

## CHẾ TẠO HỆ THỐNG PHA CHẾ VÀ CUNG CẤP DUNG DỊCH TỰ ĐỘNG SỬ DỤNG TRONG SẢN XUẤT RAU TẠI CÁC NHÀ LƯỚI CÓ MÁI CHE

### Design and Manufacture the Mixing and Auto Supplying Solution System Use in Greenhouses to Produce Vegetables

Ngô Trí Dương, Nguyễn Thái Học

*Khoa Cơ Điện, Trường Đại học Nông nghiệp Hà Nội*

Địa chỉ email tác giả liên hệ: *thaihocme@gmail.com*

Ngày gửi đăng: 05.01.2011; Ngày chấp nhận: 24.3.2011

#### TÓM TẮT

Hệ thống pha chế và cung cấp dung dịch tự động là một trong những khâu quan trọng, nó quyết định sự thành công của toàn hệ thống sản xuất rau trong nhà lưới có mái che. Việc thiết kế, chế tạo hệ thống pha chế và cung cấp dung dịch tự động có ý nghĩa rất quan trọng trong việc ứng dụng công nghệ cao vào sản xuất nông nghiệp của nước ta hiện nay. Bài báo này giới thiệu kết quả nghiên cứu, chế tạo hệ thống pha chế và cung cấp dung dịch tự động sử dụng trong sản xuất rau tại các nhà lưới có mái che. Khi làm việc chỉ cần nhập dữ liệu về loại rau và thời kỳ sinh trưởng, bộ điều khiển sẽ tự động tính toán và đưa ra các thông số chuẩn trong dung dịch tưới đó là tỷ lệ phối trộn các chất thành phần và độ dẫn điện EC (Electrical Conductivity) trong dung dịch. Sau đó tùy thuộc tín hiệu nhận về từ các cảm biến mà bộ điều khiển liên tục điều chỉnh độ EC trong dung dịch nằm trong khoảng cho phép theo tỷ lệ trộn các dung dịch thành phần. Đặc biệt trong bộ điều khiển còn tích hợp chương trình cho phép người sử dụng cài đặt trộn dung dịch tự động theo thời gian thực.

**Từ khóa:** Bộ điều khiển pha chế dung dịch, cung cấp dung dịch tự động, rau an toàn.

#### SUMMARY

Mixing and auto supplying solution system is one of the important factors contributed to the success of the vegetable production in greenhouses. The system need be designed and manufactured for the demand of high technology application in agricultural production in Vietnam. This paper introduces results of the research, design and manufactures the mixing system to provide automatic solution. The proportions and electrical conductivity (EC) of mixing solution are automatically calculated depending on input data (ex. vegetable species and growth period). The solution is also automatically adjusted proportions and EC for precision according to the signal received from sensors. Especially, the controller is installed program allowing automatic mixing solution in real time.

**Key words:** Mixing solution controller, provide solution automatically, safe vegetable.

#### 1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Trong dây chuyền sản xuất rau bằng phương pháp thủy canh thì việc pha trộn các chất thành phần và luôn đảm bảo nồng độ EC dung dịch là khâu quan trọng và

quyết định đến sự thành công của toàn hệ thống. Trên thế giới công nghệ này đã được áp dụng rộng rãi và đạt được nhiều kết quả tốt như mô hình giao diện điều khiển Jack Ross (2001), mô hình Garzoli Keith (2001),

mô hình của Harford Kevin (2001) hay các công trình của Vanachter, Leuven, Allen Cooper. Tuy nhiên, để áp dụng chúng vào điều kiện Việt Nam còn gặp nhiều khó khăn. Do cơ sở hạ tầng của chúng ta còn thiếu và không đồng bộ. Các mô hình trên có chi phí rất lớn, khi nhập khẩu chúng ta phải phụ thuộc vào công nghệ và thiết bị. Gặp nhiều khó khăn trong quá trình vận hành, sửa chữa. Hiện nay trong các hệ thống trồng rau bằng phương pháp thủy canh không dùng đất tại Việt Nam thì việc phối trộn dung dịch thường được làm bằng tay. Vì thế chưa đảm bảo về chất lượng dung dịch cũng như số lượng để phục vụ cho nhiều dây chuyền sản xuất rau. Trước tình hình đó, hệ thống pha chế và cung cấp dung dịch tự động sử dụng trong sản xuất rau tại các nhà lưới có mái che được nghiên cứu, chế tạo. Do mỗi nhà lưới trồng các loại rau khác nhau, ở các thời kỳ sinh trưởng khác nhau cho nên các thông số điều khiển cũng khác nhau. Vì thế bộ điều khiển được kết nối thành mạng và luôn giám sát được trạng thái các thông số điều khiển của toàn hệ thống bằng giao diện giám sát, điều khiển trên máy tính.

## 2. VẬT LIỆU VÀ PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

### 2.1. Vật liệu nghiên cứu

Độ dẫn điện của một dung dịch phụ thuộc tỷ lệ các chất thành phần, nó ảnh hưởng tới sự sinh trưởng và phát triển của cây trồng, đó chính là sự dẫn điện của dung dịch được đo giữa hai điện cực có bề mặt là  $1\text{ cm}^2$  ở khoảng cách  $1\text{ cm}$ , đơn vị tính là  $\text{mS/cm}$  (milisiemen/cm) hoặc được thể hiện bằng đơn vị ppm (parts per million).

Hệ thống trộn và cung cấp dung dịch tự động có sử dụng thiết bị đo độ dẫn điện (*EC60 - MARTINI*) khoảng đo *EC*:  $20.00\text{ mS/cm}$ . Độ phân giải là  $0,01\text{ mS/cm}$  và độ

chính xác  $\pm 2\%$  toàn khoảng đo để kiểm định lại chất lượng dung dịch sau khi trộn và cung cấp tới cây trồng. Cảm biến trọng lượng Loadcell loại *BCL* của tập đoàn CAS với giải đo từ  $1 - 100\text{ kg}$ , chuẩn bảo vệ IP65, chất liệu: anodized aluminum. Để cân định lượng các dung dịch thành phần. Bộ điều khiển sử dụng PLC với CPU313C của hãng Siemens – Đức với phần mềm điều khiển STEP7 và phần mềm thiết kế giao diện điều khiển WinCC cùng hãng.

### 2.2. Phương pháp nghiên cứu

Sử dụng phương pháp nghiên cứu lý thuyết trên cơ sở vận dụng các kết quả nghiên cứu của các công trình trong và ngoài nước để xây dựng hệ thống pha chế cung cấp dung dịch tự động cho hệ thống nhà lưới có diện tích  $200\text{ m}^2$ .

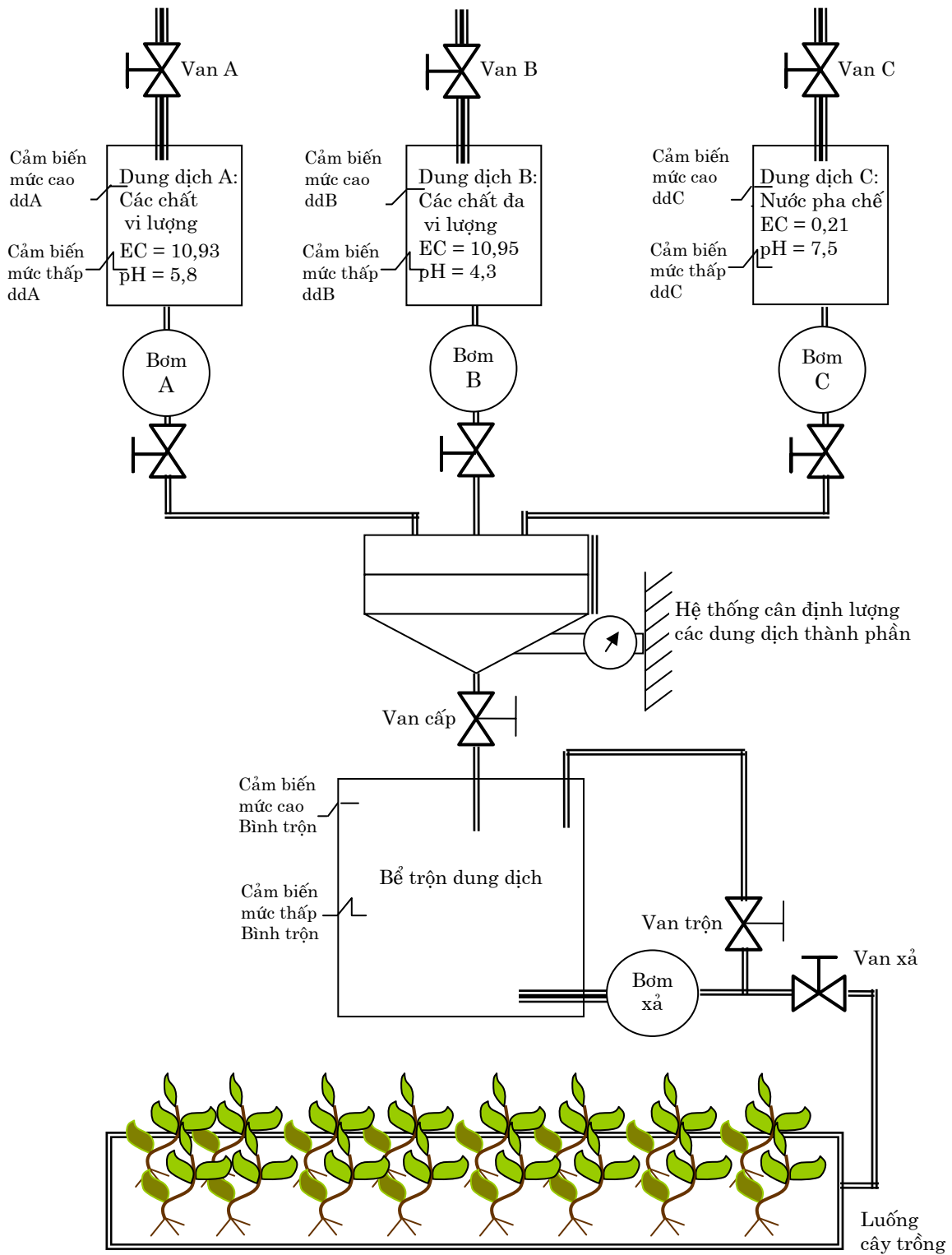
Dựa trên quy trình công nghệ sản xuất rau trong nhà lưới bằng phương pháp thủy canh và các số liệu thống kê từ đó xây dựng bài toán điều khiển.

Phương pháp kiểm nghiệm và hiệu chỉnh chất lượng dung dịch pha trộn bằng cách sử dụng thiết bị đo độ *EC* của hãng MARTINI-RUMANI với độ chính xác  $\pm 2\%$  để kiểm định.

## 3. KẾT QUẢ NGHIÊN CỨU

### 3.1. Yêu cầu công nghệ

Các thông số trong dung dịch trồng rau theo phương pháp thủy canh cần phải kiểm soát chính xác và kịp thời như nhiệt độ dung dịch, tỷ lệ phối trộn, độ pH, độ *EC*... Nếu các thông số này vượt quá giới hạn cho phép sẽ gây ảnh hưởng đến quá trình sinh trưởng và phát triển của cây rau. Sau khi nghiên cứu và theo yêu cầu công nghệ sản xuất rau bằng phương pháp thủy canh không dùng đất mà các chuyên gia nông học đề ra, quy trình công nghệ cho hệ thống pha chế và cung cấp dung dịch tự động được đưa ra (Hình 1).



**Hình 1. Quy trình công nghệ của hệ thống pha chế cung cấp dung dịch tự động cho dây chuyền sản xuất rau bằng phương pháp thủy canh**

Khi vận hành hệ thống, người sử dụng nhập từ bàn phím các thông số như loại cây được tưới và thời gian sinh trưởng hiện tại của loại cây. Khi đó bộ điều khiển sẽ tự động tính toán đưa ra giá trị độ dẫn điện của dung dịch EC chuẩn. Hệ thống gồm ba bình dung dịch thành phần: bình dung dịch các chất vi lượng, bình dung dịch các chất đa vi lượng, bình dung dịch nước pha chế. Các bình này có mực dung dịch luôn được duy trì bằng việc cấp liệu qua các van A, B, C tương ứng. Sau khi bộ điều khiển đưa ra giá trị độ EC mà hệ thống trộn dung dịch cần tạo ra, hệ thống sẽ tự động bật bơm A để bơm dung dịch A xuống hệ thống cân định lượng. Bộ điều khiển sẽ lấy tín hiệu từ cảm biến trọng lượng và so sánh với giá trị chuẩn đặt trước. Khi đủ khối lượng, bơm A dừng lại và mở van cấp để đổ dung dịch từ hệ thống cân định lượng xuống bình trộn cho tới khi không còn dung dịch ở hệ thống cân. Quá trình đó lặp lại đối

với dung dịch B và dung dịch C. Sau khi hoàn thành, hệ thống bắt đầu trộn trong vòng 5 phút bằng cách mở van trộn và bật bơm xả để trộn theo phương pháp bơm hồi lưu. Sau khi trộn thì dung dịch thành phẩm được cung cấp tự động tới hệ thống tưới qua bơm xả, van xả và kết thúc mẻ trộn. Hệ thống tiếp tục làm việc với mẻ trộn với các thông số điều khiển khác.

Pha chế dung dịch cho hệ thống sản xuất rau an toàn bằng phương pháp thủy canh:

- Dung dịch đa vi lượng A với nồng độ EC = 10,93; pH = 5,8
- Dung dịch vi lượng B với nồng độ EC = 10,95; pH = 4,3
- Dung dịch nước pha chế có độ EC = 0,21; pH = 7,5 (Bảng 1).

Các thông số nông học được nhập vào bộ điều khiển làm các giá trị chuẩn trong các bài toán điều khiển.

**Bảng 1. Kết quả phối trộn bằng thực nghiệm**

| Mức (i) | Độ dẫn điện EC (mS/cm) | Dung dịch A (ml) | Dung dịch B (ml) | Nước pha chế (ml) |
|---------|------------------------|------------------|------------------|-------------------|
| 1       | 0,5                    | 05               | 05               | 4050              |
| 2       | 0,6                    | 20               | 20               | 9200              |
| 3       | 0,7                    | 05               | 05               | 4000              |
| 4       | 0,8                    | 05               | 05               | 3000              |
| 5       | 0,9                    | 20               | 20               | 9000              |
| 6       | 1,0                    | 20               | 20               | 8200              |
| 7       | 1,1                    | 20               | 20               | 7300              |
| 8       | 1,2                    | 20               | 20               | 6600              |
| 9       | 1,3                    | 20               | 20               | 6400              |
| 10      | 1,4                    | 20               | 20               | 5700              |
| 11      | 1,5                    | 20               | 20               | 5200              |
| 12      | 1,6                    | 20               | 20               | 4300              |
| 13      | 1,7                    | 20               | 20               | 4000              |
| 14      | 1,8                    | 20               | 20               | 3800              |
| 15      | 1,9                    | 20               | 20               | 3700              |
| 16      | 2,0                    | 20               | 20               | 3500              |
| 17      | 2,1                    | 20               | 20               | 3300              |
| 18      | 2,2                    | 20               | 20               | 3100              |
| 19      | 2,3                    | 20               | 20               | 3000              |
| 20      | 2,4                    | 20               | 20               | 3500              |
| 21      | 2,5                    | 20               | 20               | 3600              |

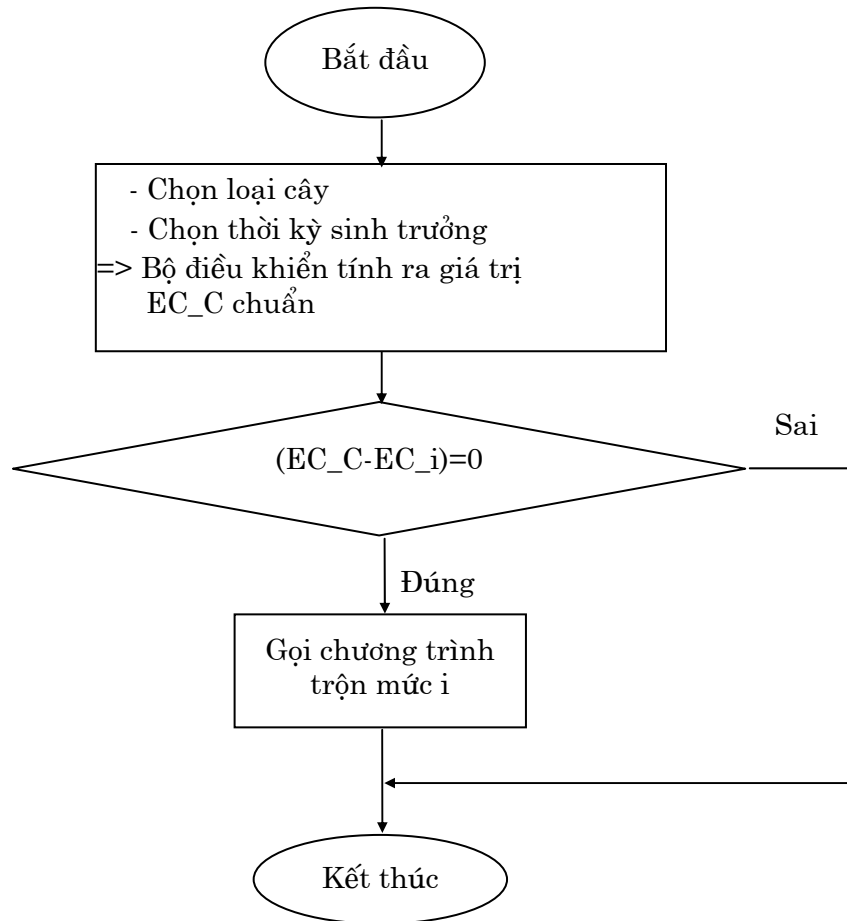
### 3.2. Thuật toán điều khiển

Do hệ thống trộn có thể được dùng để cung cấp cho một hệ thống gồm nhiều nhà lưới với nhiều loại cây và thời kỳ sinh trưởng khác nhau cho nên yêu cầu về nồng độ EC trong các mẻ trộn khác nhau là khác nhau vì thế tùy thuộc vào giá trị EC mà hệ thống sẽ tự động trộn theo các mức khác nhau theo bảng 1 đã cho.

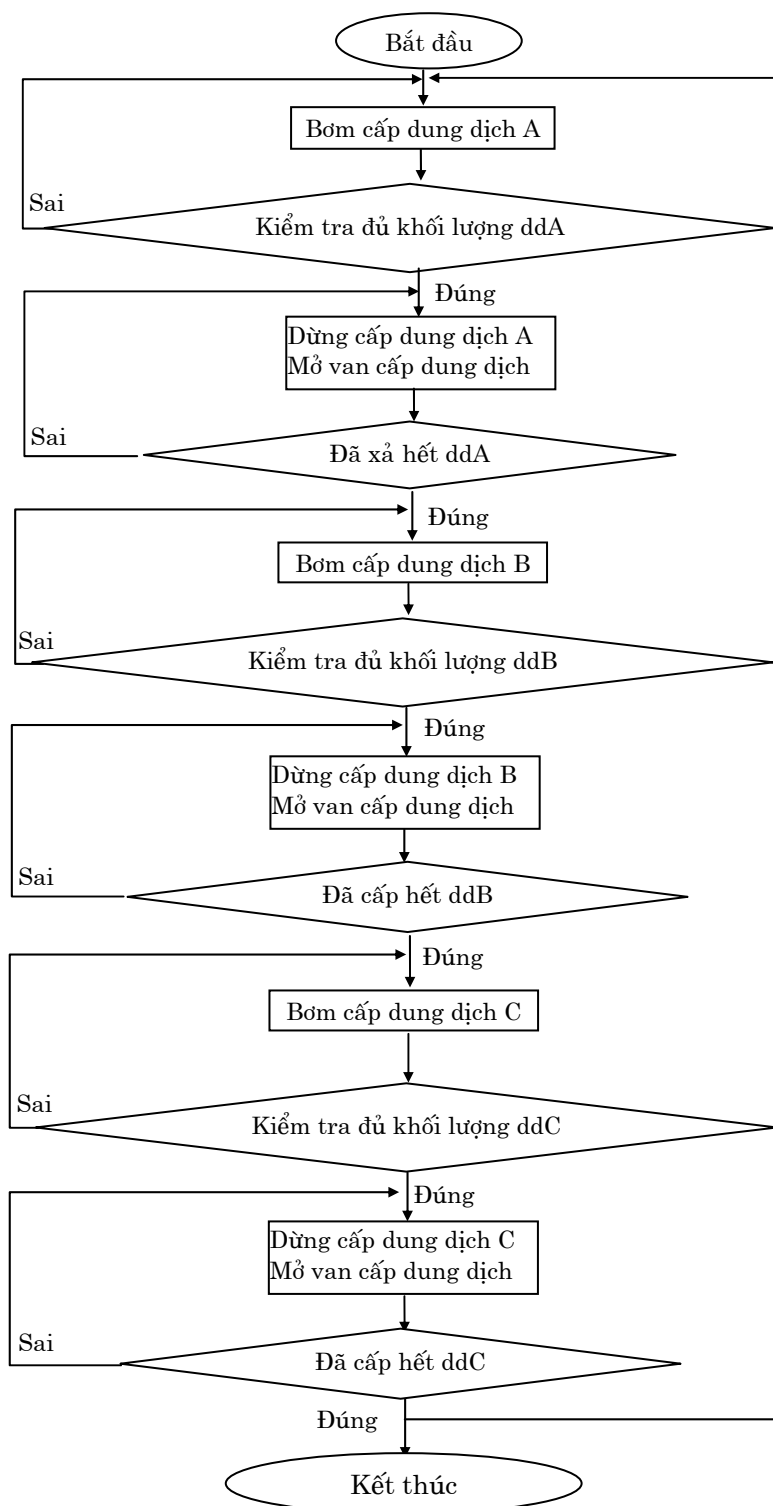
Theo thuật toán lựa chọn chương trình trộn theo nồng độ EC (Hình 2) khi ta nhập loại cây và thời kỳ sinh trưởng của cây thì bộ điều khiển sẽ tự động đưa ra giá trị nồng độ EC chuẩn (EC\_C). Bộ điều khiển sẽ so sánh giữa giá trị EC\_C với giá trị nằm trong bảng giá trị mà các nhà nông học tiến hành trộn

thực nghiệm bằng tay. Khi đó EC\_C ở mức nào thì hệ thống sẽ trộn với các thông số ở mức tương ứng.

Trong hình 3 là thuật toán điều khiển tỷ lệ trộn theo nồng độ EC ở mức mà giá trị EC\_C gần nhất với giá trị EC trong bảng 1. Khi đó hệ thống sẽ lần lượt cân định lượng các dung dịch tương ứng và đổ xuống bình trộn dung dịch. Ban đầu bật bơm A cho tới khi cảm biến khối lượng (Cbkl) đưa về mà bằng với giá trị đặt của dung dịch A ở mức i (KL\_Ai) thì tắt bơm A đồng thời đổ dung dịch xuống bình trộn bằng cách mở van cấp cho tới khi hết dung dịch tại bình cân. Quá trình được lặp lại với dung dịch B và dung dịch C.



Hình 2. Thuật toán lựa chọn chương trình trộn theo nồng độ EC



Hình 3. Thuật toán điều khiển tỷ lệ trộn theo nồng độ EC ở mức thứ i

**3.3. Kết quả và thảo luận**

**3.3.1. Công cụ thực nghiệm (Bảng 2)**

**3.3.2. Phương pháp thực nghiệm**

Sau khi lắp ghép, thiết kế giao diện, lập trình phần mềm và cho vận hành hệ thống.

Với bài toán điều khiển, tỷ lệ trộn theo nồng độ EC. Trong quá trình hệ thống chạy, cần tách lượng dung dịch từ 3 bình dung dịch thành phần bơm xuống để cân lại. Tiếp theo dùng phần dung dịch thu được đem trộn và sử dụng thiết bị đo độ dẫn điện (EC60 -MARTINI) khoảng đo EC: 20.00 mS/cm. Độ phân giải là

0,01 mS/cm và độ chính xác 2% toàn khoảng đo để kiểm định lại chất lượng dung dịch sau khi trộn và cung cấp tới cây trồng.

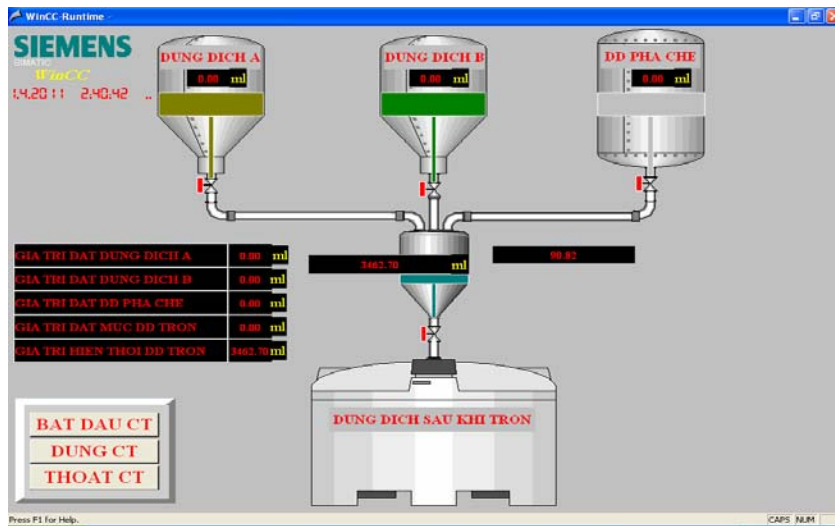
**3.3.3. Kết quả thực nghiệm**

*Giao diện điều khiển (Hình 4)*

Khi sử dụng giao diện người sử dụng cần kích hoạt chương trình bằng các nút bấm chức năng. Sau đó tại cửa sổ nhập dữ liệu cần nhập loại cây và thời gian sinh trưởng. Trên giao diện sẽ hiển thị giá trị trọng lượng của các dung dịch thành phần. Thông qua giao diện, có thể giám sát, điều khiển các cơ cấu chấp hành.

**Bảng 2. Thiết bị khảo nghiệm**

| TT | Tên thiết bị                           | Thông số   | Xuất xứ    | Số lượng |
|----|--|--|------------|----------|
| 1  | Bình chứa dd thành phần                | Bình inox 80 lít   | Việt Nam   | 03       |
| 2  | Bình khuấy trộn                        | Bình inox 500 lít  | Việt Nam   | 01       |
| 3  | Van điện Uni-D(UD-8)                   | 220V-AC, 50Hz, P <sub>max</sub> = 0.7Mpa, 1/4"   | Trung Quốc | 03       |
| 4  | Bơm dung dịch AP1200                   | 220V-AC, 50Hz, 8.5W H = 1m, 1200 l/h   | Trung Quốc | 03       |
| 5  | Bơm dung dịch sau trộn RS-9900         | 220V-AC, 50Hz, 30W, H = 2m, 2300l/h  | Trung Quốc | 01       |
| 6  | Cảm biến loadcell BCL của tập đoàn CAS | Trọng tải 0 – 100kg  | Trung Quốc | 01       |
| 7  | Hệ thống bình cân định lượng           | Dung tích 100 lít  | Việt Nam   | 01       |
| 8  | Bộ ống nhựa PVC                        | Φ21, Φ34   | Việt Nam   | 01       |
| 9  | Bộ điều khiển PLC CPU313C              | 313-5BE00-0AB0 DI8 DC 24V AI5/ AO2 x 12bits  | Đức        | 01       |
| 10 | Máy tính kết nối giao diện             | CPU 2.40GHz RAM 248MB  | Trung Quốc | 01       |
| 11 | Bộ cáp nối, dây dẫn điện               | V2.5   | Việt Nam   | 01       |
| 12 | Động cơ khuấy trộn                     | 12V –DC, 15W   | Nhật Bản   | 01       |
| 13 | Cảm biến mức                           | VS2  | Nhật Bản   | 04       |
| 14 | Cảm biến độ EC (EC60 -MARTINI)         | Khoảng đo EC: 20.00 mS/cm. Độ phân giải: 0,01 mS/cm. Độ chính xác: ± 2% toàn khoảng đo | Rumani     | 01       |



**Hình 4. Kết quả vận hành giao diện điều khiển hệ thống pha trộn cung cấp dung dịch tự động**



**Hình 5. Hệ thống pha chế và cung cấp dung dịch tự động sử dụng trong sản xuất rau tại các nhà lưới có mái che**



**Hình 6 Bộ điều khiển hệ thống**

**Bảng 3. Kết quả khảo nghiệm hệ thống**

| Mức<br>(i) | Độ dẫn điện EC chuẩn<br>(mS/cm)<br>(EC_C) | Dung dịch A<br>(l) | Dung dịch B<br>(l) | Nước pha chế<br>(ml) | Độ dẫn điện<br>EC sau khi trộn<br>(mS/cm)<br>(EC_C) | Sai số<br>(%) |
|------------|---|--------------------|--------------------|----------------------|---|---------------|
| 1          | 0,5                                       | 5,20               | 4,80               | 4020                 | 0,48  | 4             |
| 2          | 0,6                                       | 20,2               | 19,8               | 9000                 | 0,57  | 5             |
| 3          | 0,7                                       | 5,10               | 5,30               | 3050                 | 0,68  | 3             |
| 4          | 0,8                                       | 4,80               | 5,10               | 3020                 | 0,79  | 2             |
| 5          | 0,9                                       | 19,7               | 19,6               | 9020                 | 0,88  | 3             |
| 6          | 1,0                                       | 20,2               | 20,1               | 8160                 | 1,04  | 4             |
| 7          | 1,1                                       | 20,1               | 20,3               | 7305                 | 1,15  | 5             |
| 8          | 1,2                                       | 20,3               | 19,8               | 6650                 | 1,22  | 2             |
| 9          | 1,3                                       | 20,1               | 20,3               | 6200                 | 1,25  | 4             |
| 10         | 1,4                                       | 20,3               | 20,2               | 5608                 | 1,45  | 4             |
| 11         | 1,5                                       | 20,1               | 20,3               | 5100                 | 1,54  | 3             |
| 12         | 1,6                                       | 19,6               | 20,2               | 4200                 | 1,58  | 2             |
| 13         | 1,7                                       | 20,1               | 20,3               | 4060                 | 1,69  | 1             |
| 14         | 1,8                                       | 20,0               | 20,1               | 3850                 | 1,85  | 3             |
| 15         | 1,9                                       | 19,2               | 20,0               | 3780                 | 1,86  | 2             |
| 16         | 2,0                                       | 20,6               | 19,5               | 3600                 | 2,10  | 5             |
| 17         | 2,1                                       | 20,0               | 20,3               | 3405                 | 2,16  | 3             |
| 18         | 2,2                                       | 19,7               | 20,1               | 3180                 | 2,25  | 3             |
| 19         | 2,3                                       | 19,8               | 20,0               | 3050                 | 2,26  | 2             |
| 20         | 2,4                                       | 20,3               | 20,2               | 3560                 | 2,35  | 3             |
| 21         | 2,5                                       | 20,5               | 20,3               | 3690                 | 2,58  | 4             |



Kết quả thu được sau khi chạy hệ thống được kiểm chứng với thiết bị đo độ *EC* do MARTINI của Numani sản xuất độ chính xác là:  $\pm 2\%$  toàn khoảng đo cho thấy: mô hình có các thông số đã đảm bảo với yêu cầu công nghệ. Nồng độ *EC* nằm trong khoảng cho phép mà cây trồng vẫn sinh trưởng và phát triển tốt. Tuy nhiên độ sai lệch giữa các mức còn tương đối cao do khi phối trộn hệ thống đã sử dụng đóng cắt các bơm tương ứng. Để giảm sai lệch, cần phát triển theo hướng sử dụng cảm biến độ *EC* trực tiếp vào dung dịch bình trộn để kịp thời thay đổi tỷ lệ trộn các dung dịch thành phần để giảm sai lệch giữa các mức.

#### 4. KẾT LUẬN

Thông qua việc chạy hệ thống pha chế và cung cấp dung dịch tự động sử dụng trong sản xuất rau tại các nhà lưới có mái che cho ta thấy hệ thống giám sát, điều khiển các thông số trong quá trình trộn dung dịch tự động làm việc ổn định. Chất lượng dung dịch với nồng độ *EC* có sai lệch so với giá trị chuẩn nhỏ hơn 5% và nằm trong giới hạn cho phép. Các thông số chuẩn có thể dễ dàng cài đặt và thay đổi trên giao diện HMI thân thiện với người dùng. Quá trình sử dụng giao diện điều khiển đơn giản, linh kiện có sẵn trên thị trường Việt Nam. Với kết quả ban đầu của bộ giám sát, điều khiển các thông số của hệ thống trộn và cung cấp dung dịch tự động

cho phép ta làm chủ được công nghệ và thay thế dần các bộ giám sát điều khiển nhập khẩu đắt tiền. Có thể đưa vào ứng dụng trong thực tế sản xuất rau của Việt Nam hiện nay.

#### TÀI LIỆU THAM KHẢO

- Jack Ross (2001). The world of orchids: 122 – 123. Casper publication Ply Ltd. PO Box 225, Narrabeen. NSW 2101, Australia.
- Garzoli Keith (2001). Greenhouse climate control. Practical Hydroponics & Greenhouses. Issue 61, November /December 2001:57-63.
- Harford Kevin (2001). National Centre for Greenhouse Horticulture. Practical Hydroponics & Greenhouses. Issue 61, November/December 2001: 46 - 54.
- Vanachter A., K.U (1995). Development of oospidium and pythium in the nutrient solutions of NFT grown lettuce, and possible control methods. [http://www.actahort.org/books/382/382\\_21.htm](http://www.actahort.org/books/382/382_21.htm).
- Allen Cooper (2002). The ABC of NFT, Nutrient Film Technique: The World's first method of Crop Production without a solid rooting medium. <http://www.strainguide.org/grow-books/the-abc-of-nft-nutrient-film-technique-the-worlds-first-method-of-crop-production-without-a-solid-rooting-medium>.