

HỆ THỐNG SCADA VÀ ỨNG DỤNG TRONG XỬ LÝ NƯỚC THẢI CÔNG NGHIỆP

Đỗ Thị Mai

Trường Đại học Công nghệ thông tin và truyền thông - ĐH Thái Nguyên

TÓM TẮT

Các hệ thống SCADA hiện nay được ứng dụng trong hầu hết tất cả các lĩnh vực từ công nghiệp, nông nghiệp, giao thông vận tải, quan sự, y tế, trường học... Việc nghiên cứu và ứng dụng chúng đang là nhu cầu cấp thiết đối với sự phát triển nền kinh tế - xã hội... Trong bài báo này, bằng việc thu thập dữ liệu về các tiêu chí xử lý nước thải; phân tích mô hình hệ thống và các yêu cầu về công nghệ; dựa trên các tiêu chí và chỉ tiêu chất lượng hệ điều khiển – giám sát; dựa trên một số kết quả nghiên cứu ứng dụng hệ thống SCADA đã được công bố, chúng tôi đưa ra một quy trình thiết kế, xây dựng hệ thống SCADA trong xử lý nước thải công nghiệp nhà máy bia tại Việt Nam. Kết quả ứng dụng hệ thống SCADA trong các cơ sở sản xuất này góp phần tăng năng suất lao động, giảm nhân công lao động trực tiếp, giải phóng sức lao động của con người tại một số vị trí công việc nặng nhọc và độc hại, giảm chi phí và giá thành sản xuất.

Từ khóa: hệ thống SCADA; điều khiển – giám sát; thu thập dữ liệu; PLC, WinCC; xử lý nước thải công nghiệp

Ngày nhận bài: 27/12/2019; Ngày hoàn thiện: 04/5/2020; Ngày đăng: 20/5/2020

SCADA SYSTEM AND APPLICATION IN INDUSTRIAL WASTEWATER TREATMENT

Do Thi Mai

TNU - University of Information and Communication Technology

ABSTRACT

Nowaday, development and application of SCADA system is a necessary demand for socio-economic development. They are applied in almost fields from industry, agriculture, transportation, healthcare, schools... In this article, by collecting data on wastewater treatment criterias, analyzing system model and technology requirements; based on the criteria and quanlity of the control-monitoring system; with some results of applied SCADA system research, the author presents the process of designing, building SCADA system in industrial wastewater treatment in Vietnam. The application of SCADA system in these production facilities greatly contributes to increasing labor productivity, reducing direct labor, liberating human labor in some hard-working and toxic positions, reducing costs and productions costs.

Key words: SCADA; PLC; WINCC; control – monitor; data acquicision.

Received: 27/12/2019; Revised: 04/5/2020; Published: 20/5/2020

1. Giới thiệu chung hệ scada

1.1. Hệ thống SCADA

Supervisory Control And Data Acquisition là hệ thống phần mềm và phần cứng cho phép các tổ chức công nghiệp thực hiện những chức năng [1] sau:

- Điều khiển (Control)
- Hiển thị (Display)
- Cảnh báo (Alarm)
- In ấn (Report)
- Lưu trữ (Archive)

Hệ thống SCADA mang ý nghĩa rất quan trọng trong việc giúp cho các tổ chức công nghiệp duy trì hiệu quả các hoạt động sản xuất, xử lý dữ liệu nhanh chóng và kịp thời giúp công ty/ doanh nghiệp đưa ra các quyết định thông minh hơn, truyền nhận thông tin trong hệ thống theo các giao thức chuẩn hóa quốc tế, tối ưu về mặt kiến trúc và phương pháp xử lý xung đột, giúp hệ thống giảm thiểu thời gian chết [2], [3].

1.2. Các thành phần chính của hệ thống SCADA

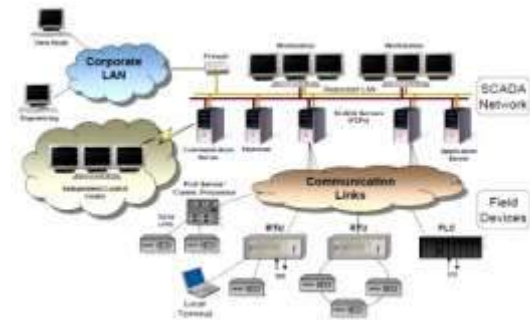
- Giao diện quá trình: cảm biến, thiết bị đo, thiết bị chuyển đổi, cơ cấu chấp hành.
- Thiết bị điều khiển tự động: các bộ điều khiển chuyên dụng (PID, CNC), các bộ điều khiển logic khả trình (PLC), các bộ điều chỉnh số đơn lẻ...
- Hệ thống điều khiển giám sát: phần mềm và giao diện người máy, các trạm kỹ thuật, trạm vận hành...
- Hệ thống truyền thông: giao thức mạng, thiết bị trong hệ thống mạng.
- Hệ thống bảo vệ: thực hiện chức năng an toàn.

Về cơ bản, hệ SCADA (minh họa như trong hình 1) là một hệ kết hợp phần cứng và phần mềm [1] nhằm mục đích tự động hóa việc quản lý, giám sát, điều khiển cho một đối tượng cụ thể trong nhiều ngành công nghiệp hiện đại: Công nghiệp; Nông nghiệp; Giao thông vận tải; Điện năng; Viễn thông; Quân sự...[4], [5].

1.3. Lợi ích của hệ SCADA

Nâng cao năng suất; Cải thiện chất lượng sản phẩm; Giảm chi phí vận hành bảo trì; Giảm

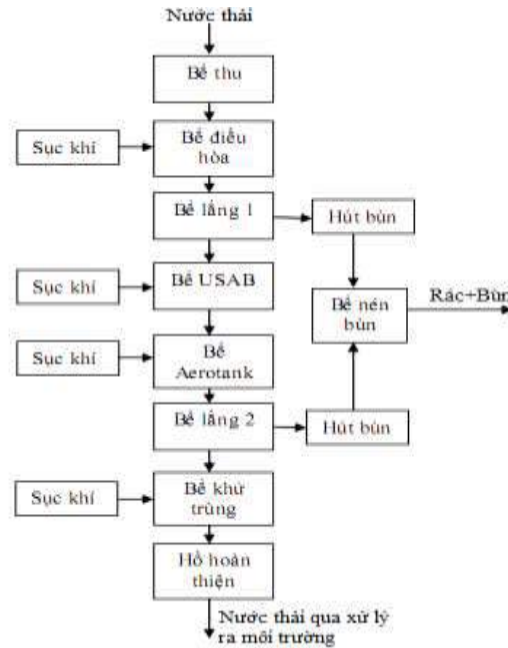
chi phí nhân công, lao động; Giảm giá thành sản xuất; Bảo toàn vốn đầu tư [4], [5].



Hình 1. Minh họa hệ thống SCADA phân xưởng

1.4. Một số hệ thống SCADA tiêu biểu hiện nay

WinCC – Siemens, Trace Mode – AdAstra, Labview – National Instrument, Intouch – Wonderware [6].



Hình 2. Sơ đồ khối chức năng hệ thống xử lý nước thải công nghiệp nhà máy bia

2. Xử lý nước thải công nghiệp

- Xử lý nước thải nhằm loại bỏ - phân hủy chất ô nhiễm ra khỏi nước thải, chuyển đổi thành nguồn nước có thể đưa trở lại chu trình sử dụng trong môi trường (tái sử dụng trực tiếp) hoặc sử dụng cho một số mục đích khác.
- Sản phẩm của hệ thống xử lý nước thải: chất thải bán rắn hoặc bùn, chất lỏng (nước) đã qua xử lý. Chúng sẽ được qua một số khâu xử

lý tiếp theo nhằm mục đích tái sử dụng trong trồng trọt, tưới tiêu...[2]

Quy trình xử lý nước thải thông thường bao gồm các khâu thể hiện tại sơ đồ khối trong hình 2 như sau:

- Phân tích – xử lý sơ bộ;
- Lọc, loại bỏ chất thải rắn, bùn...
- Điều hòa chất lượng nước;
- Xử lý sơ cấp – tách bùn lắng;
- Xử lý thứ cấp – màng lọc loại bỏ hàm lượng các chất hóa học trong nước thải.

3. Mục đích và yêu cầu hệ SCADA trong xử lý nước thải công nghiệp

3.1. Mục đích

Mục đích xây dựng hệ thống SCADA [2,3]:

- Thu thập dữ liệu về trạng thái đối tượng điều khiển, trạng thái hoạt động toàn hệ thống thời gian thực;
- Theo dõi trực quan hoạt động của toàn bộ thiết bị trong hệ thống với dữ liệu thời gian thực thông qua màn hình giao diện giám sát HMI, qua giao diện giám sát trên PC, hoặc các màn hình LCD...;
- Điều khiển theo thuật toán đã được lập trình sẵn trong trường hợp ổn định; điều khiển tức thời hệ thống khi có yêu cầu thay đổi tại bất kỳ thời điểm nào;
- Tự động xử lý dữ liệu hệ thống theo các giao thức truyền thông;
- Cấu hình, chuẩn đoán trạm;
- Lưu trữ dữ liệu – báo cáo hệ thống hoàn chỉnh;
- Cảnh báo hệ thống khi có sự cố;
- Giao diện điều khiển giám sát trực quan, sinh động;
- Tiết kiệm chi phí, tối ưu nguồn nhân lực;
- Cải thiện điều kiện làm việc;
- Nâng cao hiệu quả và tuổi thọ thiết bị;
- Tăng năng suất lao động.

3.2. Yêu cầu chức năng

- Điều khiển tự động: sử dụng các thiết bị tự động để tác động lên quá trình công nghệ cần điều khiển theo thuật toán đã được định trước. Đây là quá trình quan trọng quyết định đến mức độ tự động hóa của hệ thống.

- Hiện thị thông số quá trình hoạt động của hệ thống và đối tượng điều khiển – giám sát: chức năng này của hệ thống SCADA tạo điều kiện cho việc theo dõi, giám sát các thông số, trạng thái thiết bị, sự cố một cách trực quan.

- Cấu hình hệ thống: cấu hình phần cứng, cấu hình truyền thông cho các trạm trong mạng.

- Cài đặt tham số: cài đặt, thay đổi các tham số công nghệ như các giá trị đặt, ngưỡng cảnh báo, báo động. Góp phần nâng cao độ ổn định cũng như độ an toàn của hệ thống.

- Tự động bảo vệ: bảo vệ máy móc, thiết bị, toàn hệ thống thoát khỏi các sự cố không mong muốn do các yếu tố chủ quan hoặc khách quan gây ra.

- Cảnh báo, báo động: được thực hiện thông qua một số các thiết bị phần cứng như còi, đèn báo, chuông... hoặc hiện thị thông qua màu sắc hình ảnh động trên giao diện giám sát (phần mềm) nhằm mục đích báo động sớm hoặc thông báo các thông số vượt ngưỡng quá độ trong quá trình điều khiển.

- Lưu trữ, báo cáo: dưới dạng các file thống kê, hình ảnh đồ thị...

- Điều khiển – giám sát từ xa: cho phép thực hiện chức năng điều khiển từ xa qua mạng LAN, WAN...

- Điều khiển dự phòng: thực hiện nhằm mục đích tăng sự ổn định và an toàn của hệ thống, giúp hệ thống hoạt động liên tục ngay cả trong trường hợp có sự cố xảy ra đối với một số thiết bị quan trọng trong hệ thống.

4. Phân tích, xây dựng hệ thống SCADA xử lý nước thải công nghiệp

Bảng 1. Bảng chức năng và thông số xây dựng hệ SCADA [4], [5]

STT	Công đoạn	Nhiệm vụ	Thiết bị trong từng công đoạn	Thông số đo lường, điều khiển, giám sát, cảnh báo
1	Bể thu	Thu gom toàn bộ nước thải nhà máy để xử lý sau khi đã loại bỏ rác thải và bùn qua song chắn	- Cảm biến mức (1) cao, thấp - Cảm biến nhiệt độ - Bơm 1	- Mức nước dưới (LT1_T) - Mức nước trên (LT1_C) - Nhiệt độ (0 – 50°C) - Thời điểm đóng mở bơm 1
2	Bể điều hòa	-Sục khí oxy cho bể -Trung hòa nước thải để đạt giá trị PH tiêu chuẩn	- Cảm biến mức (2) cao, thấp - Cảm biến đo độ pH - Bơm 2 - Máy sục khí 1 - Van NaOH, van HCl - Động cơ khuấy - Cảm biến nhiệt - Cảm biến nồng độ oxy	- Mức nước dưới (LT2_T) - Mức nước trên (LT2_C) - Thời gian mở van NaOH - Thời gian mở van HCl - Thời điểm đóng mở bơm 2 - Thời gian khuấy - Nồng độ DO (1-3 mg/l) - Thời gian sục khí oxy - Nồng độ pH (6.5 – 8.5)
3	Bể lắng 1	Nước thải được để lắng tự nhiên để loại bỏ chất rắn lơ lửng và bùn	- Cảm biến mức (3) cao, thấp - Bơm 3 - Bơm chìm 1	- Thời điểm đóng mở bơm 2 - Thời gian hoạt động của bơm chìm 1 - Mức nước dưới(LT3_T) - Mức nước trên (LT3_C) - Thời gian lắng từ 0.5 – 1.5 giờ
4	BỂ USAB	Xử lý sinh học kỵ khí	- Cảm biến mức (4) cao, thấp - Bơm 4 - Máy sục khí 2 - Động cơ khuấy	- Mức nước dưới(LT4_T) - Mức nước trên (LT4_C) - Thời gian khuấy - Thời gian sục khí oxy - Thời điểm đóng mở bơm 4
5	Bể Aerotank	Xử lý sinh học hiếu khí	- Cảm biến mức (5) cao, thấp - Bơm 5 - Máy sục khí 3 - Cảm biến nồng độ pH, oxy	- Mức nước dưới(LT5_T) - Mức nước trên (LT5_C) - Thời gian sục khí - Nồng độ pH (6.5 -8.5) - Nồng độ DO (1 – 3mg/l) - Thời điểm đóng mở bơm 5
6	Bể lắng 2	Nước thải được để lắng tự nhiên để loại bỏ chất rắn lơ lửng và bùn	- Cảm biến mức (6) cao, thấp - Bơm 6 - Bơm chìm 2	- Thời điểm đóng mở bơm 6 - Thời gian hoạt động của bơm chìm 2 - Mức nước dưới(LT6_T) - Mức nước trên (LT6_C)
7	Bể khử trùng	Dùng Clorua vôi (CaOCl ₂) để khử trùng vi khuẩn gây hại. Máy thổi sục khí giúp quá trình khử trùng đạt hiệu suất cao	- Cảm biến mức (7) cao, thấp - Bơm 7 - Máy sục khí 4 - Cảm biến nồng độ pH, oxy	- Mức nước dưới(LT7_T) - Mức nước trên (LT7_C) - Thời gian sục khí - Nồng độ pH (6.5 – 8.5) - Nồng độ DO (1-3 mg/l) - Thời điểm đóng mở bơm 7

Cấu trúc phần cứng hệ SCADA điều khiển

– giám sát hệ thống xử lý nước thải công nghiệp (nhà máy bia) [3]:

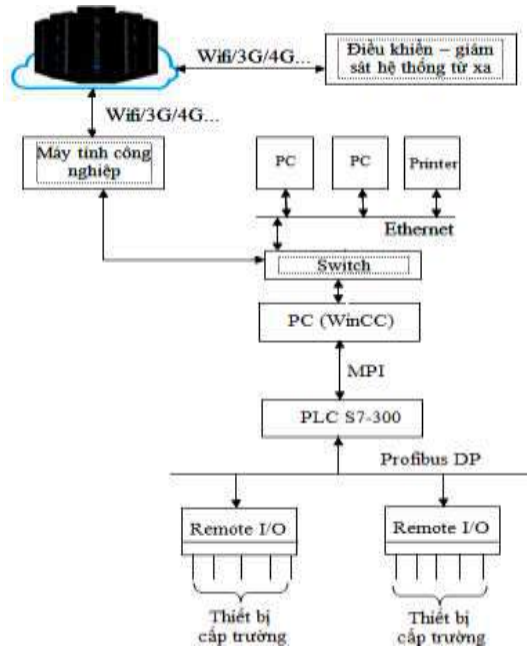
Trong hình 3, vai trò của các thiết bị được thể hiện như sau:

Máy tính công nghiệp: sử dụng PC công nghiệp có độ bền và độ tin cậy cao, có cài đặt các gói phần mềm điều khiển – giám sát – thu thập dữ liệu hệ thống.

Trạm PC

- Tại cấp quản lý, điều hành có thể là một hay một nhóm các máy tính liên kết với nhau thông qua mạng LAN thực hiện nhiều nhiệm vụ khác nhau.

- Tại cấp giám sát, điều khiển sẽ thực hiện nhiệm vụ: hỗ trợ lập trình, cấu hình hệ thống và tham số hóa các trạm; hiển thị, thông báo bằng đồ họa, xử lý thông tin đo lường, các tham số công thức, bảng ghi báo cáo...



Hình 3. Mô hình phân cấp chức năng và mạng truyền thông trong hệ thống xử lý nước thải công nghiệp nhà máy

Trạm điều khiển: PLC S7-300 (CPU 313C-2DP): thực hiện chức năng điều khiển, lưu trữ và xử lý thông tin. PLC S7-300 sử dụng có 2 cổng truyền thông, 01 MPI, 01 Profibus DP phục vụ ghép nối vào mạng Profibus.

Remote I/O: sử dụng nhằm mở rộng các cổng vào ra trên PLC. Remote I/O có bộ xử lý có khả năng xử lý giao thức truyền thông trước khi đưa thông tin lên bộ điều khiển trung tâm. Remote I/O ghép nối với PLC S7-300 thông qua mạng Profibus DP.

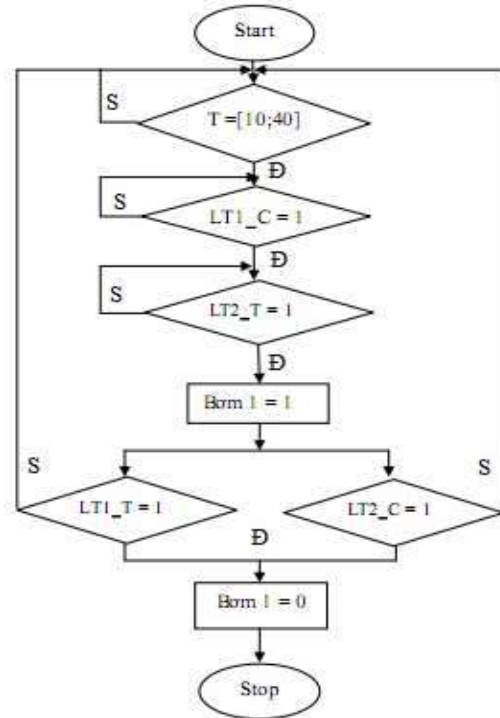
Các thiết bị trường: cảm biến, cơ cấu chấp hành, thiết bị đưa tín hiệu đầu vào PLC ghép nối trực tiếp với bộ vào ra Remote I/O (IM 153-1).

Điều khiển hệ thống

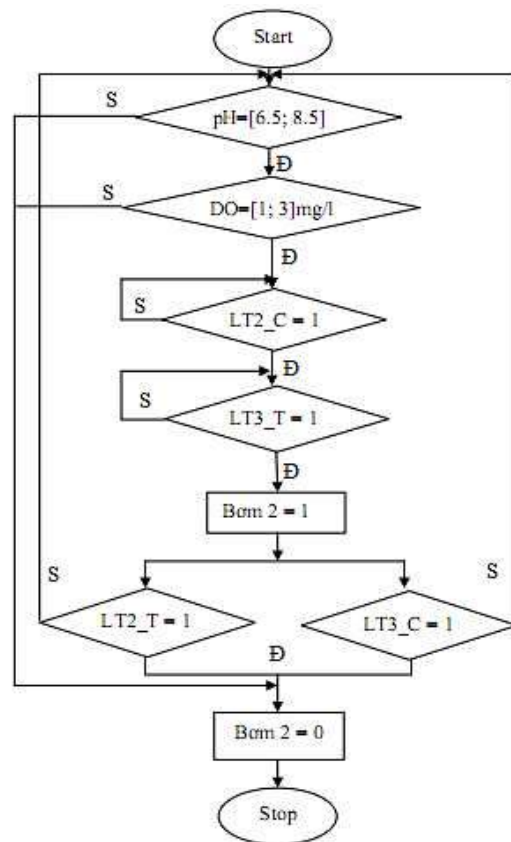
Các thông số cần thực hiện các chức năng đo lường, điều khiển, giám sát, cảnh báo, hiển thị, lưu trữ... trong từng khâu đã được liệt kê như trong bảng 1.

Lập trình điều khiển hệ thống tiến hành theo các thuật toán được thể hiện như trong các hình từ hình 4 đến hình 11.

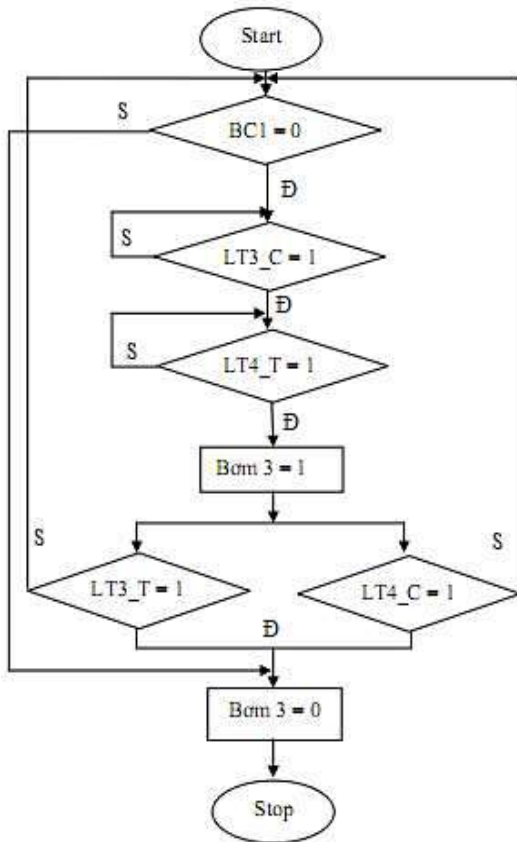
Thuật toán điều khiển



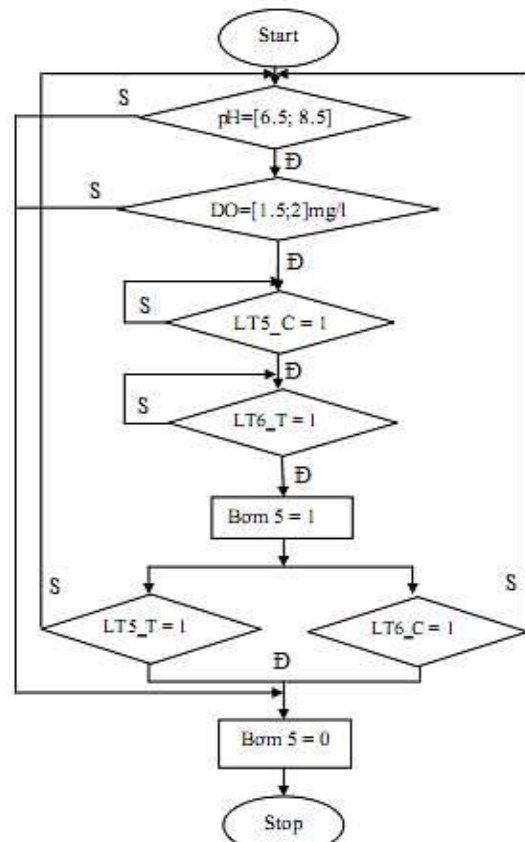
Hình 4. Thuật toán điều khiển bơm 1



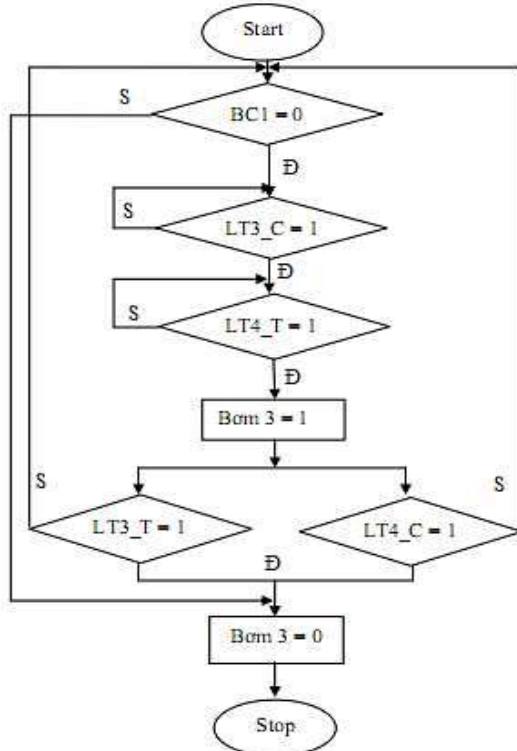
Hình 5. Thuật toán điều khiển bơm 2



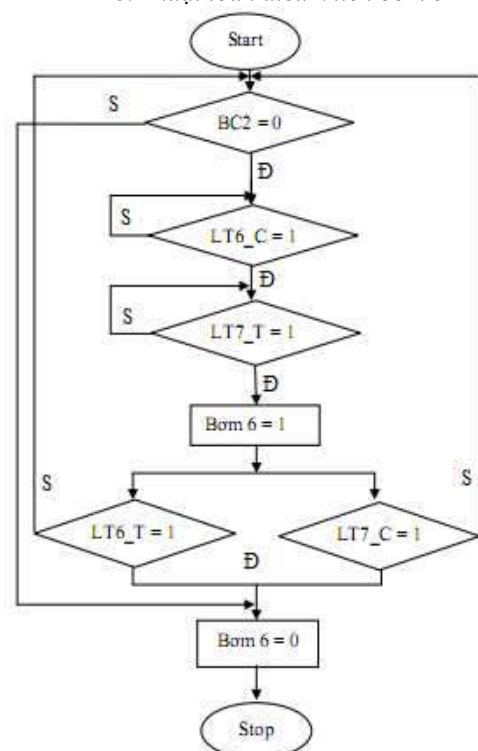
Hình 6. Thuật toán điều khiển bơm 3



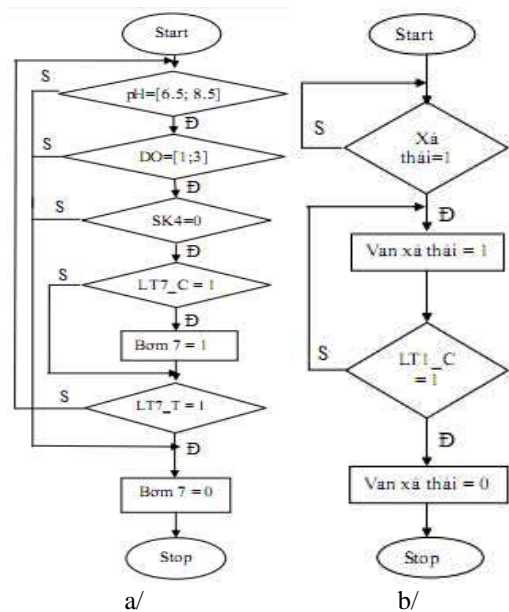
Hình 8. Thuật toán điều khiển bơm 5



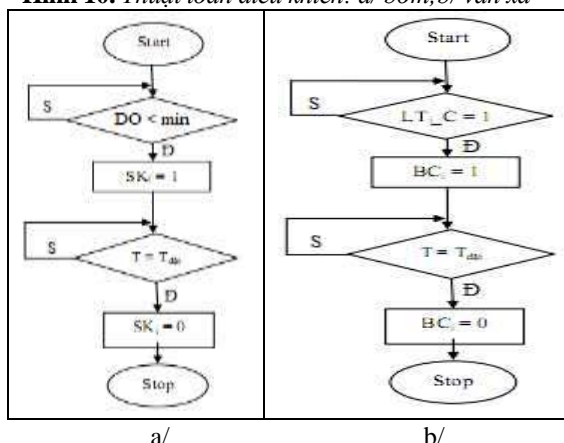
Hình 7. Thuật toán điều khiển bơm 4



Hình 9. Thuật toán điều khiển bơm 6



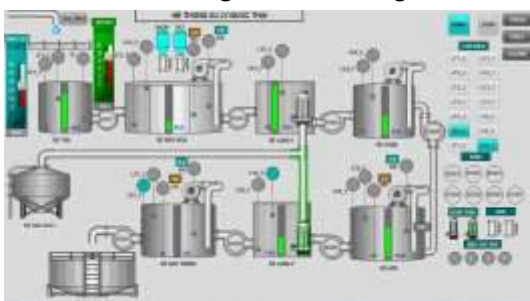
Hình 10. Thuật toán điều khiển: a/ bom; b/ van xả



Hình 11. Thuật toán điều khiển: a/ máy sục khí; b/ bơm chìm

Giám sát – Thu thập dữ liệu

Hình ảnh quá trình (Process screen) chính thực hiện chức năng điều khiển – giám sát:



Hình 12. Main Process Screen

Theo màn hình giám sát chính (như trong hình 12) người vận hành có thể quan sát được

tổng thể hoạt động của hệ thống xử lý nước thải theo trình tự diễn biến quá trình. Thông tin về trạng thái hoạt động của các thiết bị trong hệ thống cũng được biểu thị thông qua sự thay đổi màu sắc của đối tượng trên màn hình giao diện giám sát. Các thông số đo lường, điều khiển, giám sát thực tế tại từng bể được biểu thị thông qua trường vào/ ra. Đồng thời các giá trị đặt cũng có thể được thay đổi thông qua các công cụ online của WinCC.

Ngoài màn hình giao diện chính, các màn hình giao diện hỗ trợ được xây dựng nhằm hiển thị trạng thái hoạt động cụ thể của các thông số thông qua các hình thức biểu thị khác nhau: dạng bảng - table, dạng đồ thị - trend. Việc chuyển đổi giữa các hình ảnh giao diện quá trình được thực hiện thông qua các nút điều khiển sau khi đã được lập trình C và VB.

TIME	T_ah	T_ah	PH	DO	DO	PH	DO	PH	DO
07	12/12/2019 9:24:23	12/12/2019 9:24:23	12/12/2019 9:24:23	12/12/2019 9:24:23	12/12/2019 9:24:23	12/12/2019 9:24:23	12/12/2019 9:24:23	12/12/2019 9:24:23	12/12/2019 9:24:23
08	12/12/2019 9:24:23	12/12/2019 9:24:23	12/12/2019 9:24:23	12/12/2019 9:24:23	12/12/2019 9:24:23	12/12/2019 9:24:23	12/12/2019 9:24:23	12/12/2019 9:24:23	12/12/2019 9:24:23
09	12/12/2019 9:24:23	12/12/2019 9:24:23	12/12/2019 9:24:23	12/12/2019 9:24:23	12/12/2019 9:24:23	12/12/2019 9:24:23	12/12/2019 9:24:23	12/12/2019 9:24:23	12/12/2019 9:24:23
10	12/12/2019 9:24:23	12/12/2019 9:24:23	12/12/2019 9:24:23	12/12/2019 9:24:23	12/12/2019 9:24:23	12/12/2019 9:24:23	12/12/2019 9:24:23	12/12/2019 9:24:23	12/12/2019 9:24:23
11	12/12/2019 9:24:23	12/12/2019 9:24:23	12/12/2019 9:24:23	12/12/2019 9:24:23	12/12/2019 9:24:23	12/12/2019 9:24:23	12/12/2019 9:24:23	12/12/2019 9:24:23	12/12/2019 9:24:23
12	12/12/2019 9:24:23	12/12/2019 9:24:23	12/12/2019 9:24:23	12/12/2019 9:24:23	12/12/2019 9:24:23	12/12/2019 9:24:23	12/12/2019 9:24:23	12/12/2019 9:24:23	12/12/2019 9:24:23
13	12/12/2019 9:24:23	12/12/2019 9:24:23	12/12/2019 9:24:23	12/12/2019 9:24:23	12/12/2019 9:24:23	12/12/2019 9:24:23	12/12/2019 9:24:23	12/12/2019 9:24:23	12/12/2019 9:24:23
14	12/12/2019 9:24:23	12/12/2019 9:24:23	12/12/2019 9:24:23	12/12/2019 9:24:23	12/12/2019 9:24:23	12/12/2019 9:24:23	12/12/2019 9:24:23	12/12/2019 9:24:23	12/12/2019 9:24:23
15	12/12/2019 9:24:23	12/12/2019 9:24:23	12/12/2019 9:24:23	12/12/2019 9:24:23	12/12/2019 9:24:23	12/12/2019 9:24:23	12/12/2019 9:24:23	12/12/2019 9:24:23	12/12/2019 9:24:23
16	12/12/2019 9:24:23	12/12/2019 9:24:23	12/12/2019 9:24:23	12/12/2019 9:24:23	12/12/2019 9:24:23	12/12/2019 9:24:23	12/12/2019 9:24:23	12/12/2019 9:24:23	12/12/2019 9:24:23
17	12/12/2019 9:24:23	12/12/2019 9:24:23	12/12/2019 9:24:23	12/12/2019 9:24:23	12/12/2019 9:24:23	12/12/2019 9:24:23	12/12/2019 9:24:23	12/12/2019 9:24:23	12/12/2019 9:24:23
18	12/12/2019 9:24:23	12/12/2019 9:24:23	12/12/2019 9:24:23	12/12/2019 9:24:23	12/12/2019 9:24:23	12/12/2019 9:24:23	12/12/2019 9:24:23	12/12/2019 9:24:23	12/12/2019 9:24:23
19	12/12/2019 9:24:23	12/12/2019 9:24:23	12/12/2019 9:24:23	12/12/2019 9:24:23	12/12/2019 9:24:23	12/12/2019 9:24:23	12/12/2019 9:24:23	12/12/2019 9:24:23	12/12/2019 9:24:23
20	12/12/2019 9:24:23	12/12/2019 9:24:23	12/12/2019 9:24:23	12/12/2019 9:24:23	12/12/2019 9:24:23	12/12/2019 9:24:23	12/12/2019 9:24:23	12/12/2019 9:24:23	12/12/2019 9:24:23

Hình 13. Table Online Control

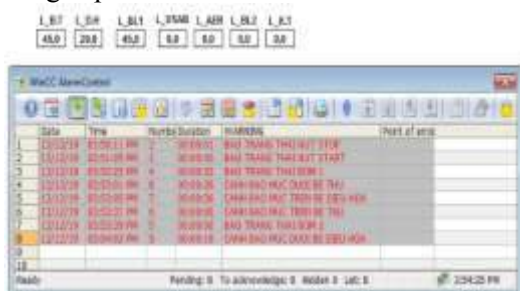
Dưới dạng bảng biểu (hình 13), các giá trị của thông số mong muốn hiển thị (ví dụ như mức nước trong từng bể) sẽ được lấy mẫu với thời gian lấy mẫu được cài đặt trước. Các giá trị này sẽ được cập nhật một cách liên tục theo tính năng thời gian thực.



Hình 14. Trend Online Control

Hình 14 biểu thị sự thay đổi của một số thông số giám sát (mức nước trong bể, mức hóa chất trong bình...) theo gian dưới dạng đồ thị. Đây là dạng biểu thị trực quan, sinh động nhất của

một hàm biến thiên theo thời gian mà WinCC cung cấp.



Hình 15. Alarm, Warning

Nhằm đảm bảo hệ thống hoạt động một cách ổn định, an toàn, hiệu quả, chức năng báo động trạng thái hoạt động thiết bị, cảnh báo ngưỡng làm việc của các thông số đo lường cần được xây dựng (như trong hình 15).

5. Kết luận

Đối với quy trình xử lý nước thải công nghiệp vừa khảo sát nói riêng và các quy trình sản xuất khác nói chung, khi xây dựng hệ thống SCADA cần chú ý:

1. Vấn đề phân tích, thiết kế hệ thống: trước hết cần phải làm rõ được vai trò, vị trí của từng công đoạn, sự liên hệ giữa các công đoạn với nhau, các yếu tố ảnh hưởng, các thông số cần đo lường, điều khiển, giám sát, cảnh báo, báo cáo, hiển thị, thiết bị trong hệ thống.
2. Vấn đề truyền thông: lựa chọn giao thức mạng truyền thông công nghiệp phù hợp.
3. Vấn đề điều khiển: xử lý các tín hiệu thông tin (số, tương tự), thực hiện các chức năng điều khiển số, điều khiển tương tự, lựa chọn luật điều khiển thích hợp trong trường hợp cần thiết (điều khiển cổ điển, điều khiển hiện đại, điều khiển thông minh...).
4. Vấn đề giám sát – thu thập dữ liệu: lựa chọn phần mềm hệ thống SCADA phù hợp thực hiện được mọi chức năng theo yêu cầu về thu thập thông tin, lưu trữ, hiển thị, cảnh báo... hệ thống theo tính năng thời gian thực, có tích hợp và hỗ trợ tối ưu phần cứng. Giao diện thiết kế trực quan, lôgic, dễ thao tác.

5. Vấn đề dự phòng: lựa chọn phương án dự phòng vừa ít tốn kém vừa hiệu quả. Có thể thực hiện dự phòng cho thiết bị đặc biệt quan trọng đáp ứng yêu cầu công nghệ và phù hợp với điều kiện kinh tế.

Việc áp dụng hệ thống SCADA trong dây chuyền xử lý nước thải cho thấy được những hiệu quả rõ ràng như: giảm hao phí mất mát chất phản ứng, tiết kiệm lượng nguyên vật liệu, tiết kiệm năng lượng điện và nước; giảm số lượng công nhân phục vụ quá trình sản xuất; tăng khả năng tránh sự cố cũng như giảm hậu quả sự cố gây ra; giảm bớt thời gian nghỉ để sửa chữa, bảo dưỡng thiết bị; giảm các chi phí sửa chữa thường xuyên của hệ thống. Và vấn đề áp dụng tự động hóa hay không tại nước ta hiện nay phần lớn vẫn do hiệu quả về mặt kinh tế quyết định [5].

TÀI LIỆU THAM KHẢO/ REFERENCES

- [1]. T. H. Tran, and Q. H. Pham, *Automating with WinCC*. Hong Duc Publishing House, 2011.
- [2]. V. N. Tran, and T. N. Ngo, *Technology curriculum for wastewater treatment*. Science and Technology Publishing House, 2002.
- [3]. D. C. Maria, and P. G. Nicolae, "Measurements in SCADA system used at a wastewater treatment plant," *Annals of the Faculty of Engineering Hunedoara*, vol. 12, no. 4, pp. 207-215, 2014.
- [4]. J. K. Holmes, G. Rusell and J. K. Allen, *Supervisory Control and Data Acquisition System (SCADA) and related systems for automated process control in the food industry*. Woodhead Publishing Limited, 2013.
- [5]. T. G. Pham, *Automation of water supply and drainage facilities*. Construction Publishing House, 2003.
- [6]. B. Humoreanu and I. Nascu, "Wastewater treatment plant SCADA application," *IEEE International Conference on Automation Quality and Testing Robotics.*, Cluj-Napoca, Romania, 24-27 May 2012, pp. 575-580.