

# NGHIÊN CỨU, PHÁT TRIỂN THIẾT BỊ BÁO CHÁY THÔNG MINH

Trần Như Chí, Trần Hoài An, Nguyễn Hải Đăng, Bùi Phúc Hưng

Trường Đại học Công nghệ - Đại Học Quốc Gia Hà Nội

Email: [trannhuchi@gmail.com](mailto:trannhuchi@gmail.com)

*Hiện nay, phòng cháy chữa cháy đang được xã hội quan tâm rất nhiều. Nhu cầu về lắp đặt thiết bị, hệ thống báo cháy là rất cao, đặc biệt là trong các chung cư cao tầng và các hộ gia đình. Tuy nhiên, các hệ thống báo cháy trên thị trường khá phức tạp và giá thành cao. Thêm vào đó, việc kiểm tra và bảo dưỡng định kỳ cũng mất nhiều thời gian và công sức. Để giải quyết vấn đề này, chúng tôi đã nghiên cứu phát triển hệ thống báo cháy thông minh, nhỏ gọn, giá thành thấp phù hợp với các khu nhà cao tầng và các hộ gia đình. Hệ thống được xây dựng gồm cảm biến phát hiện khói, một bo mạch điện tử và một vỏ hộp được chế tạo dựa trên công nghệ in 3D và công nghệ chế tạo mạch điện tử đa lớp. Hệ thống có khả năng phát hiện cháy, phát cảnh báo tại chỗ thông qua còi xung đến mọi người xung quanh đồng thời tự động gửi tin nhắn và gọi điện đến số điện thoại đã được cài đặt sẵn để thông báo về việc hỏa hoạn có thể xảy ra. Hệ thống có Pin dự phòng để duy trì hoạt động của hệ thống trong trường hợp mất điện đột ngột. Ngoài ra, hệ thống có chế độ bảo mật thông qua mật khẩu các chữ số nhằm tránh sự can thiệp có chủ ý từ bên ngoài. Thêm vào đó hệ thống cũng rất linh hoạt, người dùng có thể giao tiếp với hệ thống để thay đổi số điện thoại cài đặt báo động thông qua tin nhắn và kiểm tra, bảo dưỡng từ xa dễ dàng.*

*Từ khóa: Báo cháy thông minh, in 3D, bo mạch điện tử.*

## I. GIỚI THIỆU

Cùng với sự phát triển của kinh tế - chính trị và các ngành khác, khoa học kỹ thuật cũng có những bước tiến vượt bậc góp phần cho thế giới tiên bộ, văn minh hơn, hiện đại hơn. Sự phát triển của khoa học kỹ thuật đã tạo ra những thiết bị với sự chính xác cao, tốc độ nhanh, gọn nhẹ. Khoa học kỹ thuật đã được ứng dụng cho nhiều lĩnh vực của đời sống, trong các khu công nghiệp, khu chế xuất, trong các nhà máy sản xuất hay cả trong những khu nhà cao tầng và các nhà ở gia đình. Khoa học công nghệ đã góp phần lớn cho sự phát triển của xã hội. Trong cuộc cách mạng công nghiệp 4.0 đang diễn ra thì khoa học công nghệ đóng vai trò rất quan trọng.

Hỏa hoạn do cháy nổ là một trong những vấn đề gây hoang mang trong thời gian gần đây. Chỉ tính riêng trong năm 2018, tính đến nay đã có ít nhất 2 vụ cháy chung cư cao tầng gây thiệt hại rất lớn về người và tài sản. Mặc

dù các hệ thống báo cháy đã được lắp đặt nhưng việc không kiểm tra và bảo trì thường xuyên là một nguyên nhân dẫn đến không báo cháy kịp thời và gây ra hậu quả nghiêm trọng. Tuy nhiên, việc kiểm tra tình trạng hoạt động và bảo dưỡng định kỳ cho các hệ thống báo cháy hiện tại mất rất nhiều thời gian và công sức. Điều đó đưa ra yêu cầu cần phải xây dựng một hệ thống có thể báo trạng thái hoạt động định kỳ một cách tự động hay có thể kiểm tra tình trạng hoạt động của hệ thống bất cứ lúc nào một cách dễ dàng. Mặt khác, các hệ thống báo cháy hiện tại có giá thành rất cao và việc lắp đặt cũng rất phức tạp. Vì vậy, rất ít hộ gia đình lắp đặt hệ thống báo cháy. Để giải quyết các vấn đề trên nhóm đề xuất nghiên cứu và phát triển một thiết bị báo cháy thông minh dựa trên công nghệ in 3D cùng với công nghệ sản xuất mạch in đa lớp. Thiết bị có thể báo cháy tự động và báo qua tin nhắn và quay số tới số điện thoại được cài đặt trước. Ngoài ra, thiết bị sẽ gửi tin nhắn báo tình trạng hoạt động định kỳ hoặc người dùng có thể kiểm tra

tình trạng hoạt động của thiết bị từ xa thông qua tin nhắn điện thoại.

## II. PHÂN TÍCH VÀ THIẾT KẾ HỆ THỐNG

### A. Nhận biết cháy

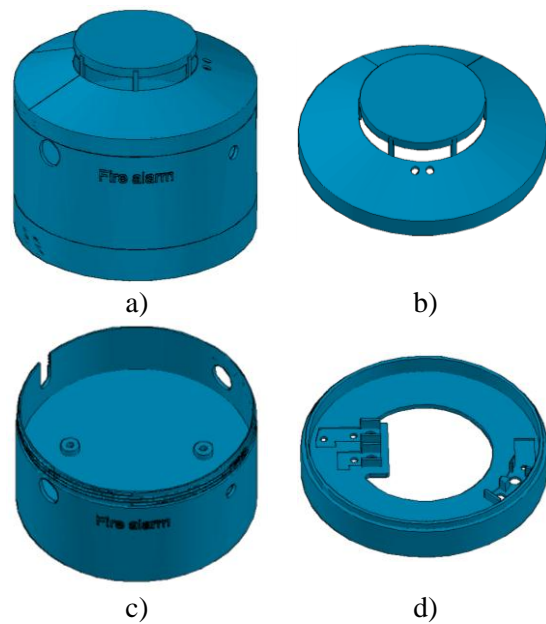
Khi xảy ra một vụ hoả hoạn, ở những khu vực xảy ra cháy thường có những dấu hiệu sau: Lửa, khói, nhiệt độ vùng cháy tăng nhanh chóng, không khí bị oxy hoá mạnh. Các dấu hiệu đó là cơ sở để các nhà nghiên cứu phát triển ra các loại cảm biến cũng như các thiết bị giúp phát hiện và cảnh báo khi có cháy xảy ra. Đặc biệt, các dòng sản phẩm phát hiện và cảnh báo cháy phổ biến trên thị trường hiện nay thường được phát triển để phát hiện một dấu hiệu dễ nhận biết và cũng rất đặc trưng của một đám cháy, đó là sự xuất hiện của khói. Khi một đám cháy chuẩn bị xảy ra khói sẽ lan toả ra một khu vực rộng lớn giúp cho việc nhận biết được dễ dàng và có hiệu quả hơn. Bên cạnh đó, việc phát hiện đám cháy ngay ở những thời điểm bùng phát ban đầu là cực kỳ quan trọng để giảm thiểu tối đa nhưng thiệt hại mà đám cháy có thể gây ra. Trên thị trường hiện nay, hai dòng sản phẩm cảm biến khói phổ biến đó là dòng sản phẩm dựa trên nguyên tắc ion hoá và dòng sản phẩm sử dụng cảm biến thu phát hồng ngoại. Đối với loại cảm biến sử dụng nguyên tắc ion hoá, người ta sử dụng một lượng nhỏ chất phóng xạ để ion hóa trong bộ cảm biến. Không khí bị ion hóa sẽ dẫn điện và tạo thành một dòng điện chạy giữa hai cực đã được nạp điện. Khi các phân tử khói lọt vào khu vực cảm nhận được ion hóa sẽ làm tăng điện trở trong buồng cảm nhận và làm giảm luồng điện giữa hai cực. Khi luồng điện giảm xuống tới một giá trị nào đó thì bộ cảm biến sẽ phát hiện và phát tín hiệu báo động. Tuy nhiên, loại cảm biến này có giá thành khá cao và chế tạo phức tạp. Đó là lý do chúng tôi lựa chọn dòng cảm biến thứ hai cho đề tài của mình, đó là dòng cảm biến phát hiện khói sử dụng cảm biến thu phát hồng ngoại. Dòng sản phẩm này có nguyên lý khá đơn giản, bao gồm một đèn phát hồng ngoại chiếu

một chùm tia hồng ngoại đèn thu hồng ngoại. Khi có cháy, khói sẽ đi vào vùng thu phát của hai đèn làm cản trở tia hồng ngoại tới đèn thu. Khi đó, cảm biến sẽ phát hiện và phát tín hiệu báo động. Tuy các dòng cảm biến trên thị trường đều có khả năng phát hiện và cảnh báo hiệu quả kịp thời nhưng chúng lại hoạt động một cách độc lập, không có sự giao tiếp liên hệ với người dùng. Người dùng chỉ có thể phát hiện ra đám cháy khi ở gần với vị trí xảy ra cháy, trong phạm vi có thể nghe được âm thanh cảnh báo cháy, điều này đôi khi gây ra nhưng thiệt hại vô cùng lớn khi mà đám cháy xảy ra tại thời điểm mà khu vực đó không có người. Bên cạnh đó, việc người dùng không thể điều khiển cũng như kiểm tra tình trạng hoạt động của hệ thống một cách thường xuyên cũng gây ra những bất tiện và ẩn chứa nhưng hiểm hoạ khôn lường.

### B. Thiết kế hệ thống

#### a. Thiết kế vỏ thiết bị

Phần vỏ thiết bị được thiết kế trên phần mềm Autocad, một phần mềm chuyên dùng trong thiết kế 2D và 3D của hãng Autodesk. Phần vỏ được thiết kế thành ba phần: phần vỏ chứa đầu báo khói, phần vỏ chứa bộ điều khiển và pin, phần vỏ gắn lên tường (hình 2a).



Hình 2. Thiết kế vỏ thiết bị

Phần vỏ chứa đầu báo khói là phần ở trên nhất của hệ thống, nó có dạng hình nón để bao bọc bên ngoài của hệ hai đèn hồng ngoại. Phần đỉnh có các khe hở để cho không khí lọt vào trong và được ngăn bụi bằng lưới sắt bao quanh như thấy ở hình 2b.

Phần vỏ chứa bộ điều khiển và pin có dạng hình trụ rỗng với đường kính 101mm và chiều cao là 51.5mm. Bên trong khối trụ được chia làm hai ngăn: trên và dưới. Ngăn trên sẽ đặt bo mạch chính của hệ thống và ngăn bên dưới là đặt pin dự phòng. Hai sườn xung quanh là các lỗ để anten GSM và còi hú như thấy ở hình 2c.

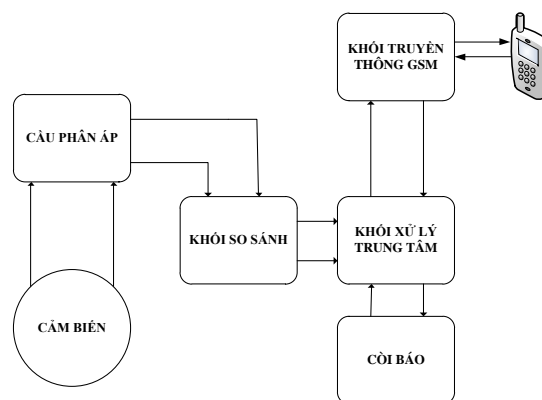
Phần vỏ gắn lên tường có dạng hình vành khuyên với 2 lỗ tròn để bắt ốc và gắn lên trần nhà và hai tiếp điểm bằng kim loại cấp nguồn từ ngoài lên hệ thống bên trên như thấy trên hình 2d.

#### b. Thiết kế hệ thống mạch điện tử

Mạch điện tử của hệ thống được thiết kế gồm năm khối chức năng chính gồm các khối: cảm biến, cầu phân áp và so sánh điện áp, cảnh báo tại chỗ, truyền thông GSM, khối xử lý trung tâm và khối nguồn như thấy trong hình 3.

Ở khối cảm biến, cảm biến phát hiện khói được sử dụng. Cảm biến hoạt động dựa trên cặp mắt thu phát hồng ngoại. Việc sử dụng cảm biến đã được sử dụng rộng rãi mang lại lợi ích về mặt kinh tế cho người dùng khi mà với những người dùng đang sử dụng loại cảm biến này, chỉ cần mua một phần thay vì đầu tư mới toàn bộ hệ thống mà chúng tôi phát triển. Khi chưa phát hiện ra khói, tổng trở của cảm biến là rất lớn. Ngược lại, khi phát hiện ra ra khói tổng trở của cảm biến giảm xuống còn rất nhỏ. Dựa theo nguyên lý này, để lấy được thông tin từ cảm biến truyền vào vi điều khiển, chúng tôi thiết kế một mạch cầu phân áp kết hợp mạch so sánh. Nhờ sự thay đổi giá trị điện trở, tín hiệu từ cảm biến sau khi đi qua mạch cầu phân áp sẽ tạo ra hai mức điện áp cách biệt nhau ứng với hai trạng thái có khói và không có khói. Từ đó ta có thể lựa chọn và tạo ra một mức điện áp ngưỡng, nằm giữa hai mức điện áp ở hai trạng thái của cảm biến để đưa vào mạch so sánh. Mạch so sánh sử dụng IC chuyên dụng LM393, đây là dòng IC so sánh phổ thông có mức điện áp logic tương đương với vi điều khiển nên phù hợp cho ứng dụng. IC này sẽ tạo ra mức logic là cao (tương ứng mức điện áp 5V) nếu điện áp ở lối vào

đương (điện áp được lấy từ cầu phân áp), lớn hơn điện áp ở lối vào âm (điện áp ngưỡng được chọn) và ngược lại sẽ tạo ra mức logic thấp (0V). Từ đó, lối ra của IC này sẽ cho biết trạng thái của cảm biến lúc có khói và không có khói và nó được kết nối vào chân vi điều khiển của khối điều xử lý trung tâm để phục vụ cho quá trình điều khiển. Vi điều khiển 8bit PIC 16F877A của hãng Microchip được lựa chọn cho khối xử lý trung tâm. Đây là dòng vi điều khiển phổ thông, phù hợp để tích hợp trong các hệ thống vừa và nhỏ. Tại khối xử lý trung tâm, vi điều khiển sẽ nhận thông tin từ mạch so sánh sau đó thực hiện chức năng điều khiển của mình thông qua việc giao tiếp với khối còi báo và khối truyền thông GSM cảnh báo đến người dùng. Khối còi báo được thiết kế gồm hai còi xung, loại còi có đặc điểm rất nhỏ gọn tuy nhiên có khả năng phát ra âm lượng rất to và vang, kết hợp với hai transistor NPN được điều khiển đóng ngắt bằng vi điều khiển để phát âm thanh cảnh người dùng ở khu vực có cháy. Khối truyền thông GSM có nhiệm vụ thông tin đến người dùng về vụ cháy thông qua tín nhắn SMS và gọi điện đến điện thoại người dùng thông qua module GSM SIM900A của hãng SIMCOM.

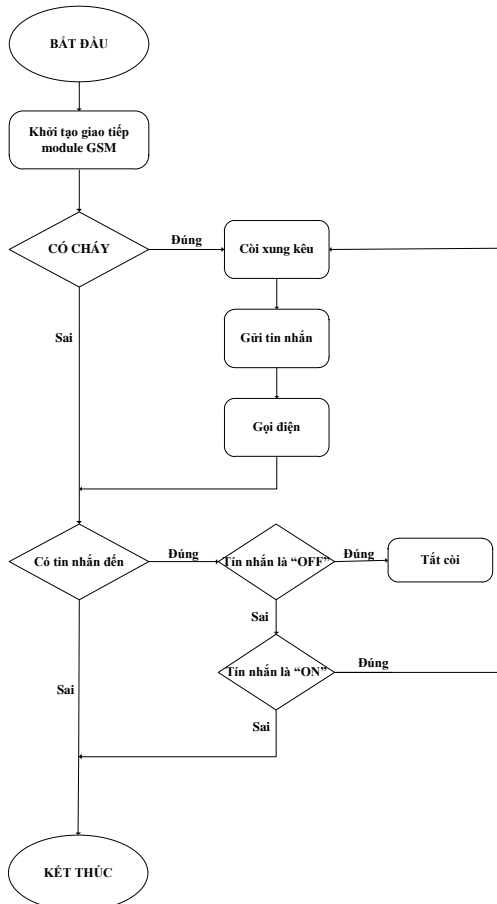


Hình 3. Sơ đồ khối của hệ thống

#### c. Lưu đồ thuật toán

Sau khi hoàn thành thiết kế phần cứng của hệ thống, chúng tôi tiến hành xây dựng lưu đồ thuật toán cho vi điều khiển (hình 4). Đầu tiên, khi hệ thống bắt đầu làm việc Module SIM900A sẽ được khởi động và khởi tạo để có thể thực hiện giao tiếp giữa vi điều khiển và người dùng. Quá trình khởi tạo được tiến hành trong khoảng 13 giây. Sau đó toàn bộ quá trình giao tiếp và điều khiển hệ thống

được đưa vào một vòng lặp vô hạn. Tại đây, vi điều khiển sẽ nhận tín hiệu từ cảm biến khói. Nếu xuất hiện khói, vi điều khiển sẽ chuyển tín hiệu điều khiển đến khối báo động tại chỗ (còi xung) để báo động về khả năng xảy ra hỏa hoạn.



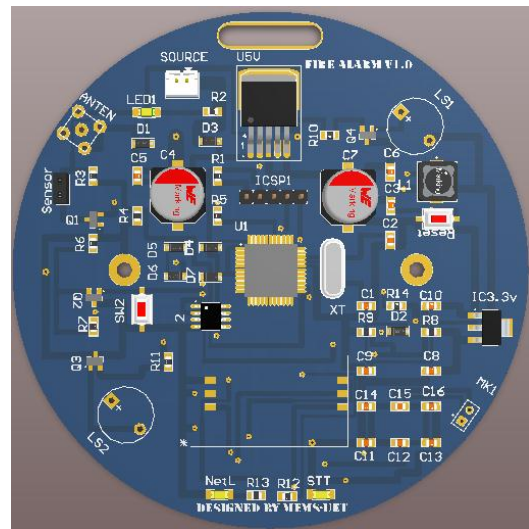
Hình 4. Lưu đồ thuật toán của hệ thống

Đồng thời, tín hiệu điều khiển cũng sẽ được chuyển đến module SIM900A để gửi tin nhắn và gọi điện thoại cảnh báo đến người dùng. Ngoài ra, hệ thống cũng có chức năng nhận lệnh điều khiển từ người dùng. Vi điều khiển sẽ kiểm tra tin nhắn được gửi từ người dùng về module SIM900A. Khi có tin nhắn gửi về, vi điều khiển sẽ kiểm tra, nếu tin nhắn nhận được là “OFF”, hệ thống sẽ gửi tín hiệu điều khiển làm tắt còi báo cháy trong trường hợp đang có cháy và hệ thống còi xung đang hoạt động. Nếu tin nhắn gửi về là “ON”, đây sẽ là lệnh điều khiển kiểm tra tình trạng hoạt động của hệ thống, lúc này, vi điều khiển sẽ khởi động toàn bộ hệ thống báo động thông qua còi xung và tin nhắn cảnh báo. Điều này giúp cho

người dùng có thể thường xuyên kiểm tra tình trạng hoạt động của hệ thống.

### III. CHẾ TẠO VÀ THỰC NGHIỆM

Đầu Sau khi phân tích và thiết kế xong hệ thống, chúng tôi tiến hành chế tạo và thử nghiệm hệ thống. Phần vỏ của hệ thống được chế tạo bằng công nghệ in 3D thông qua máy in 3D Objet500 của hãng Stratasys (USA). Vật liệu được sử dụng là RGD 525, một loại vật liệu có thể chịu được nhiệt độ cao sẽ phù hợp cho các hệ thống báo cháy. Bo mạch điện tử được thiết kế trên phần mềm Altium Designer phiên bản 10.0 của hãng Altium Limited và được chế tạo dựa trên công nghệ mạch in hai lớp với dạng hình tròn có đường kính 98mm để phù hợp với vỏ hộp hình trụ ở trên như thấy trong hình 5. Các linh kiện được chọn hầu hết là linh kiện dán để thu gọn diện tích mạch in. Ngoài ra, các linh kiện cũng được sắp xếp ở cả 2 mặt của mạch in để tối ưu về kích thước của hệ thống.



Hình 5. Mạch in PCB

Sau khi hệ thống được chế tạo và lắp ghép thì hệ thống tiếp tục được đưa vào kiểm thử. Hệ thống được thử với khói thật 20 lần và cho kết quả trung bình như bảng 1. Kết quả cho thấy hệ thống sẽ báo động (hú còi và gửi tin nhắn) khi có khói với thời gian phản hồi tương đối nhanh. Đồng thời hệ thống cũng phản hồi tin nhắn điều khiển từ điện thoại với thời gian

khoảng 3 giây. Điều đó cho thấy hệ thống hoạt động rất tốt và có độ nhạy cao.

**Bảng 1.** Kết quả phản hồi của hệ thống khi có khói

Thời gian phản hồi của đèn	Thời gian phản hồi của còi	Thời gian phản hồi tin nhắn
1 giây	1.2 giây	4 giây

#### IV. KẾT QUẢ

Thiết bị báo cháy thông minh đã được nghiên cứu và phát triển thành công với các thông số như trong bảng 2.

**Bảng 2.** Thông số kỹ thuật của thiết bị

STT	Thông số	Giá trị
1	Nguồn cấp	220VAC
2	Nguồn dự phòng (PIN)	11.1V
3	Số lượng thuê bao nhận báo động	10
4	Độ nhạy báo cháy	Theo tiêu chuẩn EN54, CNS
5	Ngưỡng báo nhiệt độ	>45 độ C
6	Dòng tiêu thụ khi không có báo động	100 $\mu$ A
7	Dòng tiêu thụ khi có báo động	400mA
8	Sim thích hợp	Viettel, Mobifone, Vinaphone
9	Kích thước (R x H)	101x86.5 mm

Thiết bị làm việc ổn định, có thể phát hiện cháy thông qua cảm biến khói với thời gian phản hồi nhanh (bảng 1). Khi phát hiện cháy còi sẽ hú để báo động tại chỗ đồng thời thiết bị sẽ quay số và gửi tin nhắn đến số điện thoại đã được cài đặt sẵn để báo động. Người nhận được báo động qua điện thoại có thể xác thực cảnh báo và tắt cảnh báo qua điện thoại nếu cảnh báo đó là giả. Thiết bị có một chế độ bảo trì tự động bằng việc nhắn tin tới số điện thoại của chủ (admin) báo trạng thái hoạt động

định kỳ để người dùng biết được hệ thống vẫn hoạt động bình thường thay cho việc bảo kiểm tra bằng tay. Thêm vào đó, người dùng có thể kiểm tra tình trạng hoạt động của thiết bị bất chợt để bảo trì thiết bị thông qua việc nhắn tin tới hệ thống. Ngoài ra, hệ thống có chế độ bảo mật rất tốt, người sử dụng chỉ có thể đăng nhập vào hệ thống thông qua mật khẩu gồm 6 chữ số để điều khiển tắt/mở cũng như thay đổi số điện thoại nhận báo động.

#### V. KẾT LUẬN

Sản phẩm là sự kết hợp của công nghệ chế tạo in 3D và công nghệ gia công mạch điện tử nhiều lớp. Sản phẩm được hoàn thiện nhỏ gọn đáp ứng đầy đủ những yêu cầu đề ra ban đầu. Chi phí sản xuất thấp phù hợp với thị trường của Việt Nam. Ngoài ra, với việc thiết kế phù hợp với kích thước đầu báo cháy trên thị trường giúp người tiêu dùng có thể sử dụng theo dạng module, cụ thể là bộ điều khiển để lắp thêm vào đầu cảm biến khói đang có mà không làm ảnh hưởng đến hệ thống cũ. Điều đó giúp tiết kiệm chi phí và tăng độ an toàn cho việc báo cháy. Thêm vào đó, sản phẩm có thể được mở rộng thêm nhiều tùy chọn khác nhau theo nhu cầu của người sử dụng như: thêm nhiều cảm biến, thêm phương thức truyền thông (Bluetooth, RF, Wifi), thêm camera.

#### TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1]. Chử Đức Trình, “Giáo trình kỹ thuật điện”, NXB ĐHQGHN.
- [2]. Ngô Diên Tập, 2006, “Vi điều khiển với lập trình C”, NXB Khoa học và Kỹ thuật.
- [3]. Trần Hữu Quế, Nguyễn Văn Tuấn, “Giáo trình vẽ kỹ thuật”, NXB Giáo Dục Việt Nam.
- [4]. Trần Quang Vinh, Chử Văn An, 2005, “Nguyên lý kỹ thuật điện tử”, NXB Giáo Dục.

