

NGHIÊN CỨU KHỐI HÀM ĐIỀU KHIỂN TUẦN TỰ SFC TRONG BỘ ĐIỀU KHIỂN S7-400 ÁP DỤNG CHO MÔ HÌNH ĐIỀU KHIỂN GIÁM SÁT CÔNG ĐOẠN XỬ LÝ NƯỚC NẤU BIA

RESEARCH ON SFC SEQUENTIAL CONTROL FUNCTION BLOCK IN S7-400 CONTROLLER
APPLICATION FOR SUPERVISORY CONTROL MODEL OF COOKING BEER WATER TREATMENT

Phạm Văn Cường¹, Phạm Tiến Cường¹, Đinh Hoàng Đăng¹,
Nguyễn Mạnh Hùng¹, Hoàng Việt Long^{1,*}, Hoàng Quốc Xuyền²

TÓM TẮT

Trong các nhà máy công nghiệp, các dây chuyền sản xuất thường được điều khiển theo một logic tuần tự để thực hiện các liên động chặt chẽ của một công đoạn sản xuất. Bài toán điều khiển tuần tự thường phức tạp và tốn rất nhiều thời gian công sức của kỹ sư lập trình tự động hóa. Việc nghiên cứu về logic tuần tự là rất cần thiết cho một kỹ sư tự động hóa. Bài báo trình bày cách cấu hình, các chế độ điều khiển hoạt động và giao diện điều khiển của khối hàm SFC, ứng dụng khối hàm điều khiển tuần tự SFC trong bộ PLC S7-400 để xây dựng hệ thống điều khiển giám sát cho công đoạn xử lý nước nấu bia từ màn hình máy tính.

Từ khóa: Điều khiển tuần tự, SFC, bộ điều khiển S7-400.

ABSTRACT

In industrial plants, production lines are often controlled according to a sequential logic to perform the tight interlocking of a production process. Sequential control problems are often complicated and take a lot of time and effort of automation engineers in programming. The study of sequential logic is essential for an automation engineer. The article presents the configuration, operation control modes and control interface of SFC function block, application of SFC sequential control function block in PLC S7-400 to build a supervisory control system for the process of processing cooking beer water from the computer screen

Keywords: Sequential control, SFC, controller S7-400.

¹ Lớp Điều khiển tự động 01- K13, Khoa Điện, Trường Đại học Công nghiệp Hà Nội

² Khoa Điện, Trường Đại học Công nghiệp Hà Nội

*Email: hoangvietlong1155@gmail.com

1. GIỚI THIỆU

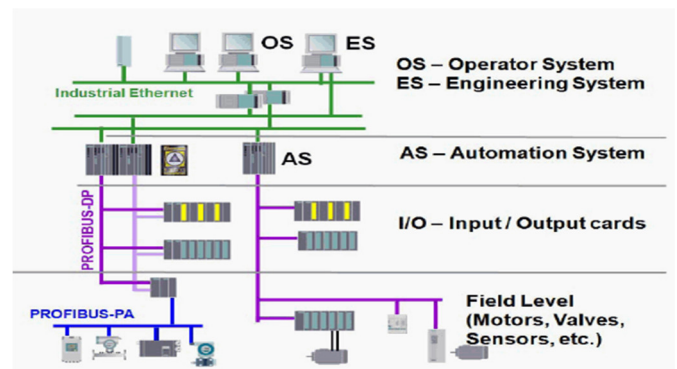
Trong hệ thống tự động hóa công nghiệp ngày nay không thể thiếu được các bộ điều khiển logic hiện đại như những bộ điều khiển PLC, DCS, khi hệ thống tự động hóa trong các nhà máy có những quá trình điều khiển lớn, nhiều đối tượng điều khiển liên động chặt chẽ với nhau thì bài toán điều khiển sẽ trở nên rất phức tạp. Vì vậy một số bộ điều khiển hiện đại như PLC, DCS đã trang bị các khối hàm điều khiển liên tục, điều khiển tuần tự bên trong các bộ điều khiển. Công việc nghiên cứu và khai thác ứng dụng

của các khối hàm điều khiển tuần tự và điều khiển liên tục luôn là một phần công việc của một kỹ sư tự động hóa.

Rất nhiều tài liệu trong nước viết về ứng dụng các bộ điều khiển PLC và DCS nhưng chỉ giới thiệu các hàm đơn giản, thiếu những khối hàm chuyên dụng điều khiển cho những quá trình phức tạp. Không có ví dụ áp dụng thực tiễn với các khối hàm chuyên dụng CFC, SFC, làm cho lý thuyết trở nên trừu tượng gây khó khăn cho người đọc. Rất nhiều kỹ sư, kỹ thuật viên trong ngành tự động hóa gặp khó khăn khi triển khai các quá trình điều khiển phức tạp trong hệ thống điều khiển tự động hóa. Đa số các công đoạn điều khiển phức tạp cho các bộ điều khiển tự động hóa trong công nghiệp do các chuyên gia của nước ngoài thực hiện.

Bài báo giới thiệu tổng quan hệ thống PCS7 của Siemens, nghiên cứu khối hàm điều khiển tuần tự SFC trong bộ điều khiển S7-400 áp dụng cho mô hình điều khiển giám sát công đoạn xử lý nước nấu bia. Thông qua việc nghiên cứu ứng dụng khối hàm SFC trong bộ điều khiển PLC S7-400 giúp cho việc xây dựng hệ thống điều khiển giám sát cho công đoạn xử lý nước nấu bia tiết kiệm được thời gian lập trình và các chế độ điều khiển giám sát, liên động được cấu hình một cách dễ dàng

2. TỔNG QUAN VỀ SIMATIC MANAGER VÀ BỘ ĐIỀU KHIỂN S7-400



Hình 1. Kiến trúc hệ thống PCS7

Hệ thống PCS7 là một hệ điều khiển quá trình hiện đại, được xây dựng trên các sản phẩm phần cứng và phần mềm của hãng Siemens đem lại sự xuyên suốt, thống nhất, đồng bộ trong toàn bộ hệ thống. Cùng với sự đa dạng trong tất cả các sản phẩm của hãng Siemens đã làm cho hệ thống PCS7 ngày càng trở nên phổ biến. Với tất cả các tính năng trên là lí do mà hệ thống PCS7 ngày càng được sử dụng rộng rãi trong hầu hết các ngành sản xuất với đầy đủ các quy mô.

Một hệ thống điều khiển quá trình PCS7 bao gồm:

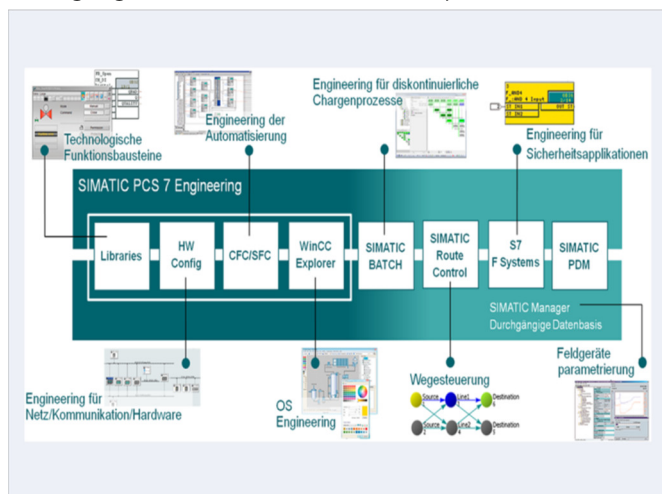
- Trạm kỹ thuật (ES): Dùng để thiết lập cấu hình cho hệ thống và là nơi đưa ra các giải pháp điều khiển quá trình công nghệ.
- Trạm vận hành (OS): Giám sát sự quá trình hoạt động và đưa ra các tác động điều chỉnh, điều khiển cần thiết.
- Trạm điều khiển tự động hóa (AS): Là các PLC trực tiếp tham gia điều khiển quá trình, chứa các phần mềm do trạm ES đưa xuống [1].

Trong kiến trúc của hệ thống PCS7 hình 1 ta nhận thấy trái tim của hệ thống chính là trạm điều khiển tự động hóa AS Automation system mà cụ thể là bộ điều khiển PLC S7-400 [5].



Hình 2. Bộ điều khiển PLC S7-400

Để thiết kế lập trình hệ thống PCS7 ta cần phần mềm Simatic manager, về cơ bản cấu trúc của phần mềm Simatic Manager gồm các module chính sau đây [1]:



Hình 3. Cấu trúc phần mềm Simatic Manager

- Khối thư viện Libraries là tập hợp các khối hàm chuẩn chuyên dụng, dùng để lập trình cho dự án ví dụ như khối điều khiển Van, Bơm, khối đo lường, khối PID, khối điều khiển tỷ lệ, điều khiển tăng...

- Khối cấu hình phần cứng HW config để thiết lập cấu hình phần cứng và cấu hình truyền thông cho dự án.

- Khối hàm CFC/SFC là môi trường thiết lập điều khiển logic, điều khiển tuần tự đây là một môi trường thiết kế phần mềm hướng đối tượng với các đối tượng là những khối hàm được viết sẵn trong thư viện.

- Khối WinCC Explorer là khối thiết kế giao diện điều khiển giám sát trên máy tính.

- Khối Simatic Batch để thiết kế phần mềm điều sản xuất điều khiển theo lô, theo mẻ.

- Khối Simatic Route Control thiết lập điều khiển theo đường đi.

- Khối S7 F Systems để điều khiển các ứng dụng an toàn.

- Khối Simatic PDM để thiết lập thông số cho các thiết bị trường.

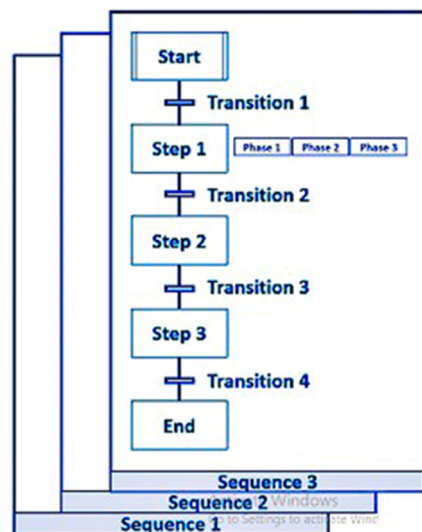
Trong bài báo này nhóm tác giả sẽ đi nghiên cứu tính năng và cách thiết lập khối hàm điều khiển tuần tự SFC để áp dụng cho công nghệ xử lý nước nấu bia.

3. KHỐI HÀM ĐIỀU KHIỂN SFC TRONG BỘ ĐIỀU KHIỂN S7-400

Khối hàm SFC (Sequential Function Chart) là một lưu đồ chức năng tuần tự hay nói cách khác nó là một khối hàm để cấu hình một chương trình điều khiển theo một trình tự nhất định. Điều khiển trình tự tác động đến mọi đối tượng ở các cấp điều khiển có thể kể đến như các trình tự đóng mở van, bơm ở cấp trường, các cụm thiết bị như gia nhiệt, các bể khuấy, các bộ chiết rót... các công đoạn như pha trộn hóa chất, các bình phản ứng lên men...

3.1. Các thành phần của khối hàm SFC

Cấu tạo của khối hàm SFC bao gồm các thành phần Sequence, Step, Phase, Transition.



Hình 4. Các thành phần của khối hàm SFC

- Trình tự (Sequence) là một trình tự vận hành của một thiết bị hay công đoạn nào đó có thể kể đến như là trình tự trộn hóa chất, trình tự gia nhiệt, trình tự chiết rót, trình tự hoàn nguyên.

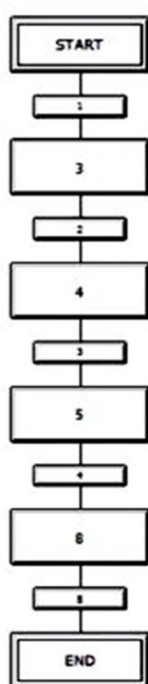
- Bước (Step) bước là một thành phần trong trình tự ví dụ trong bài toán gia nhiệt ta có bước mở van, đóng van, khởi động động cơ, khởi động buồng đốt.

- Giai đoạn (Phase) mỗi bước được thực hiện thành 3 giai đoạn, khởi tạo, xử lý và kết thúc.

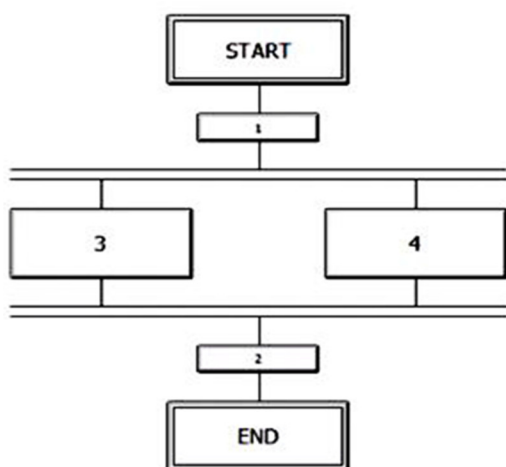
- Chuyển tiếp (Transition) là các điều kiện chuyển tiếp giữa các bước Step.

3.2. Các dạng cấu trúc của khối hàm SFC

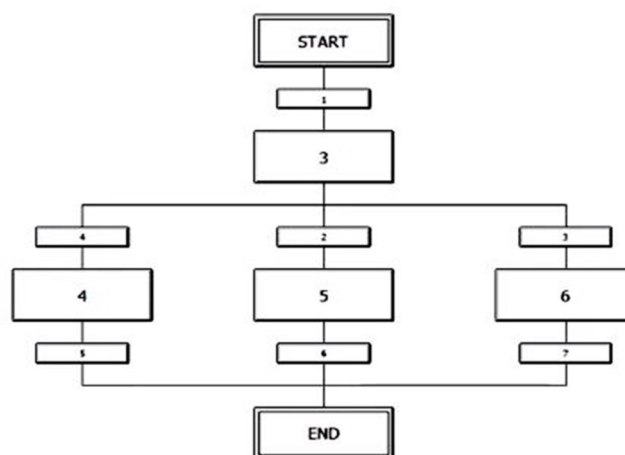
Có ba cấu trúc chính của khối hàm SFC đó là, cấu trúc trình tự đơn, trình tự song song, trình tự luân phiên.



a) Cấu trúc trình tự đơn



b) Cấu trúc trình tự song song



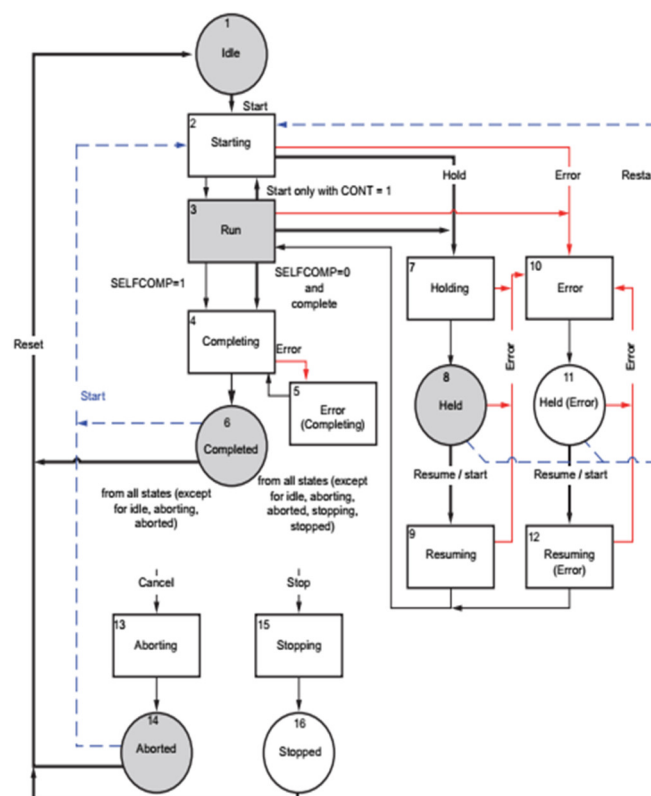
c) Cấu trúc trình tự luân phiên

Hình 5. Các cấu trúc của trình tự trong khối hàm SFC

Tùy vào công nghệ để lựa chọn các cấu trúc trình tự khác nhau, trình tự đơn tuân theo một thứ tự từ trên xuống dưới, trình tự song song khi có thể xử lý một vài trình tự chạy đồng thời và độc lập với nhau, trình tự luân phiên khi các điều kiện chuyển tiếp xảy ra đồng thời thì sẽ chạy từ nhánh bên trái trước, đôi khi ta có thể kết hợp các trình tự này để tạo nên một trình tự kết hợp.

3.3. Các tác động và các trạng thái của khối hàm SFC

Các tác động điều khiển và các trạng thái hoạt động của khối hàm điều khiển tuần tự được tổ chức theo lưu đồ thuật toán như sau:



Hình 6. Lưu đồ chuyển trạng thái của quá trình tuần tự trong khối hàm SFC

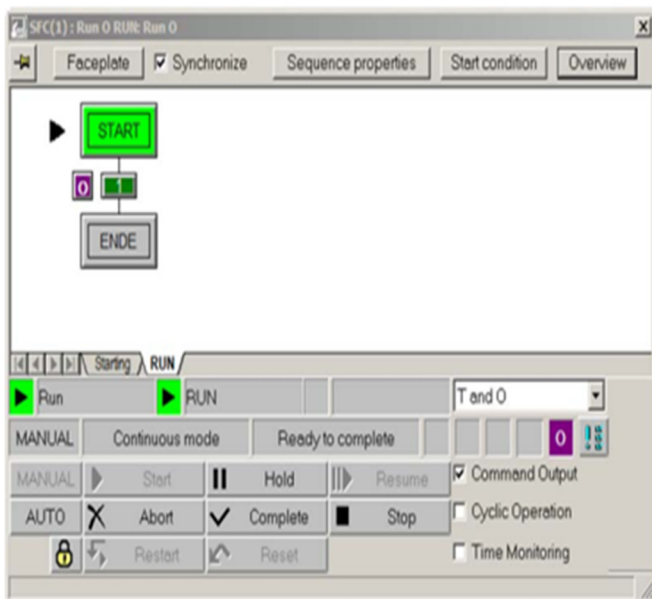
Trong lưu đồ có hai thành phần mà ta cần quan tâm đó là sự kiện tác động Event (thông qua liên động hoặc bằng tác động trên giao diện điều khiển) và trạng thái State (các chương trình xử lý tuần tự hình chữ nhật).

Các sự kiện tác động bao gồm:

- Bắt đầu (Start)
- Hủy (Abort)
- Khởi động lại (Restart)
- Giữ (Hold)
- Hoàn thành (Complete)
- Đặt lại (Reset)
- Tiếp tục (Resume)
- Dừng (Stop)
- Lỗi (Error)

Các trạng thái tương ứng với các sự kiện là:

- Chờ (Idle)
- Đang bắt đầu (Starting)
- Đang chạy(Hoạt động) (Run(Active))
- Hoàn thành (Completing)
- Đang giữ (Holding)
- Lỗi (Error)
- Đã giữ (Held)
- Đã giữ-Lỗi (Held-Error)
- Chạy lại khi dừng hoặc bị lỗi (Resuming)
- Đang hủy bỏ (Aborting)
- Đã hủy bỏ (Aborted)
- Đang dừng (Stopping)
- Đã dừng (Stopped)
- Mỗi trạng thái chính là một chương trình con tuần tự



Hình 7. Giao diện điều khiển khối hàm SFC trên máy tính

- Khi khởi động bằng nút start trên giao diện chương trình tuần tự sẽ chạy các bước theo trạng thái tuần tự là Starting, kết thúc quá trình Starting sẽ tự động chuyển sang trạng thái RUN, kết thúc quá trình RUN sẽ tự động chạy sang trạng thái kết thúc Completing.

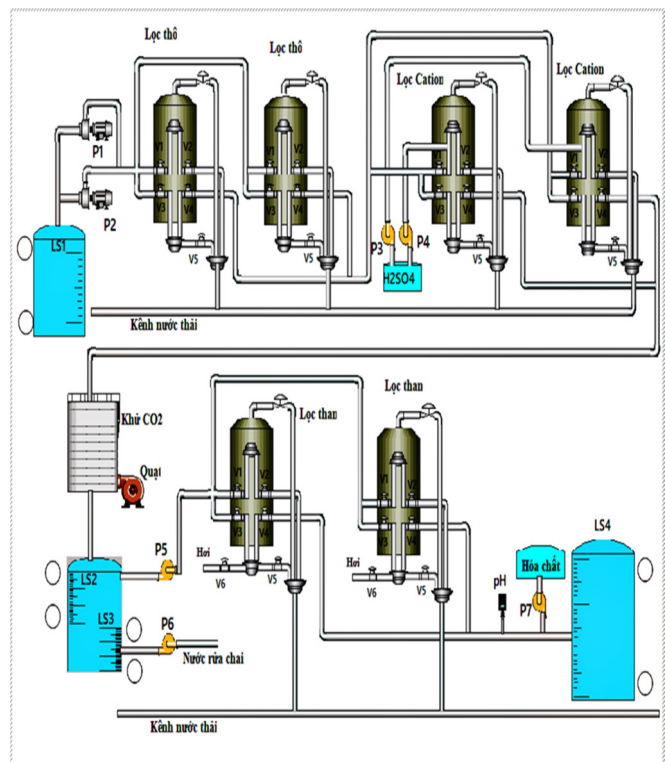
- Khi đang chạy hệ thống nếu phát hiện bất thường chúng ta sẽ chủ động tác động tạm giữ lại Hold, trạng thái tuần tự sẽ chuyển sang Holding để xử lý các bước tuần tự khi quá trình sản xuất bị lỗi, sau khi đã xử lý lỗi một thời gian ta có thể chạy lại bằng các lệnh Resum hoặc Restart.

- Khi đang chạy hệ thống nếu phát hiện lỗi hệ thống hay thiết bị chúng ta sẽ chủ động tác động lỗi Error, trạng thái tuần tự sẽ chuyển sang Error để xử lý các bước tuần tự, sau khi giữ một thời gian ta có thể chạy lại bằng các lệnh Resum hoặc Restart [2].

4. XÂY DỰNG HỆ THỐNG ĐIỀU KHIỂN GIÁM SÁT CHO CÔNG ĐOẠN XỬ LÝ NƯỚC NẤU BIA

4.1. Công nghệ xử lý nước nấu bia

Công đoạn xử lý nước nấu bia là một công đoạn điều khiển theo một trình tự với các liên động chặt chẽ ở đây chương trình điều khiển sẽ được viết dựa theo cấu trúc điều khiển khối hàm SFC.



Hình 8. Sơ đồ công nghệ và thiết bị của quá trình xử lý nước nấu bia

Nước khi đưa vào xử lý sẽ qua các quá trình sau

Quá trình 1: Bơm P1 hoặc P2 hoặc cả 2 bơm hoạt động bơm nước từ nguồn vào bể lọc thô 1, lọc thô 2. Đồng thời mở các van V1, V4 của các tank để nước lưu thông qua.

Quá trình 2: Khi nước ở 1 hoặc 2 tank lọc thô đầy sẽ di chuyển qua các van mở sẵn đi vào các tank cation 1 hoặc cation 2 (bắt đầu quá trình lọc xử lý hóa).

Quá trình 3: Khi xử lý hóa ở các tank cation xong thì nước được di chuyển qua tank khử CO_2 có trong nước và sau đó di chuyển qua bể trung gian.

Quá trình 4: Nước được để ở bể trung gian nhờ bơm P5 bơm vào các bể lọc than. Khi lọc than xong thì nước được di chuyển đến bể nước sạch chuẩn bị cho quá trình nấu bia.

Để có nguồn nước cấp cho nhà máy sản xuất bia thì nước cần đáp ứng các tiêu chuẩn sau:

- Nước cấp đảm bảo không màu, không mùi, không vị.
- Độ cứng tạm thời của nước cấp vào khoảng 0,72mg đương lượng/ lít.
- Độ cứng vĩnh cửu 0,26 - 0,76mg đương lượng/ lít.
- Độ oxi hóa 2mg O_2 /lít.
- Độ PH đảm bảo 6,8 - 7,2.

Quá trình hoàn nguyên

Trong quá trình vận hành, các đường ống hoặc các bình chứa có thể bị bám bẩn hoặc bị lắng cặn, làm cho hệ thống lọc không đảm bảo năng suất và chất lượng. Do vậy ta cần phải vệ sinh làm sạch các thiết bị nêu trên. Quá trình như vậy trong công nghệ xử lý nước người ta gọi là hoàn nguyên. Các công đoạn đều phải hoàn nguyên tùy thuộc vào thay đổi của các tham số công nghệ. Ví dụ: độ bám phụ thuộc vào thời gian sử dụng hoặc người ta có thể dựa vào áp suất của bình để đánh giá độ bám cặn của hệ thống lọc.

Với yêu cầu công nghệ của đề tài, nhóm thực hiện đưa ra các quá trình hoàn nguyên tương ứng với từng bình lọc với mỗi giai đoạn khác nhau được điều chỉnh theo thời gian thiết lập trước.

Hoàn nguyên lọc thô:

Hoàn nguyên khi chênh áp vào-ra > 1,5 bar. Các bước (STEP) và thời gian hoàn nguyên 2 tank lọc thô.

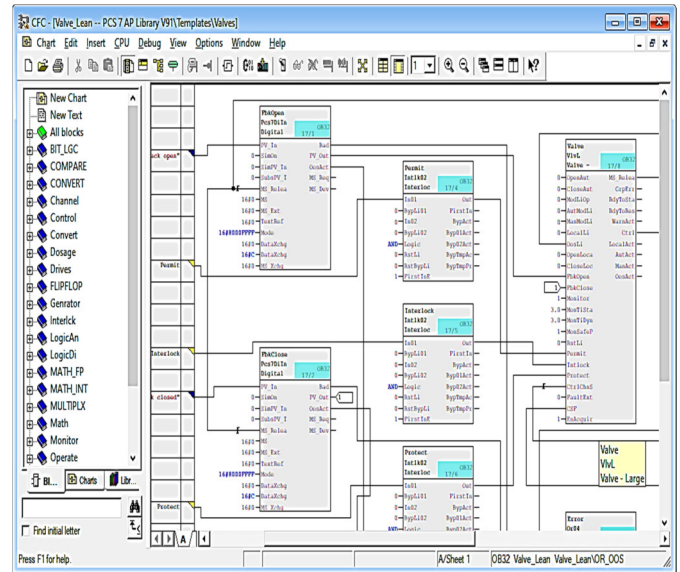
STEP (Bước hoàn nguyên)	Ý nghĩa	Trạng thái valve				
		Vx.1	Vx.2	Vx.3	Vx.4	Vx.5
1	Chế độ vận hành bình thường. Không hoàn nguyên					
2	Rửa ngược					
3	Rửa xuôi					
4	Xả đáy					
5	Không sử dụng					

Van mở ô màu sáng

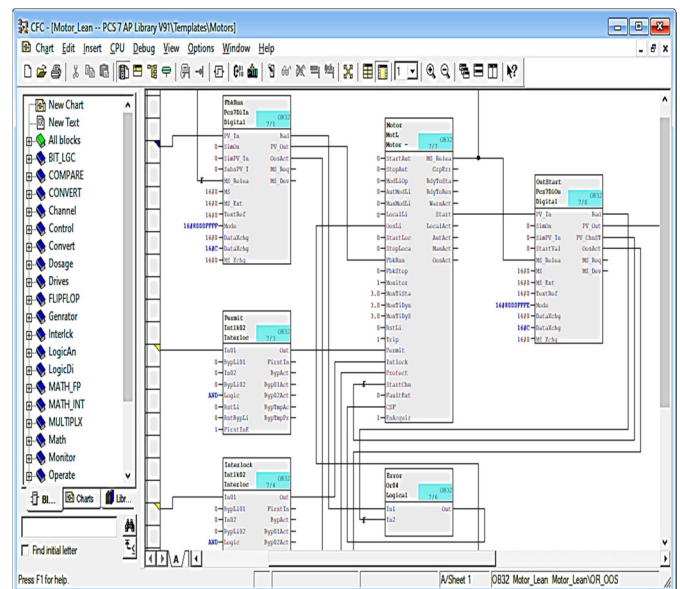
Van đóng ô màu xám

4.2. Chương trình điều khiển giám sát công đoạn nước nấu bia

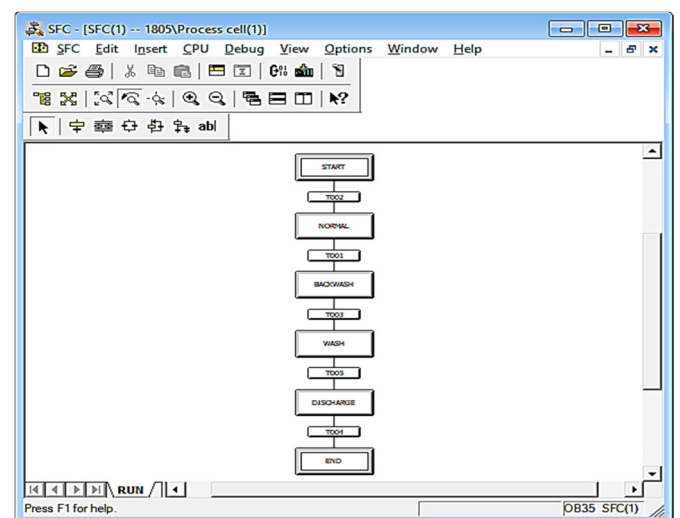
Trong chương trình ta sử dụng hai khối hàm là khối điều khiển van và khối điều khiển bơm, ta dùng khối hàm SFC để điều khiển bật tắt và xử lý các bước tuần tự theo thời gian, các van sẽ hoạt động ở chế độ lọc bình thường và chế độ hoàn nguyên.



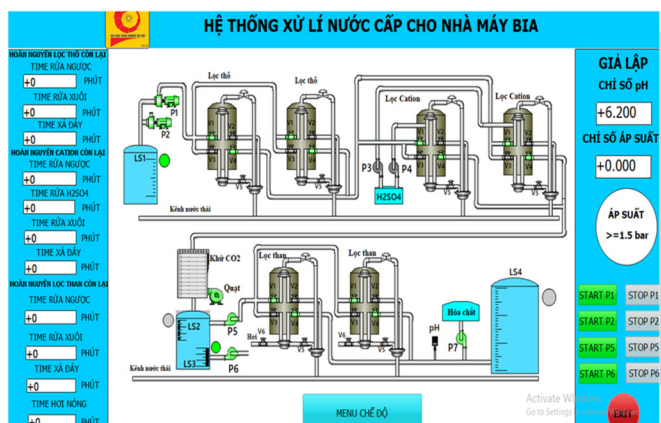
Hình 9. Khối hàm điều khiển Van



Hình 10. Khối hàm điều khiển Bơm



Hình 11. Khối hàm điều khiển Hoàn nguyên



Hình 12. Giao diện điều khiển giám sát

5. KẾT LUẬN

Bài báo đã giới thiệu tổng quan hệ thống PCS7 của Siemens, nghiên cứu khối hàm điều khiển tuần tự SFC trong bộ điều khiển S7-400 áp dụng cho mô hình điều khiển giám sát công đoạn xử lý nước nấu bia. Thông qua việc nghiên cứu ứng dụng khối hàm SFC trong bộ điều khiển PLC S7-400 giúp cho việc xây dựng hệ thống điều khiển giám sát cho công đoạn xử lý nước nấu bia tiết kiệm được thời gian lập trình và các chế độ điều khiển giám sát, liên động được cấu hình một cách dễ dàng. Hướng nghiên cứu mở rộng là viết một chương trình điều khiển tuần tự xử lý tất cả các trạng thái giữ Hold và xử lý các trạng thái lỗi Error cho hệ thống xử lý nước cấp

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1]. SIEMENS: Simatic PCS7-V90 at a glance Siemens Online Workshop_original
- [2]. SIEMENS: Process Control System PCS 7 SFC for SIMATIC S7 (V9.0)
- [3]. SIEMENS: Process Control System PCS 7 PCS 7 Advanced Process Library V71
- [4]. SIEMENS: SIMATIC PCS7 Standard Architectures
- [5]. SIEMENS: Introduction to Workshop PCS7 in 10 Days