

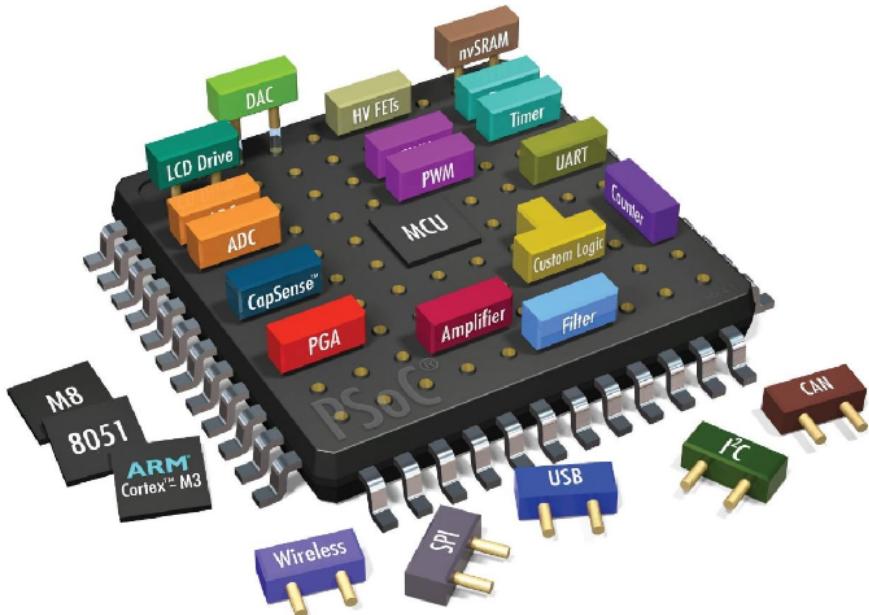
TRƯỜNG ĐẠI HỌC VĂN HIẾN TPHCM

KHOA KỸ THUẬT – CÔNG NGHỆ

BỘ MÔN ĐIỆN TỬ - VIỄN THÔNG



LẬP TRÌNH NHÚNG



TÀI LIỆU LƯU HÀNH NỘI

MỤC LỤC

Chương 1 Tổng quan.....	1
1.1 Mở đầu.....	1
1.2 Khái niệm về hệ nhúng.....	1
1.3 Vai trò của hệ thống nhúng trong sự phát triển của lĩnh vực công nghệ cao.....	3
1.4 Đặc tính, phương pháp thiết kế và xu thế phát triển của các hệ nhúng.....	4
1.5 Môi trường thông minh.....	6
1.6 Các hệ điều hành nhúng và phần mềm nhúng.....	6
1.6.1 Hệ điều hành nhúng.....	6
1.6.2 Phần mềm nhúng.....	7
Chương 2 Lý thuyết thiết kế hệ thống nhúng.....	8
2.1 Quy trình thiết kế Top-Down.....	8
2.1.1 Pha phân tích.....	8
2.1.2 Pha thiết kế nguyên lý.....	10
2.1.3 Pha thiết kế kỹ thuật.....	11
2.1.4 Pha xây dựng hệ thống.....	11
2.1.5 Pha kiểm tra.....	12
2.2 Quy trình thiết kế Bottom-Up.....	12
2.3 Đặc tả hệ thống.....	14
2.3.1 Khái niệm đặc tả (specification).....	14
2.3.2 Tại sao cần đặc tả.....	14
2.3.3 Phân loại các kỹ thuật đặc tả.....	15
2.3.4 Ứng dụng và ưu việt khi sử dụng đặc tả.....	15
2.3.5 Phương pháp đặc tả sử dụng “Máy trạng thái hữu hạn FSM”.....	16
2.4 Các phương pháp biểu diễn thuật toán.....	17
2.4.1 Ngôn ngữ tự nhiên.....	18
2.4.2 Dùng lưu đồ.....	18
2.4.3 Mã giả.....	21
Chương 3 Cấu trúc phần cứng.....	23
3.1 Cấu trúc tổng quát của hệ thống nhúng.....	23
3.1.1 Kiến trúc cơ bản.....	23

3.1.2 Cấu trúc phần cứng.....	23
3.2 Một số nền tảng phần cứng thông dụng.....	24
3.2.1 Vi điều khiển Atmega8.....	24
3.2.2 Kit Arduino Uno R3.....	29
3.2.3 Vi điều khiển MSP430G2553.....	33
3.2.4 Kit MSP430 Launchpad.....	36
3.2.5 Vi điều khiển PIC18F2550.....	38
3.2.6 Kit PIC18F2550 Pinguino.....	40
Chương 4 Phần mềm nhúng.....	43
4.1 Đặc điểm phần mềm nhúng.....	43
4.2 Lập trình nhúng với ngôn ngữ Arduino.....	43
4.2.1 Cấu trúc.....	43
4.2.1.1 setup().....	43
4.2.1.2 loop().....	44
4.2.1.3 Cú pháp mở rộng.....	45
4.2.1.4 Toán tử số học.....	48
4.2.1.5 Toán tử so sánh.....	50
4.2.1.6 Toán tử logic.....	50
4.2.1.7 Toán tử hợp nhất.....	50
4.2.1.8 Cấu trúc điều khiển.....	51
4.2.2 Giá trị.....	59
4.2.2.1 Hằng số.....	59
4.2.2.2 Kiểu dữ liệu.....	65
4.2.2.3 Chuyển đổi kiểu dữ liệu.....	73
4.2.2.4 Phạm vi của biến và phân loại biến.....	74
4.2.2.5 Hàm hỗ trợ sizeof().....	78
4.2.3 Hàm và thủ tục.....	79
4.2.3.1 Nhập xuất Digital.....	79
4.2.3.2 Nhập xuất Analog.....	81
4.2.3.3 Hàm thời gian.....	85
4.2.3.4 Hàm toán học.....	88
4.2.3.5 Hàm lượng giác.....	93

4.2.3.6 Sinh số ngẫu nhiên.....	93
4.2.3.7 Nhập xuất nâng cao.....	96
4.2.3.8 Bits và Bytes.....	99
4.2.3.9 Ngắt.....	102

TaiLieu.vn

Chương 1: TỔNG QUAN

1.1 Mở đầu

Trong sự phát triển mạnh mẽ của khoa học kỹ thuật với nền kinh tế trí thức và xu hướng hội nhập toàn cầu như hiện nay, thế giới và Việt Nam đang thực hiện việc kết hợp giữa các ngành thuộc lĩnh vực công nghệ cao trong một Khoa hoặc cơ sở đào tạo. Đó là lĩnh vực khoa học dưới 3 ngọn cờ: Máy tính, Điện tử- Viễn thông và Điều khiển tự động mà ta thường gọi là “3 C” (Computer – Communication - Control). Có thể nói, các quá trình sản xuất và quản lý hiện nay như: các hệ thống đo lường điều khiển tự động trong sản xuất công nghiệp; các hệ thống di động và không dây tiên tiến, các hệ thống thông tin vệ tinh, các hệ thống thông tin dựa trên Web, chính phủ điện tử, thương mại điện tử, các cơ sở dữ liệu của nhiều ngành kinh tế và của Quốc gia, các hệ thống thiết bị Y tế hiện đại, các thiết bị điện tử dân dụng, ... đều là sản phẩm của sự kết hợp giữa các lĩnh vực khoa học trên.

Hiện nay chúng ta đang ở thời đại hậu PC sau giai đoạn phát triển của máy tính lớn (Mainframe) 1960-1980, và sự phát triển của PC-Internet giai đoạn 1980-2000. Giai đoạn hậu PC-Internet này được dự đoán từ năm 2000 đến 2020 là giai đoạn của môi trường thông minh mà hệ thống nhúng là cốt lõi và đang làm nên làn sóng đổi mới trong công nghệ thông tin nói riêng và lĩnh vực công nghệ cao “3C”, nói chung. Một thực tế khách quan là thị trường của các hệ thống nhúng lớn gấp khoảng 100 lần thị trường PC, trong khi đó chúng ta mới nhìn thấy bê nỗi của công nghệ thông tin là PC và Internet còn phần chìm của công nghệ thông tin chiếm 99% số processor trên toàn cầu này nằm trong các hệ nhúng thì còn ít được biết đến.

Sức đẩy của công nghệ đưa công nghệ vi điện tử, công nghệ vi cơ điện, công nghệ sinh học hội tụ tạo nên các chip của công nghệ nano, là nền tảng cho những thay đổi cơ bản trong lĩnh vực công nghệ cao “3C, sức kéo của thị trường đòi hỏi các thiết bị phải có nhiều chức năng thân thiện với người dùng, có mức độ thông minh ngày càng cài thiện đưa đến vai trò và tầm quan trọng của các hệ thống nhúng ngày càng cao trong nền kinh tế quốc dân.

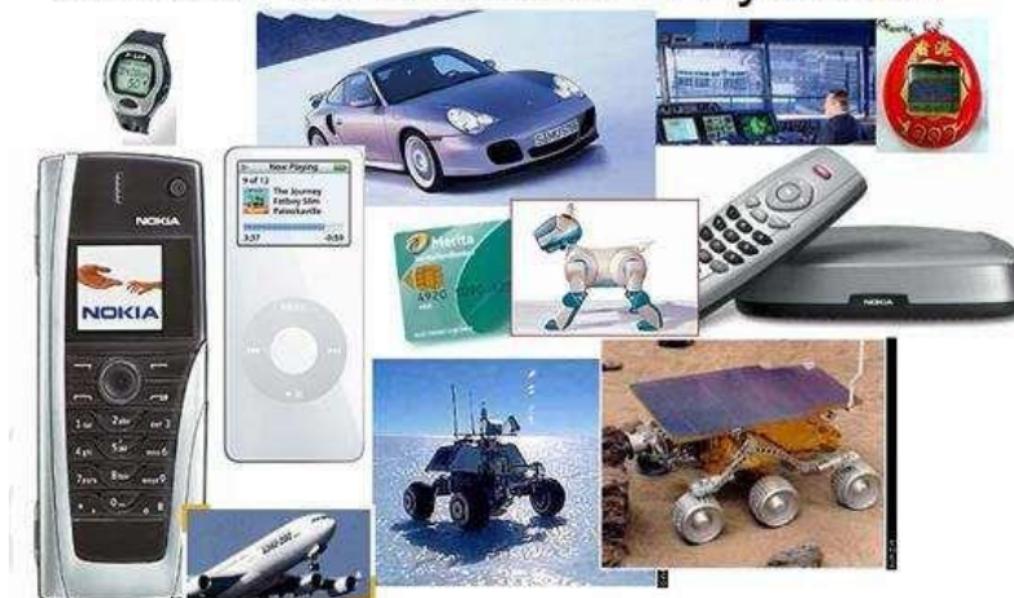
Phát triển các hệ nhúng và phần mềm nhúng là quốc sách của nhiều quốc gia trên thế giới, nhất là giai đoạn hậu PC hiện nay. Ở nước ta đáng tiếc lĩnh vực này lâu nay đã bị lãng quên, do vậy cần có những điều chỉnh phù hợp trong chiến lược phát triển để có thể theo kịp, rút ngắn khoảng cách tụt hậu đối với các nước trong khu vực và trên thế giới trong quá trình hội nhập nền kinh tế toàn cầu không thể tránh khỏi hiện nay.

1.2 Khái niệm về hệ nhúng

Hệ thống nhúng (tiếng Anh: Embedded system) là một thuật ngữ để chỉ một thống có khả năng tự trị được nhúng vào trong một môi trường hay một hệ thống mẹ. Hệ thống nhúng có vai trò đảm nhận một phần công việc cụ thể của hệ thống mẹ. Hệ thống nhúng có thể là một hệ thống phần cứng và cũng có thể là một hệ thống phần mềm.
(Wikipedia, 2010)

Ví dụ quanh ta có rất nhiều sản phẩm nhúng như lò vi sóng, nồi cơm điện, điều hòa, điện thoại di động, ô tô, máy bay, tàu thủy, các đầu đo, cơ cấu chấp hành thông minh v.v... ta có thể thấy hiện nay hệ thống nhúng có mặt ở mọi lúc mọi nơi trong cuộc sống của chúng ta.

What is an embedded system?



Hình 1.1 Một số ví dụ về các thống nhúng thông dụng

Các nhà thống kê trên thế giới đã thống kê được rằng số chip vi xử lý ở trong các máy PC và các server, các mạng LAN, WAN, Internet chỉ chiếm khoảng 1% tổng số chip vi xử lý có trên thế giới, 99% số vi xử lý còn lại nằm trong các hệ thống nhúng.

Như vậy công nghệ thông tin không chỉ đơn thuần là PC, mạng LAN, WAN, Internet phần mềm quản lý ... như nhiều người thường nghĩ. Đó chỉ là bè nối của một tảng băng chìm. Phần chìm của công nghệ thông tin chính là các ứng dụng của các hệ nhúng có mặt trong mọi ngành nghề của đời sống xã hội hiện nay. Các hệ nhúng được tích hợp trong các thiết bị đo lường điều khiển tạo nên đầu não và linh hồn của sản phẩm. Trong các hệ nhúng, hệ thống điều khiển nhúng đóng một vai trò hết sức quan trọng.

Hệ điều khiển nhúng là hệ thống mà máy tính được nhúng vào vòng điều khiển của sản phẩm nhằm điều khiển một đối tượng, điều khiển một quá trình công nghệ đáp ứng các yêu cầu đặt ra. Hệ thống điều khiển nhúng lấy thông tin từ các cảm biến, xử lý tính toán các thuật điều khiển và phát tín hiệu điều khiển cho các cơ cấu chấp hành.

Khác với các hệ thống điều khiển cổ điển theo nguyên lý thủy lực, khí nén, role, mạch tương tự, hệ điều khiển nhúng là hệ thống điều khiển số được hình thành từ những năm 1960 đến nay. Trước đây các hệ điều khiển số thường do các máy tính lớn đảm nhiệm, ngày nay chức năng điều khiển số này do các chíp vi xử lý, các hệ nhúng đã thay thế. Phần mềm điều khiển ngày càng tinh sảo tạo nên độ thông minh của thiết bị và ngày càng chiếm tỉ trọng lớn trong giá thành của thiết bị.

Điểm qua về chức năng xử lý tin ở PC và ở các thiết bị nhúng có những nét khác biệt. Đối với PC và mạng internet chức năng xử lý đang được phát triển mạnh ở các lĩnh vực quản lý và dịch vụ như thương mại điện tử, ngân hàng điện tử, chính phủ điện tử, thư viện điện tử, đào tạo từ xa, báo điện tử ... các ứng dụng này thường sử dụng máy PC để bàn, mạng WAN, LAN hoạt động trong thế giới ảo. Còn đối với các hệ nhúng thì chức năng xử lý tính toán được ứng dụng cụ thể cho các thiết bị vật lý (thế giới thật) như mobile phone, quần áo thông minh, các thiết bị điện tử cầm tay, thiết bị y tế, xe ô tô, tàu tốc hành, phương tiện vận tải thông minh, máy đo, đầu đo, cơ cấu chấp hành thông minh, các hệ thống điều khiển, nhà thông minh, thiết bị gia dụng thông minh v.v...

1.3 Vai trò của hệ thống nhúng trong sự phát triển của lĩnh vực công nghệ cao “3C”.

Các hệ thống tự động đã được chế tạo trên nhiều công nghệ khác nhau như các thiết bị máy móc tự động bằng các cam chốt cơ khí, các hệ thống tự động hoạt động bằng nguyên lý khí nén, thủy lực, role cơ điện, mạch điện tử số ... các thiết bị, hệ thống này có chức năng xử lý và mức độ tự động thấp so với các hệ thống tự động hiện đại được xây dựng trên nền tảng của các hệ thống nhúng.

Trong khi các hệ thống tin học sử dụng máy tính để hỗ trợ và tự động hóa quá trình quản lý, thì các hệ thống điều khiển tự động dùng máy tính để điều khiển và tự động hóa quá trình công nghệ. Chính vì vậy các thành tựu của công nghệ phần cứng và công nghệ phần mềm của máy tính điện tử được áp dụng và phát triển một cách có chọn lọc và hiệu quả cho các hệ thống điều khiển tự động. Và sự phát triển như vũ bão của công nghệ thông tin kéo theo sự phát triển không ngừng của lĩnh vực tự động hóa.

Ta có thể thấy quá trình các hệ nhúng thâm nhập vào từng phần tử, thiết bị thuộc lĩnh vực tự động hóa như đầu đo, cơ cấu chấp hành, thiết bị giao diện với người vận hành thậm chí vào các role, contactor, nút bấm mà trước kia hoàn toàn làm bằng cơ khí.

Trước khi đầu đo gồm phần tử biến đổi từ tham số đo sang tín hiệu điện, mạch khuỷu ống đại, mạch lọc và mạch biến đổi sang chuẩn 4-20mA để truyền tín hiệu đo về trung tâm xử lý. Hiện nay đầu đo đã tích hợp cả chip vi xử lý, biến đổi ADC, bộ truyền dữ liệu số với phần mềm đo đặc, lọc số, tính toán và truyền kết quả trên mạng số về thăng máy tính trung tâm. Như vậy đầu đo đã được số hóa và ngày càng thông minh do các chức năng xử lý từ máy tính trung tâm trước kia nay đã được chuyển xuống xử lý tại chỗ bằng chương trình nhúng trong đầu đo.

Tương tự như vậy cơ cấu chấp hành như mô-tơ đã được chế tạo gắn kết hữu cơ với cả bộ servo với các thuật toán điều chỉnh PID tại chỗ và khả năng nối mạng số tới máy tính chủ.

Các tủ role điều khiển chiếm diện tích lớn trong các phòng điều khiển nay được co gọn trong các PLC(programble Logic Controller).

Các bàn điều khiển với hàng loạt các đồng hồ chỉ báo, các phím, núm điều khiển, các bộ tự ghi trên giấy còng kềnh nay được thay thế bằng một vài PC.

Hệ thống cáp truyền tín hiệu analog 4-20mA, $\pm 10V$ từ các đầu đo, cơ cấu chấp hành về trung tâm điều khiển nhằng nhịt trước đây đã được thay thế bằng vài cáp đồng trực hoặc cáp quang truyền dữ liệu số

Ta có thể nói các hệ nhúng đã “thay thế và chiếm phần ngày càng nhiều” trong các phần tử, hệ thống thuộc lĩnh vực công nghệ cao “3C”.

Vào những năm 30 các hệ thống tự động bằng cam chốt cơ khí thường hoạt động đơn lẻ với một chức năng xử lý. Các hệ thống tự động dùng role điện tử xuất hiện vào những năm 40 có mức xử lý khoảng 10 chức năng. Các hệ thống tự động dùng bán dẫn hoạt động theo nguyên lý tương tự (Analog) của thập kỷ 60 có mức xử lý khoảng 30 chức năng. Vào những năm 70 các thiết bị điều khiển khả trình PLC ra đời với mức độ xử lý lên hàng trăm và vào những năm 80 với sự tham gia của các máy tính điện tử main frame mini đã hình thành các hệ thống điều khiển phân cấp với số chức năng xử lý lên tới hàng chục vạn (105). Sang thập kỷ 90 với sự phát triển của công nghệ phần cứng cũng như phần mềm, các hệ thống điều khiển phân tán ra đời(DCS) cho mức xử lý lên tới hàng triệu (107). Và sang thế kỷ 21, những hệ thống tự động có tính tự tổ chức, có tư duy hợp tác sẽ có mức xử lý lên tới hàng tỷ(109). Tuy nhiên để đạt được độ thông minh như những sinh vật sống còn cần nhiều thời gian hơn và các hệ thống tự động còn cần tích hợp trong nó nhiều công nghệ cao khác như công nghệ cảm biến, công nghệ vật liệu mới, công nghệ quang và laser v.v... Đây cũng là xu thế phát triển của các hệ thống tự động là ngày càng sử dụng nhiều công nghệ mới hơn trong cấu trúc và hoạt động của mình.

Trong điều khiển quá trình công nghệ, việc áp dụng các hệ nhúng đã tạo ra khả năng tự động hóa toàn bộ dây chuyền sản xuất. Kiến trúc hệ thống điều khiển trước kia tập trung về xử lý tại một máy tính thì nay các đầu đo, cơ cấu chấp hành, giao diện với người vận hành đều được thông minh hóa có nhiều chức năng xử lý tại chỗ và khả năng nối mạng nhanh tạo thành hệ thống mạng máy điều khiển hoạt động theo chế độ thời gian thực. Ngoài các chức năng điều khiển và giám sát dây chuyền sản xuất hệ thống còn có nhiều cơ sở dữ liệu, khả năng tự xác định và khắc phục hỏng hóc, khả năng thống kê, báo cáo và kết hợp hệ thống mạng máy tính quản lý, lập kế hoạch, thiết kế và kinh doanh tạo thành hệ thống tự động hóa sản xuất toàn cục.

Trong lĩnh vực robot, với sự áp dụng các thành tựu của các hệ nhúng, robot đã có thị giác và xúc giác. Việc áp dụng trí khôn nhân tạo vào robot đã đưa robot từ ứng dụng chủ yếu trong công nghiệp sang các lĩnh vực dịch vụ và y tế. Kết hợp với các thành tựu của cơ điện tử, robot ngày càng uyển chuyển và thông minh hơn. Trong tương lai robot không chỉ thay thế hoạt động cơ bắp của con người mà còn có thể thay thế các công việc đòi hỏi hoạt động trí não của con người. Lúc này hệ thống điều khiển của robot không chỉ là các vi xử lý mạnh mà còn có sự hỗ trợ của các máy tính mạng noron nhân tạo, xử lý song song nhúng trong robot. Các nghiên cứu phát triển này hiện nay còn ở giai đoạn ban đầu.

1.4 Đặc tính, phương pháp thiết kế và xu thế phát triển của các hệ nhúng

Các hệ nhúng là những hệ kết hợp phần cứng và phần mềm một cách tối ưu. Các

hệ nhúng là những hệ chuyên dụng, thường hoạt động trong chế độ thời gian thực, bị hạn chế về bộ nhớ, giá thành phải rẻ nhưng lại phải hoạt động tin cậy và tiêu tốn ít năng lượng. Các hệ nhúng rất đa dạng và có nhiều kích cỡ, khả năng tính toán khác nhau. Ngoài ra các hệ nhúng thường phải hoạt động trong môi trường khắc nghiệt có độ nóng ẩm, rung xóc cao. Ví dụ như các điều khiển các máy diesel cho tàu biển, các thiết bị cảnh báo cháy nổ trong hầm lò. Các hệ thống nhúng lớn thường là các hệ nối mạng. Ở máy bay, tàu vũ trụ thường có nhiều mạng nhúng kết nối để kiểm soát hoạt động và điều khiển. Trong ô tô hiện đại có đến trên 80 nút mạng kết nối các đầu đo cơ cấu chấp hành để bảo đảm ô tô hoạt động an toàn và thoải mái cho người sử dụng.

Thiết kế các hệ thống nhúng là thiết kế phần cứng và phần mềm phối hợp. Cách thiết kế cổ điển là cách xác định trước các chức năng phần mềm (SW) và phần cứng (HW) rồi sau đó các bước thiết kế chi tiết được tiến hành một cách độc lập ở hai khía cạnh. Hiện nay đa số các hệ thống tự động hóa thiết kế (CAD) thường dành cho thiết kế phần cứng. Các hệ thống nhúng hiện nay sử dụng đồng thời nhiều công nghệ như vi xử lý, DSP, mạng và các chuẩn phối ghép, protocol, do vậy xu thế thiết kế các hệ nhúng hiện nay đòi hỏi có khả năng thay đổi mềm dẻo hơn trong quá trình thiết kế 2 phần HW và SW. Để có được thiết kế cuối cùng tối ưu, quá trình thiết kế SW và HW phải phối hợp với nhau chặt chẽ và có thể thay đổi sau mỗi lần thử chức năng hoạt động tổng hợp. Thiết kế các hệ nhúng đòi hỏi kiến thức đa ngành về điện tử, xử lý tín hiệu, vi xử lý, thuật điều khiển và lập trình thời gian thực.

Phần mềm trong các hệ nhúng ngày càng chiếm tỉ trọng cao và đã trở thành một thành phần cấu tạo nên thiết bị bình đẳng như các phần cơ khí, linh kiện điện tử, linh kiện quang học ... các hệ nhúng ngày càng phức tạp hơn đáp ứng các yêu cầu khắt khe về thời gian thực, tiêu ít năng lượng, hoạt động tin cậy ổn định hơn, có khả năng hội thoại cao, có khả năng kết nối mạng, có thích nghi, tự tổ chức cao có khả năng tái cấu hình như một thực thể, một tác nhân.

Và có khả năng tiếp nhận năng lượng từ nhiều nguồn khác nhau (ánh sáng, rung động, điện tử trường, sinh học ...) để tạo nên các hệ thống tự tiếp nhận năng lượng trong quá trình hoạt động.

Tuy nhiên hệ thống nhúng hiện nay còn phải đối mặt với nhiều thách thức. Độ phức tạp của hệ thống tăng cao do nó kết hợp nhiều lĩnh vực đa ngành, kết hợp phần cứng - mềm, trong khi các phương pháp thiết kế và kiểm tra chưa chín muồi. Khoảng cách giữa lý thuyết và thực hành lớn và còn thiếu các phương pháp và lý thuyết hoàn chỉnh cho khảo sát phân tích toàn cục của hệ nhúng bao gồm lý thuyết điều khiển tự động, thiết kế máy, công nghệ phần mềm, điện tử, vi xử lý, các công nghệ hỗ trợ khác. Mặt khác các hệ nhúng còn nhiều vấn đề cần giải quyết với độ tin cậy và tính mờ của hệ thống. Do hệ thống nhúng thường phải hội thoại với môi trường xung quanh nên nhiều khi gặp những tình huống không lường trước dễ dẫn đến hệ thống bị loạn. Trong quá trình hoạt động một số phần mềm thường phải chỉnh lại và thay đổi nên hệ thống phần mềm có thể không kiểm soát được. Đối với hệ thống mờ, các hàng thứ 3 đưa các module mới, thành phần mới vào cũng có thể gây nên sự hoạt động thiếu tin cậy.

1.5 Môi trường thông minh

Công nghệ bán dẫn phát triển mạnh theo xu thế ngày càng rẻ, tích hợp cao, có khả năng tính toán lớn, khả năng kết nối toàn cầu, khả năng phối hợp với các cảm biến và cơ cấu chấp hành vi cơ điện và sinh học, khả năng giao diện không qua bàn phím đang tạo tiền đề và cơ sở cho sự bùng nổ của các thiết bị vật dụng thông minh xung quanh ta. Đây là sự khởi đầu của thời đại hậu PC - Môi trường thông minh. Các phần mềm nhúng trong các chip vi hệ thống rất phong phú và có độ mềm dẻo, tái sử dụng cao.

Sức khỏe của công nghệ sẽ đưa công nghệ vi điện tử tiếp cận và cộng năng với công nghệ sinh học tạo nên công nghệ nano với độ phức tạp giga vào thập niên 2010-2020. Các chip vi hệ thống xử lý hỗn hợp tương tự và số MS-SoC (Mixed Signal System on chip) vào giai đoạn này sẽ có trên 2 tỷ transistor, 1000 lõi CPU, 100MB bộ nhớ và hoạt động ở tần số 200GHz.

Với những vi hệ thống có khả năng tính toán siêu hạng này việc thiết kế các hệ nhúng sẽ gặp không ít thách thức như xử lý song song, độ phức tạp của phần mềm nhúng và khả năng cung cấp năng lượng cho các thiết bị cầm tay. Trong tương lai năng lượng cho truyền dữ liệu sẽ lớn gấp từ 5 đến 30 lần năng lượng hoạt động của các CPU.

Trước đây các hệ thống thường được thiết kế trên nền phần cứng là PC và phần mềm là Windows hoặc Linux, thì ngày nay số lượng các hệ nền (platform) cho thiết kế các hệ nhúng có khoảng 25. Trong tương lai các hệ nhúng sẽ được thiết kế trên nền các chip MS-SoC tạo nên các platform thiết kế chuyên dụng với số lượng sẽ lên đến hơn 500 loại. Ta có thể liệt kê một số ví dụ điển hình như platform Raptor II cho thiết kế camera số, PXA240 cho thiết kế các thiết bị PDA, TL850 cho TV số, BLUECORE cho công nghệ không dây Bluetooth, CDMA cho mobile phone 3G ... các hệ MS-SoC sẽ có khả năng tái cấu hình và sẽ là công cụ chủ chốt cho các sản phẩm của công nghệ cao “3C”.

1.6 Các hệ điều hành nhúng và phần mềm nhúng

1.6.1 Hệ điều hành nhúng

Khác với PC thường chạy trên nền hệ điều hành Windows hoặc Unix, các hệ thống nhúng có các hệ điều hành nhúng riêng của mình. Các hệ điều hành dùng trong các hệ nhúng nổi trội hiện nay bao gồm Embedded Linux, VxWorks, WinCE, Lynyxos, BSD, Green Hills, QNX và DOS, Embedded Linux hiện đang phát triển mạnh. Năm 2001 hệ điều hành này chiếm 12% thị phần các hệ điều hành nhúng thì năm 2002 chiếm 27% và chiếm vị trí số 1. Hiện nay 40% các nhà thiết kế các hệ nhúng cần nhắc đầu tiên sử dụng Embedded Linux cho các ứng dụng mới của mình và sau đó mới đến các hệ điều hành nhúng truyền thống như VxWorks, WinCE. Các đối thủ cạnh tranh của Embedded Linux hiện nay là các hệ điều hành nhúng tự tạo và Windows CE. Sở dĩ Embedded Linux có sự phát triển vượt bậc là do có sức hấp dẫn đối với các ứng dụng giá thành thấp và đòi hỏi thời gian đưa sản phẩm ra thị trường nhanh. Mặt khác Linux là phần mềm mã nguồn mở nên bất kỳ ai cũng có thể hiểu và thay đổi theo ý mình. Linux cũng là một hệ điều hành có cấu trúc module và chiếm ít bộ nhớ trong khi Windows không có các đặc tính ưu

việt này. Do thị trường của các sản phẩm nhúng tăng mạnh lên các nhà sản xuất ngày càng sử dụng các hệ điều hành nhúng để đảm bảo sản phẩm có sức cạnh tranh và Embedded linux đang là sản phẩm hệ điều hành nhúng có uy tín chiếm vị trí số 1 trong những năm tới.

1.6.2 Phần mềm nhúng

Phần mềm nhúng là phần mềm tạo nên phần hồn, phần trí tuệ của các sản phẩm nhúng. Phần mềm nhúng ngày càng có tỉ lệ cao trong giá trị của các sản phẩm nhúng. Hiện nay phần lớn các phần mềm nhúng nằm trong các sản phẩm truyền thông và các sản phẩm điện tử gia dụng (consumer electronics) tiếp đến là trong các sản phẩm ô tô, phương tiện vận chuyển, máy móc thiết bị y tế, các thiết bị năng lượng các thiết bị cảnh báo bảo vệ và các sản phẩm đo và điều khiển. Để có thể tồn tại và phát triển, các sản phẩm công nghiệp và tiêu dùng cần phải thường xuyên đổi mới và ngày càng có nhiều chức năng tiện dụng và thông minh hơn. Các chức năng này phần lớn do các chương trình nhúng tạo nên. Phần mềm nhúng là một lĩnh vực công nghệ then chốt cho sự phát triển kinh tế của nhiều quốc gia trên thế giới như Nhật Bản, Hàn Quốc, Phần Lan và Trung Quốc. Tại Mỹ có nhiều chương trình hỗ trợ của nhà nước để phát triển các hệ thống và phần mềm nhúng. Hàn Quốc có những dự án lớn nhằm phát triển công nghệ phần mềm nhúng như các thiết bị gia dụng nối mạng Internet, hệ thống phần mềm nhúng cho phát triển thành phố thông minh, dự án phát triển ngành công nghiệp phần mềm nhúng, trung tâm hỗ trợ các ngành công nghiệp hậu PC v.v... Hàn Quốc cũng chấp nhận Embedded linux như một hệ điều hành chủ chốt trong việc phát triển các sản phẩm nhúng của mình. Thụy Điển coi phát triển các hệ nhúng có tầm quan trọng chiến lược cho sự phát triển của đất nước. Phần Lan có những chính sách quốc gia tích cực cho nghiên cứu phát triển các hệ nhúng đặc biệt là các phần mềm nhúng. Những quốc gia này còn thành lập nhiều viện nghiên cứu và trung tâm phát triển các hệ nhúng.

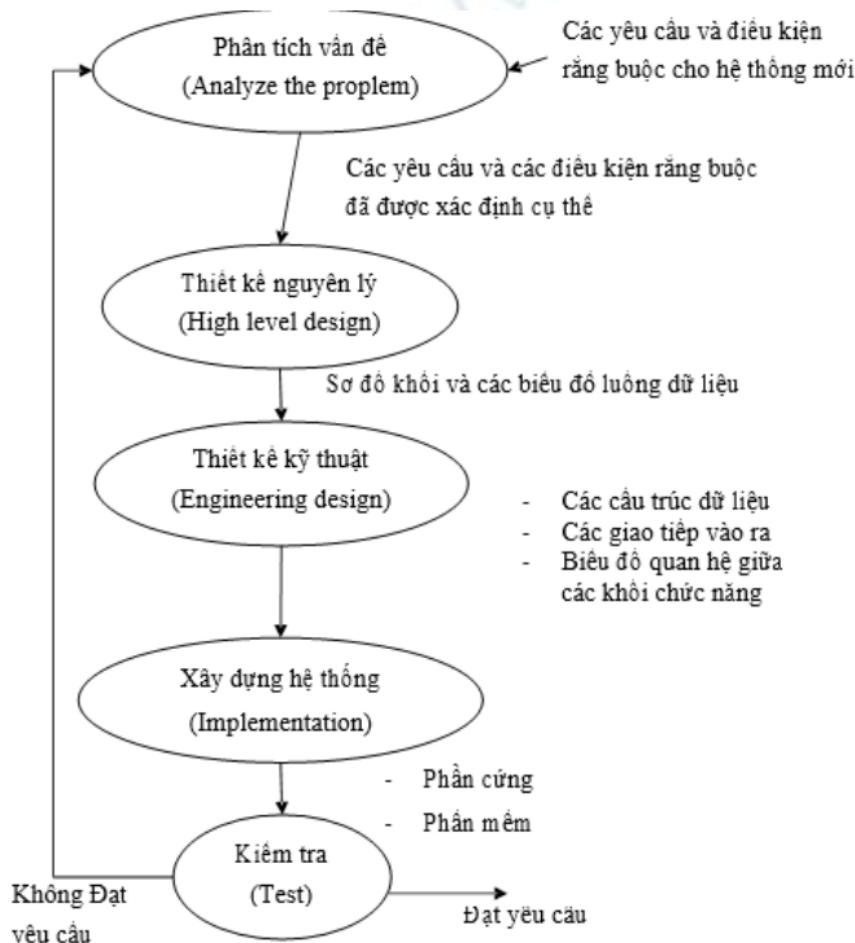
Chương 2: LÝ THUYẾT THIẾT KẾ HỆ THỐNG NHÚNG

2.1 Quy trình thiết kế Top-Down

Quy trình Top-Down thường được áp dụng cho các bài toán đã có giải pháp công nghệ cả về phần mềm cũng như phần cứng. Các giải pháp này đã được phát triển trước đó ở các ứng dụng khác, và đã được kiểm định.

Trong thực tế chúng ta sẽ thấy, bản chất hay mấu chốt của quy trình là vấn đề tìm hiểu và xác định bài toán, làm sao để xác định được chính xác và đầy đủ nhất các yêu cầu cũng các ràng buộc mà hệ thống phải đạt được.

Sơ đồ khái quát quy trình top-down ở hình 2.1



Hình 2.1 Sơ đồ khái quát quy trình Top - Down

2.1.1 Pha phân tích

Pha này là pha quan trọng nhất quyết định hệ thống có đạt yêu cầu hay không. Một hệ thống nhúng cụ thể phải được đặt vào (nhúng vào) một hệ thống lớn cụ thể. Vì thế ta

cần phải biết có những yêu cầu nào cho nó, môi trường hay điều kiện làm việc của nó. Thông tin này gọi là các yêu cầu và các điều kiện ràng buộc cho hệ thống, nó giúp cụ thể hóa được việc chọn giải pháp công nghệ và thiết bị cho các kỹ sư thiết kế ở pha sau.

- Các yêu cầu: Các thông tin chi tiết về nhiệm vụ mà hệ thống phải giải quyết được, các tham số đầu vào đầu ra, các giới hạn trong hệ thống cụ thể,...

- Các ràng buộc: Điều kiện làm việc và các hạn chế như thời tiết, độ ẩm, độ nhiễu, độ chính xác, tính thời gian thực, loại tín hiệu giao tiếp với hệ thống mẹ,...

Ví dụ: Xét bài toán thiết kế hệ thống điều khiển cho 1 cửa tự động

Giả sử qua quá trình khảo sát thực tế và yêu cầu của bên khác hàng ta phải xác định được các thông số tối thiểu sau:

a) Yêu cầu:

- 1) Hệ thống áp dụng cho 1 cửa hai chiều (vào/ra)
- 2) Cửa cao 2,5m rộng 3m
- 3) Có người trong phạm vi 2m trước và sau cửa là cửa phải mở
- 4) Thời gian mở và đóng cửa 3s
- 5) Cửa đang đóng gặp vật cản phải mở ra ngay
- 6) Làm việc điện áp 220v/50Hz
- 7) Chi phí cho bộ điều khiển không quá 10 triệu VNĐ
- 8) Hệ thống thông có 2 chế độ làm việc tự động và bằng tay
- 9) Sensor và công nghệ tùy chọn

b) Điều kiện ràng buộc

- 1) Sử dụng động cơ động lực có sẵn loại AC một pha 220V/50Hz 3kW.
- 2) Nơi đặt cửa có nhiều người qua lại, nên hệ thống sẽ phải làm việc với tần suất cao.
- 3) Điều kiện môi trường: Trong nhà, nhiệt độ từ 18°C đến 36°C
- 4) Bộ điều khiển bằng tay đặt cạnh cửa bên trong nhà
- 5) Hệ thống điện cấp mới từ đầu
- 6) Chịu được quá tải khi gặp chướng ngại vật trong khoảng thời gian dài.

Trong các bài toán cụ thể, với các hệ thống mẹ cụ thể, mỗi hệ thống nhúng sẽ có các yêu cầu khác nhau. Tuy nhiên vẫn có những tiêu chuẩn và yêu cầu chung mà hầu hết các hệ thống phải tính đến như:

- Tính đến chi phí bảo trì định kỳ
- Kích thước và trọng lượng
- Khả năng thực thi: Thời gian đáp ứng, độ chính xác, độ phân giải, ...

- Nguồn nuôi
- Tính mềm dẻo, khả năng nâng cấp, khả năng tương thích, khả năng phục hồi sau khi mất nguồn,...
- Thời gian thử
- Thời gian để thương mại sản phẩm
- Độ an toàn
- Khả năng chống lại sự phá hoại hay xâm nhập.

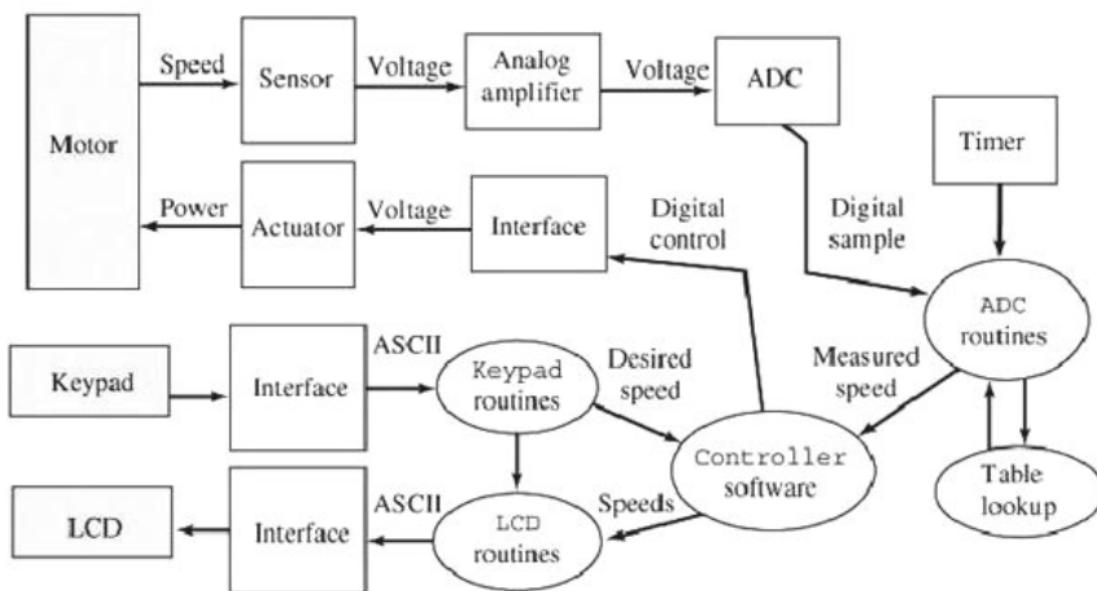
2.1.2 Pha thiết kế nguyên lý

Mục tiêu của pha này là xác định các giải pháp công nghệ từ các yêu cầu đặt ra ở pha Phân tích, từ đó đi thiết kế mô hình, sơ đồ nguyên lý cho toàn bộ hệ thống bao gồm cả phần cứng và phần mềm.

Để thực hiện bước này thông thường trải qua các bước sau:

- Trước tiên ta phải xây dựng một sơ đồ mô hình tổng quát của toàn hệ thống.
- Sau đó phân tách thành các module hay các hệ thống con.
- Định giá cho hệ thống, lập kế hoạch phát triển và ước lượng thời gian phát triển hệ thống.
- Xây dựng các sơ đồ luồng dữ liệu giữa các module hay các hệ thống con trong hệ thống

Ví dụ 2: Xây dựng và phân tách các module trong mô hình tổng quát của bài toán điều khiển động cơ.

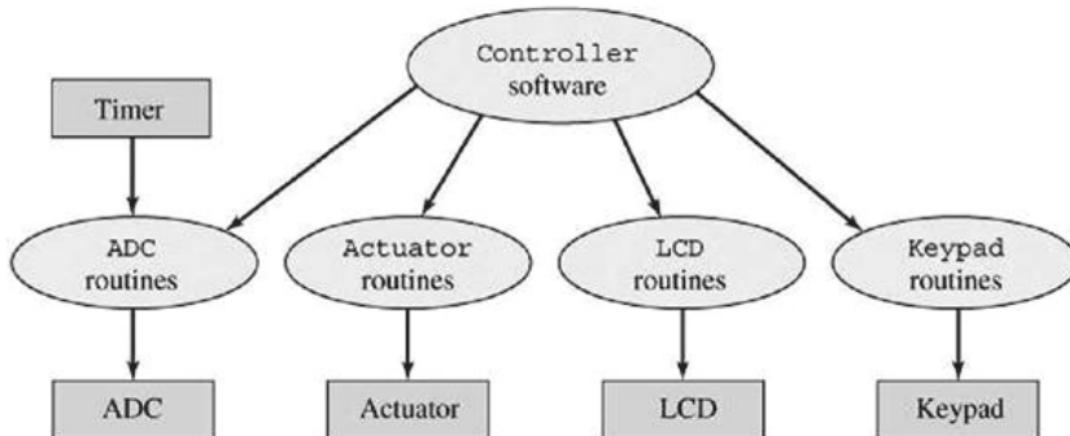


Hình 2.2 Sơ đồ tổng quát của một hệ thống điều khiển động cơ

2.1.3 Pha thiết kế kỹ thuật

- Xây dựng các thiết kế chi tiết cho cả phần cứng phần mềm, các bản thiết kế này sẽ được chuyển sang pha thực thi để xây dựng hệ thống. Vì thế ở pha này người thiết kế phải đưa ra các bản thiết kế như:
 - Sơ đồ khối, sơ đồ thuật toán.
 - Cấu trúc dữ liệu, dữ liệu chia sẻ.
 - Sơ đồ nguyên lý mạch, chi tiết về các đầu vào/ra, loại tín hiệu hay giao thức giao tiếp.
 - Thông số linh kiện được chọn hoặc có thể thay thế.
 - Các tham số vào/ra cho hệ thống.
 - Lựa chọn thiết bị, công cụ phát triển hệ thống, các tài nguyên sẽ sử dụng.
 - ...
- Xây dựng sơ đồ quan hệ giữa các module và các hàm trong hệ thống (call graph), sơ đồ này mô tả cách thức tương tác giữa phần cứng và phần mềm trong hệ thống.

Ví dụ: Sơ đồ Call graph của hệ thống điều khiển động cơ



Hình 2.3 Sơ đồ quan hệ (call graph) giữa các module phần cứng và phần mềm trong hệ thống điều khiển động cơ

Để phát hiện và hạn chế tối đa các lỗi mà hệ thống sẽ gặp phải sau khi được xây dựng, ta có thể mô hình hóa các thành phần hoặc toàn bộ hệ thống nếu có thể, nhằm thử nghiệm hoạt động của hệ thống với các đầu vào và tình huống giả lập, đồng thời thử nghiệm tính thân thiện của giao diện người dùng.

2.1.4 Pha xây dựng hệ thống

Từ các bản thiết kế, bước này tiến hành xây dựng hoàn thiện hệ thống trên cả phần mềm và phần cứng. Trong suốt quá trình xây dựng phải tuân thủ theo các bước và sơ đồ công nghệ từ các bản thiết kế kỹ thuật. Đặc biệt là các tham số vào ra giữa các

hàm, điều này ảnh hưởng đến việc tích hợp các module giữa các nhóm làm việc khác nhau hay sự kế thừa từ các module khác. Các linh kiện và thiết bị sử dụng phải tuân thủ theo bản thiết kế, nhằm giúp hệ thống thỏa mãn đầy đủ các thông số rằng buộc đã được đặt ra ở pha phân tích.

Việc phát triển hệ thống có thể được phân tách thành nhiều nhóm, nhiều phần không cần tuân theo tuần tự, hoặc có thể trên nhiều môi trường khác nhau miễn sao đảm bảo việc trao đổi tham số giữa các module là tương thích và đầy đủ. Nếu chúng ta phân tách và thiết kế tốt, việc phát triển hệ thống có thể được tiến hành song song, hoặc kế thừa cái có sẵn, sẽ làm giảm thời gian phát triển hệ thống đáng kể mà vẫn đảm bảo các yêu cầu đã đặt ra.

Một số các kỹ thuật nhằm phát hiện và hạn chế lỗi mà người phát triển có thể áp dụng trong pha này là Debug hay mô phỏng Simulation. Tuy nhiên trong một bài toán cụ thể việc Debug là rất khó, thông thường người phát triển luôn sử dụng một trình mô phỏng (Simulation) với các phép thử trên các tín hiệu giả lập.

2.1.5 Pha kiểm tra

Mục tiêu của pha này là đánh giá khả năng thực thi của hệ thống sau khi đã hoàn thiện, thông thường ta thực hiện các bước sau:

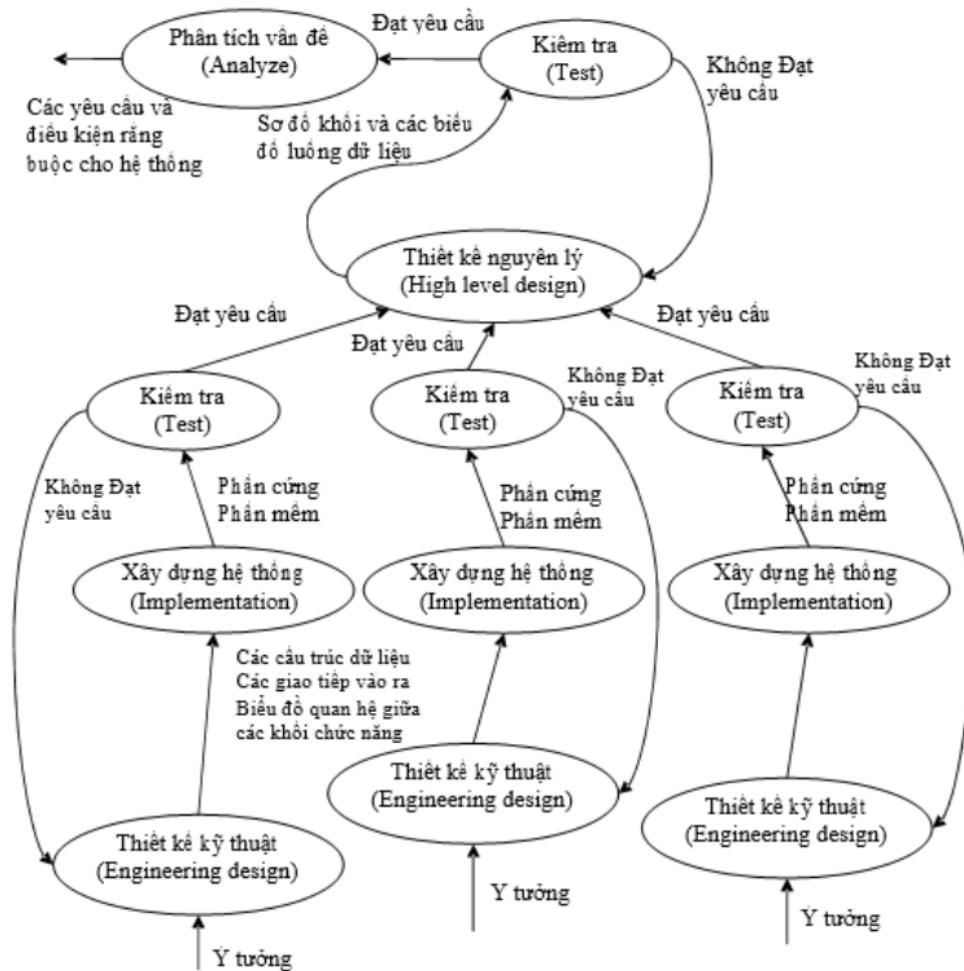
- Đầu tiên ta tiến hành gỡ lỗi (debug) và kiểm định cho từng chức năng cơ của hệ thống.
- Tiếp theo đánh giá khả năng thực thi của hệ thống dựa trên nhiều tiêu chí khác nhau như: Tốc độ, độ chính xác, tính ổn định,...

Ngày nay rất nhiều công ty trên nhiều lĩnh vực tuyển dụng nhân sự riêng cho pha này gọi là testing hay các tester. Nhiệm vụ của các Tester không chỉ là kiểm các tính năng của sản phẩm có phù hợp với các yêu cầu đã đề ra hay không, mà còn phải nghĩ ra các tình huống, các mẫu,... để tìm ra các lỗi mà người thiết kế hay người phát triển chưa phát hiện ra được.

Các thông tin kết quả của bước này quyết định một sản phẩm có thể được thương mại hóa hay không, hay phải bắt đầu một chu kỳ mới với pha đầu tiên là pha phân tích bao gồm các thông tin mới thu thập được từ bước này.

2.2. Quy trình Bottom-Up

Quy trình Bottom-Up trong thực tế thường áp dụng trong các bài toán chưa lựa chọn hay chưa tìm ra được giải pháp công nghệ. Mấu chốt của quy trình tập trung chủ yếu và quá trình thử nghiệm với hệ thống và tín hiệu thực, từ đó chọn ra giải pháp công nghệ và linh kiện phù hợp nhất cho bài toán. Sơ đồ tổng quát của quy trình như hình 2.4



Hình 2.4 Sơ đồ khái quát quy trình Bottom - Up

Quy trình Bottom-Up bắt đầu từ các ý tưởng đơn lẻ, sau đó xây dựng luôn thiết kế kỹ thuật. Như ta thấy quy trình hoàn toàn ngược so với Top-Down. Quy trình này thường áp dụng có các bài toán chưa lăm lắc về lời giải, người thiết kế mới chỉ có ý tưởng về một vấn đề nào đó và muốn tìm một giải pháp hoặc giải pháp tốt nhất để giải quyết vấn đề. Việc giải quyết các ý tưởng có thể 1 hoặc nhiều để có một sản phẩm hoàn chỉnh. Ở quy trình này ta cần chú ý có 2 khâu test nhằm kiểm định chính xác lại các thiết kế kỹ thuật và thiết kế nguyên lý trước khi lựa chọn 1 giải pháp tối ưu nhất.

Chính từ việc thí nghiệm và thiết kế thử hệ thống trước, sau đó mới có thể phân tích nguyên lý để chọn các đặc tính mới, ràng buộc mới cho một hệ thống mới. Với quy trình này khâu thiết kế kỹ thuật và Test sau khi xây dựng hệ thống là quan trọng nhất. Vì với Top-Down việc xây dựng một sản phẩm là theo nhu cầu của người dùng và môi trường đặt hệ thống. Còn với Bottom-Up có thể người ta còn chưa tìm ra cách để thiết kế ra sản phẩm đó, hoặc sản phẩm đó chưa hề có trên thị trường, khi đó cả người dùng và người thiết kế chưa thể có thông tin gì về các yêu cầu cho sản phẩm hay các đặc tính kỹ thuật của sản phẩm, vì vậy khâu thiết kế kỹ thuật và Test sau thực thi các kỹ sư phải tìm ra các đặc tính đó, nhằm xác định được các ưu việt cũng như các hạn chế của sản phẩm mới.

2.3 Đặc tả hệ thống

2.3.1 Khái niệm đặc tả (specification)

Kỹ thuật đặc tả nhằm định nghĩa một hệ thống, module hay sản phẩm cần phải làm gì, nhưng không mô tả nó phải làm thế nào. Nghĩa là đặc tả chỉ tập trung vào việc mô tả các chức năng, đầu vào và đầu ra, còn giải pháp để từ đầu vào có được đầu ra như thế nào thì không mô tả. Đồng thời nêu rõ các tính chất của vấn đề đặt ra.

Như vậy bản chất ta sử dụng một công cụ để mô hình hóa một hệ thống thành các module, các luồng dữ liệu vào ra, các yêu cầu của tín hiệu hay dữ liệu, các thông tin trao đổi giữa các module,... Sao cho toàn bộ quy trình làm việc của hệ thống có thể đọc được thông qua đặc tả. Ở đây ta không quan tâm đến công nghệ của hệ thống, mà chỉ quan tâm đến chức năng, nhiệm vụ và các tính chất mà hệ thống phải có được.

Đặc tả có thể được tiến hành ở nhiều giai đoạn, nhiều lần trong tiến trình phát triển hệ thống như:

- **Đặc tả yêu cầu (requirement specification):** Nhằm mô tả đầy đủ và chi tiết những thông tin nhất giữa người sử dụng tương lai và người thiết kế về hệ thống. Đây là các thông tin cơ sở để người thiết kế thiết kế hệ thống của mình, nhiệm vụ người thiết kế phải thiết kế đầy đủ và hoàn thiện theo yêu cầu đã thống nhất, người sử dụng tương lai được phép đòi hỏi, giám sát việc thực thi các yêu cầu trong phạm vi đã thoả thuận.
- **Đặc tả kiến trúc hệ thống (system architect specification):** Nhằm mô tả sự thống nhất giữa người thiết kế và người cài đặt. Các đặc tả nhằm chỉ ra được các chức năng, tính chất và nhiệm vụ cho các thành phần hệ thống chuẩn bị được cài đặt. Việc xác định các yêu cầu từ đó chuyển thành bản thiết kế đã được đặc tả ở khâu đặc tả yêu cầu, vì thế khâu này người cài đặt chỉ quan tâm đến bản thiết kế và những ràng buộc đã thống nhất với người thiết kế.
- **Đặc tả Module (module specification):** Mô tả sự thống nhất giữa người lập trình cài đặt module và người lập trình sử dụng module. Quá trình cài đặt hệ thống có thể được phân ra thành nhiều module được cài đặt một cách song song, hay kế thừa từ module có sẵn hay module đặt hàng, vì thế người cài đặt và người sử dụng module cần đặc tả chi tiết các chức năng, nhiệm vụ và đặc biệt các giao tiếp của hàm, để sao cho có thể ghép nối tương thích và hiệu quả module đó vào hệ thống.

2.3.2 Tại sao cần đặc tả

Việc đặc tả là rất cần thiết trước khi xây dựng một hệ thống bất kỳ trong lĩnh vực nào bởi vì:

- **Đặc tả mang tính hợp đồng:** Mô tả đầy đủ và chi tiết sự thống nhất giữa người sử dụng và người phát triển, chính vì thế đây là cơ pháp lý và khoa học để người phát triển thiết kế, còn người sử dụng thì giám sát và kiểm định.
- **Giúp sản phẩm hợp thức hóa:** Sản phẩm được phát triển theo các yêu cầu đã thoả thuận, vì thế sản phẩm đương nhiên sẽ đặt yêu cầu với người sử dụng.