



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

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

(11)



1-0031782

(51)⁸ H04W 4/00; F01K 13/02; G05B 19/048 (13) B

(21) 1-2017-04165

(22) 18/12/2015

(86) PCT/EP2015/080559 18/12/2015

(87) WO 2016/155856 A1 06/10/2016

(30) 00446/15 27/03/2015 CH

(45) 25/05/2022 410

(43) 26/02/2018 359A

(73) BÜHLER AG (CH)

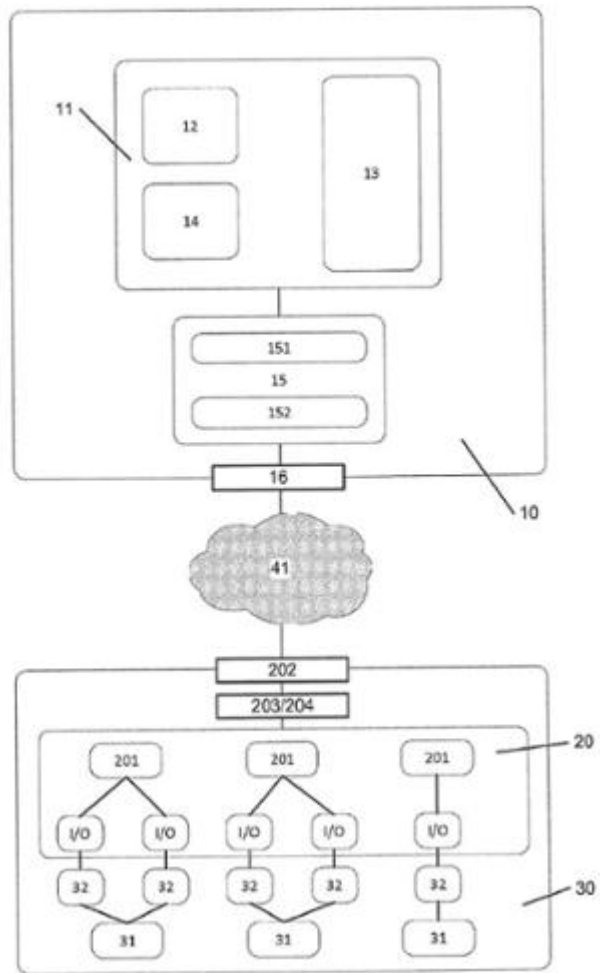
Gupfenstrasse 5, 9240 Uzwil (CH)

(72) SANGI, Daryoush (CH).

(74) Công ty Cổ phần Sở hữu công nghiệp INVESTIP (INVESTIP)

(54) PHƯƠNG PHÁP KIỂM SOÁT QUY TRÌNH CỦA NHÀ MÁY VÀ CỦA HỆ ĐIỀU KHIỂN NHÀ MÁY

(57) Sáng chế đề cập tới phương pháp kiểm soát quy trình của nhà máy và của hệ điều khiển nhà máy trong mạng giao tiếp máy-máy (Machine-to-Machine, M2M) trên cơ sở kiến trúc hợp nhất truyền thông nền tảng mở (Open Platform Communications Unified Architecture, OPC UA) (41). Nhà máy (30) được kết hợp với hệ điều khiển nhà máy (20) có nhiều phần tử được khóa liên động (32) của một hoặc nhiều khối thao tác (31) của nhà máy (30). Hoạt động của khối thao tác (31) được điều khiển bởi hệ điều khiển nhà máy (20) nhờ các phần tử (32) được khóa liên động với hệ điều khiển nhà máy (20). Hệ điều khiển nhà máy (20) có thể truy cập được bởi hệ kiểm soát quy trình độc lập (10) trong mạng giao tiếp máy-máy (M2M) nhờ các giao diện mạng (16/202), và các bản tin chứa dữ liệu báo hiệu và các lệnh chỉnh hướng được truyền giữa hệ kiểm soát quy trình (10) và hệ điều khiển nhà máy (20). Tầng máy khách OPC UA (151/203) trên cơ sở kiến trúc hợp nhất truyền thông nền tảng mở (Open Platform Communications, OPC) được tạo ra trên hệ kiểm soát quy trình (10) và trên hệ điều khiển nhà máy (20). Lớp vận chuyển giữa máy khách OPC UA (151) của hệ kiểm soát quy trình (10) và máy khách OPC UA (203) của hệ điều khiển nhà máy (20) được mở rộng hai chiều nhờ chuỗi bit được xác định chứa các bản tin được mã hóa của bộ điều khiển logic khả lập trình (programmable logic controller, PLC) (201). Để chỉnh hướng và điều khiển nhà máy (30), hệ kiểm soát quy trình (10) truyền các bản tin lệnh của bộ điều khiển logic khả lập trình (PLC) (201) tới hệ điều khiển nhà máy (20) bằng cách mã hóa các bản tin lệnh PLC đối với lớp vận chuyển OPC UA và truyền bản tin trong lớp vận chuyển OPC UA nhờ chuỗi bit được xác định.



Lĩnh vực kỹ thuật được đề cập

Nói chung, sáng chế đề cập tới phương pháp kiểm soát quy trình của nhà máy và của hệ điều khiển nhà máy trong mạng giao tiếp máy-máy. Cụ thể hơn, sáng chế đề cập tới kiến trúc an toàn dùng để thực hiện độc lập nền tảng của hoạt động và các ứng dụng kiểm soát quy trình. Cụ thể hơn nữa, sáng chế đề cập tới việc kiểm soát quy trình của các thiết bị mạng, đặc biệt là nhà máy và các hệ thống nhà máy trong mạng giao tiếp máy-máy (Machine-to-Machine, M2M) trên cơ sở kiến trúc hợp nhất truyền thông nền tảng mở (Open Platform Communications Unified Architecture, OPC UA) và chỉnh hướng độc lập nền tảng của các hệ điều khiển nhà máy, trong đó nhà máy được kết hợp với hệ điều khiển nhà máy có nhiều phần tử được khóa liên động của một hoặc nhiều khối thao tác của nhà máy. Trong các hệ thống này, hoạt động của các khối thao tác được điều khiển bởi hệ điều khiển nhà máy nhờ các phần tử được khóa liên động với hệ điều khiển nhà máy.

Tình trạng kỹ thuật của sáng chế

Trong thập kỷ vừa qua, các tiến bộ đáng kể trong công nghệ kiểm soát quy trình công nghiệp đã cải thiện rất nhiều mọi khía cạnh liên quan tới việc vận hành phân xưởng và nhà máy. Trước khi có các hệ kiểm soát quy trình công nghệ hiện đại này, các quy trình công nghiệp được vận hành và kiểm soát bởi con người và các thiết bị điều khiển cơ khí thô sơ. Vì vậy, tính chất phức tạp và mức độ kiểm soát quy trình bị giới hạn bởi tốc độ mà người điều khiển có thể xác định trạng thái hiện tại của các biến trạng thái quy trình khác nhau, so sánh trạng thái hiện tại với mức hoạt động mong muốn, tính toán tác động hiệu chỉnh (nếu cần), và thực hiện thay đổi tới điểm kiểm soát để tác động thay đổi lên biến trạng thái. Các cải tiến đối với

công nghệ kiểm soát quy trình công nghiệp cho phép các quy trình công nghiệp lớn hơn và phức tạp hơn có thể được kiểm soát nhờ các bộ xử lý điều khiển được lập trình. Các bộ xử lý điều khiển thực hiện các chương trình điều khiển và/hoặc chỉnh hướng để đọc các biến trạng thái quy trình, thực hiện các lệnh chỉ thị liên quan tới các thuật toán điều khiển dựa trên dữ liệu biến trạng thái và thông tin điểm thiết lập mong muốn để đưa ra các giá trị đầu ra đối với các điểm kiểm soát trong các quy trình công nghiệp. Các bộ xử lý và các chương trình điều khiển này hỗ trợ quy trình công nghiệp cơ bản tự chạy. Mặc dù cho phép các quy trình công nghiệp vận hành dưới sự điều khiển của các bộ điều khiển quy trình lập trình ở các tham số vận hành thiết lập trước mà không cần con người can thiệp, cần phải điều khiển giám sát và giám sát các bộ xử lý điều khiển và các quy trình liên quan của chúng. Việc giám sát này được thực hiện bởi cả con người lẫn các chương trình điều khiển bậc cao ở lớp giao diện ứng dụng/người của mạng kiểm soát quy trình đa cấp. Việc giám sát này nói chung là cần thiết để kiểm tra việc thực hiện chính xác quy trình được kiểm soát bên dưới các bộ điều khiển quy trình bậc thấp và thiết lập các điểm thiết lập của quy trình được kiểm soát.

Các hệ thống sản xuất và kiểm soát quy trình được cải biến do các thay đổi ở các thiết bị kiểm soát quy trình và do chính các quy trình liên quan. Như vậy, yêu cầu quan trọng là phải tạo ra phương tiện để thiết lập/tái thiết lập cấu hình nhanh chóng trong khi giữ nguyên phần không thay đổi của hệ thống. Ngoài ra, một yêu cầu quan trọng khác là tạo ra phương tiện để thực hiện các thay đổi này trong khi giảm tới mức tối thiểu các gián đoạn đối với hoạt động của quy trình công nghiệp, ví dụ, giảm tới mức tối thiểu thời gian không hoạt động của quy trình. Hơn nữa, trên cơ sở yêu cầu phải cải thiện liên tục việc kiểm soát quy trình giám sát và các hệ thống thông tin quy trình/sản xuất, có mong muốn mạnh mẽ là hệ thống

không bị khóa vào một kiến trúc duy nhất đối với việc kiểm soát quy trình giám sát và hệ thống thông tin sản xuất. Các hệ kiểm soát quy trình thay đổi và cần phải có các hệ thống cao cấp hơn để thích nghi với các thay đổi này bất kể quy mô thay đổi. Hơn nữa, các đề xuất kiểm soát quy trình giám sát và hệ thống thông tin sản xuất kém linh hoạt đòi hỏi các nhà thiết kế của các thiết bị kiểm soát quy trình phải xem xét các yêu cầu dài hạn của một ứng dụng vì đặc tính không linh hoạt của ứng dụng đối với các sửa đổi khi được lắp đặt. Đặc tính không linh hoạt này của ứng dụng của các hệ điều khiển nhà máy là không mong muốn mặc dù vào thời điểm hiện tại là không thể tránh khỏi trong thị trường hệ điều khiển công nghiệp bảo thủ. Ngành công nghiệp kiểm soát quy trình có xu hướng áp dụng thí điểm, và các nhà thiết kế thường không có nhận thức đầy đủ về thông báo quy mô và hình thức tự động hóa sẽ được kết hợp cuối cùng trong thiết bị sản phẩm cuối. Ở thời điểm muộn hơn trong thời gian vận hành nhà máy, khi chức năng mới được bổ sung, các bộ phận điều khiển mới được kết hợp hoặc bổ sung vào các hệ thống hiện có. Trong các trường hợp này, khi hệ kiểm soát quy trình đã thay đổi đáng kể, có các ưu điểm trong việc kết hợp một kiến trúc khác vào ứng dụng kiểm soát quy trình giám sát đã cài đặt. Trong các hệ thống đã biết, hầu hết các hệ điều khiển nhà máy của nhà sản xuất cụ thể cần phải được tái cấu trúc tốn kém bởi các chuyên gia lập trình của nhà sản xuất cụ thể.

Một dấu hiệu quan trọng của các hệ điều khiển nhà máy hiện đại là các thiết bị PLC, nghĩa là, các bộ điều khiển logic khả lập trình (programmable logic controller). Bộ điều khiển khả lập trình là một bộ xử lý điện tử kỹ thuật số được dùng để tự động hóa các quy trình điện cơ công nghiệp cụ thể, như kiểm soát máy móc trên các dây chuyền lắp ráp nhà máy, các dây chuyền sản xuất robot điều khiển, hoặc các thiết bị chiếu sáng. Các PLC được sử dụng trong nhiều ngành công nghiệp và máy móc

khác nhau. Các PLC được thiết kế cho nhiều cấu trúc nhập và xuất kỹ thuật tương tự và số, các khoảng nhiệt độ rộng, miễn nhiễm với nhiễu điện, và chịu được rung động và va đập. Các chương trình để điều khiển hoạt động thiết bị thường được lưu giữ trong bộ nhớ có pin dự phòng hoặc bất biến. PLC còn được gọi là hệ thống cứng theo thời gian thực vì các kết quả đầu ra cần phải được tạo ra để đáp lại các điều kiện đầu vào trong thời gian hạn chế, trái lại, hoạt động không dự kiến sẽ xảy ra. Trước khi phát triển các PLC, bộ phận điều khiển, thiết lập trình tự, và logic khóa liên động an toàn dùng cho các dây chuyền sản xuất tự động hóa v.v. chủ yếu bao gồm các role, bộ định thời cam, bộ phát hiện trình tự kiểu tang, và các bộ điều khiển vòng kín chuyên dụng. Tuy nhiên, đối với các quy trình phức tạp hơn, cần có hàng trăm hoặc hàng nghìn bộ phận này, và quy trình để cập nhật các phương tiện này đối với việc thay thế mẫu hằng năm là công việc mất nhiều thời gian và chi phí, vì thợ điện cần phải nối dây lại riêng rẽ các role để thay đổi các đặc tính hoạt động của chúng. Liên quan tới khía cạnh lập trình được của PLC, PLC gần như là một thiết bị nhỏ trên cơ sở bộ xử lý có hệ điều hành cài sẵn. Hệ điều hành này được chuyên môn hóa cao để kiểm soát các sự kiện đầu vào như nêu trên theo thời gian thực, nghĩa là, ở thời điểm xảy ra. PLC có thể lập trình người dùng, nhờ đó cho phép kiểm soát hoạt động của nhà máy hoặc thiết bị liên quan, trong khi PLC có các đường dây đầu vào nêu trên tại đó các cảm biến được nối để thông báo về các sự kiện (ví dụ nhiệt độ cao hơn/thấp hơn mức nhất định, mức chất lỏng đã đạt, v.v.), và các đường dây đầu ra để gửi tín hiệu đáp ứng với các sự kiện đầu vào (ví dụ khởi động động cơ, mở/đóng một van, v.v.). PLC sử dụng các ngôn ngữ đã biết như "thang role" hoặc logic thang role (Relay Ladder Logic, RLL). Như hàm ý của tên gọi "logic thang role", logic điều khiển của các thời kỳ sớm hơn, được xây dựng từ các role, được mô phỏng bởi cấu trúc của các lệnh chỉ thị của ngôn ngữ RLL. Các cấu trúc lệnh chỉ

thị khác dùng cho PLC theo kỹ thuật đã biết được gọi là "biểu đồ chức năng tuần tự", "sơ đồ khối chức năng", "văn bản theo cấu trúc", hoặc "danh sách lệnh".

Như vậy, các PLC là các thiết bị để điều khiển hoặc điều chỉnh máy móc hoặc các thiết bị công nghiệp. Các phần tử được sử dụng cho chúng thường được tiếp nhận trong các cấu trúc được gọi là các môđun, trong đó một môđun được xác định là một đối tượng độc lập tương ứng có thể bao gồm các cụm lắp ráp phụ và các bộ phận con. Như vậy, một môđun là bộ phận cấu thành của thiết bị công nghiệp hoặc hệ thống tự động hóa và, nhờ bộ điều khiển logic khả lập trình của nó, có tác dụng điều khiển hoặc điều chỉnh thiết bị hoặc máy móc tương ứng thuộc về hệ thống. Các môđun là các bộ phận giao tiếp với các quy trình công nghiệp. Phạm vi của các môđun cho phép tất cả các kiểu chức năng có thể được tiếp nhận trên cơ sở môđun. Như vậy, các môđun hỗ trợ các nhiệm vụ công nghệ đa dạng và cung cấp các khả năng truyền thông rộng rãi. Việc triển khai thực tế của môđun đòi hỏi các bộ phận tương ứng của thiết bị hoặc hệ thống tự động hóa cần phải được nối điện với môđun. Ví dụ, các cảm biến và các bộ dẫn động khác nhau cần phải được sử dụng nhằm mục đích tự động hóa thiết bị sẽ được nối với các môđun được dùng để thực hiện điều khiển.

Như nêu trên, các PLC thường được sử dụng để kiểm soát máy. Các trình tự điều khiển cần được thực hiện bởi các PLC bao gồm các lệnh chỉ thị nhằm mục đích bật và tắt các đầu ra dựa trên các điều kiện đầu vào và trình tự điều khiển bên trong. Trái với các chương trình bình thường, các trình tự điều khiển PLC được thiết kế để được lập trình một lần, và vận hành lặp lại theo yêu cầu. Trong thực tế, các PLC có thể điều khiển không chỉ các thiết bị đơn giản như thiết bị mở cửa gara, mà cả toàn bộ công trình hoặc nhà máy, kể cả nhiệm vụ bật và tắt đèn ở các thời điểm nhất định, giám sát hệ thống an ninh thiết lập tùy chỉnh, v.v. Tuy nhiên, các PLC

thường được bố trí bên trong máy trong môi trường công nghiệp. PLC có thể vận hành một máy tự động trong nhiều năm với sự can thiệp mức độ nhỏ của con người. Chúng được thiết kế để chịu được các môi trường khắc nghiệt nhất.

Như đã mô tả trên đây, cấu trúc PLC vẫn thực hiện chuyển tiếp điều khiển lịch sử của các máy bằng các role. Khi các bộ phận điều khiển máy điện tử đầu tiên được thiết kế, chúng sử dụng các role để điều khiển logic máy (nghĩa là, nhấn “Khởi động” để khởi động máy và nhấn "Dừng" để dừng máy). Tuy vậy, máy có thể cần một thành được che bởi các role để kiểm soát tất cả các chức năng của nó, công nghệ cơ bản này gần như hoàn toàn chống được sự cố. Chỉ có rất ít hạn chế và nhược điểm của kiểu điều khiển máy này là: (i) sự cố của các role, (ii) độ trễ khi role bật/tắt, và (iii) có số lượng lớn các role cần phải thiết kế/nối dây/khắc phục sự cố. Các PLC khắc phục các hạn chế này của phương án thiết lập các role nhờ hoạt động kiểm soát bằng máy của nó.

Tuy nhiên, các PLC vẫn có các nhược điểm khác. Trong các năm gần đây, các PLC càng ngày càng trở nên thông minh hơn. Các PLC đã được tích hợp vào các hệ liên lạc điện (ví dụ các mạng truyền dữ liệu). Vì thế, tất cả các PLC trong môi trường công nghiệp đều có thể được cắm vào mạng, mạng này thường được tổ chức phân cấp. Các PLC được giám sát bởi một trung tâm điều khiển. Hiện có nhiều kiểu độc quyền của các mạng và các hệ kiểm soát quy trình. Một kiểu đã biết rộng rãi là hệ thống điều khiển giám sát và thu nhận dữ liệu (Supervisory Control and Data Acquisition, SCADA). Tuy nhiên, hầu hết PLC vẫn tuân theo các thiết kế độc quyền của nhà sản xuất. Nói chung, PLC là thiết bị được kích hoạt bằng bộ xử lý điều khiển máy thiết lập có mục đích được thiết kế để đọc các đầu vào số và tương tự từ các cảm biến khác nhau, thực hiện trình tự điều khiển logic được xác định bởi người dùng, và ghi các giá trị đầu ra số và tương tự thu

được vào các phần tử đầu ra khác nhau như các bộ dẫn động thủy lực và khí nén, các đèn chỉ báo, các cuộn dây điện từ, v.v. Đối với chu trình quét, các chi tiết chính xác thay đổi giữa các nhà sản xuất, nhưng hầu hết các PLC tuân thủ định dạng 'chu trình quét' định trước. Tổng chi phí của PLC gồm có yêu cầu kiểm tra tính toàn vẹn của môđun Nhập/Xuất (input/output, I/O), xác minh rằng logic trình tự điều khiển người dùng không bị thay đổi, bản thân bộ điều khiển chưa bị khóa (ví dụ nhờ bộ định thời giám sát), và các bộ phận truyền thông cần thiết bất kỳ khác. Các bộ phận truyền thông có thể có dung lượng trên cổng bộ lập trình PLC, các giá I/O từ xa, và các thiết bị ngoại vi khác như các giao diện người-máy (Human Machine Interfaces, HMIs). Đối với trạng thái quét đầu vào PLC, trạng thái kết xuất nhanh của các giá trị số và tương tự có ở các thẻ đầu vào được ghi vào một bảng bộ nhớ đầu vào. Để thực hiện logic, trình tự lệnh người dùng, nghĩa là, chương trình hoặc thuật toán, được quét từng phần tử một, và được vận hành tuần tự cho đến khi kết thúc trình tự, trong khi các giá trị thu được được ghi vào một bảng bộ nhớ đầu ra. Trong các PLC, việc chẩn đoán và liên lạc được sử dụng theo cách hữu hiệu với các biến thể liên quan tới việc sử dụng các logic, phép phân tích, và kinh nghiệm để xác định "nguyên nhân và kết quả". Trong hầu hết các trường hợp, theo công nghệ PLC, PLC được sử dụng để xác định nguyên nhân của các triệu chứng, cách khắc phục và các giải pháp, tiếp đó các thông tin được truyền thông tới môđun đầu vào và/hoặc được sử dụng để gửi các bản tin thích hợp tới môđun đầu ra để sửa đổi các tệp dữ liệu không chính xác bất kỳ. Sau cùng, đối với trạng thái quét đầu ra, các giá trị từ bảng bộ nhớ đầu ra thu được được ghi vào các môđun đầu ra. Khi trạng thái quét đầu ra hoàn thành, quy trình tự lặp lại cho đến khi PLC được cắt điện. Thời gian cần thiết để hoàn thành một chu trình quét được gọi là thời gian chu trình quét nằm trong khoảng từ vài trăm mili giây (thường đối với các PLC kiểu cũ, và/hoặc các PLC có các chương

trình rất phức tạp) tới chỉ vài mili giây đối với các PLC kiểu mới, và/hoặc các PLC thực hiện mã ngắn và đơn giản. Ngoài các đặc tính chung này, là các đặc tính có thể có trên hầu hết các PLC, các lệnh chỉ thị cơ bản thay đổi rất nhiều về danh mục cụ thể và các chi tiết hoạt động của chúng giữa các nhà sản xuất PLC. Ngoài ra, các chi tiết thực hiện thường phát triển từ thế hệ này đến thế hệ khác. Đây là nhược điểm chính của hệ thống theo kỹ thuật đã biết, đặc biệt đối với các người vận hành hoặc lập trình PLC thiếu kinh nghiệm, gần như không thể duy trì danh mục đơn giản từ nhà sản xuất này đến nhà sản xuất khác. Như vậy, có sự phụ thuộc rất nhiều vào nhà sản xuất của PLC để duy trì hoạt động của hệ thống hoặc nhà máy, được vận hành bởi các PLC tương ứng, hoạt động và cập nhật. Hơn nữa, điều tệ nhất là, thậm chí nếu các bộ phận rất đơn giản cần phải được thay thế, bổ sung, rút gọn hoặc mở rộng, các bộ phận chấp hành đắt tiền khiến cho nhà sản xuất phải thanh toán để cải biến và sửa đổi trình tự lệnh chỉ thị PLC.

Hệ thống SCADA (điều khiển giám sát và thu nhận dữ liệu), như đã mô tả trên đây, thường liên quan tới hệ thống vận hành với các tín hiệu mã hóa trên các kênh truyền thông để thực hiện điều khiển thiết bị ở xa, là các PLC, nhờ đó thường sử dụng một kênh truyền thông đối với mỗi trạm ở xa. Các hệ điều khiển SCADA có thể được kết hợp với một hệ thống thu nhận dữ liệu bằng cách bổ sung việc sử dụng các tín hiệu mã hóa trên các kênh truyền thông để thu nhận thông tin về trạng thái của thiết bị ở xa đối với các chức năng hiển thị và ghi (xem B. Galloway và cộng sự, Introduction to Industrial Control Networks, IEEE Communications Surveys and Tutorials, 2012, nội dung tài liệu này được kết hợp sau đây bằng cách viện dẫn). SCADA là một kiểu đặc biệt của hệ điều khiển công nghiệp (industrial control system, ICS). Các hệ điều khiển công nghiệp là các hệ thống trên cơ sở bộ xử lý để giám sát và điều khiển các quy trình công nghiệp có trong thế giới vật chất. Tuy nhiên, các hệ thống SCADA khác biệt với các hệ

thông ICS khác ở chỗ có thể duy trì các quy trình quy mô lớn có thể có nhiều địa điểm, và với các khoảng cách lớn. Các quy trình này bao gồm các quy trình công nghiệp, cơ sở hạ tầng, và dựa trên phương tiện cơ sở, trong khi (i) các quy trình công nghiệp bao gồm chế tạo, sản xuất, phát điện, chế biến, và tinh chế, và có thể vận hành ở các chế độ liên tục, theo đợt, lặp lại, hoặc rời rạc, (ii) các quy trình cơ sở hạ tầng có, không kể các loại khác, xử lý và phân phối nước, thu gom và xử lý nước thải, các ống dẫn dầu và khí, truyền tải và phân phối điện năng, các trang trại điện gió, các hệ thống cảnh báo dân sự, và các hệ thống truyền thông lớn, và (iii) các quy trình dựa trên phương tiện tiện ích có mặt ở cả các phương tiện công cộng lẫn các phương tiện cá nhân, kể cả các công trình, các sân bay, các con tàu, và các trạm không gian. Các quy trình này có thể giám sát và điều khiển các hệ thống sưởi, thông khí và điều hòa không khí (HVAC), lối vào, và tiêu thụ năng lượng v.v.

Hệ thống SCADA thường có hoặc được nối với các hệ thống phụ sau đây: (i) các bộ phận đầu cuối từ xa (remote terminal unit, RTU) nối với các cảm biến trong quy trình và biến đổi các tín hiệu cảm biến thành dữ liệu số. Các RTU có phần cứng đo xa có khả năng gửi dữ liệu số tới hệ thống giám sát, cũng như tiếp nhận các lệnh dạng số từ hệ thống giám sát. Các RTU có thể đã nhúng sẵn các khả năng điều khiển như logic kiểu thang để hoàn thành các phép toán logic Boolean; (ii) bộ điều khiển logic khả lập trình (các PLC), như đã mô tả trên đây, nối với các cảm biến trong quy trình và biến đổi các tín hiệu cảm biến thành dữ liệu số. Các PLC có nhúng sẵn các khả năng điều khiển phức tạp hơn (thường là một hoặc nhiều ngôn ngữ lập trình IEC 61131-3) so với các RTU. Các PLC không có phần cứng đo xa, mặc dù chức năng này có thể được cài đặt kèm theo. Các PLC đôi khi được sử dụng để thay thế cho các RTU làm các thiết bị thực địa vì chúng kinh tế hơn, đa nhiệm, linh hoạt và có thể thiết lập cấu hình; (iii) hệ thống đo xa

thường được dùng để nối các PLC và các RTU với các trung tâm điều khiển, các kho dữ liệu, và doanh nghiệp. Các ví dụ về phương tiện đo xa nối dây được sử dụng trong các hệ thống SCADA bao gồm các đường dây điện thoại thuê bao và các mạng diện rộng (wide-area network, WAN). Các ví dụ về phương tiện đo xa không dây được sử dụng trong các hệ thống SCADA có hệ thống vệ tinh (VSAT), hệ vô tuyến cấp phép và không cấp phép, hệ di động và vi ba; (iv) ít nhất một máy chủ thu nhận dữ liệu, nghĩa là, môđun kích hoạt bằng phần mềm sử dụng các giao thức công nghiệp để nối các dịch vụ phần mềm, bằng kỹ thuật đo xa, với các thiết bị thực địa như các RTU và các PLC. Điều này cho phép khách hàng có thể truy cập dữ liệu từ các thiết bị thực địa này bằng cách sử dụng các giao thức tiêu chuẩn; (v) giao diện người-máy (HMI), là phương tiện hoặc thiết bị để đưa ra dữ liệu đã xử lý tới người vận hành, và nhờ đó, người vận hành giám sát và tương tác với quy trình. Giao diện HMI là khách hàng yêu cầu dữ liệu từ máy chủ thu nhận dữ liệu; (vi) môđun Historian kích hoạt bằng phần mềm tích lũy dữ liệu có nhãn thời gian, các sự kiện Boolean, và các cảnh báo Boolean trong cơ sở dữ liệu có thể được truy vấn hoặc được sử dụng để định vị xu thế bằng đồ họa trên giao diện HMI. Môđun Historian là khách hàng yêu cầu dữ liệu từ máy chủ thu nhận dữ liệu; (vii) hệ thống giám sát trên cơ sở bộ xử lý, thu thập (thu nhận) dữ liệu về quy trình và gửi các lệnh (điều khiển) tới hệ thống SCADA; (ix) cơ sở hạ tầng truyền thông nối hệ thống giám sát với các bộ phận đầu cuối từ xa; và (x) các quy trình cụ thể khác nhau và phương tiện phân tích. Như vậy, các hệ thống trên cơ sở SCADA cho phép tạo ra các hệ điều khiển tập trung để giám sát và điều khiển tất cả các địa điểm, hoặc các bộ phận phức hợp của các hệ thống trải rộng trên các khu vực lớn (quy mô bất kỳ từ một nhà máy công nghiệp đến một quốc gia). Hầu hết các hoạt động điều khiển được thực hiện một cách tự động bởi các RTU hoặc bởi các PLC. Các chức năng điều khiển chính

thường bị giới hạn ở trạng thái giành quyền cơ bản hoặc can thiệp ở cấp giám sát. Ví dụ, PLC có thể điều khiển dòng nước làm mát qua một phần của quy trình công nghiệp. Hệ thống SCADA lúc này có thể cho phép người vận hành thay đổi các điểm thiết lập của dòng, và cho phép các điều kiện cảnh báo, như tổn thất dòng và nhiệt độ cao, có thể được hiển thị và được ghi. Vòng điều khiển hồi tiếp đi qua RTU hoặc PLC, trong khi hệ thống SCADA giám sát đặc tính chung của vòng điều khiển.

Cần lưu ý rằng các bộ phận tính toán số, là các thiết bị lập trình thông dụng, cũng được sử dụng để điều khiển các quy trình công nghiệp. Tuy nhiên, hầu hết hệ điều khiển nhà máy có giao diện riêng theo nhà sản xuất và môi trường truyền thông, vì thế việc truy cập và chỉnh hướng của hệ điều khiển nhà máy thường đòi hỏi các chuyên gia lập trình, và việc kiểm soát môi trường hoạt động nghiêm ngặt. Hơn nữa, việc sử dụng một máy tính thông dụng để kiểm soát trực tiếp quy trình đòi hỏi phải bảo vệ máy tính khỏi các điều kiện sản nhà máy. Như vậy, một máy tính điều khiển nhà máy công nghiệp cần phải có một số thuộc tính cụ thể: phải chịu được các điều kiện môi trường nhà máy, cần phải hỗ trợ đầu vào và đầu ra rời rạc (dạng bit) theo cách mở rộng được dễ dàng, không đòi hỏi nhiều năm huấn luyện để có thể sử dụng, và cần phải cho phép hoạt động của nó có thể được giám sát. Thời gian đáp ứng của hệ thống bất kỳ này cần phải đủ nhanh để hữu dụng cho việc điều khiển, trong đó tốc độ cần thiết có thể thay đổi theo đặc tính của quy trình. Vì nhiều quy trình công nghiệp có các thang thời gian dễ dàng được lập địa chỉ bằng thời gian đáp ứng cỡ mili giây, các thiết bị điện tử hiện đại (nhanh, nhỏ, tin cậy) tạo điều kiện thuận lợi cho việc thiết lập các bộ điều khiển tin cậy, đặc biệt vì đặc tính làm việc có thể được đánh đổi lấy độ tin cậy. Tóm lại, giải pháp theo kỹ thuật đã biết không tạo ra hệ điều khiển nhà máy tổng quát, có thể được áp dụng dễ dàng

cho hệ điều khiển cụ thể bất kỳ theo nhà sản xuất, có nền tảng độc lập, và có thể đáp ứng các yêu cầu của các hệ điều khiển nhà máy công nghiệp.

Theo kỹ thuật đã biết, kiến trúc hợp nhất OPC (OPC UA) đã biết là giao thức truyền thông M2M công nghiệp cho khả năng tương kết. OPC UA được phát triển bởi tổ chức OPC và là kế nhiệm của tổ chức truyền thông nền tảng mở (Open Platform Communications, OPC). OPC UA có khác biệt đáng kể với tổ chức tiền nhiệm của nó. Trái với mô hình truyền thông OPC ban đầu, OPC UA cung cấp kiến trúc định hướng dịch vụ (service-oriented architecture, SOA) đa nền tảng để kiểm soát quy trình, trong khi cải thiện sự an toàn và tạo ra mô hình thông tin. Như vậy, OPC UA khắc phục các vấn đề về sở hữu độc quyền của OPC ban đầu, dựa trên hệ điều hành Microsoft Windows chỉ trao đổi quy trình mô hình đối tượng thành phần (Component Object Model, COM)/ mô hình đối tượng thành phần phân tán (Distributed COM, DCOM), trong khi DCOM là viết tắt của cụm từ “mô hình đối tượng thành phần phân tán”, là công nghệ độc quyền của Microsoft để truyền thông giữa các phần tử phần mềm được phân phối qua các máy tính nối mạng. DCOM, còn được gọi là "Mạng OLE", mở rộng cấu hình COM của Microsoft, và cung cấp khung truyền thông liên quan tới cơ sở hạ tầng máy chủ ứng dụng cấu hình COM của Microsoft+. Việc bổ sung "D" vào COM liên quan tới việc sử dụng môi trường tính toán phân tán (Distributed Computing Environment, DCE)/gọi thủ tục từ xa (Remote Procedure Calls, RPC), và phiên bản sửa đổi của DCE/RPC, phiên bản nâng cao của Microsoft MSRPC (gọi thủ tục từ xa của Microsoft).

Như nêu trên, kiến trúc OPC UA là kiến trúc định hướng dịch vụ (SOA) và dựa trên các cấp logic khác nhau. Các dịch vụ cơ sở OPC là phần mô tả phương pháp tóm tắt, độc lập về giao thức và tạo ra cơ sở cho chức năng OPC UA. Lớp vận chuyển đưa các phương pháp này vào giao thức, điều này nghĩa là nó nối tiếp hóa/song song hóa dữ liệu và truyền dữ liệu

qua mạng. Hai giao thức được xác định cho mục đích này. Giao thức thứ nhất là giao thức TCP nhị phân, được tối ưu hóa cho đặc tính làm việc cao và giao thức thứ hai được định hướng theo dịch vụ Web. Mô hình thông tin OPC là mạng toàn lưới dựa trên các nút, trong khi các nút có thể có loại siêu thông tin bất kỳ. Các nút mạng OPC UA có thể xử lý được tương tự với các đối tượng trong lập trình định hướng đối tượng (object-oriented programming, OOP). Các đối tượng này có thể có các thuộc tính để đọc-truy cập (DA, HDA), các phương pháp, và các sự kiện đã kích hoạt có thể được truyền (AE, DataAccess, DataChange). Các nút duy trì xử lý dữ liệu cũng như tất cả các loại siêu dữ liệu khác. Do đó, OPC UA tạo ra hai phần tử lõi. Trước hết, giao thức riêng theo Microsoft Windows DCOM, là cơ sở của hệ tiền nhiệm OPC, được thay thế bằng các giao thức mở, độc lập với nền tảng có các cơ chế an toàn tích hợp. Thứ hai, các dấu hiệu OPC, như Data Access, Alarms & Events và Historical Data Access, được vận chuyển theo mô hình định hướng đối tượng và được bổ sung bởi các dấu hiệu bổ sung, chẳng hạn kiểu phương pháp và hệ thống tương ứng. Kết quả là, giao diện OPC UA có thể được tích hợp trực tiếp vào các hệ thống trên các nền tảng tùy ý nhờ các ngôn ngữ lập trình khác nhau, và các hệ thống phức tạp tùy ý có thể được thu nhận hoàn toàn nhờ OPC UA. Các quy tắc định hướng đối tượng mà theo đó không gian địa chỉ của máy chủ OPC UA được thiết lập cấu trúc và giao diện OPC UA để truy cập có dạng sao cho OPC UA có thể được xem là ngôn ngữ lập trình có khả năng thực hiện qua mạng. Tuy nhiên, cần lưu ý rằng OPC UA trở thành chuyên dụng đối với công nghệ tự động hóa nhờ các mô hình thông tin cụ thể như Data Access, Alarms & Conditions, Historical Access and Programs.

OPC UA có danh sách của các mô tả kỹ thuật với các chức năng cơ sở đã mô tả và các mô hình thông tin dựa trên các chức năng này, như Data Access and Alarms & Conditions. Các mô tả kỹ thuật để xác định thêm các

mô hình thông tin bên ngoài thường được gọi là các mô tả kỹ thuật kèm theo. Theo kỹ thuật đã biết, các mô tả kỹ thuật kèm theo OPC UA khác nhau được phát triển xác định mô hình thông tin đối với các phân nhánh đặc biệt của ngành công nghiệp hoặc các vùng ứng dụng. Ví dụ, về các mô tả kỹ thuật kèm theo này là mô tả kỹ thuật OPC UA dùng cho các thiết bị phân tích (ADI) được tạo ra trên cơ sở các yêu cầu khách hàng và được phát triển nhờ nhóm công tác của các thành viên OPC bên trong tổ chức OPC, hoặc mô hình thông tin OPC UA đối với tiêu chuẩn IEC 61131-3 được tạo ra với PLCopen xác định mô hình thông tin OPC UA đối với tiêu chuẩn bên ngoài tổ chức OPC. Sau cùng, để sử dụng OPC UA đối với các thiết bị có thể chỉnh hướng hoặc có thể lập trình, hiện có mô hình liên quan tới cấu trúc của các bộ phận phần cứng và phần mềm được tạo ra trong nhóm công tác chung của tổ chức OPC, tổ chức người dùng PROFIBUS (Profibus User Organization, PNO), tổ chức HART Foundation, tổ chức Fieldbus Foundation (Fieldbus Foundation, FF) và dụng cụ thiết bị thực địa (Field Device Tool, FDT) dùng cho cấu hình được chuẩn hóa của các thiết bị thực địa. Mô hình cơ sở này được đưa ra bởi tổ chức OPC ở dạng mô hình thông tin độc lập và, trong một số trường hợp, dùng làm cơ sở cho các tiêu chuẩn bổ sung như OPC UA dùng cho các thiết bị phân tích và OPC UA đối với tiêu chuẩn IEC 61131- 3. Mô hình thông tin xác định các kiểu cơ sở dùng cho các bộ phận và các thiết bị thiết lập cấu hình được; mô hình thông tin này xác định các nguyên lý đối với việc lập nhóm logic của các tham số, các phương pháp và các bộ phận liên quan và xác định các điểm đầu vào trong không gian địa chỉ máy chủ OPC UA. Ngoài ra, thông tin để nhận dạng các thiết bị và các giao thức khả dụng được xác định. Tuy nhiên, một trong các nhược điểm chính của OPC UA vẫn nằm ở thực tế là OPC UA chỉ cho phép xử lý và truyền thông dữ liệu có cấu trúc từ một máy khách OPC UA tới một máy khách OPC UA khác. Như vậy, OPC UA chỉ

tạo ra phương tiện chứa vận chuyển dữ liệu mà không cho phép điều khiển hoặc chỉnh hướng trực tiếp các thiết bị ở xa bất kỳ kết hợp với máy khách OPC UA bên trong mạng OPC UA.

Bản chất kỹ thuật của sáng chế

Do đó, mục đích của sáng chế là đề xuất hệ thống và phương pháp dùng cho các hệ điều khiển hoạt động nhà máy và các ứng dụng kiểm soát quy trình giám sát liên quan tới việc làm thích ứng với các kiến trúc hệ kiểm soát quy trình đã thay đổi, kiến trúc áp dụng kiểm soát quy trình giám sát và hệ thống thông tin sản xuất độc lập với nền tảng theo sáng chế cho phép khung hệ thống có thể được thiết kế và thay đổi dễ dàng để sử dụng tùy chỉnh theo các tiêu chuẩn nhà sản xuất hệ thống nhà máy khác nhau. Theo kiến trúc ứng dụng phân lớp theo sáng chế, một đối tượng ứng dụng được kiểm soát bởi một động cơ. Động cơ này được kiểm soát bởi một nền tảng tương ứng với, ví dụ, một máy tính cá nhân có phần mềm cơ sở hạ tầng. Lớp động cơ trung gian trích đối tượng ứng dụng từ nền tảng kiến trúc. Như vậy, vị trí bên trong một hệ thống vật lý cụ thể theo nhà sản xuất chứa đối tượng ứng dụng tương ứng kiểm soát nhà máy không cần phải được lập địa chỉ bởi mục đích theo sáng chế.

Theo sáng chế, đạt được các mục đích nêu trên nhờ các dấu hiệu cụ thể của các điểm yêu cầu bảo hộ độc lập. Ngoài ra, có thể thu được các phương án có lợi khác từ các điểm yêu cầu bảo hộ phụ thuộc và phần mô tả liên quan.

Theo sáng chế, các đối tượng như nêu trên liên quan tới các hệ kiểm soát quy trình để chỉnh hướng độc lập các hệ điều khiển nhà máy được đề xuất để kiểm soát quy trình của nhà máy và hệ điều khiển nhà máy trong mạng giao tiếp máy-máy (M2M) trên cơ sở OPC UA, nhà máy được kết hợp với hệ điều khiển nhà máy có nhiều phần tử được khóa liên động của một hoặc nhiều khối thao tác của nhà máy, trong đó hoạt động của khối

thao tác được điều khiển bởi hệ điều khiển nhà máy nhờ các phần tử được khóa liên động với hệ điều khiển nhà máy, và trong đó hệ điều khiển nhà máy có thể truy cập được bởi hệ kiểm soát quy trình độc lập trong mạng giao tiếp máy-máy (M2M) nhờ các giao diện mạng, và trong đó giữa hệ kiểm soát quy trình độc lập và hệ điều khiển nhà máy các bản tin chứa dữ liệu báo hiệu và các lệnh chỉnh hướng được truyền giữa hệ kiểm soát quy trình và hệ điều khiển nhà máy, hệ kiểm soát quy trình được nối qua mạng OPC UA bao gồm máy chủ OPC UA với ít nhất một bộ điều khiển logic khả lập trình (PLC) của hệ điều khiển nhà máy, trong đó hoạt động của nhà máy và các khối thao tác được điều khiển bởi hệ điều khiển nhà máy có bộ điều khiển logic khả lập trình (PLC) nhờ các phần tử được khóa liên động, hệ kiểm soát quy trình có động cơ quy trình nhà máy với thư viện chứa các bản ghi lệnh kiểm soát quy trình chọn được đối với từng kiểu của hệ điều khiển nhà máy có thể vận hành được bởi hệ kiểm soát quy trình độc lập, trong đó hoạt động của nhà máy tương ứng có thể điều khiển được bởi lệnh kiểm soát quy trình được gán cho kiểu cụ thể của hệ điều khiển nhà máy nhờ các bản ghi lệnh kiểm soát quy trình chọn được, động cơ quy trình nhà máy có bộ phận liên kết và những đối tượng nhằm kiểm soát quy trình, trong đó các lệnh kiểm soát quy trình chọn được của thư viện được biến đổi bởi bộ phận liên kết và những đối tượng nhằm kiểm soát quy trình thành các lệnh và/hoặc các hoạt động cơ bản của bộ điều khiển logic khả lập trình (PLC) được tích hợp bởi toàn bộ các bộ điều khiển logic khả lập trình (PLC) của hệ điều khiển nhà máy truy cập được, một máy khách OPC UA trên cơ sở kiến trúc hợp nhất OPC được tạo ra trên hệ kiểm soát quy trình và trên hệ điều khiển nhà máy, lớp vận chuyển giữa máy khách OPC UA của hệ kiểm soát quy trình và máy khách OPC UA của hệ điều khiển nhà máy được mở rộng hai chiều nhờ chuỗi bit được xác định chứa các bản tin được mã hóa của các bản tin bộ điều khiển logic khả lập trình (PLC), và các

máy khách OPC UA là các nút mạng OPC UA trong mạng OPC UA với máy chủ OPC UA, trong đó để chỉnh hướng và điều khiển nhà máy, hệ kiểm soát quy trình truyền các bản tin bộ điều khiển logic khả lập trình (PLC) tới hệ điều khiển nhà máy bằng cách mã hóa các bản tin PLC đối với lớp vận chuyển OPC UA và truyền bản tin trong lớp vận chuyển OPC UA nhờ chuỗi bit được xác định, hệ điều khiển nhà máy giải mã các bản tin lệnh PLC nhờ bộ thông dịch từ chuỗi bit được xác định và truyền các bản tin lệnh PLC đã giải mã tới PLC tương ứng để thực hiện lệnh, và hệ điều khiển nhà máy truyền trong lớp vận chuyển OPC UA nhờ các bản tin hỏi đáp PLC được mã hóa bởi chuỗi bit được xác định tới máy khách OPC UA của hệ kiểm soát quy trình, trong đó hệ kiểm soát quy trình giải mã và xử lý các bản tin hỏi đáp PLC từ chuỗi bit để điều khiển và chỉnh hướng hoạt động của nhà máy. Theo một phương án, máy chủ OPC UA có thể được tạo ra trên hệ kiểm soát quy trình cùng với máy khách OPC UA của hệ kiểm soát quy trình, cụ thể là ở dạng một phần tử chức năng của hệ kiểm soát quy trình và/hoặc động cơ quy trình nhà máy. Bộ phận điều khiển giám sát và thu nhận dữ liệu có thể, ví dụ, được nối hoạt động với hệ điều khiển nhà máy nhờ khả năng tương kết mở rộng kiến trúc tiêu chuẩn mở OPC UA của bộ phận liên kết và những đối tượng nhằm kiểm soát quy trình giữa các hệ điều khiển nhà máy và hệ kiểm soát quy trình độc lập. Hơn nữa, bộ điều khiển logic khả lập trình (PLC) của bộ phận điều khiển giám sát và thu nhận dữ liệu có ít nhất một bộ điều khiển logic khả lập trình (PLC) được nối với hệ điều khiển nhà máy nhờ khả năng tương kết mở rộng kiến trúc tiêu chuẩn mở OPC UA của bộ phận liên kết và những đối tượng nhằm kiểm soát quy trình giữa các hệ điều khiển nhà máy an toàn và thiết bị khách hàng. Bộ phận tạo lập nhà máy có thư viện chứa các bản ghi lệnh kiểm soát quy trình chọn được đối với từng kiểu của hệ điều khiển nhà máy có thể, ví dụ, có giao diện lập trình thống nhất, trong đó hoạt động của nhà

máy tương ứng có thể lập trình và có thể vận hành bằng cách sử dụng các lệnh ngôn ngữ lập trình bậc cao hơn trên giao diện lập trình thống nhất, và trong đó các lệnh ngôn ngữ lập trình bậc cao hơn được chuyển đổi nhờ giao diện lập trình thống nhất thành lệnh kiểm soát quy trình của các bản ghi chọn được của thư viện. Ví dụ, các lệnh ngôn ngữ lập trình bậc cao hơn có thể có các lệnh lập trình định hướng đối tượng đa nền tảng. Các lệnh lập trình định hướng đối tượng đa nền tảng có thể được thực hiện ở dạng các lệnh theo ngôn ngữ lập trình hướng đối tượng JAVA và/hoặc theo ngôn ngữ lập trình thông dịch JavaScript và/hoặc theo ngôn ngữ đánh dấu (eXtensible Markup Language, XML). Bên cạnh các yếu tố khác, sáng chế có ưu điểm là việc vận chuyển theo sáng chế các lệnh PLC được đóng gói trong lớp vận chuyển OPC UA tạo ra cấu trúc truyền thông tin đối với các thiết bị phức tạp dùng cho bộ phân tích quy trình, ví dụ liên quan tới các hoạt động máy phức tạp hoặc các thiết bị vật lý như thiết bị sắc ký chất khí v.v. Bên cạnh các bộ phận khác nhau của một thiết bị này, các tham số để thiết lập cấu trúc và các máy trạng thái cụ thể được truyền theo chuẩn hóa. Phương pháp và hệ thống theo sáng chế dùng cho các thiết bị phân tích và các thiết bị chỉnh hướng quy trình nhờ các PLC cho phép việc tích hợp được đơn giản hóa vào các hệ thống tự động hóa. Sáng chế còn cho phép tích hợp mô tả kỹ thuật OPC UA dùng cho các thiết bị phân tích (OPC UA DI) làm cơ sở bổ sung. Tương tự, phương pháp và hệ thống theo sáng chế cho phép tích hợp tiêu chuẩn IEC 61131-3 xác định các ngôn ngữ lập trình và các mô hình khác nhau để lập trình các hệ điều khiển mà không cần chỉnh sửa giao thức vận chuyển OPC UA. Việc thực hiện trên không gian địa chỉ máy chủ OPC UA có thể được xác định như được quy định bởi mô tả kỹ thuật PLC-OPEN tương ứng. Như vậy, các kiểu đối tượng OPC UA tương ứng được tạo ra từ khai báo của các khối chức năng trong PLC và các đối tượng OPC UA tương ứng từ các phiên bản của các khối chức năng.

Điều này dẫn đến ưu điểm là một chương trình điều khiển, bất kể bộ điều khiển được sử dụng và máy chủ OPC UA, luôn được thực hiện trong cùng cấu trúc của các đối tượng trong không gian địa chỉ. Sau cùng, sáng chế còn có cùng ưu điểm đối với việc tích hợp thiết bị thực địa (field device integration, FDI). Hai tiêu chuẩn hiện được dùng đối với cấu trúc của các thiết bị thực địa là ngôn ngữ mô tả thiết bị điện tử (Electronic Device Description Language, EDDL) hoạt động theo nguyên lý là các tham số cấu trúc của một thiết bị thực địa được xác định bởi một tệp mô tả và cấu trúc được thực hiện trên cơ sở này, và dụng cụ thiết bị thực địa (Field Device Tool, FDT) hoạt động theo nguyên lý là nhà sản xuất thiết bị cung cấp phần tử phần mềm đối với công cụ cấu trúc chung với thiết bị. Hai tiêu chuẩn này có thể được tích hợp dễ dàng bằng cách sử dụng tiêu chuẩn chung của OPC UA nhờ phương pháp và hệ thống theo sáng chế. Nói chung, phương pháp và hệ thống theo sáng chế cho phép khả năng tương kết của tất cả các loại tiêu chuẩn ở mức độ ngữ nghĩa dựa trên giao thức vận chuyển OPC UA. Hơn nữa, liên quan tới phần cứng, sáng chế cắt giảm chi phí nhờ liên kết của các nhà cung cấp địa phương được kết hợp với các thiết kế phát triển cục bộ để đáp ứng các nhu cầu thị trường theo yêu cầu. Nền tảng phần cứng sẽ trở nên linh hoạt hơn vì sáng chế cho phép tích hợp không chỉ các nền tảng tiêu chuẩn hiện có, mà cả các nền tảng khác. Ví dụ, liên quan tới nhà máy nghiền lăn, sáng chế cho phép tích hợp các nền tảng tiêu chuẩn hiện có như Siemens và/hoặc Allen Bradley, và cả các nền tảng khác như Schneider, GE hoặc Beckhoff. Như vậy, sáng chế cho phép tạo ra hệ thống chức năng độc lập với nền tảng để điều khiển, chỉnh hướng và tự động hóa nhà máy. Các quy trình tự động hóa và các lệnh quy trình có thể được thu nhận và được điều khiển từ xa, trong đó việc can thiệp và làm thích ứng quy trình từ xa vẫn có thể thực hiện được ở mọi thời điểm. Nhờ kết hợp của việc điều khiển độc lập với nền tảng và tiêu chuẩn, bí quyết nội bộ công ty

có thể được bảo vệ theo cách tối ưu mà không bị bộc lộ đối với nhà cung cấp hệ điều khiển nhà máy. Hệ điều khiển nhà máy còn duy trì linh hoạt có thể thích nghi với việc thay đổi các yêu cầu vận hành riêng rẽ hoặc cụ thể. Hệ điều khiển nhà máy phi tập trung và thích nghi với bộ điều khiển hoạt động tự động cho phép tối ưu hóa và cập nhật các trình tự quy trình mà không cần làm thích ứng hệ điều khiển nhà máy tại chỗ. Bên cạnh các ưu điểm khác, điều này cho phép gia tăng đáng kể khả năng cập nhật nhà máy và đảm bảo chất lượng sản xuất ở mức cao. Hơn nữa, việc lên kế hoạch sản xuất, dự đoán và đảm bảo chất lượng có thể được tiến hành nhờ phương pháp và hệ điều khiển nhà máy theo sáng chế, theo cách thức mới vốn bất khả đối với hệ thống theo kỹ thuật đã biết để đơn giản hóa việc lập kế hoạch và bảo trì hệ điều khiển nhà máy ở xa theo cách phù hợp. Sau cùng, hệ thống thích nghi theo sáng chế còn làm giảm đáng kể yêu cầu về người bảo dưỡng, nhờ đó hạ thấp chi phí sản xuất.

Theo một phương án, phương pháp kiểm soát quy trình của nhà máy và của hệ điều khiển nhà máy trong mạng giao tiếp máy-máy (M2M) trên cơ sở OPC UA có công đoạn tạo ra giao diện thích ứng được người-máy (HMI), trong đó bộ phận điều khiển giám sát và thu nhận dữ liệu và bộ phận tạo lập nhà máy và bộ phận điều khiển nhà máy có thể được truy cập nhờ giao diện thích ứng được người-máy, và trong đó bộ phận điều khiển giám sát và thu nhận dữ liệu được nối hoạt động để tạo ra thiết bị xử lý sẽ được định vị trực tuyến giữa hệ điều khiển nhà máy và thiết bị khách hàng được nối với hệ điều khiển nhà máy, trong đó thiết bị khách hàng có giao diện thích ứng được người-máy, trong đó bộ phận điều khiển và thu nhận dữ liệu kiểm soát việc truyền an toàn dữ liệu có cấu trúc giữa hệ điều khiển nhà máy và lớp thiết bị khách hàng của thiết bị khách hàng có thể truy cập được bởi bộ phận điều khiển giám sát và thu nhận dữ liệu, và trong đó dữ liệu có cấu trúc được xử lý và được phân tích nhờ bộ phận điều khiển giám

sát và thu nhận dữ liệu. Bộ phận điều khiển nhà máy có thể, ví dụ, được nối nhờ bộ phận điều khiển giám sát và thu nhận dữ liệu với bộ điều khiển logic khả lập trình (PLC) của hệ điều khiển nhà máy được chỉnh hướng bởi giao diện thích ứng được người-máy, trong đó các khối thao tác được điều khiển nhờ bộ điều khiển logic khả lập trình (PLC) và các phần tử được khóa liên động. Hơn nữa, bộ phận tạo lập nhà máy có thể, ví dụ, có thư viện chứa các biểu đồ hình ảnh chọn được, trong đó thư viện có thể truy cập được bởi giao diện thích ứng được người-máy, và trong đó biểu đồ hình ảnh chọn được thể hiện khối thao tác của nhà máy, các biểu đồ hình ảnh chọn được có thể sắp xếp được nhờ giao diện thích ứng được người-máy trên bảng luồng điều khiển sửa đổi được của giao diện thích ứng được người-máy, trong đó các khối thao tác có thể được thiết lập cấu hình nhờ các biểu đồ hình ảnh nhờ các trường I/O có thể thích ứng được liên quan tới các phần tử của khối thao tác và hoạt động có thể tham số hóa nhờ các trường I/O có thể thích ứng được, và trong đó các biểu đồ hình ảnh đã chọn của bảng luồng điều khiển có thể nối được nhờ các đối tượng lập trình dạng thang chọn được để tạo ra giao diện thích ứng được với hệ điều khiển nhà máy tương ứng để chỉnh hướng hệ điều khiển nhà máy nhờ các bản ghi lệnh kiểm soát quy trình chọn được. Các đối tượng lập trình dạng thang chọn được có thể được thực hiện ở dạng các bản ghi lệnh kiểm soát quy trình chọn được. Giao diện thích ứng được người-máy có thể, ví dụ, có các đối tượng tìm vết để chủ động tìm vết và biểu thị các tham số mạch của hoạt động của nhà máy. Sau cùng, hoạt động của nhà máy có thể, ví dụ, có thể truy cập được và có thể sửa đổi được bằng cách tương tác với các đối tượng tìm vết của giao diện thích ứng được người-máy. Phương án này có, bên cạnh các ưu điểm khác, ưu điểm là tạo cho người sử dụng của hệ điều khiển nhà máy, khả năng lựa chọn linh hoạt thiết bị được dùng đối với giao diện người-máy không chỉ đối với người vận hành, và cả đối với các dịch vụ liên

quan. Ví dụ, bằng cách sử dụng công nghệ HTML5 cùng với các đồ thị được vectơ hóa và công nghệ từ xa để thực hiện giao diện người dùng, sáng chế cho phép người sử dụng chọn thiết bị bất kỳ theo yêu cầu.

Sau cùng, bên cạnh phương pháp như nêu trên, sáng chế còn đề cập tới hệ thống tương ứng có giao diện người-máy được tổng quát hóa có phương tiện mã chương trình máy tính để điều khiển hệ kiểm soát quy trình thích ứng và hệ điều khiển nhà máy theo cách sao cho hệ điều khiển nhà máy hoạt động theo yêu cầu; và cụ thể hơn, sáng chế đề cập tới sản phẩm chương trình máy tính có vật ghi đọc được bằng máy tính chứa trong đó phương tiện mã chương trình máy tính dùng cho các bộ xử lý của hệ kiểm soát quy trình thích ứng.

Mô tả vắn tắt các hình vẽ

Sáng chế sẽ được giải thích chi tiết theo cách ví dụ có dựa vào các hình vẽ kèm theo, trong đó:

Fig.1 là sơ đồ khối thể hiện hệ kiểm soát quy trình thích ứng 10 để kiểm soát quy trình của nhà máy và hệ điều khiển nhà máy trong mạng giao tiếp máy-máy (M2M) trên cơ sở OPC UA dựa trên phương pháp theo sáng chế. Nhà máy 30 được kết hợp với hệ điều khiển nhà máy 20 bao gồm các phần tử được khóa liên động 32 của một hoặc nhiều khối thao tác 31 của nhà máy 30. Hoạt động của khối thao tác 31 được điều khiển bởi hệ điều khiển nhà máy 20. Hệ điều khiển nhà máy 20 có thể truy cập được bởi hệ kiểm soát quy trình độc lập 10 trong mạng giao tiếp máy-máy (M2M) trên cơ sở OPC UA nhờ các giao diện mạng 16/202 bằng cách sử dụng các máy khách OPC UA 151/203 cung cấp các nút mạng OPC UA tới máy chủ OPC UA 152. Hệ kiểm soát quy trình 10 có động cơ quy trình nhà máy 11, trong đó động cơ quy trình nhà máy 11 có bộ phận điều khiển nhà máy 13 được nối nhờ bộ phận điều khiển giám sát và thu nhận dữ liệu 12 nhờ các bộ

phần Nhập/Xuất (I/O) với các bộ điều khiển logic khả lập trình (PLC) 201 điều khiển hoạt động của các khối thao tác 31.

Fig.2 là các sơ đồ khối khác thể hiện hệ kiểm soát quy trình thích ứng 10 để kiểm soát quy trình của nhà máy và hệ điều khiển nhà máy trong mạng giao tiếp máy-máy (M2M) trên cơ sở OPC UA dựa trên phương pháp theo sáng chế. Để tạo ra điều khiển theo lô phức tạp, bộ phận PLC mềm 205 được bổ sung nhằm điều khiển nhà máy 30. Số chỉ dẫn 153 trên Fig.2 biểu thị bộ phận liên kết và những đối tượng liên quan để kiểm soát quy trình, ví dụ, cũng dựa trên OPC UA để cho phép xử lý và truyền thông dữ liệu có cấu trúc từ lớp PLC 201 tới lớp PC của hệ kiểm soát quy trình thích ứng 10 đối với bộ phận PLC mềm 205.

Fig.3 là sơ đồ khối thể hiện tương tác của bộ phận điều khiển nhà máy 13 với bộ phận liên kết và những đối tượng nhằm kiểm soát quy trình 15, trong đó các lệnh kiểm soát quy trình chọn được được biến đổi bởi bộ phận điều khiển nhà máy 13 và/hoặc bộ phận liên kết và những đối tượng nhằm kiểm soát quy trình 15 thành các lệnh và/hoặc các hoạt động cơ bản của bộ điều khiển logic khả lập trình (PLC) 201 được tích hợp bởi toàn bộ các bộ điều khiển logic khả lập trình (PLC) 201 của hệ điều khiển nhà máy truy cập được 20. Bộ điều khiển nhà máy 13 điều khiển nhà máy ở dạng thiết bị kích hoạt bằng bộ xử lý. Trạng thái khóa liên động và điều khiển các phần tử của một bộ phận (ví dụ máy nghiền lăn) được thực hiện tại chỗ. Mặt khác, việc điều khiển các bộ phận được thực hiện trên PLC. Khía cạnh này cho phép chế tạo các bộ phận đỡ phức tạp hơn và cho phép đặc tính linh hoạt và lập trình dễ dàng trên máy tính cá nhân (personal computer, PC) bằng cách sử dụng các ngôn ngữ bậc cao hơn, ví dụ ngôn ngữ JAVA, đối với trình tạo văn bản cấu trúc, nghĩa là, thể hệ hoàn toàn tự động của các lệnh chỉnh hướng PLC. Ví dụ, bộ phận điều khiển nhà máy 13 có thể được thực hiện ít nhất một phần ở dạng bộ điều khiển được lập trình bằng

JAVA. Khái niệm theo sáng chế cho phép lập trình, điều khiển và chỉnh hướng đơn hướng các PLC 201 nhờ hệ kiểm soát quy trình 10 được thực hiện trên máy tính cá nhân (PC) hoặc thậm chí trên nút mạng kích hoạt bằng bộ xử lý di động. Trong trường hợp cần phải điều khiển theo lô phức tạp, hệ thống cho phép thực hiện một PLC mềm bổ sung nhằm điều khiển nhà máy.

Fig.4 là sơ đồ khối thể hiện hoạt động chỉnh hướng và làm mới I/O của PLC, trong đó hoạt động làm mới I/O được thực hiện sau khi thực hiện các lệnh khác.

Fig.5 là sơ đồ khối được đơn giản hóa thể hiện hệ kiểm soát quy trình thích ứng 10 để chỉnh hướng độc lập các hệ điều khiển nhà máy 20. Số chỉ dẫn 41 biểu thị mạng truyền dữ liệu/mạng OPC UA, số chỉ dẫn 151 biểu thị máy khách OPC UA ở phía hệ kiểm soát quy trình 10, số chỉ dẫn 152 biểu thị máy chủ OPC UA của mạng OPC UA 41, số chỉ dẫn 203 biểu thị máy khách OPC UA ở phía các hệ điều khiển nhà máy 20, và số chỉ dẫn 204 biểu thị bộ thông dịch của các hệ điều khiển nhà máy 20.

Fig.6 thể hiện cách thức các bộ phận được mô tả và thể hiện trên đây có thể được kiểm soát bởi bộ phận điều khiển giám sát và thu nhận dữ liệu 12 hoặc bởi người dùng nhờ giao diện HMI của bộ phận điều khiển giám sát và thu nhận dữ liệu 12.

Mô tả chi tiết sáng chế

Fig.1 là hình vẽ dạng sơ đồ thể hiện kiến trúc khả dụng dùng cho phương pháp và hệ thống theo một phương án của sáng chế để kiểm soát quy trình của nhà máy và hệ điều khiển nhà máy trong mạng giao tiếp máy-máy (M2M) trên cơ sở OPC UA dựa trên phương pháp theo sáng chế. Nhà máy 30 được kết hợp với hệ điều khiển nhà máy 20 có nhiều phần tử được khóa liên động 32 của một hoặc nhiều khối thao tác 31 của nhà máy 30. Lấy ví dụ các máy cán lăn, các khối thao tác 31 có thể bao gồm các trục lăn,

các mô-tơ để dẫn động giá treo của các trục lăn nghiền, các guồng quay, các bộ đổi hướng, các cổng dẫn, các bộ phận điều khiển nhiệt độ hoặc tham số khác dùng làm các thiết bị đo, các thiết bị ngắt v.v. Các khối thao tác 31 phụ thuộc vào kiểu của nhà máy 30 và ứng dụng kỹ thuật đặc biệt của nó mà các hệ điều khiển nhà máy 20 và hệ kiểm soát quy trình thích ứng 10 sẽ được áp dụng. Các phần tử được khóa liên động 32 tạo ra kết nối giữa các khối thao tác 31 và các phần tử I/O của hệ điều khiển nhà máy 20 tương ứng với các PLC 201 của hệ điều khiển nhà máy 20. Như vậy, hệ điều khiển nhà máy 20 ít nhất bao gồm các PLC 201 và các giao diện và kết nối của chúng với các phần tử được khóa liên động 32, trong đó các phần tử được khóa liên động tạo ra các phần tử cảm biến và/hoặc chỉnh hướng và/hoặc báo hiệu truy cập được đối với các khối thao tác 31. Cụ thể là, các PLC 201 nối với các cảm biến 32, hoặc bộ phận tương tự, trong quy trình và biến đổi các tín hiệu cảm biến thành dữ liệu số. Các PLC có thể được thực hiện có các khả năng điều khiển, ví dụ các ngôn ngữ lập trình theo IEC 61131-3. Theo một phương án, các PLC 201 có thể được thay thế ít nhất một phần bởi các bộ phận đầu cuối từ xa (các RTU) để nối với các cảm biến và biến đổi các tín hiệu cảm biến thành dữ liệu số thay cho PLC 201. Các RTU có thể bao gồm phần cứng đo xa có khả năng gửi dữ liệu số tới hệ thống giám sát, cũng như tiếp nhận các lệnh dạng số từ hệ thống giám sát. Các RTU có thể đã nhúng sẵn các khả năng điều khiển như logic kiểu thang để hoàn thành các phép toán logic Boolean. Hoạt động của khối thao tác 31 được điều khiển bởi hệ điều khiển nhà máy 20 nhờ các phần tử 32 được khóa liên động với hệ điều khiển nhà máy 20. Hệ điều khiển nhà máy 20 có thể truy cập được bởi hệ kiểm soát quy trình độc lập 10 trong mạng giao tiếp máy-máy (M2M) nhờ các giao diện mạng 16/202. Để chỉnh hướng và điều khiển nhà máy 30, các bản tin chứa dữ liệu báo hiệu và các lệnh chỉnh

hướng được truyền giữa hệ kiểm soát quy trình 10 và hệ điều khiển nhà máy 20.

Hệ kiểm soát quy trình 10 có động cơ quy trình nhà máy 11, trong đó động cơ quy trình nhà máy 11 có bộ phận điều khiển nhà máy 13 được nối nhờ các giao diện mạng 16/202 với các bộ điều khiển logic khả lập trình (PLC) 201 điều khiển hoạt động của các khối thao tác 31. Các giao diện mạng 16/202 thực hiện giao tiếp với mạng OPC UA 41. Như vậy, hệ kiểm soát quy trình 10 được nối qua mạng OPC UA 41 bao gồm các máy khách OPC UA 151/203 lần lượt cùng với máy chủ OPC UA 152 với ít nhất một bộ điều khiển logic khả lập trình (PLC) 201 của hệ điều khiển nhà máy 20. Hoạt động của nhà máy 30 và các khối thao tác 31 được điều khiển bởi hệ điều khiển nhà máy 20 có bộ điều khiển logic khả lập trình (PLC) 201 nhờ các phần tử được khóa liên động 32. Vì thế, hoạt động của nhà máy 30 và các khối thao tác 31 được điều khiển qua hoặc nhờ bộ điều khiển logic khả lập trình (PLC) 201. Tương tác của bộ phận điều khiển nhà máy 13 với bộ phận liên kết và nhúng đối tượng nhằm kiểm soát quy trình 15 được thể hiện trên Fig.3, trong đó các lệnh kiểm soát quy trình chọn được được biến đổi bởi bộ phận điều khiển nhà máy 13 và/hoặc bộ phận liên kết và nhúng đối tượng nhằm kiểm soát quy trình 15 thành các lệnh và/hoặc các hoạt động cơ bản của bộ điều khiển logic khả lập trình (PLC) 201 được tích hợp bởi toàn bộ các bộ điều khiển logic khả lập trình (PLC) 201 của hệ điều khiển nhà máy truy cập được 20. Bộ điều khiển nhà máy 13 điều khiển nhà máy ở dạng thiết bị kích hoạt bằng bộ xử lý. Trạng thái khóa liên động và điều khiển các phần tử của một bộ phận (ví dụ máy nghiền lăn) được thực hiện tại chỗ. Mặt khác, việc điều khiển các bộ phận được thực hiện trên PLC. Khía cạnh này cho phép chế tạo các bộ phận đỡ phức tạp hơn và cho phép đặc tính linh hoạt và lập trình dễ dàng trên máy tính cá nhân (PC) bằng cách sử dụng các ngôn ngữ bậc cao hơn, ví dụ ngôn ngữ JAVA. Đặc

biệt, điều này cho phép thực hiện hệ kiểm soát quy trình có thể lập trình và điều khiển đơn hướng các PLC của hệ điều khiển nhà máy 20. Ví dụ, bộ phận điều khiển nhà máy 13 có thể được thực hiện ít nhất một phần ở dạng bộ điều khiển được lập trình bằng JAVA. Như vậy, khái niệm theo sáng chế cho phép lập trình và điều khiển đơn hướng các PLC nhờ hệ kiểm soát quy trình 10 được thực hiện trên máy tính cá nhân (PC) hoặc thậm chí trên các hệ thống kích hoạt bằng bộ xử lý di động. Khả năng sẵn sàng thực hiện các lệnh chỉnh hướng PLC, có thể nhúng vào lớp vận chuyển OPC UA, được tạo ra bởi bộ điều khiển nhà máy 13 được thực hiện, ví dụ, nhờ động cơ Java thích hợp. Trong trường hợp cần phải điều khiển theo lô phức tạp, hệ thống cho phép thực hiện một PLC mềm bổ sung nhằm điều khiển nhà máy.

Liên quan tới phương pháp và hệ thống theo sáng chế, mạng OPC UA 41 với các nút mạng OPC UA 151/203 và 152 tương ứng tạo ra cầu nối cho hệ kiểm soát quy trình 10 và phần cứng kiểm soát quy trình của nhà máy 30. Để truyền dữ liệu nhờ mạng OPC UA 41, sáng chế sử dụng các tiêu chuẩn OPC UA xác định dữ liệu trường truy cập thống nhất từ các thiết bị sản nhà máy. Cấu trúc OPC UA đã sử dụng duy trì giữ nguyên bất kể kiểu và nguồn của dữ liệu. Máy chủ OPC 152 cung cấp cho thiết bị phần cứng cùng khả năng truy cập đối với khách hàng OPC bất kỳ 151/203 để tiếp cận dữ liệu của nhau. Như vậy, sáng chế giảm bớt khối lượng nỗ lực trùng lặp cần thiết từ các nhà sản xuất phần cứng và các đối tác phần mềm của họ, và từ các nhà sản xuất SCADA và HMI khác để thiết lập giao diện hai bộ phận. Khi nhà sản xuất phần cứng đã tích hợp khách hàng OPC 203 và các bộ thông dịch 204 dùng cho nhà máy mới 30, hệ điều khiển nhà máy 20, hoặc thiết bị phần cứng thích hợp, hệ điều khiển nhà máy 20 của nhà máy 30, hoặc thiết bị phần cứng thích hợp có thể được tiếp cận, điều khiển và vận hành bởi hệ kiểm soát quy trình 10. Hơn nữa, nhà sản xuất SCADA không cần phải quan tâm đến việc truy cập vào phần cứng bất kỳ, hiện có

hoặc sẽ được tạo ra, vì nhiệm vụ này được thực hiện bởi hệ kiểm soát quy trình 10, bộ phận điều khiển giám sát và thu nhận dữ liệu 12 là bộ phận tích hợp của hệ kiểm soát quy trình 10. Theo một phương án, máy chủ OPC UA 152 hoặc OPC UA dùng cho PLC mềm 153 được tạo ra trên hoặc là bộ phận tích hợp của hệ kiểm soát quy trình 10. Tuy nhiên, máy chủ OPC UA 152 còn có thể được thực hiện là một bộ phận mạng độc lập tương ứng với nút của mạng OPC UA 41, ví dụ là một điểm kết nối, điểm tái phân phối, hoặc điểm cuối truyền thông (ví dụ thiết bị đầu cuối dữ liệu). Mạng OPC UA 41 được thực hiện trên mạng vật lý 41. Để truyền thông dữ liệu, các máy khách OPC UA 151/203 và máy chủ OPC UA 152 có thể dựa trên một nút mạng vật lý có thiết bị truyền thông dữ liệu (data communication equipment, DCE) và/hoặc thiết bị đầu cuối dữ liệu (data terminal equipment, DTE). Như đã mô tả chi tiết trên đây, mạng vật lý 41 có thể là mạng LAN hoặc mạng WAN, trong đó các máy khách OPC UA 151/203 và máy chủ OPC UA 152 có thể được kết hợp với nút LAN hoặc WAN. Trong trường hợp này, các nút LAN hoặc WAN này là các thiết bị lớp liên kết dữ liệu có địa chỉ kiểm soát truy cập phương tiện truyền thông (medium access control, MAC), thường là một địa chỉ cho từng bộ điều khiển giao diện mạng của nó, ví dụ các máy tính, các chuyển mạch gói, các modem xDSL (với giao diện Ethernet) và các điểm truy cập LAN không dây. Nếu mạng 41 là mạng Internet hoặc Intranet, các nút mạng vật lý có thể được thực hiện trên các máy tính chủ, còn gọi là các nút Internet, được nhận dạng bởi địa chỉ IP.

Máy chủ OPC 152 có thể được thực hiện để tạo ra phương pháp cho nhiều gói phần mềm khác nhau (miễn là khách hàng OPC 151/203) để truy cập dữ liệu từ các thiết bị kiểm soát quy trình, như hệ điều khiển nhà máy 20, các PLC 201 hoặc các hệ điều khiển phân tán (distributed control system, DCS). Thông thường, mỗi khi cần truy cập gói dữ liệu từ một thiết

bị, giao diện tùy chỉnh, hoặc bộ điều vận, cần phải được ghi. Một trong các ưu điểm của sáng chế sử dụng OPC UA là tạo ra một giao diện chung và thiết bị kiểm soát quy trình 10 được ghi một lần và sau đó được tái sử dụng bởi hệ điều khiển nhà máy bất kỳ 20, trong lĩnh vực công nghiệp bất kỳ, với SCADA, HMI bất kỳ, hoặc các gói phần mềm tùy chỉnh. Miễn là bộ phận điều khiển của nhà máy 30 được thiết lập giao diện bởi các máy khách OPC UA 203, hệ điều khiển nhà máy 20 có thể được thực hiện trực tiếp nhờ các PLC 201, bởi hệ điều khiển phân tán (DCS), là hệ điều khiển dùng cho quy trình hoặc nhà máy, trong đó các phần tử điều khiển được phân bố trong toàn bộ hệ thống, hoặc hệ thống không phân tán sử dụng một bộ điều khiển duy nhất ở vị trí trung tâm. Trong hệ thống DCS, sự phân cấp của các bộ điều khiển được nối bởi các máy khách OPC UA 203 để điều khiển và giám sát.

Các ví dụ về các hệ điều khiển nhà máy 20 này bao gồm nhà máy nghiền, nhà máy hóa chất, nhà máy hóa (dầu) và lọc dầu, bộ điều khiển nồi hơi và hệ thống nhà máy điện, nhà máy điện hạt nhân, hệ kiểm soát môi trường, hệ thống quản lý nước, nhà máy xử lý luyện kim, sản xuất dược phẩm, nhà máy tinh chế đường, các tàu vận chuyển hàng khô và chở dầu, bộ điều khiển hình thành các hệ đa phần tử v.v. Bên cạnh máy khách OPC UA 203 thiết lập giao diện mạng OPC UA 41, các hệ điều khiển nhà máy 20 có thể sử dụng các bộ xử lý được thiết kế tùy chỉnh làm các bộ điều khiển và/hoặc sử dụng cả các liên kết độc quyền lẫn giao thức truyền thông tiêu chuẩn để truyền thông nội bộ, ví dụ là hệ điều khiển phân tán. Các môđun đầu vào và đầu ra tạo ra các bộ phận thành phần của các hệ điều khiển nhà máy 20. Bộ xử lý này có thể tiếp nhận thông tin từ các môđun đầu vào và gửi thông tin tới các môđun đầu ra. Các môđun đầu vào tiếp nhận thông tin từ các dụng cụ đầu vào trong quy trình (hoặc tại thực địa) và các môđun đầu ra truyền các lệnh tới các dụng cụ đầu ra tại thực địa. Các

đầu vào và các đầu ra có thể là tín hiệu tương tự, ở trạng thái thay đổi liên tục, hoặc các tín hiệu rời rạc, ví dụ có hai trạng thái bật hoặc tắt. Các bus máy tính hoặc các bus dẫn điện nội bộ xử lý và các môđun nhờ bộ dồn kênh hoặc bộ phân kênh. Các bus còn có thể nối các bộ điều khiển phân tán với bộ điều khiển tập trung và/hoặc sau cùng với Giao diện người-máy (HMI) hoặc các bàn giao tiếp điều khiển cục bộ. Các phần tử của các hệ điều khiển nhà máy 20 có thể nối trực tiếp với trang thiết bị vật lý như các chuyển mạch, các bơm và các van và/hoặc nhờ mạng truyền dữ liệu như mạng OPC UA 41 với giao diện người-máy (HMI) của hệ kiểm soát quy trình 10 nhờ bộ phận điều khiển giám sát và thu nhận dữ liệu 12 (SCADA). Theo một phương án, chức năng của các hệ điều khiển nhà máy 20 và bộ phận điều khiển giám sát và thu nhận dữ liệu 12 thậm chí có thể được thực hiện sao cho chồng nhau một phần. Như vậy, các hệ điều khiển nhà máy 20 là hệ thống chuyên dụng được sử dụng để kiểm soát các quy trình sản xuất hoạt động liên tục hoặc định hướng theo lô hoạt động, như nhà máy nghiền, tinh chế dầu, hóa dầu, phát điện trạm trung tâm, sản xuất phân bón, dược phẩm, sản xuất thực phẩm và đồ uống, sản xuất xi măng, sản xuất thép, và sản xuất giấy. Các hệ điều khiển nhà máy 20 được nối với các cảm biến và các bộ dẫn động và sử dụng bộ điều khiển điểm thiết lập để kiểm soát dòng nguyên liệu qua nhà máy. Ví dụ, phổ biến nhất là vòng điều khiển điểm thiết lập bao gồm cảm biến áp suất, bộ điều khiển, và van điều chỉnh. Các kết quả đo áp suất hoặc lưu lượng được truyền tới bộ điều khiển, thường nhờ sự trợ giúp của tín hiệu điều kiện hóa thiết bị nhập/xuất (I/O). Khi biến đo được tiến đến điểm nhất định, bộ điều khiển chỉ thị van hoặc cơ cấu dẫn động mở hoặc đóng cho đến khi quy trình dòng chảy tiến đến điểm thiết lập mong muốn. Nhà máy nghiền hoặc nhà máy lọc dầu lớn có đến hàng nghìn điểm I/O và có thể sử dụng các hệ điều khiển nhà máy rất lớn 20. Tuy nhiên, các quy trình theo sáng chế không bị giới hạn ở dòng chất lưu đi qua

các ống, và còn có thể có các hệ thống như nhà máy giấy và các bộ phận kiểm soát chất lượng liên quan, các bộ dẫn động tốc độ thay đổi và trung tâm điều khiển mô tơ, lò xi măng, các hoạt động khai thác mỏ, các cơ sở xử lý quặng, và nhiều hệ thống khác. Các hệ điều khiển nhà máy 20 có thể có các công nghiệp như hệ thống và giao thức không dây, truyền dữ liệu từ xa, đăng nhập và dữ liệu lịch sử, giao diện và kiểm soát di động, và các máy chủ Web nhúng sẵn. Tốt hơn là, các hệ điều khiển nhà máy 20 trở thành tập trung ở cấp nhà máy, nhờ đó dễ dàng thực hiện khả năng đăng nhập bởi thiết bị ở xa và hệ kiểm soát quy trình 10. Điều này tạo điều kiện thuận lợi cho việc thực hiện hệ kiểm soát quy trình 10 với giao diện người-máy (HMI) của nó đặc biệt xét trên quan điểm truy cập từ xa và khả năng di chuyển.

Hệ kiểm soát quy trình 10 có động cơ quy trình nhà máy 11 với thư viện 141 chứa các bản ghi lệnh kiểm soát quy trình chọn được 142 đối với từng kiểu của hệ điều khiển nhà máy 20 có thể vận hành được bởi hệ kiểm soát quy trình độc lập 10. Hoạt động của nhà máy tương ứng có thể điều khiển được bởi lệnh kiểm soát quy trình được gán cho kiểu cụ thể của hệ điều khiển nhà máy 20 nhờ các bản ghi lệnh kiểm soát quy trình chọn được. Động cơ quy trình nhà máy 11 có bộ phận liên kết và nhúng đối tượng nhằm kiểm soát quy trình 15. Các lệnh kiểm soát quy trình chọn được của thư viện 141 được biến đổi bởi bộ phận liên kết và nhúng đối tượng nhằm kiểm soát quy trình 15 thành các lệnh và/hoặc các hoạt động cơ bản của bộ điều khiển logic khả lập trình (PLC) 201 được tích hợp bởi toàn bộ các bộ điều khiển logic khả lập trình (PLC) 201 của hệ điều khiển nhà máy truy cập được 20. Từng máy khách OPC UA 151/203 trên cơ sở kiến trúc hợp nhất OPC được tạo ra trên hệ kiểm soát quy trình 10 và trên hệ điều khiển nhà máy 20, lớp vận chuyển giữa máy khách OPC UA 151 của hệ kiểm soát quy trình 10 và máy khách OPC UA 152 của hệ điều khiển nhà máy 20

được mở rộng hai chiều nhờ chuỗi bit được xác định chứa các bản tin được mã hóa của bộ điều khiển logic khả lập trình (PLC) (201), và các máy khách OPC UA 151/203 là các nút mạng OPC UA trong mạng OPC UA 41 với máy chủ OPC UA 152, ở dạng công cố định. Để chỉnh hướng và điều khiển nhà máy 30, hệ kiểm soát quy trình 10 truyền các bản tin lệnh của bộ điều khiển logic khả lập trình (PLC) 201 tới hệ điều khiển nhà máy 20 bằng cách mã hóa các bản tin lệnh PLC đối với lớp vận chuyển OPC UA và truyền bản tin trong lớp vận chuyển OPC UA nhờ chuỗi bit được xác định. Như vậy, các bản tin lệnh PLC đã mã hóa của lớp vận chuyển OPC UA bao gồm các lệnh chỉnh hướng PLC. Theo một phương án khác, các bản tin lệnh PLC đã mã hóa có thể còn có dữ liệu xác nhận, có thể có, ví dụ, dấu hiệu nhận dạng (ID và/hoặc mật khẩu và/hoặc giá trị hàm băm và/hoặc IMSI của thẻ SIM, vì thế máy khách OPC UA 151/203 tương ứng có thể được lập địa chỉ an toàn nhờ hệ thống 10 và/hoặc hệ điều khiển nhà máy 20. Hệ điều khiển nhà máy 20 giải mã các bản tin lệnh PLC nhờ bộ thông dịch 204 từ chuỗi bit được xác định và truyền các bản tin lệnh PLC đã giải mã tới PLC tương ứng 201 để thực hiện. Hệ điều khiển nhà máy 20 truyền trong lớp vận chuyển OPC UA nhờ các bản tin hồi đáp PLC được mã hóa bởi chuỗi bit được xác định tới máy khách OPC UA 151 của hệ kiểm soát quy trình 10. Hệ kiểm soát quy trình 10 giải mã và xử lý các bản tin hồi đáp PLC từ chuỗi bit để điều khiển và chỉnh hướng hoạt động của nhà máy 30. Các PLC 201 của hệ điều khiển nhà máy 20 diễn dịch các lệnh PLC được tạo ra nhờ bộ phận điều khiển nhà máy 13, ví dụ được thực hiện với một động cơ ngôn ngữ lập trình bậc cao tích hợp, ví dụ điều này ngôn ngữ JAVA, hoặc trực tiếp, ở dạng giải mã của lớp vận chuyển OPC UA, hoặc được diễn dịch bởi một bộ phận trên cơ sở phần mềm bổ sung tương tác giữa bộ thông dịch 204 và các PLC 201 hoặc được thực hiện ở dạng một phần của bộ thông dịch 204. Cần lưu ý rằng cấu trúc theo sáng chế của hệ

kiểm soát quy trình 10 và hệ điều khiển nhà máy 20 cho phép lập trình đơn hướng các PLC, nghĩa là, chỉnh hướng đơn hướng nhà máy 30 và hệ điều khiển nhà máy 20, và thực hiện hoàn toàn từ xa qua một mạng nhờ hệ kiểm soát quy trình 10.

Giao diện mạng 16 của hệ kiểm soát quy trình 10 và giao diện mạng 202 của hệ điều khiển nhà máy 20 có thể có giao diện mạng không dây, ví dụ, thẻ giao diện mạng không dây (network interface card, NIC). Liên kết các nút giữa máy khách OPC UA 151/203, nghĩa là, giữa hệ kiểm soát quy trình 10 và hệ điều khiển nhà máy 20 còn có thể được thực hiện bằng các giao diện mạng nối dây 151 hoặc 203 ví dụ bằng mạng Ethernet. Hệ GIS từ IPASS cũng hoạt động với truy cập nối dây. Như vậy, hệ kiểm soát quy trình 10 và hệ điều khiển nhà máy 20 bao gồm toàn bộ cơ sở hạ tầng cần thiết kể cả các bộ phận phần cứng và phần mềm ở cách sắp xếp của nó để thu được truy cập mạng và truyền dữ liệu như nêu trên qua mạng 41 theo sáng chế. Mạng truyền dữ liệu 41 có thể là mạng Internet đã biết là mạng trực chính toàn cầu. Hệ kiểm soát quy trình 10 có thể được thực hiện liên quan tới tất cả các loại khả dụng của thiết bị thuộc nhà riêng thuê bao (Customer Premise Equipment, CPE) được tạo ra để sử dụng ở các địa điểm mạng khác nhau và/hoặc trên các mạng khác nhau. Hơn nữa, nút mạng OPC UA 151, ví dụ được thực hiện trên thiết bị CPE, và nút mạng OPC UA 203 có thể truy cập mạng 41 nhờ một hoặc nhiều giao diện mạng vật lý khác nhau 16/202 có khả năng hỗ trợ nhiều tiêu chuẩn mạng khác nhau. Số chỉ dẫn 16/202 vì thế biểu thị các thẻ giao diện mạng thích hợp (NIC). Các giao diện mạng vật lý của các nút có thể bao gồm, ví dụ, các giao diện với mạng cục bộ không dây (Wireless Local Area Network, WLAN), Bluetooth, hệ thống thông tin di động toàn cầu (Global System for Mobile Communication, GSM), dịch vụ vô tuyến gói tổng hợp (Generalized Packet Radio Service, GPRS), dữ liệu dịch vụ bổ sung phi cấu trúc (Unstructured

Supplementary Services Data, USSD), hệ thống viễn thông di động toàn cầu (Universal Mobile Telecommunications System, UMTS) và/hoặc Ethernet hoặc một mạng cục bộ (Local Area Network, LAN) nối dây khác v.v. Số chỉ dẫn 41 có thể được dựa trên tiêu chuẩn IEEE 802.11 hoặc các tiêu chuẩn khác hoặc có thể bao gồm các mạng không đồng nhất khác nhau, ví dụ, mạng Bluetooth, ví dụ dùng cho các thiết bị trong các khu vực có mái che, mạng vô tuyến di động với công nghệ GSM và/hoặc UMTS, v.v., mạng LAN không dây, ví dụ dựa trên tiêu chuẩn IEEE không dây 802.1x, hoặc mạng LAN nối dây, nghĩa là, mạng cố định cục bộ cụ thể là như mạng PSTN (mạng điện thoại chuyển mạch công cộng), v.v. Về nguyên tắc, có thể nói rằng phương pháp và/hoặc hệ thống theo sáng chế không bị giới hạn ở một tiêu chuẩn mạng cụ thể, miễn là có mặt các dấu hiệu theo sáng chế, và có thể thu được nhờ cấu trúc kỹ thuật mạng OPC UA thực hiện bất kỳ. Các giao diện 16/202 của các nút mạng 151/203 có thể không chỉ là các giao diện được chuyển mạch gói như được sử dụng trực tiếp bởi các giao thức mạng như Ethernet hoặc Token Ring, mà còn có thể là các giao diện mạch chuyển mạch có thể được sử dụng với các giao thức như PPP (giao thức điểm-điểm, xem tiêu chuẩn IETF RFC), SLIP (giao thức Internet đường dây nối tiếp) hoặc GPRS (dịch vụ vô tuyến gói tổng hợp), nghĩa là, các giao diện này không có địa chỉ mạng như địa chỉ MAC hoặc địa chỉ DLC. Như đã mô tả trên đây, việc truyền thông có thể thực hiện trên mạng LAN, ví dụ, nhờ các bản tin ngắn đặc biệt, ví dụ SMS (dịch vụ bản tin ngắn), EMS (dịch vụ bản tin tăng cường), trên một kênh báo hiệu như USSD (dữ liệu dịch vụ bổ sung phi cấu trúc) hoặc các công nghệ khác, như MExE (môi trường thực thi di động), GPRS (dịch vụ vô tuyến gói tổng hợp), WAP (giao thức ứng dụng không dây) hoặc UMTS (hệ thống viễn thông di động toàn cầu), hoặc trên giao thức IEEE không dây 802.1x hoặc qua một kênh thông tin người dùng khác.

Bộ phận điều khiển giám sát và thu nhận dữ liệu 12 hoạt động với các tín hiệu mã hóa trên các kênh truyền thông 40 thực hiện kiểm soát thiết bị ở xa, nghĩa là, các bộ điều khiển logic khả lập trình (PLC) 201 điều khiển hoạt động của các khối thao tác 31, ví dụ bằng cách sử dụng một kênh truyền thông đối với mỗi trạm ở xa 20, nghĩa là, hệ điều khiển nhà máy 20, hoặc các bộ điều khiển logic khả lập trình (PLC) 201. Bộ phận điều khiển giám sát và thu nhận dữ liệu 12, trong trường hợp này, lập địa chỉ trong số các thông tin khác quy trình giám sát và xử lý phân tích dữ liệu. Bộ phận điều khiển giám sát và thu nhận dữ liệu 12 có thể được thực hiện ở dạng hệ thống trên cơ sở Web thuần túy. Trục chính của bộ phận điều khiển giám sát và thu nhận dữ liệu 12 có thể được thực hiện bằng cách sử dụng OPC UA (kiến trúc hợp nhất OPC) để cho phép hệ thống có thể xử lý và truyền thông dữ liệu có cấu trúc từ lớp PLC tới động cơ quy trình nhà máy 11, trong đó động cơ quy trình nhà máy 11 có thể, ví dụ, được thực hiện ở dạng bộ phận hoặc hệ thống trên cơ sở bộ xử lý và/hoặc được kích hoạt quy trình hoặc thông thường dựa trên phần cứng máy tính tiêu chuẩn, chẳng hạn máy tính cá nhân (PC). OPC UA cung cấp giao thức truyền thông kỹ thuật máy-máy (M2M) cho khả năng tương kết được phát triển nhờ Tổ chức OPC (truyền thông nền tảng mở). M2M biểu thị các công nghệ cho phép các hệ thống cả không dây lẫn nối dây có thể truyền thông với các thiết bị khác có cùng kiểu. M2M có thể có trang bị kỹ thuật bao gồm các thiết bị (như cảm biến hoặc dụng cụ đo) để thu nhận một sự kiện (như nhiệt độ, mức tồn kho, v.v.) được chuyển tiếp qua một mạng (không dây, có dây hoặc mạng lai) tới một ứng dụng (chương trình phần mềm) để biên dịch hoặc biến đổi sự kiện được thu nhận thành thông tin kỹ thuật cần thiết khác (ví dụ thông tin báo hiệu bằng cách khởi hoạt các sự kiện định trước). Các dịch vụ cơ bản của giao thức truyền thông OPC UA là các cấu trúc phương pháp trích, độc lập về giao thức và tạo ra cơ sở cho chức năng

OPC UA. Tuy nhiên, đối với toàn bộ khả năng tương kết của nó, lớp vận chuyển của OPC UA chỉ đưa cấu trúc này vào giao thức, điều này nghĩa là nó nối tiếp hóa/song song hóa dữ liệu và truyền dữ liệu qua mạng. Hai giao thức được xác định cho mục đích này. Giao thức thứ nhất là giao thức TCP nhị phân, được tối ưu hóa cho đặc tính làm việc cao và giao thức thứ hai được định hướng theo dịch vụ Web. Trong phần lõi của nó, OPC UA chỉ là cấu trúc vận chuyển thông tin, trong khi mô hình thông tin OPC được dựa trên mạng toàn lưới có các nút tương ứng. Các nút có thể có loại siêu thông tin bất kỳ. Các nút này có thể có các thuộc tính để đọc-truy cập (DA, HDA), các lệnh, và các sự kiện đã kích hoạt có thể được truyền (AE, DataAccess, DataChange). Các nút duy trì xử lý dữ liệu cũng như tất cả các loại siêu dữ liệu khác, trong khi dữ liệu và/hoặc siêu dữ liệu đã truyền không phải là kiểu có thể truyền riêng. OPC UA hỗ trợ hai giao thức, giao thức thứ nhất là giao thức nhị phân và giao thức thứ hai là giao thức dịch vụ Web tiêu chuẩn (http). Ngoài ra, OPC UA hoạt động hoàn toàn trong suốt với giao diện lập trình ứng dụng (Application-programming interface, API) bất kỳ. Cụ thể là, giao thức nhị phân tạo ra đặc tính làm việc tốt nhất/chi phí ít nhất, sử dụng các tài nguyên tối thiểu (không cần trình phân tích cú pháp XML, giao thức truy cập đối tượng đơn giản (Simple Object Access Protocol, SOAP) và giao thức truyền siêu văn bản (Hypertext Transfer Protocol, HTTP), là yêu cầu quan trọng đối với các thiết bị nhúng), tạo ra khả năng tương kết tốt nhất (trạng thái nhị phân được xác định rõ ràng và cho phép ít bậc tự do hơn trong khi thực hiện) và sử dụng duy nhất một cổng TCP chọn được tùy ý để truyền thông, nhờ đó dễ dàng truyền liên mạng hoặc dễ dàng thiết lập đường truyền qua một tường lửa.

Như nêu trên, hoạt động của nhà máy 30 và các khối thao tác 31 được điều khiển nhờ bộ điều khiển logic khả lập trình (PLC) 201 và các phần tử được khóa liên động 32, chẳng hạn các cảm biến. Với các bộ điều

khả lập trình (PLC), các lệnh từ các chương trình điều khiển, giám sát và chỉnh hướng được thực thi từng lệnh một và được xử lý bằng cách đọc và ghi thông tin trong vùng nhớ bên trong PLC, thường được gọi là bộ nhớ I/O. Các gói dữ liệu từ các cảm biến/các chuyển mạch được nối trực tiếp với bộ phận I/O cơ sở được trao đổi với dữ liệu trong bộ nhớ I/O bên trong PLC, ở các thời điểm nhất định. Quá trình này trao đổi hoàn toàn dữ liệu bên ngoài và dữ liệu bộ nhớ I/O bên trong được gọi là hoạt động làm mới I/O. Thời điểm mà hoạt động làm mới I/O sẽ được thực hiện khi xem xét hoạt động của hệ điều khiển nhà máy và mã thực hiện được cài đặt chỉnh hướng nhà máy. Theo phương án ưu tiên của PLC, hoạt động làm mới I/O này được thực hiện ngay sau khi thực hiện tất cả các lệnh khác, như được thể hiện trên Fig.4. Theo cấu trúc này, bộ phận điều khiển giám sát và thu nhận dữ liệu 12 được thực hiện để lập địa chỉ công đoạn hiển thị quy trình và phân tích dữ liệu quy trình. Trục chính của bộ phận điều khiển giám sát và thu nhận dữ liệu 12 là bộ phận liên kết và nhúng đối tượng nhằm kiểm soát quy trình 15, ví dụ dựa trên lớp vận chuyển OPC UA như nêu trên để cho phép xử lý và truyền thông dữ liệu có cấu trúc từ lớp PLC tới lớp PC của hệ kiểm soát quy trình thích ứng 10. Bộ phận liên kết và nhúng đối tượng nhằm kiểm soát quy trình 15 sẽ được mô tả chi tiết sau đây.

Fig.5 là hình vẽ dạng sơ đồ thể hiện cấu trúc OPC UA giữa hệ kiểm soát quy trình 10 và hệ điều khiển nhà máy 20 và các PLC 201. Số chỉ dẫn 1 biểu thị hệ kiểm soát quy trình thích ứng 10 kể cả phần cứng kích hoạt bằng bộ xử lý cần thiết như máy tính hoặc bộ phận tương tự, số chỉ dẫn 2 biểu thị máy khách OPC UA liên kết với hệ kiểm soát quy trình 10/41, số chỉ dẫn 3 biểu thị máy chủ OPC UA, số chỉ dẫn 4 biểu thị máy khách OPC UA liên kết với bộ thông dịch 204, trong đó bộ thông dịch thiết lập giao diện lần lượt với hệ điều khiển nhà máy 20 và các PLC 201. Theo một phương án, máy khách OPC UA có thể kiểm tra máy chủ hỗ trợ gì. Như

vậy, máy khách có thể thu được thông tin, nếu máy chủ chỉ hỗ trợ chức năng DA hoặc thêm chức năng AE, HDA, v.v. Máy khách OPC UA 4 và bộ thông dịch 204 có thể được thực hiện cùng với các PLC 201 là bộ phận (tích hợp) của hệ điều khiển nhà máy 20.

Bộ phận điều khiển giám sát và thu nhận dữ liệu 20 có thể dựa hoàn toàn vào công nghệ Web. Như được thể hiện trên Fig.5, cổng dữ liệu chính của bộ phận điều khiển giám sát và thu nhận dữ liệu 20 được dựa trên OPC UA để cho phép truyền thông dữ liệu có cấu trúc từ hệ kiểm soát quy trình 10/41, ví dụ được thực hiện trên một PC, tới PLC 201 và ngược lại. Đối với các kiểu PLC không hỗ trợ OPC UA, bộ điều vận hoặc bộ thông dịch 204 được sử dụng để dịch giao thức. Hệ thống hoàn chỉnh có thể ít nhất gồm các phần tử sau: (i) Bộ phận điều khiển giám sát và thu nhận dữ liệu 12 ở dạng máy chủ (chạy trên phần cứng trên cơ sở PC) được nối với PLC trực tiếp qua OPC UA hoặc qua bộ điều vận OPC. Bộ phận điều khiển giám sát và thu nhận dữ liệu 12 (SCADA) có thể sử dụng máy chủ Web tích hợp dùng cho bộ phận tạo lập nhà máy 14 và giao diện người-máy (HMI). Bộ phận điều khiển giám sát và thu nhận dữ liệu 12 có thể có tác dụng không chỉ làm một máy khách OPC UA mà còn làm máy chủ OPC UA 3, được sử dụng để truyền thông với PLC 201, bộ điều khiển, nghĩa là, bộ phận điều khiển nhà máy 13, hệ thống của bộ phận điều khiển giám sát và thu nhận dữ liệu 12, công cụ lưu trữ khả dụng và các phương tiện khác, (ii) bộ phận tạo lập nhà máy 14, là công cụ để các kỹ sư có thể thiết kế và thiết lập cấu hình nhà máy thực tế; (iii) giao diện HMI thời gian chạy mà nhờ đó người dùng đầu cuối giám sát và điều khiển nhà máy 30; (iv) các thống kê dài hạn có thể được lưu giữ và được quản lý trong công cụ lưu trữ bên ngoài có công cụ báo cáo riêng; (v) môđun Historian còn có thể được cài đặt trên một hệ thống riêng biệt; (vi) bộ phận điều khiển nhà máy 13, là môđun lõi để kiểm soát quy trình. Môđun này kiểm soát trạng thái khóa liên động, quy trình

(các trình tự khởi động và dừng), quản lý các công tác và dữ liệu, kiểm soát các dây chuyền và các khâu, và thực hiện các chức năng như quản lý thùng liệu, kiểm soát ô nhiễm, xử lý tham số; (vii) PLC có khả năng thực hiện OPC UA 201 được kết nối trực tiếp với máy chủ OPC UA, các PLC khác có thể được nối qua bộ điều vận OPC; và (viii) Có thể có giao diện trình duyệt Web, trong khi vận hành với bộ phận tạo lập nhà máy 14 cũng như hoạt động của nhà máy 30 có thể được chạy trong một trình duyệt Web.

Bộ phận điều khiển nhà máy 13 như nêu trên, là một phần của hệ kiểm soát quy trình thích ứng 10, điều khiển nhà máy 30 và hệ điều khiển nhà máy 20 từ một PC, nếu hệ kiểm soát quy trình thích ứng 10 được thực hiện trên máy tính cá nhân (PC). Trạng thái khóa liên động và kiểm soát các khối thao tác 31 của nhà máy 30 (ví dụ nhà máy nghiền lăn) được thực hiện tại chỗ trên hệ kiểm soát quy trình thích ứng 10. Việc điều khiển các khối thao tác 31 mặt khác được thực hiện trên các PLC 201. Khía cạnh này cho phép tạo ra các bộ phận đồ phức tạp hơn và cho phép đặc tính linh hoạt và lập trình dễ dàng trên máy tính cá nhân (PC) bằng cách sử dụng các ngôn ngữ bậc cao hơn như JAVA. Theo một phương án khác để thực hiện điều khiển theo lô phức tạp, bộ phận PLC mềm 202 nhằm điều khiển nhà máy có thể được bổ sung như được thể hiện trên Fig.2. Số chỉ dẫn 151 trên Fig.2 biểu thị bộ phận liên kết và những đối tượng liên quan để kiểm soát quy trình, ví dụ, cũng dựa trên OPC UA để cho phép xử lý và truyền thông dữ liệu có cấu trúc từ lớp PLC tới lớp PC của hệ kiểm soát quy trình thích ứng 10 đối với bộ phận PLC mềm 202.

Liên quan tới chu trình xử lý PLC, cụ thể là, thời gian chu trình là thời gian từ lúc thực hiện (bắt đầu) hoạt động làm mới I/O tới khi thực hiện (xử lý) hoạt động làm mới I/O sau đó. Thời gian chu trình là thời gian để xử lý phí tổn (tự chẩn đoán), thực hiện các chương trình người dùng, xử lý hoạt động làm mới I/O và xử lý các dịch vụ bên ngoài. Khi thời gian chu

trình kéo dài, chu trình để cập nhật dữ liệu từ bên ngoài PLC và thời gian đáp ứng I/O cũng dài hơn, vì thế không thể thực hiện các thay đổi được nhập vào ở tốc độ nhanh hơn so với thời gian chu trình. Khi thời gian chu trình là ngắn, thời gian đáp ứng I/O cũng được rút ngắn để cho phép xử lý tốc độ cao. Khi thời gian chu trình thay đổi, chu trình thực hiện lệnh và các thời gian đáp ứng I/O cũng thay đổi. Các lệnh, được truyền nhờ hệ kiểm soát quy trình thích ứng 10 được thực thi theo thứ tự cùng với quá trình xử lý hoạt động làm mới I/O v.v., trong chu trình xử lý PLC. Tuy nhiên, các nhiệm vụ gián đoạn có thể được thực hiện trước chu trình xử lý này. Trong trường hợp các điều kiện gián đoạn nhất định được đáp ứng, chu trình xử lý sẽ bị đình chỉ và các nhiệm vụ gián đoạn sẽ được thực hiện trước. Ví dụ, các nhiệm vụ gián đoạn có thể có gián đoạn cắt điện, gián đoạn theo lịch, gián đoạn I/O, gián đoạn định kỳ dựa trên bộ định thời bên trong, và các cơ cấu ngắt bên ngoài.

Để hệ kiểm soát quy trình thích ứng 10 sử dụng các tín hiệu I/O từ các bộ phận I/O gắn ở PLC, trước hết cần phải gán một địa chỉ bên trong bộ nhớ I/O PLC. Việc gán bộ nhớ I/O cho đầu vào hoặc đầu ra từ các bộ phận này bên trong PLC được gọi là cấp phát I/O. Thông tin cấp phát I/O này được sử dụng trong quá trình hoạt động làm mới I/O với các bộ phận kết nối là hệ kiểm soát quy trình thích ứng 10. Trong trường hợp có tương tác của hệ kiểm soát quy trình thích ứng 10 với các PLC 201 của hệ điều khiển nhà máy 20, thông tin cấp phát I/O này có thể được ghi trong PLC trong "bảng I/O đã đăng ký". "Bảng I/O đã đăng ký" này có thể được tạo ra bằng cách đăng ký một cách tự động trực tuyến với hệ kiểm soát quy trình thích ứng 10 bằng cách sử dụng thông tin từ bộ phận gắn sẵn ở PLC, hoặc bằng cách sử dụng hệ kiểm soát quy trình thích ứng 10 để thiết kế ngoại tuyến và sau đó đăng ký một cách tự động bằng cách truyền bảng I/O tới PLC. Tuy nhiên, một số hệ điều khiển nhà máy 20 có thể không đòi hỏi việc tạo ra

một bảng I/O đã đăng ký, và các hệ thống khác có thể không hỗ trợ thiết kế ngoại tuyến của các bảng I/O.

Các PLC 201 thường sử dụng các dữ liệu khác nhau kể cả các mã chương trình bên ngoài làm các lệnh được truyền nhờ hệ kiểm soát quy trình thích ứng 10, dữ liệu và chú giải bộ nhớ I/O, các tham số của bộ phận CPU và bộ phận I/O đặc biệt, và thông tin bảng I/O đã đăng ký v.v. Toàn bộ dữ liệu này, được dùng bởi PLC 201, được lưu giữ trong vùng nhớ bên trong bộ phận CPU của PLC 201. Vùng nhớ của PLC 201 thường có vùng chương trình người dùng để ghi các chương trình người dùng được truyền bởi các thiết bị bên ngoài làm hệ kiểm soát quy trình thích ứng 10. Hơn nữa, vùng nhớ này có vùng bộ nhớ I/O được truy cập bởi các toán hạng lệnh. Vùng nhớ này lưu thông tin như CIO, vùng I/O bên trong, vùng giữ, vùng phụ trợ, vùng DM, vùng EM, các cờ hoàn thành định thời/giá trị hiện tại, cờ hoàn thành/giá trị hiện tại, các cờ nhiệm vụ, thanh ghi chỉ số, thanh ghi dữ liệu, các cờ điều kiện, xung đồng hồ, v.v. Dữ liệu trong vùng bộ nhớ I/O thường được định vị ở các vùng trong đó các nội dung bị xóa sạch mỗi lần điện năng được cấp trở lại, và các vùng trong đó thông tin ưu tiên được giữ. Sau cùng, vùng nhớ có vùng tham số chứa toàn bộ thông tin liên quan tới các tham số ban đầu được dùng bởi PLC. Vùng nhớ này lưu giữ thông tin như các tham số hệ thống PLC, bảng I/O đã đăng ký, bảng định tuyến, và thiết lập PLC dùng cho bộ phận bus CPU. Các PLC 201 có các chức năng cơ bản đã và thường được cài đặt trong các PLC 201. Tuy nhiên, bằng cách bổ sung các bộ phận kiểm soát quy trên cơ sở PLC vào cấu trúc hệ thống cơ bản, các chức năng kiểm soát quy trình của PLC 201 có thể được bổ sung đơn giản vào các chức năng cơ bản đã được cài đặt trong các PLC 201. Cần lưu ý rằng đối với hệ điều khiển nhà máy 20, các chức năng kiểm soát quy trình bổ sung này của PLC 201 được thiết lập cụ thể theo nhà sản xuất. Như vậy, chúng chỉ có thể được sử dụng cho các thiết bị tương thích

với hệ kiểm soát quy trình trong đó hệ điều khiển nhà máy 20 được sử dụng trước đó hoặc các thiết bị trong đó một số bộ điều khiển được sử dụng kết hợp và tương thích với nhau. Một ưu điểm lớn của sáng chế là hệ kiểm soát quy trình thích ứng 10 chỉ sử dụng các chức năng cơ bản đã được cài đặt trong các PLC 201, và vì thế có nền tảng hữu dụng và độc lập về nhà sản xuất với tất cả các loại khả dụng của các hệ điều khiển nhà máy 20.

Cần lưu ý rằng hầu hết kỹ thuật phần mềm có thể là kỹ thuật lập trình trực quan, thiết lập cấu trúc và mô hình mà người có hiểu biết trung bình trong lĩnh vực kỹ thuật này có thể dễ dàng áp dụng. Phần mềm của PLC chính 201 có thể được rút gọn đến mức tối thiểu và chỉ có bộ điều khiển cơ bản của từng thiết bị, trong hầu hết các trường hợp sử dụng ngôn ngữ đồ họa được gọi là đồ thị dạng thang, là ngôn ngữ lập trình được chuẩn hóa IEC 61131-3, chủ yếu được sử dụng bởi chuyên gia kỹ thuật điện. Trạng thái khởi động, tắt và khóa liên động của từng bộ phận được lập trình trong PLC 201 có thể điều khiển được bởi hệ thống theo sáng chế nhờ các lưu đồ được hiển thị và thực hiện bên trong một PC, nhờ đó vận hành hệ kiểm soát quy trình 10, theo cách dùng đồ thị để đơn giản hóa không chỉ kỹ thuật của dự án, và mà còn cho phép người có hiểu biết trung bình trong lĩnh vực kỹ thuật này có thể hiểu và kiểm tra quy trình. Các lưu đồ này có thể tạo thành một phần của yêu cầu mô tả hệ thống và thay thế phần giải thích bằng văn bản của chức năng điều khiển theo cách dùng đồ thị và có thể hiểu được dễ dàng với bất kỳ ai. Giải pháp này còn gia tăng đặc tính linh hoạt để lập địa chỉ các khách hàng riêng biệt và đáp ứng yêu cầu thị trường cục bộ thường thay đổi.

Hệ thống theo sáng chế cho phép thực hiện tự động hóa đối với hệ điều khiển nhà máy bao gồm phần cứng ở dạng các bảng chuyển mạch, các vỏ bọc điều khiển, các PLC (bộ điều khiển logic khả lập trình), hệ thống cáp, và/hoặc các hệ điều khiển bằng bộ xử lý như PC, và phần mềm (phần

mềm kỹ thuật và xử lý) bằng cách tạo ra hệ kiểm soát quy trình độc lập nền tảng 10 với bộ thông dịch 204. Điều này cho phép di chuyển phần căn bản của bộ phận chỉnh hướng, thường được thực hiện trên PLC 201, tới hệ kiểm soát quy trình hệ thống 10 chạy trên máy tính cá nhân (PC). Bộ phận chỉnh hướng có thể được thiết lập theo quy trình và mã vận hành độc lập nền tảng. Hệ thống thực hiện dịch mã thành các lệnh đa năng, có thể hiểu được đối với tất cả các PLC 201. Để chỉnh hướng nhà máy 30, hệ kiểm soát quy trình 10 thực hiện các bước sau: (i) xác định và tạo ra các phần tử cần thiết để chỉnh hướng nhà máy 30; (ii) đọc và tải xuống các phần tử đã xác định tới PLC 201 lần lượt nhờ bộ thông dịch 204. Ví dụ, đối với nhà máy nghiền, các phần tử này có thể chia thành năm loại liên quan tới động cơ, van, cánh xả, các cảm biến và bộ dẫn động. Tuy nhiên, phân loại kiểu khác bất kỳ cũng có thể được dự kiến; và (iii) kết hợp các phần tử vào các bộ phận. Như vậy, có thể lắp ráp các máy, các trình tự hoặc các nhóm khác bất kỳ của các phần tử. Liên kết bên trong của một nhóm sẽ được xác định nhờ hệ kiểm soát quy trình 10. Liên kết được tạo ra có thể được xem như màn chắn nhờ đó trạng thái khóa liên động của một nhóm có thể được tạo ra nhờ các toán tử logic (Boolean) và các khung thời gian, ví dụ ở dạng $U_1 = e_1 \text{ AND } e_2 \text{ AND } e_3 \text{ OR } e_4 \text{ AND } e_5$. Theo cách này, một nhóm có thể xác định được và có thể được vận hành như một thực thể trên các PLC 201;

- implies; if then	$\rightarrow$	$x=2 \rightarrow x^2 = 4$
- Material equivalence, if and only if	$\equiv \leftrightarrow$	$x+5 = y \leftrightarrow x+3=y$
- negation	$\neg \neq$	$\neg(\neg A) \leftrightarrow A$
- And (Conjunction)	$\wedge$	$n < 4 \wedge n > 2 \leftrightarrow n = 3$
- Or (disjunction)	$\vee$	$n \geq 4 \vee n \leq 2 \leftrightarrow n \neq 3$
- xor (exclusive disjunction)		$(\neg A) \quad A \text{ always true, } A \quad A \text{ always false}$

Fig.6 thể hiện cách thức các bộ phận được mô tả và thể hiện trên đây có thể được kiểm soát bởi bộ phận điều khiển giám sát và thu nhận dữ liệu 12 hoặc bởi người dùng nhờ giao diện HMI của bộ phận điều khiển giám sát và thu nhận dữ liệu 12; (iv) ở bước tiếp theo, xác định cách thức mà các nhóm hoặc các bộ phận tương tác với nhau. Cách biểu diễn này còn được gọi là lưu đồ. Các mối tương quan sau đây xác định toàn bộ hoạt động của nhà máy 30. Trong khi chỉnh hướng các phần tử trong một nhóm hoặc bộ phận, nghĩa là, các phần tử được khóa liên động 32 với các khối thao tác 31 có trên các PLC 201, chỉnh hướng các nhóm hoặc các bộ phận xảy ra trên máy tính cá nhân (PC) và hệ kiểm soát quy trình 10. Định nghĩa của các mối tương quan trong lưu đồ cũng được thực hiện nhờ hệ kiểm soát quy trình 10 nhờ các toán tử được làm thích ứng với các yêu cầu kỹ thuật để tự động hóa nhà máy 30. Do đó, đường lưu đồ có thể được xác định theo cách giống như một nhóm, ví dụ $L_1 = (U_1 \text{ AND } U_2 \text{ AND } U_3) \text{ OR } (U_4 \text{ AND } U_5)$. Điều này xác định mối tương liên của các bộ phận; (v) cả hai mối tương quan sẽ được dịch nhờ bộ thông dịch 204 khi thực hiện các lệnh, có thể hiểu được đối với tất cả các PLC 201. Các yêu cầu theo nhà sản xuất cụ thể được diễn dịch bởi bộ thông dịch 204 bằng cách sử dụng thư viện 7 bao gồm các đối tượng tương ứng có điều khiển logic và các cấu trúc vận hành lưu đồ v.v. Theo cách này, có thể truyền thông với tất cả các nền tảng PLC đã sử dụng nhờ hệ thống theo sáng chế mà không đòi hỏi bí quyết cụ thể theo nhà sản xuất, hoặc yêu cầu tương tự. Việc hiệu chỉnh, sửa đổi và diễn giải chú thích của ngôn ngữ cấu trúc và các lệnh được dùng nhờ hệ kiểm soát quy trình 10 che thông báo lệnh cụ thể theo nhà sản xuất bất kỳ được sử dụng để chỉnh hướng và lập địa chỉ chính xác các PLC 201; (vi) toàn bộ truyền thông được dựa trên một cấu trúc nền tảng OPC UA để cho phép truyền thông dữ liệu có cấu trúc trên tất cả các cấp độ. Tuy nhiên, không có tương tác của bộ thông dịch 204 và các đối tượng của thư viện 7, dữ liệu có

cấu trúc được vận chuyển nhờ OPC UA không thể được sử dụng để chỉnh hướng các PLC 201.

Động cơ quy trình nhà máy 11 có bộ phận tạo lập nhà máy 14 với thư viện 141 chứa các bản ghi lệnh kiểm soát quy trình chọn được 142 đối với từng kiểu của hệ điều khiển nhà máy 20 có thể vận hành được bởi hệ kiểm soát quy trình độc lập 10. Hoạt động của nhà máy tương ứng có thể điều khiển được bởi lệnh kiểm soát quy trình được gán cho kiểu cụ thể của hệ điều khiển nhà máy 20 nhờ các bản ghi lệnh kiểm soát quy trình chọn được. Động cơ quy trình nhà máy 11 có bộ phận liên kết và nhúng đối tượng nhằm kiểm soát quy trình 15. Lệnh kiểm soát quy trình chọn được của thư viện 141 được biến đổi bởi bộ phận liên kết và nhúng đối tượng nhằm kiểm soát quy trình 15 thành các lệnh và/hoặc các hoạt động cơ bản của bộ điều khiển logic khả lập trình (PLC) 201 được tích hợp bởi toàn bộ các bộ điều khiển logic khả lập trình (PLC) 201 của hệ điều khiển nhà máy truy cập được 20. Theo một phương án, bộ phận điều khiển giám sát và thu nhận dữ liệu 12 được nối hoạt động với hệ điều khiển nhà máy 20 nhờ khả năng tương kết mở rộng kiến trúc tiêu chuẩn mở OPC UA của bộ phận liên kết và nhúng đối tượng nhằm kiểm soát quy trình 15 giữa các hệ điều khiển nhà máy 20 và hệ kiểm soát quy trình độc lập 10. Theo một phương án nữa, bộ điều khiển logic khả lập trình (PLC) 201 của bộ phận điều khiển giám sát và thu nhận dữ liệu 12 có bộ điều khiển logic khả lập trình (PLC) 202 (còn được gọi là PLC mềm) được nối với hệ điều khiển nhà máy 20 nhờ khả năng tương kết mở rộng kiến trúc tiêu chuẩn mở OPC UA của bộ phận liên kết và nhúng đối tượng nhằm kiểm soát quy trình 15 giữa các hệ điều khiển nhà máy an toàn 20 và thiết bị khách hàng 10. Trong trường hợp này, để tạo ra điều khiển theo lô phức tạp nhằm điều khiển nhà máy, bộ phận PLC mềm 202 được bổ sung vào hệ kiểm soát quy trình thích ứng 10 như được thể hiện trên Fig.2. Số chỉ dẫn 151 trên Fig.2 biểu thị bộ phận liên kết và nhúng

đối tượng liên quan để kiểm soát quy trình, ví dụ, cũng dựa trên OPC UA để cho phép xử lý và truyền thông dữ liệu có cấu trúc từ lớp PLC tới lớp PC của hệ kiểm soát quy trình thích ứng 10 đối với bộ phận PLC mềm 202.

Bộ phận liên kết và nhúng đối tượng nhằm kiểm soát quy trình 15 tạo ra giao diện tiêu chuẩn để cho phép các chương trình trên cơ sở máy tính có thể truyền thông với các thiết bị phần cứng công nghiệp. Ví dụ, bộ phận này có thể được thực hiện trên cơ sở tiêu chuẩn đã biết OLE (liên kết và nhúng đối tượng) để kiểm soát quy trình. Vì tiêu chuẩn OLE được dựa trên tiêu chuẩn Windows COM (mô hình đối tượng thành phần), OPC cơ bản là COM. Qua một mạng, OPC dựa vào DCOM (COM phân tán) trong thực tế không được thiết kế cho các ứng dụng công nghiệp theo thời gian thực và có thể được thiết lập có lợi cho việc truyền liên mạng OPC. Theo sáng chế, bộ phận liên kết và nhúng đối tượng nhằm kiểm soát quy trình 15, ví dụ giao diện OPC, có thể được thực hiện ở dạng các cặp máy chủ/máy khách của hệ kiểm soát quy trình thích ứng 10 và các PLC 201 của hệ điều khiển nhà máy 20, điều khiển hoạt động của nhà máy các khối thao tác 31. Như vậy, hệ kiểm soát quy trình thích ứng 10 ở dạng máy chủ OPC biến đổi phần cứng giao thức truyền thông được dùng bởi các PLC 201 thành giao thức OPC. Khách hàng OPC là mã chạy được bất kỳ cần thiết để nối với phần cứng, như hệ kiểm soát quy trình thích ứng 10 hoặc giao diện HMI (giao diện người-máy) của hệ kiểm soát quy trình thích ứng 10. Khách hàng OPC sử dụng máy chủ OPC để nhận dữ liệu từ hoặc gửi các lệnh tới phần cứng. Vì bộ phận liên kết và nhúng đối tượng nhằm kiểm soát quy trình 15 dựa trên OPC sử dụng một tiêu chuẩn mở, sáng chế có ưu điểm là làm giảm chi phí cho nhà sản xuất và tạo ra nhiều tùy chọn hơn cho người sử dụng. Sáng chế chỉ sử dụng duy nhất một máy chủ OPC nhờ bộ phận liên kết và nhúng đối tượng nhằm kiểm soát quy trình 15 cùng với lệnh kiểm soát quy trình chọn được của thư viện 141 để tạo ra hệ điều khiển nhà máy tổng quát

hóa có tích hợp khách hàng OPC bất kỳ. Như vậy, bộ phận liên kết và nhúng đối tượng nhằm kiểm soát quy trình 15 được thực hiện ở dạng thiết bị DataHub OPC để thực hiện tất cả các nhiệm vụ này, nghĩa là, nó kết hợp máy chủ OPC và khách hàng OPC. Theo một phương án, bộ phận liên kết và nhúng đối tượng nhằm kiểm soát quy trình 15 có thể hỗ trợ nhiều kết nối. Như vậy, nó có thể đồng thời cung cấp một số máy chủ OPC, để kết hợp OPC và liên kết bắc cầu OPC. Hai thiết bị DataHub OPC có thể thiết lập dữ liệu đối xứng qua một mạng TCP nhằm thực hiện truyền liên mạng OPC.

Bộ phận tạo lập nhà máy 14 có thư viện 141 chứa các bản ghi lệnh kiểm soát quy trình chọn được đối với từng kiểu của hệ điều khiển nhà máy 20 có thể, ví dụ, có giao diện lập trình thống nhất 143, trong đó hoạt động của nhà máy tương ứng có thể lập trình và có thể vận hành bằng cách sử dụng các lệnh ngôn ngữ lập trình bậc cao hơn trên giao diện lập trình thống nhất 143, và trong đó các lệnh ngôn ngữ lập trình bậc cao hơn được chuyển đổi nhờ giao diện lập trình thống nhất 143 thành lệnh kiểm soát quy trình của các bản ghi chọn được của thư viện 141. Ví dụ, các lệnh ngôn ngữ lập trình bậc cao hơn này có thể có các lệnh lập trình định hướng đối tượng đa nền tảng. Các lệnh lập trình định hướng đối tượng đa nền tảng có thể được thực hiện ở dạng các lệnh JAVA và/hoặc JavaScript và/hoặc XML. Các phương án vừa nêu cho phép kiểm soát lập trình đơn giản hóa đối với hệ kiểm soát quy trình độc lập và thích ứng 10 bằng cách sử dụng các lệnh ngôn ngữ lập trình bậc cao hơn đã biết trên giao diện lập trình thống nhất 143.

Bộ phận tạo lập nhà máy 14 chăm sóc đặc tính kỹ thuật của đơn đặt hàng của khách hàng bất kỳ và tạo ra giải pháp tự động hóa theo mô tả kỹ thuật đơn hàng. Các bước thực hiện được tạo ra nhờ bộ phận tạo lập nhà máy 14 theo cách sao cho thời gian thực hiện được cắt giảm. Bộ phận tạo

lập nhà máy 14 có thể tạo ra ba bước. Ở bước một, kỹ sư tạo ra tờ lưu đồ từ một thư viện mà chứa các bộ phận nhất định và thiết lập cấu hình của chúng. Ở bước tiếp theo, việc điều khiển các bộ phận này được lập trình trong một công cụ lập trình dạng thang để thực hiện. Sau cùng, thực hiện việc tham số hóa và thiết lập dữ liệu trực quan. Bộ phận tạo lập nhà máy 14 có thể được thực hiện để tạo ra quy trình bằng cách sử dụng chương trình JavaScript. Cụ thể hơn, hệ kiểm soát quy trình độc lập và thích ứng 10 có thể có giao diện thích ứng được người-máy 16, trong đó bộ phận điều khiển giám sát và thu nhận dữ liệu 12 và bộ phận tạo lập nhà máy 14 và bộ phận điều khiển nhà máy 13 có thể được truy cập nhờ giao diện thích ứng được người-máy 16. Bộ phận điều khiển giám sát và thu nhận dữ liệu 12 có thể được nối hoạt động để tạo ra thiết bị xử lý sẽ được định vị trực tuyến giữa hệ điều khiển nhà máy 20 và hệ kiểm soát quy trình 10. Hơn nữa, thiết bị khách hàng 17 có thể được nối với hệ điều khiển nhà máy 20, trong đó thiết bị khách hàng 17 có giao diện thích ứng được người-máy 16. Bộ phận điều khiển và thu nhận dữ liệu 12 kiểm soát việc truyền an toàn dữ liệu có cấu trúc giữa hệ điều khiển nhà máy 20 và lớp thiết bị khách hàng 101 của thiết bị khách hàng 17 có thể truy cập được bởi bộ phận điều khiển giám sát và thu nhận dữ liệu 12. Dữ liệu có cấu trúc được xử lý và được phân tích nhờ bộ phận điều khiển giám sát và thu nhận dữ liệu 12. Hơn nữa, bộ phận điều khiển nhà máy 13 có thể được nối nhờ bộ phận điều khiển giám sát và thu nhận dữ liệu 12 với bộ điều khiển logic khả lập trình (PLC) 201 của hệ điều khiển nhà máy 20 và có thể điều khiển được bởi giao diện thích ứng được người-máy 17, trong đó các khối thao tác 31 được điều khiển nhờ bộ điều khiển logic khả lập trình (PLC) 201 và các phần tử được khóa liên động 32.

Theo phương án này, bộ phận tạo lập nhà máy 14 có thể có thư viện 144 chứa các biểu đồ hình ảnh chọn được 145, trong đó biểu đồ hình ảnh

chọn được 145 thể hiện khối thao tác 31 của nhà máy 30. Thư viện 144 có thể truy cập được bởi giao diện thích ứng được người-máy 17. Các biểu đồ hình ảnh chọn được 145 có thể sắp xếp được nhờ giao diện thích ứng được người-máy 11 trên bảng luồng điều khiển sửa đổi được 111 của giao diện thích ứng được người-máy 11, trong đó các khối thao tác 31 có thể được thiết lập cấu hình nhờ các biểu đồ hình ảnh 142 nhờ các trường I/O có thể thích ứng được 143 liên quan tới các phần tử 32 của khối thao tác 31 và hoạt động có thể tham số hóa nhờ các trường I/O có thể thích ứng được 143. Các biểu đồ hình ảnh đã chọn 145 của bảng luồng điều khiển 111 có thể nối được nhờ các đối tượng lập trình dạng thang chọn được 146 để tạo ra giao diện thích ứng được với hệ điều khiển nhà máy tương ứng 20 để chỉnh hướng hệ điều khiển nhà máy 20 nhờ các bản ghi lệnh kiểm soát quy trình chọn được 142. Các đối tượng lập trình dạng thang chọn được 146 có thể được thực hiện ở dạng các bản ghi lệnh kiểm soát quy trình chọn được 142. Giao diện thích ứng được người-máy 17 có thể có các đối tượng tìm vết để chủ động tìm vết và biểu thị các tham số mạch của hoạt động của nhà máy 30. Sau cùng, hoạt động của nhà máy 30 có thể truy cập được và có thể sửa đổi được bằng cách tương tác với các đối tượng tìm vết của giao diện thích ứng được người-máy 17.

Sau cùng, cần lưu ý rằng thời gian kỹ thuật còn có thể được làm giảm hơn nữa bằng cách sử dụng kỹ thuật lập trình dạng thang cho điều khiển. Để khóa liên động, các công cụ kỹ thuật tương ứng có thể được sử dụng các như được tạo ra bởi các nhà cung cấp PLC. Hệ logic của kỹ thuật khóa liên động có thể được phân tách. Các chức năng cao cấp sẽ được kiểm soát nhờ hệ kiểm soát quy trình thích ứng 10 hoặc PC tương ứng. Một giải pháp đơn giản được thiết lập tùy chỉnh còn có thể được thực hiện bằng cách phân tách các chức năng thành các chức năng lõi và các chức năng bổ sung. Ví dụ, các chức năng bổ sung có thể được thiết lập theo yêu cầu theo các yêu

cầu khu vực và các nhu cầu của các bộ phận kinh doanh khác nhau. Các chức năng lõi, kể cả một bộ phận bổ sung, có thể được phát triển dễ dàng bên trong hệ kiểm soát quy trình thích ứng 10 theo sáng chế.

YÊU CẦU BẢO HỘ

1. Phương pháp kiểm soát quy trình của nhà máy và của hệ điều khiển nhà máy trong mạng giao tiếp máy-máy (Machine-to-Machine, M2M) trên cơ sở kiến trúc hợp nhất truyền thông nền tảng mở (Open Platform Communications Unified Architecture, OPC UA) (41), trong đó nhà máy (30) được kết hợp với hệ điều khiển nhà máy (20) có nhiều phần tử được khóa liên động (32) của một hoặc nhiều khối thao tác (31) của nhà máy (30), trong đó hoạt động của khối thao tác (31) được điều khiển bởi hệ điều khiển nhà máy (20) nhờ các phần tử (32) được khóa liên động với hệ điều khiển nhà máy (20), và trong đó hệ điều khiển nhà máy (20) có thể truy cập được bởi hệ kiểm soát quy trình độc lập (10) trong mạng giao tiếp máy-máy (M2M) nhờ các giao diện mạng (16/202), và trong đó các bản tin chứa dữ liệu báo hiệu và các lệnh chỉnh hướng được truyền giữa hệ kiểm soát quy trình (10) và hệ điều khiển nhà máy (20), khác biệt ở chỗ:

hệ kiểm soát quy trình (10) được nối qua mạng OPC UA (41) bao gồm các máy khách OPC UA (151/203) và máy chủ OPC UA (152) với ít nhất một bộ điều khiển logic khả lập trình (programmable logic controller, PLC) (201) của hệ điều khiển nhà máy (20), trong đó hoạt động của nhà máy (30) và các khối thao tác (31) được điều khiển bởi hệ điều khiển nhà máy (20) có bộ điều khiển logic khả lập trình (PLC) (201) nhờ các phần tử được khóa liên động (32),

hệ kiểm soát quy trình (10) có động cơ quy trình nhà máy (11) với thư viện (141) chứa các bản ghi lệnh kiểm soát quy trình chọn được (142) đối với từng kiểu của hệ điều khiển nhà máy (20) có thể vận hành được bởi hệ kiểm soát quy trình độc lập (10), trong đó hoạt động của nhà máy tương ứng có thể điều khiển được bởi lệnh kiểm soát quy trình được gán cho kiểu cụ thể của hệ điều khiển nhà máy (20) nhờ các bản ghi lệnh kiểm soát quy trình chọn được,

động cơ quy trình nhà máy (11) có bộ phận liên kết và những đối tượng nhằm kiểm soát quy trình (15), trong đó các lệnh kiểm soát quy trình chọn được của thư viện (141) được biến đổi bởi bộ phận liên kết và những đối tượng nhằm kiểm soát quy trình (15) thành các lệnh và/hoặc các hoạt động của bộ điều khiển logic khả lập trình (PLC) (201) được tích hợp bởi tất cả các bộ điều khiển logic khả lập trình (PLC) (201) của hệ điều khiển nhà máy truy cập được (20),

máy khách OPC UA (151/203) trên cơ sở kiến trúc hợp nhất OPC được tạo ra trên hệ kiểm soát quy trình (10) và trên hệ điều khiển nhà máy (20), lớp vận chuyển giữa máy khách OPC UA (151) của hệ kiểm soát quy trình (10) và máy khách OPC UA (203) của hệ điều khiển nhà máy (20) được mở rộng hai chiều nhờ chuỗi bit được xác định chứa các bản tin được mã hóa của bộ điều khiển logic khả lập trình (PLC) (201), và các máy khách OPC UA (151/203) là các nút mạng OPC UA trong mạng OPC UA (41) với máy chủ OPC UA (152),

để chỉnh hướng và điều khiển nhà máy (30), hệ kiểm soát quy trình (10) truyền các bản tin lệnh của bộ điều khiển logic khả lập trình (PLC) (201) tới hệ điều khiển nhà máy (20) bằng cách mã hóa các bản tin lệnh PLC đối với lớp vận chuyển OPC UA và truyền bản tin trong lớp vận chuyển OPC UA nhờ chuỗi bit được xác định,

hệ điều khiển nhà máy (20) giải mã các bản tin lệnh PLC nhờ bộ thông dịch (204) từ chuỗi bit được xác định và truyền các bản tin lệnh PLC đã giải mã tới PLC (201) tương ứng để thực hiện lệnh, và

hệ điều khiển nhà máy (20) truyền trong lớp vận chuyển OPC UA nhờ các bản tin hồi đáp PLC được mã hóa bởi chuỗi bit được xác định tới máy khách OPC UA của hệ kiểm soát quy trình (10), trong đó hệ kiểm soát quy trình (10) giải mã và xử lý các bản tin hồi đáp PLC từ chuỗi bit để điều khiển và chỉnh hướng hoạt động của nhà máy (30).

2. Phương pháp theo điểm 1, khác biệt ở chỗ, máy chủ OPC UA (152) được tạo ra trên hệ kiểm soát quy trình (10).
3. Phương pháp theo điểm 1 hoặc 2, khác biệt ở chỗ, hệ kiểm soát quy trình (10) có bộ phận tạo lập nhà máy (14) có thư viện (141) chứa các bản ghi lệnh kiểm soát quy trình chọn được đối với từng kiểu của hệ điều khiển nhà máy (20) có giao diện lập trình thống nhất (143), trong đó hoạt động của nhà máy tương ứng có thể lập trình được và có thể vận hành được bằng cách sử dụng các lệnh ngôn ngữ lập trình bậc cao hơn trên giao diện lập trình thống nhất (143), và các lệnh ngôn ngữ lập trình bậc cao hơn được chuyển đổi nhờ giao diện lập trình thống nhất (143) thành lệnh kiểm soát quy trình của các bản ghi chọn được của thư viện (141).
4. Phương pháp theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 1 tới 3, khác biệt ở chỗ, các lệnh ngôn ngữ lập trình bậc cao hơn có các lệnh lập trình định hướng đối tượng đa nền tảng.
5. Phương pháp theo điểm 4, khác biệt ở chỗ, các lệnh lập trình định hướng đối tượng đa nền tảng được thực hiện ở dạng các lệnh theo ngôn ngữ lập trình hướng đối tượng JAVA và/hoặc theo ngôn ngữ lập trình thông dịch JavaScript và/hoặc theo ngôn ngữ đánh dấu (eXtensible Markup Language, XML)
6. Phương pháp theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 1 tới 5, khác biệt ở chỗ, hệ kiểm soát quy trình độc lập và thích ứng (10) có giao diện thích ứng được người-máy (16), trong đó bộ phận điều khiển giám sát và thu nhận dữ liệu (12) và bộ phận tạo lập nhà máy (14) và bộ phận điều khiển nhà máy (13) có thể truy cập được bởi giao diện thích ứng được người-máy (16), và trong đó bộ phận điều khiển giám sát và thu nhận dữ liệu (12) được nối hoạt động để tạo ra thiết bị xử lý sẽ được định vị trực tuyến giữa hệ điều khiển nhà máy (20) và thiết bị khách hàng (17) được nối với hệ điều khiển nhà máy (20), trong đó thiết bị khách hàng (17) có giao diện thích ứng được

người-máy (16), trong đó bộ phận điều khiển và thu nhận dữ liệu (12) kiểm soát việc truyền an toàn dữ liệu có cấu trúc giữa hệ điều khiển nhà máy (20) và lớp thiết bị khách hàng (101) của thiết bị khách hàng (17) có thể truy cập được bởi bộ phận điều khiển giám sát và thu nhận dữ liệu (12), và trong đó dữ liệu có cấu trúc được xử lý và được phân tích nhờ bộ phận điều khiển giám sát và thu nhận dữ liệu (12).

7. Phương pháp theo điểm 6, khác biệt ở chỗ, bộ phận điều khiển nhà máy (13) được nối qua bộ phận điều khiển giám sát và thu nhận dữ liệu (12) với bộ điều khiển logic khả lập trình (PLC) (201) của hệ điều khiển nhà máy (20) được chỉnh hướng bởi giao diện thích ứng được người-máy (17), trong đó các khối thao tác (31) được điều khiển nhờ bộ điều khiển logic khả lập trình (PLC) (201) và các phần tử được khóa liên động (32).

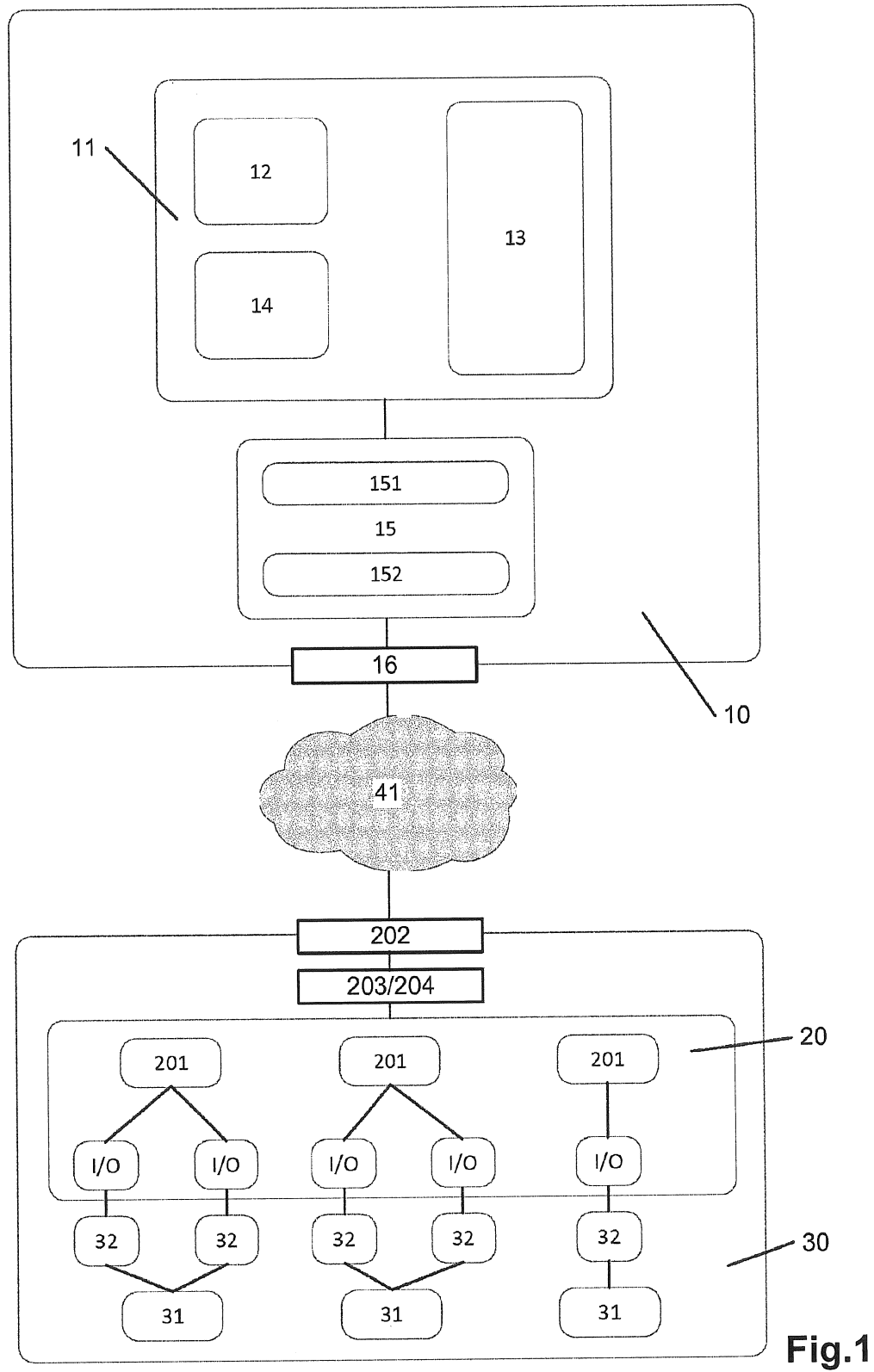
8. Phương pháp theo điểm 6 hoặc 7, khác biệt ở chỗ, bộ phận tạo lập nhà máy (14) có thư viện (144) chứa các biểu đồ hình ảnh chọn được (145), trong đó thư viện (144) có thể truy cập được bởi giao diện thích ứng được người-máy (17), và trong đó biểu đồ hình ảnh chọn được (145) thể hiện khối thao tác (31) của nhà máy (30), trong đó các biểu đồ hình ảnh chọn được (145) có thể sắp xếp được nhờ giao diện thích ứng được người-máy (11) trên bảng luồng điều khiển sửa đổi được (111) của giao diện thích ứng được người-máy (11), trong đó các khối thao tác (31) có thể được thiết lập cấu hình nhờ các biểu đồ hình ảnh (142) nhờ các trường nhập/xuất (input/output, I/O) thích ứng (143) liên quan tới các phần tử (32) của khối thao tác (31) và hoạt động có thể tham số hóa nhờ các trường I/O có thể thích ứng được (143), và trong đó các biểu đồ hình ảnh đã chọn (145) của bảng luồng điều khiển (111) có thể nối được nhờ các đối tượng lập trình dạng thang chọn được (146) để tạo ra giao diện thích ứng được với hệ điều khiển nhà máy tương ứng (20) để chỉnh hướng hệ điều khiển nhà máy (20) nhờ các bản ghi lệnh kiểm soát quy trình chọn được (142).

9. Phương pháp theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 6 tới 8, khác biệt ở chỗ, các đối tượng lập trình dạng thang chọn được (146) được thực hiện ở dạng các bản ghi lệnh kiểm soát quy trình chọn được (142).

10. Phương pháp theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 6 tới 9, khác biệt ở chỗ, giao diện thích ứng được người-máy (17) có các đối tượng tìm vết để chủ động tìm vết và biểu thị các tham số mạch của hoạt động của nhà máy (30).

11. Phương pháp theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 6 tới 10, khác biệt ở chỗ, hoạt động của nhà máy (30) có thể truy cập được và có thể sửa đổi được bằng cách tương tác với các đối tượng tìm vết của giao diện thích ứng được người-máy (17).

1/6

**Fig.1**

2/6

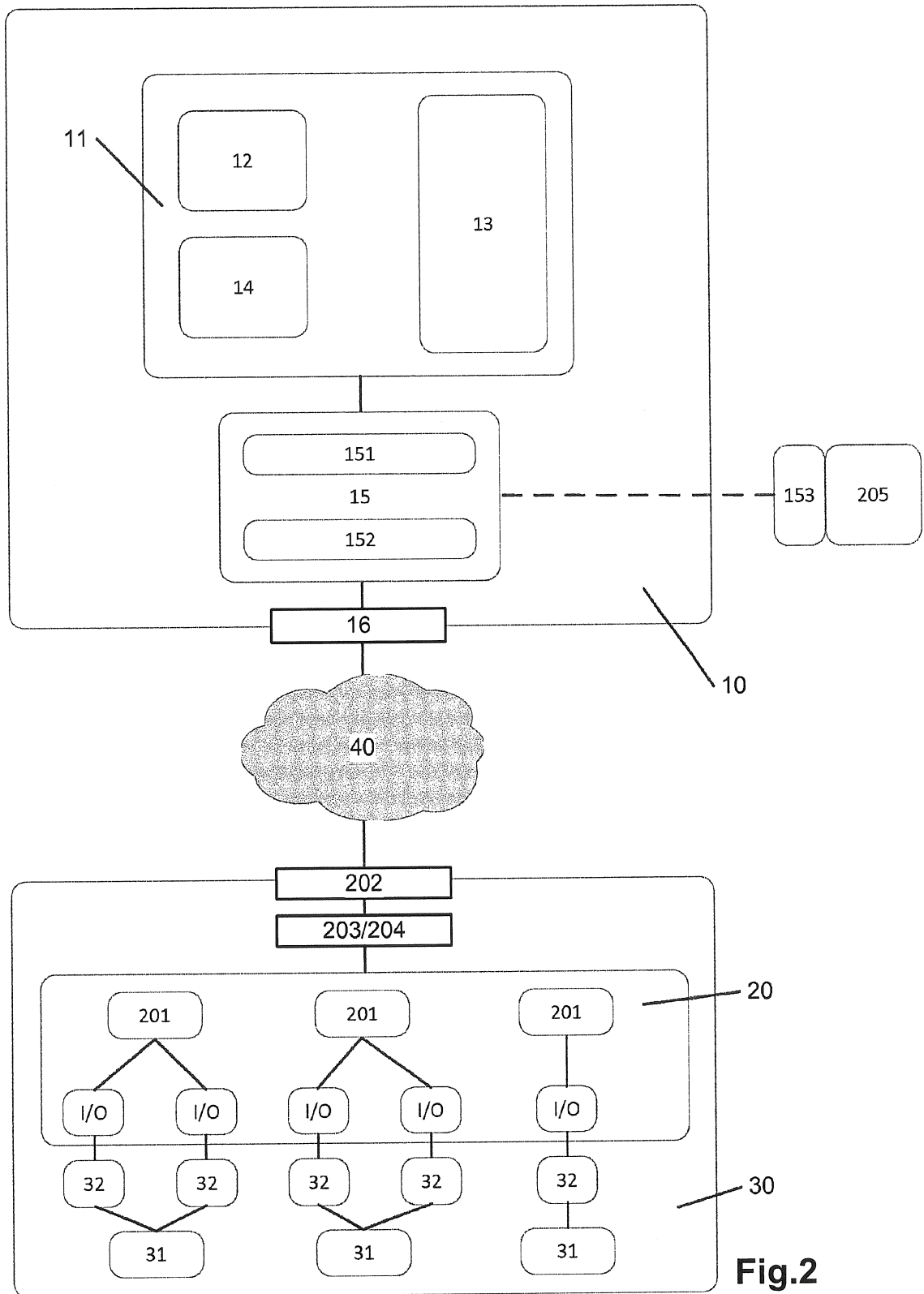


Fig.2

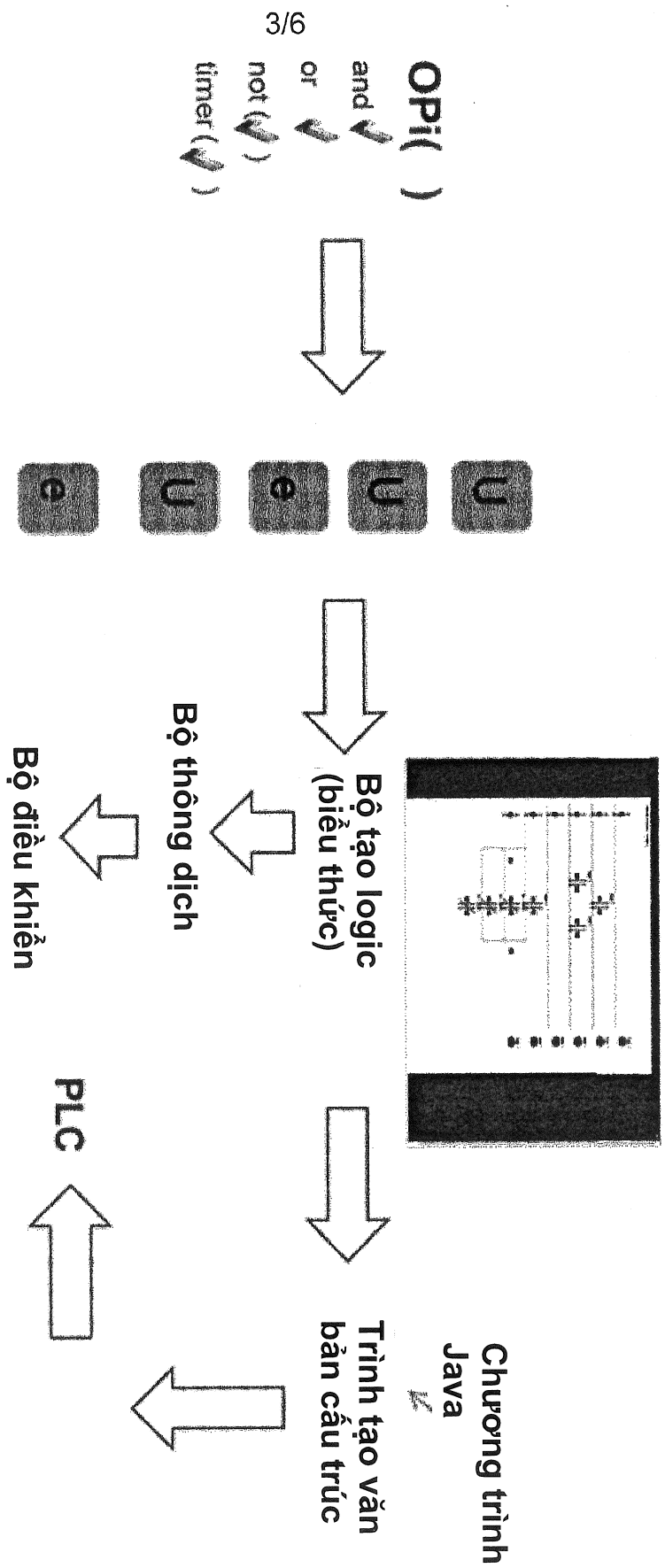


Fig.3

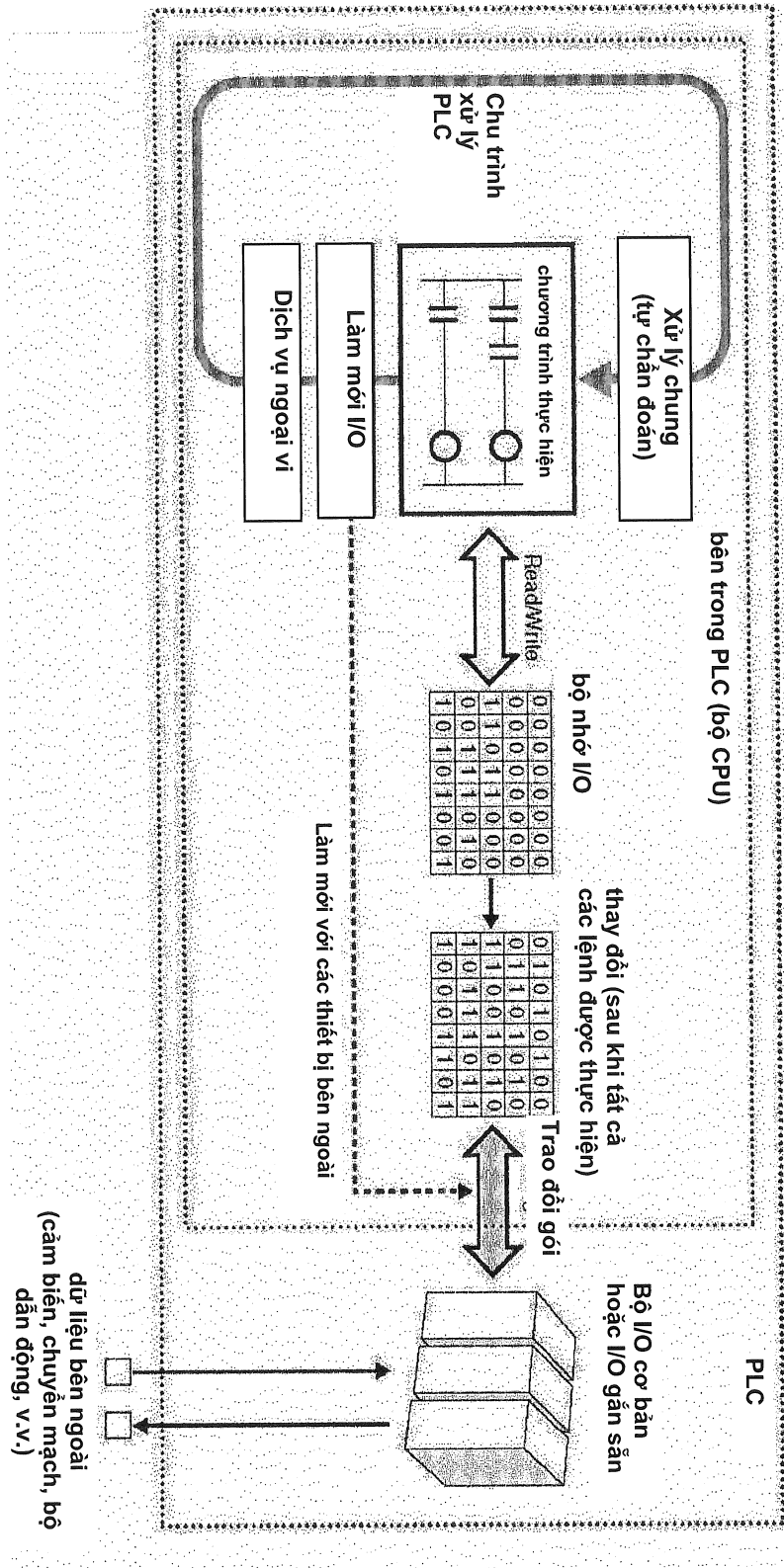


Fig.4

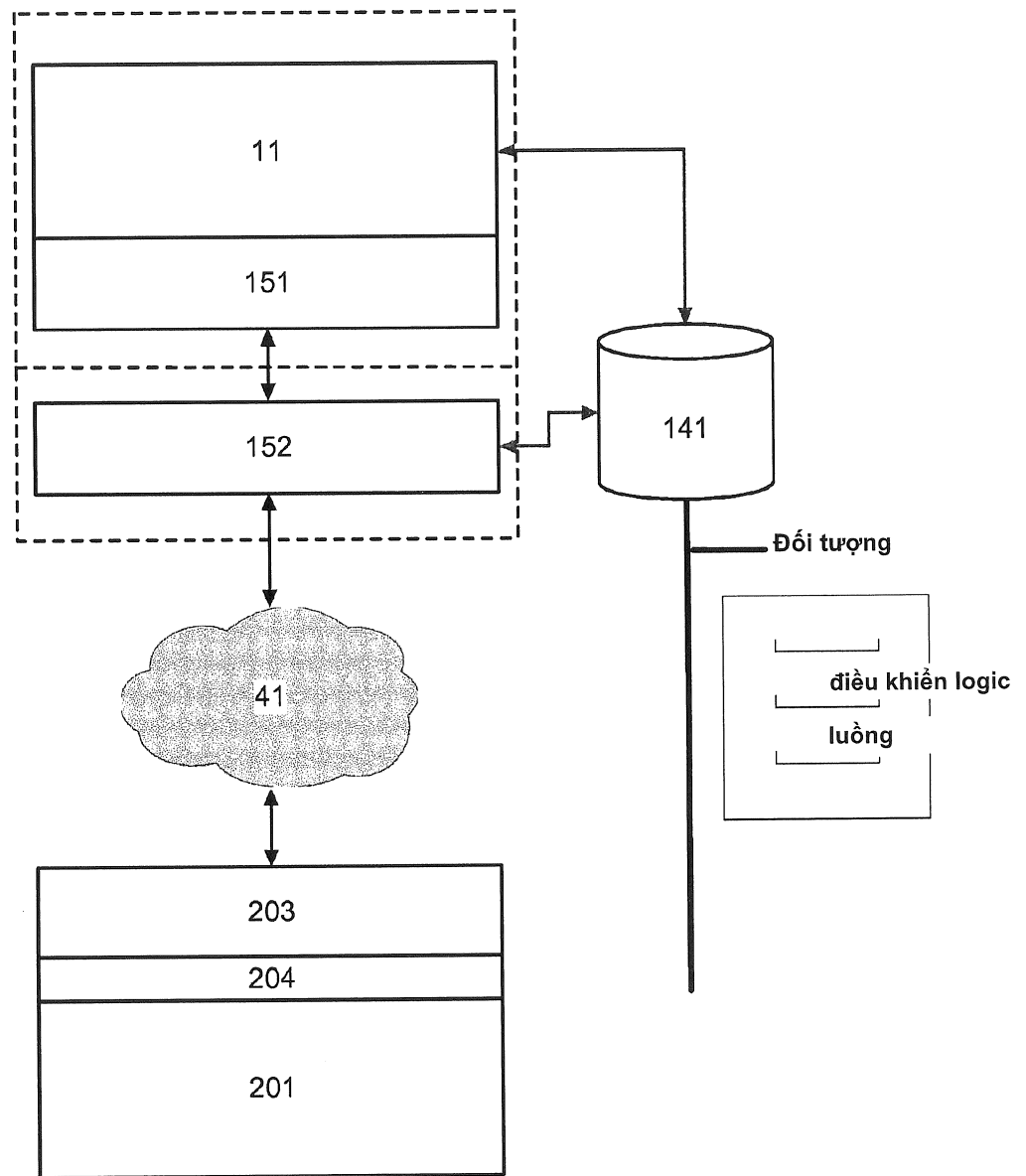
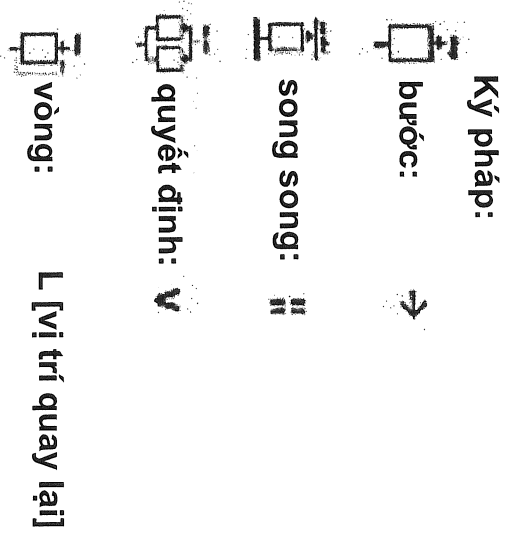
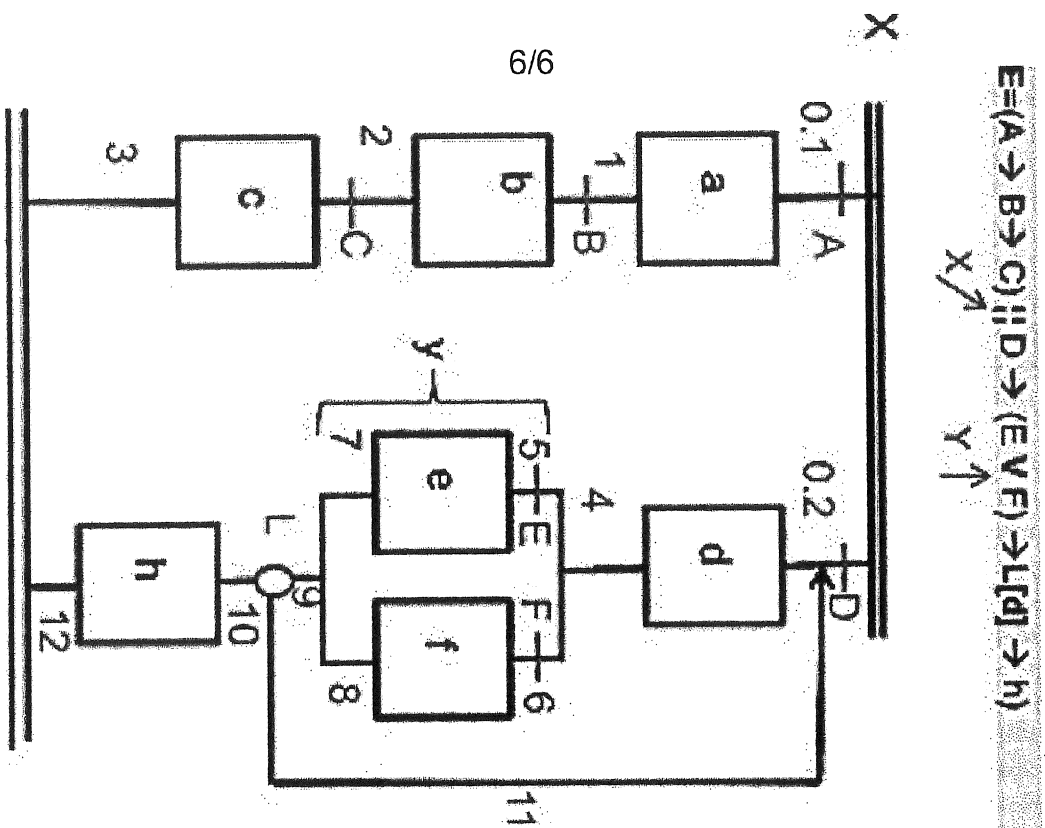


Fig.5



Vòng ví dụ:
áp suất > 0,1, đúng->d
áp suất > 0,1, sai->h

Fig.6