

---

**NGHIÊN CỨU CHẾ TẠO HỆ THỐNG BÁO CHÁY TỰ ĐỘNG  
TRÊN TÀU THUYỀN DỰA TRÊN CƠ SỞ CÔNG NGHỆ MẠNG AS-I.  
BUILDING THE FIRE DETECTING AND GENERAL ALARM SYSTEM IN THE  
SHIP BY USING THE AS -I (ACTUATOR-SENSOR-INTERFACE) NETWORK**

**TS. LƯU KIM THÀNH  
KS. NGUYỄN KIỂM THANH**  
*Khoa Điện - Điện tử TB, Trường ĐHHH*

**Tóm tắt:**

*Bài báo giới thiệu tổng quan về hệ tự động phòng chống cháy trên tàu thủy. Đi sâu nghiên cứu và đưa ra giải pháp xây dựng cấu hình của hệ tự động báo cháy trên công nghệ mạng AS-i (Actuator-Sensor-Interface)*

**Abstract:**

*This paper introduces fire detecting and general alarm systems on board ship. It also studies further and gives the solution to build it by using the AS-I (Actuator-Sensor-Interface) network.*

**1. Đặt vấn đề**

Hỏa hoạn đã từng gây nhiều thảm họa cho loài người. Việc phòng chống cháy đã đặt ra các yêu cầu bắt buộc không chỉ cho các nhà máy xí nghiệp công nghiệp, kho tàng và khu dân cư, mà còn có những yêu cầu khắt khe hơn cho tàu thủy bởi tính đặc thù riêng của nó, như: Hoạt động độc lập trên biển; Hiếm có khả năng được ứng cứu khi bị cháy tàu.... Do vậy hệ thống tự động báo và chống cháy có vai trò vô cùng quan trọng trên tàu thủy.

Nhiều hãng trên thế giới đã nghiên cứu chế tạo các hệ tự động riêng biệt để báo khói từ xa, báo khói và báo cháy tại chỗ và báo nhiệt độ tăng cao; Nguyên lý hoạt động của chúng thường theo sự thay đổi dòng điện [1] [5], ở mức hiện đại hơn thì truyền tin trên mạng với việc mã hóa bit bằng cách thay đổi tần số [6] [7]. Nhưng đáng tiếc ta khó học tập theo họ, vì giao thức truyền thông trong hệ đó được giữ kín. Đến nay chưa xuất hiện hệ thống tự động báo cháy sử dụng giao thức truyền thông mạng AS-I và mã hóa bit truyền thông theo nguyên tắc Manchester II .

Ở Việt Nam chúng ta đã đóng rất nhiều tàu xuất khẩu có trọng tải lớn. Tuy nhiên vì chưa sản xuất được, nên phần lớn các thiết bị và các hệ thống tự động trên các con tàu này đều được nhập ngoại - Điều này gây nhiều bất cập cho công nghiệp tàu thủy Việt Nam. Vì thế việc nội địa hoá các hệ thống trên tàu là một đòi hỏi cấp thiết. Thế nhưng kết quả nghiên cứu chế tạo hệ thống báo cháy vẫn chưa thấy được công bố.

Do vậy việc nghiên cứu ứng dụng công nghệ hiện đại để chế tạo hệ thống tự động báo cháy cho tàu thủy tại Việt Nam là một hướng đi đúng đắn phù hợp với chủ trương nội địa hoá của Chính phủ, đáp ứng yêu cầu thực tiễn Việt Nam và còn là một trong các dự án có tính khả thi cao. Việc nghiên cứu sử dụng giao thức truyền thông mạng AS-I và mã hóa bit truyền thông theo nguyên tắc Manchester II trong hệ tự động báo cháy có giá trị khoa học và có tính cấp thiết ở Việt Nam hiện nay – Đây là vấn đề cần giải quyết được trình bày trong bài báo này.

**2. Nội dung**

Để giải quyết vấn đề nêu trên ta sử dụng phương pháp nghiên cứu tổng quan hệ báo cháy tự động tàu thủy; Tìm hiểu sâu về giao thức truyền thông AS-I và nguyên tắc mã hóa bit truyền thông Manchester II; Đề xuất cấu hình hệ và tiến hành chế tạo thử nghiệm để đưa ra kết luận.

**2.1. Vấn đề tự động phòng chống hỏa hoạn trên tàu thủy**

Các con tàu được đóng mới ngày nay thường có trọng tải rất lớn, tầm hoạt động không hạn chế, nhưng số lượng thuyền viên luôn được giảm thiểu. Vì vậy khi xảy ra sự cố hỏa hoạn trên tàu thì hậu quả sẽ khủng khiếp hơn nhiều so với trên đất liền. Để tránh khỏi tai họa ấy thì việc phòng cháy luôn được đặt lên hàng đầu, theo nguyên tắc “phòng hơn chống”.

Để phòng cháy trên tàu thủy thường được trang bị các hệ thống cảm nhận các nguyên nhân thường gây ra cháy, như: Phát hiện khói; Phát hiện nhiệt độ tăng cao; Phát hiện ngọn lửa.

Bên cạnh việc phát hiện tự động nhờ các cảm biến, thì việc phát giác của thuyền viên trên tàu cũng đóng vai trò quan trọng thông qua sự tác động vào nút ấn báo cháy đặt ở khu vực thuận tiện.

Việc chữa cháy có thể do thuyền viên trực tiếp thực hiện nhờ các bình bọt cầm tay (dùng ở nơi yêu cầu an toàn về điện), nhờ hệ thống vòi rồng dùng nước biển (dùng ở nơi không yêu cầu an toàn về điện). Ngoài ra thuyền viên cũng có thể điều khiển tại trạm cứu hoả để xả khí CO<sub>2</sub> vào các khu vực đang bị cháy (khi người đã thoát ra khỏi khu vực cháy và các cửa cách ly đã được đóng cẩn thận). Để làm giảm nhiệt độ và dập tắt ngọn lửa (nếu cháy) thì trên các tàu đóng mới hiện nay còn được trang bị hệ thống tự động phun sương [6].

## 2.2. Chức năng và cấu trúc cơ bản của hệ thống phòng chống cháy trên tàu thủy

Chức năng cơ bản của hệ thống tự động báo cháy gồm có:

- Phát hiện kịp thời và đưa tin thông báo chính xác khi có hỏa hoạn tại các vùng xác định (có địa chỉ) – Đây là chức năng quan trọng nhất của hệ thống báo cháy. Tuy nhiên trước đây mới chỉ ra vùng (zone) có cháy, mà không chỉ rõ địa chỉ cụ thể nào trong vùng đó như các hệ thống ngày nay.
- Hệ thống báo cháy luôn có mối quan hệ mật thiết với hệ thống chữa cháy (bơm cứu hoả, xả khí...) [6]. Ngoài ra khi phát hiện có cháy, nó còn phải gửi tín hiệu để dừng các quạt thông gió buồng máy và các buồng ở, đóng kín một số cửa thông khoang.
- Hệ thống tự động báo cháy có tầm quan trọng đặc biệt trên tàu thủy, do vậy nó luôn phải ở trạng thái hoạt động bình thường (kể cả khi mất nguồn điện lưới). Từ đó nảy sinh chức năng thứ 3 của hệ là có khả năng tự kiểm tra và cảnh báo tình trạng kỹ thuật của chính mình (đứt hoặc chập cáp nối từ thiết bị trung tâm báo cháy đến các cảm biến và nút ấn báo động, cũng như tình trạng kỹ thuật của thiết bị trung tâm, của các cảm biến và của nguồn điện lưới).

Các hệ thống phòng và chống cháy trên tàu thường được thiết kế riêng biệt, nhằm tăng độ tin cậy tối đa và quản lý các khu vực hợp lý, cụ thể là:

- Khu vực hầm hàng, kho trên mũi tàu chủ yếu được bố trí các cảm biến khói; Còn chữa cháy nhờ hệ thống vòi rồng phun nước biển, hoặc hệ van (điện hay cơ) xả khí CO<sub>2</sub>;
- Trong khu vực buồng máy người ta trang bị hệ cảm biến khói và nhiệt; Chữa cháy nhờ các hệ thống như khu vực hầm hàng và thêm hệ thống tự động phun sương;
- Trong các tầng sinh hoạt của các thuyền viên được trang bị hệ cảm biến khói và nhiệt; Chữa cháy nhờ các hệ thống vòi rồng phun nước biển, hoặc các bình bọt cầm tay.

Trong mỗi hệ thống báo cháy luôn có các thiết bị sau: Trung tâm thu nhập và xử lý các tín hiệu, mà chúng được cung cấp từ các cảm biến (detector) hoặc nút ấn báo cháy (Callpoint); Cáp truyền tín hiệu; Thiết bị chỉ thị; Thiết bị kết nối với phương tiện cứu hỏa (trước đây ít thấy [1]); Ngoài ra còn có chuông còi, đèn quay, khối nguồn chính và dự phòng.

Các cảm biến tín hiệu báo cháy là phần tử cơ bản của hệ, bởi vì các đặc trưng cơ bản của hệ (Độ nhạy; Độ tin cậy; Tính tác động nhanh...) đều phụ thuộc vào chúng. Việc bố trí các loại cảm biến ở các khu vực khác nhau được giới thiệu trong bảng 1.

**Bảng 1. Khu vực bố trí các cảm biến.**

Các khu vực	Cảm biến				
	Nhiệt độ	Khói tại chỗ	Khói từ xa	Lửa	Tổ hợp
Phòng ở của thuyền viên và khách	x			x	
Phòng sinh hoạt chung	x				
Phòng sinh hoạt ít người đến	x	x			
Hầm hàng	x		x		
Boong		x		x	
Boong công tây nơ	x				
Buồng máy và khoang nổi hơi	x	x		x	x

Để thuận tiện và tăng độ tin cậy cho việc giám sát các khu vực trên tàu thủy người ta thường chia ra ít nhất từ 5 vùng trở lên, mỗi vùng có 8 đến 10 nhánh rẽ mạch (tia). Trên mỗi nhánh

có thể đấu hỗn hợp các loại cảm biến (khói, nhiệt, ngọn lửa và nút ấn) theo nguyên tắc đấu nối tiếp các tổ hợp song song gồm tiếp điểm NC và điện trở, hoặc đấu song song các tổ hợp nối tiếp gồm tiếp điểm NO và điện trở (Phương án này thường được sử dụng nhiều). Các điện trở này thường có giá trị vài trăm  $\Omega$ . Cuối mỗi nhánh được đấu tới một điện trở cuối đường dây EOL (End-Of-Line) có giá trị từ 3 đến 7 K $\Omega$  tùy thuộc theo yêu cầu của trung tâm xử lý.

Trong các hệ thống báo cháy người ta phân biệt trạng thái báo cháy, đứt mạch chạm mạch và chập mạch trên đường cáp nối thiết bị trung tâm đến các cảm biến thông qua sự thay đổi cường độ dòng điện trên đường cáp đó [1], [5]. Còn hiện nay người ta cũng có thể sử dụng nội dung gói thông tin (bức điện) chuyển qua mạng từ cảm biến về trung tâm để phân biệt các trạng thái nói trên [6], [7].

### **2.3. Các vấn đề cần giải quyết khi nghiên cứu chế tạo hệ thống phòng chống hỏa hoạn trên tàu thủy**

Khi nghiên cứu chế tạo hệ thống phòng chống hỏa hoạn trên tàu thủy chúng ta không chỉ cần giải quyết các vấn đề liên quan đến chức năng cơ bản của hệ, mà còn phải chú ý đến các chức năng mở rộng khác như :

- Sử dụng tối đa 1 cặp dây trong một đường cáp để đồng thời truyền tín hiệu và cấp nguồn cho các loại cảm biến. Điều này cho phép đơn giản hóa, giảm chi phí và tăng độ tin cậy cho hệ.

- Không chỉ thông báo vùng (Zone) như các hệ cũ, mà còn phải chỉ rõ trên trung tâm xử lý về địa chỉ nơi có xảy ra hỏa hoạn, tức là cần thiết phải địa chỉ hóa điểm xảy ra hỏa hoạn. Điều này giúp cho người trực ca thông báo cho toàn tàu được biết và xử lý kịp thời.

- Việc sử dụng nhiều hệ riêng biệt cùng tham gia thực hiện mục đích phòng chống cháy trên tàu thủy là cần thiết (nhằm tăng độ tin cậy cao). Nhưng cần phải có sự kết nối thông tin giữa chúng với nhau, cũng như giữa chúng với các hệ hỗ trợ cho công việc chữa cháy và với hệ lưu trữ thông tin toàn tàu VDR (Voyage Data Recorder). Điều này giải quyết tính tác động nhanh cho các hệ thống tự động phòng và chống cháy, cũng như việc lưu giữ thông tin khi phân xét hậu quả rủi ro.

### **2.4. Giải pháp cho các vấn đề được đặt ra**

Truyền thông mạng đã và đang được sử dụng phổ biến trong công nghiệp và trên tàu thủy. Tuy nhiên các hãng sản xuất thường không cung cấp giao thức truyền thông của thiết bị và hạn chế thông tin về phương pháp mã hóa bit truyền thông. Gây khó khăn cho việc tìm hiểu sâu về hệ thống của họ và việc nghiên cứu cải hoán, thay thế, thiết kế hệ thống mới. Ví dụ, hãng Tyco cho biết các hệ thống báo cháy của họ sử dụng phương pháp mã hóa bit FSK [6][7], tuy nhiên giao thức cụ thể thì không thấy nói đến. Vì vậy việc nghiên cứu lựa chọn một hệ thống bus có giao thức truyền thông, phương pháp mã hóa bit phù hợp với việc chế tạo hệ báo cháy tự động tại Việt Nam là cần thiết.

Sau khi nghiên cứu chúng ta đã lựa chọn thiết kế hệ thống báo cháy tự động trên cơ sở AS-i bus, vì hệ thống bus này có những đặc điểm quan trọng sau [2]:

- + AS-i được dùng chủ yếu để kết nối các thiết bị cảm biến và cơ cấu chấp hành số ở cấp trường.

- + Khả năng đồng tải nguồn, tức dữ liệu và dòng nuôi cho toàn bộ các cảm biến và một phần các cơ cấu chấp hành được truyền tải trên cùng một cáp hai dây.

- + Phương pháp truyền bền vững trong môi trường công nghiệp nhưng không đòi hỏi cao về chất lượng đường truyền.

- + Cho phép thực hiện cấu trúc mạng đường thẳng cũng như hình cây.

- + Các thành phần giao diện mạng có thể thực hiện với giá thành rất thấp.

- + Các bộ nối nhỏ, gọn, đơn giản và giá cả hợp lý.

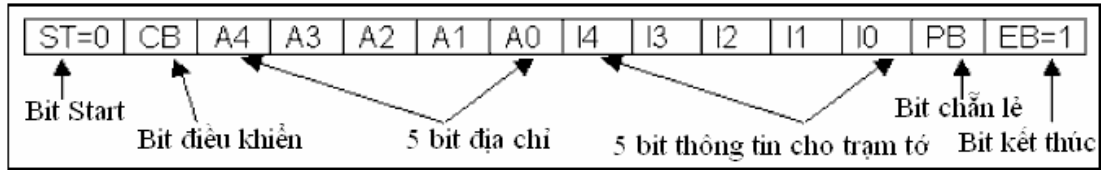
- + Hoạt động theo nguyên tắc Master/Slave.

- + Chiều dài tổng cộng của cáp truyền cho phép tối đa là 100m. Với các khoảng cách lớn hơn cần sử dụng các bộ lặp (repeater) hoặc bộ mở rộng (extender).

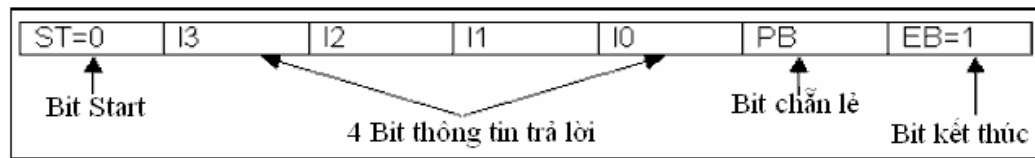
- + Số trạm tối đa trên một mạng là 62, tương ứng với tối đa 248 thiết bị vào/ra số. Có nghĩa là, thực hiện truyền hai chiều sẽ cho phép một trạm chủ quản lý tối đa 248 kênh vào số và 248 kênh ra số.

+ Tốc độ truyền được qui định là 167kbit/s, tương đương với thời gian bit là 6μs. Tuy tốc độ không lớn, nhưng thời gian một chu kỳ bus tối đa được đảm bảo không lớn hơn 10ms (với 62 trạm tớ).

+ Mã hóa bit truyền thông theo nguyên tắc Manchester II. Cấu trúc bức điện (gói tin) giữa trạm chủ và trạm tớ được minh họa trên hình 1. Đây là cấu trúc đơn giản và dễ sử dụng phù hợp cho việc thiết kế hệ tự động báo cháy.



a) Cấu trúc lời gọi từ trạm chủ

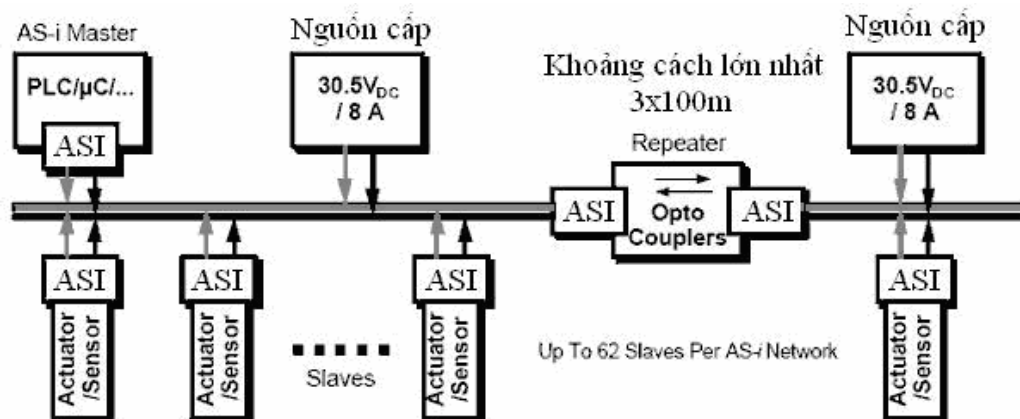


b) Cấu trúc trả lời từ trạm tớ

Hình 1. Cấu trúc bức điện trên bus AS-i.

Cấu trúc của một mạng AS-i có thể lựa chọn tùy ý theo yêu cầu kỹ thuật cũng như đặc điểm vị trí và phương án đi dây, vì thế việc thiết kế cấu hình và thực hiện dự án trở nên dễ dàng. Ví dụ, có thể chọn cấu trúc đường thẳng hoặc cấu trúc cây như một mạng cung cấp điện bình thường. Các cảm biến và cơ cấu chấp hành có thể được phân bố đều trên đường truyền hoặc có thể sắp xếp theo nhóm và ghép nối qua đường trực hoặc đường nhánh. Không giống một số mạng khác có cấu trúc Bus, AS-i không yêu cầu dùng trở đầu cuối. Hình 2. minh họa một cách ghép nối đơn giản các thiết bị trong một hệ AS-i.

Hệ thống có khả năng phân nhóm các cảm biến và cơ cấu chấp hành trong mạng thành các vùng (zone) một cách tùy ý thông qua phần mềm ngay cả khi hệ thống phần cứng đã được lắp đặt trước đó. Do vậy sẽ rất linh hoạt trong việc quản lý, giám sát, sửa chữa và báo động khi xảy ra sự cố cháy nổ. Đồng thời cũng rất thuận tiện cho việc tự động hóa trong việc chữa cháy, phân cấp báo động, cô lập vùng cháy....



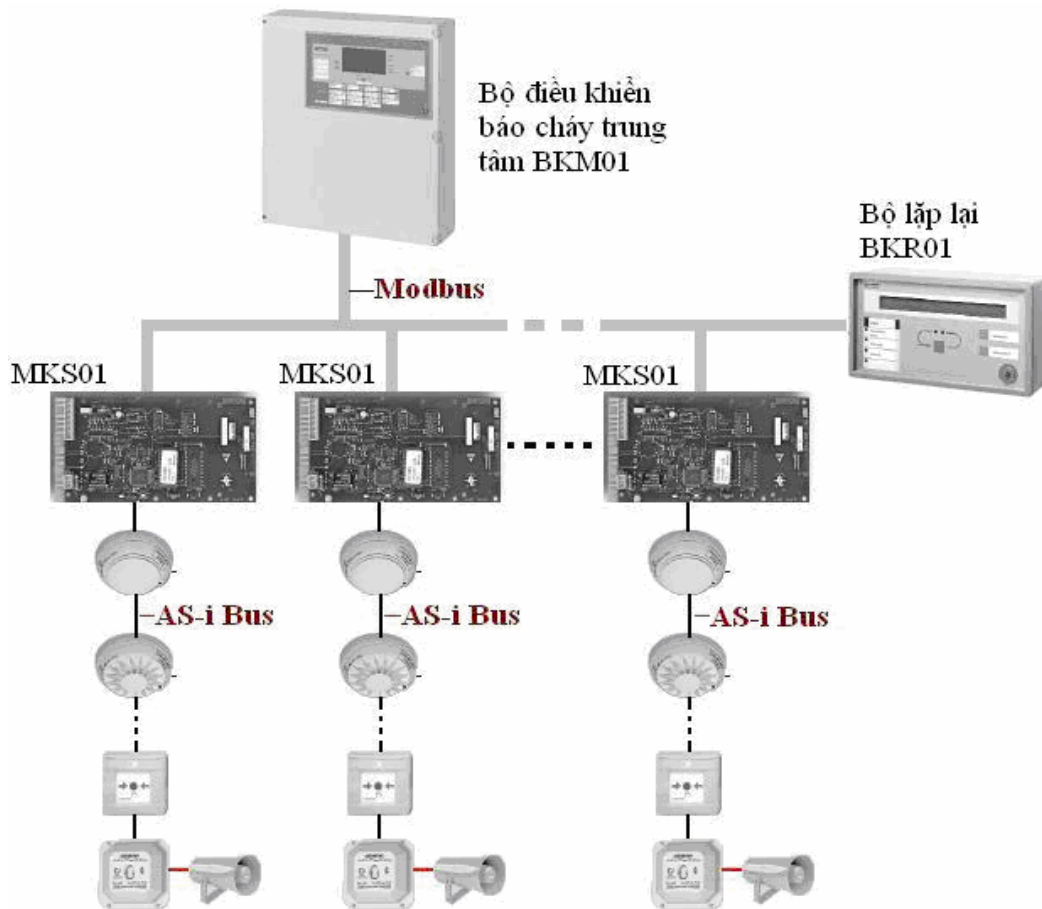
Hình 2. Nguyên tắc ghép nối thiết bị trong một hệ AS-i.

## 2.5. Thiết kế, chế tạo hệ thống báo cháy tự động cho tàu thủy.

Hệ thống được thiết kế bao gồm một bộ điều khiển báo cháy trung tâm BKM01, các trạm con MKS01 và các bộ lặp lại BKR01 (Hình 3). Các thiết bị này đều được xây dựng trên cơ sở sử dụng Vi điều khiển AVR. Đây là một dòng vi điều khiển rất thông dụng và giá thấp (khoảng 3\$/chip đến 10\$/chip tùy từng loại).

Bộ điều khiển báo cháy trung tâm BKM01 có khả năng quản lý được tối đa 8 trạm con MKS01 và 8 bộ lặp lại BKR01. Truyền thông giữa các thiết bị này với nhau được thực hiện nhờ sử dụng giao thức Modbus, trên đường truyền nối tiếp RS-485 (để tăng khoảng cách truyền tối đa đến 1200m và thuận tiện cho việc kết nối với các hệ thống khác trên tàu).

Trên BKM01 có tích hợp màn hình LCD và bàn phím cho phép dễ dàng giám sát trạng thái và cài đặt tham số cho hệ thống. BKM01 cũng có các đầu ra báo trạng thái sẵn sàng, báo cháy đưa đến hệ thống điều khiển trung tâm của tàu.



Hình 3. Cấu trúc hệ thống tự động báo cháy tàu thủy.

Các trạm con MKS01 có khả năng quản lý được tối đa 248 đầu vào và 248 đầu ra số. Vì vậy MKS01 có thể quản lý được tối đa 248 cảm biến (khí, nhiệt, nút ấn...) và 248 cơ cấu chấp hành (còi, đèn, van khí CO2, van xả sương mù,...). Kết nối giữa MKS01 và các cảm biến/cơ cấu chấp hành sử dụng bus AS-I, tức là trong mỗi phần tử trên Bus AS-i (bao gồm trạm con MKS01, các cảm biến, các cơ cấu chấp hành) đã được chuẩn hóa cấp trường.

Bộ lặp lại BKR01 cho phép người vận hành có thể quan sát trạng thái và truy nhập vào hệ thống từ nhiều nơi khác nhau.

Vấn đề cần giải quyết tiếp theo là: Làm thế nào để đưa các cảm biến (khí, nhiệt, lửa...) cũng như các cơ cấu chấp hành loại thường (chưa được chuẩn hóa cấp trường) cùng tham gia

vào hệ? Giải pháp tất yếu là sử dụng một vi mạch giao tiếp, ở đây nhóm tác giả đã lựa chọn vi mạch SAP5S của hãng ZMD (Đức). Các chip này được nhập khẩu trực tiếp từ hãng ZMD, nên đảm bảo độ tin cậy cao cho hệ thống. Các chip SAP5S cho phép giao tiếp và địa chỉ hóa các phần tử nối trong mạng AS-I [3]. Điều đó cho phép hệ thống quản lý đến từng cảm biến/cơ cấu chấp hành. Thậm chí có thể dùng 1 chip SAP5S để quản lý từ 1 đến 4 cảm biến chưa được địa chỉ hóa (loại cảm biến thường) - Điều này cho phép giảm giá thành sản phẩm. Mỗi khi một cảm biến tác động hệ thống sẽ chỉ ra chính xác vị trí của cảm biến tác động hay vị trí xảy ra cháy. Đồng thời cho phép hệ thống phát lệnh điều khiển các cơ cấu chấp hành thực hiện chữa cháy chính xác tại vị trí cháy tương ứng (khi có yêu cầu).

### 3. Kết luận

Kết quả nghiên cứu chế tạo thử hệ thống tự động báo cháy trên tàu thủy với cấu trúc được đề xuất không chỉ thực hiện đầy đủ các chức năng cơ bản nêu trên, mà còn giải quyết trọn vẹn các vấn đề đã được đặt ra ở trên, cụ thể là:

- Việc sử dụng mạng truyền thông cấp trường AS-I với nguyên tắc mã hóa bit Manchester II phù hợp với các mạch vi điều khiển ở dạng khối hóa, cho phép kết nối thiết bị trung tâm với các loại cảm biến khói, nhiệt, ngọn lửa, nút ấn và trực tiếp đến các thiết bị chấp hành (đã được đưa về dạng địa chỉ, chuẩn hóa cấp trường).

- Cần chú ý rằng: Để kết nối hệ thống tự động báo cháy với hệ thống khác như cứu hỏa, hệ VDR... trên tàu chúng ta nên sử dụng giao thức truyền thông Modbus.

- Hoàn toàn có thể sử dụng các thiết bị vào/ra loại thông thường cùng tham gia vào mạng trường AS-I với sự hỗ trợ của chip giao tiếp và địa chỉ hóa SAP5S.

Ngoài ra hệ này còn hoàn toàn đáp ứng 3 tiêu chí đánh giá hệ: Độ tin cậy cao; Tính tác động nhanh và giảm giá thành lắp đặt cho tàu thủy, cho các cơ sở sản xuất và cho các tòa nhà chung cư....

Kết quả nghiên cứu này góp phần vào việc chế tạo các thiết bị tự động mang thương hiệu Vimar phục vụ công nghiệp đóng tàu Việt Nam.

### TÀI LIỆU THAM KHẢO:

- [1] E.P.Shumpf. *Tín hiệu hoá báo cháy trên tàu thủy (Tiếng Nga)*. NXB Đóng tàu Leningrad, 1982.
- [2] <http://as-interface.net/>
- [3] ZMD: Datasheet SAP5S V1.0.-2005
- [4] Atmel: <http://www.atmel.com>
- [5] THORN Security Limited: *T1000 Marine Fire Detection Controller Manual*.1999.
- [6] Tyco Electronic Group: *T2000 Marine Fire Detection Controller. App & Design*. 2006.
- [7] Consilium. *Fire alarm system cs4000*. -2005

---

**Người phản biện: PGS.TS.Phạm Ngọc Tiệp**