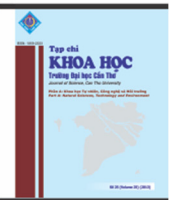




Tạp chí Khoa học Trường Đại học Cần Thơ
website: sj.ctu.edu.vn



THIẾT KẾ HỆ THỐNG GIÁM SÁT VÀ ĐIỀU KHIỂN THIẾT BỊ BẰNG MẠNG KHÔNG DÂY HOẠT ĐỘNG TRÊN MÁY TÍNH BẢNG SỬ DỤNG HỆ ĐIỀU HÀNH ANDROID

Nguyễn Văn Khanh¹ Đặng Ngọc Cẩn² và Trần Lê Trung Chánh¹

¹ Khoa Công nghệ, Trường Đại học Cần Thơ

² Lớp Kỹ thuật Điều khiển - Tự động hóa K37, Khoa Công nghệ, Trường Đại học Cần Thơ

Thông tin chung:

Ngày nhận: 19/12/2013

Ngày chấp nhận: 30/06/2014

Title:

Monitoring and control of electric devices from android tablet via wireless connection

Từ khóa:

Android, nền tảng phần mềm mã mở, hệ thống nhúng, chương trình máy tính bảng, chương trình nhúng

Keywords:

Android, open source software platform, embedded system, tablet program, embedded program

ABSTRACT

This paper presents the design of a system for the control and monitoring of electric devices. These actions are performed via an application that runs on android tablet. This tablet is connected with an embedded system via wireless network. The embedded system controls the device by executing commands that are transmitted from the tablet. It also transmits the device status to the tablet via wireless connection so that the table can updates the device status on its graphical user interface. Experimental results showed that this system had good performance. The application could be used to control and monitor power electric devices. It could also detect the device that experienced problems; measure and plot the current consumption versus time.

TÓM TẮT

Bài báo trình bày việc thiết kế một hệ thống điều khiển và giám sát trạng thái các thiết bị điện. Việc điều khiển và giám sát được thực hiện thông qua một ứng dụng chạy trên máy tính bảng android. Máy tính bảng giao tiếp với một hệ thống nhúng qua mạng không dây. Hệ thống nhúng này giữ vai trò điều khiển thiết bị theo lệnh nhận được từ máy tính bảng và đồng thời nó cũng định kỳ gửi trạng thái của các thiết bị về máy tính bảng qua giao tiếp không dây để cập nhật lên giao diện ứng dụng. Kết quả thực nghiệm cho thấy hệ thống đã hoạt động tốt. Phần mềm có thể điều khiển, giám sát trạng thái và công suất của từng thiết bị, có khả năng phát hiện thiết bị gặp sự cố, đo và vẽ lại đồ thị dòng điện tiêu thụ.

1 GIỚI THIỆU

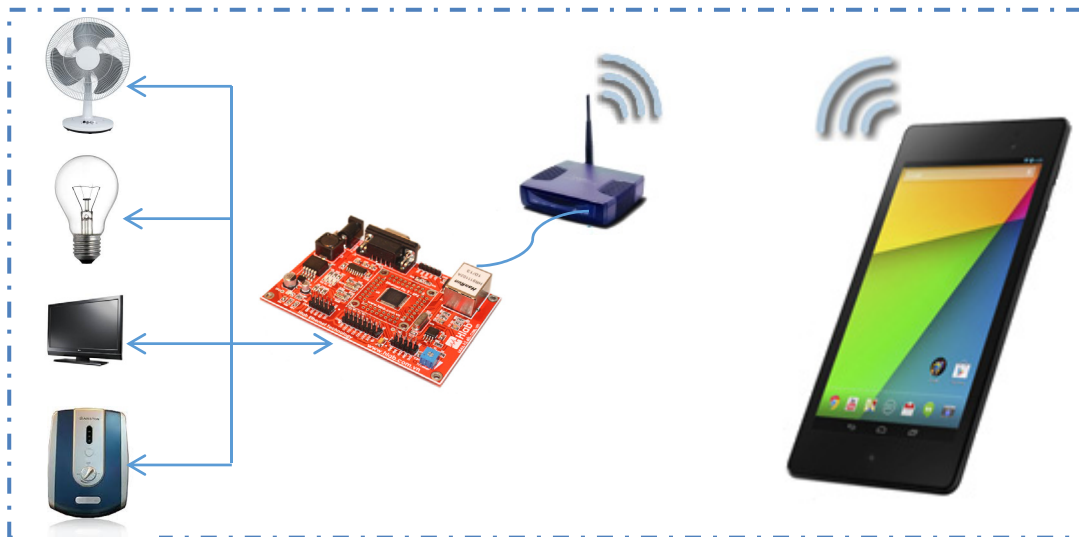
Hiện nay thiết bị di động chạy trên nền tảng Android ngày trở nên phổ biến, các ứng dụng phát triển cho hệ điều hành này không còn chỉ giới hạn ở giải trí, đa phương tiện mà nó đang hướng tới nhiều lĩnh vực khác, đặc biệt là các ứng dụng trong kỹ thuật, tự động hóa. Rất nhiều cá nhân và tổ chức đã bắt tay vào xây dựng những hệ thống thông minh, trong đó điện thoại, máy tính bảng android được dùng để điều khiển và giám sát. Đáng kể hơn

nữa, android đã được sử dụng để phát triển một nền tảng giám sát và điều khiển sản xuất với một ví dụ rất điển hình là giám sát một máy CNC qua mạng không dây sử dụng lập trình socket trên nền giao thức TCP/IP (Truong & Duc, 2012). Hệ thống này vẫn phải sử dụng một Windows web server để hoạt động.

Để bắt đầu tiếp cận và ứng dụng nền tảng lập trình khá mới mẻ này vào lĩnh vực điều khiển, bài báo cũng đi vào xây dựng một hệ thống giám sát và

điều khiển qua mạng không dây sử dụng TCP socket. Tuy nhiên, hệ thống được chọn ở đây là một hệ điều khiển và giám sát các thiết bị điện dân dụng qua một phần mềm phát triển trên nền tảng android. Máy tính bảng đóng vai trò là một client giao tiếp với một server qua mạng không dây. Server được chọn là một server nhúng tự thiết kế chạy trên một vi điều khiển thông dụng. Điều này nhằm mục đích chủ động được công nghệ thiết kế, tạo điều kiện thuận lợi cho các ứng dụng thực tế sau này.

Đề tài là một bước khởi đầu cho việc ứng dụng máy tính bảng vào các hệ thống điều khiển phức tạp hơn như: Thu thập dữ liệu không dây, tương tác với robot thông qua màn hình cảm ứng, ứng dụng máy tính bảng vào vận các thiết bị y tế (ví dụ thiết bị hỗ trợ vật lý trị liệu, phẫu thuật,...),...



Hình 1: Sơ đồ tổng quan hệ thống

2.2 Thiết kế phần cứng

2.2.1 Sơ đồ khối hệ thống

Hình 2 là sơ đồ khối mạch nhúng, nó giữ chức năng giao tiếp với máy tính bảng qua kết nối không dây để nhận lệnh điều khiển và định kỳ cập nhật trạng thái thiết bị. Để thực hiện chức năng này, hai vi điều khiển của hãng Microchip được chọn. Một vi điều khiển (MCU1) tạo giao thức TCP/IP giao tiếp với máy tính bảng và đọc trạng thái thiết bị, vi điều khiển còn lại (MCU2) điều khiển công suất

2 CẤU TẠO VÀ NGUYÊN TẮC HOẠT ĐỘNG

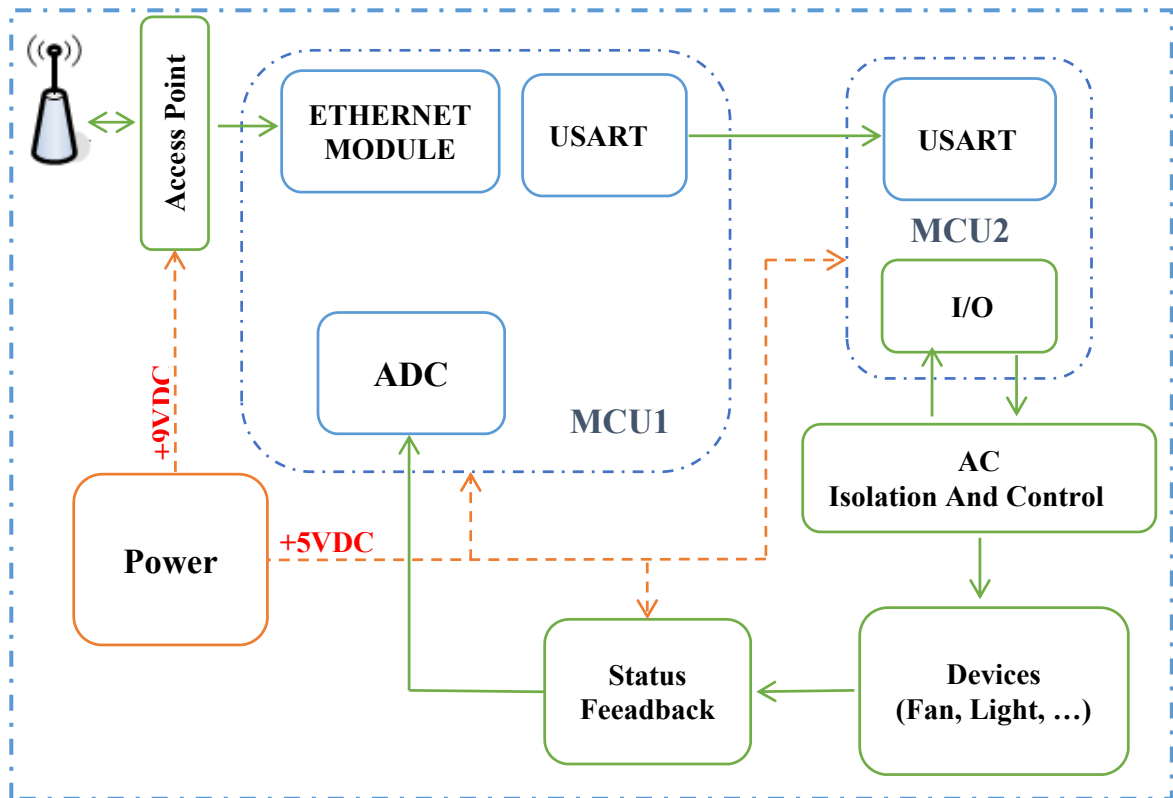
2.1 Tổng quan về hệ thống

Sơ đồ tổng quan hệ thống được mô tả như Hình 1 bao gồm một mạch nhúng kết nối đến các thiết bị cần điều khiển. Mạch nhúng giao tiếp với một máy tính bảng qua giao thức TCP/IP, nó chạy một TCP Server nhận các yêu cầu điều khiển từ client đồng thời định kỳ đọc trạng thái thiết bị gửi về client. Máy tính bảng là một client nơi người dùng phát lệnh điều khiển và cập nhật trạng thái thiết bị. Trên máy tính bảng, một chương trình người dùng được phát triển để có thể điều khiển và giám sát các thiết bị một cách trực quan. Cả hai máy tính bảng và mạch nhúng giao tiếp với nhau qua mạng không dây (wireless).

AC cho tất cả các thiết bị. Hai vi điều khiển này giao tiếp với nhau qua giao tiếp nối tiếp UART.

Công suất thiết bị được điều khiển bằng phương pháp thay đổi góc mở Triac. Phương pháp này đòi hỏi một mạch xác định điểm không để đồng bộ xung điều khiển góc mở với tín hiệu điện lưới.

Việc kiểm tra trạng thái thiết bị được thực hiện bằng cách đo dòng điện trung bình từ đó so sánh với dòng điện tĩnh của thiết bị để biết thiết bị đang mở hay tắt.



Hình 2: Sơ đồ khối phần cứng hệ thống

2.2.2 Thiết kế mạch nhúng

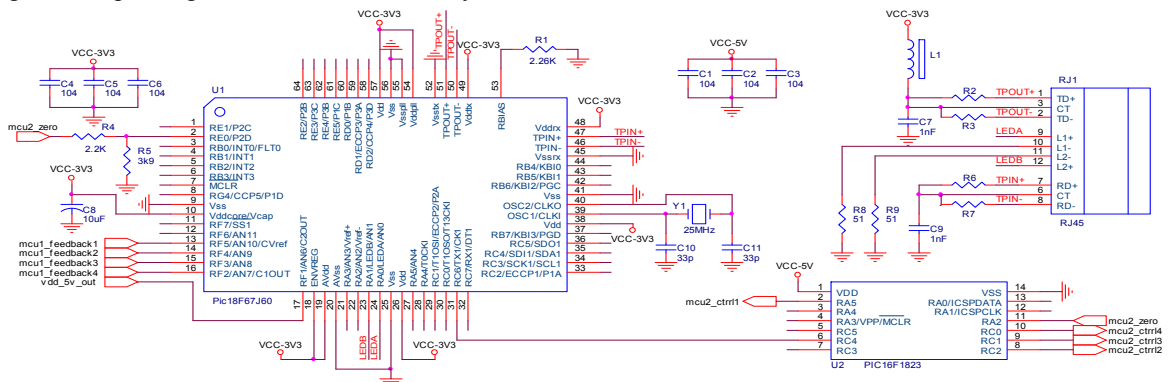
– Khối ghép nối MCU1, MCU2 và mạch giao tiếp Ethernet

MCU1 đảm nhận vai trò giao tiếp ethernet, gửi lệnh điều khiển nhận được từ máy tính bảng đến MCU2 và đọc dòng điện tính toán trạng thái của thiết bị. Với vai trò quan trọng này, vi điều khiển PIC18F67J60 được chọn vì nó tích hợp phần cứng giao tiếp ethernet giúp việc thiết kế đơn giản và giảm chi phí. Ngoài ra, vi điều khiển này còn có

tốc độ xung đồng hồ lên đến 40Mhz đảm bảo khả năng xử lý tránh mất gói ethernet.

MCU2 nhận lệnh điều khiển và tạo thuật toán điều khiển công suất thiết bị thông lệnh nhận được. Với vai trò như thế, vi điều khiển Pic16F1823 được chọn vì vi điều khiển này nhỏ gọn (14 chân, đóng gói SMD), giá thành thấp, đủ mạnh (bộ dao động tích hợp lên đến 32MHz).

Sơ đồ nguyên lý mạch điện thiết kế cho các khối này như Hình 3.



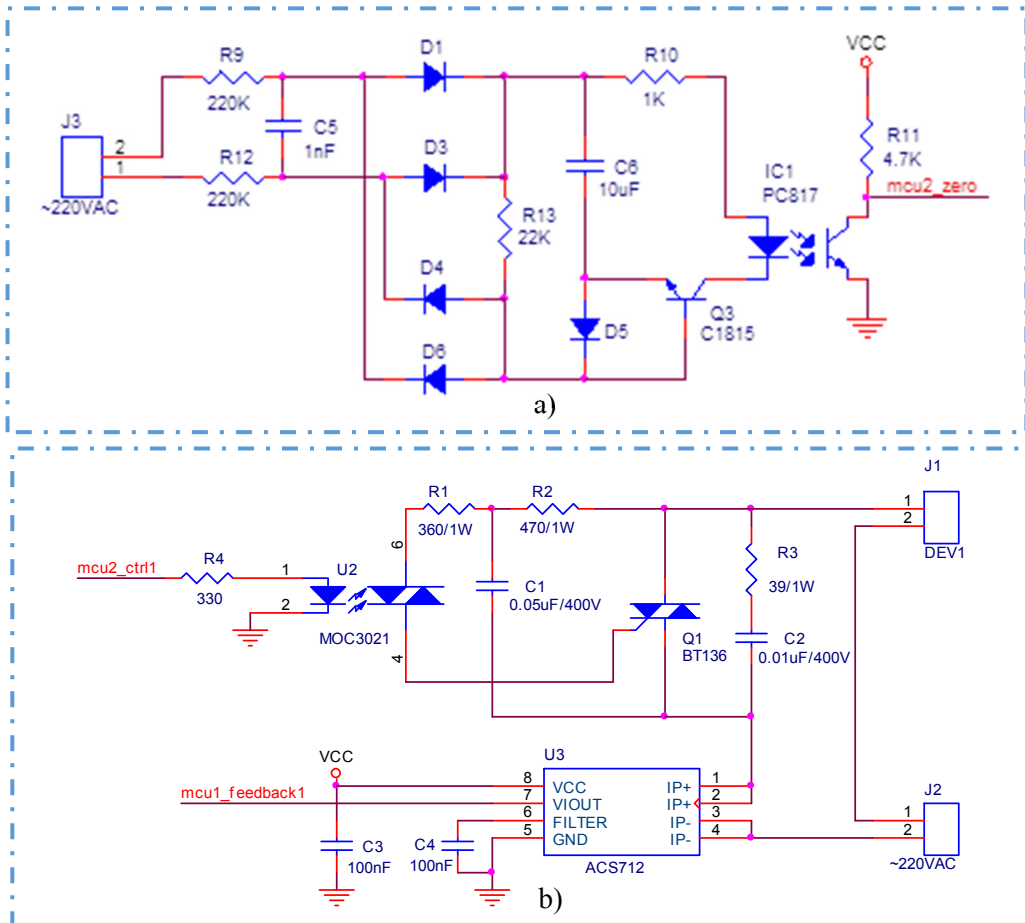
Hình 3: Sơ đồ nguyên lý khối MCU1, MCU2 và Ethernet

Mạch tương tự tích hợp trong module PHY (Physical) của PIC18F67J60 yêu cầu phải kết nối một điện trở 2.26kΩ từ chân RBIAS xuống mass. Điện trở này ảnh hưởng đến biên độ của tín hiệu TPOUT+/-, nó được hãng Microchip khuyến cáo kết dùng loại SMD và nối càng gần vi điều khiển càng tốt để giảm nhiễu điện dung ảnh hưởng quá trình truyền nhận tín hiệu (Microchip Technology Inc., 2011). MCU2 giao tiếp với

MCU1 qua giao tiếp nối tiếp RS232.

– Khối điều khiển và cách ly AC - AC Isolation and Control

Khối này tạo tín hiệu đồng bộ điểm không sử dụng mạch phát hiện điểm 0 và cách ly quang tín hiệu điều khiển từ MCU2 với mạch công suất AC. Mạch công suất AC sử dụng Triac BT136 khả năng chịu dòng điện AC tối đa. Sơ đồ nguyên lý khối này như Hình 4 b).



Hình 4: Khối điều khiển và cách ly AC - AC Isolation and Control

– *Khối hồi tiếp trạng thái*: Khối này được thiết kế để giải quyết yêu cầu đặt giám sát được trạng thái của thiết bị. Dòng điện tiêu thụ AC của thiết bị được đo qua cảm biến để từ đó suy ra trạng thái thiết bị đang mở hay tắt. Giải pháp này mở ra nhiều tính năng khác mà sau này có thể tích hợp vào hệ thống, ví dụ giám sát công suất thiết bị, giám sát thời lượng sử dụng thiết bị,... Sơ đồ nguyên lý khối này như Hình 4b), cảm biến dòng điện được chọn là ACS712-5A có thể đo được dòng điện tối đa 5A với độ nhạy dao động 180

mV/A đến 190mV/A (Allegro MicroSystems, 2012).

– *Khối nguồn*: Tạo ra các điện áp 3.3VDC và 5.0VDC để cung cấp cho MCU1, MCU2 và các mạch ngoại vi.

2.3 Thiết kế phần mềm

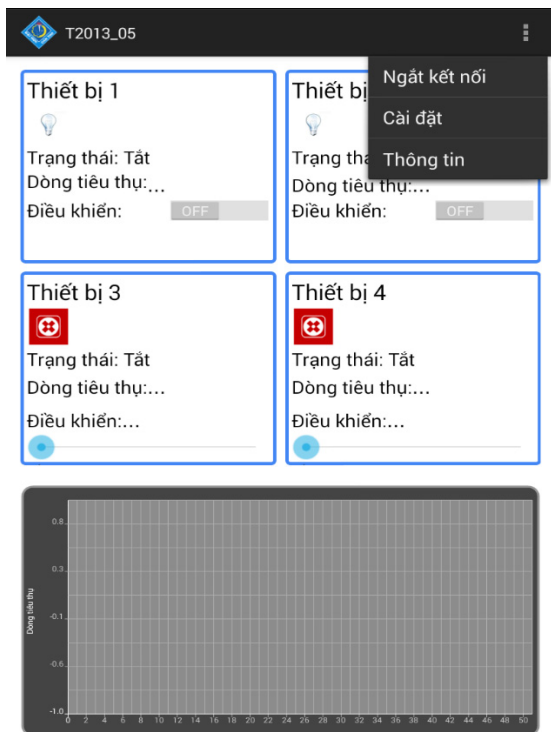
2.3.1 Tổng quan

Để có thể sử dụng máy tính bảng điều khiển và giám sát trạng thái thiết bị điện, một phần mềm được phát triển chạy trên máy tính bảng với vai trò

là một TCP Client. Client này sẽ giao tiếp với một TCP Server nhưng để gửi lệnh điều khiển và nhận trạng thái thiết bị trả về từ Server. Phần máy tính bảng chạy trên nền tảng Android, cho phép người dùng thao tác trực tiếp trên giao diện người dùng để điều khiển thiết bị điện cũng như giám sát trạng thái tắt mở hay dòng điện tiêu thụ một cách trực quan. Các thông tin điều khiển sẽ được gửi đến sever nhưng thông qua các API hỗ trợ giao tiếp qua giao thức TCP/IP do google cung cấp (Android Developers, 2013). Client và server nằm cùng một mạng nội bộ và giao tiếp qua liên kết không dây.

2.3.2 Giao diện ứng dụng Android

Để tạo ra sự thân thiện và dễ sử dụng, ứng dụng Android là một giao diện người dùng với các icon trực quan, sử dụng ngôn ngữ tiếng Việt. Giao diện chương trình như Hình 5, gồm các thành phần như sau:



Hình 5: Giao diện ứng dụng android

Phần nhận lệnh điều khiển gồm:

- 2 công tắc on/off để điều khiển bật/tắt thiết bị 1 và 2 tương ứng
- 2 thanh trượt để điều khiển công suất thiết bị 3 và 4 tương ứng

Phần hiển thị dữ liệu gồm:

- Một đồ thị thể hiện dòng điện tiêu thụ trung

bình của 4 thiết bị qua thời gian.

- Hiển thị cụ thể dòng điện tiêu thụ trung bình hiện tại của từng thiết bị -bằng số.
- Hiển thị trạng thái bật/tắt của các thiết bị

Phần Menu dùng để cài đặt địa chỉ IP và cổng cho giao tiếp socket, cài đặt ngưỡng dòng điện thụ làm thay đổi trạng thái hoạt động và dòng điện tối đa của từng thiết bị điện.

Hoạt động của phần mềm:

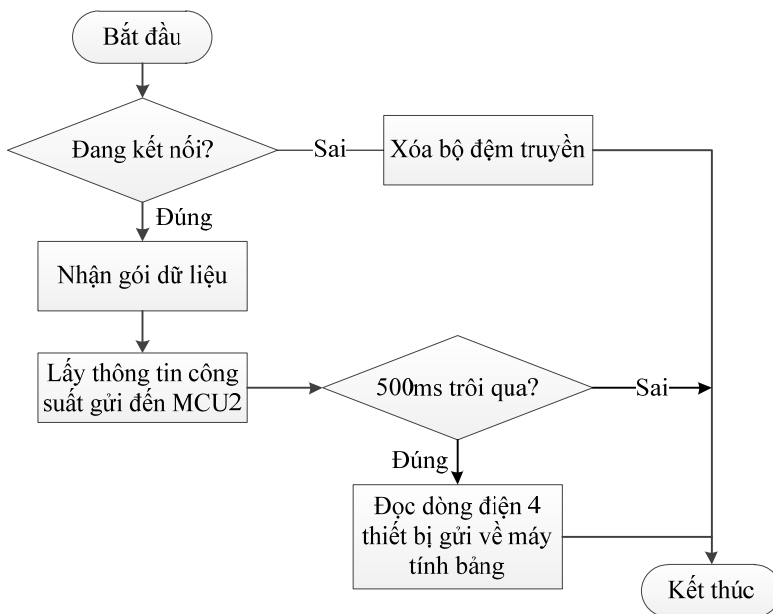
– *Ứng dụng máy tính bảng:* Khi phần mềm được khởi động, nó sẽ thực hiện kết nối đến TCP Server nhưng sử dụng socket với địa chỉ IP và cổng giao tiếp mặc định của chương trình. Nếu việc kết nối không thành công chương trình sẽ báo lỗi kết nối và chờ các thiết lập và kết nối khác từ người dùng. Ngược lại, nếu kết nối thành công, chương trình sẽ tạo một luồng (thread) giao tiếp với TCP server nhưng.

Luồng giao tiếp này khi hoạt động, nó sẽ liên tục kiểm tra dữ liệu đến từ TCP Server nhưng, nếu có dữ liệu nó sẽ xử lý và gửi về Activity chính thông qua giao thức gửi thông điệp của Android. Luồng này đồng thời cũng đón thông điệp chứa các lệnh điều khiển, công suất các thiết bị từ chương trình để gửi yêu cầu điều khiển đến TCP Server nhưng.

Khi trạng thái của công tắc, thanh trượt thay đổi chương trình chính sẽ đọc và mã hoá thành thông điệp và gửi đến luồng giao tiếp. Ngược lại, khi chương trình chính nhận được dữ liệu đến từ Server, chương trình chính sẽ hiển thị dữ liệu đó lên giao diện, cập nhật lên đồ thị, đồng thời dữ liệu này sẽ được so sánh với các ngưỡng dòng điện được thiết đặt để suy ra trạng thái hoạt động của thiết bị là bật hay tắt rồi hiển thị lên giao diện của chương trình. Dựa vào trạng thái đọc về từ thiết bị, người dùng có thể biết được thiết bị đang hoạt động tốt hay gặp sự cố ngay trên giao diện.

Chương trình nhúng:

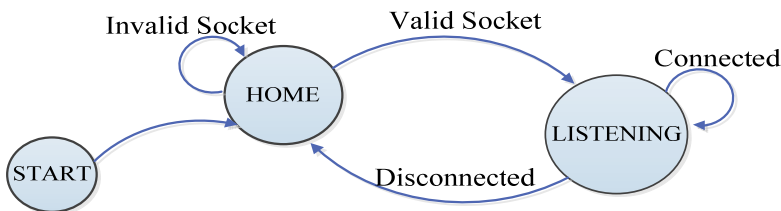
– *MCU1:* chạy chương trình Sever trên nền tảng TCP/IP stack của hãng Microchip. Server sẽ chờ kết nối và nhận yêu cầu điều khiển từ máy tính bảng. Khi một kết nối đã được thiết lập, nếu có gói dữ liệu đến Server sẽ nhận và đọc các thông tin điều khiển. Các thông tin này sẽ được gửi đến MCU2 thông qua hàm giao thức nối tiếp bất đồng bộ. TCP Server nhưng đồng thời sẽ đọc dòng điện tiêu thụ trung bình của các thiết bị qua mạch hồi tiếp và gửi về máy tính bảng mỗi 500ms.



Hình 6: Lưu đồ thuật toán trạng thái LISTENING

TCP Server là một máy trạng thái hữu hạn gồm 2 trạng thái HOME và LISTENING, sơ đồ trạng thái như Hình 7. Trạng thái HOME được chuyển sang mặc định khi khởi động, server sẽ chờ một kết nối từ một client dựa vào địa chỉ IP và cổng được thiết lập. Kết quả của việc chờ kết nối là một socket, nếu socket tạo ra không hợp lệ, trạng thái HOME được duy trì. Ngược lại, nếu socket tạo ra

hợp lệ thì hệ thống sẽ chuyển sang trạng thái LISTENING. Ở trạng thái LISTENING, nếu một kết nối đang tồn tại server sẽ chờ và nhận gói dữ liệu để lấy thông tin điều khiển; đồng thời server cũng chờ một sự kiện 500ms trôi qua để đo dòng điện tiêu thụ của thiết bị gửi về client. Lưu đồ thuật toán chương trình server ở trạng thái LISTENING như Hình 6. Khi client ngắt kết nối server sẽ quay lại trạng thái HOME.



Hình 7: Sơ đồ trạng thái của TCP Server nhúng

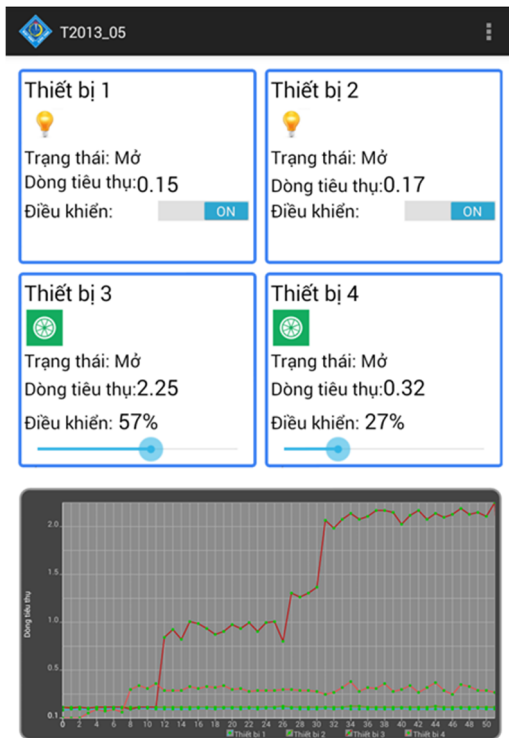
– **MCU2:** Để MCU1 đảm nhiệm tốt vai trò TCP server, việc điều khiển công suất các thiết bị được thực hiện trên MCU2. MCU2 sử dụng ngắt ngoài để đồng bộ điểm không của lưới điện phối hợp với ngắt bộ định thời để tạo tín hiệu điều khiển công suất các thiết bị bằng phương pháp thay đổi góc mở Triac. Song song đó, MCU2 cũng liên tục đọc gói dữ liệu chứa thông tin công suất thiết bị để cập nhật tín hiệu điều khiển.

3 KẾT QUẢ THỰC NGHIỆM

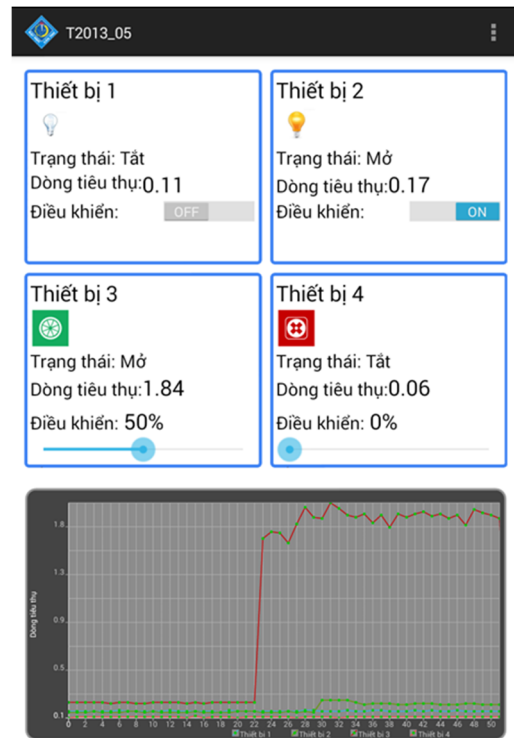
Thực nghiệm điều khiển và giám sát một số

thiết bị điện gia dụng ta thu được kết quả như Hình 8. Có 4 thí nghiệm được thực hiện:

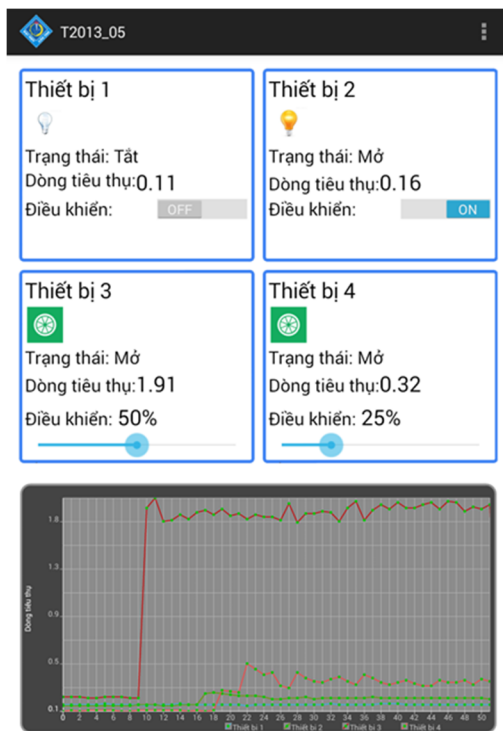
- Hình 8 a) hệ thống mở toàn bộ 4 thiết bị.
- Hình 8 b) điều khiển tắt thiết bị 1 và 4, thiết bị 2 mở, 3 mở cố định 50%.
- Hình 8 c) điều khiển tắt thiết bị 1, mở thiết bị 3 cố định công suất 50%, mở thiết bị 2, mở thiết bị 4 cố định công suất 25%.
- Hình 8 d) Mất điều khiển (lỗi) thiết bị 1 và thiết bị 3; mở thiết bị 2, thiết bị 4 thay đổi công suất theo thời gian.



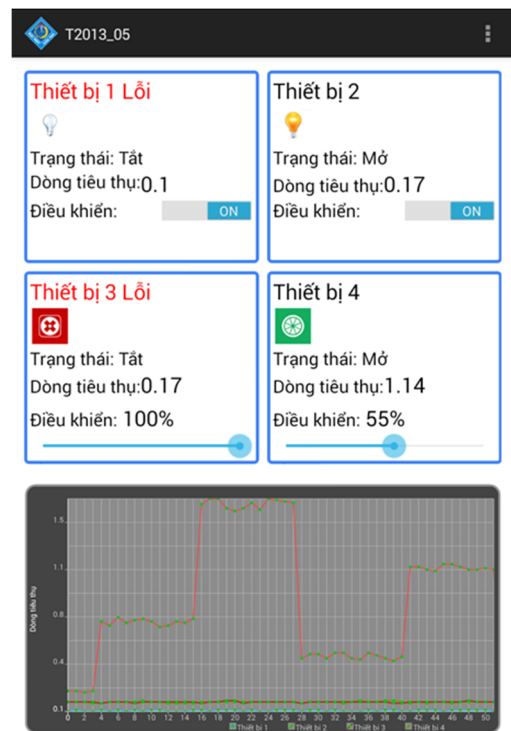
a)



b)



c)



d)

Hình 8: Một số trường hợp thực nghiệm

Từ các thí nghiệm ta thấy hệ thống đã hoạt động tốt, ứng dụng có thể điều khiển và giám sát trạng thái của 4 thiết bị, quan sát được dòng điện tiêu thụ, phát hiện được thiết bị gặp sự cố.

4 KẾT LUẬN

Bài báo đã trình bày được việc thiết kế một hệ thống điều khiển và giám sát trạng thái các thiết bị điện. Việc giám sát và điều khiển thực hiện ngay trên máy tính bảng android. Hệ thống đã hoạt động tốt, ổn định. Ứng dụng android thiết kế trực quan, dễ sử dụng. Đây là một hệ thống có tính thực tiễn, có khả năng ứng dụng vào thực tế. Đề tài cũng là một bước đệm để đẩy mạnh ứng dụng công nghệ di động vào lập trình điều khiển tự động, một số ứng dụng điển hình có thể hướng tới: sử dụng máy tính bảng hoặc điện thoại thông minh vào các ứng dụng thu thập dữ liệu không dây, tương tác với robot, ứng dụng máy tính bảng vào vận hành các thiết bị y tế (ví dụ thiết bị hỗ trợ vật lý trị liệu, phẫu thuật,...),...

LỜI CẢM ƠN

Nghiên cứu được thực hiện trong khuôn khổ đề tài cấp trường mã số T2013-05, Trường Đại học Cần Thơ. Tác giả chân thành cảm ơn cán bộ phụ trách phòng thí nghiệm Đo lường và Cảm biến Khoa Công nghệ đã hỗ trợ thiết bị cho việc đo đạc, kiểm tra dạng sóng của mạch phát hiện điểm không và mạch tạo tín hiệu điều khiển thiết bị.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Open Haset Alliance,
<http://www.openhandsetalliance.com>
2. Gadhavi, B., & Shah, K. (2010). *Analysis of the Emerging Android Market*. SanJosé State University: Project Report Presented.
3. Truong, N., & Duc, L. (2012). Remote Monitoring and Control of Industrial Process Via Wireless Network and Android Platform. *International Conference on Control, Automation and Information Sciences*, (pp. 340-343).
4. Microchip Technology Inc. (2011), PIC18F97J60 Family Data Sheet.
5. Allegro MicroSystems. (2012). Fully Integrated, Hall Effect-Based Linear Current Sensor IC with 2.1 kVRMS Isolation and a Low-Resistance Current Conductor.
6. Developers, A. (2013). Retrieved from Android Developers:
<http://developer.android.com/index.html>