

THIẾT KẾ VÀ THỰC THI MÁY ĐO ĐỘ SÂU SỬ DỤNG BIẾN TỬ ÁP ĐIỆN

Hoàng Đại Long*, Trần Thành Văn, Phan Hải Phong, Võ Thanh Tùng

Khoa Điện, Điện tử và Công nghệ vật liệu, Trường Đại học Khoa học, Đại học Huế

*Email: longhoang@husc.edu.vn

Ngày nhận bài: 13/11/2025; ngày hoàn thành phản biện: 21/11/2025; ngày duyệt đăng: 4/12/2025

TÓM TẮT

Siêu âm (Ultrasound – US) là lĩnh vực khoa học và công nghệ đang phát triển nhanh chóng với nhiều bước đột phá trong những năm gần đây. Bản chất của siêu âm là sử dụng sóng âm tần số cao (trên 20 kHz) để tạo ra các tác động vật lý và hóa học, điển hình là hiệu ứng cavitation (tạo bọt khí) vốn đang được ứng dụng rộng rãi trong nhiều ngành công nghiệp và nghiên cứu. Trong bài báo này, chúng tôi thiết kế và thực thi máy đo độ sâu sử dụng biến tử áp điện để phát các xung với tần số 40 kHz vào trong môi trường chất lỏng. Biến tử sử dụng gốm áp điện trên nền PZT vì chúng có các đặc tính sắt điện, áp điện tốt. Biến tử áp điện trên nền PZT dạng đĩa, có đường kính 14, 12 mm được thiêu kết nhiệt độ là 1150 °C và thời gian ủ là 2 giờ. Kết quả chúng tôi đã thiết kế thành công máy đo độ sâu và thử nghiệm đo cho thấy cảm biến có độ chính xác khá tốt với giá trị đo tương đương với thước chuẩn. Sai số của cảm biến là ± 1 cm là chấp nhận được đối với cảm biến đo độ sâu trong chất lỏng.

Từ khóa: máy đo độ sâu, biến tử áp điện, siêu âm.

1. MỞ ĐẦU

Hiện nay, trong lĩnh vực môi trường và y tế công cộng, siêu âm công suất đang nổi lên như một công nghệ tiên phong để đối phó với những thách thức toàn cầu. Nó được coi là một tác nhân siêu oxy hóa tiên tiến, cung cấp một giải pháp thay thế hiệu quả và thân thiện với môi trường cho các quy trình xử lý và khử trùng truyền thống. Với nguy cơ ô nhiễm nguồn nước và sự hình thành các sản phẩm phụ độc hại từ các phương pháp cũ (như clo hóa), công nghệ siêu âm mang đến hy vọng về một quy trình xử lý nước hiệu suất cao, không sinh ra chất độc thứ cấp.

Siêu âm đã vượt qua giới hạn của một hiện tượng vật lý đơn thuần để trở thành một công cụ kỹ thuật đa ngành mạnh mẽ, hứa hẹn tiếp tục định hình và đổi mới các lĩnh

vực từ nghiên cứu cơ bản đến ứng dụng trong công nghiệp, nông nghiệp và bảo vệ môi trường. Ngày nay, sóng siêu âm đã được ứng dụng rộng rãi trong cuộc sống, sản xuất công nghiệp, và đặc biệt là trong lĩnh vực quốc phòng, an ninh. Nhằm khai thác tối đa tiềm năng này, trong phần trình bày này sẽ tập trung vào việc nghiên cứu, chế tạo thử nghiệm một số loại biến tử siêu âm (ultrasound transducers) với mục tiêu hướng đến ứng dụng thực tế. Từ những biến tử được nghiên cứu và chế tạo thành công, các thiết bị tương ứng cũng sẽ được phát triển để đưa các thành tựu công nghệ siêu âm này vào thực tiễn một cách hiệu quả nhất.

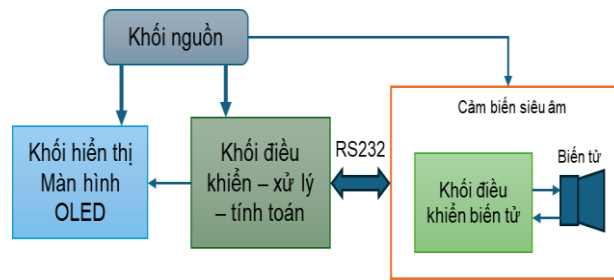
Sóng siêu âm được sử dụng trong quá trình đo sâu nhờ vào những đặc điểm nổi bật về khả năng tập trung năng lượng cao: Sóng siêu âm phát ra dưới dạng búp hẹp, cho phép tập trung năng lượng một cách hiệu quả. Điều này giúp giảm công suất phát, từ đó cho phép sử dụng nguồn nuôi nhỏ hơn. Đặc biệt, tần số cao mang lại tính định hướng tốt hơn cho sóng âm. Khả năng tránh nhiễu ồn: Việc sử dụng sóng siêu âm giúp giảm thiểu tác động của nhiễu ồn từ các thiết bị khác. Tuy nhiên, nếu tần số quá cao, bước sóng sẽ giảm, dẫn đến tổn hao năng lượng lớn trong quá trình truyền sóng, làm giảm khả năng đo độ sâu lớn.

Biến tử siêu âm không chỉ có chức năng phát mà còn thu nhận sóng phản hồi khi chúng phản xạ lại từ bề mặt hoặc vật thể bên trong môi trường khảo sát. Tùy vào cấu tạo và mục đích sử dụng, thiết bị có thể tạo ra sóng dọc – thường dùng trong chất lỏng hoặc môi trường đồng nhất, hoặc sóng ngang – phù hợp cho khảo sát vật liệu rắn, kiểm tra mối hàn hay phát hiện khuyết tật. Việc lựa chọn loại sóng và tần số phù hợp đóng vai trò quan trọng để đảm bảo độ chính xác, độ xuyên sâu và chất lượng tín hiệu thu về, từ đó phục vụ hiệu quả cho các ứng dụng như siêu âm y khoa, kiểm tra không phá hủy, đo độ dày vật liệu, khảo sát kết cấu công trình hay đo độ sâu chất lỏng [1], [2], [3].

Trong bài báo này, nội dung được trình bày trong 5 phần. Phần 1 giới thiệu tổng quan về siêu âm, biến tử áp điện và ứng dụng đo độ sâu. Phần 2 trình bày cơ sở thiết kế hệ thống đo độ sâu sử dụng biến tử áp điện. Phần 3 nêu chi tiết quá trình chế tạo biến tử áp điện. Phần 4 đưa ra kết quả thực thi hệ thống và thử nghiệm. Cuối cùng là kết luận nội dung nghiên cứu.

2. THIẾT KẾ PHẦN CỨNG CỦA HỆ THỐNG

Mục tiêu của nghiên cứu này là thiết kế một thiết bị cho phép đo độ sâu mực chất lỏng sử dụng chính biến tử gốm áp điện trên cơ sở PZT. Máy đo độ sâu có nhiệm vụ tạo ra các xung với tần số 40 kHz phù hợp với biến tử để phát vào trong môi trường chất lỏng. Đồng thời, thiết bị cũng sẽ ghi nhận lại tín hiệu phản xạ nhận được từ biến tử để từ đó tính toán ra thời gian truyền của xung siêu âm và khoảng cách tới vật cản. Với những yêu cầu như vậy, chúng tôi thiết kế sơ đồ khối của hệ thống như ở trong Hình 1.



Hình 1. Sơ đồ khối thiết bị đo độ sâu mực chất lỏng bằng siêu âm.

Sơ đồ khối thiết bị đo độ sâu mực chất lỏng bằng siêu âm được tách thành các khối độc lập để không cần phụ thuộc vào khối điều khiển – xử lý – tính toán ở trên. Khối cảm biến sẽ gồm một khối điều khiển riêng thực hiện việc điều khiển thu/phát cho biến tử siêu âm, sau đó sẽ chuyển thông tin thành dữ liệu số và truyền qua giao tiếp RS232. Khối nguồn sử dụng Pin để đảm bảo thiết bị có thể dễ dàng di chuyển và sử dụng ở các khu vực khác nhau.

Các thành phần chính của thiết bị đo độ sâu siêu âm dùng một biến tử gồm:

◎ Biến tử siêu âm

Vừa phát vừa thu sóng siêu âm. Tần số thường dùng: 10 kHz hoặc 200 kHz tùy độ sâu cần đo. Ở đây chúng tôi sử dụng biến tử hoạt động ở tần số 40 kHz.

◎ Bộ phát xung: Sử dụng mạch thiết kế để tạo xung điện ngắn để kích hoạt biến tử phát sóng siêu âm.

◎ Bộ thu tín hiệu: Khuếch đại và lọc tín hiệu phản hồi từ biến tử. Dùng mạch khuếch đại thuật toán và bộ lọc thông thấp.

◎ Bộ xử lý trung tâm: Vi điều khiển. Đo thời gian truyền sóng và tính toán độ sâu: trong đó: h là độ sâu, v là vận tốc âm trong nước (khoảng 1500 m/s) và t là thời gian từ phát đến khi thu.

◎ Màn hình hiển thị: LCD hoặc OLED để hiển thị độ sâu đo được. Có thể thêm khối điều khiển hoặc giao tiếp Bluetooth/Wi-Fi để truyền dữ liệu nếu cần thiết.

◎ Khối nguồn: cung cấp nguồn 5v cần thiết cho thiết bị, sử dụng pin Lithium 3.7V với việc triển khai như một khối độc lập, cảm biến siêu âm có thể kết nối dễ dàng với nhiều thiết bị khác (máy tính, bo điều khiển nền tảng Arduino...) miễn sao các thiết bị đó có thể giao tiếp theo chuẩn RS232.

2.1. Mạch điều khiển cho cảm biến siêu âm

Mạch điều khiển cho cảm biến siêu âm đo độ sâu cần có những chức năng sau:

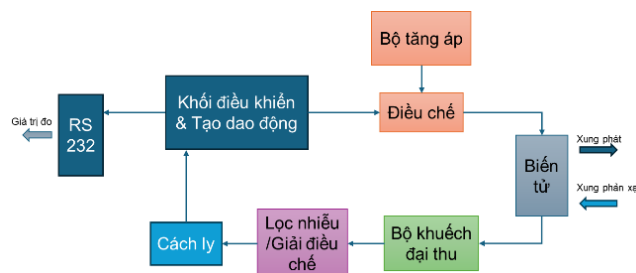
Mạch cần tạo ra một tín hiệu điện áp với tần số 40kHz để kích phát cho biến tử siêu âm. Từ đó điều khiển để biến tử có thể phát ra một xung ngắn với tần số 40kHz để

truyền vào trong môi trường chất lỏng. Điện áp của xung phát này có thể thay đổi từ 3,3 V- 5V để điều chỉnh phù hợp với môi trường chất lỏng.

Sau khi thu được tín hiệu phản xạ, một bộ khuếch đại sẽ đọc lại tín hiệu này từ biến tử và nâng biên độ của tín hiệu lên mức bộ điều khiển có thể đọc được. Ngoài ra tín hiệu thu được sau khi khuếch đại cũng cần được lọc nhiễu và giải điều chế để nhận đúng với tín hiệu phát ban đầu. Nếu thu được tín hiệu phản xạ đúng, tín hiệu đó sẽ được đưa đến bộ điều khiển thông qua tầng cách ly để bộ điều khiển tính được thời gian giữa 2 tín hiệu phát/thu và đưa ra giá trị khoảng cách đo.

Giá trị khoảng cách đo được sẽ được lưu giữ trong bộ điều khiển và gửi đến các thiết bị khác thông qua giao tiếp RS-232.

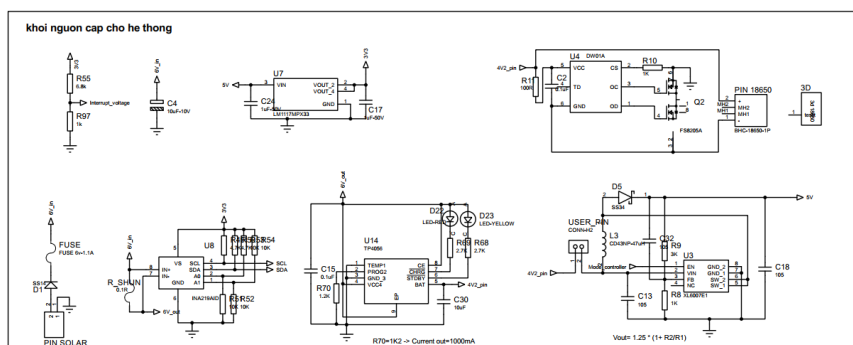
Sơ đồ khối mô tả chức năng của từng khối trong cảm biến siêu âm có thể được đưa ra như ở trong Hình2.



Hình 2. Sơ đồ khối cho cảm biến siêu âm.

2.2. Thiết kế sơ đồ mạch nguyên lý cho thiết bị đo độ sâu

Thiết bị đo độ sâu được thiết kế sử dụng vi điều khiển STM32F103C8T6 để thực hiện các hoạt động điều khiển, tính toán, giao tiếp... Vi điều khiển sẽ hoạt động ở tần số 8MHz với thạch anh ngoài để đảm bảo tính ổn định. Nguồn nuôi thiết bị sẽ được lấy từ pin lithium-ion 18650 với điện áp từ 3,7 V – 4, 2 V, vì vậy khối nguồn sẽ được thiết kế để duy trì các điện áp 3,3 V và 5V cho cảm biến. Sơ đồ nguyên lý khối nguồn được thể hiện như trong **Error! Reference source not found.3**.



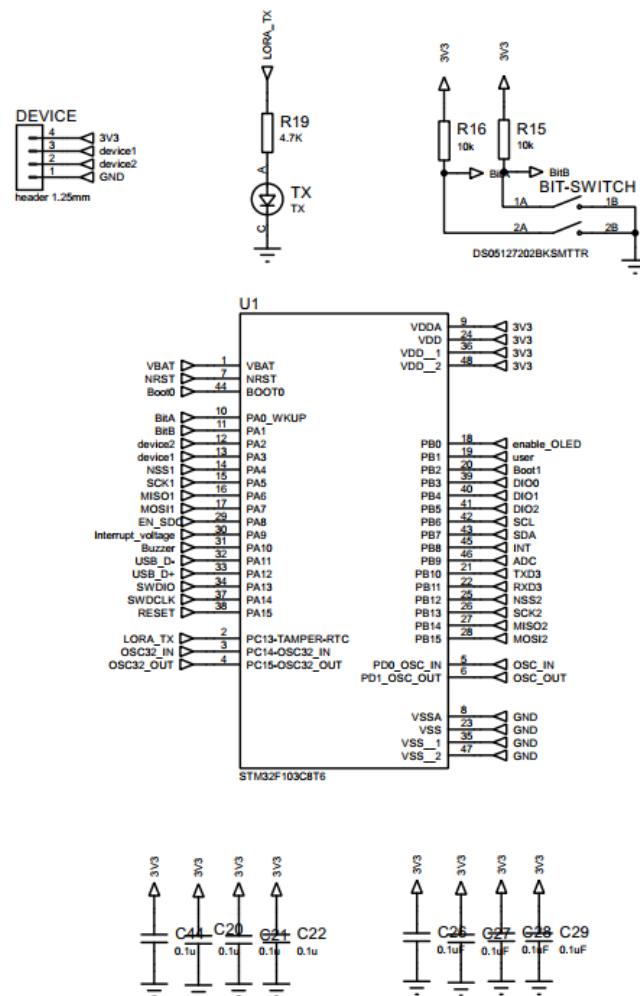
Hình 3. Sơ đồ nguyên lý khối cấp nguồn.

Vi điều khiển STM32F103C8T6 sẽ kết nối với các mạch và module khác trong hệ thống theo sơ đồ nguyên lý như ở Hình 4. Các công tắc BIT 1A-2A được thiết lập để lựa chọn một số hoạt động khác nhau của cảm biến. Thông qua điện trở R15, R16, các giá trị tham chiếu '1' hoặc '0' tương ứng với công tắc được đóng hoặc ngắt sẽ đưa gửi đến các chân BitA và BitB trên vi điều khiển.

Các tụ C20-C22, C44, C26-C29 sẽ làm nhiệm vụ lọc “sạch” và ổn định điện áp 3V3 cho vi điều khiển, tránh bị reset do nhiễu.

Màn hình OLED 1.3 inch sẽ giao tiếp với vi điều khiển qua giao tiếp I2C, vì vậy trong quá trình viết chương trình điều khiển cần thay đổi địa chỉ của màn hình và của INA219 để tránh xung đột trên cùng một đường bus I2C.

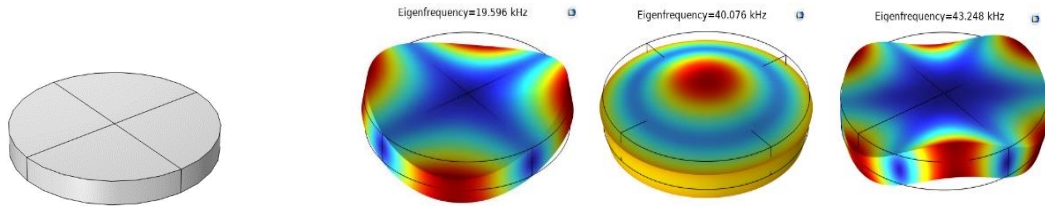
Cảm biến cũng sẽ giao tiếp với vi điều khiển qua jack cắm XPH-1.25 UART trên bo. Tuy nhiên do jack này chỉ cấp nguồn 3.3V nên chân Vcc của cảm biến cần được đưa đúng với đường cấp nguồn 5V ở trên bo mạch.



Hình 4. Sơ đồ nguyên lý của khối vi điều khiển kết nối với các mạch khác trong thiết bị.

khoảng cách đến vật cản dưới đáy (tức là độ sâu). Dữ liệu thu được sẽ tiếp tục được xử lý để tạo ra bản đồ địa hình đáy nước hoặc biểu đồ độ sâu [10-12].

Khảo sát các đặc trưng của biến tử siêu âm sử dụng trong hệ đo độ sâu. Biến tử áp điện được sử dụng ở đây là bản gốm áp điện mềm PZT dạng đĩa, có kích thước như sau: đường kính $D=14,12$ mm, chiều dày $h=2$ mm. Hình dạng biến tử cho trên Hình 6.

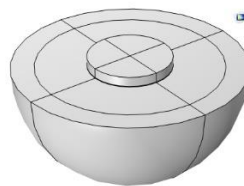


Hình 6. Mô hình đĩa gốm áp điện dùng trong thiết bị đo độ sâu.

Hình 7. Một số dao động riêng của đĩa gốm áp điện.

Các đặc tính dao động và âm học của biến tử khi phát xạ vào môi trường nước được mô phỏng bằng phần mềm COMSOL Multiphysics. Các dao động riêng của ở ba tần số riêng đầu tiên được cho trên Hình 7.

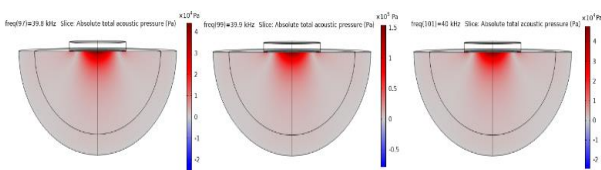
Từ hình vẽ trên, ta thấy rằng, dao động ở tần số 40 kHz của biến tử là dao động dọc thích hợp cho việc đo độ sâu chất lỏng. Khi sử dụng trong thiết bị đo độ sâu, bản gốm được dán cố định trên một bản sắt mỏng tiếp xúc với môi trường chất lỏng. Mô hình khảo sát có dạng như trên Hình 8. Trong hình vẽ này, bản áp điện có dạng đĩa tròn nằm ở trên, nửa hình cầu nằm phía dưới là môi trường nước và phần kim loại mỏng ở bản gốm áp điện và nước.



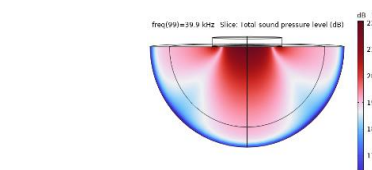
Hình 8. Sơ đồ miền tính toán cho hệ biến tử - nước.

Áp suất âm ở các tần số lân cận 40 kHz được cho trên Hình 9. Từ hình vẽ trên ta thấy rằng áp suất âm đạt giá trị lớn nhất ở tần số 39,9kHz nhỏ hơn tần số riêng khi biến tử dao động trong không khí.

Đồ thị của mức áp suất âm ở tần số 39.9 kHz cho trên Hình 10. Từ đồ thị này ta thấy trường âm có tính định hướng rõ rệt.



Hình 9. Áp suất âm ở các tần số lân cận 40 kHz.



Hình 10. Mức áp suất âm ở tần số 39.9kHz.

Như vậy bằng cách sử dụng phần mềm COMSOL Multiphysics, chúng ta đã xác định được bản gồm áp điện ở trên phù hợp với việc chế tạo biến tử siêu âm dùng trong việc đo độ sâu hoạt động ở tần số 40 kHz.

Từ thông số mô phỏng được, nhóm nghiên cứu đã chế tạo thử nghiệm biến tử phục vụ cho mục đích đo độ sâu của chất lỏng. Các thông số của biến tử được chế tạo cho máy đo độ sâu thể hiện trong Bảng 1.

Bảng 1. Thông số biến tử cho máy đo độ sâu

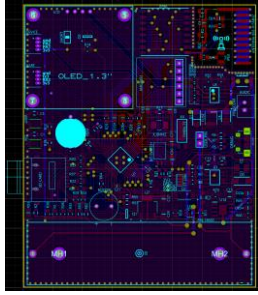
Tên thông số	Giá trị
D33(pC/N)	500
fs (kHz)	145.5
fp (kHz)	174
Đường kính ngoài (mm)	14.12
Bề dày(mm)	2.06
Kp (hệ số liên kết điện cơ)	0.62

Trong đó, fs- tần số cộng hưởng fs, fp- tần số phản cộng hưởng.

4. KẾT QUẢ THỰC THI HỆ THỐNG VÀ THỬ NGHIỆM

4.1. Kết quả thực thi hệ thống

Toàn bộ mạch điện của thiết bị sau khi được thiết kế schematic sẽ được chuyển qua thiết kế mạch để có thể đặt mạch thử nghiệm như ở Hình 11. Kết quả thiết kế PCB cho bo mạch này được thể hiện như ở Hình 12.



Hình 1. Sơ đồ thiết kế mạch cho thiết bị đo độ sâu.



Hình 2. Mạch in PCB thử nghiệm cho thiết bị.

Việc đọc giá trị độ sâu đo được từ cảm biến được thực hiện thông qua giao tiếp RS-232 và đoạn mã để tính toán ra giá trị này được mô tả như ở dưới đây. Với thiết bị sử dụng vi điều khiển STM32, có thể sử dụng một số thư viện chung của nền tảng Arduino. Thiết bị đo độ sâu sau khi hoàn thiện như ở Hình 3 và màn hình hiển thị được thể hiện ở Hình 14.



Hình 3. Thiết bị đo độ sâu.



Hình 4. Màn hình hiển thị OLED trên thiết bị đo độ sâu.

4.2. Kết quả thử nghiệm đo độ sâu

Để kiểm tra độ chính xác của thiết bị đo độ sâu, nhóm nghiên cứu đã tiến hành thử nghiệm đo trong môi trường chất lỏng là nước để đánh giá độ chính xác của thiết bị Hình 5.



Hình 5. Thử nghiệm đo độ sâu trong nước.

Chúng tôi đã tiến hành đo 3 lần và tính trung bình giá trị của các lần đo khoảng cách đến đáy trong khoảng từ 0 – 30cm do giới hạn trong phòng thí nghiệm. Kết quả đo được so sánh như ở Bảng 22.

Bảng 2. Thử nghiệm đo độ sâu trong chất lỏng

STT	Khoảng cách đo trên thước (m)	Khoảng cách trung bình đo trên thiết bị (m)	Độ lệch (cm)
1.	0.00	0.00	0
2.	0.01	0.00	1
3.	0.02	0.01	1
4.	0.03	0.02	1
5.	0.04	0.04	0
6.	0.05	0.05	0
7.	0.06	0.06	0
8.	0.07	0.07	0
9.	0.08	0.08	0
10.	0.09	0.09	0

11.	0.10	0.10	0
12.	0.11	0.11	0
13.	0.12	0.12	0
14.	0.13	0.13	0
15.	0.14	0.14	0
16.	0.15	0.15	0

Kết quả thử nghiệm cho thấy vùng mù (blind zone) của cảm biến là trong khoảng 0-4cm. Nguyên nhân xảy ra vùng mù là do độ trễ lúc ban đầu cảm biến phát xung và nhận tín hiệu phản hồi, hệ quả vật cản nằm trong vùng này sẽ được phát hiện chậm gây ra sai số.

Trong giới hạn độ sâu thử nghiệm, cảm biến cho độ chính xác khá tốt với giá trị đo tương đương với thước chuẩn. Sai số của cảm biến là ± 1 cm là chấp nhận được đối với cảm biến đo độ sâu trong chất lỏng.

5. KẾT LUẬN

Qua phần trình bày trên, chúng tôi đã thiết kế và thực thi thành công máy đo độ sâu sử dụng biến tử áp điện. Hệ thống được thiết kế bao gồm khối điều khiển – xử lý – tính toán, khối cảm biến điều khiển thu/phát cho biến tử siêu âm, khối cấp nguồn sử dụng Pin.

Chúng tôi đã sử dụng phương pháp chế tạo gốm truyền thống để chế tạo biến tử áp điện dạng đĩa có khả năng phát xung với tần số 40kHz.

Qua thực nghiệm, chúng tôi đã kiểm chứng được kết quả đo độ sâu với độ chính xác cao, sai số nhỏ ± 1 cm. Với kết quả thu được ở trên hi vọng rằng đây sẽ là những kết quả nghiên cứu có ý nghĩa cho các nghiên cứu cơ bản lẫn nghiên cứu ứng dụng với các bộ siêu âm sử dụng biến tử áp điện dạng đĩa có đường kính lớn dùng để đo ở những nơi sâu hơn.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] Dụng Thị Hoài Trang, Lê Thị Liên Phương, Trần Thành Văn, Lê Trần Uyên Tú, Võ Thanh Tùng. Ảnh hưởng của chế độ thiêu kết đến tính áp điện trên nền PZT dạng đĩa có đường kính 25mm. Tạp chí khoa học và công nghệ, Trường Đại học Khoa học, ĐH Huế. Số chuyên san Vật lý Tập 27, Số 1C (2024)
- [2] Trương Văn Chương, Đỗ Phương Anh, Lê Quang Tiến Dũng, Đặng Anh Tuấn, Đỗ Viết Ôn, Nguyễn Thị Quỳnh Liên, Lê Trọng Dũng, Ngô Ngọc Tuấn (2015). Nghiên cứu chế tạo các vật liệu áp điện mềm dùng trong biến tử thủy âm, Kỷ yếu Hội nghị Vật lý chất rắn và Khoa học vật liệu toàn quốc lần thứ 9 (SPMS- 2015), tr.322-327.
- [3] Lê Trọng Dũng, Trần Tiến Phúc, Đinh Thị Thu Thủy, Võ Văn Bình, Mai Thị Thu Trinh, Trần Thị Trang và Trương Văn Chương (2016). Nghiên cứu chế tạo gốm áp điện dùng trong đầu dò của máy dò cá, đo độ sâu. Kỷ yếu Hội nghị Vật lý Thừa Thiên Huế 2016, NC/96-2016.
- [4] Đỗ Viết Ôn, Dụng Thị Hoài Trang, Trương Văn Chương, Lê Trần Uyên Tú, Lê Phước Định, Võ Thanh Tùng (2023). Nghiên cứu, chế tạo hệ gốm áp điện mềm ứng dụng trong các đầu dò thủy âm. International Conference on Applied and Engineering Physics (ICAEP-8) from 12 to 15 October 2023, Ben Cat, Binh Duong, Vietnam. ISBN: 978-604-357-246-9.
- [5] Wang, H.-W.; Wang, L.-H (2017). Broadband underwater acoustic transducer for stacked 2-2 piezoelectric composite tubing. *Ferroelectrics*, 520, 10–21.
- [6] Wang, WL; Da, LL; Yin, H (2020). Pressure-resistant hydroacoustic transducers based on piezoelectric ceramic spherical housings. *Journal of Applied Acoustics*, 39, tr. 268–275.
- [7] Yun, ST; Kong, SH (2020). High-performance controller design for wide input range piezoelectric DC-DC converter. *IEEE Access*, 99, 225650–225662.
- [8] Jaffe, B., Cook, W.R., Jaffe, H. (1971). *Piezoelectric Ceramics*; Academic Press: New York, NY, USA.
- [9] S.-Y. Chu, T.-Y. Chen, I.-T. Tsai, and W. Water (2004). Doping effects of Nb additives on the piezoelectric and dielectric properties of PZT ceramics and its application on SAW device. *Sensors and Actuators A: Physical*, vol. 113, pp. 198-203.
- [10] Nilimamayee Samal and O. Jeba Shiney (2021). Energy Harvesting using Piezoelectric Transducers: A Review, *Journal of Scientific Research*, Volume 65, Issue 3.
- [11] Jiong Pan, Chenyu Bai, Qincheng Zheng and Huikai Xie (2023). Review of Piezoelectric Micromachined Ultrasonic Transducers for Rangefinders, *Micromachines*, 14, 374.
- [12] Shengpeng Han, Guicheng Jiang, a CC, Yan Zhu, Yingchun Liu, Hongjun Zhang, Lang Bian, Danqing Liu, Ye Sun, Limei Zheng, Bin Yang and Wenwu Cao (2023) . High piezoelectricity performance in PSBZT ceramic for ultrasonic transducer. *OPEN ACCESS JOURNAL OF ADVANCED DIELECTRICS* Vol. 13, No. 5.

DESIGN OF A DEPTH MEASUREMENT DEVICE USING A PIEZOELECTRIC TRANSDUCER

Hoang Dai Long*, Tran Thanh Van, Phan Hai Phong, Vo Thanh Tung

Faculty of Electronics, Electrical Engineering and Material Technology,
University of Sciences, Hue University

*Email: longhoang@husc.edu.vn

ABSTRACT

Ultrasound (US) is a rapidly developing field of science and technology with many breakthroughs in recent years. The essence of ultrasound is the use of high-frequency sound waves (above 20 kHz) to create physical and chemical effects, typically the cavitation effect (creating air bubbles), which is widely applied in many industries and research. In this paper, we design and implement a depth measurement device using a piezoelectric transducer to emit pulses at a frequency of 40 kHz into a liquid medium. The transducer uses a piezoelectric ceramic based on PZT because it possesses good ferroelectric and piezoelectric properties. The PZT-based piezoelectric transducer is a disc-shaped material with a diameter of 14.12 mm, sintered at 1150 °C and annealed for 2 hours. As a result, we successfully designed the depth measurement device and conducted tests showing that the sensor has fairly good accuracy, with measured values comparable to those of a standard gauge. A sensor error of ± 1 cm is acceptable for a depth sensor in liquids.

Keywords: depth gauge, piezoelectric transducer, ultrasound.