

Nghiên cứu, thiết kế hệ thống phao trôi ứng dụng trong thu thập dữ liệu môi trường biển

Phan Hồng Minh^{1*}, Lê Văn Công², Trần Thị Thu Huyền¹

¹Viện Điện Tử, Viện Khoa học và Công nghệ quân sự;

²Trung tâm Hải Văn, Tổng cục Biển và Hải đảo.

*Email: phanhongminh1979@gmail.com

Nhận bài: 28/08/2022; Hoàn thiện: 18/11/2022; Chấp nhận đăng: 02/02/2023; Xuất bản: 28/02/2023.

DOI: <https://doi.org/10.54939/1859-1043.j.mst.85.2023.171-174>

TÓM TẮT

Phao trôi là thiết bị tự hành được sử dụng rộng rãi trên thế giới để đo các tham số hải văn và môi trường trên đại dương. Chương trình khoa học và công nghệ trọng điểm cấp bộ Tài nguyên và Môi trường “Nghiên cứu đổi mới sáng tạo, thiết kế và chế tạo thiết bị chuyên dùng phục vụ điều tra cơ bản về tài nguyên và môi trường, xử lý chất thải giai đoạn 2021-2025” đã xây dựng Đề tài “Nghiên cứu, thiết kế chế tạo phao trôi thu thập dữ liệu biển”, mã số: TNMT.2021.03.02. Nội dung bài báo này là một phần kết quả nghiên cứu của Đề tài, mô tả các nghiên cứu điển hình về giải pháp tính toán thiết kế chế tạo phao trôi phù hợp với điều kiện Việt Nam.

Từ khóa: Phao trôi; GSM-GPRS; Inridium; Hệ thống cảm biến; Viễn thám; Quan trắc đại dương.

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

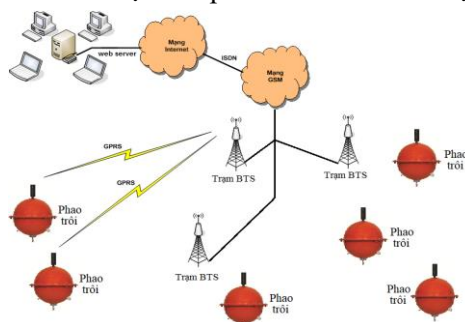
Phao trôi thu thập dữ liệu biển là một thiết bị hình cầu thả nổi trên mặt nước, trôi theo dòng nước và thường xuyên gửi dữ liệu vị trí hành trình khi làm việc. Trong phao được tích hợp bộ thu định vị GPS để cung cấp vị trí và hành trình của phao trôi, đồng thời tích hợp bộ thu phát thông tin qua vệ tinh hoặc mạng di động để truyền dữ liệu về máy chủ thông qua phần mềm xử lý tín hiệu.

Phía dưới đáy phao trôi được gắn các cảm biến thu thập tham số môi trường tùy theo yêu cầu của mỗi nhiệm vụ khảo sát. Đối với các phao trôi đo dòng chảy, áp suất theo tầng hoặc các yếu tố khác nhau theo độ sâu sẽ được gắn thêm một bộ phận cản nước (dù trôi) để phao trôi theo dòng.

2. TÍNH TOÁN THIẾT KẾ CHẾ TẠO PHAO TRÔI

2.1. Mô hình hệ thống

Hệ thống bao gồm nhiều phao trôi hoạt động độc lập. Khi làm việc phao trôi sẽ thu thập các dữ liệu môi trường biển: độ muối, nhiệt độ, thu các số liệu từ GPS để xác định vị trí, tính vận tốc dòng chảy và hướng chuyển động của phao trôi, các tham số được thu trực tiếp và theo thời gian thực. Các tham số này được đưa vào xử lý và truyền về trung tâm qua mạng thông tin di động hoặc mạng vệ tinh Iridium về webserver có địa chỉ xác định (www.vnsea.vn) qua gói tin cố định. Phần mềm web sẽ truy cập trực tiếp vào cơ sở dữ liệu của phao trôi và đưa dữ liệu hiển thị trên hình 1.



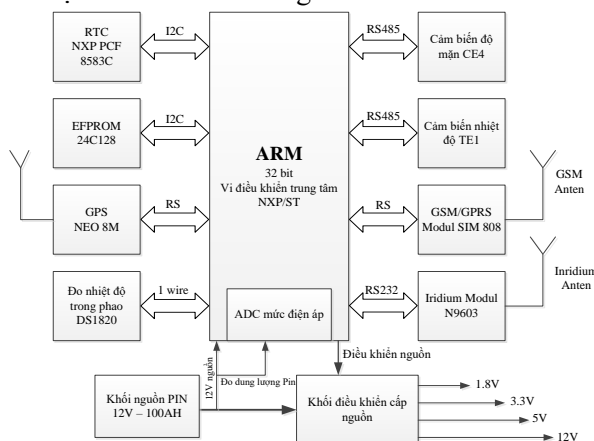
Hình 1. Sơ đồ tổng quan cấu trúc mạng phao trôi.

2.2. Thiết kế sơ đồ khối chức năng và xây dựng thuật toán làm việc của phao

Bài toán thiết kế chế tạo phao dựa trên những đặc tính kỹ thuật, chỉ tiêu tham số của thiết bị. Các đặc tính này được mô tả ở mục 1.2. Sơ đồ khối chức năng và lưu đồ thuật toán làm việc thể hiện ở hình 2 và hình 3 tương ứng.

2.2.1. Sơ đồ khối chức năng

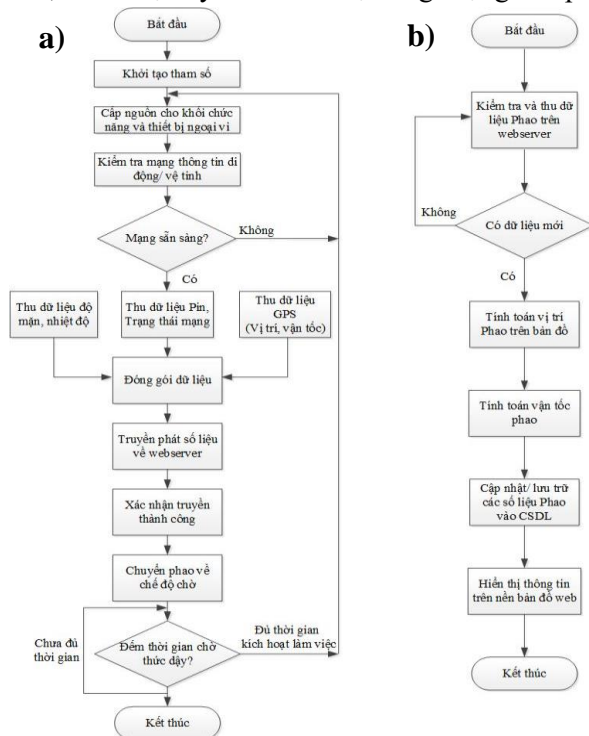
Khối Vi điều khiển trung tâm được thiết kế sử dụng chip ARM STM32F103xx, nhiệm vụ chính của khối này là điều khiển hoạt động chung của phao theo đúng nguyên lý và thiết kế ban đầu. Chức năng chung của bộ Vi điều khiển trung tâm:



Hình 2. Sơ đồ khối chức năng của phao trôi.

2.2.2. Lưu đồ thuật toán

Khối điều khiển trung tâm có nhiệm vụ điều khiển phao làm việc theo thuật toán đã được thiết lập (hình 3). Phao nhận tín hiệu từ bộ định vị GPS, thu dữ liệu từ các cảm biến, đóng gói dữ liệu thành các trường thông tin và gửi về webserver. Thực hiện xong việc truyền phát thông tin, phao chuyển về chế độ chờ, ở chế độ này mức tiêu thụ năng lượng của phao là nhỏ nhất.



Hình 3. Lưu đồ thuật toán hoạt động: a) Tại phao; b) Tại trung tâm.

2.3. Giải pháp tiết kiệm năng lượng

Trong thực tế khi làm việc, phao sẽ hoạt động liên tục trên biển trong khoảng thời gian từ 06 tháng đến 2 năm. Nhóm tác giả đã thực hiện 2 giải pháp cụ thể để giảm thiểu mức tiêu thụ nguồn:

- Chỉ cấp nguồn các mô đun chức năng, các thiết bị ngoại vi của phao khi hoạt động.
- Khi không hoạt động chuyển phao về chế độ nghỉ chờ.

Khi thực hiện xong việc truyền phát thông tin, phao sẽ chuyển về chế độ chờ (thời gian chờ được thiết lập linh hoạt), vi điều khiển trung tâm sẽ cắt nguồn cung cấp đến các mô đun chức năng và thiết bị ngoại vi, chuyển về chế độ Low-power modes, tại chế độ này chỉ có duy nhất bộ định thời timer của vi điều khiển hoạt động giảm tối đa lượng tiêu thụ, khi ở chế độ này quả phao tiêu thụ $6 \div 8 \text{ mA}$ [9].

3. MỘT SỐ KẾT QUẢ TÍNH TOÁN

Khối nguồn pin được thiết kế sử dụng các viên pin kiềm Alkaline dung lượng lớn, pin đại cỡ D loại 1,5 V dùng 1 lần, sử dụng 7 khối 12 V, mỗi khối pin 12 V tích hợp 8 viên nối tiếp 1,5 V. Mỗi khối có dung lượng 5.500 mAh (theo thông số của PIN size D 1,5 V ansmann của Đức). Như vậy, một khối pin có điện áp là 12 V và dung lượng là $5.500 \times 7 = 38.500 \text{ mAh}$. Qua tính toán thực nghiệm đã xác định được:

- Giai đoạn khởi động, tiêu thụ 220 mA trong thời gian $t_{kd} = 5$ giây;
- Giai đoạn hoạt động, tiêu thụ 140 mA trong thời gian $t_{hd} = 10$ giây;
- Giai đoạn chờ, tiêu thụ 6 mA trong thời gian $t_{ch} = 600$ giây, thời gian chờ có thể kéo dài hơn tùy thuộc vào kích bản phát 1 bản tin.

Trong 3 giai đoạn trên, giai đoạn Khởi động và Hoạt động là có thời gian cố định, còn giai đoạn Chờ là có thời gian hay đổi theo từng kích bản truyền 1 bản tin. Khi đó, số bản tin có thể được truyền trong 1 giờ của mỗi giai đoạn như sau:

$$n = \frac{3600}{t_{kd} + t_{hd} + t_{ch}} \text{ (Bản tin)}$$

Trong đó: t_{kd} và t_{hd} là không thay đổi, t_{ch} sẽ thay đổi phụ thuộc vào kích bản phát 1 bản tin.

Khi đó, thời gian làm việc được tính theo bảng dữ liệu như sau:

Bảng 1. Thời gian làm việc của phao.

		Các kích bản truyền tin						
		1	2	3	4	5	6	7
Thời gian phát 1 tin		10 phút	20 phút	1 giờ	2 giờ	5 giờ	10 giờ	24 giờ
Thời gian chờ (giây)		600.00	1,200.00	3,600.00	7,200.00	18,000.00	36,000.00	86,400.00
Số tin truyền trung bình trong 1 giờ (tin)		5.85	2.96	1.00	0.50	0.20	0.10	0.04
Công suất chờ trung bình cho 1 tin (mW)		12.30	24.30	72.30	144.30	360.30	720.30	1,728.30
Công suất trung bình để truyền 1 tin (mW)		20.63	32.63	80.63	152.63	368.63	728.63	1,736.63
Công suất trung bình tiêu tốn trong 1 giờ (mW)		120.78	96.69	80.30	76.16	73.67	72.83	72.35
Dòng tiêu thụ trung bình trong 1 giờ (mA)		10.07	8.06	6.69	6.35	6.14	6.07	6.03
Dòng tiêu thụ trung bình trong 1 ngày (mA)		241.56	193.38	160.60	152.32	147.33	145.67	144.69
Tính trực tiếp	Thời gian sử dụng pin (giờ)	3,825.12	4,778.09	5,753.51	6,066.34	6,271.61	6,343.28	6,385.88
	Thời gian sử dụng pin (ngày)	159.38	199.09	239.73	252.76	261.32	264.30	266.08
Hệ số sử dụng pin là 0,7	Thời gian sử dụng pin (giờ)	2,677.58	3,344.66	4,027.46	4,246.43	4,390.13	4,440.30	4,470.11
	Thời gian sử dụng pin (ngày)	111.57	139.36	167.81	176.93	182.92	185.01	186.25
Hệ số sử dụng pin là 0,9	Thời gian sử dụng pin (giờ)	3,442.61	4,300.28	5,178.16	5,459.70	5,644.45	5,708.95	5,747.29
	Thời gian sử dụng pin (ngày)	143.44	179.18	215.76	227.49	235.19	237.87	239.47
		Dung lượng 1 pack pin: 38500mAh Ghép song song 7 khối, mỗi khối 12V x 5500mAh						

Trong 3 giai đoạn trên, giai đoạn Khởi động và Hoạt động là có thời gian cố định, còn giai đoạn Chờ là có thời gian hay đổi theo từng kịch bản truyền 1 bản tin.

4. KẾT LUẬN

Bài báo đã đưa ra cơ sở tính toán, thiết kế hệ thống phao trôi thu thập dữ liệu môi trường biển, ứng dụng các giải pháp kỹ thuật để tiết kiệm năng lượng. Là sản phẩm tích hợp công nghệ hiện đại và thiết kế phù hợp với điều kiện Việt Nam, đáp ứng được nhu cầu thực tế phục vụ công tác dự báo và phòng chống thiên tai, quản lý tài nguyên và bảo vệ môi trường trong vùng biển Việt Nam. Hướng nghiên cứu tiếp theo của bài báo là phát triển và hoàn thiện các giải pháp tích hợp công nghệ đo chiều cao sóng, truyền sóng vô tuyến trong điều kiện biển mưa bão khắc nghiệt và giải pháp xử lý tín hiệu bão mật thông tin.

Bài báo đã báo cáo tại “Hội thảo quốc gia về ứng dụng công nghệ cao vào thực tiễn - FEE 2022”, ngày 06/10/2022 tại Viện Khoa học và công nghệ quân sự.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1]. R. Srinivasan, V. Rajendran, Shijo Zacharia, Tata Sudhakar, "Advances in Sea Surface Layer Temperature Measurements with Fast Responding Thermistor Arrays on Drifting Buoys", Current Science, Vol. 115, No. 2, (2018).
- [2]. Coastal Observing Research & Development Center, Marine Physical Laboratory, "Miniature Wave Buoy Operations Manual", Scripps Institution of Oceanography, University of California, (2016).
- [3]. R. Srinivasan, V. Rajendran, Shijo Zacharia, Tata Sudhakar, "A study of ocean parameters in Bay of Bengal (BoB) using indigenised drifting buoys", J. Earth Syst. Sci. (2019).
- [4]. Drifter Frequently Asked Questions (FAQs) <https://www.aoml.noaa.gov/phod/gdp/faq.php>
- [5]. Beijing Hydrosurvey Science&Technology, "Beijing Hydrosurvey Science & Technology Co., Ltd. Drifting Buoy datasheet", China, 2019 (<https://geo-matching.com/data-buoys/drifting-buoy>).
- [6]. Iridium 9603 SBDN9603, (<https://www.iridium.com/products/iridium-9603/>).
- [7]. GPS Neo 8M - Ublox, (<https://www.u-blox.com/en>).
- [8]. Sim808-Simcom, (<https://simcom.ee/modules/gsm-gprs-gnss/sim808/>).
- [9]. Stm32f103c8, (<https://www.st.com/resource/en/datasheet/stm32f103c8.pdf>).

ABSTRACT

Investigation and design of drift buoy system applied in ocean environment data collection

Drifting buoys are widely used in the world to measure oceanographic and environmental parameters. Key science and technology program at ministerial level of Natural Resources and Environment: "Research, innovation, design and manufacture of specialized equipment for a basic investigation of natural resources and environment, and waste treatment in the period 2021-2025" has built the Project of research, design and manufacture drift buoys to collect marine data, Code: TNMT.202103.02. The content of this paper is part of the projective research results to describe case studies on solutions to calculate, design and manufacture drift buoys suitable to Vietnamese conditions on the basis of comparing technical specifications with commercial drifting buoy systems in the world.

Keywords: Drifting buoy; GSM-GPRS; Iridium; Sensor system; Remote sensing; Ocean monitoring.