

# NGHIÊN CỨU, THIẾT KẾ HỆ THỐNG BÁO CHÁY CHO TÀU THỦY

## RESEARCH, DESIGN FIRE ALARM SYSTEM FOR SHIPS

NGUYỄN ĐÌNH THẠCH<sup>1\*</sup>, ĐOÀN HỮU KHÁNH<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Khoa Hàng hải, Trường Đại học Hàng hải Việt Nam

<sup>2</sup>Khoa Điện - Điện tử, Trường Đại học Hàng hải Việt Nam

\*Email liên hệ: thachnd.ddt@vamaru.edu.vn

### Tóm tắt

Bài báo này trình bày việc nghiên cứu, thiết kế một hệ thống báo cháy tàu thủy đa kênh. Nhằm mục đích là thiết kế một hệ thống báo cháy với giá thành thấp, dễ dàng vận hành cũng như sửa chữa, thay thế mà không bị phụ thuộc vào các thiết bị của các hãng cung cấp nước ngoài. Hệ thống được thiết kế gồm một trung tâm giám sát, điều khiển sử dụng một màn hình cảm ứng có thể định vị và phát ra tín hiệu báo động bằng giọng nói chính xác vị trí đang xảy ra cháy, màn hình này được nối tới các vi báo cháy đặt tại các vị trí cần giám sát. Với khả năng mở rộng tối đa là 31 vi báo cháy, mỗi vi hỗ trợ lên tới 16 kênh có địa chỉ cụ thể. Như vậy tối đa hệ thống có thể giám sát được 496 vùng với địa chỉ cụ thể, mỗi vùng có thể mắc tối đa 16 cảm biến báo cháy nên về lý thuyết hệ thống có thể nối được tối đa lên đến 7936 cảm biến nên nó có thể áp dụng lắp đặt được cho các tàu kích thước vừa và lớn.

**Từ khóa:** Hệ thống báo cháy, Modbus RTU, RS485.

### Abstract

This paper presents the research and design of a fire alarm system with multi zones. The purpose of the author is to design a fire alarm system with low cost, easy to operate as well as repair and replace without being dependent on equipment of foreign suppliers. The system is designed with a monitoring and control center using a touch screen that can locate and emit an audible alarm signal exactly where the fire is happening, this screen is connected to fire alarm modules which are located at locations to be monitored. With a maximum scalability of 31 module, each module supports up to 16 address-specific channels. Thus, the system can monitor up to 496 zones with specific addresses, each zone can have up to 16 fire alarm sensors, so in theory the system can connect up to 7936 sensors and it can be installed for medium and large ships.

**Keywords:** Fire alarm system, Modbus RTU, RS485.

## 1. Mở đầu

Cháy nổ là một vấn đề thời sự trong thời gian gần đây mà phần nhiều đến từ sự chú quan của con người trong vấn đề phòng cháy tại nhà ở, khu dân cư, khu công nghiệp cũng như dưới tàu thủy. Hậu quả của các vụ cháy thường rất nặng nề từ sự mất mát tính mạng con người đến các tài sản, vật chất.

Trong những năm qua, có rất nhiều các vụ cháy thương tâm đã được ghi nhận trên tàu thủy. Có thể kể đến một số vụ cháy như vụ cháy trên tàu chở hàng X-press Pearl năm 2021 kéo dài 13 ngày gây ra những thiệt hại rất lớn về kinh tế và là một trong những thảm họa sinh thái tồi tệ nhất lịch sử Sri Lanka. Năm 2020 xảy ra một vụ cháy trên tàu chở dầu Trung Thảo 36-BLC tại vùng nước cảng biển Dung Quất làm một thủy thủ thiệt mạng và còn rất nhiều các tai nạn do cháy nổ khác nữa.

Để phòng ngừa các vụ hỏa hoạn đáng tiếc xảy ra trên tàu thủy, ngoài việc nâng cao ý thức, trang bị kỹ năng phòng cháy, chữa cháy cho các thuyền viên thì một hệ thống báo cháy làm việc ổn định, tin cậy, kịp thời đưa ra những cảnh báo cháy và vị trí đám cháy có một ý nghĩa quan trọng nhằm giảm thiểu những thiệt hại về con người và tài sản [2].

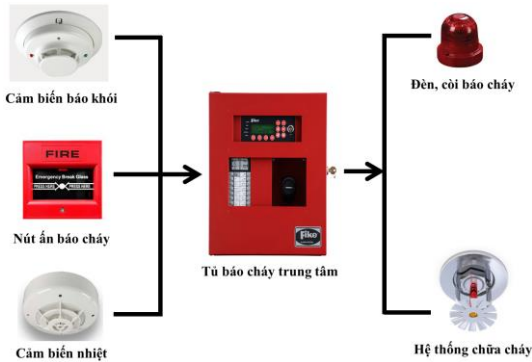
Hiện nay trên thị trường có khá nhiều các hệ thống báo cháy của các hãng khác nhau như Hochiki, Bosch, Horing,... Các hãng này đều xây dựng các chuẩn truyền thông mạng của riêng mình. Khách hàng khi muốn sửa chữa, thay thế các thiết bị trong hệ thống phải liên hệ với hãng đó sẽ mất rất nhiều thời gian, chưa kể kinh phí cũng khá cao. Vì vậy, việc chủ động nghiên cứu, thiết kế một hệ thống báo cháy với chuẩn giao tiếp công nghiệp thông dụng Modbus RTU và các thiết bị đi kèm rất phổ biến trên thị trường sẽ là cơ sở cho việc chế tạo một sản phẩm báo cháy thương mại trong tương lai.

## 2. Khái quát chung và công trình liên quan

### 2.1. Khái quát chung

Một hệ thống báo cháy thường có cấu trúc như trên Hình 1. Hệ thống này bao gồm các cảm biến báo cháy loại nhiệt hay loại khói, nút ấn báo cháy loại thông thường hoặc loại có địa chỉ. Các tín hiệu này đóng vai

trò là các tín hiệu đầu vào sẽ được gửi đến tủ điều khiển trung tâm. Tủ điều khiển trung tâm sẽ xử lý các tín hiệu thu thập về, đưa ra các tín hiệu cảnh báo, báo động như cảnh báo cháy tại các khu vực cụ thể, cảnh báo đứt dây cảm biến, mất nguồn chính,...



**Hình 1. Cấu trúc một hệ thống báo cháy đơn giản**

Tín hiệu cảnh báo, báo động thường được gửi tới đèn, còi và hệ thống chữa cháy.

Với hệ thống báo cháy thông thường sẽ có khoảng từ 1 kênh đến 60 kênh (zone). Mỗi zone có thể chứa nhiều cảm biến và nút ấn báo cháy. Khi xảy ra sự cố sẽ không thể biết chính xác cảm biến nào kích hoạt báo cháy trong zone [1], với các tính năng đơn giản, giá thành rẻ, những thiết bị này chỉ áp dụng với các tàu nhỏ.

Với hệ thống báo cháy địa chỉ, dung lượng địa chỉ sẽ được xác định bởi số mạch tín hiệu (loop). Một hệ thống báo cháy địa chỉ thường có khoảng 4 loop, mỗi loop thường hỗ trợ khoảng 100 thiết bị địa chỉ, các thiết bị này thường được hỗ trợ lập trình mềm dẻo trên phần mềm của hãng đó cho phù hợp với từng yêu cầu thực tế. Tuy nhiên các hệ thống này thường có giá thành cao, quá trình sửa chữa, thay thế về sau bị phụ thuộc nhiều vào hãng do mỗi hãng sử dụng một công nghệ và chuẩn truyền thông riêng.

## 2.2. Các công trình liên quan và đóng góp của bài báo

Trên thực tế hiện nay ngoài việc sử dụng các hệ thống báo cháy truyền thống theo vùng và báo cháy địa chỉ của các hãng nước ngoài như Hochiki, Horing,... Các hãng lớn này đều xây dựng các chuẩn truyền thông của riêng họ để giữ bản quyền công nghệ nên sẽ gây nhiều khó khăn cho khách hàng khi xảy ra những sự cố trong quá trình sử dụng do không làm chủ được công nghệ, phụ thuộc rất nhiều vào hãng sản xuất.

Có một số công trình sử dụng công nghệ không dây như trong công trình [2], Lei Zhang và các cộng

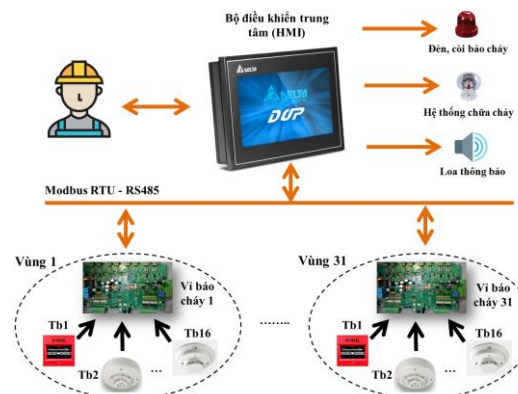
sự sử dụng các cảm biến báo cháy không dây, mỗi tầng, mỗi khu vực sử dụng một máy tính và các bộ lặp Repeater để thu thập các tín hiệu từ các cảm biến để gửi về một máy tính trung tâm. Trong bài báo [1] Hussam Elbehiery thiết kế một hệ thống trong đó khối điều khiển trung tâm (Master Unit) và khối các trạm tớ (Slave Units) chứa các nút ấn báo cháy, cảm biến báo cháy được truyền thông không dây với nhau qua mạch vi xử lý sử dụng chip Wifi không dây.

Các công trình trên thì chỉ phù hợp áp dụng trên bờ cho các tòa nhà và các hộ dân cư chứ sẽ không hiệu quả khi áp dụng dưới tàu thủy với một điều kiện làm việc khắc nghiệt, cấu trúc phức tạp, chật hẹp, nhiều nhiễu loạn có thể ảnh hưởng tới hệ thống mạng không dây. Hơn nữa, các hệ thống lắp đặt trên tàu biển đòi hỏi sự hoạt động tin cậy, dễ dàng sửa chữa, thay thế khi xảy ra sự cố. Vì vậy, nhóm tác giả đề xuất việc nghiên cứu, xây dựng một hệ thống báo cháy có cấu trúc đơn giản, làm việc tin cậy, dễ dàng vận hành, sửa chữa cũng như thay thế cùng giá thành hợp lý để tiến tới áp dụng vào thực tế cho các đội tàu tại Việt Nam.

## 3. Thiết kế hệ thống báo cháy địa chỉ sử dụng mạng Modbus

### 3.1. Thiết kế sơ đồ khối chức năng

Sơ đồ khối chức năng cho hệ thống được nhóm tác giả xây dựng như trên Hình 2. Trên sơ đồ bao gồm một màn hình cảm ứng HMI Delta Dop-100 vừa đóng vai trò là một điều khiển trung tâm, mặt khác màn hình này còn đóng vai trò giám sát toàn bộ hệ thống như hiển thị khu vực cháy, hiển thị danh sách báo động, lưu lại lịch sử báo động,... và một số tương tác khác với người sử dụng như sửa tên cho khu vực cháy để thuận tiện cho việc giám sát.



**Hình 2. Sơ đồ khối chức năng**

Sơ đồ khối chức năng cho hệ thống được nhóm tác giả xây dựng như trên Hình 2. Trên sơ đồ bao gồm

một màn hình cảm ứng HMI Delta Dop-100 vừa đóng vai trò là một điều khiển trung tâm, mặt khác màn hình này còn đóng vai trò giám sát toàn bộ hệ thống như hiển thị khu vực cháy, hiển thị danh sách báo động, lưu lại lịch sử báo động,... và một số tương tác khác với người sử dụng như sửa tên cho khu vực cháy để thuận tiện cho việc giám sát.

Hệ thống được thiết kế với khả năng hỗ trợ kết nối tối đa tới 31 vi báo cháy để giám sát cháy tương ứng với mạng Modbus RTU có thể hỗ trợ tối đa tới 32 thiết bị [3]. Mỗi vi báo cháy tác giả thiết kế (được trình bày trong mục 3.2) gồm 8 zones, nhưng hỗ trợ ghép chồng 2 vi lên nhau nên tối đa hỗ trợ 16 zones. Mỗi zone lại có thể nối tới 16 thiết bị cảm biến hoặc nút ấn báo cháy. Các zone này đều được định nghĩa các địa chỉ Modbus nên bộ điều khiển trung tâm có thể xác định được chính xác vị trí cháy khi có sự cố.

Ngoài ra thì bộ điều khiển trung tâm sẽ gửi tín hiệu đến các thiết bị ngoại vi bao gồm: Đèn, còi báo động, gửi tín hiệu đến hệ thống chữa cháy và gửi tín hiệu giọng nói đến loa thông báo. Bộ điều khiển trung tâm được lập trình để phát ra giọng nói thông báo chính xác vị trí đang xảy ra cháy [4] giúp con người nhanh chóng xác định ra điểm cháy để dập lửa cũng như sơ tán.

### 3.2. Thiết kế vi báo cháy

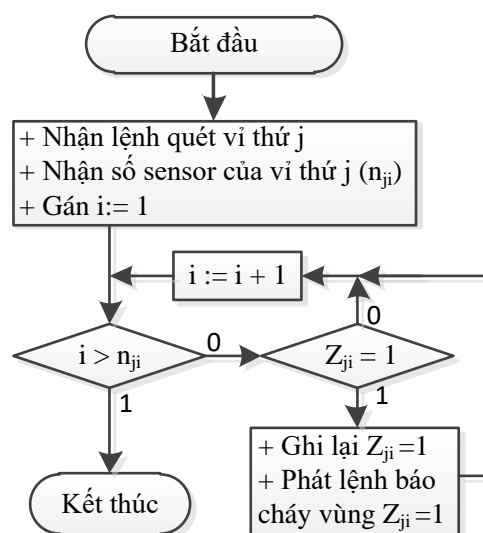
Vi báo cháy được nhóm tác giả thiết kế sử dụng bộ điều khiển là vi điều khiển ATmega32 như đã công bố chi tiết trong công trình [4]. Vi báo cháy được chế tạo bao gồm một số module chính là: Module mạch cảm biến báo cháy; Module mạch cấu hình cho vi điều khiển; Module truyền thông với màn hình cảm ứng; Module nguồn, mạch báo động và test chức năng. Với nguyên lý thiết kế là vi điều khiển sẽ bơm một giá trị dòng điện ở đầu ra của mỗi zone, mỗi zone sẽ nối tới 1 cảm biến hoặc nút ấn báo cháy, dựa trên giá trị dòng điện đo vi điều khiển sẽ biết được zone nào đang xảy ra cháy hay lỗi đứt dây cảm biến.



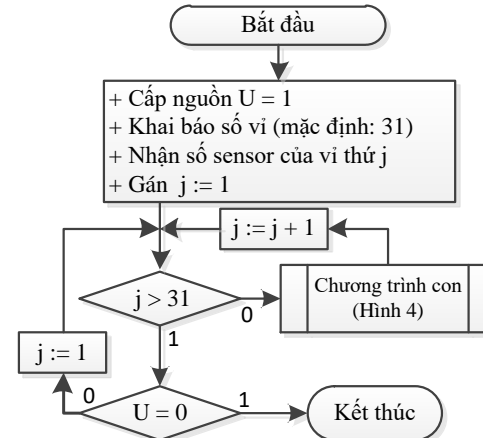
Hình 3. Vi báo cháy đã được chế tạo

Vi báo cháy được chế tạo có 8 zone, hỗ trợ ghép 2 zone chồng lên nhau để có được 1 vi 16 zone. Mỗi zone được định nghĩa một địa chỉ Modbus tương ứng. Hình 3 là hình ảnh vi báo cháy đã được chế tạo.

Trên Hình 4 là thuật giải điều khiển tác giả xây dựng cho 1 vi báo cháy thứ  $j$ . Nó sẽ được coi là chương trình con trong thuật giải điều khiển hệ báo cháy toàn tàu ở Hình 5.



Hình 4. Thuật giải điều khiển của vi báo cháy thứ  $j$



Hình 5. Thuật giải báo cháy của hệ

Ký hiệu:  $j$  - Số thứ tự của vi báo cháy trong hệ (tối đa theo mặc định  $j=31$ );  $i$  - Số thứ tự của các sensor đầu vào vi thứ  $j$ ;  $n_{ji}$  - Số lượng các sensor đầu vào vi thứ  $j$ ;  $Z_{ji}$  - Vùng cháy thứ  $i$  của vi  $j$ .

Trong thuật giải này, ban đầu bộ điều khiển sẽ nhận lệnh quét và nhận số sensor của vi thứ  $j$ .  $i$  sẽ được gán giá trị bằng 1 tương ứng với cảm biến (sensor) đầu tiên nối vào vi  $j$  sẽ được quét, nếu ở vị trí  $i$  đầu tiên này có cháy xảy ra ở vùng  $i$  thì  $Z_{ji}=1$  và giá trị này sẽ được ghi lại và phát lệnh báo cháy vùng  $Z_{ji}$ . Đồng thời

giá trị của  $i$  lại tăng lên 1 đơn vị tương ứng với bộ điều khiển sẽ quét sang sensor tiếp theo, quá trình sau đó hoàn toàn tương tự như với sensor đầu tiên và nó sẽ kết thúc khi quét hết tất cả số sensor nối vào vì ( $i > n_i$ ).

### 3.3. Thiết kế, lập trình bộ điều khiển trung tâm

Bộ điều khiển trung tâm nhóm tác giả sử dụng 1 màn hình cảm ứng HMI cấu hình cao của hãng Delta với model DOP-110WS.

#### a. Xây dựng thuật giải điều khiển cho bộ điều khiển trung tâm

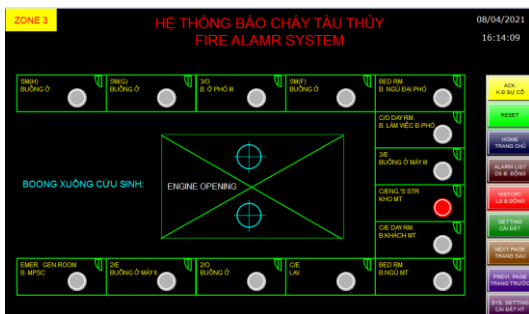
Thuật giải báo cháy của hệ là một thuật giải chính của hệ thống, nó được thể hiện như Hình 5. Với thiết kế mặc định có thể mắc tối đa 31 vi. Bộ điều khiển trung tâm sẽ quét lần lượt tất cả các vi từ  $j=1$  cho đến  $j=31$ , khi quét đến vi thứ  $j$  nào thì sẽ gọi chương trình con như đã được trình bày trong Hình 4. Khi  $j=32$  nếu nguồn ngắt thì sẽ kết thúc chương trình, nếu nguồn vẫn bật thì chương trình lại quét từ vi thứ nhất ứng với  $j=1$ .

Khi xảy ra sự cố ở vị trí  $i$  nào đó, HMI sẽ gửi tín hiệu tương ứng bằng giọng nói báo chính xác vị trí đó đang có cháy cho thuyền viên. Đồng thời tín hiệu sẽ được gửi tới cả còi, đèn và hệ thống chữa cháy.

#### b. Thiết kế giao diện điều khiển cho màn hình cảm ứng

Giao diện giám sát hệ thống được thiết kế bằng phần mềm DOPSoft Version 4.0 bao gồm các giao diện trang chủ, màn hình giám sát các Zones, màn hình cài đặt, danh sách báo động, lịch sử báo động và một số nút ấn, màn hình phụ khác.

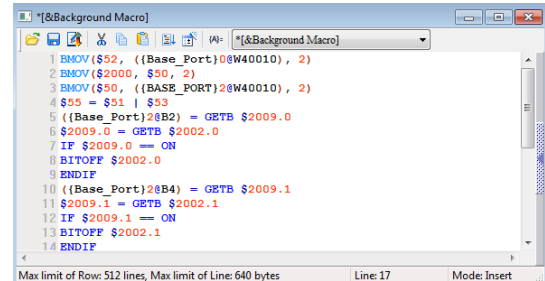
Hình 6 là một giao diện đã được nhóm tác giả thiết kế cho vùng số 3 ở Boong xưởng cứu sinh. Có 14 buồng và 14 đèn báo động khi có cháy xảy ra tương ứng với mỗi buồng. Các đèn được lập trình sẽ sáng nhấp nháy khi có cháy xảy ra như minh họa ở KHO MT trên Hình 6 đang có cháy xảy ra. Ngoài ra hệ thống còn được thiết kế các trang màn hình có khả năng hiển thị các báo động đang xảy ra, lưu lại lịch sử báo động và kết nối máy in.



Hình 6. Giao diện Zone 3 ở Boong cứu sinh

#### c. Lập trình cho hệ thống bằng ngôn ngữ Marco

Ngôn ngữ lập trình cho bộ điều khiển trung tâm (HMI) là ngôn ngữ Marco, một đoạn code lệnh được thể hiện như trên Hình 7.



Hình 7. Lập trình cho bộ điều khiển trung tâm

Hiện nay trên thực tế các hệ thống báo cháy trên tàu hầu hết chỉ đưa ra báo động bằng còi và đèn khi sự cố xảy ra mà không thông báo được chính xác vị trí cháy bằng loa. Nhóm tác giả tạo các file giọng nói thông báo cho từng vị trí dạng \*.mp3 và đưa vào màn hình. Các file mp3 này sẽ được lập trình tự động bật tắt theo các Bit dữ liệu tương ứng như Hình 8. Mỗi file giọng nói sẽ được bật/tắt bởi 1 bit điều khiển. Bit này sẽ được bật lên khi có cháy xảy ra ở vị trí tương ứng.

No.	Name	Store Source	Source	Length
1	SMH	USB	C:\Users\khaan\Google Drive\NCKH\ 00:19	
2	SMG	USB	C:\Users\khaan\Google Drive\NCKH\ 00:19	
3	JOPHO3	USB	C:\Users\khaan\Google Drive\NCKH\ 00:19	
4	SMBUONGO	USB	C:\Users\khaan\Google Drive\NCKH\ 00:19	
5	COLAV	USB	C:\Users\khaan\Google Drive\NCKH\ 00:19	
6	BEDRM1	USB	C:\Users\khaan\Google Drive\NCKH\ 00:19	
7	BEDRM2	USB	C:\Users\khaan\Google Drive\NCKH\ 00:19	
8	DAYRM	USB	C:\Users\khaan\Google Drive\NCKH\ 00:19	
9	3E	USB	C:\Users\khaan\Google Drive\NCKH\ 00:19	
10	CENGSTR	USB	C:\Users\khaan\Google Drive\NCKH\ 00:19	
11	CEDAYRM	USB	C:\Users\khaan\Google Drive\NCKH\ 00:19	
12	Sound012	USB	C:\Users\khaan\Google Drive\NCKH\ 00:19	
13	Sound013	USB	C:\Users\khaan\Google Drive\NCKH\ 00:19	
14	Sound014	USB	C:\Users\khaan\Google Drive\NCKH\ 00:19	

No.	Read Address	Play Mode	Stop Mode	Trigger Mode	Play List
1	\$100.0	Play	Stop	ON	SMH
2	\$100.1	Play	Stop	ON	SMG
3	None				

Hình 8. Lập trình giọng nói thông báo

## 4. Thử nghiệm hệ thống

Sau khi thiết kế các giao diện và xây dựng xong chương trình phần mềm, tác giả đã tiến hành thử nghiệm sự hoạt động của phần mềm điều khiển với vi báo cháy trong phòng thí nghiệm như Hình 10.

Bộ điều khiển trung tâm (màn hình cảm ứng HMI) được kết nối thử nghiệm với 2 trường hợp:

- + Trường hợp 1: Kết nối bộ điều khiển trung tâm với 1 vi báo cháy;
- + Trường hợp 2: Kết nối đồng thời với 2 vi báo

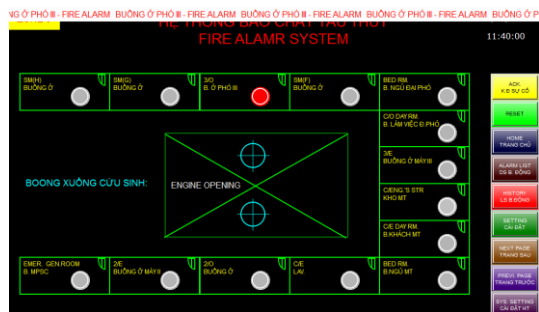


**Bảng 1. Bản ghi thử nghiệm (Test Record)**

BẢN GHI THỬ NGHIỆM (TEST RECORD)									
Zone	Tên khu vực (giả thiết)	Số lượng các loại thiết bị			Điện trở cuối	Điện áp	Kiểm tra ngắn mạch, hở mạch	Kiểm tra bảo động	Kiểm tra lỗi
		CB khói	CB nhiệt	Nút ấn BC					
Zone 1	Buồng ở SM(H)	1	1	1	10 kOhm	24VDC	OK	OK	OK
Zone 2	Buồng ở SM(G)	1	1	1	10 kOhm	24VDC	OK	OK	OK
Zone 3	Buồng ở phó III	1	1	1	10 kOhm	24VDC	OK	OK	OK
Zone 4	Buồng ở SM(F)	1	1	1	10 kOhm	24VDC	OK	OK	OK
Zone 5	LAV. (CO)	2	2	2	10 kOhm	24VDC	OK	OK	OK
Zone 6	Buồng ngủ ĐP	1	2	1	10 kOhm	24VDC	OK	OK	OK
Zone 7	Buồng l/việc ĐP	2	2	2	10 kOhm	24VDC	OK	OK	OK
Zone 8	Buồng ở máy III	1	1	1	10 kOhm	24VDC	OK	OK	OK
Zone 9	Kho Máy trưởng	3	3	2	10 kOhm	24VDC	OK	OK	OK
Zone 10	Buồng khách MT	2	2	1	10 kOhm	24VDC	OK	OK	OK
Zone 11	Buồng ngủ MT	2	2	1	10 kOhm	24VDC	OK	OK	OK
Zone 12	LAV. (CE)	1	1	1	10 kOhm	24VDC	OK	OK	OK
Zone 13	Buồng ở 2/O	1	1	1	10 kOhm	24VDC	OK	OK	OK
Zone 14	Buồng ở máy II	1	1	1	10 kOhm	24VDC	OK	OK	OK
Zone 15	Buồng MPSC	3	3	3	10 kOhm	24VDC	OK	OK	OK
Zone 16	Dự phòng	1	1	1	10 kOhm	24VDC	OK	OK	OK

cháy để kiểm tra khả năng nổi trội nhiều vị báo cháy của bộ điều khiển trung tâm. Ngoài ra nhóm tác giả còn thực hiện 1 bản ghi quá trình thử nghiệm (Test Record) trong trường hợp này theo một mẫu của hãng SIGMA chuyên cung cấp các thiết bị báo cháy như trong Bảng 1.

Trong cả 2 trường hợp, các kênh đều được thử nghiệm với 3 loại cảm biến và nút ấn gồm: Thử đầu khói: AH-0311-2 (Horing lih); Thử đầu nhiệt: AHR-871 (Horing lih); Thử nút ấn: AH-0817 (Horing lih), các thiết bị này được kết nối đến các kênh ngẫu nhiên.



**Hình 9. Giao diện giám sát trên HMI**

Khi thử nút ấn, đầu khói hoặc đầu nhiệt, hệ thống đều đưa ra các báo động bằng giọng nói và ánh sáng

theo yêu cầu đặt ra. Màn hình giám sát hiển thị chính xác khu vực đang xảy ra cháy như trên Hình 9. Giọng nói thông báo cũng hoạt động rất tốt khi thông báo chính xác vị trí đang xảy ra cháy.

Trong cả 2 chế độ thử nghiệm, bộ xử lý đều cho thời gian xử lý rất nhanh, hoàn toàn có thể đáp ứng tốt khi mắc thêm nhiều vị báo cháy khác tùy vào nhu cầu sử dụng.



**Hình 10. Thử nghiệm hệ thống với 2 vị báo cháy**

**5. Kết luận**

Bài báo đã trình bày việc nghiên cứu, thiết kế một hệ thống báo cháy nhiều kênh cho tàu thủy với mục

đích thiết kế một hệ thống sử dụng các thiết bị, chuẩn truyền thông phổ biến, dễ dàng sửa chữa, thay thế khi xảy ra hỏng hóc với giá thành thấp. Kết quả thử nghiệm ban đầu cho thấy hệ thống hoạt động rất tốt, đáp ứng được các yêu cầu đặt ra và đây sẽ là tiền đề để chế tạo một sản phẩm báo cháy thương mại lắp đặt cho tàu thủy.

### **TÀI LIỆU THAM KHẢO**

- [1] Hussam Elbehiery, *Developed Intelligent Fire alarm system*, Journal of American Science, October 2012.
- [2] Lei Zhang, Gaofeng Wang, *Design and Implementation of Automatic Fire Alarm System based on Wireless Sensor Networks*, Proceedings of the 2009 International Symposium on Information Processing, 2009.

- [3] PGS.TS. Đinh Anh Tuấn, PGS.TS. Đào Minh Quân, *Mạng truyền thông công nghiệp*, NXB Hàng hải, 2017.
- [4] Đoàn Hữu Khánh, Lưu Văn Thủy, Nguyễn Văn Hùng, Bùi Thành Đạt, Nguyễn Xuân Thịnh, Phạm Minh Thảo, *Thiết kế hệ thống báo cháy và xây dựng ứng dụng giám sát, điều khiển*, Tạp chí Khoa học Công nghệ Hàng hải, Số 55, tr.37-42, 2018.

Ngày nhận bài:	17/02/2022
Ngày nhận bản sửa:	28/02/2022
Ngày duyệt đăng:	14/03/2022