

CÔNG NGHỆ TẠO CHIP CHUYÊN DỤNG PSoC VÀ KHẢ NĂNG ỨNG DỤNG

PGS. TSKH. Phạm Thượng Cát, KS. Phan Minh Tân
Viện Công nghệ Thông tin
ptcat@ioit.nest.ac.vn

Tóm tắt

Bài báo giới thiệu công nghệ PSoC là một công nghệ mới cho phép thiết kế và tạo ra các chip chuyên dụng cho các hệ đo và điều khiển tự động với giá thành rất cạnh tranh. Với khả năng tái cấu hình động, xử lý tín hiệu hỗn hợp và khả năng truyền thông phong phú PSoC đang là một cơ hội cho chúng ta phát triển được các sản phẩm công nghệ cao có sức cạnh tranh trên thị trường trong nước và thế giới.

1. Giới thiệu chung

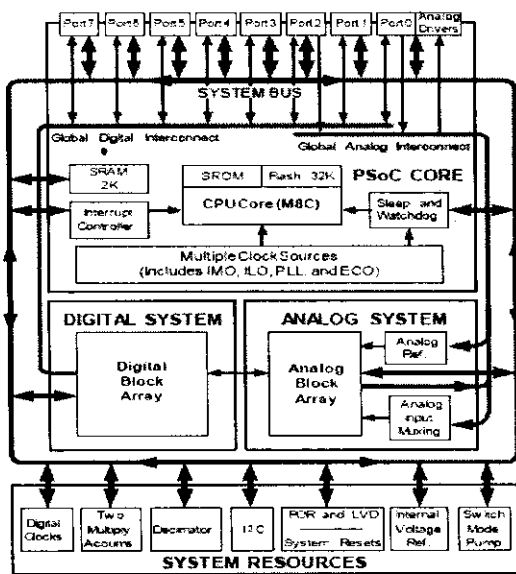
PSoC (Programmable System on Chip) là công nghệ tạo chip chuyên dụng cho đo lường và điều khiển của hãng Cypress Microsystem – Mỹ. Khác với công nghệ ASIC và FPGA chỉ cho phép tạo ra các IC số, IC ngoại vi thì công nghệ PSoC là công nghệ cho phép tạo nên cả một hệ thống trong một chip bao gồm CPU, ROM, RAM các ngoại vi thời gian thực (như ADC, DAC, Counter, Timer, Digital I/O, cổng truyền thông...) và cho phép thay đổi cấu trúc phần cứng của chip trong quá trình hoạt động. Như vậy công nghệ PSoC cho ta một độ linh hoạt lớn trong việc phát triển thiết kế và chế tạo chip thông minh chuyên dụng phù hợp với yêu cầu ứng dụng của từng sản phẩm. Cả tải nguyên phần cứng và phần mềm của chip đều có thể dễ dàng thay đổi trong quá trình hoạt động hiện tại và phát triển mở rộng chức năng sản phẩm trong tương lai. Công nghệ PSoC là một trong những công nghệ thúc đẩy quá trình tiến hoá của máy tính điện tử, thoát khỏi các ràng buộc của hệ máy *tính cứng (Rigid Computing Machine) sang thế hệ máy tính tự thích nghi (Adaptive Computing Machine)*. Công nghệ PSoC thực sự là một công nghệ ưu việt trong đo và điều khiển vì nó tích hợp cả Processor và bộ nhớ RAM, FLASH, cho phép ta lập trình các thuật xử lý phức tạp một cách dễ dàng bằng ngôn ngữ C hoặc ASSEMBLER. So với các vi điều khiển thông dụng như 8051, Motorola 68HC908, Microchip PIC16#73 có cấu trúc CPU và ngoại vi cố định (fixed digital and analog penpherals) thì các chip PSoC có khả năng mềm dẻo thích ứng với đa dạng ứng dụng và nhất là khả năng tái cấu hình (reconfigurable) tạo thành nhiều loại chip có chức năng khác nhau trên một chip ở những thời điểm khác nhau trong một ứng dụng. Ví dụ ta có thể thiết kế cho nó thành một chip điều khiển máy bán hàng tự động ở ban ngày và đến 12 giờ đêm chip PSoC sẽ tự tái cấu hình thành một modem và gửi các

dữ liệu (số hàng tồn trong máy, số tiền thu được...) của máy bán hàng về trung tâm. Với khả năng xử lý hỗn hợp dữ liệu tương tự và số, PSoC cho ta khả năng phát triển các sản phẩm mới nhanh, dễ dàng mở rộng các chức năng mới sau này. Công nghệ này cho nhiều giải pháp lựa chọn và hỗ trợ cho đa dạng ứng dụng từ đo lường, xử lý, điều khiển, đến truyền thông, kết nối mạng trên cùng một chip với giá thành thấp. Hệ thống phần mềm hỗ trợ thiết kế chip PSoC Designer của Cypress Micro System có đầy đủ các chức năng thiết kế, sắp xếp các khối chức năng, mô phỏng, lập trình C, tìm lỗi và nạp chip hiện đại; có các module ứng dụng (user module) phong phú giúp ta không phải lập trình trên ngôn ngữ HDL vừa khó bao quát, vừa không hiệu quả. Ngoài ra giá thành của các chip PSoC trắng từ 2-5US\$/chip rẻ hơn nhiều lần so với các chip FPGA. Đây là một cơ hội cho các doanh nghiệp và các nhóm nghiên cứu say sưa sáng tạo có thể đạt đến thành công lớn với các sản phẩm độc đáo có các chip thông minh chứa các ý tưởng sáng tạo, bí quyết của riêng mình.

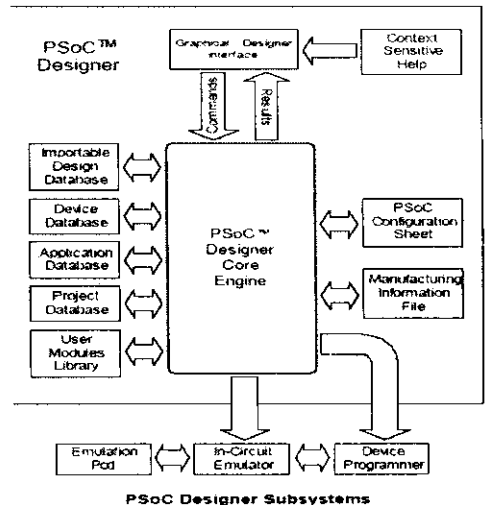
Mặt khác đầu tư cho các công cụ phát triển, hệ thống phần mềm thiết kế chip và các IP (Intellectual Properties) rẻ hơn nhiều lần so với các công cụ phát triển và phần mềm thiết kế của FPGA. Phương pháp thiết kế chip của PSoC vượt ra khỏi các ngôn ngữ thiết kế mạch HDL phức tạp, kém hiệu quả mà áp dụng phương pháp lập trình mới theo khối chức năng ở mức cao nên thời gian thiết kế và chế tạo chip được rút ngắn đáng kể.

Tóm lại PSoC là một công nghệ tiên tiến ở nước ngoài nhưng lại rất phù hợp với trình độ nghiên cứu phát triển của Việt nam do có công cụ hỗ trợ phát triển hiện đại giúp cho các cơ sở của Việt nam dễ dàng nhanh chóng tạo ra các sản phẩm mới của mình phục vụ thiết thực cho sản xuất và đời sống.

2. Công nghệ tạo chip vi hệ thống chuyên dụng PSoC



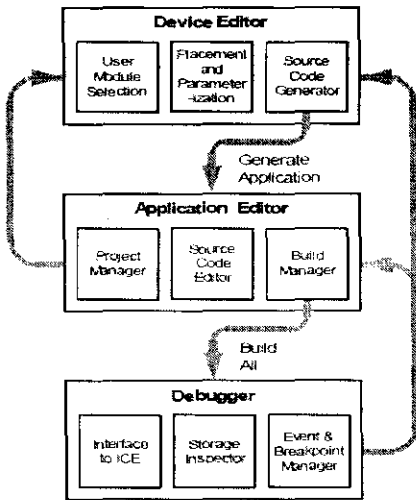
Hình 1. Cấu trúc chip trắng họ PSoC



Hình 2. Các khối chức năng của phần mềm thiết kế chip PSoC Designer

Cấu trúc của chip trắng PSoC được mô tả trong hình 1. PSoC có một kiến trúc CPU dạng Harvard chạy được với tần số 24MHz với 2 bộ nhân cứng 8x8 bits hoạt động với thế hiệu 3-5V, giải nhiệt độ -40°C đến 80°C. PSoC có 12 khối tương tự và 16 khối số cho phép ta kiến tạo nhiều ngoại vi thời gian thực như: ADC 14 bits, DAC 9 bits, bộ khuếch đại khả trình, các bộ lọc, bộ so sánh tương tự, các bộ đếm và timer 8-32 bits, các modul truyền thông UART, SPI, I2C v.v... Với bộ nhớ 2kRAM và 32kFLASH với các chế độ Watchdog, Sleptimer, SMP (Switch Mode Pump), ISSP (InSystem Serial Programming), khả năng cấp dòng cao (đến 40mA) ở chân vào/ra, khả năng lập trình cho các kết nối bên trong chip cho ta một công nghệ rất hoàn hảo để phát triển các chip chuyên dụng cho các sản phẩm nhúng.

3. Phần mềm thiết kế chip PSoC Designer



User Module and Source Code Development Flows

Hình 3. Chu trình thiết kế chính dùng PSoC Designer

Để có thể thiết kế chip chuyên dụng từ chip trắng PSoC hãng Cypress cung cấp miễn phí phần mềm PSoC Designer. Đây là hệ phần mềm thiết kế chip rất tiện dụng cho phép người sử dụng kiến tạo các ngoại vi thời gian thực (ADC, DAC, Timer, Counter...) ở mức khối chức năng cao tương đương với các IP (phải mua) ở các công nghệ ASIC hoặc FPGA. PSoC Designer hỗ trợ người thiết kế đặt cấu hình chip, soạn thảo các chương trình ứng dụng và thực hiện các chức năng biên dịch gỡ rối, chạy thử thời gian thực một cách dễ dàng và thuận tiện (xem hình2). Chu trình thiết kế chính dùng PSoC Designer được mô tả trong hình 3.

Các bước thiết kế chính bao gồm soạn thảo đặt cấu hình chip (Device Editor), phát triển phần mềm ứng dụng (Application Editor) và kiểm tra gỡ lỗi chip (Debugger). Phần soạn thảo đặt cấu hình chip cho phép ta lựa chọn các ngoại vi thời gian thực, định nghĩa các chân ra của chip. Hệ thống sẽ tự động tạo ra các mã nguồn drive cho các ngoại vi được chọn. Lúc này ta đã có phần cứng của một chip vi điều khiển theo ý ta. Phần phát triển phần mềm ứng dụng cho phép ta lập trình các thuật toán xử lý trên nền phần cứng đã được tạo ra. Ngôn ngữ lập trình có thể là C hoặc Assembler. Phần sửa lỗi cho phép ta biên dịch chạy thử, chạy từng bước trong chế độ thời gian thực kết nối với hệ phát triển InCircuit Emulator. Sau khi đã sửa lỗi và chạy thử cho kết quả tốt ta có thể nạp toàn bộ chương trình đặt cấu hình và chương trình ứng dụng vào chip trắng qua bộ Device Programmer. Lúc này chip trắng họ PSoC đã trở thành một chip chuyên dụng với cấu trúc phần cứng, chân căng và phần xử lý đặc thù của riêng ta.

4. Khả năng ứng dụng của PSoC

Có thể nói PSoC có thể thay thế cho tất cả các chip vi điều khiển 8 bit hiện có trên thế giới. Do có khả năng tái cấu hình, PSoC có thể được đặt cấu hình có các chân cắm và có các chức năng như các chip vi điều khiển của các hãng nổi tiếng: Zilog, Microchip, Motorola, Intel.v.v...

Hiện nay PSoC được ứng dụng vào các thiết bị gia dụng, trong ô-tô, thiết bị y tế, thiết bị thông tin, thiết bị đo và điều khiển, cảm biến thông minh, thiết bị chiếu sáng, thiết bị cảnh báo bảo vệ, các thiết bị biến đổi điện năng và nhiều ứng dụng đặc thù trong an ninh quốc phòng.

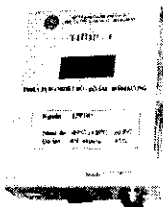
Trên trang Web của hãng Cypress ta có thể thấy đăng tải gần 200 các ứng dụng và thiết kế mẫu của PSoC. Hiện nay họ PSoC có đến trên 30 chủng loại từ 8 chân đến 100 chân với các chức năng từ thấp đến cao. Điều này tạo điều kiện cho các sản phẩm sản xuất loạt lớn với giá thành rất cạnh tranh.

*Nghiên cứu phát triển các chip theo công nghệ PSoC ở Viện Công nghệ Thông tin:

Chúng tôi đã tiếp cận đến công nghệ PSoC từ năm 2002 và đã tạo ra được nhiều chip cho các hệ thống đo và điều khiển của mình. Một số sản phẩm đã được thiết kế và chế tạo như: Đầu đo mực nước, thiết bị đo, thu thập xử lý mực nước từ xa, đầu đọc thẻ không tiếp xúc, máy đo công suất vạn năng, bo điều khiển cho máy lạnh và đặc biệt là thiết bị đo nhiệt độ và độ ẩm và điểm sương THDP-1 từ xa đã đoạt giải thưởng lớn Grand Prize trị giá 10000 US\$ trong cuộc thi quốc tế về “Thiết kế và tạo chip theo công nghệ PSoC” năm 2003-2004 của hãng Cypress Semi Conductor và hãng phát hành kỹ nghệ CMP tổ chức. Chúng tôi đã tổ chức nhiều hội thảo và seminar để phổ biến công nghệ PSoC cho các đơn vị quan tâm. Một số sản phẩm đo lường được thiết kế theo công nghệ PSoC được giới thiệu chi tiết sau đây:

a. Thiết bị đo nhiệt độ độ ẩm và điểm sương THDP-1

• Các thông số kỹ thuật của thiết bị THDP-1:



Hình 4. Thiết bị THDP-1

- Kích thước: 84x84x45 mm
- Trọng lượng: 100 g
- Nguồn nuôi: 9 - 15V DC
- Dòng tiêu thụ: < 60 mA
- Cổng truyền mạng : RS-485

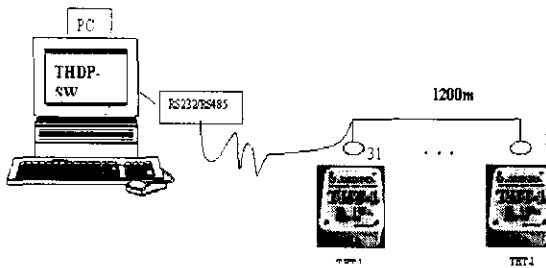
Nhiệt độ:

Dải làm việc	(-5) - 70 °C
Độ phân giải	0,04 - 0,01 °C
Độ chính xác	+0,4 °C [5°C - (40 °C)]

Độ ẩm

Dải làm việc	0 - 100 %RH
Độ phân giải	0,5 - 0,3 %RH
Độ chính xác	±2,0 %RH

Với ưu điểm gọn nhẹ, tiết kiệm năng lượng, độ tin cậy cao, giá thành hạ so với thiết bị nhập ngoại nhưng tính năng tương đương, thiết bị THDP_1 có khả năng ứng dụng rộng rãi trong các lĩnh vực đo và giám sát nhiệt độ độ ẩm điểm sương. trong các kho tàng, nhà máy, xí nghiệp. Với sản phẩm thiết bị THDP_1, chúng tôi mong muốn đem đến cho



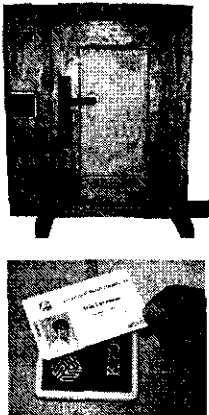
Hình 5. Mạng đo nhiệt độ độ ẩm

người sử dụng nhiều lợi ích trong quản lý, bảo vệ kho tàng có hiệu quả, góp phần tăng chất lượng và giảm giá thành sản phẩm.

Hiện nay thiết bị đo nhiệt độ độ ẩm và điểm sương đã được Cục dự trữ quốc gia kí hợp đồng sử dụng để đo nhiệt độ độ ẩm trong các kho thóc.

Hình 5 mô tả mạng đo nhiệt độ độ ẩm của các kho sử dụng thiết bị THDP-1.

b. Thiết bị khoá đọc thẻ không tiếp xúc K700T



Hình 6. Thiết bị khoá đọc thẻ tiếp cận K700T

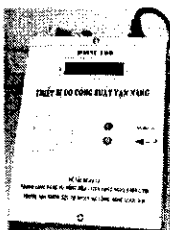
Thiết bị khoá đọc thẻ không tiếp xúc K700T (xem hình6) là một thiết bị độc lập, thông thường khi hoạt động nó không cần nối với máy tính. Khi vào/ra công cơ quan, người làm việc cầm thẻ(đã đăng ký và lưu trong thiết bị) đưa qua đầu đọc. Nếu thẻ hợp lệ, thiết bị phát ra âm thanh ngắn khi đọc thẻ và mở cửa.

Đặc điểm kỹ thuật của thiết bị khoá

- Nhận mã thẻ nạp qua cổng RS-232
- Số lượng mã thẻ được lưu trong thiết bị 700 thẻ
- Công tắc chuyển chế độ nạp thẻ/ đọc mã thẻ
- Đọc được các mã thẻ theo chuẩn FSK(ISOProx II)
- LED hiển thị khi nhận được mã thẻ, Đầu ra role để đóng mở lấy từ
- Nguồn nuôi 9-15VDC, Dòng tiêu thụ < 350mA

Phần mềm K700T đọc nạp/ quản lý mã thẻ trên máy PC cho thiết bị khoá đọc thẻ không tiếp xúc.

c. Máy đo công suất vạn năng PMM100



Hình 7. Máy đo công suất vạn năng PMM100

PMM100 (xem hình7) thiết kế dựa trên một IC chuyên dụng ADE7753 kết hợp một IC họ PSoC (Programmable System-On-Chip) có thể giao tiếp với người dùng đơn giản qua màn hình LCD và phím bấm và hiển thị được tất cả thông số:

U, I, P, Q, f, \cos_{ϕ} , W.

Các đặc tính kỹ thuật

Thế hiệu:

Dải đo: 15Vrms đến 500Vrms

Độ chính xác: 0,25%

Dòng điện:

Dải đo: 200mA đến 20A

Độ chính xác: 0,25%

Chịu cực đại: 200Arms

Công suất Toàn phần:

Dải đo: 0 đến 10KVA

Độ chính xác: 0,5%

d. Hệ thống đo và xử lý mực nước từ xa

PSoC đã được thiết kế tạo ra chip chuyên dụng cho đầu đo mực nước WLS và thiết bị chỉ báo WLTD:

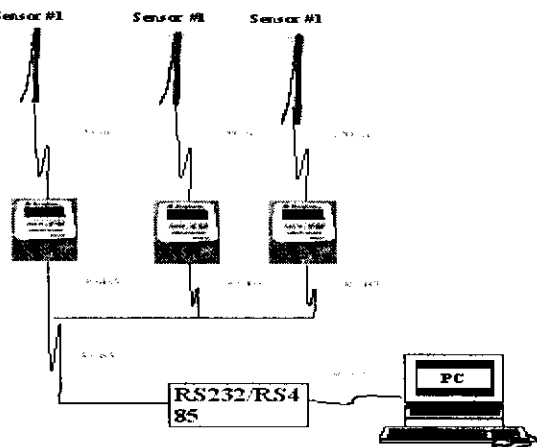
Đặc tính kỹ thuật

• Đầu đo WLS

- + Giải đo: 1m, 2m, 3m
- + Độ chính xác: (3mm
- + Truyền tín hiệu: Chuẩn RS-485, tối đa 1200m

• Thiết bị chỉ báo WLTD

- + Nhập và xử lý từ đầu đo
- + Tính toán và hiển thị mực nước 4digit
- + Chế độ tự chuẩn định
- + Kết nối máy tính chuẩn RS485
- + Nguồn nuôi: 9v-12v



Hình 8. Hệ thống mạng đo kiểm soát mực nước từ xa kết nối với PC

Khả năng ứng dụng

- Đo kiểm soát mức nước các hệ thống thủy lợi, kênh tưới tiêu, đập, hồ chứa nước.
- Đo kiểm soát lưu trữ mực nước sông, suối, ao hồ.

Hình 8 mô tả hệ thống đo kiểm soát mực nước từ xa kết nối mạng và kết nối với PC.

Trong các sản phẩm kể trên mỗi sản phẩm đều có 1 chip chuyên dụng được phát triển trên nền công nghệ PSoC.

5. Kết luận

Công nghệ PSoC cho chúng ta khả năng tiếp cận làm chủ các công nghệ cao và tạo ra được các sản phẩm mang thương hiệu Việt Nam, có khả năng cạnh tranh với các sản phẩm ngoại nhập. Khác với các sản phẩm gia công có giá trị gia tăng thấp, các thiết bị hệ thống đo và điều khiển sử dụng công nghệ PSoC có giá trị gia tăng cao nằm trong ý tưởng sáng tạo, bí quyết và khả năng xử lý thông minh của thiết bị. Phát triển các thiết bị, đồ dùng thông minh là xu thế đang đến của thời đại hiện nay.

Tài liệu tham khảo

- [1]. PHẠM THƯỢNG CÁT, (9/2004). *Hệ thống nhúng và sự phát triển của Công nghệ Thông tin*. Báo cáo mời tại Hội thảo khoa học quốc gia lần thứ 2 về nghiên cứu phát triển và ứng dụng Công nghệ Thông tin và Truyền thông ICTrda'04
- [2]. PHAN MINH TẤN và các cộng sự, (5/2004). *Nghiên cứu thiết kế và chế tạo thiết bị đo nhiệt độ, độ ẩm và điểm sương THDP-1 sử dụng công nghệ PSoC*. Tuyển tập Hội nghị Cơ Điện tử toàn quốc lần thứ 2 tại thành phố Hồ chí Minh .