

## NGHIÊN CỨU THIẾT KẾ, CHẾ TẠO MẠCH ĐIỀU KHIỂN THIẾT BỊ ĐIỆN BẰNG ĐIỆN THOẠI DI ĐỘNG

Nhận bài:

10 – 02 – 2015

Chấp nhận đăng:

25 – 06 – 2015

<http://jshe.ued.udn.vn/>

Trần Quang Huy<sup>a\*</sup>, Nguyễn Thị Thu Hà<sup>b</sup>

**Tóm tắt:** Ngày nay, mạng điện thoại di động được phủ sóng rộng rãi trên khắp các tỉnh thành, vùng miền trên cả nước. Bên cạnh khả năng nghe, gọi, nhắn tin, truy cập internet, giải trí..., điện thoại di động còn được sử dụng để điều khiển từ xa các thiết bị điện trong sinh hoạt và sản xuất. Trong bài báo này, chúng tôi nghiên cứu thiết kế, chế tạo mạch điều khiển thiết bị điện sử dụng sóng điện thoại di động dựa trên nguyên lý thu tín hiệu Dual Tone Multi Frequency (DTMF) từ điện thoại di động, từ đó giải mã và đưa ra các tín hiệu điều khiển bật/tắt thiết bị điện. Với kỹ thuật này, việc điều khiển các thiết bị điện có thể được thực hiện từ xa thông qua điện thoại di động bằng cách gọi điện nhập mã. Sản phẩm mạch điện chế tạo ra có thể ứng dụng đại trà trong thực tế để điều khiển được các thiết bị điện dân dụng trong sinh hoạt và đời sống.

**Từ khóa:** điện thoại di động; thiết bị điện; DTMF; giải mã; điều khiển.

### 1. Giới thiệu

Ngày nay, công nghệ điện thoại di động ngày một phát triển mạnh. Sử dụng điện thoại trở thành một nhu cầu không thể thiếu được của con người trong cuộc sống hiện đại, bởi khả năng tích hợp nhiều ứng dụng khác nhau của nó. Ngoài chức năng cơ bản như nghe, gọi, nhắn tin..., điện thoại di động thông minh còn được sử dụng như một máy vi tính di động, có thể tương tác đa chiều nhờ các phần mềm ứng dụng trực tuyến. Vậy, liệu rằng có thể sử dụng điện thoại di động để điều khiển các thiết bị điện, điện tử gia dụng như tủ lạnh, ti vi, điều hòa, quạt điện, đèn chiếu sáng... thông qua mạng điện thoại di động không?

Cho đến nay đã có các công trình nghiên cứu về báo động thông qua mạng điện thoại di động được thực hiện [1]. Tuy nhiên, công nghệ này chỉ được sử dụng trong các hệ thống điều khiển chuyên dụng, nhà thông minh khá tốn kém, chưa được khai thác rộng rãi trong các ứng dụng sinh hoạt đời sống hàng ngày. Trong khi đó, sự cần thiết của việc điều khiển thiết bị điện, điện tử gia dụng như điều hòa, bình nóng lạnh... từ xa bằng

điện thoại di động là điều tất yếu trong sinh hoạt cuộc sống hiện đại, giúp tiết kiệm thời gian, chủ động và linh hoạt trong việc điều khiển, cũng như hỗ trợ đắc lực cho người không có khả năng di chuyển.

Trong bài báo này, chúng tôi trình bày kết quả nghiên cứu, thiết kế mạch điều khiển thiết bị bằng điện thoại di động có giá thành rẻ, có khả năng triển khai ứng dụng trong thực tiễn. Để chế tạo thành công, chúng tôi sử dụng phần mềm Circuit Maker 6.0 để thiết kế, chạy mô phỏng, sau đó thực nghiệm chế tạo mạch điện, sau đó ứng dụng chạy thử trên các thiết bị điện.

### 2. Cơ sở lý thuyết và phương pháp nghiên cứu

Nguyên lý của phương pháp điều khiển là sử dụng hai chiếc điện thoại di động - một chiếc để phát tín hiệu DTMF và một chiếc để thu tín hiệu DTMF, sau đó sử dụng vi mạch MT8870 để giải mã tín hiệu thu được thành mã BCD 4 bit (Q1, Q2, Q3, Q4). Từ đó, 4 bit tín hiệu này sẽ được đưa về vi điều khiển PIC 16F877A để lập trình điều khiển bật tắt thiết bị điện theo ý muốn thông qua role 12VDC. Bên cạnh đó, màn hình LCD 1602 cũng được sử dụng để hiển thị thông tin, trạng thái điều khiển thiết bị.

#### 2.1. Điện thoại di động

Gồm 3 phần chính sau [2]:

<sup>a,b</sup>Trường Đại học Sư phạm Hà Nội 2

\* Liên hệ tác giả

Trần Quang Huy

Email: tranquanghuy@hpu2.edu.vn

Điện thoại: 01689291840

- Phần chuyển đổi mạch điện: Phần này gồm hệ thống lá mạ tiếp điểm và có nhiệm vụ đóng mở mạch điện khi có yêu cầu.

- Phần thu và phát tín hiệu gọi: Phần này gồm hai phần chính là máy điện quay tay có nhiệm vụ phát tín hiệu gọi lên đường truyền và phần chuông máy có nhiệm vụ biến dòng tín hiệu gọi thành tín hiệu gọi.

- Phần thu phát thoại: Phần thu sử dụng micro. Micro có nhiệm vụ biến tín hiệu âm thanh thành tín hiệu điện. Phần phát thoại sử dụng loa. Loa có nhiệm vụ biến đổi tín hiệu điện thành tín hiệu âm thanh.

Khi thực hiện cuộc gọi, dao động âm thanh của tiếng nói sẽ tác động vào màng rung của mic làm xuất hiện dòng điện biến đổi tương ứng trong mạch. Dòng điện biến đổi này được truyền trên đường dây điện thoại và được chuyển mạch đến máy điện thoại được gọi, làm cho màng rung của loa dao động, lớp không khí trước màng sẽ dao động theo phát ra âm thanh tác động đến tai người nghe. Quá trình truyền dẫn ngược lại cũng tương tự.

## 2.2. Tín hiệu DTMF

DTMF (Dual Tone Multi Frequency) là tín hiệu sử dụng kết hợp hai tần số. Mỗi tần số được lựa chọn sao cho có lợi cho việc thiết kế bộ lọc và dễ dàng truyền đi trên đường dây điện thoại có băng thông khoảng 3,5KHz. DTMF phát ra là 1 tín hiệu âm thanh ghép của 2 tín hiệu trong dải tần số từ 697Hz đến 1.633Hz. Tín hiệu DTMF có thể được phát hoặc thu bằng một IC chuyên dụng (VD: MTD887X).

- *Phát tín hiệu DTMF thông qua Keypad:* Trong DTMF mỗi chữ số chọn lựa có tín hiệu dưới dạng tổ hợp của hai tần số xoay chiều: Khi một nút được bấm, hai tần số mô tả chữ số được phát ra và được gửi một cách đồng thời. Đặc biệt, hai âm thanh này không cùng âm, nghĩa là tần số của âm thanh này không có cùng ước số chung với âm thanh kia, điều này để tránh sự nhầm lẫn với âm hiệu nói. Sự phân tách rõ ràng giữa hai loại này là rất cần thiết (Ví dụ như hai tần số 750 và 500 là hai tần số không thể kết hợp thành tín hiệu DTMF vì có cùng ước số chung là 250, hai tần số này là hai âm thanh cùng âm).

Keypad chuẩn là một ma trận chữ nhật gồm ba cột và bốn hàng (3x4) tạo nên tổng cộng là 12 phím nhấn được thể hiện ở Hình 1; trong đó, 10 phím cho chữ số (từ 0 đến 9), hai phím đặc biệt là "\*" và "#". Mỗi hàng trên bàn phím bấm được gán cho một tần số tín hiệu thấp, mỗi cột được gán cho tần số tín hiệu cao. Mỗi một phím sẽ có một tín hiệu DTMF riêng được tổng hợp bởi hai tần số tương ứng với vị trí hàng và cột của phím đó. Những tần số này đã được lựa chọn cẩn thận sao cho có

lợi cho việc thiết kế bộ lọc và dễ dàng truyền đi trên đường dây điện thoại.

	H1 = 1209 Hz	H2 = 1336 Hz	H3 = 1477 Hz
L1 = 697 Hz	1	2	3
L2 = 770 Hz	4	5	6
L3 = 852 Hz	7	8	9
L4 = 941 Hz	*	0	#

Hình 1. Sơ đồ bàn phím chuẩn 12 nút

- Thu tín hiệu DTMF sử dụng IC MT8870

IC MT8870D/MT8870D-1 là một bộ thu tín hiệu DTMF hoàn chỉnh, được tích hợp bộ lọc bandsplit và các hàm giải mã số. Ưu điểm của IC MT8870 là kích thước nhỏ, tiêu thụ điện năng thấp và hiệu suất cao. Cấu trúc của nó bao gồm một bộ lọc bandsplit (có nhiệm vụ tách các âm ở tần số thấp và cao) và một bộ đếm số (có nhiệm vụ xác định tần số và thời gian các âm nhận được trước khi đi qua các mã tương ứng các bus đầu ra). IC MT8870D/MT8870D-1 gồm có các khối chủ yếu sau: khối lọc, khối giải mã, mạch lái (steering circuit), khối tạo dao động. Trong đó, khối giải mã sử dụng kỹ thuật đếm số để xác định các tần số âm đến, sau đó xác thực chúng tương ứng với các tần số của DTMF chuẩn. Khi máy thu nhận được hai âm hợp lệ thì đầu ra của mạch lái ở trạng thái tích cực. Chi tiết về sơ đồ khối và cách ghép nối của IC MT8870 được mô tả rõ trong datasheet [3].

## 2.3. Thiết kế, chế tạo mạch điều khiển thiết bị điện bằng điện thoại di động

Quy trình thiết kế, chế tạo mạch điều khiển được thực hiện theo các bước sau: (1) Thiết kế và mô phỏng hoạt động của mạch sử dụng phần mềm Circuit Maker 6.0; (2) Sử dụng phần mềm này để thiết kế mạch in; (3) Chế tạo mạch in thủ công (sử dụng hóa chất ăn mòn bo đồng); (4) Lắp ráp mạch điện và kiểm tra mạch; (5) Lập trình (chương trình điều khiển) và nạp vào vi điều khiển; (6) Chạy thử nghiệm và hoàn tất sản phẩm.

Mục tiêu thiết kế mạch điều khiển qua điện thoại di động là có chức năng thực hiện điều khiển đóng ngắt thiết bị điện từ xa thông qua điện thoại di động. Hệ thống được thiết kế gồm 5 khối:

- + Khối điện thoại thu: sử dụng điện thoại Nokia 1200 hoặc 1202.
- + Khối thu và giải mã DTMF: sử dụng IC MT8870.
- + Khối xử lý trung tâm: sử dụng PIC 16F877A [4].

- + Khối hiển thị: sử dụng LCD 1602.
  - + Khối điều khiển thiết bị: sử dụng role 12VDC để đóng/cắt thiết bị.
  - + Khối tín hiệu phản hồi: sử dụng loa 5V.
- Hệ thống điều khiển được thiết kế có thể đóng/ngắt được 4 thiết bị điện và hoàn toàn có thể nâng cấp lên điều khiển được nhiều thiết bị hơn.

### 2.3.1. Sơ đồ khối của mạch

Sơ đồ khối mạch điều khiển thiết bị bằng điện thoại di động được thể hiện trên Hình 2.

### 2.3.2. Chức năng của các khối

Khối xử lý trung tâm:

Vi điều khiển PIC 16F877A điều khiển toàn bộ hoạt động của mạch: Nhận dữ liệu giải mã DTMF từ bộ giải mã. DTMF (MT8870) kiểm tra password và hiển thị password lên màn hình LCD sau đó đưa ra tín hiệu điều khiển bật/ tắt (hẹn giờ bật/ tắt) thiết bị điện.

Khối thu và giải mã DTMF:

Khối này có nhiệm vụ nhận tín hiệu DTMF từ điện thoại di động thu và sau đó giải mã thành mã nhị phân 4 bit đưa vào khối xử lý trung tâm.

Khối hiển thị:

Là màn hình tinh thể lỏng LCD (2 dòng, mỗi dòng 16 ký tự) để hiển thị password mà người điều khiển bấm từ điện thoại điều khiển, đồng thời cho biết password mà người điều khiển vừa bấm là đúng hay sai, trạng thái của bộ điều khiển là đang điều khiển thiết bị hay đang thay đổi password hệ thống.

Khối nguồn nuôi: Có nhiệm vụ cung cấp dòng nuôi cho toàn bộ linh kiện trong mạch. Nó tạo ra điện áp ổn định, thỏa mãn các chỉ số về điện áp và dòng của các thiết bị, linh kiện trong mạch.

Khối bật tắt thiết bị điện: Là khối sử dụng relay để đóng/ngắt mạch hoạt động của các thiết bị điện. Khối này nhận tín hiệu từ vi điều khiển PIC 16F877A.

Khối tín hiệu phản hồi: Là khối báo hiệu các trạng thái điều khiển của mạch điều khiển. Khi đăng nhập thành công hay thất bại, điều khiển bật/tắt thiết bị thì hệ thống đều đưa ra tín hiệu âm thanh để người điều khiển khẳng định được lệnh điều khiển là đúng hay sai.

### 2.3.3. Nguyên lý hoạt động

Mạch điều khiển được ghép với đường audio, GND của điện thoại di động thu. Mạch có chức năng như sau:

- + Điều khiển bật / tắt các thiết bị điện;
- + Hẹn giờ bật/ tắt thiết bị điện;
- + Hiển thị mã điều khiển để kiểm tra.

Để điều khiển được các thiết bị điện, đầu tiên người điều khiển phải gọi điện tới số máy nơi lắp đặt mạch

điều khiển. Điện thoại thu được mắc với mạch điều khiển qua đường audio và GND (thiết bị muốn điều khiển on/ off được mắc vào mạch điều khiển). Sau một thời gian nhất định, điện thoại tự động nhắc máy. Người điều khiển phải cài đặt tính thời gian gọi trên điện thoại điều khiển để biết được điện thoại thu đã nhắc máy (nhìn thấy giây đồng hồ bắt đầu chạy tức là đầu bên kia đã nhắc máy). Sau đó, người điều khiển sẽ nhấn mã password để đăng nhập vào hệ thống điều khiển và đưa ra lệnh điều khiển các thiết bị thông qua các mã điều khiển đã được quy định trước.

Các trạng thái điều khiển gồm có:

- + Thay đổi password đăng nhập hệ thống.
- + Bật/ tắt thiết bị điện.
- + Hẹn giờ bật/ tắt thiết bị điện.
- *Thực hiện đổi password*

Gọi tới số máy điện thoại mắc với mạch điều khiển thiết bị. Sau khi đã thông thoại, người điều khiển nhấn 1123456#. Người điều khiển buộc phải nhập password này thì hệ thống mới cho phép thay đổi password. Sau khi đăng nhập thành công, loa sẽ phát ra 1 tiếng kêu bip báo hiệu. Trong trường hợp đăng nhập thất bại, loa sẽ phản hồi 2 tiếng bip, hệ thống được khởi động trở lại và người điều khiển phải thực hiện lại quá trình đăng nhập từ đầu. Tiếp đó, người điều khiển sẽ nhập mã 2 (mã đổi password), theo sau là 6 ký tự mật khẩu mới, nhấn # để kết thúc. Sau khi đổi password thành công, loa sẽ phản hồi lại bằng 1 tiếng bip. Nếu đổi password thất bại, loa sẽ phản hồi lại bằng 2 tiếng bip và hệ thống được khởi động trở lại; lúc này, người điều khiển phải đăng nhập lại từ đầu và thực hiện lại tất cả các bước trên.

• *Thực hiện bật / tắt thiết bị điện*

Để bật/ tắt được thiết bị, trước tiên người điều khiển phải nhập password để đăng nhập vào hệ thống bắt đầu là mã 1, sau đó là 6 ký tự password rồi nhấn #; kế tiếp nhập vào mã 3 (mã quy định cho việc bật / tắt), cuối cùng là mã thiết bị và mã trạng thái bật hoặc tắt.

• *Thực hiện hẹn giờ bật / tắt thiết bị*

Để hẹn giờ bật/ tắt thiết bị điện, nhập bằng password để đăng nhập hệ thống (1658856#), sau đó người điều khiển nhập mã 4; kế tiếp nhập bốn ký tự quy định mốc thời gian (giờ, phút) để kết thúc việc bật hay tắt thiết bị.

## 3. Kết quả

### 3.1. Sơ đồ nguyên lý

Dựa trên sơ đồ khối ở Hình 2, mạch nguyên lý được thiết kế tổng thể trên 5 khối được thể hiện trên Hình 3.

### 3.2. Thiết kế mạch in

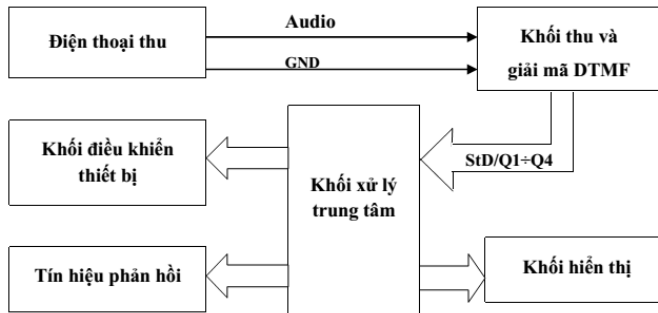
Sơ đồ mạch in được thiết kế sử dụng phần mềm Circuit Maker 6.0, được thể hiện trên Hình 4. Mạch in được thiết kế 1 lớp có diện tích là  $(7 \times 15) \text{ cm}^2$ .

### 3.3. Mạch điện sau khi chế tạo

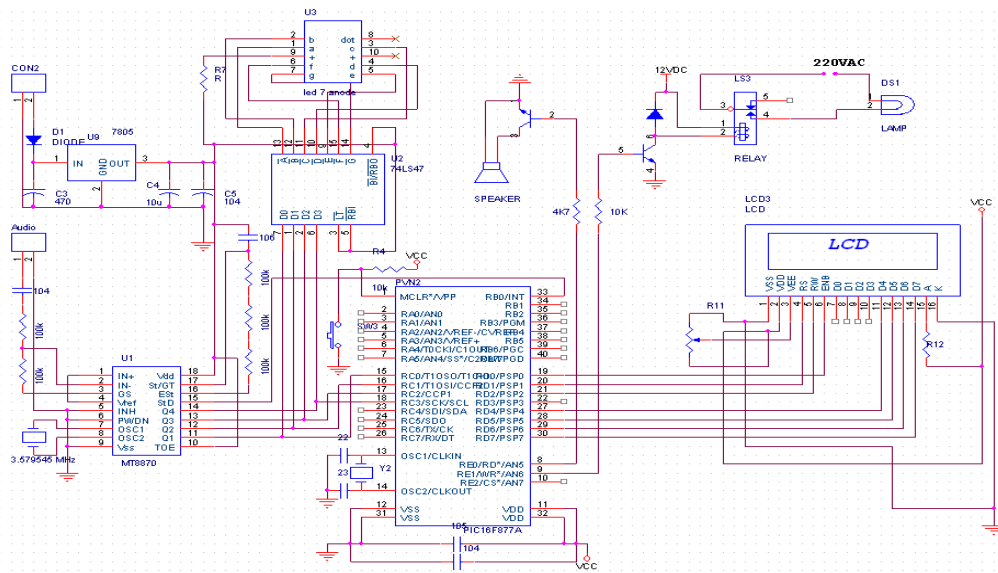
Mạch điện sau khi chế tạo được thể hiện trên Hình 5. Trong mạch điện chế tạo, chúng tôi sử dụng màn hình tinh thể lỏng LCD loại 2 dòng, 16 ký tự LCD1602. Vì điều khiển được sử dụng là PIC 16F877A và việc lập trình cho nó sử dụng ngôn ngữ C chuẩn, viết bằng phần mềm CCS PIC C Compiler phiên bản 3.249.

## 4. Kết luận

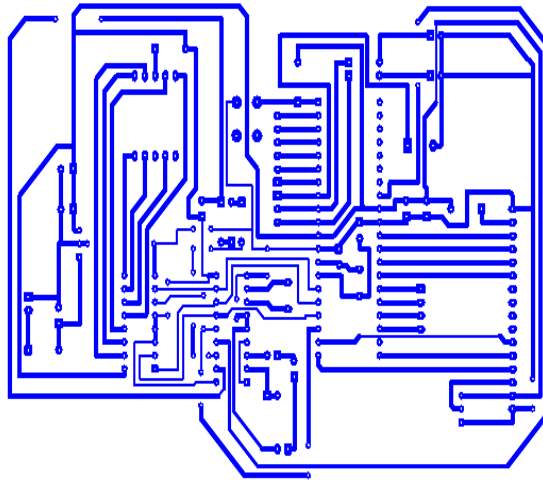
Trong bài báo này, chúng tôi đã nghiên cứu, thiết kế và chế tạo thành công mạch điện điều khiển các thiết bị điện từ xa sử dụng sóng điện thoại di động. Sản phẩm chế tạo đáp ứng được yêu cầu của thực tiễn đặt ra. Hiện tại, sản phẩm nghiên cứu chỉ có thể thực hiện điều khiển 4 thiết bị điện đầu ra và vẫn còn bị ảnh hưởng của tín hiệu nhiễu bên ngoài. Vì vậy, để kết quả nghiên cứu này có thể áp dụng rộng rãi trong thực tế, sản phẩm nghiên cứu cần được nâng cấp, cải thiện để có thể loại bỏ hoàn toàn tín hiệu nhiễu, cũng như có thể điều khiển được nhiều loại thiết bị điện hơn. Ngoài ra, kết quả của nghiên cứu có thể được sử dụng làm tư liệu giảng dạy thực hành cho sinh viên chuyên ngành Vật lý – Kỹ thuật nói riêng và sinh viên ngành Vật lý nói chung.



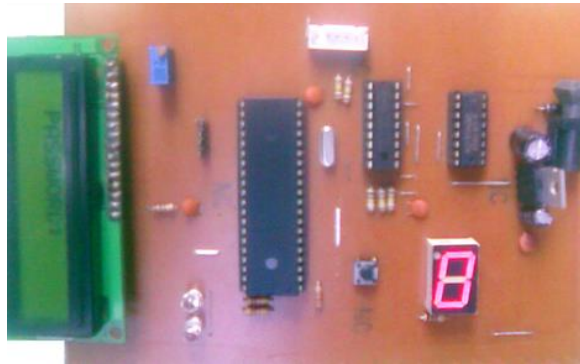
Hình 2. Sơ đồ khối mạch điều khiển thiết bị bằng điện thoại di động



Hình 3. Sơ đồ mạch nguyên lý hệ thống điều khiển thiết bị điện bằng điện thoại di động



*Hình 4. Sơ đồ mạch in hệ thống điều khiển thiết bị điện bằng điện thoại di động*



*Hình 5. Hệ thống điều khiển thiết bị điện bằng điện thoại di động*

#### Tài liệu tham khảo

[1] Tanvir A. Khan, Yasir Saleem, M. Saleem (2010), A User Interface System for Home Appliances with Cellular Phones.

[2] Phạm Đình Bảo (2006), Điện Tử Căn Bản Dành Cho Điện Thoại Di Động, NXB Khoa học và kỹ thuật.

[3] [www.alldatasheet.com/Mt8870](http://www.alldatasheet.com/Mt8870).

[4] Ngô Diên Tập (2001), Vi điều khiển với lập trình C, NXB Khoa học và Kỹ thuật Hà Nội.

## DESIGNING AND FABRICATING CIRCUITS TO CONTROL ELECTRICAL DEVICES USING THE MOBILE PHONE

**Abstract:** Nowadays, mobile phone networks have been widely distributed in all the cities, provinces and regions across the country. Besides the functions of hearing and making phone calls, messaging, accessing the internet, and entertainment..., the mobile phone is also used to remotely control electrical devices in daily life and production activities. In this paper, we studied and designed the control circuit for electrical devices using mobile phones based on the principles of collecting Dual Tone Multi Frequency (DTMF) signal from the mobile phone, then decoding and making the on/off control signal for electrical devices. With this technique, the remote control of electrical devices would be performed via mobile phones by calling and entering control codes. The electric circuit products can be applied on a wide scale in reality to electrical devices in daily life and production activities.

**Key words:** mobile phone; electrical devices; DTMF; decode; control.