

THIẾT KẾ HỆ THỐNG THEO DÕI VÀ ĐIỀU KHIỂN BỘ PID QUA MÔI TRƯỜNG INTERNET.

Nguyễn Hồng Quang **, Lê Văn Chung, Nguyễn Công Khoa *, Phan Thanh Lâm ***

TÓM TẮT

Bài báo đề xuất phương án thiết kế, xây dựng hệ thống giám sát trạng thái và điều khiển từ xa một bộ điều khiển PID bất kỳ thông qua môi trường Internet. Hệ thống được xây dựng dựa trên mô hình hệ thống nhúng dùng vi điều khiển DSPIC và giao thức truyền thông theo chuẩn TCP/IP nhằm giải quyết các bài toán theo dõi và điều khiển từ xa qua mạng internet. Hệ thống cho phép người điều khiển từ xa dùng máy tính hoặc điện thoại 3G có kết nối internet để điều khiển. Việc ứng dụng hệ thống giúp người quản lý có thể biết được tình trạng thiết bị khi ở xa và ra các quyết định điều khiển đúng đắn.

Từ khóa: Vi điều khiển, DSPIC, hệ thống nhúng, Internet, TCP/IP, giám sát, điều khiển, PID, bộ điều khiển, theo dõi.

GIỚI THIỆU

Hiện nay điều khiển qua internet đã được sử dụng cho nhiều công việc khác nhau như theo dõi, điều khiển trạng thái, internet radio... Ở Việt Nam thời gian gần đây các ứng dụng điều khiển qua internet cũng đã được ứng dụng trong một số bài toán điều khiển bật, tắt, theo dõi trạng thái thiết bị ...

Bài báo trình bày việc dùng giao thức TCP/IP – một giao thức internet phổ biến để thực hiện truyền nhận dữ liệu giữa người dùng ở xa tới bộ điều khiển trung tâm là một mạch đặt thông số cho bộ điều khiển PID.

Để giải quyết vấn đề nêu trên thì giải pháp mà bài báo đưa ra ở đây là sử dụng vi xử lý DSPIC và tích hợp thêm vi điều khiển kết nối Ethernet (NIC) trong cùng một bộ điều khiển trung tâm. Giao thức TCP/IP được cài đặt trên DSPIC sẽ giúp việc gửi nhận dữ liệu với người dùng ở xa. Như vậy bộ điều khiển trung tâm được coi là một máy chủ (HOST) có nhiệm vụ nhận các tham số đặt PID và phản hồi lại tham số đầu ra cho người dùng.

HỆ THỐNG ĐIỀU KHIỂN TỪ XA QUA INTERNET

Tổng quan về hệ thống

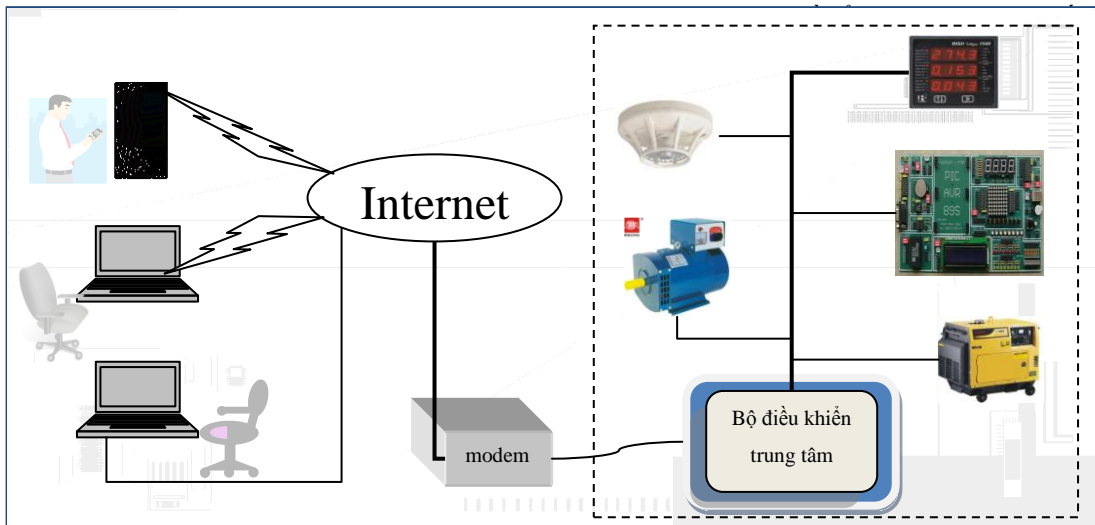
*Lê Văn Chung, Nguyễn Công Khoa – ĐH Công nghệ thông tin và truyền thông – ĐH Thái Nguyên
** Nguyễn Hồng Quang – Đại học Bách Khoa Hà Nội
*** Nguyễn Thanh Lâm – Đại học Công nghiệp Hà Nội

Trong mô hình hệ thống (hình 1) các máy tính hoặc điện thoại có kết nối internet sử dụng trình duyệt để thao tác tới các chức năng theo dõi và điều khiển của hệ thống. Các chức năng của hệ thống được lập trình và lưu trữ trên chính bộ điều khiển trung tâm nên ta cần có một địa chỉ IP tĩnh hoặc đăng ký một địa chỉ ảo với DNS.

Bộ điều khiển trung tâm đảm nhiệm việc thu thập trạng thái của các thiết bị mà nó quản lý để cập nhật tự động lên trình duyệt và tiếp nhận các lệnh điều khiển từ phía người dùng để điều khiển các thiết bị. Các trạng thái mà nó thu thập có thể là tình trạng của thiết bị, tham số đầu ra, tình trạng nguồn (điện áp, dòng điện)... Còn các lệnh từ xa mà nó có thể tiếp nhận và xử lý có thể có nhiều dạng, từ đơn giản như lệnh bật tắt tới phức tạp như các lệnh điều chỉnh các tham số PID cho bộ điều khiển.

Các thiết bị được theo dõi, điều khiển trong hệ thống có thể gồm nhiều loại như các bộ điều khiển, các thiết bị đo lường... Chúng giao tiếp với bộ điều khiển trung tâm theo nhiều cách khác nhau như cổng giao tiếp song song, nối tiếp, ADC.

Có thể ứng dụng hệ thống vào trong nhiều trường hợp, nhưng bài báo sẽ trình bày một ứng dụng để theo dõi và điều khiển một bộ điều khiển PID được kết nối với bộ điều khiển trung tâm qua đường truyền RS-232. Khi đó hệ thống cần thu thập tín hiệu đầu ra của bộ điều khiển PID và thực hiện đặt các tham số Kp, Ki, Kd cho bộ điều khiển này.



Truyền thông giữa bộ điều khiển trung tâm và các trạm theo dõi từ xa

a. Giao thức TCP/IP

Giao thức được sử dụng để gửi nhận dữ liệu giữa người theo dõi và điều khiển ở xa với hệ thống là giao thức HTTP2 Server, một giao thức trong bộ giao thức TCP/IP được xây dựng bởi nhà cung cấp. Trang web có thể gồm mã HTML, CSS Stylesheets, Java Script, image và một vài thành phần khác cho website. Tuy nhiên để xử lý được các điều khiển ta cần dùng phương thức lập trình CGI, hoặc phương thức GET hay POST. Các chuỗi mã gửi lệnh gửi về từ phía người dùng sẽ được chuyển thành các lệnh điều khiển cụ thể để điều khiển các khối khác trong modul trung tâm.

b. Gửi và nhận dữ liệu

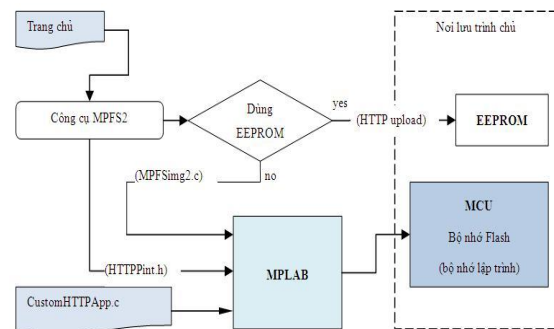
Các thông tin quan trọng được gửi từ trung tâm điều khiển tới người theo dõi ở xa được thực hiện bằng các "biến động" đây là một thành phần được xây dựng trong giao thức HTTP2 Server. Khi ấy giả sử muốn biết trạng thái nào đó của thiết bị thì chương trình điều khiển trên trang web sẽ hỏi bằng lệnh `<span id = "Status-i" ? ` và gửi tới bộ điều khiển trung tâm để nó tự động cập nhật giá trị lên trình chủ. Chương trình điều khiển trên trung tâm điều khiển sẽ sử dụng hàm `HttpGetVar()` để thực hiện lấy các biến theo dõi đó đưa lên trình chủ.

Quá trình gửi và nhận dữ liệu giữa người theo dõi ở xa và trung tâm điều khiển còn được

thực hiện bởi các phương thức POST và GET gần tương tự như ngôn ngữ HTTP thông thường.

c. Xử lý dữ liệu

Trước khi xem quá trình xử lý dữ liệu ta xem quá trình để tạo ra một giao diện theo dõi và điều khiển từ xa qua internet (hình 2).



Hình 2. tạo ra một giao diện theo dõi và điều khiển

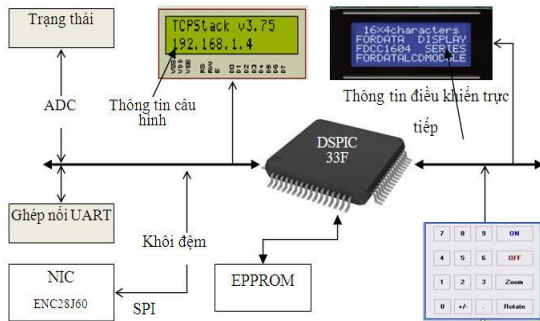
Trong sơ đồ trên có một số thành phần đáng chú ý mà người thiết kế phải lập trình gồm: `CustomHTTApp.C` là file chứa các thực thi giao diện web, giúp ta tính và đưa lên giá trị của các "biến động", thực thi form theo các phương thức GET và POST. `HTTPrint.H` giúp thực hiện hàm callback để tính toán và đưa các "biến động" lên giao diện web sau kết quả của các hàm thực thi trên file `CustomHTTApp.C`.

Quá trình xử lý dữ liệu điều khiển từ xa sẽ được thực hiện bởi các hàm bên trong `CustomHTTApp.C` mà cụ thể là thông qua hàm `HTTExecutePost`. Bằng phương thức POST của giao thức HTTP2 Server hoặc

chuỗi lệnh CGI thì các lệnh điều khiển sẽ được gửi tới bộ điều khiển trung tâm và lần lượt được xử lý sau đó trả về kết quả là một hiển thị mới trên giao diện hoặc một vài điều khiển tới các khối khác trong bộ điều khiển trung tâm.

Thiết kế bộ điều khiển trung tâm

Trong bài toán theo dõi, điều khiển bộ điều khiển PID, một bộ PID sẽ được kết nối với bộ điều khiển trung tâm qua đường truyền RS-232, bộ PID sẽ nhận các thông số đặt từ bộ điều khiển trung tâm của người dùng qua cổng ethernet và phản hồi tín hiệu đầu ra. Với những yêu cầu đó ta có bộ điều khiển trung tâm theo sơ đồ khối ở hình 3.



Hình 3. Sơ đồ khối bộ điều khiển trung tâm

Bộ điều khiển trung tâm có 2 nhiệm vụ gửi nhận thông số với bộ điều khiển PID, nhận thông tin đầu ra rồi gửi lại phía người dùng và gửi nhận dữ liệu với người điều khiển từ xa. Chương trình điều khiển hệ thống sẽ được nạp trước trong bộ nhớ lập trình. Chương trình dùng cho theo dõi, điều khiển từ xa sẽ được upload trực tiếp nếu ta lưu chúng trên bộ nhớ SD/MMC, EEPROM hay Flash Serial bên ngoài bộ xử lý, nếu không ta sẽ phải biên dịch cùng chương trình và nạp vào bộ nhớ lập trình. Ở đây trang web đã được nạp vào trong bộ nhớ lập trình cùng với chương trình điều khiển của bộ điều khiển trung tâm.

Giao tiếp giữa vi điều khiển trung tâm và NIC

Việc kết nối giữa DSPIC 33FJ256 với ENC28J60 ta thực hiện kết nối theo chuẩn truyền thông nối tiếp SPI tốc độ 20MHz hoặc với ENCX24J600 là theo chuẩn song song với tốc độ 100MHz. Ở đây ta sử dụng chuẩn SPI để ghép nối giữa vi xử lý trung tâm DSPIC 33FJ128GP708 và ENC28J60. Vi xử

lý được thiết lập làm master, ENC28J60/ENCX24J600 làm slaver với tốc độ xung nhịp và đồng bộ khung tin (Frame) được quy định bởi master trong đó quan hệ tốc độ xung nhịp giữa master và slaver được tính theo

$$F_{SCK} = \frac{F_{CY}}{\text{primary prescaler} * \text{Secondary prescaler}}$$

công thức sau:

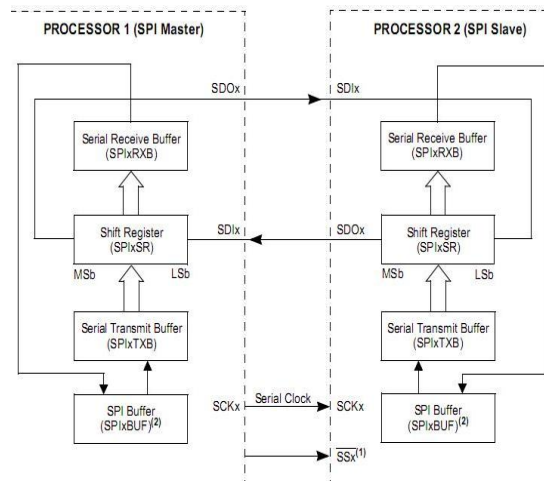
Trong đó F_{CY} : là tốc độ của master.

Primary prescaler: là số chia đặt tốc độ cho SPI Master.

Secondary prescaler: là số chia đặt tốc độ cho SPI slaver.

F_{SCK} : là tốc độ SPI thực mà ta có được.

Quá trình truyền nhận dữ liệu được diễn ra theo sơ đồ sau:



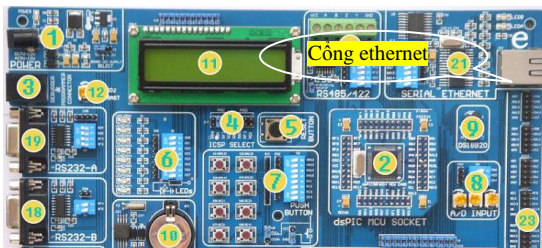
Hình 4. Sơ đồ khối SPI

Dữ liệu trước khi truyền được gửi tới đệm và thanh ghi dịch sẽ chuyển nó thành dạng nối tiếp để truyền theo dạng nối tiếp đồng bộ. Khi nhận, các bit sẽ được thanh ghi dịch chuyển thành dạng song song và sẽ được đọc bởi CPU khi có 1 byte được nhận xong. Sơ đồ khối ghép nối với vi xử lý và sơ đồ thiết kế trong hình 5, 6 dưới đây.

Vấn đề thời gian thực trong điều khiển.

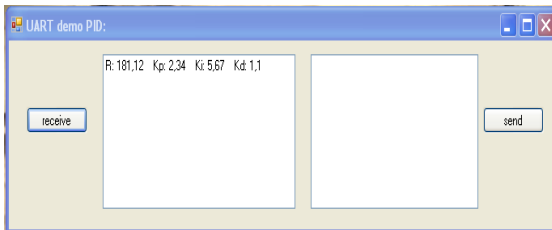
Trong điều khiển thời gian trễ càng ngắn tức là thời gian đáp ứng càng nhanh thì càng đáp ứng được tính thời gian thực. Nhưng việc điều khiển qua mạng dùng cách truyền các

Bộ mạch trung tâm được xây dựng trên nền tảng DSPIC- 33FJ-GP708

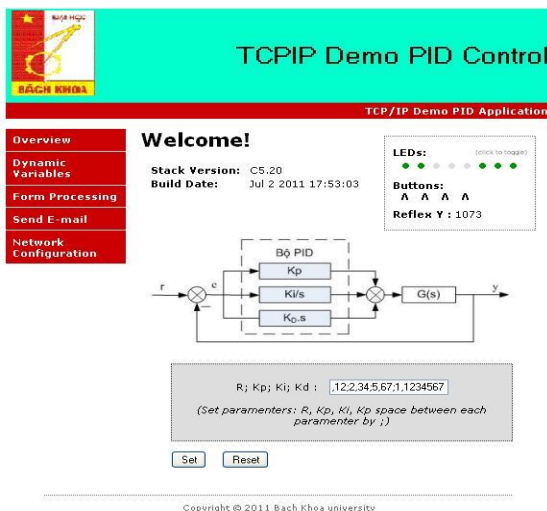


Hình 7: Bo mạch trung tâm

Mô phỏng việc đặt nhiệt độ cho một quá trình nhiệt như hình 8. Các tham số đặt K_p, K_i, K_d đặt cách nhau một dấu “;” trong hộp nhập giá trị trên giao diện web được truyền xuống khối điều khiển trung tâm. Từ đây các tham số được đưa tới máy tính qua đường RS – 232. Các tham số này được một chương trình c# nhận và dùng làm tham số cho chương trình mô phỏng quá trình nhiệt(hình 9).

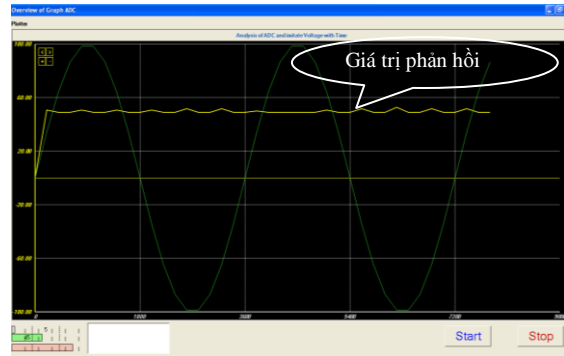


Hình 8. Giao diện trang điều khiển



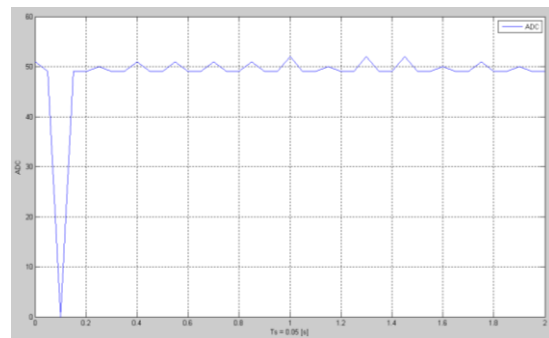
Hình 9: chương trình c# mô phỏng nhận giá trị đặt

Chương trình mô phỏng trên máy tính sẽ phản hồi các thông tin tương ứng với các giá trị đặt. Các thông tin phản hồi có thể được vẽ trực tiếp trên giao diện máy tính như hình 10



Hình 10: Mô phỏng vẽ giá trị phản hồi

Các giá trị có thể được lưu lại thành file text và dùng MATLAB vẽ lại một cách chính xác hơn



Hình 11: Vẽ lại tín hiệu dùng MATLAB

KẾT LUẬN

Sau một thời gian tìm hiểu và nghiên cứu xây dựng, hệ thống đã được xây dựng thực tế bao gồm mạch trung tâm điều khiển việc kết nối Ethernet có thể hoạt động trong mạng LAN hoặc internet nhờ thiết lập NAT từ modem. Bộ PID được mô phỏng bằng máy tính ghép nối với bo mạch trung tâm qua giao tiếp RS-232. Các tín hiệu phản hồi qua đường Ethernet đưa về máy tính được mô phỏng lại bằng chương trình viết trên ngôn ngữ C# tiện xem trực tiếp hoặc lưu thành tệp rồi vẽ lại bằng Matlab cho tính chính xác hơn.

Với mỗi bộ điều khiển có riêng một địa chỉ IP nên việc truy cập để điều khiển tương đối dễ dàng, để truy cập vào địa chỉ của mạch điều khiển ta gõ địa chỉ IP tính đã đăng ký hoặc địa chỉ đăng ký với DNS thì các chức năng được hiển thị trên trình duyệt. Tuy việc điều khiển còn chưa đạt được tính thời gian thực, nhưng với việc điều khiển các bộ PID không yêu cầu tính thời gian thực nhiều chẳng hạn quá trình nhiệt thì việc ứng dụng là khả thi.

Ý tưởng điều khiển qua internet ngày nay còn đang được ứng dụng trong nhiều lĩnh vực khác như theo dõi điều khiển các thiết bị dân dụng và trong công nghiệp. Vấn đề cấp nguồn qua internet PoE (Power Over Internet) hiện cũng đang được quan tâm và mở rộng nghiên cứu.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

[1]. Di Jasio, Wilmshurst, Ibrahim, Morton, Bates, J. Smith, D.W. Smith, Hellebuyck: Programming and Customizing the PIC Microcontroller. USA - 2007.

[2]. Tim Wilmshurst: Designing Embedded Systems with PIC Microcontrollers: Principles and Applications. November 27, 2006.

[3]. :Embedded C Programming and the Microchip PIC by Richard H Barnett, Larry O Cull, Larry O Cull David Heergert, Nancy Thibeault: PC Architecture from Assembly Language to C. Prentice-Hall, Inc. 1997

[4]. Microchip Technology, Inc: Microchip TCP/IP Stack 5.10 Help. July 29, 2009

[5]. Microchip Technology Inc: Web Seminars about TCP/IP Networking- Web-Based Status And Monitoring. USA – July, 2007.

[6]. DSPIC33FXXX Data Sheet 60/80/100 - pin Enhanced Flash Microcontrollers.

SUMMARY

THE AUTOMATIC CONTROL AND MONITORING STATUS OF PID CONTROL SYSTEM OVER INTERNET

Le Van Chung*

Thai Nguyen University – Faculty of Information Technology

TS. Nguyễn Hồng Quang **

Ha Noi University of Technology

This paper proposed the designed and building “The automatic control and monitoring status of PID control system over internet”. Based on the model of embedded system with DSPIC microcontroller and TCP/IP protocol to solve problem of monitoring status and control over internet. This system allow user remote control the PID control system over internet used a computer or 3GS mobile that have connection to internet. To apply this system help the manager to know about its status and make a trust and timely decision control.

Keyword: *microcontroller, DSPIC, embedded system, internet, TCP/IP, monitoring, control, PID.*

* Mobile: 0985.123.364, Email:

chunglv@tnu.edu.vn