượng điện với cùng một lưu lượng xả giữa các trạng thái AX và AY là nhỏ. Kết quả là, các trạng thái đó có tính tương đương, có thể thu được khi các bơm số 1 và 2 có cùng kiểu. Tính tương đương mà cả hai độ chênh lệch trong phạm vi lưu lượng xả, và độ chênh lệch ở hàm năng lượng điện đều bằng hoặc nhỏ hơn các giá trị ngưỡng, được xác định, và các trạng thái như vậy được tích hợp. Do đó có thể đơn giản hóa mô hình thành mô hình chi phí như được thể hiện trên Fig.12A và Fig.12B.

Mặc dù hàm năng lượng điện có tính phi tuyến, nhưng có thể được tính gần đúng thông qua tuyến tính hóa từng phần. Cụ thể là, một số giá trị lưu lượng xả được chọn tùy ý, và các điểm tương ứng với các lưu lượng xả được chọn được kết nối để tạo ra đường đồ thị như đồ thị tuyến tính hóa từng phần duy nhất. Độ chính xác của phép tính gần đúng được đánh giá là tổng bình phương của độ chênh lệch theo các lưu lượng xả tương ứng. Phép tính gần đúng có thể được thực hiện sao cho tổng bình phương thu được là nhỏ nhất.

Vì vậy mô hình chi phí thu được như vậy được lưu trữ ở bộ lưu trữ mô hình chi phí 123 cùng với thông tin về mức độ đơn giản hóa, tức là độ chính xác của mô hình chi phí hoặc mức độ tương đương.

Dữ liệu lịch biểu phân phối nước tối ưu 340 cần được lưu trữ ở bộ tối ưu hóa lịch biểu phân phối nước 113 sẽ được mô tả có dựa vào Fig.16. Như được thể hiện trên Fig.16, dữ liệu lịch biểu phân phối nước 340 bao gồm thông tin như là kiểu 341, thời gian 342, và lưu lượng được lập kế hoạch hoặc 343.

Dữ liệu lịch biểu phân phối nước 340 bao gồm dữ liệu thông tin đối với các giá trị lập kế hoạch của lưu lượng xả với các thời khoảng nửa giờ cho quá trình vận hành sau đó theo các thiết bị chấp hành tương ứng. Bên cạnh đó, các thiết bị chấp hành, các giá trị được lập kế hoạch của từng thời gian sau này của mục có liên quan chặt chẽ với quá trình vận hành bơm có thể được bao hàm, chẳng hạn mục nước

của bể chứa.

Thông tin giới hạn thiết bị được lưu trữ ở bộ lưu trữ giới hạn thiết bị chấp hành 124 sẽ được mô tả có dựa vào Fig.17. Như được thể hiện trên Fig.17, thông tin giới hạn thiết bị 350 bao gồm thông tin như là kiểu 351, mục 352, và nội dung 353.

Thông tin giới hạn thiết bị 350 lưu trữ thông tin về giới hạn cần đáp ứng bởi dữ liệu lịch biểu phân phối nước 340 của các thiết bị chấp hành tương ứng. Như được thể hiện trên Fig.17, giới hạn này bao gồm phạm vi lưu lượng xả (các giới hạn trên/dưới) của bơm chấp hành, các giới hạn trên về số lần để chuyển mạch lưu lượng xả ở bơm chấp hành, giá trị thay đổi lưu lượng xả lớn nhất của bơm chấp hành, phạm vi mực nước của bể chứa (các giới hạn trên/dưới), và các mối quan hệ kết nối giữa các thiết bị chấp hành.

Lưu đồ của quá trình xử lý được thực hiện bởi bộ cập nhật đặc tính thiết bị/quy tắc điều khiển 115 sẽ được mô tả có dựa vào Fig.18, trong đó thiết bị chấp hành 151 được trang bị thiết bị chấp hành 171 được thể hiện trên Fig.2 làm ví dụ.

Ở bước 1701 để cập nhật đặc tính giữa lưu lượng và cột áp, bộ cập nhật đặc tính thiết bị/quy tắc điều khiển 115 cập nhật đặc tính giữa lưu lượng và cột áp được thể hiện trên Fig.5. Đặc tính giữa lưu lượng và cột áp được lập mô hình bởi công thức dưới đây 11:

$$H = f(Q, A, B, C) \dots \text{(công thức 11)}$$

trong đó H là cột áp đầy [m], và Q là lưu lượng xả [m^3/h]. Đặc tính giữa lưu lượng và cột áp là đặc tính được thiết lập bằng cách sử dụng các hệ số A , B , và C . Quá trình điều khiển tốc độ quay được lập mô hình phù hợp với quy tắc tương đương của bơm. Tức là, đặc tính giữa lưu lượng và cột áp với tốc độ quay S được lập mô hình bởi công thức 12 dưới đây. Công thức 2 và công thức 3 như được thể hiện trên Fig.5 có thể được dùng làm ví dụ cụ thể về hàm tính f .

$$H = f(Q \times S/S_0, A, B, C) \times S^2/S_0^2 \dots \text{(công thức 12)}$$

Bộ lưu trữ dữ liệu hiệu suất vận hành 126 trích thông tin đối với áp lực xả P , lưu lượng xả Q , mực nước của miệng hút, trạng thái vận hành/dừng của các bơm

tương ứng, và tốc độ quay của mỗi trong số các bơm có tốc độ thay đổi được từ dữ liệu hiệu suất vận hành đối với khoảng thời gian xác định trước, chẳng hạn sau một tháng. Cột áp đẩy H của bơm có thể được đánh giá từ áp lực xả P và mực nước của giếng hút. Trong trường hợp trong đó các hệ số A, B và C được thiết lập tạm thời, thì các lưu lượng xả Q1, Q2 và Q3 đều có cột áp đẩy H có thể được đánh giá bằng cách sử dụng trạng thái vận hành/dừng và tốc độ quay thực tế. Các hệ số A, B và C đối với các bơm tương ứng các được xác định sao cho tổng (tổng bình phương của sai số) của giá trị tổng của các lưu lượng xả được đánh giá $Q_1+Q_2+Q_3$ và bình phương của độ chênh lệch giữa các lưu lượng xả thực tế $(Q-Q_1-Q_2-Q_3)^2$ đối với dữ liệu hiệu suất vận hành được tối thiểu hóa.

Như phương pháp xác định hệ số tối thiểu hóa tổng bình phương sai số, quá trình xử lý tối ưu hóa nói chung là phương pháp đơn công dốc xuống có thể được sử dụng.

Ở bước 1702 để cập nhật đặc tính giữa hiệu suất và lưu lượng, bộ cập nhật đặc tính thiết bị/quy tắc điều khiển 115 cập nhật đặc tính giữa hiệu suất và lưu lượng như được thể hiện làm ví dụ trên Fig.6. Trong trường hợp này, đặc tính giữa hiệu suất và lưu lượng được lập mô hình bằng cách sử dụng công thức 13 dưới đây. Sau đó các hệ số A, B và C được tính để xác định đặc tính giữa hiệu suất và lưu lượng.

$$\eta = g(Q, A, B, C) \dots \text{(công thức 13)}$$

trong đó η là hiệu suất [-], và Q là lưu lượng xả [m^3/h]. Điều khiển tốc độ quay được lập mô hình theo quy tắc tương đương của bơm. Tức là, đặc tính giữa lưu lượng và cột áp ở tốc độ quay S được lập mô hình bằng cách sử dụng tốc độ quay danh định S0 thông qua công thức 14 dưới đây.

$$\eta = g(Q \times S/S_0, A, B, C) \dots \text{(công thức 14)}$$

trong đó η là hiệu suất [-], và Q là lưu lượng xả [m^3/h].

Năng lượng điện lúc này có thể được mô hình hóa như sau:

$$E = k \cdot Q \cdot H/\eta \dots \text{(công thức 15)}$$

trong đó E là năng lượng điện [kW], k là hệ số tỷ lệ [kWh/m^4], và H là cột

áp đẩy [m]. Hàm g có thể được minh họa bằng cách sử dụng công thức 2 và 3 như được thể hiện trên Fig.5.

Bộ lưu trữ dữ liệu hiệu suất vận hành 126 trích ra thông tin đối với áp lực xả P , lưu lượng xả Q , trạng thái vận hành/dừng của các bơm tương ứng, tốc độ quay của mỗi trong số các bơm có tốc độ thay đổi được, và năng lượng điện của các bơm tương ứng từ dữ liệu hiệu suất vận hành trong khoảng thời gian xác định trước, chẳng hạn sau một tháng. Cột áp đẩy H của bơm được đánh giá từ áp lực xả P và mực nước của giếng hút. Trong trường hợp trong đó các hệ số A , B và C được thiết lập tạm thời, các lưu lượng xả Q_1 , Q_2 và Q_3 , và các giá trị năng lượng điện E_1 , E_2 và E_3 với cột áp đẩy H có thể được đánh giá bằng cách sử dụng trạng thái vận hành/dừng, tốc độ quay thực tế, và đặc tính giữa lưu lượng và cột áp được cập nhật trước đó đối với các bơm tương ứng. Các hệ số A , B và C đối với các bơm tương ứng có thể được xác định sao cho tổng (tổng bình phương sai số) của giá trị tổng của các năng lượng điện được đánh giá E_1 , E_2 và E_3 , và bình phương của độ chênh lệch giữa các năng lượng điện thực sự đối với dữ liệu hiệu suất vận hành được tối thiểu hóa.

Như phương pháp xác định hệ số tối thiểu hóa tổng bình phương của sai số, nói chung quá trình xử lý tối ưu như phương pháp đơn công dốc xuống có thể được sử dụng.

Quá trình xử lý cập nhật thông tin đặc tính thiết bị, được thực hiện bởi bộ cập nhật đặc tính thiết bị/quy tắc điều khiển 115 đảm bảo đánh giá chi phí được cập nhật cho thay đổi đặc tính thu được từ sự thay đổi giảm ở thiết bị. Trong trường hợp trong đó bơm chấp hành được tạo kết cấu mới, và được chuẩn bị, ban đầu, giá trị đặc tính được xác định theo thông số của bơm để thiết lập khởi đầu đánh giá. Như hiệu suất vận hành được tính, thông tin đặc tính thiết bị có thể được cập nhật để làm thích ứng với các điều kiện vận hành thực sự.

Trong ví dụ này, thông tin đặc tính thiết bị cần được lưu trữ ở bộ lưu trữ đặc tính thiết bị chấp hành 121 chỉ được cập nhật. Tuy nhiên, thông tin này được lưu trữ ở bộ lưu trữ quy tắc điều khiển 122 như mô hình đường ống làm ví dụ được

minh họa trên Fig.8B có thể được cập nhật từ dữ liệu vận hành thực tế.

Sáng chế không bị giới hạn bởi các ví dụ như mô tả trên đây, mà sáng chế có thể bao gồm các ví dụ sửa đổi khác nhau. Ví dụ này được mô tả chỉ nhằm giúp dễ hiểu hơn về sáng chế, và do đó sáng chế không giới hạn bởi tất cả các kết cấu như mô tả trên đây. Kết cấu khác có thể được bổ sung, loại bỏ, và có thể thay thế một phần kết cấu theo các ví dụ tương ứng.

Ít nhất một phần của các kết cấu, chức năng, các bước xử lý, và phương tiện xử lý có thể có thể được thiết kế kết hợp, và được thực hiện bằng phần cứng. Các kết cấu và các chức năng nêu trên có thể được thực hiện bằng phần mềm thông qua biên dịch và thực hiện của chương trình thực hiện các chức năng tương ứng, chương trình này được thực hiện bởi máy tính. Thông tin về chương trình, bảng và tệp để thực hiện các chức năng tương ứng có thể được lưu trữ ở thiết bị lưu trữ dữ liệu như bộ nhớ, đĩa cứng, bộ nhớ SSD (Solid state Drive: bộ nhớ thể rắn), hoặc vật ghi như thẻ IC, thẻ SD và DVD.

Mặc dù luồng điều khiển và luồng thông tin cần minh họa đã được mô tả. Tuy nhiên, tất cả luồng điều khiển và luồng thông tin có thể không cần được mô tả đầy đủ, do thực tế có thể coi là hầu hết tất cả các thành phần cấu thành đều được kết nối đan xen nhau.

Danh mục các số chỉ dẫn

101: thiết bị điều khiển và giám sát trung tâm dùng cho hệ thống cấp nước, 110: bộ xử lý trung tâm (CPU), 111: bộ tạo kết cấu mô hình chi phí, 112: bộ tính chi phí, 113: bộ tối ưu hóa phân phối nước, 114: bộ dự báo nhu cầu, 115: bộ cập nhật đặc tính thiết bị/quy tắc điều khiển, 120: bộ nhớ, 121: bộ lưu trữ đặc tính thiết bị chấp hành, 122: bộ lưu trữ quy tắc điều khiển, 123: bộ lưu trữ mô hình chi phí, 124: bộ lưu trữ giới hạn thiết bị chấp hành, 125: bộ lưu trữ lịch biểu phân phối nước, 126: bộ lưu trữ dữ liệu hiệu suất vận hành, 130: bộ đầu vào/đầu ra phương tiện, 140: bộ đầu vào, 141: bộ giao diện người dùng, 142: bộ truyền thông, 145: bộ hiển thị, 180: bộ IF (IF: giao diện) ngoại vi, 190: bus, 400: mạng, 500: hệ thống điều khiển và giám sát dùng cho hệ thống cấp nước.

YÊU CẦU BẢO HỘ

1. Thiết bị điều khiển và giám sát trung tâm dùng cho hệ thống cấp nước để điều khiển các thiết bị chấp hành gồm có thiết bị bơm cấp nước, thiết bị bơm truyền dẫn nước, và thiết bị bơm phân phối nước, thiết bị điều khiển và giám sát này bao gồm:

bộ lưu trữ đặc tính thiết bị chấp hành lưu trữ đặc tính thiết bị chấp hành đối với từng bơm của thiết bị chấp hành;

bộ lưu trữ quy tắc điều khiển lưu trữ quy tắc điều khiển thiết lập các phương pháp vận hành bơm của thiết bị chấp hành;

bộ tạo kết cấu mô hình chi phí để tạo kết cấu mô hình chi phí đối với từng thiết bị chấp hành dựa vào dữ liệu thông tin của bộ lưu trữ đặc tính thiết bị chấp hành và bộ lưu trữ quy tắc điều khiển, và lưu trữ mô hình chi phí được tạo kết cấu ở bộ lưu trữ mô hình chi phí;

bộ tính chi phí đánh giá chi phí vận hành gồm dữ liệu lịch biểu phân phối nước bằng cách sử dụng mô hình chi phí được lưu trữ ở bộ lưu trữ mô hình chi phí;

bộ tối ưu hóa lịch biểu phân phối nước tạo ra dữ liệu lịch biểu phân phối nước tối ưu tối thiểu hóa chi phí vận hành được đánh giá bởi bộ tính chi phí;

bộ truyền thông truyền dữ liệu lịch biểu phân phối nước tối ưu tới thiết bị chấp hành; và

bộ giao diện người dùng để giao tiếp với người vận hành, trong đó:

mô hình chi phí bao gồm các mối tương quan thay đổi trạng thái đối với số lượng bơm vận hành của thiết bị chấp hành, và hàm tính để tính chi phí có lưu lượng xả của thiết bị điều khiển theo từng trạng thái làm đầu vào; và

bộ tính chi phí được tạo là máy trạng thái hữu hạn xác định công thức biểu thị thay đổi trạng thái của mô hình chi phí.

2. Thiết bị theo điểm 1, trong đó còn bao gồm bộ lưu trữ dữ liệu hiệu suất vận hành và bộ cập nhật đặc tính thiết bị/quy tắc điều khiển, trong đó:

bộ truyền thông thu thập thông tin liên quan đến hiệu suất vận hành từ thiết bị chấp hành, và lưu trữ thông tin ở bộ lưu trữ dữ liệu hiệu suất vận hành; và

bộ cập nhật đặc tính thiết bị/quy tắc điều khiển cập nhật thông tin đặc tính thiết bị được lưu trữ ở bộ lưu trữ đặc tính thiết bị chấp hành và thông tin quy tắc điều khiển được lưu trữ ở bộ lưu trữ quy tắc điều khiển từ thông tin liên quan đến hiệu suất vận hành.

3. Thiết bị theo điểm 1 hoặc 2, trong đó bộ tạo kết cấu mô hình chi phí có hàm tính để tính kết hợp các mô hình chi phí, mỗi mô hình này bao gồm công thức thay đổi trạng thái theo trạng thái độc lập, là các trạng thái giống các trạng thái cần được biến đổi thành mô hình chi phí có công thức thay đổi trạng thái được đơn giản hóa đối với từng trạng thái vận hành/dừng của bơm của thiết bị chấp hành, và hàm tính để tính gần đúng hàm xác định chi phí có lưu lượng xả của thiết bị điều khiển theo từng trạng thái là đầu vào bằng cách sử dụng hàm tuyến tính hóa từng phần.

4. Thiết bị theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 1 đến 3, trong đó hàm tính để tính chi phí có lưu lượng xả của thiết bị chấp hành dùng cho mô hình chi phí là đầu vào được tính bằng cách sử dụng đặc tính chỉ báo mối quan hệ giữa lưu lượng xả và cột áp đẩy của bơm, và đặc tính chỉ báo mối quan hệ giữa lưu lượng xả và hiệu suất của bơm, các đặc tính này được lưu trữ ở bộ lưu trữ đặc tính thiết bị chấp hành, và tốc độ quay của bơm có tốc độ thay đổi được thiết lập theo phương pháp điều khiển để thiết lập lưu lượng xả hoặc áp lực xả, và phạm vi giảm áp lực của van, phạm vi này được lưu trữ ở bộ lưu trữ quy tắc điều khiển.

5. Thiết bị theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 1 đến 4, trong đó một trong số phương pháp điều khiển hằng số áp lực điểm cuối được đánh giá và phương pháp điều khiển hằng số áp lực xả được sử dụng làm phương pháp điều khiển để thiết lập áp lực xả của thiết bị bơm phân phối nước, phương pháp này được lưu trữ ở bộ lưu trữ quy tắc điều khiển.

6. Thiết bị theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 1 đến 5, trong đó chi phí vận hành được đánh giá bởi bộ tính chi phí và được làm tối thiểu hóa bởi bộ tối ưu hóa lịch biểu phân phối nước là chi phí của năng lượng điện cần để vận hành thiết bị chấp hành của hệ thống cấp nước, hệ số năng lượng điện để chuyển đổi năng lượng điện, và giá trị thu được bằng cách chuyển đổi năng lượng điện thành giá trị phát xạ nhà

kính.

7. Hệ thống điều khiển và giám sát hệ thống cấp nước được tạo kết cấu để thực hiện thiết bị điều khiển và giám sát trung tâm dùng cho hệ thống cấp nước theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 1 đến 6, hệ thống điều khiển này bao gồm máy chủ tính toán, máy chủ này được kết nối với thiết bị chấp hành thông qua mạng truyền thông sao cho thiết bị điều khiển và giám sát trung tâm dùng cho hệ thống cấp nước truyền dữ liệu lịch biểu phân phối nước tới thiết bị chấp hành, và thu thập dữ liệu hiệu suất vận hành từ thiết bị chấp hành.

8. Vật ghi chứa chương trình điều khiển và giám sát hệ thống cấp nước để điều khiển các thiết bị chấp hành gồm có thiết bị bơm cấp nước, thiết bị bơm truyền dẫn nước và thiết bị bơm phân phối nước, chương trình này khiến cho máy tính hoạt động như bộ lưu trữ đặc tính thiết bị chấp hành để lưu trữ đặc tính thiết bị chấp hành đối với từng bơm của thiết bị chấp hành, bộ lưu trữ quy tắc điều khiển lưu trữ quy tắc điều khiển thiết lập các phương pháp vận hành bơm của thiết bị chấp hành, bộ tạo kết cấu mô hình chi phí để tạo kết cấu mô hình chi phí đối với từng thiết bị chấp hành dựa vào dữ liệu thông tin của bộ lưu trữ đặc tính thiết bị chấp hành và bộ lưu trữ quy tắc điều khiển, và lưu trữ mô hình chi phí được tạo kết cấu ở bộ lưu trữ mô hình chi phí, bộ tính chi phí để đánh giá chi phí vận hành gồm dữ liệu lịch biểu phân phối nước bằng cách sử dụng mô hình chi phí được lưu trữ ở bộ lưu trữ mô hình chi phí, bộ tối ưu hóa lịch biểu phân phối nước tạo ra dữ liệu lịch biểu phân phối nước tối ưu mà tối thiểu hóa chi phí vận hành được đánh giá bởi bộ tính chi phí, bộ truyền thông truyền dữ liệu lịch biểu phân phối nước tối ưu tới thiết bị chấp hành, và bộ giao diện người dùng để giao tiếp với người vận hành, trong đó:

mô hình chi phí bao gồm các mối tương quan thay đổi trạng thái đối với số lượng bơm vận hành ở thiết bị chấp hành, và hàm tính để tính chi phí có lưu lượng xả của thiết bị chấp hành theo từng trạng thái làm đầu vào; và

bộ tính chi phí được tạo là máy trạng thái hữu hạn thực hiện công thức biểu thị trạng thái thay đổi của mô hình chi phí.

FIG. 1

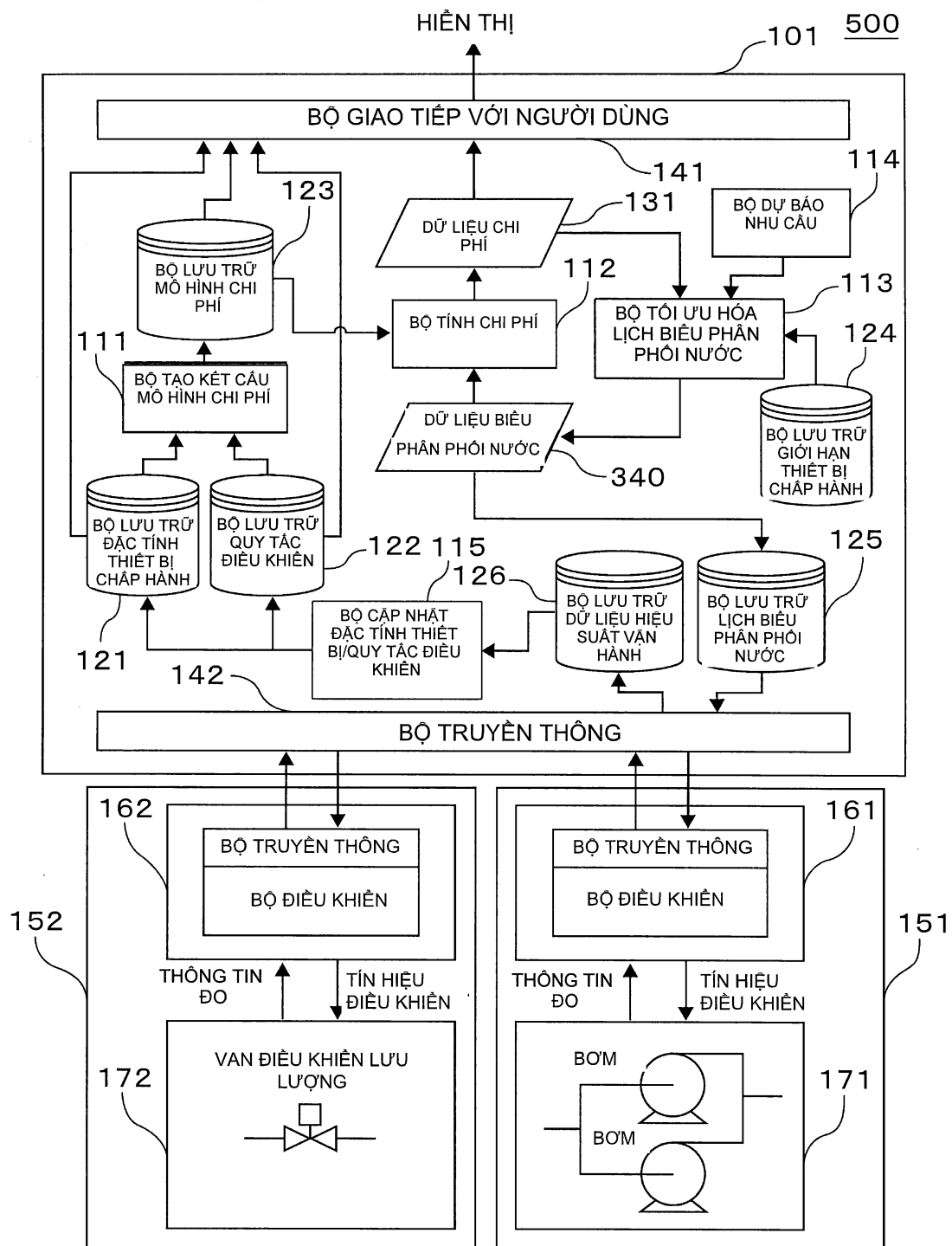


FIG. 2

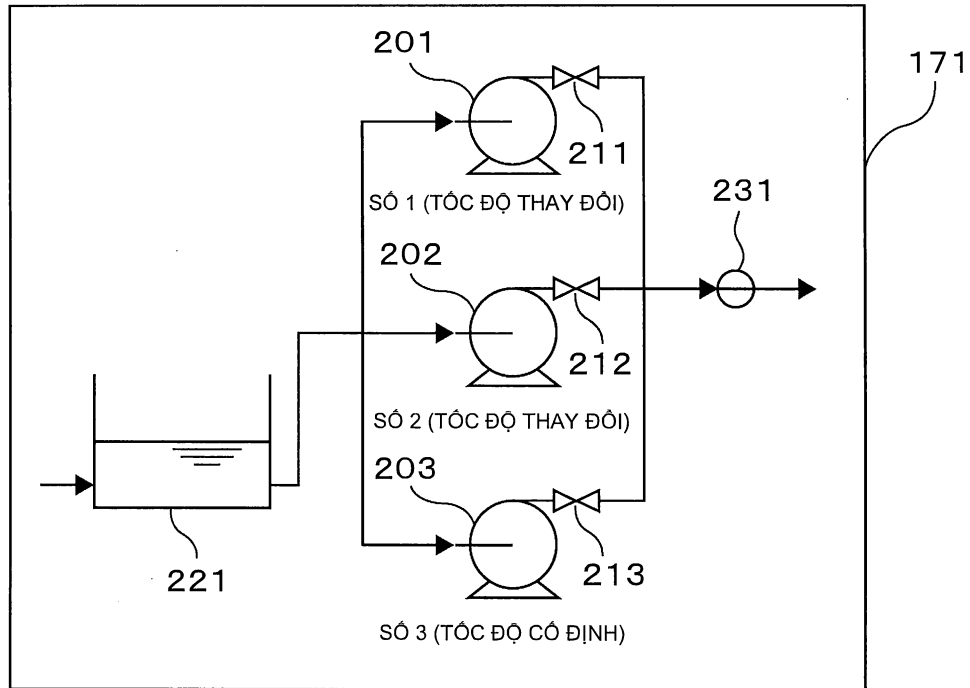


FIG. 3

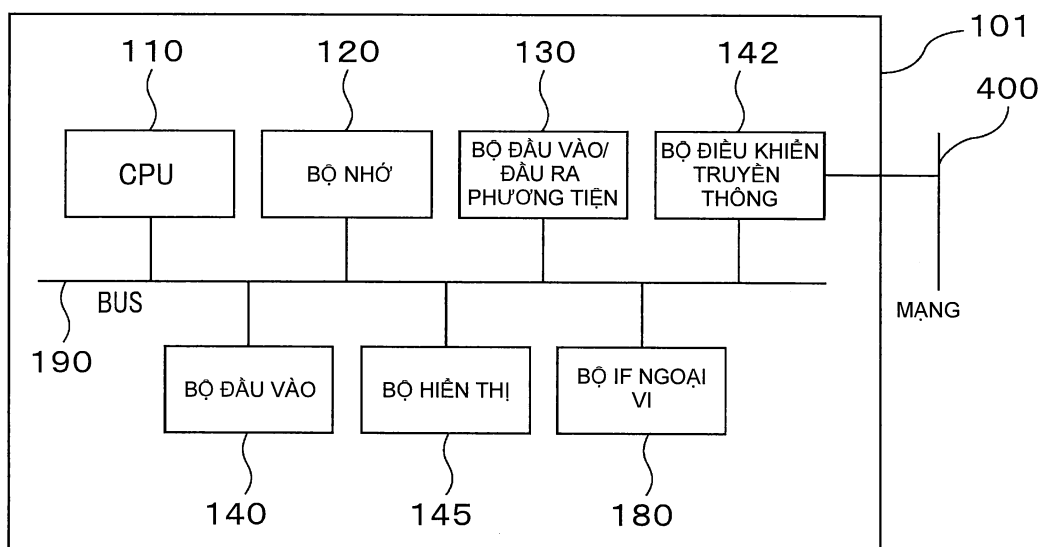


FIG. 4

301	302	303	304	305	306 <u>300</u>
THIẾT BỊ CHẤP HÀNH	BƠM SỐ	ĐẶC TÍNH GIỮA LƯU LƯỢNG VÀ CỘT ÁP	ĐẶC TÍNH GIỮA HIỆU SUẤT VÀ LƯU LƯỢNG	TỐC ĐỘ THAY ĐỔI	PHẠM VI ĐIỀU KHIỂN CỦA TỐC ĐỘ QUAY DANH ĐỊNH
TRẠM BƠM HÚT NƯỚC A	1	...	...	KHÔNG	—
TRẠM BƠM HÚT NƯỚC A	2	...	...	KHÔNG	—
TRẠM BƠM PHÂN PHỐI NƯỚC B	1	...	...	CÓ	600~900
TRẠM BƠM PHÂN PHỐI NƯỚC B	2	...	...	CÓ	600~900
TRẠM BƠM PHÂN PHỐI NƯỚC B	3	...	...	KHÔNG	—
...					

FIG. 5

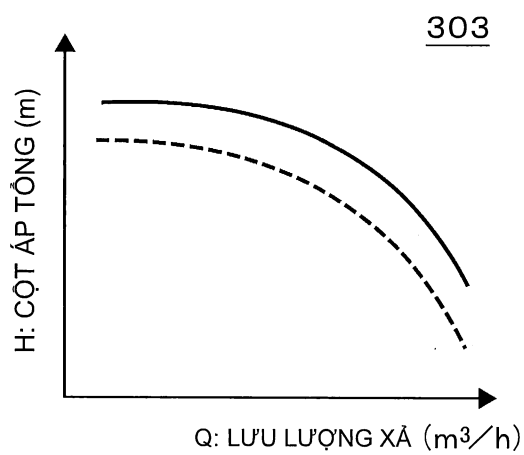


FIG. 6

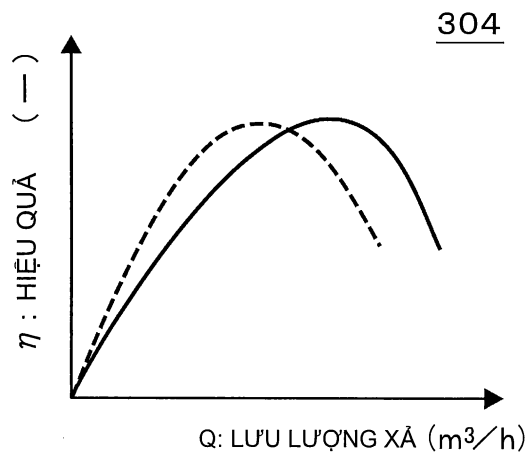


FIG. 7

311 320 313 314 315 310

THIẾT BỊ CHẤP HÀNH	BẢNG LƯU LƯỢNG ĐỂ CHUYỂN MẠCH CÁC BƠM VẬN HÀNH	THỨ TỰ CÁC BƠM VẬN HÀNH	ĐIỀU KHIỂN LƯU LƯỢNG/ÁP LỰC	HỆ THỐNG ĐIỀU KHIỂN LƯU LƯỢNG/ÁP LỰC
TRẠM BƠM HÚT NƯỚC A	...	THỨ TỰ THỜI GIAN VẬN HÀNH	KHÔNG	—
TRẠM BƠM PHÂN PHỐI NƯỚC B	...	ƯU TIÊN TỐC ĐỘ THAY ĐỔI, THỨ TỰ THỜI GIAN VẬN HÀNH	ĐIỀU KHIỂN SỐ QUAY	THIẾT ĐẶT ÁP LỰC XẢ: ÁP LỰC ĐẦU CUỐI ĐƯỢC ĐÁNH GIÁ KHÔNG ĐỔI, LƯU LƯỢNG GIỐNG NHAU ĐỐI VỚI MỖI BƠM Ở TỐC ĐỘ THAY ĐỔI
TRẠM BƠM CẤP NƯỚC C	...	THỨ TỰ THỜI GIAN VẬN HÀNH	VẬN ĐIỀU KHIỂN	THIẾT ĐẶT LƯU LƯỢNG XẢ: MÔ HÌNH ĐƯỜNG ỐNG NƯỚC
...				

FIG. 8A

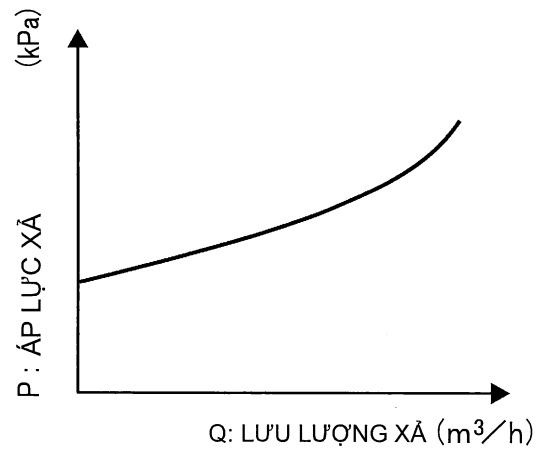


FIG. 8B

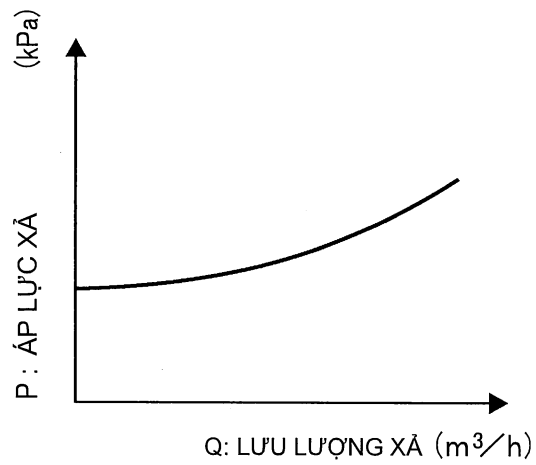


FIG. 9

321	322	323	324	320
SỐ LƯỢNG BƠM VẬN HÀNH SAU KHI DỪNG	SỐ LƯỢNG BƠM VẬN HÀNH SAU KHI KHỞI ĐỘNG	LƯU LƯỢNG ĐỂ DỪNG BƠM VẬN HÀNH (m3/PHÚT)	LƯU LƯỢNG ĐỂ KHỞI ĐỘNG BƠM VẬN HÀNH (m3/PHÚT)	
1	2	8	11	
2	3	16	18	

FIG. 10

331	332	333	330
THIẾT BỊ CHẤP HÀNH	KIỂU	MÔ HÌNH CHI PHÍ	
TRẠM BƠM HÚT NƯỚC A	BÌNH THƯỜNG	...	
TRẠM BƠM HÚT NƯỚC B	BÌNH THƯỜNG	...	
TRẠM BƠM HÚT NƯỚC B	KHÁC NHAU RIÊNG ĐƯỢC BỎ QUA	...	
TRẠM BƠM HÚT NƯỚC B	TUYẾN TÍNH HÓA THEO ĐOẠN	...	
TRẠM BƠM CẤP NƯỚC B	BÌNH THƯỜNG	...	
...			

FIG. 11A

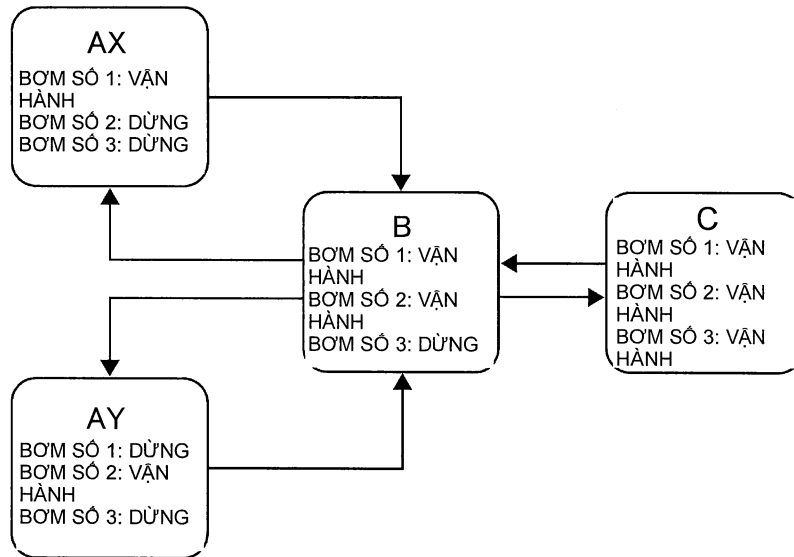


FIG. 11B

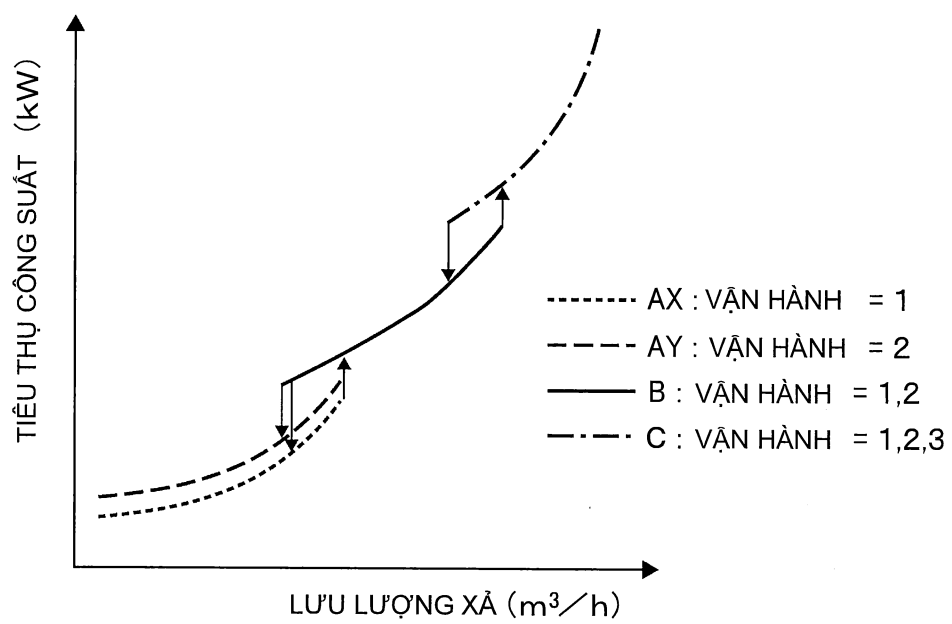


FIG. 12A

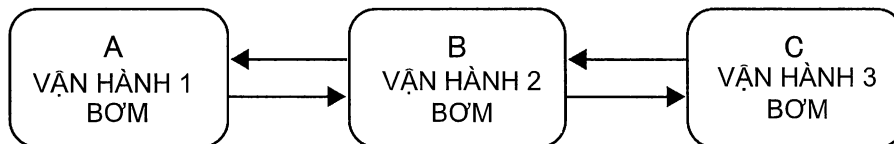


FIG. 12B

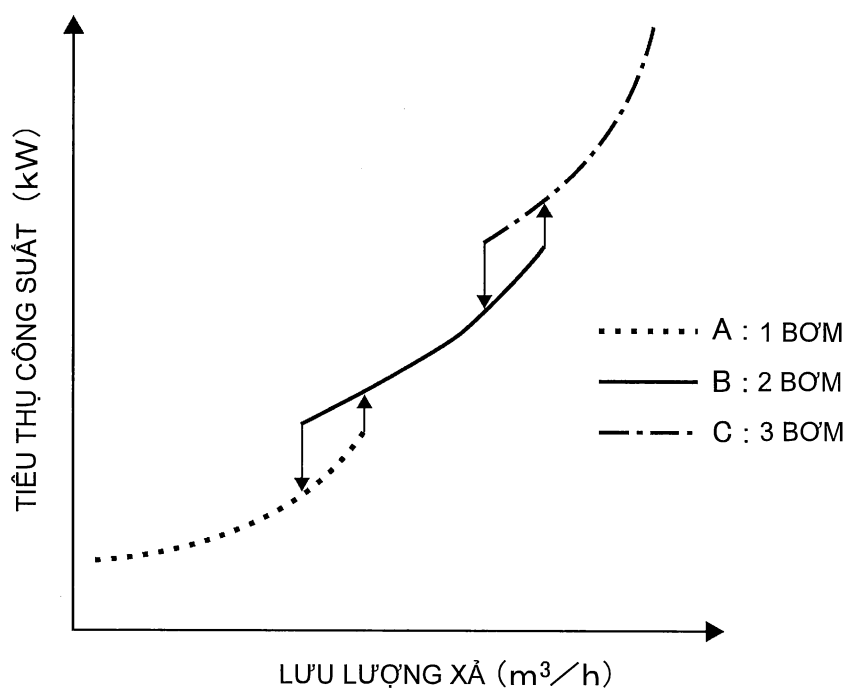


FIG. 13A

TUYẾN TÍNH
HÓA TỪNG
PHẦN

FIG. 13B

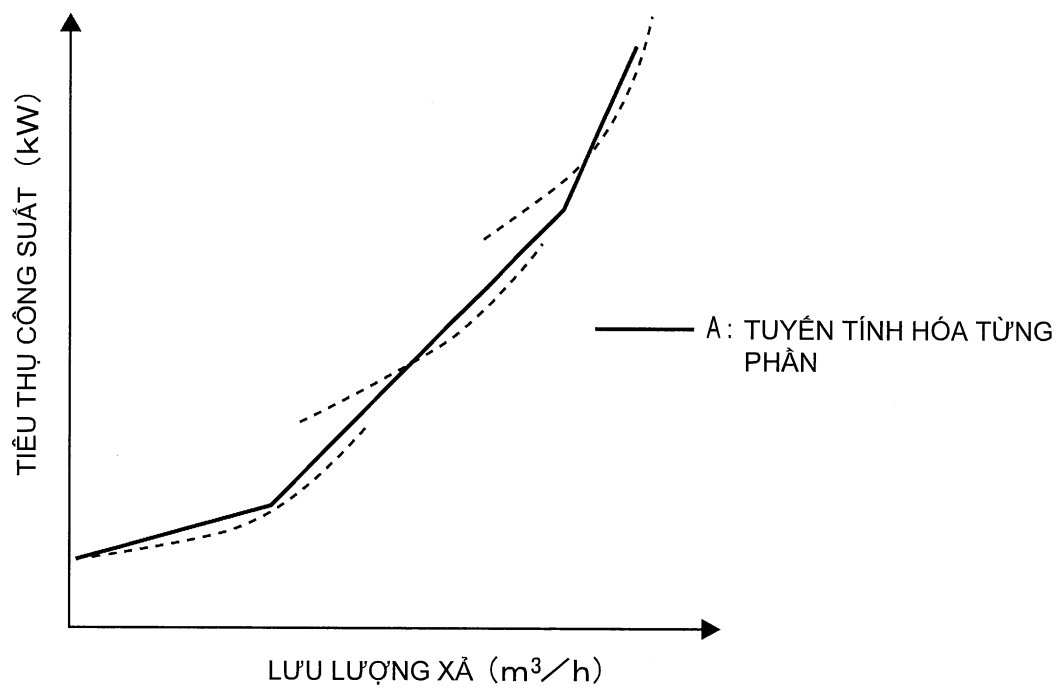


FIG. 14A

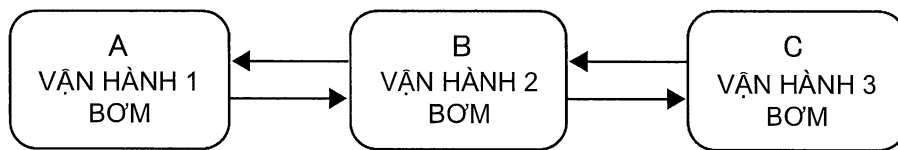


FIG. 14B

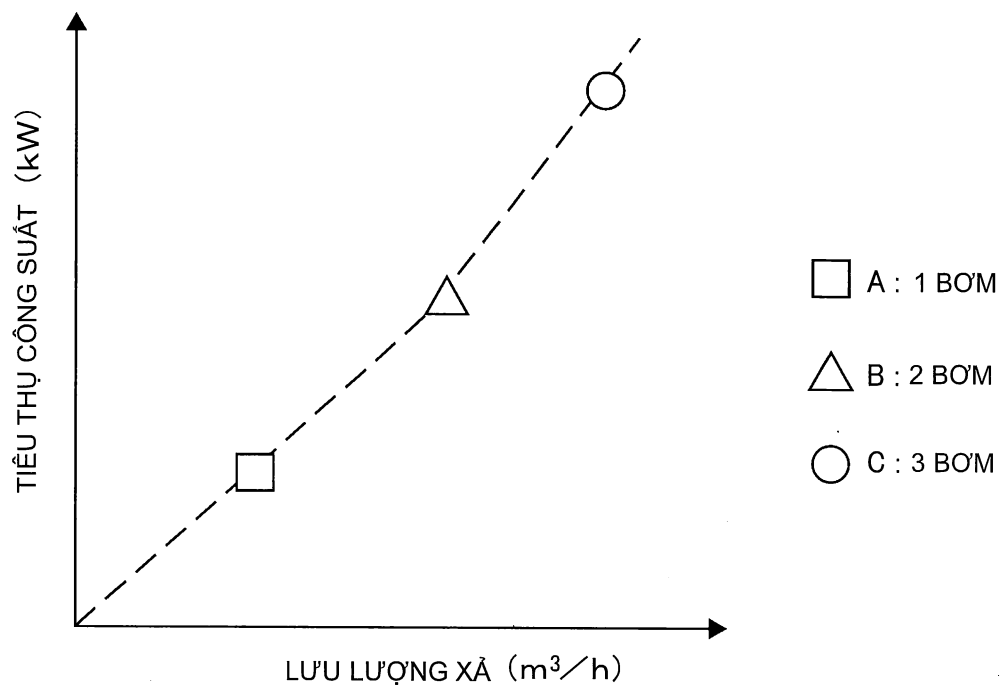


FIG. 15

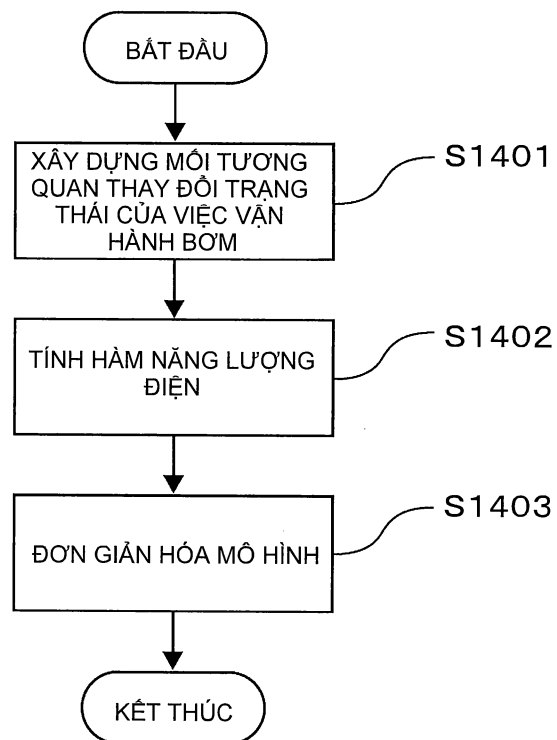


FIG. 16

341 KIỂU	342 THỜI GIAN	343 LƯU LƯỢNG THEO KẾ HOẠCH	340
TRẠM BƠM HÚT NƯỚC A	0:00~0:30	500m ³ /h	
:			
TRẠM BƠM HÚT NƯỚC A	23:30~24:00	500m ³ /h	
TRẠM BƠM PHÂN PHỐI NƯỚC B	0:00~0:30	352m ³ /h	
:			
TRẠM BƠM PHÂN PHỐI NƯỚC B	23:30~24:00	402m ³ /h	
THIẾT BỊ VAN C	0:00~0:30	200m ³ /h	
:			
THIẾT BỊ VAN C	23:00~24:00	200m ³ /h	

FIG. 17

351	352	353	350
KIỂU	MỤC	NỘI DUNG	
TRẠM BƠM HÚT NƯỚC A	GIỚI HẠN TRÊN/ DƯỚI CỦA LƯU LƯỢNG	0~700m ³ /h	
TRẠM BƠM HÚT NƯỚC A	SỐ LẦN LUÂN PHIÊN LƯU LƯỢNG	4 LẦN/ NGÀY	
TRẠM BƠM HÚT NƯỚC A	THAY ĐỔI LƯU LƯỢNG LỚN NHẤT	200m ³ /h	
TRẠM BƠM PHÂN PHỐI NƯỚC B	GIỚI HẠN TRÊN/ DƯỚI CỦA LƯU LƯỢNG	50~900m ³ /h	
THIẾT BỊ VAN C	GIỚI HẠN TRÊN/ DƯỚI CỦA LƯU LƯỢNG	0~350m ³ /h	
BỂ CHỨA X	GIỚI HẠN TRÊN/ DƯỚI CỦA MỨC NƯỚC	1~5m	
THÔNG TIN HỆ THỐNG NƯỚC	CÁC TƯƠNG QUAN NỐI	NỐI TRẠM BƠM PHÂN PHỐI NƯỚC B VỚI VÙNG PHÂN PHỐI NƯỚC Z TỪ BỂ CHỨA X	
:			

FIG. 18

