

THIẾT KẾ CẢM BIẾN ĐỘ MẶN CỦA NƯỚC DÙNG SÓNG SIÊU ÂM

BÙI THU CAO

*Khoa Công nghệ Điện tử, Trường Đại học Công nghiệp Thành phố Hồ Chí Minh,
buihucao@iuh.edu.vn*

Tóm tắt. Thiết bị đo độ độ mặn online cho môi trường nước là một trong những thiết bị rất quan trọng trong việc giám sát và quản lý môi trường nước cho các trang trại nuôi trồng thủy hải sản. Yếu điểm của các thiết bị đo độ mặn hiện đang được dùng hiện nay trên thị trường là sử dụng phương pháp tiếp xúc trực tiếp qua màng trao đổi ion với môi trường nước thông qua các điện cực cảm biến. Với phương pháp này, theo thời gian, các điện cực sẽ bị bám màng bẩn và bị ăn mòn điện cực gây ra sai số lớn cho phép đo. Để khắc phục nhược điểm này, chúng tôi đề xuất một phương pháp hiệu quả hơn để đo độ mặn nước. Phương pháp đề nghị sử dụng cảm biến siêu âm để đo độ cao của phao nổi lên mặt nước, từ đó dùng định luật Archimedes để nội suy ra độ mặn. Phương pháp này có đặc điểm là điện cực cảm biến không tiếp xúc trực tiếp với môi trường nước, không bị ăn mòn điện cực, không bị ảnh hưởng bởi cặn bám của môi trường nên có độ bền và độ chính xác cao.

Từ khóa. Độ mặn; sóng siêu âm.

THE DESIGN OF THE WATER SALINITY SENSOR USING ULTRASONIC WAVES

Abstract. Online salinity meter for water environment is one of the most important equipment in monitoring and managing the water environment for aquaculture farms. The weakness of salinity meters currently used in the market is the use of direct contact via ion exchange membranes to the water environment through sensor electrodes. With this method, over time, the electrodes will become dirty and corroded the electrode causing a large measurement error. To overcome this drawback, we propose a more efficient method to measure water salinity. The proposed method uses an ultrasonic sensor to measure the height of the buoy that floats to the surface of the water, thereby using Archimedes's law to interpolate the water salinity. This method has a characteristic that the sensor electrode does not contact directly with the water environment. Therefore, designed salinity sensor will not be corroded the electrode, unaffected by fouling from water environmental, so it has high durability and accuracy.

Keywords. Salinity; Ultrasonic wave.

1 GIỚI THIỆU

Trong việc nuôi trồng thủy sản để cho năng suất cao và hiệu quả thì việc giám sát các thông số môi trường nước là vô cùng quan trọng. Một trong những thông số quan trọng đó là độ mặn của nước. Độ mặn của nước ảnh hưởng rất lớn đến quá trình sinh trưởng và năng suất của hầu hết các loại thủy, hải sản nước lợ và nước mặn. Hiện nay có ba cách xác định độ mặn phổ biến như [1] và [2]:

1.1 Phương pháp tỷ trọng kế (Hydrometer)

Tỷ trọng là tỷ số của trọng lượng riêng chất cần đo và trọng lượng riêng của nước. Độ mặn được đo bằng cách đo sự thay đổi của tỷ trọng nước không có muối và tỷ trọng của nước khi được hòa tan muối. Độ mặn: được định nghĩa là khối lượng muối được hòa tan trong 1 kg nước biển. Tỷ trọng: được định nghĩa là tỉ số giữa tỉ trọng của dung dịch (tại nhiệt độ nhất định) trên tỉ trọng của nước tinh khiết (tại nhiệt độ nhất định). Tỷ trọng phụ thuộc vào nhiệt độ, vì vậy muốn kết quả đo tỉ trọng đúng thì nhiệt độ phải đúng. Vậy từ tỷ trọng của muối trong dung dịch nước ta có thể nội suy ra độ mặn của nước.



Hình 1. Thiết bị đo độ mặn bằng phương pháp đo tỷ trọng

1.2 Phương pháp khúc xạ kế (Refractometer)

Chiết suất của nước liên quan đến nồng độ vật chất trong môi trường nước. Khi muối được hòa tan vào môi trường nước sẽ làm thay đổi nồng độ vật chất, dẫn đến thay đổi về chiết suất của môi trường nước. Mà chiết suất lại liên quan đến hệ số khúc xạ của môi trường nước. Sóng ánh sáng truyền qua các môi trường có chiết suất khác nhau sẽ có sự thay đổi phương truyền của tia sáng. Lợi dụng tính chất này, người ta thiết kế máy đo độ mặn bằng phương pháp khúc xạ kế, như được thể hiện trong [3].



Hình 2. Thiết bị đo độ mặn bằng phương pháp khúc xạ kế

1.3 Phương pháp độ dẫn điện (Electrical Conductivity)



Hình 3. Máy đo độ dẫn EC170 của hãng EXTECH

Dựa trên phương pháp đo độ dẫn điện (EC) của dung dịch. Muối trong dung dịch chủ yếu tồn tại ở 2 dạng ion Sodium (Na^+) và ion Chloride (Cl^-). Khi số lượng ion Sodium và ion Chloride tăng lên, độ dẫn điện của dung dịch cũng tăng lên tương ứng với độ tăng của nồng độ muối. Sử dụng nguyên lý này, độ mặn được xác định bằng cách tính toán độ dẫn điện của môi trường qua mang trao đổi ion. Nó còn được gọi là phương pháp đo kỹ thuật số, như được thể hiện trong [4]. Phương pháp EC được khuyến nghị sử dụng

trong đo độ mặn trong nông nghiệp, như được minh họa qua thiết bị đo EC170.

1.4 Phương pháp điện cực không tiếp xúc

Phương pháp này dựa trên việc đo hằng số điện môi của nước lợ bằng việc đo suy hao công suất của sóng radio truyền dẫn qua hai điện cực đặt trong môi trường nước lợ, như Hình 4. Phương pháp này có điểm mạnh là điện cực đo không tiếp xúc trực tiếp với môi trường nước nên có khả năng đo online với độ chính xác và độ bền rất cao khi so sánh với các phương pháp đo online khác, như thể hiện trong [5]. Tuy nhiên, điểm hạn chế của phương pháp điện cực không tiếp xúc là sử dụng sóng radio ở tần số 315MHz rất dễ bị nhiễu của môi trường ngoài. Trong thực tế khi lắp đặt tại các trang trại nuôi trồng thủy sản, sẽ có rất nhiều các thiết bị máy móc được sử dụng trên ao nuôi như: máy bơm, quạt đảo nước công suất lớn và máy sục khí với công suất lớn. Chính những thiết bị này đặt gần máy đo gây nhiễu tán xạ tín hiệu cho thiết bị đo.



Hình 4. Cảm biến điện cực không tiếp xúc

1.5 Nhận xét chung

Các phương pháp tỷ trọng kế và khúc xạ kế sử dụng thao tác nhân công để đo độ mặn. Điều này rất bất tiện khi giám sát các thông số môi trường trong các điều kiện nắng mưa hay trời tối. Với phương pháp độ dẫn điện, việc đo thực hiện qua tiếp xúc trực tiếp của điện cực đo qua màng trao đổi ion với môi trường nước. Phương pháp này có nhược điểm là nếu sử dụng đo online trong môi trường nước, theo thời gian các điện cực sẽ bị oxy hóa, bám bẩn, đóng váng từ môi trường. Điều này sẽ gây ra sai số lớn cho phép đo, ảnh hưởng đến chất lượng của hệ thống giám sát môi trường. Trong khi với phương pháp điện cực không tiếp xúc, tuy có ưu điểm hơn các phương pháp trước đó, sử dụng sóng RF ở tần số 315MHz để đo hằng số điện môi, từ đó nội suy ra độ mặn của nước. Phương pháp này tuy có ưu điểm đầu đo không tiếp xúc trực tiếp với môi trường nước nên rất bền theo thời gian. Tuy nhiên, khi ứng dụng phương pháp này trong môi trường công nghiệp, như ao nuôi tôm có nhiều thiết bị công nghiệp như máy bơm, quạt đảo nước, máy sục khí, thì bị ảnh hưởng nhiều của nhiễu điện gây ra sai số lớn cho phép đo.

Để khắc phục nhược điểm này, nhóm nghiên cứu đề xuất đo độ mặn bằng phương pháp sử dụng cảm biến siêu âm. Phương pháp này sử dụng nguyên lý đo suy hao công suất lan truyền của sóng siêu âm để đo khoảng cách độ cao nổi trên mặt nước của phao, từ đó nội suy ra độ mặn của nước. Do đặc điểm sóng siêu âm có tần số thấp vài chục KHz nên không bị ảnh hưởng của nhiễu tán xạ sóng radio trong quá trình đo, dẫn đến không gây sai số cho phép đo.

2 PHƯƠNG PHÁP ĐỀ NGHỊ

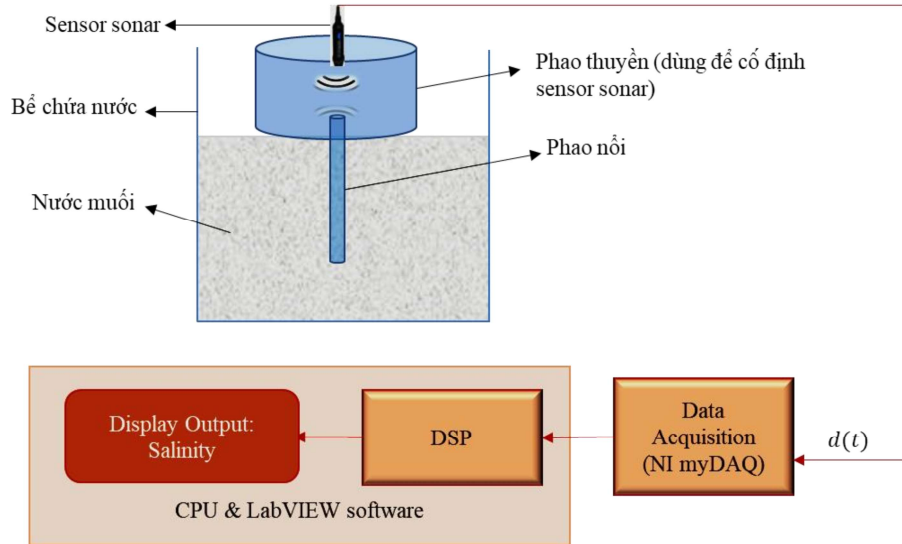
2.1 Mô hình đề nghị cho thiết bị đo độ mặn bằng cảm biến siêu âm

Hệ thống đo độ mặn bằng sóng siêu âm được đề nghị được thể hiện ở Hình 5. Một bể chứa nước muối hình trụ, có đường kính 102cm và chiều cao 77cm, được sử dụng cho thực nghiệm. Phao thuyền dùng xốp rất nhẹ, có kích thước 60cmx60cmx10cm. Phao thuyền được dùng để cố định vị trí của cảm biến siêu âm so với mặt nước. Một phao nổi bằng nhựa silicone, di động theo phương thẳng đứng đồng trục với cảm biến siêu âm. Độ di chuyển của phao nổi tỷ lệ với tỷ trọng của muối trong nước. Phao nổi được cố định vị trí trên mặt phẳng ngang, ở giữa phao thuyền.

Bên cạnh đó hệ thống còn được thiết kế thêm bộ chuyên đổi thu thập dữ liệu số Data Acquisition, NI my DAQ, để thu thập dữ liệu cảm biến từ siêu âm đưa đến bộ xử lý số DSP để phân tích và tính toán giá trị độ mặn. Việc xử lý DSP và hiển thị kết quả được thực hiện trên máy tính với phần mềm LabView. Nguyên lý đo độ mặn như sau:

- Độ mặn của muối trong dung dịch làm thay đổi tỷ trọng của dung dịch trong bể. Dưới tác động của lực đẩy Archimedes làm cho phao nổi trôi lên mặt nước.
- Cảm biến siêu âm sẽ dò tìm khoảng cách của đầu phao nổi với đầu cảm biến và truyền dữ liệu ngõ ra dạng analog
- Dữ liệu ngõ ra bộ cảm biến siêu âm được thu nhận bởi module IN MyDAQ truyền về máy tính để phân tích xử lý

Máy tính với phần mềm LabVIEW phân tích và xử lý dữ liệu thu hiển thị dạng sóng và giá trị độ mặn đo được.



Hình 5. Sơ đồ khối phần cứng của hệ thống máy đo độ mặn dùng cảm biến siêu âm

2.2 Nguyên lý thiết kế

Gọi m_s là khối lượng của muối hoàn tan trong dung dịch và V_{sol} là thể tích của dung dịch. Độ mặn S của nước muối được tính bởi (1),

$$S = \frac{m_s}{V_{sol}} \quad (1)$$

Gọi D_w là khối lượng riêng của nước $1000\text{kg}/\text{m}^3$, vậy khối lượng riêng của dung dịch là,

$$D_{sol} = D_w + S \quad (2)$$

Ta chọn phao hình trụ, có bán kính là R , chiều cao của phao là h_f và khối lượng riêng là D_f . Giả sử ta thả phao trong bể nước, chiều cao của phao chìm trong nước là h_{f_sink} . Khi thả phao trong bể nước, theo định luật Acsimet để phao nổi thì khối lượng riêng của phao phải nhỏ hơn khối lượng riêng của nước. Vậy chọn vật liệu làm phao là nhựa, sao cho khối lượng riêng của phao nhỏ hơn khối lượng riêng của nước.

Gọi m_f là khối lượng của phao và $m_{w_f_sink}$ là khối lượng phần thể tích mà phao chiếm chỗ trong bể nước muối. Khi phao cân bằng trong bể nước muối, ta có phương trình cân bằng trọng lượng như sau,

$$m_f = m_{w_f_sink} \quad (3)$$

$$\pi R^2 h_f D_f = \pi R^2 h_{f_sink} D_{sol} \quad (4)$$

$$\pi R^2 h_f D_f = \pi R^2 h_{f_sink} (D_w + S) \quad (5)$$

$$S = \frac{h_f D_f}{h_{f_sink}} - D_w \quad (6)$$

$$S = \frac{h_f D_f}{h_{f_sink}} - D_w \quad (7)$$

Gọi $h_{0_f_sink}$ là chiều cao của phần phao chìm trong nước khi độ mặn $S = 0$. Khi ta hòa muối vào bể nước thì độ mặn tăng lên và hệ quả làm phao nổi dần lên mặt nước. Gọi phần chiều cao của phao nổi lên mặt nước do có muối được hòa tan trong bể là Δh_f , ta có:

$$h_{f_sink} = h_{0_f_sink} - \Delta h_f \quad (8)$$

Vậy từ (7) & (8) ta có phương trình mô tả độ mặn của dung dịch,

$$S = \frac{h_f D_f}{h_{0_f_sink} - \Delta h_f} - D_w \quad (9)$$

Chiều cao trôi lên mặt nước của phao nổi khi dung dịch nước muối với độ mặn là S,

$$\Delta h_f = h_{0_f_sink} - \frac{h_f D_f}{D_w + S} \quad (10)$$

2.3 Thiết kế hệ thống phao

Thiết kế phao thuyền

- Phao thuyền có chức năng cố định vị trí của cảm biến siêu âm với mặt nước, để có thể đo độ cao nổi lên mặt nước của phao nổi. Để phép đo chính xác thì khoảng cách giữa đầu cảm biến và mặt nước phải cố định. Điều này yêu cầu phao thuyền gần như không thay đổi độ cao so với mặt nước trong quá trình đo.
- Mô hình thực nghiệm của hệ thống thiết bị cảm biến siêu âm đo độ mặn như Hình 9. Phao thuyền dùng tấm xốp có kích thước 60cmx60cmx10cm, và định vị gắn cảm biến siêu âm tại điểm giữa phao. Phao nổi sử dụng dây silicon dùng cho súng bắn keo và được gắn gá vào trục để cố định vị trí theo phương ngang và phao nổi chỉ chuyển động lên xuống theo phương thẳng đứng.
- Gọi h_t và D_t là chiều cao toàn bộ phao thuyền và khối lượng riêng của phao thuyền. Gọi $h_{0_t_sink}$ là chiều cao của phần phao thuyền chìm trong nước khi độ mặn $S = 0$. Khi ta hòa muối vào bể nước thì độ mặn tăng lên và hệ quả làm phao thuyền nổi dần lên mặt nước. Gọi phần chiều cao của phao nổi lên mặt nước do có muối được hòa tan trong bể là Δh_t .
- Từ pt (9) ta có thể tìm ra được phương trình mô tả quan hệ của độ mặn với độ cao của phao thuyền đi chuyển lên mặt nước là,

$$S = \frac{h_t D_t}{h_{0_t_sink} - \Delta h_t} - D_w \quad (11)$$

Vậy ta có,

$$\Delta h_t = h_{0_t_sink} - \frac{h_t D_t}{D_w + S} \quad (12)$$

- Xốp có khối lượng riêng $D_t = 15.4 \text{ kg/m}^3$, trong khi khối lượng riêng của nước là $D_w = 1000 \text{ kg/m}^3$ do vậy từ (10) ta thấy $h_{0_t_sink} = 0.00154\text{m}$ và $\Delta h_t \leq 0.06 \text{ mm}$ trong phạm vi đo độ mặn [0÷40‰].

Thiết kế phao nổi

- Để đơn giản, nhóm nghiên cứu chọn vật liệu làm phao nổi là thanh nhựa silicon của súng bắn keo có đường kính 10mm, khối lượng riêng là $D_f = 985,23 \text{ kg/m}^3$.
- Do sử dụng bể nước dung dịch thực nghiệm có chiều cao 77cm, nên ta chọn phao nổi có chiều cao là $h_f = 68\text{cm}$.
- Vậy từ (10) ta tìm được chiều cao phần phao nổi chìm xuống dưới nước tại độ mặn $S = 0$ là $h_{0_f_sink} = 67\text{cm}$.
- Từ pt (11) ta tìm được trong khoảng phạm vi độ mặn đo $S = [0 \div 40]$ thì độ cao nổi lên mặt nước của phao nổi là [1 ÷ 3.58cm]. Trong khi thực tế chiều cao của phao thuyền là 10cm và chiều cao từ đầu cảm biến siêu âm đến mặt nước cũng là 10cm, nên thiết kế này phù hợp cho việc dò tìm khoảng cách độ cao nổi lên mặt nước của phao nổi.
- Mặt khác ta thấy từ pt (12) sự thay đổi độ cao của phao thuyền là $\Delta h_t \leq 0.06 \text{ mm}$ gây ra sai số lớn nhất của phép đo độ mặn là $\approx 0.1\%$.

2.4 Thiết kế khối thu nhận tín hiệu

Sử dụng cảm biến siêu âm để đo độ nổi của phao khi đặt trong môi trường nước muối so với môi trường nước có độ mặn là 0. Cảm biến được chọn lựa là XX918AF1M12 của hãng Schneider, như Hình 6 và 7.

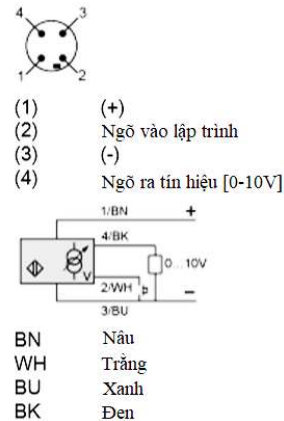
Cảm biến này có các thông số như sau:

- Phạm vi có thể dò tìm từ [0.051 ÷ 0.508m].
- Điện áp ngõ tín ra tín hiệu cảm biến dạng analog [10÷0V]
- Góc dò tìm cho chùm tia siêu âm tán xạ trong phạm vi 6°

Ta lập trình cài đặt khoảng cách dò tìm trong khoảng [0.01-0.11m], tương ứng với giá trị cảm biến áp ngõ ra [10÷0V].

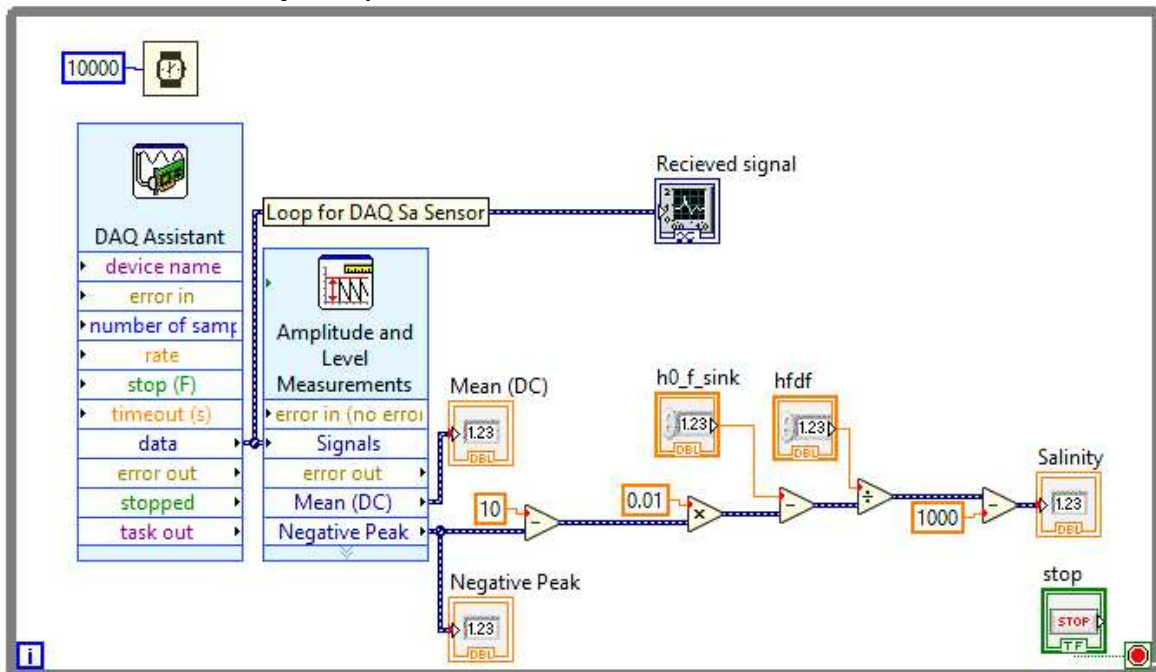


Hình 6. Cảm biến siêu âm XX918AF1M12



Hình 7. Sơ đồ đấu dây

2.5 Thiết kế khối xử lý dữ liệu



Hình 8. Sơ đồ khối giải thuật thu nhận và xử lý dữ liệu

Sơ đồ khối giải thuật thu nhận và xử lý dữ liệu như Hình 8, được giải thích như sau:

- Dữ liệu khoảng cách đo dưới dạng tín hiệu analog, có phạm vi giá trị là [0-10V] khi khoảng cách đo từ [0-0.1m]. Vậy nếu ta gọi Δd là khoảng cách đo được khi có độ thay đổi điện áp 1V, thì $\Delta d = 0.01m$.
- Do vậy, tín hiệu thu được từ khối lấy mẫu DAQ Assistant được đưa đến khối đo giá trị đỉnh. Sau đó tín hiệu đỉnh dưới được đưa qua bộ trừ điện áp 10V, để lấy hiệu giá trị điện áp thay đổi. Từ đó, chiều cao nổi lên mặt nước của phao nổi là Δh_f , được tính bằng hiệu giá trị điện áp thay đổi nhân với Δd .
- Từ giá trị Δh_f tìm được với các giá trị h_f , $h_{0_f_sink}$ và D_f được thiết kế ở phần 2.3, ta thực hiện các phép toán như Hình 8, theo phương trình (9), để tìm ra giá trị độ mặn.

3 KẾT QUẢ

Mô hình thiết bị đo độ mặn của nước sử dụng cảm biến siêu âm được lắp đặt như Hình 9. Bể nước muối được đổ đầy. Hệ thống phao thuyền và phao nổi được lắp đặt như thiết kế và lắp đặt như Hình 10. Hình

chụp phao nổi được gá vào ống nhựa đỡ, ống nhựa này được bắt thẳng góc và cố định trên phao thuyền. Dây cáp tín hiệu được nối từ đầu ra cảm biến đến modun thu thập dữ liệu NI MyDAQ như Hình 11. Máy đo độ mặn chuẩn độ dẫn được sử dụng là EC170 của hãng EXTECH. Chúng tôi đã thực hiện đo đạc trên mẫu muối hột lấy tại Huyện Cần Giờ - TP.HCM. 14 phép đo thử nghiệm được thực hiện. Với mỗi phép thử, chúng tôi lấy một bát tô muối hòa tan vào bể nước và khuấy đều 5 phút để muối tan hết. Kết quả thể hiện ở Bảng 1, cho thấy độ chính xác tương đối của thiết bị được thiết kế. Phân tích Bảng 1 ta thấy sai số gia tăng ở khoảng thời gian gần trưa và chiều, khi trời nắng gắt, nhiệt độ tăng cao.



Hình 9. Lắp đặt cảm biến siêu âm đo độ mặn trên bể nước



Hình 10. Hình chụp phao nổi được gá vào ống nhựa đỡ.

Kết quả đo đạc thực tế giá trị độ mặn thể hiện ở Bảng 1 cho thấy biên độ sai số cực đại là $\pm 1.5\%$ (tương ứng sai số $\approx 3.7\%$). Với giá trị sai số này cho thấy độ chính xác cao hơn phương pháp điện cực không tiếp xúc [5] là 6.5% và cao hơn 1.7% so với sai số của máy đo chuyên dụng EC170 là 2% . Tuy nhiên nếu

xét về mục đích ứng dụng thực tế cho quan trắc môi trường trong nuôi trồng thủy sản, thì sai số này nằm trong ngưỡng cho phép vì phạm vi độ mặn mà tôm, cá nước lợ sống theo [6] là $[5 \div 35\text{‰}]$.



Hình 11. Hệ thống thu nhận và xử lý tín hiệu DSP

Bảng 1. Thống kê kết quả 14 thực nghiệm trên các mẫu muối tại Huyện Cần Giờ TP. HCM.

STT mẫu	Thời gian đo	Nhiệt độ (°C)	Độ mặn chuẩn đo bằng máy đo Extech EC170	Độ mặn đo bằng máy đo được thiết kế	Sai số
01	7h05	28.2	4.24	4.0	0.24
02	8h08	28.5	7.82	7.6	0.22
03	9h10	28.7	10.5	10.24	0.26
04	10h25	28.9	13.8	13.43	0.37
05	11h08	29.1	16.3	15.83	0.50
06	13h32	30.4	19.4	18.52	-0.88
07	14h15	30.6	21.5	20.03	-1.47
08	15h12	30.8	24.2	24.52	-0.32
09	16h30	30.6	27.9	28.32	-0.42
10	17h05	30.6	29.4	29.85	-0.45
11	18h10	30.1	32.6	33.01	-0.41
12	19h07	29.6	35.6	35.84	-0.24
13	20h12	29.0	38.9	39.22	-0.32
14	20h45	28.8	42.3	42.49	-0.19
Biên độ sai số					±0.45

4. KẾT LUẬN

Bài báo này đã trình bày một phương pháp mới trong thiết kế bộ cảm biến đo độ mặn bằng phương pháp dùng sóng siêu âm để đo độ cao của phao nổi lên mặt nước, từ đó sử dụng định luật Archimedes để nội suy ra độ mặn của nước. Phương pháp thiết kế đã được diễn giải một cách logic từ nguyên lý toán học, thiết kế phần cứng và phần mềm.

Một số điểm đóng góp mới và nổi bật của bài báo:

- Đưa ra ý tưởng mới cho việc ứng dụng kỹ thuật siêu âm để đo độ mặn của nước.
- Cảm biến đo độ mặn bằng sóng siêu âm của đề tài không có tiếp xúc điện cực trực tiếp với môi trường nước nên không bị ăn mòn điện cực và không bị ảnh hưởng bởi nhiễu điện và từ trường của môi trường xung quanh.

Điểm đóng góp quan trọng của đề tài là có thể tạo ra một máy đo độ mặn có thể đo online liên tục với độ bền và ổn định rất cao, hoàn toàn có thể ứng dụng trong môi trường công nghiệp, nuôi trồng thủy sản hay quan trắc môi trường.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] K. ARULANANTHAN, "Salinity Measurements and Use of the Practical Salinity Scale (PSS)," The National Aquatic Resources Research & Development Agency, vol. 36, pp. 80-92, 2000.
- [2] Paula Charnock and Kathy Tenison, "Measuring water salinity," Primefacts for Profitable, Adaptive and Sustainable Primary Industries, no. 856, pp. 1-4, 2009.
- [3] D. Malard, W. Z. Y. and G. P. , "High-resolution and compact refractometer for salinity measurements," Measurement Science and Technology , no. 20, pp. 1-8, 2009.
- [4] Background information on water quality measurements using in situ water quality instruments, Queensland: Policy, Environmental Protection (Water) , 2009.
- [5] C. Bui Thu, T. Tran Manh and T. Pham Nguyen Quoc, "Thiết kế bộ cảm biến độ mặn của nước sử dụng phương pháp điện cực không tiếp xúc," Tạp chí Khoa học & Công nghệ , 2019.
- [6] BNN&PTNT, "Quy chuẩn kỹ thuật quốc gia về cơ sở nuôi tôm nước lợ - điều kiện bảo đảm vệ sinh thú y, bảo vệ môi trường và an toàn thực phẩm," in QCVN 02-19:/2014, Hà Nội, Việt Nam, Bộ Nông Nghiệp và Phát Triển Nông Thôn.

Ngày nhận bài: 14/10/2019

Ngày chấp nhận đăng: 05/12/2019