



**CẢM BIẾN ĐO ĐỘ DẪN ĐIỆN**

# BÁO CÁO NGHIÊN CỨU

Giang Trương

## I. Chỉ số TDS và EC trong dung dịch thủy canh

TDS (Total Dissolved Solids): Tổng lượng chất rắn hoà tan là tổng lượng chất rắn có trong một dung dịch.

Đơn vị tính TDS là: ppm

EC (Electrical Conductivity): Độ dẫn điện được định nghĩa là là khả năng của một môi trường cho phép sự di chuyển của các hạt điện tích qua nó, khi có lực tác động vào các hạt. Dòng điện di chuyển qua nước có sự hiện diện của muối với nồng độ cao (EC cao), và dòng điện bị giới hạn bởi nước tinh khiết (EC thấp).

Đơn vị tính EC là: microSiemens ( $\mu\text{S}$ ) và milliSiemens (mS); 1000 microSiemens ( $\mu\text{S}$ )= 1 milliSiemen (mS).

Mối quan hệ giữa EC và TDS:

- Tổng lượng chất rắn hòa tan tỉ lệ thuận với độ dẫn điện của nó, vì vậy lượng chất rắn cao độ dẫn điện sẽ cao. Khi các muối hoà tan trong nước chúng trở thành các "ion" mang điện tích âm, dương nên chúng có khả năng dẫn điện.

- Mặc dù có một mối tương quan giữa EC và TDS nhưng chúng không giống nhau. TDS và EC là 2 tham số riêng biệt. TDS là tổng lượng chất rắn hoà tan trong nước. EC là khả năng của các chất có thể gây ra dòng điện.

- Chúng ta có thể tính TDS dựa trên độ dẫn của nước vì các nguyên tử Hydrogen và Oxygen trong  $\text{H}_2\text{O}$  hầu hết không mang điện. Giá trị EC của hầu hết các kim loại, chất khoáng và muối sẽ mang điện. Máy sẽ đo giá trị EC này và chuyển đổi sang giá trị TDS. Vì các kim loại, chất khoáng và muối khác nhau sẽ dẫn điện ít hay nhiều hơn, nên các hệ số chuyển đổi khác nhau sẽ được sử dụng.

- EC cho biết muối hòa tan nhiều như thế nào trong dung dịch. Đó là lý do tại sao EC liên quan đến TDS (total dissolved solids) hoặc là độ mặn (lượng muối trong dung dịch). Biết được mức EC sẽ giúp ích cho việc sản xuất và giám sát dinh dưỡng đầu vào. Độ ẩm ở đất có lượng muối cao sẽ không di chuyển vào rễ cây, gây ra các triệu chứng hạn thậm chí khi có nhiều nước.

Quy đổi đơn vị: Tùy thuộc vào quy định của từng khu vực

- USA 1 ms/cm (EC 1.0 or CF 10) = 500 ppm

- European 1 ms/cm (EC 1.0 or CF 10) = 640 ppm

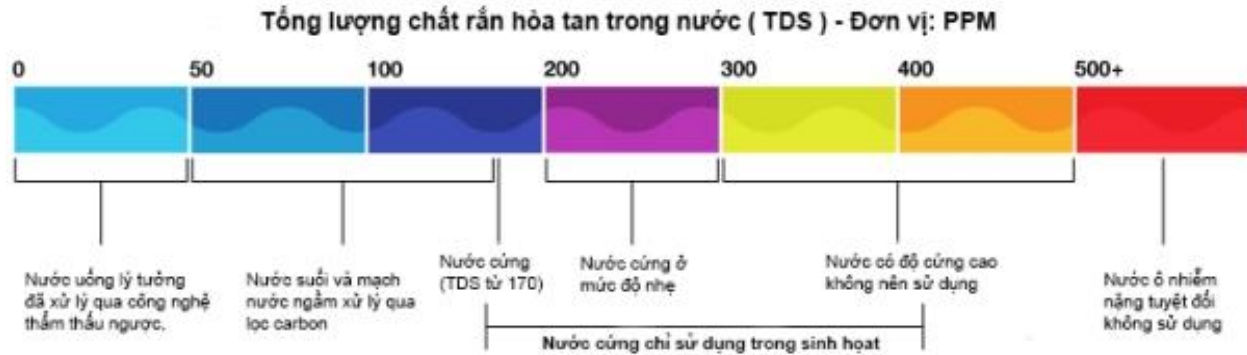
- Australian 1 ms/cm (EC 1.0 or CF 10) = 700 ppm

Ví dụ với các loại dụng cụ đo khác nhau:

- Hanna, Milwaukee 1 ms/cm (EC 1.0 or CF 10) = 500 ppm

- Eutech 1 ms/cm (EC 1.0 or CF 10) = 640 ppm

- Truncheon 1 ms/cm (EC 1.0 or CF 10) = 700 ppm



## II. EC sensors

### 1) Đầu dò



Độ chính xác của vật liệu làm đầu dò quyết định đến độ chính xác của cảm biến. Khoảng cách của 2 cực đầu dò ảnh hưởng đến độ chính xác của kết quả, ở đây chúng ta sử dụng đầu dò có khoảng cách cực là 2,54mm, độ dài dây là 80cm.

### 2) Các thông số

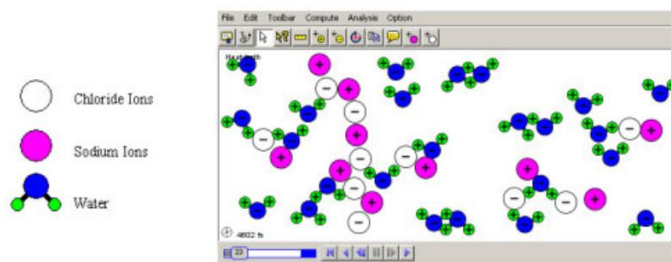
- Điện áp hoạt động: +5.00 V
- Dải đo: 1ms / cm - 20ms / cm
- Nhiệt độ hoạt động: 5 - 40 °C
- Độ chính xác:  $\leq \pm 10\%$  F.S (sử dụng Arduino 10 bits ADC)
- Giao diện PH2.0 (pin 3 chân)
- Điện cực dẫn điện (Điện cực không đổi K = 1, đầu nối BNC)
- Chiều dài cáp điện cực: khoảng 60cm (23,62 ")

### 3) Ý tưởng

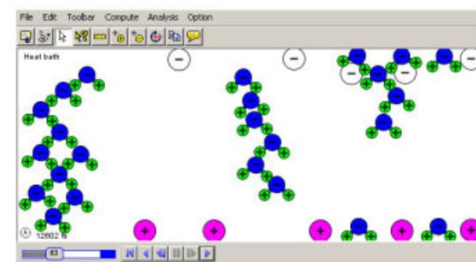
Trước khi thực hiện làm mạch chúng ta sẽ lên ý tưởng cho cách để đo được độ dẫn điện của nước. Trước hết cần tìm hiểu về độ dẫn điện là gì? Độ dẫn điện liên quan đến những vấn đề nào? Độ dẫn điện là khả năng của một môi trường cho phép sự di chuyển của các hạt điện tích qua nó, khi có lực tác động vào các hạt, ví dụ như lực tĩnh điện của điện trường. Sự di chuyển có thể tạo thành dòng điện. Cơ chế của chuyển động này tùy thuộc vào vật chất.

Vì để đo một đại lượng vật lý chúng ta sẽ liên quan đến đại lượng điện, qua tìm hiểu thì độ dẫn điện sẽ liên quan đến điện trở, độ dẫn điện cao thì điện trở thấp và ngược lại. Vì thế để đo độ dẫn điện, khi làm mạch chúng ta sẽ dùng một điện trở và sau khi tính toán sẽ xuất ra giá trị độ dẫn điện môi trường cần đo.

Nếu EC / PPM chỉ đo lường độ dẫn điện (hoặc điện trở) thì tại sao không sử dụng đồng hồ đo điện áp / ohm trực tiếp? Bởi vì chúng vượt qua dòng điện qua các đầu dò và bạn không thể đo độ dẫn điện của muối với dòng điện DC vì nó sẽ tách các phân tử ra xa, và vì các phân tử là những gì dẫn điện nên bạn sẽ có được sự thay đổi liên tục. Khắc phục điều này bằng cách sử dụng tín hiệu AC. Nếu tần số đủ cao ( $> 1\text{kHz}$ ) các phân tử không có thời gian để di chuyển ra ngoài trước khi chúng được kéo theo hướng ngược lại.



AC Molecular Workbench model



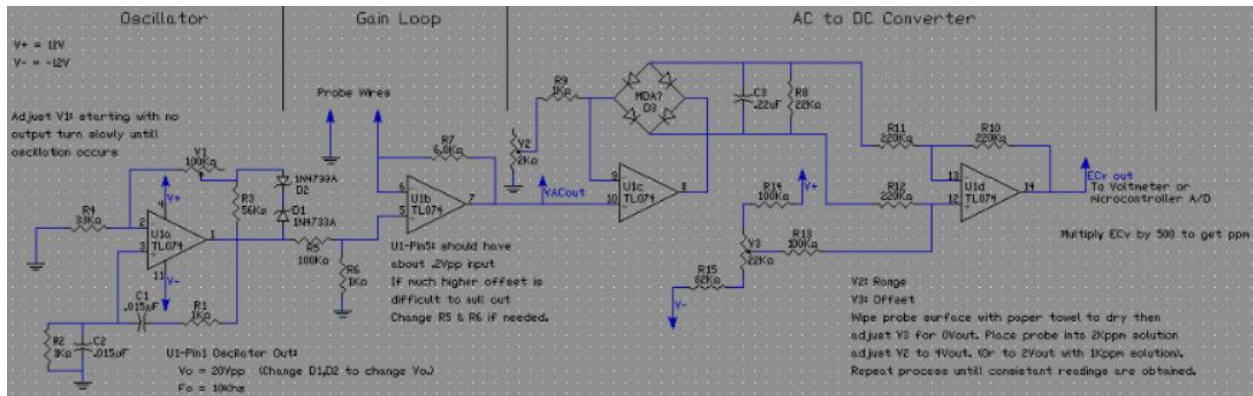
DC Molecular Workbench model

### 4) Nguyên lý và cấu tạo

Có ba phần chính cho mạch. Bộ dao động sóng sin, vòng lặp thu được và bộ chuyển đổi AC sang DC.

Sử dụng một tín hiệu AC để đo độ dẫn của muối, do đó nhận ra sự cần thiết cho các dao động để tạo ra một sóng sin sạch. Mạch dao động được sử dụng ở đây là thiết kế cầu Wein rất phổ biến.

The Gain Loop: Để đo độ dẫn, xem nó như một điện trở không xác định. Đầu dò tạo nên một chân của bộ chia điện áp trên vòng lặp của op-amps. Vì vậy, miễn là không có độ dẫn giữa các đầu dò, đầu ra của op-amp sẽ bằng bất cứ điều gì là trên đầu vào + pin 5v.



Nguyên lý hoạt động: Trước hết, hãy mở sơ đồ và tìm chip U3B. Nó bao gồm mạch thu nhỏ ngược lại. Chức năng truyền là

$$V_o = R7 / R * V_i$$

là một kháng phản hồi và giá trị của nó là hằng số theo sơ đồ. R là điện trở khi điện cực được chèn vào dung dịch nước. Giá trị của nó liên quan đến độ dẫn điện của dung dịch nước.  $R7 / R$  được gọi là phóng đại. Khi R được thay đổi, độ phóng đại cũng thay đổi, do đó  $V_o$  thay đổi. Vì vậy  $V_o$  có liên quan đến R.

Định nghĩa của điện trở:  $R = \rho \frac{L}{A}$

$\rho$  là điện trở suất; L là chiều dài của phần tử điện trở; A là mặt cắt ngang của điện trở.

Đối với điện cực dẫn điện, L là khoảng cách giữa hai tờ dẫn điện, A là diện tích của tấm dẫn điện.

Theo như ý tưởng thì R là điện trở của dung dịch cần đo, vậy theo như công thức trên  $V_o$  sẽ tỉ lệ nghịch với R, do đó  $V_o$  sẽ tỉ lệ thuận với độ dẫn điện của dung dịch. Từ đó chúng ta sẽ dùng  $V_o$  để tính toán.

### 5) Vấn đề gặp phải

Độ chính xác: độ chính xác sẽ dựa vào vật liệu làm đầu dò, tốt nhất là vàng nhưng chi phí cao. Khoảng cách sẽ 2 cực đầu dò cũng ảnh hưởng đến độ chính xác của kết quả. Những bộ khuếch đại trong mạch cũng là vấn đề cần được xem xét khi nó ảnh hưởng lớn đến độ chính xác.

Khả năng thương mại: Việc làm một thiết bị để đo độ dẫn điện trong phòng thí nghiệm cho đến một thiết bị bán ra thị trường nó rất xa. Ảnh hưởng đến độ chính xác, giá thành, khả năng làm việc cũng như độ bền của thiết bị, vì vậy để

đưa sản phẩm EC meter mà mình nghiên cứu trong báo cáo này đưa vào thương mại thì cần được sự nghiên cứu lại của cả team.

Sự cần thiết của EC meter: Cần thiết trong trồng rau sạch, nuôi trồng thủy sản, ảnh hưởng đến chất lượng sản phẩm.

#### **6) *Đánh giá bản thân***

Tích cực: Đã tìm hiểu được về cách đo độ dẫn điện, công thức tính, sự quan trọng của EC meter, áp dụng những kiến thức về điện tử như mạch khuếch đại, hiểu được bản chất độ dẫn điện để chuyển đổi được đại lượng tự nhiên là độ dẫn điện của dung dịch sang điện trở (đại lượng điện).

Tiêu cực: Có thể độ chính xác không cao khi thực hiện hardware, khả năng đọc tài liệu tiếng anh còn hạn chế.

#### **7) *Mục tiêu***

Kết thúc tuần đầu thực tập tại Công ty CloudFERMI, em cảm ơn anh Cường đã tận tình chỉ bảo hướng nghiên cứu cũng như là cách nhìn nhận một vấn đề. Mục tiêu tuần 2 là thực hiện phần hardware của cảm biến, test cảm biến và bắt đầu kết hợp với những cảm biến của các thành viên trong team Sensor.

***End***