

**GIẢI PHÁP THIẾT KẾ PHẦN MỀM TỰ ĐỘNG HOÁ XỬ LÝ NƯỚC THẢI ỨNG DỤNG CHO CÁC NHÀ MÁY SẢN XUẤT RƯỢU BIA VỪA VÀ NHỎ**  
**SOFTWARE DESIGN SOLUTIONS FOR AUTOMATIC SEWAGE TREATMENT PROCESS FOR SMALL- AND- MEDIUM-SIZED BEVERAGE FACTORIES**

**TS. HOÀNG XUÂN BÌNH**  
**KS. TRẦN TIẾN LƯƠNG**  
*Khoa Điện - ĐTTB, Trường ĐHHH*

**Tóm tắt**

*Bài báo giới thiệu các giải pháp thiết kế phần mềm điều khiển các khâu trong dây chuyền tự động hoá xử lý nước thải ứng dụng cho các nhà máy sản xuất rượu bia vừa và nhỏ.*

**Abstract**

*The article presents the software design solutions to control each step in the automatic sewage treatment process applied for small and medium-sized beverage factories.*

**1. Đặt vấn đề**

Công nghệ thiết kế tự động hoá cho các trạm, các nhà máy xử lý nước thải phục vụ cho các dự án sản xuất nhỏ, các khu công nghiệp có nhiều dạng và các cấp độ đầu tư kinh tế kỹ thuật rất khác nhau [1, 3, 4]. Một số kết quả nghiên cứu về tự động hoá xử lý nước thải cho các nhà máy sản xuất rượu bia cỡ nhỏ và trung bình của học viên cao học của ngành Tự động điện - Đại học Hàng hải Việt Nam đã được đề cập trong tài liệu [1]. Để có được cách nhìn cụ thể hơn, sâu sắc hơn trong quá trình thiết kế tự động hoá thì các giải pháp thiết kế phần mềm điều khiển cần đề cập là hết sức cần thiết.

**2. Các yêu cầu cơ bản cho phần mềm của một hệ thống xử lý nước thải nhà máy sản xuất rượu bia vừa và nhỏ**

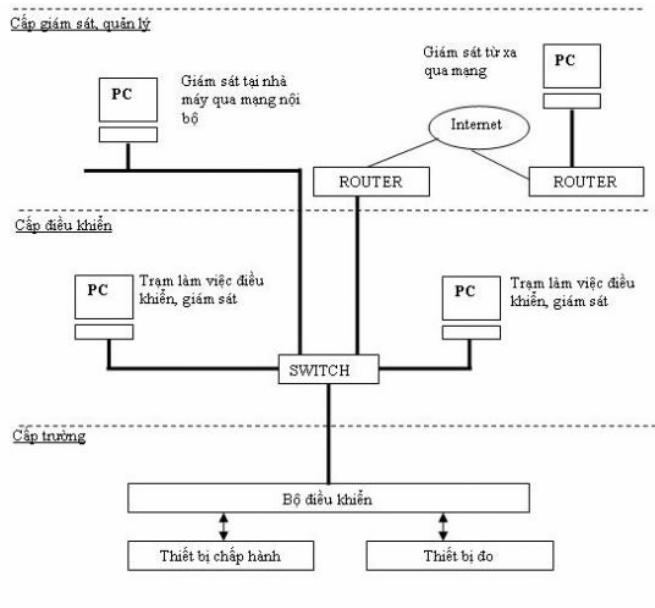
Chiến lược thiết kế phần cứng (Phần mạch điện và các thiết bị phục vụ điều khiển và giám sát) khi đã hoàn thiện về khả năng thực hiện công nghệ. Sách lược phần mềm điều khiển thiết kế cần phải thỏa mãn được các yếu tố sau:

- Hệ thống hoạt động tin cậy, ổn định, đảm bảo được các tham số cần điều khiển theo các chỉ tiêu cho trước.
- Cho phép thay đổi các chế độ hoạt động, các tham số của hệ thống ngay khi đang hoạt động.
- Lưu trữ, hiển thị các số liệu quá trình cho người vận hành khi cần thiết.

Tóm lại, phần mềm điều khiển nhằm tạo dựng khả năng điều khiển và giám sát tập trung. Cấu trúc của hệ thống điều khiển giám sát như hình 1, gồm 3 cấp:

- **Cấp trường** bao gồm các thiết bị điều khiển, cảm biến và thiết bị chấp hành. Đây là cấp thực hiện điều khiển trực tiếp các hoạt động thiết bị, các tham số theo quy trình công nghệ đặt ra.

- **Cấp điều khiển**: Là cấp giám sát, điều khiển, điều chỉnh các thông số, tình trạng của các thiết bị và toàn bộ dây chuyền sản xuất theo quy trình đã đặt ra bằng thao tác, theo dõi trên bảng



**Hình 1. cấu trúc chung của hệ thống điều khiển giám sát.**

thông số, màn hình hiển thị và điều khiển qua giao diện phần mềm (HMI - Human Machine Interface) hay bàn điều khiển (Operator Panel).

- *Cấp giám sát, quản lý:* Nhà quản lý sẽ theo dõi các thông số, tình trạng thiết bị và toàn bộ hoạt động của quy trình xử lý qua giao diện máy tính được kết nối trực tiếp với phòng điều khiển hoặc qua kết nối internet. Qua đó có thể nắm được tình hình vận hành, tình trạng vật tư thiết bị, lên kế hoạch sản xuất...

Xây dựng phần mềm cho hệ thống xử lý đặt ra các yêu cầu cụ thể như sau:

- + Xây các phần mềm điều khiển hệ thống và giám sát qua giao diện HMI.
- + Liên kết giữa phần giám sát, điều khiển với thiết bị thực hiện cấp trường.
- + Lưu trữ các thông tin về quá trình xử lý.

Như vậy, cấu trúc phần cứng hợp lý được xây dựng như hình 2, thiết bị khả trình PLC chọn để điều khiển phổ biến là S7-300 của hãng Siemens, kết hợp với phần mềm giám sát WinCC xây dựng trên các máy tính phục vụ vận hành và giám sát.

### 3. Xây dựng giải pháp giám sát bằng phần mềm WinCC

Giải pháp xây dựng hệ thống điều khiển giám sát sử dụng phần mềm WinCC (Windows Control Center - Trung tâm điều khiển trên nền Windows) của hãng Siemens. Thiết kế hệ thống điều khiển giám sát với phần mềm WinCC cho phép tạo lập các chương trình để tạo ra giao diện người - máy HMI, thu thập thông số quá trình, tạo lập báo cáo, cảnh báo, báo động các tham số quá trình. Trong dòng các sản phẩm thiết kế giao diện phục vụ cho vận hành và giám sát, WinCC xây dựng hệ thống SCADA với những chức năng hữu hiệu dành cho việc điều khiển. Hai ưu điểm lớn của WinCC là:

- WinCC có thể liên kết một cách dễ dàng với các phần mềm chuẩn và phần mềm thiết kế giao diện người - máy, đáp ứng nhu cầu thực tế một cách chính xác.
- WinCC thuận tiện cho liên kết các thiết bị của hãng Siemens - cho phép thiết kế hệ thống nhanh chóng với các thủ tục được hỗ trợ sẵn cho người lập trình.

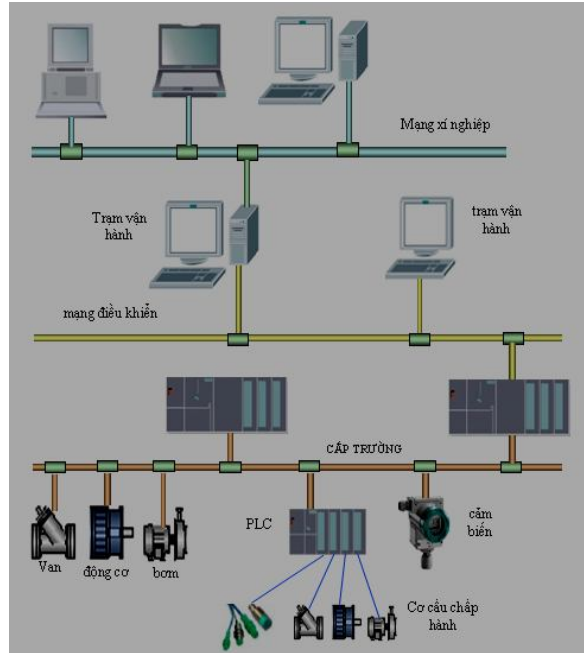
Công việc thiết kế giám sát trên WinCC gồm các bước như sau:

- + Tạo liên kết giữa WinCC với PLC thực hiện quá trình xử lý nước thải.
- + Xây dựng giao diện người máy
- + Thiết lập các quy trình thu thập dữ liệu, báo cáo, cảnh báo với các tín hiệu quá trình.

#### Tạo liên kết với PLC

WinCC giám sát và điều khiển thông qua PLC, cho nên mọi công việc thực hiện đều dựa trên nền của PLC, tạo ra liên kết gồm 2 bước:

- + Khai báo driver thực hiện liên kết, WinCC hỗ trợ sẵn các liên kết với các thiết bị điều khiển như PLC S5, S7, màn hình công nghiệp, mạng MPI, Profibus... do đó các giao thức truyền thông



Hình 2. Cấu trúc mạng PLC hợp lý cho các dây chuyền xử lý nước thải nhà máy sản xuất rượu bia vừa và nhỏ.

Tag	Type	Parameters	Last Change
...	Binary Tag	M0.0	12/20/2009 10:59:00 PM
...	Binary Tag	A0.2	12/20/2009 7:27:30 PM
...	Binary Tag	E0.1	12/20/2009 10:49:00 PM
...	Binary Tag	E0.4	12/20/2009 11:23:00 PM
...	Binary Tag	E0.5	12/20/2009 11:23:00 PM
...	Binary Tag	E0.6	12/20/2009 11:23:00 PM
...	Binary Tag	E0.7	12/20/2009 11:23:00 PM
...	Binary Tag	E0.8	12/20/2009 11:23:00 PM
...	Binary Tag	E0.9	12/20/2009 11:23:00 PM
...	Binary Tag	E1.0	12/20/2009 11:23:00 PM
...	Binary Tag	E1.1	12/20/2009 11:23:00 PM
...	Binary Tag	E1.2	12/20/2009 11:23:00 PM
...	Binary Tag	E1.3	12/20/2009 11:23:00 PM
...	Binary Tag	E1.4	12/20/2009 11:23:00 PM
...	Binary Tag	E1.5	12/20/2009 11:23:00 PM
...	Binary Tag	E1.6	12/20/2009 11:23:00 PM
...	Binary Tag	E1.7	12/20/2009 11:23:00 PM
...	Binary Tag	E1.8	12/20/2009 11:23:00 PM
...	Binary Tag	E1.9	12/20/2009 11:23:00 PM
...	Binary Tag	E2.0	12/20/2009 11:23:00 PM
...	Binary Tag	E2.1	12/20/2009 11:23:00 PM
...	Binary Tag	E2.2	12/20/2009 11:23:00 PM
...	Binary Tag	E2.3	12/20/2009 11:23:00 PM
...	Binary Tag	E2.4	12/20/2009 11:23:00 PM
...	Binary Tag	E2.5	12/20/2009 11:23:00 PM
...	Binary Tag	E2.6	12/20/2009 11:23:00 PM
...	Binary Tag	E2.7	12/20/2009 11:23:00 PM
...	Binary Tag	E2.8	12/20/2009 11:23:00 PM
...	Binary Tag	E2.9	12/20/2009 11:23:00 PM
...	Binary Tag	E3.0	12/20/2009 11:23:00 PM
...	Binary Tag	E3.1	12/20/2009 11:23:00 PM
...	Binary Tag	E3.2	12/20/2009 11:23:00 PM
...	Binary Tag	E3.3	12/20/2009 11:23:00 PM
...	Binary Tag	E3.4	12/20/2009 11:23:00 PM
...	Binary Tag	E3.5	12/20/2009 11:23:00 PM
...	Binary Tag	E3.6	12/20/2009 11:23:00 PM
...	Binary Tag	E3.7	12/20/2009 11:23:00 PM
...	Binary Tag	E3.8	12/20/2009 11:23:00 PM
...	Binary Tag	E3.9	12/20/2009 11:23:00 PM
...	Binary Tag	E4.0	12/20/2009 11:23:00 PM
...	Binary Tag	E4.1	12/20/2009 11:23:00 PM
...	Binary Tag	E4.2	12/20/2009 11:23:00 PM
...	Binary Tag	E4.3	12/20/2009 11:23:00 PM
...	Binary Tag	E4.4	12/20/2009 11:23:00 PM
...	Binary Tag	E4.5	12/20/2009 11:23:00 PM
...	Binary Tag	E4.6	12/20/2009 11:23:00 PM
...	Binary Tag	E4.7	12/20/2009 11:23:00 PM
...	Binary Tag	E4.8	12/20/2009 11:23:00 PM
...	Binary Tag	E4.9	12/20/2009 11:23:00 PM
...	Binary Tag	E5.0	12/20/2009 11:23:00 PM
...	Binary Tag	E5.1	12/20/2009 11:23:00 PM
...	Binary Tag	E5.2	12/20/2009 11:23:00 PM
...	Binary Tag	E5.3	12/20/2009 11:23:00 PM
...	Binary Tag	E5.4	12/20/2009 11:23:00 PM
...	Binary Tag	E5.5	12/20/2009 11:23:00 PM
...	Binary Tag	E5.6	12/20/2009 11:23:00 PM
...	Binary Tag	E5.7	12/20/2009 11:23:00 PM
...	Binary Tag	E5.8	12/20/2009 11:23:00 PM
...	Binary Tag	E5.9	12/20/2009 11:23:00 PM
...	Binary Tag	E6.0	12/20/2009 11:23:00 PM
...	Binary Tag	E6.1	12/20/2009 11:23:00 PM
...	Binary Tag	E6.2	12/20/2009 11:23:00 PM
...	Binary Tag	E6.3	12/20/2009 11:23:00 PM
...	Binary Tag	E6.4	12/20/2009 11:23:00 PM
...	Binary Tag	E6.5	12/20/2009 11:23:00 PM
...	Binary Tag	E6.6	12/20/2009 11:23:00 PM
...	Binary Tag	E6.7	12/20/2009 11:23:00 PM
...	Binary Tag	E6.8	12/20/2009 11:23:00 PM
...	Binary Tag	E6.9	12/20/2009 11:23:00 PM
...	Binary Tag	E7.0	12/20/2009 11:23:00 PM
...	Binary Tag	E7.1	12/20/2009 11:23:00 PM
...	Binary Tag	E7.2	12/20/2009 11:23:00 PM
...	Binary Tag	E7.3	12/20/2009 11:23:00 PM
...	Binary Tag	E7.4	12/20/2009 11:23:00 PM
...	Binary Tag	E7.5	12/20/2009 11:23:00 PM
...	Binary Tag	E7.6	12/20/2009 11:23:00 PM
...	Binary Tag	E7.7	12/20/2009 11:23:00 PM
...	Binary Tag	E7.8	12/20/2009 11:23:00 PM
...	Binary Tag	E7.9	12/20/2009 11:23:00 PM
...	Binary Tag	E8.0	12/20/2009 11:23:00 PM
...	Binary Tag	E8.1	12/20/2009 11:23:00 PM
...	Binary Tag	E8.2	12/20/2009 11:23:00 PM
...	Binary Tag	E8.3	12/20/2009 11:23:00 PM
...	Binary Tag	E8.4	12/20/2009 11:23:00 PM
...	Binary Tag	E8.5	12/20/2009 11:23:00 PM
...	Binary Tag	E8.6	12/20/2009 11:23:00 PM
...	Binary Tag	E8.7	12/20/2009 11:23:00 PM
...	Binary Tag	E8.8	12/20/2009 11:23:00 PM
...	Binary Tag	E8.9	12/20/2009 11:23:00 PM
...	Binary Tag	E9.0	12/20/2009 11:23:00 PM
...	Binary Tag	E9.1	12/20/2009 11:23:00 PM
...	Binary Tag	E9.2	12/20/2009 11:23:00 PM
...	Binary Tag	E9.3	12/20/2009 11:23:00 PM
...	Binary Tag	E9.4	12/20/2009 11:23:00 PM
...	Binary Tag	E9.5	12/20/2009 11:23:00 PM
...	Binary Tag	E9.6	12/20/2009 11:23:00 PM
...	Binary Tag	E9.7	12/20/2009 11:23:00 PM
...	Binary Tag	E9.8	12/20/2009 11:23:00 PM
...	Binary Tag	E9.9	12/20/2009 11:23:00 PM

Hình 3. Liên kết Tag giữa WinCC và PLC.

để thu nhận dữ liệu sẽ được chương trình tự động xử lý. Ở đây sử dụng truyền thông qua mạng MPI với PLC S7 của Siemens đặc biệt thuận lợi.

+ Khai báo Tag liên kết: việc khai báo là định ra địa chỉ và kiểu dữ liệu mà WinCC cần trao đổi với PLC. Đồng thời thông qua các Tag này, WinCC sẽ giám sát, điều khiển hay thu thập các số liệu cần thiết về các thông tin quá trình từ PLC. Các Tag liên kết cho việc điều khiển hệ thống xử lý nước thải xây dựng tiêu biểu như: độ pH, DO, nhiệt độ, mức...

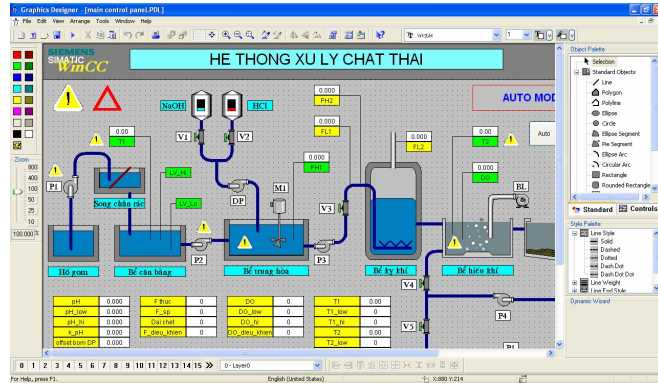
**Thiết kế giao diện giám sát với Graphics Designer**

Giao diện giám sát cho hệ thống xử lý nước thải được xây dựng với màn hình đồ họa, hiển thị các tham số của quá trình công nghệ trực tiếp trên các quy trình hoạt động của hệ thống như hình 4.

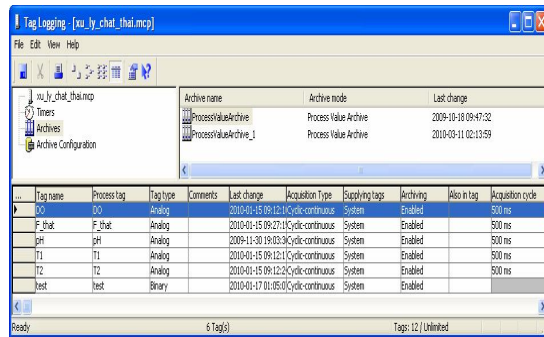
Với việc sử dụng các tag đã tạo được liên kết, tương ứng với các hiển thị số, đồ thị hay hiệu ứng hoạt chuyển động của hình ảnh các tham số của quá trình được thể hiện trực quan bằng cả số liệu và đồ họa.

**Thu thập dữ liệu, biểu diễn giá trị quá trình (Tag logging) và thu thập dữ liệu cảnh báo (Alarm logging)**

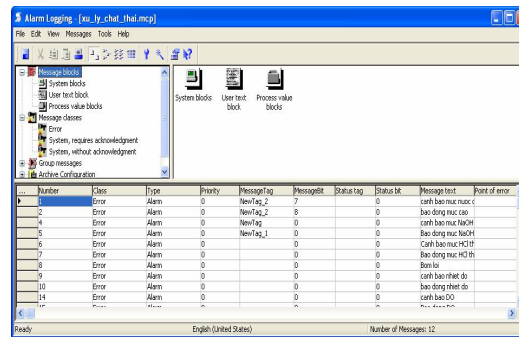
Việc tạo ra các báo cáo thu thập, lưu trữ các tham số của quá trình và thu thập các dữ liệu cảnh báo được khởi tạo trong Tag Logging và Alarm logging của WinCC. Các bản lưu trữ được tạo ra.



Hình 4. Thiết kế giao diện HMI.



Tag Logging



Alarm logging

Hình 5. Tạo các thu thập dữ liệu quá trình và dữ liệu cảnh báo.

Với Archive Winzad cho phép người lập trình chọn các Tag cần thiết với thời gian và số lượng giá trị lưu trữ cho mỗi Tag, như hình 5.

Công việc thiết kế các cảnh báo, báo động được khai báo với công cụ Alarm logging. Công cụ này cung cấp phương pháp đơn giản và tự động tạo một hệ thống cảnh báo như mong muốn. Với các khai báo về lệnh hiển thị, Tag hiển thị, màu sắc, số lượng cảnh báo/báo động sẽ được lưu trữ lại dưới sự hỗ trợ của System Winzad

**4. Giải pháp viết chương trình điều khiển hệ thống xử lý nước thải cho thiết bị khả trình PLC**

Trong hệ thống điều khiển tự động hóa, PLC được xem là thiết bị trái tim của hệ thống. Với chương trình được lưu bên trong CPU của PLC, dựa trên tín hiệu đầu vào và nền tảng điều khiển logic để đưa ra quyết định hoạt động và xuất tín hiệu đến các đầu ra của PLC.

Thực chất, toàn bộ công việc điều khiển cho hệ thống xử lý nước thải đều được thực hiện ở PLC. Thông qua việc giao tiếp với bàn phím, màn hình hay máy tính, PLC nhận các yêu cầu thực hiện của người vận hành và tiến hành thực thi với các thiết bị hiện trường để đáp ứng yêu cầu này.

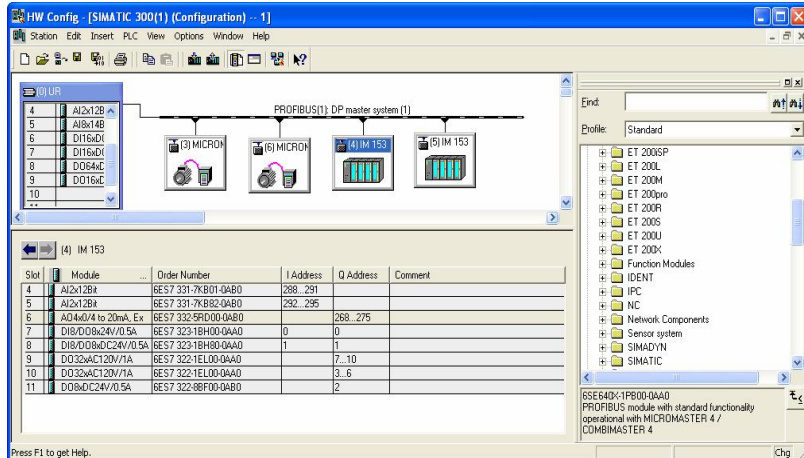
Như ta đã biết, trong một hệ thống tự động xử lý nước thải vừa và nhỏ thì số lượng thiết bị là không quá lớn và có thể được điều khiển trọn vẹn trong một trạm PLC. Vấn đề đặt ra ở đây là việc thu thập các tín hiệu vào, xử lý và xuất ra điều khiển các thiết bị của hệ thống bao gồm:

+ Thu thập tín hiệu từ cảm biến để truyền tới PLC và truyền tín hiệu từ PLC tới các thiết bị trường.

+ Điều khiển các tham số của hệ thống như lưu lượng bơm NaOH, HCL, nồng độ pH, DO... trong phạm vi yêu cầu của hệ thống.

+ Xuất tín hiệu điều khiển tốc độ vô cấp của các đối tượng là bơm, thiết bị khuấy trộn...

Việc truyền, nhận các tín hiệu của các cảm biến, thiết bị trường có thể được nối trực tiếp vào PLC qua các module mở rộng. Tuy nhiên, điều này gây khó khăn khi số lượng các tín hiệu cần truyền đi xa nhiều. Điều đó sẽ dẫn đến số lượng cáp điện lớn và khó khăn trong quá trình xác định lỗi của hệ thống. Một giải pháp đã được thực hiện với nhiều lợi thế là thực hiện truyền thông với tất cả các thiết bị này qua mạng profibus. Công nghệ này đòi hỏi các cảm biến và thiết bị trường cũng phải có khả năng kết nối với mạng. Mặc dù đây là giải pháp tốt về mặt kỹ thuật nhưng lại không khả quan về kinh tế. Giải pháp có lợi nhất là lựa chọn các trạm vào/ra phân tán ET200M kết nối thông qua mạng profibus để thực hiện thu thập các tín hiệu xa trung tâm điều khiển và truyền tín hiệu về trạm PLC qua mạng trường. Cấu trúc mạng, khai báo các trạm ET200M được thực hiện cho trạm xử lý nước thải có thể thực hiện được như trên hình 6.

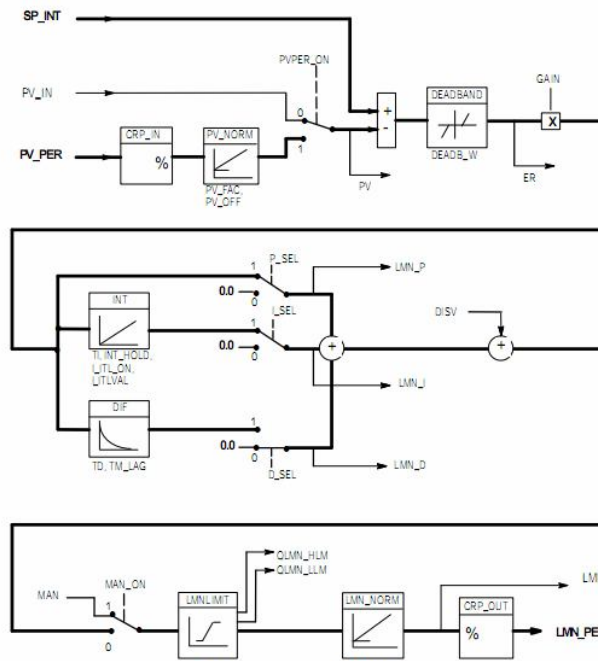


Hình 6. Khai báo cấu hình cứng cho trạm PLC của hệ thống xử lý nước thải.

Một giải pháp đã được thực hiện với nhiều lợi thế là thực hiện truyền thông với tất cả các thiết bị này qua mạng profibus. Công nghệ này đòi hỏi các cảm biến và thiết bị trường cũng phải có khả năng kết nối với mạng. Mặc dù đây là giải pháp tốt về mặt kỹ thuật nhưng lại không khả quan về kinh tế. Giải pháp có lợi nhất là lựa chọn các trạm vào/ra phân tán ET200M kết nối thông qua mạng profibus để thực hiện thu thập các tín hiệu xa trung tâm điều khiển và truyền tín hiệu về trạm PLC qua mạng trường. Cấu trúc mạng, khai báo các trạm ET200M được thực hiện cho trạm xử lý nước thải có thể thực hiện được như trên hình 6.

Vấn đề tiếp theo cần giải quyết là liên kết các tín hiệu từ các trạm vào/ra phân tán. Về cơ bản, các tín hiệu này sau khi khai báo sẽ được coi là một địa chỉ trong miền nhớ của PLC. Như vậy, để đọc/ghi các tín hiệu tới các đầu vào/ra từ các trạm phân tán trên phần mềm PLC sẽ được thực hiện bằng cách đọc/ghi tới các địa chỉ đầu vào/ra tương ứng.

Một trong những nhiệm vụ khó khăn nhất đối với hệ thống xử lý nước thải là duy trì được các lưu lượng của các dòng thải, lưu lượng của các chất xử lý khác như NaOH, HCl, nồng độ DO... theo giá trị mong muốn. Với các bộ điều khiển ON/OFF thì chất lượng điều khiển là không cao, luôn tồn tại sai lệch theo chu kỳ và gây dao động với các



Hình 7. Cấu trúc bộ PID của PLC.

biến cần điều chỉnh. Giải pháp cho vấn đề này khi sử dụng PLC S7-300 là sử dụng khối PID tương tự FB41 có sẵn trong CPU của PLC.

Cùng với sự điều khiển giám sát của WinCC, các tham số của các bộ PID sử dụng sẽ được đặt một cách độc lập với nhau và cho phép thay đổi trực tuyến. Việc thay đổi các tham số trực tuyến có ý nghĩa rất to lớn đối với các hệ thống xử lý nước thải có thành phần, nồng độ chất thải không giống nhau, cũng như hoạt động của các vi sinh vật trong quá trình làm sạch nước phụ thuộc nhiều vào độ pH, nhiệt độ, nồng độ i-on có trong nước. Như vậy, người vận hành có thể can thiệp kịp thời để đảm bảo được chất lượng xử lý cho phù hợp với tình trạng của nước thải.

### 5. Kết luận

Việc ứng dụng các giải pháp phần mềm cho hệ thống điều khiển tự động trong dây chuyền xử lý nước thải cho nhà máy rượu bia vừa và nhỏ cho phép tạo ra giao diện vận hành tiện ích và thân thiện. Đảm bảo việc liên kết trong quá trình truyền dẫn thông tin, lưu giữ các tham số quá trình và điều khiển hiệu quả các công đoạn thực thi quá trình công nghệ. Vận dụng sự liên kết phần mềm WinCC, phần mềm lập trình PLC tạo ra khả năng rút ngắn thời gian cho quá trình thiết kế phần mềm điều khiển.

### TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] Học viên cao học: KS. Đặng Thị Chinh “ Một số kết quả nghiên cứu giải pháp tự động hoá xử lý nước thải cho các nhà máy sản xuất rượu bia vừa và nhỏ” - Tạp chí hoạt động khoa học - số 1.2010.
- [2] PGS, TS Hoàng Văn Nhuệ; (2004), “Công nghệ môi trường, tập1-xử lý nước”, NXB Xây dựng.
- [3] Website: [www.minhviet.com.vn](http://www.minhviet.com.vn).
- [4] Website: [www.Siemens.com](http://www.Siemens.com).

---

**Người phản biện: TS. Trần Xuân Việt**

-----