

GIÁM SÁT VÀ ĐIỀU KHIỂN TỪ XA HỆ THỐNG XỬ LÝ NƯỚC PHA CHẾ THUỐC

Lê Hữu Nghĩa¹, Hồ Thanh Liêm²

¹Khoa Điện tử, trường Cao đẳng nghề Cần Thơ,

²Công ty TNHH MTV thuốc thú y và chế phẩm sinh học VEMEDIM

E-mail: lhnghia@ctvc.edu.vn, htliem@vemedim.com.vn

Tóm tắt: Bài viết này trình bày về việc nghiên cứu thiết kế “Giám sát và điều khiển từ xa hệ thống xử lý nước pha chế thuốc” là đề tài mang ý nghĩa thực tiễn cao để giải quyết nhu cầu cung cấp nước tinh khiết dùng trong pha chế thuốc cho nhà xưởng mới tại nhà máy thuốc Thú Y Vemedim. Tác giả đã nghiên cứu các phương pháp, thiết bị lọc nước hiện đại, từ đó xây dựng quy trình xử lý nước bắt đầu từ nước nguồn, qua công đoạn làm mềm, đến công đoạn lọc nước làm mềm thành nước RO và cuối cùng là lọc nước RO thành nước tinh khiết. Hệ thống sử dụng các thiết bị lọc nước hiện đại như Autovalve, EDI, nâng cao tính tự động hóa cho hệ thống. Thiết kế, lắp đặt tủ điều khiển cho hệ thống, xây dựng chương trình điều khiển, giám sát quá trình vận hành của toàn hệ thống được lập trình trên các thiết bị PLC S7-1200 và HMI KTP1200 của hãng Siemens bằng phần mềm TIA portal đã được triển khai. Các loại cảm biến siêu âm, áp suất, độ dẫn điện, độ PH, với độ chính xác cao được sử dụng trong đề tài, tín hiệu từ cảm biến được thu thập thông qua module đọc tín hiệu Analog SM 1231, giúp người vận hành giám sát và điều khiển hệ thống từ xa thông qua máy tính.

Từ khóa: Lọc nước, Thuốc.

REMOTE MONITORING AND CONTROL OF THE WATER TREATMENT SYSTEM FOR DRUG PREPARATION

Abstract: This paper presents the design a study of “Remote monitoring and controls for drug preparation water treatment system” is a research topic of high practical significance to address the needs of supplying pure water used in drug preparation for new factories in Vemedim Animal Health Co.. The author has studied modern methods and equipment for water purification, thereby building water treatment process starting from the source water, through softening stage to the process of softening water to RO water and finally Filter RO water into pure water. Using modern water filtration equipment such as Autovalve, EDI, improving the automation for the system. Design and install control cabinet for the system, build control program, monitor the operation process of the entire system programmed on PLC S7-1200 devices and Siemens HTP KTP1200 by TIA PORTAL software. Types of ultrasonic sensors, pressure, conductivity, PH, with high accuracy are used in the topic, signals from sensors are collected via the SM 1231 Analog signal module, helping the operator remote monitoring and control of the system via computer.

Keyword: water purification, drugs.

Nhận bài: 19/10/2025

Phản biện: 19/11/2025

Duyệt đăng: 24/11/2025

I. ĐẶT VẤN ĐỀ

Trong sản xuất dược thú y nói chung và pha chế thuốc nói riêng, nước tinh khiết là một trong những yếu tố đầu vào quyết định chất lượng sản phẩm, độ an toàn và khả năng đáp ứng các tiêu chuẩn GMP. Tại nhà máy thuốc Thú y Vemedim, nhu cầu sử dụng nước tinh khiết cho nhà xưởng mới ngày càng lớn, đòi hỏi một hệ thống xử lý nước có công suất ổn định, chất lượng đầu ra tin cậy và khả năng vận hành linh hoạt. Thực tế cho thấy, các hệ thống xử lý nước vận hành bán tự động hoặc thủ công thường gặp nhiều hạn chế như khó giám sát liên tục, phụ thuộc vào kinh nghiệm người vận hành, phản ứng chậm khi xảy ra sự cố và tốn kém chi phí bảo trì, nhân công. Trong bối cảnh đó, việc nghiên cứu, thiết kế và triển khai hệ thống xử lý nước tinh khiết có tích hợp giám sát – điều khiển từ xa, ứng dụng PLC, HMI và các cảm biến đo lường hiện đại là hết sức cần thiết. Hệ thống không chỉ giúp tự động hóa quy trình từ làm mềm, lọc RO đến tinh chế bằng EDI, mà còn cho

phép theo dõi các thông số công nghệ theo thời gian thực, kịp thời cảnh báo và tối ưu vận hành, góp phần nâng cao hiệu quả sản xuất và giảm chi phí cho doanh nghiệp.

II. NỘI DUNG NGHIÊN CỨU

2.1. Thiết kế phần cơ khí hệ thống xử lý nước pha chế thuốc

2.1.1. Thiết kế giai đoạn làm mềm nước

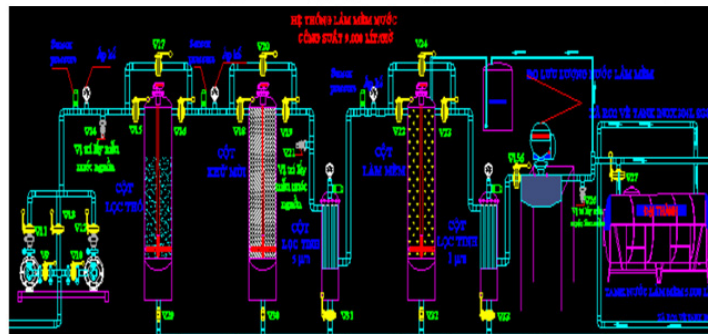
Nguyên lý làm việc của hệ làm mềm:

Các thiết bị tại hệ làm mềm được thiết kế cơ bản đầy đủ 3 thành phần: Cột lọc thô, cột khử mùi và cột làm mềm. Bơm làm mềm gồm 2 bơm được thiết kế chạy luân phiên để quá trình lọc nước được liên tục, 2 cột lọc 5 μ m và 1 μ m được bố trí thêm, làm tăng hiệu quả lọc và bảo vệ các cột lọc ở sau.

Đầu tiên, nước nguồn từ thủy cục được trữ trong bồn chứa, trên bồn chứa được lắp các cảm biến siêu âm để giám sát được mức nước có chức năng báo mức nước, điều kiện cần để điều khiển Bơm nước nguồn, khi hoạt động hai bơm nước

nguồn luân phiên bơm đẩy qua các cột lọc Tho trong đó có thành phần là cát và sỏi dùng để lọc Ca, Mg, Fe, Mn,...v.v và các cặn lơ lửng. Nước sau khi qua lọc thô được đẩy đến cột lọc khử mùi thành phần bên trong là than hoạt tính dùng để lọc khử mùi của các tạp chất hữu cơ, Clo tồn dư trong nước. Sau khi qua cột lọc khử mùi nước tiếp tục qua cột lọc 5 μ m, bên trong lắp 8 lõi lọc 5 μ m dùng để lọc giữ lại các chất bẩn có kích thước to hơn khe lọc 5 μ m, giảm ảnh hưởng các cột lọc phía sau. Nước sau khi qua lọc 5 μ m được đẩy

qua cột lọc Làm Mềm, thành phần bên trong là các hạt nhựa Cation dùng để giảm độ cứng của nước trước khi vào màng RO, loại bỏ toàn bộ Ca, Mg..v.v. Để tăng chất lượng nước trước khi vào giai đoạn lọc tiếp theo, nước được đẩy đến cột lọc 1 μ m bên trong lắp các lõi lọc 1 μ m dùng để ngăn chặn các chất rắn có kích thước to hơn 1 μ m, sau đó nước đi qua bộ cảm biến kiểm soát lưu lượng nhằm mục đích giám sát được lượng nước mềm trước khi về bồn chứa làm nguồn nguyên liệu cho các bước lọc tiếp theo.



Hình 1. Bản vẽ thiết kế giai đoạn làm mềm nước

2.1.2. Thiết kế giai đoạn lọc nước làm mềm thành nước RO1

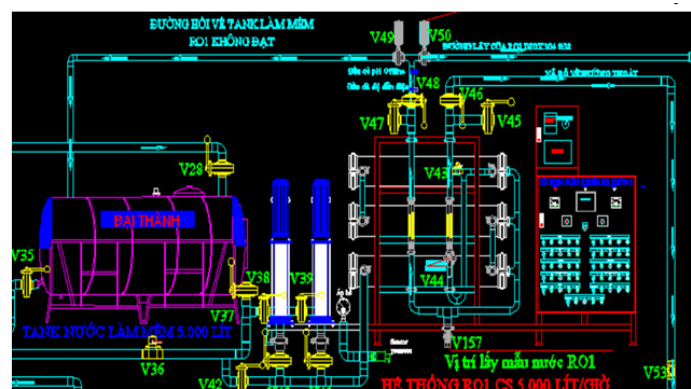
Nguyên lý làm việc của hệ RO1:

Thiết bị chính tại hệ RO1 gồm có: 2 Bơm trực đứng đa tầng cánh chạy luân phiên, Hệ thống cột lọc nước RO và các van màng khí nén.

Khi hệ thống được kích hoạt ở chế độ tự động, bơm đa tầng cao áp RO1 được điều khiển từ sensor báo mức đầy của bồn chứa nước mềm và sensor báo mức thấp của bồn chứa nước thành phẩm RO1. Bơm sẽ hút nước mềm từ bồn chứa đầy qua 3 cột lọc RO lần 1, dùng để loại bỏ hoàn toàn các chất rắn, khí trong nước, các kim loại nặng như asen, chì, thủy ngân, vi khuẩn và các ion kim loại..v.v.. Lượng nước qua màng lọc được điều chỉnh bằng van và thước thủy đo lưu lượng sao cho phù hợp

với mức áp lực nước qua màng trong giới hạn khuyến cáo của nhà sản xuất. Lượng nước còn lại qua đường thải bỏ, lượng nước lấy tiếp tục đi qua đầu dò độ dẫn điện để gửi tín hiệu về PLC nếu độ dẫn điện trong phạm vi cho phép thì val khí nén V49 mở để nước RO1 vào 2 tank chứa nước. Còn nếu độ dẫn điện vượt mức phạm vi cài đặt thì val khí nén V50 mở, nước sẽ về tank chứa nước làm mềm để tiếp tục lọc lại.

Tank chứa nước RO1 khi cảm biến áp suất nhận biết trong tank còn hơn 1000 lít thì lúc này 2 bơm tuần hoàn nước RO1 hoạt động để cấp cho các điểm sử dụng, nếu thấp hơn 1000 lít thì lúc này bơm tuần hoàn RO1 dừng và bơm nước đa tầng cao áp lọc RO1 hoạt động với điều khiển tank chứa nước làm mềm báo mức đầy.



Hình 2. Bản vẽ thiết kế giai đoạn lọc nước làm mềm thành nước RO

2.1.3. Thiết kế giai đoạn lọc nước RO1 thành nước tinh khiết

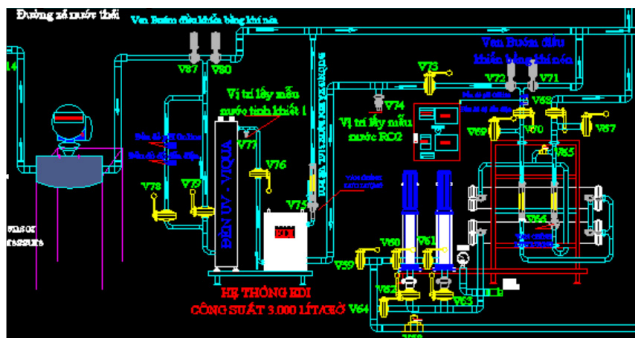
Nguyên lý làm việc hệ lọc nước tinh khiết:

Các thiết bị tại hệ lọc nước Tinh Khiết gồm có: 2 bơm trục đứng đa tầng, hệ thống cột lọc RO2, thiết bị khử khoáng EDI, đèn tiết trùng UV, 2 bơm tuần hoàn nước tinh khiết, cột lọc 0.2 μm và 2 van màng khí nén.

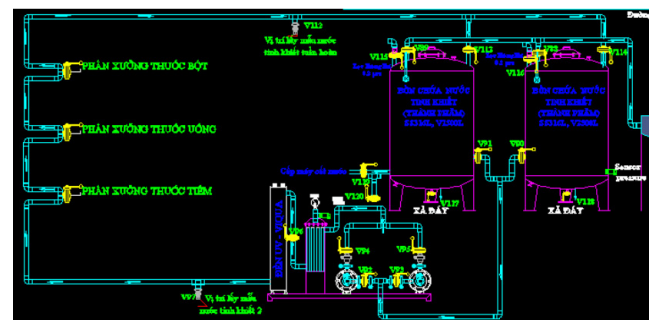
Hệ thống lọc nước tinh khiết được hoạt động với điều kiện tank nước RO1 phải báo mức đầy qua cảm biến áp suất, khi tank chứa nước tinh khiết đang ở trạng thái báo mức thấp thì bơm nước đa tầng cao áp lọc RO2 hoạt động sẽ lấy nước từ tank chứa nước RO1 cho nước qua 2 cột RO lần 2 để đảm bảo rằng nước đầu vào của thiết bị EDI luôn tốt và đạt chỉ tiêu yêu cầu của nhà cung cấp với điều kiện khi qua màng RO lần 2 độ dẫn điện phải $\leq 15 \mu\text{S}$ khi đó val khí nén V72 sẽ mở. Nếu độ dẫn điện qua màng RO lần 2 $>15 \mu\text{S}$ thì val khí nén V71 mở cho nước RO lần 2 về tank làm mềm để lọc lại, nước thải của RO lần 2 đưa

về tank chứa làm mềm để tái sử dụng, tiết kiệm chi phí nước cho hệ thống. Khi val khí nén V72 mở nước RO lần 2 sẽ vào thiết bị khử khoáng EDI (Electrodeionization) tiến hành quá trình loại bỏ ion bằng điện cho ra nước tinh khiết siêu sạch, nước thải bỏ của EDI được đưa về tank chứa làm mềm để tiếp tục sử dụng. Nước sẽ đi qua đèn UV diệt khuẩn tiếp tục cho qua 2 đầu dò độ dẫn điện và đầu dò pH, nếu đạt 2 điều kiện $\text{EC} \leq 4.3 \mu\text{S}$ và $\text{pH} : 5 - 8$ thì val khí nén V87 sẽ mở cho vào tank chứa nước tinh khiết. Còn 1 trong 2 điều kiện $\text{EC} > 4.3 \mu\text{S}$ hoặc $\text{pH} < 5, > 8$ thì val khí nén V80 sẽ mở cho về tank chứa làm mềm.

Hệ thống hoàn lưu nước tinh khiết được hoạt động khi cảm biến áp suất của nước tinh khiết báo > 1.000 lít thì 2 bơm hoàn lưu sẽ hoạt động qua lọc tinh tuần hoàn 0.2 μm để giữ lại các tạp chất có kích thước nhỏ hơn khe lọc 0.2 μm , sau đó sẽ qua đèn UV rồi đến các điểm sử dụng tuần hoàn về tank chứa nước tinh khiết một cách liên tục 24 giờ.



Hình a



Hình b

Hình 3. Bản vẽ thiết kế giai đoạn lọc RO1 thành nước tinh khiết

(a- Giai đoạn lọc RO1 thành nước tinh khiết, b- Bồn chứa nước tinh khiết và bơm tuần hoàn)

2.2. Kết quả thực hiện

2.2.1 phân cứng

Đề tài đã hoàn thành việc gia công, bố trí, lắp đặt cho toàn bộ hệ thống xử lý nước đặt tại tầng kỹ thuật của nhà xưởng mới. Toàn bộ hệ thống được

gia công bằng vật liệu inox 304 và 316L phù hợp với tiêu chuẩn chất lượng của GMP, cụ thể:

Hệ làm mềm nước: Bao gồm cụm bơm nước nguồn, các cột lọc thô, lọc khử mùi, cột lọc 5 μm , cột làm mềm, các bồn chứa nước nguồn và nước làm mềm.



Hình a

Hình b

Hình c



Hình d

Hình e

Hình f

Hình 4. Bố trí và lắp đặt các thiết bị hệ làm mềm. (a - Bơm nước nguồn, b - Các cột lọc thô, khử mùi, làm mềm, c - Cột lọc tinh, bồn chứa muối, d - Bồn chứa nước mềm, e - Thiết bị đo lưu lượng, f - Thiết bị cảm biến áp suất)

Hệ xử lý nước RO1: Bao gồm 2 bồn chứa inox 316L 2000 lít, cụm bơm trực đứng lọc nước RO1, hệ lọc thẩm thấu ngược RO1 3 tầng, các

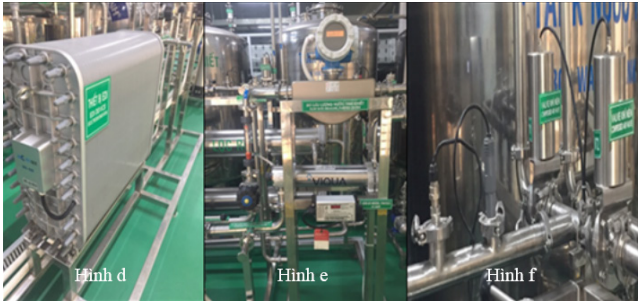
cảm bin áp suất, độ dẫn điện, cảm biến độ PH, van màng sử dụng khí nén. Tất cả được lắp đặt trên các khung inox, đảm bảo vệ sinh, khô ráo.



Hình 5. Bố trí lắp đặt các thiết bị hệ RO1. (a: Bơm trực đứng đa tầng áp cao b - Bồn chứa nước RO1, c - Các van màng, các cảm biến độ PH và độ dẫn điện, d - Các cột lọc RO)

Hệ xử lý nước tinh khiết: Bao gồm 2 bồn chứa inox 316L 2000 lít, cụm bơm trực đứng lọc nước RO2, hệ lọc thẩm thấu ngược RO2 2 tầng, thiết bị

khử khoáng EDI, đèn cực tím tại đầu ra EDI, các cảm biến lưu lượng, độ dẫn điện, cảm biến PH, van màng khí nén, cụm bơm hoàn lưu nước tinh khiết.



Hình 6. Bố trí và lắp đặt các thiết bị hệ xử lý nước tinh khiết. (a - Bơm trực đứng đa tầng áp cao, b – Bơm tuần hoàn nước tinh khiết, c – bồn chứa nước tinh khiết, d – Thiết bị khử khoáng EDI, e- thiết bị đo lưu lượng, thiết bị tiệt trùng tia UV, f- các cảm biến độ dẫn điện, PH online)

2.2.2. Kết quả chất lượng và công suất nước tinh khiết

Với việc tự thiết kế, gia công, lắp đặt toàn bộ hệ thống, đề tài sau khi hoàn thành đã tiết kiệm kinh phí đáng kể cho công ty, tổng kinh phí thực hiện đề tài là 2 tỷ 858 triệu, tiết kiệm kinh phí gần 760 triệu đồng.

Kết quả kiểm tra các chỉ tiêu chất lượng nước tinh khiết thành phẩm của của hệ xử lý nước tinh khiết từ bộ phận QA, QC thuộc công ty Vemedim và trung tâm Kỹ Thuật Tiêu Chuẩn Đo Lường Cần Thơ xác nhận nước tinh khiết thành phẩm đạt yêu cầu chỉ tiêu chất lượng theo tiêu chuẩn Dược Điển Việt Nam IV.

Bảng 1. Kết quả đánh giá chất lượng nước tinh khiết thành phẩm

STT	Chỉ tiêu chất lượng	Yêu cầu	Kết quả kiểm tra	Đánh giá
1	Cảm quan	Trong suốt, không màu, không mùi, không vị	Trong suốt, không màu, không mùi, không vị	Đạt
2	Độ dẫn điện (250C)	$\leq 4,3 \mu\text{S/cm}$	$2,17 \mu\text{S/cm}$	Đạt
3	Nitrat (NO_3^-)	$\leq 0,2 \text{ ppm}$ hay $\leq 0,2 \text{ mg/L}$	$0,02 \text{ mg/L}$	Đạt
4	Kim loại nặng (Pb)	$\leq 0,1 \text{ ppm}$ hay $\leq 0,1 \text{ mg/L}$	$0,003 \text{ mg/L}$	Đạt
5	Độ nhiễm khuẩn	$\leq 100 \text{ CFU/mL}$	18 CFU/mL	Đạt

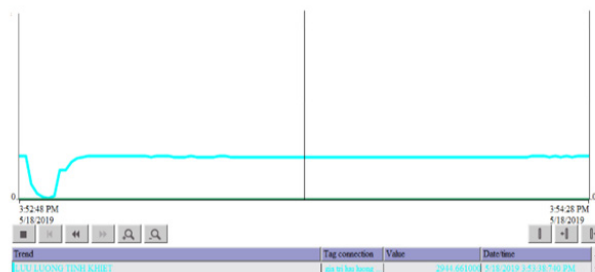
Từ quá trình vận hành thực tế, công suất lọc nước tinh khiết của hệ thống phụ thuộc vào nhu cầu sử dụng cho sản xuất. Công suất lọc nước tối đa khi hệ thống hoạt động liên tục ghi nhận



Hình 7. Hệ thống xử lý nước hoàn chỉnh

được từ cảm biến lưu lượng đầu ra nước tinh khiết cho thấy hơn 3200 lít/h. Đảm bảo cung cấp đủ nước tinh khiết cho sản xuất tại nhà xưởng mới.

LƯU ĐỒ LƯU LƯỢNG R01 VÀ NƯỚC TINH KHIẾT



Hình 8. Đồ thị ghi nhận dữ liệu lưu lượng nước tinh khiết từ chương trình điều khiển

III. KẾT LUẬN

Đề tài đã thiết kế, chế tạo hoàn chỉnh phần cứng hệ thống xử lý nước, lắp đặt, phối hợp với hệ thống điều khiển và giám sát đã đưa vào vận hành thực tế tại nhà xưởng, lưu lượng nước tinh khiết đạt theo thiết kế, chất lượng đạt theo tiêu chuẩn Dược điển IV.

Định hướng phát triển: Với kết quả đã đạt

được, đề tài tiếp tục nghiên cứu để tích hợp thêm chương trình điều khiển máy cất nước vào hệ thống xử lý nước tinh khiết nhằm kiểm soát hoàn toàn quá trình lọc rửa và chưng cất nước. Kết quả nghiên cứu của đề tài có thể áp dụng để cải tiến các hệ thống nước cũ tại nhà máy. Ngoài ra còn có thể áp dụng vào các lĩnh vực khác như trong sản xuất nước giải khát, thực phẩm

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- Bộ Y Tế, Dược điển Việt Nam IV. Nhà xuất bản Y Học, Hà Nội, PL1, 2009. 12.
- Gupta, V.K., et al., Chemical treatment technologies for waste-water recycling—an overview. Rsc Advances, 2012. 2(16): p. 6380-6388.
- Mwambete, K.D., M. Temu, and F.S. Fazleabbas, Microbiological assessment of commercially available quinine syrup and water for injections in Dar Es Salaam, Tanzania. Tropical Journal of Pharmaceutical Research, 2009. 8(5).
- Trịnh Xuân Lai, Xử lý nước cấp cho sinh hoạt và công nghiệp. 2004, Xây dựng.
- Trần Thị Út Thảo, Nghiên cứu phương pháp khử clo dư trong nước thải. Bước đầu thử nghiệm với nước thải rửa chai của công ty cổ phần Cổ phần chế biến dịch vụ thủy sản mắm Cát Hải. 2017.
- Ngô Thị Minh Tân, Đánh giá ô nhiễm các chất cơ Clo mạch ngắn trong nước cấp sinh hoạt tại một số vùng thuộc nội thành Hà Nội. 2012, Citeseer.
- Estrela, C., et al., Antimicrobial efficacy of ozonated water, gaseous ozone, sodium hypochlorite and chlorhexidine in infected human root canals. International Endodontic Journal, 2007. 40(2): p. 85-93.
- Last, A.J., Ozone/ultraviolet water purifier. 1979, Google Patents.
- Nguyễn Thị Thu Thủy, Xử lý nước cấp sinh hoạt và công nghiệp. 2000: Nhà xuất bản Khoa Học và Kỹ Thuật.
- Greenlee, L.F., et al., Reverse osmosis desalination: water sources, technology, and today's challenges. Water research, 2009. 43(9): p. 2317-2348.
- Lee, S., et al., Comparison of fouling behavior in forward osmosis (FO) and reverse osmosis (RO). Journal of Membrane Science, 2010. 365(1-2): p. 34-39.
- Bartels, C.R., et al., Design considerations for wastewater treatment by reverse osmosis. Water science and technology, 2005. 51(6-7): p. 473-482.
- Sato, S., F. Arase, and T. Moribe, Concentrating compartment and spacer construction for electrodeionization apparatus. 2002, Google Patents.
- Nguyễn Quang Tâm, xây dựng phần mềm đo lường và điều khiển với PLC-S7-1200 kết nối với phần mềm Wincc.