

NGHIÊN CỨU CHẾ TẠO HỆ THỐNG KHỞI ĐỘNG MỀM DÙNG VI XỬ LÝ

ThS. Nguyễn Thị Lan, Ks. Nguyễn Thị Phúc,
Ks. Đinh Đăng Định - Khoa điện

Đặt vấn đề

Trong công nghiệp việc khởi động động cơ công suất lớn là một vấn đề đáng quan tâm do dòng điện khởi động tăng cao khi khởi động. Hiện nay các bộ khởi động mềm tương tự đã có trên thị trường. Tuy nhiên ở các nước tiên tiến họ đều chế tạo dạng số và có giá thành tương đối cao. Vài năm gần đây kỹ thuật vi xử lý ngày càng phát triển. Việc nghiên cứu áp dụng những công nghệ mới, chế tạo ra hệ thống điều khiển số linh hoạt hơn, tin cậy hơn, thuận tiện cho người sử dụng là đáng quan tâm.

Nội dung của bài báo tập trung giới thiệu về mạch điều khiển số dùng vi xử lý và các đặc tính nổi bật của bộ khởi động mềm.

1. Nguyên lý chung của bộ khởi động mềm.

Khi đóng điện lưới trực tiếp vào động cơ không đồng bộ để khởi động thì lúc đầu do rôto chưa quay, độ trượt lớn ($s = 1$) nên sức điện động cảm ứng và dòng điện cảm ứng

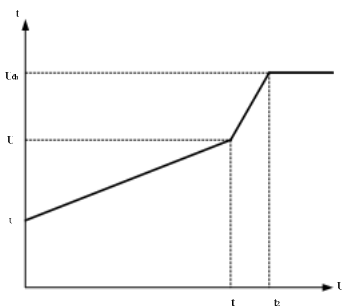
lớn: $I_{kd} = (5 \div 7) I_{dm}$. Dòng điện này có trị số đặc biệt lớn ở các động cơ công suất trung bình và lớn, tạo ra nhiệt đốt nóng động cơ. Tuy dòng điện lớn nhưng mômen khởi động

lại nhỏ: $M_{kd} = (0,5 \div 1,5) M_{dm}$. Nói chung yêu cầu khi khởi động động cơ là:

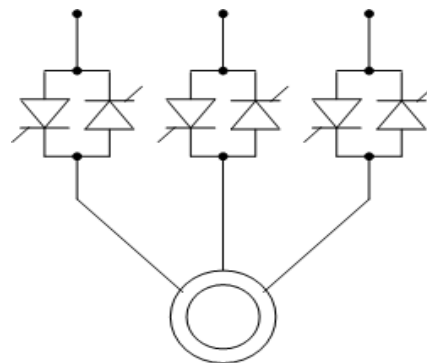
- Phải có mômen khởi động đủ lớn để thích ứng với đặc tính cơ của tải.
- Dòng khởi động càng nhỏ càng tốt.
- Phương pháp khởi động cần dùng thiết bị đơn giản, rẻ tiền, chắc chắn.
- Tổn hao công suất trong quá trình khởi động càng nhỏ càng tốt.

Không thể có một phương pháp khởi động đáp ứng được hết các yêu cầu trên, tuy nhiên tùy trường hợp cụ thể mà ta phải lựa chọn phương án cho phù hợp.

Trường hợp động cơ có công suất nhỏ từ 7,5 - 22 kW thì có thể khởi động trực tiếp, sử dụng công tắc 3 pha, động cơ khởi động theo đặc tính tự nhiên với mômen mở máy nhỏ. Đây là phương pháp khởi động đơn giản nhất nhưng trong quá trình khởi động trực tiếp dòng điện động cơ lớn, nếu làm thời gian khởi động kéo dài có thể làm nóng và hại máy.



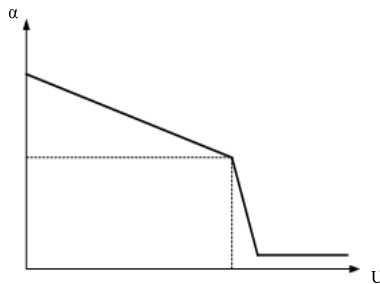
Hình 1. Luật thay đổi điện áp theo thời gian



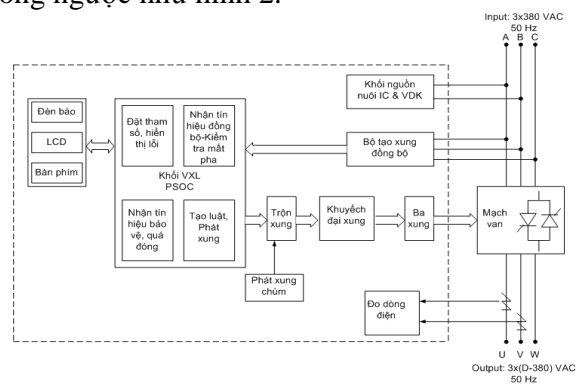
Hình 2. Mạch lực hệ thống

Đối với các động cơ công suất vừa và lớn để hạn chế dòng điện động cơ lúc khởi động người ta thường thực hiện bằng cách tăng dần điện áp đặt vào động cơ. Ban đầu điện áp đặt vào là U_0 , có giá trị bằng khoảng 50% điện áp lưới. Trong khoảng thời gian t_1 điện áp tăng dần từ U_0 đến U_1 . Trong khoảng thời gian t_2 điện áp tăng vọt từ U_1 đến U_{dm} . Như vậy động cơ được khởi động mềm bằng cách tăng dần điện áp cấp cho động cơ.

Để thay đổi giá trị điện áp xoay chiều, ngoài phương pháp cổ điển là dùng máy biến áp, người ta có thể dùng các bộ thyristor đấu song song ngược. Nhờ biện pháp này việc điều chỉnh điện áp được linh hoạt hơn, do vừa có khả năng hạ thấp được điện áp khi mở máy, lại điều chỉnh trơn, khởi động êm, không phát sinh tia lửa điện, có thể áp dụng với nhiều dải công suất, vận hành an toàn, độ tin cậy cao. Kích thước bộ biến đổi gọn, nhẹ và có giá thành hạ hơn nhiều so với dùng biến áp. Đối với động cơ xoay chiều không đồng bộ ba pha, bộ biến đổi thường dùng là bộ biến đổi điện áp xoay chiều ba pha. Sơ đồ mạch điện van bao gồm ba cặp thyristor mắc song song ngược như hình 2.



Hình 3. Luật thay đổi góc điều khiển theo thời gian



Hình 4. Sơ đồ khối hệ thống điều khiển số dùng vi xử lý

Về bản chất, đây là phương pháp hạ điện áp đặt vào động cơ. Cho ta thấy phương pháp này thích hợp nhất với động cơ kéo các máy thủy khí như máy bơm, quạt gió,... Đối với các ứng dụng có mômen cản không đổi, thì mômen cản phải nhỏ hơn mômen khởi động. Biện pháp này không phù hợp lắm với các ứng dụng có mômen cản tỉ lệ nghịch với tốc độ.

Điện áp cấp cho động cơ thay đổi phụ thuộc vào việc điều khiển thời điểm đóng mở của thyristor, hay chính là thay đổi góc điều khiển α . Đối với bộ điều áp xoay chiều ba pha, mối tương quan giữa điện áp đầu ra và góc α là khá phức tạp, tùy thuộc vào từng khoảng giá trị của α . Để đơn giản, từ quy luật biến điện áp ta đưa về dạng gần đúng quy luật biên đổi góc α như hình 3.

Góc α được giảm dần từ giá trị đặt về 0. Muốn phát xung vào cực điều khiển của mỗi thyristor theo chu kỳ, theo luật, phải xây dựng cho bộ biến đổi một hệ thống điều khiển.

2. Hệ thống điều khiển số dùng vi xử lý cho bộ khởi động mềm

Cùng với sự phát triển của kỹ thuật vi điện tử, các ứng dụng tự động hoá ngày nay càng phong phú đa dạng. Ngoài kỹ thuật truyền thông đã và đang được ứng dụng phổ biến, các kỹ thuật mới ra đời bắt đầu len vào các ứng dụng công nghiệp. Vi xử lý PSoC (Programmable System on Chip) ra đời đã đáp ứng được nhu cầu tích hợp cao, linh động, giảm kích thước và giá thành sản phẩm.

PSoC là loại vi xử lý có một số tính năng vượt trội so với các loại khác. Mạch tạo dao động bên trong lên tới 24 Mhz với tốc độ chính xác $\pm 2.5\%$ và có thể lựa chọn mạch dao động bên ngoài. Từ tần số 24Mhz có thể chia nhỏ hơn qua 3 cấp:

$$\begin{aligned} \text{VC1} &= 24\text{Mhz}/\text{N1} & \text{với } \text{N1} &= (1\div 16) \\ \text{VC2} &= \text{VC1} / \text{N2} & \text{với } \text{N2} &= ((1\div 16)) \\ \text{VC3} &= (24\text{Mhz}, \text{VC1}, \text{VC2}) / \text{N3} & \text{với } \text{N3} &= ((1\div 255)) \end{aligned}$$

Điều này cho phép tạo ra những xung nhịp với tần số cần thiết cấp cho các module người sử dụng. Với mức đích đáp ứng được các nhu cầu khác nhau của người sử dụng, PSoC không chỉ có các khả năng của một bộ vi xử lý thông thường mà còn cung cấp một loạt các module phần cứng có thể được lập trình bởi người sử dụng. Các tài nguyên phần cứng được tích trữ dưới dạng khối số, khối analog và có thể được định cấu hình cho phù hợp với ứng dụng, thậm chí có thể thay đổi cấu hình phần cứng ngay trong khi đang làm việc, tức là dùng phần mềm để định nghĩa phần cứng. Với 12 khối analog cung cấp cho người dùng 14 bit ADC, 9 bit DAC, bộ khuếch đại, so sánh và bộ lọc lập trình được. Với 16 khối cho phép người sử dụng định nghĩa 8 đến 32 bit Timer, Counter, PWM; UART song công... và có khả năng tạo thành các ngoại vi phức tạp hơn nhờ tổ hợp các khối lại.

Bộ nhớ trên chip khá linh hoạt, bộ nhớ lưu trữ chương trình Flash 32K, 2K byte SRAM lưu trữ số liệu và có thể mô phỏng tạo EEPROM trong flash. Cấu hình các chân có thể lập trình được, chọn một trong các chế độ HighZ, Strong, PullUp, PullDown... Điều đáng tiếc là PSoC vẫn dừng ở vi xử lý 8 bit nên bị hạn chế trong trường hợp có khối lượng tính toán lớn.

Khai thác những ưu điểm và sử dụng những tính năng đặc trưng của PSoC ta áp dụng vào việc xây dựng hệ thống điều khiển cho bộ khởi động mềm. Hình 4 thể hiện sơ đồ khối hệ thống điều khiển của bộ khởi động.

Khối vi xử lý (VXL) là khối trung tâm của hệ thống điều khiển, nó thực hiện các nhiệm vụ sau:

- Ghép nối với Panel điều khiển. Nhận các tham số, lưu chúng vào EEPROM, các tín hiệu điều khiển, hiển thị các lỗi trong quá trình vận hành hệ thống trên LCD và đèn báo.

- Từ các tham số đặt, tính toán để thay đổi góc điều khiển theo thời gian.
- Nhận xung đồng bộ, phát xung điều khiển (6 kênh, dạng số) theo xung đồng bộ. Thông qua xung đồng bộ nhận biết và báo lỗi khi có sự cố mất pha.
- Nhận các tín hiệu bảo vệ quá dòng, dừng khẩn... để dừng hệ thống.

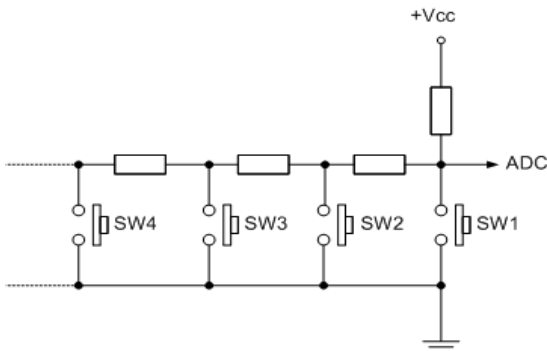
Khối Panel điều khiển bao gồm bàn phím, LDC và đèn báo, kết nối trực tiếp với VXL. Có nhiệm vụ làm giao diện giữa người điều khiển và hệ thống, nhập các tham số, vận hành hệ thống và hiển thị các thông báo lỗi.

Lợi dụng ADC tích hợp bên trong VXL, thiết kế bàn phím một đầu vào để tiết kiệm chân I/O. Khi mỗi phím được ấn thì giá trị chuyển đổi bên trong VXL tương ứng với một giá trị nằm trong khoảng đặt trước. VXL được lập trình để phân biệt các phím được ấn. Theo cách này thì số lượng phím có thể mở rộng thêm với số lượng lớn không hạn chế. Tuy nhiên đối với panel điều khiển này chỉ cần sử dụng các phím up, down, select, back, start.

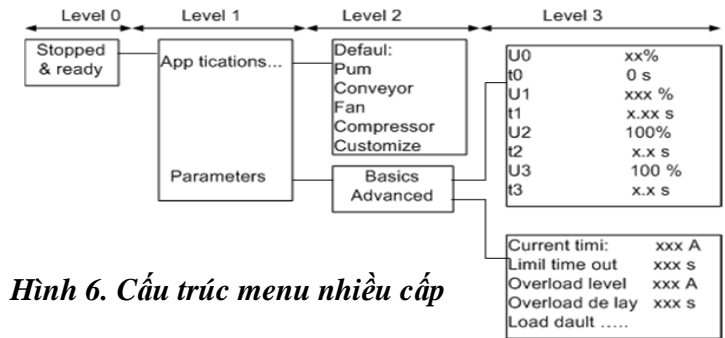
Trong khi cài đặt lựa chọn tham số, thời gian xử lý không cần nhanh nên có thể sử dụng modul ADC như trong cách trên và trong quá trình hệ thống chạy ta có thể dừng chuyển đổi ADC từ bàn phím, gạt bỏ khỏi chương trình cho đỡ nặng. Riêng phím Stop thì

cần tác động tức thì nên dành riêng một chân từ vi xử lý, phím reset được nối với chân reset của vi xử lý.

Trong PSoC hỗ trợ một modul user LCD, LCD kết nối với VXL sử dụng chuẩn công nghiệp Hitachi HD447080 về giao thức hiển thị, việc lập trình để xuất thông tin ra màn hình LCD rất dễ dàng và thuận lợi cho người sử dụng. Kết nối dùng 7 chân trên cùng một cổng (port) bất kỳ của vi xử lý.



Hình 5. Sơ đồ bàn phím ADC



Hình 6. Cấu trúc menu nhiều cấp

Để dễ dàng cho người sử dụng, menu truy cập được thiết kế theo kiểu nhiều cấp. Cấu trúc menu trong chương trình được bố trí như hình 6 theo đó người sử dụng có thể truy xuất để lựa chọn các chế độ khởi động, bảo vệ...

Với Panel điều khiển này người vận hành có thể cài đặt các tham số, hay chọn những bộ tham số phù hợp với từng loại tải. Đặc biệt vi xử lý PSoC hỗ trợ EEPROM nên các số liệu sau khi thay đổi sẽ được lưu vào trong đó, tránh phải cài đặt nhiều lần.

Khâu đồng bộ bao gồm biến áp đồng pha mắc Δ/Y , mạch so sánh điểm qua không và cách ly quang, điều chế ra ba xung vuông tần số 50 Hz lệch pha nhau 120° điện đồng pha với điện áp pha của lưới và được đưa vào ba chân của vi xử lý.

Khi đưa ba xung đồng bộ vào tuy mạch đồng bộ có hơi cồng kềnh nhưng bù lại khi phát xung vào các van trong từng pha là độc lập nhau do đó khi nối bộ khởi động với lưới điện, hệ thống điều khiển không cần phải dò thứ tự pha để phát xung mà chỉ cần quan tâm đến chiều quay của động cơ.

Trước khi khởi động nếu mất điện một pha nào đó của động cơ thì động cơ sẽ không khởi động được. Tuy nhiên khi động cơ đã chạy rồi mà nếu ngắt một pha nào đó thì động cơ vẫn tiếp tục quay, mômen cản trên trục động cơ chưa thay đổi, dòng điện trong mạch của hai pha còn lại sẽ tăng lên đột ngột dẫn đến hậu quả là động cơ bị nóng quá mức và bị hỏng. Nên cần phải đặc biệt chú trọng trong quá trình hệ thống hoạt động có hiện tượng mất pha không. Việc đưa ba xung đồng bộ vào hệ thống sẽ dễ dàng hơn trong việc kiểm tra mất pha.

Bên cạnh bảo vệ mất pha, cần phải bảo vệ quá tải và dòng khởi động. Hệ thống phải tác động kịp thời trước các sự cố. Ngoài ra bộ khởi động cần được bảo vệ ngắn mạch bằng khí cụ điện thông thường như aptomat.

Với cấu trúc như trình bày ở trên, nhóm thiết kế đã xây dựng hệ thống thực nghiệm tại phòng thí nghiệm trọng điểm tự động Đại học Bách Khoa Hà Nội. Với vi xử lý PSoC CY8C29466 làm cốt lõi cho hệ điều khiển, mạch van sử dụng thyristor IRK T41 - 12, động cơ xoay chiều không đồng bộ ba pha 1.1 kW.

Hộp điều khiển của hệ thống trên thử nghiệm trên máy bơm 200kW cho kết quả tương tự với bộ khởi động mềm tương tự.

3. Kết luận

Bài viết trình bày hai vấn đề đó là nguyên lý chung của bộ khởi động mềm dùng thyristor và xây dựng hệ thống điều khiển. Qua đó cho chúng ta thấy rõ được tính khả thi của hệ thống điều khiển số và một số tính năng của nó.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

[1]. Thái Duy Thức, Khổng Cao Phong - Điện tử công suất trong công nghiệp Mỏ và Dầu Khí - NXB Giao thông vận tải - 2006;

[2]. Nguyễn Văn Liễn - Biến tần - NXB KHKT - 2004;

[3]. Bùi Quốc Khánh, Nguyễn Văn Liễn, Nguyễn Thị Hiền - Truyền động điện - NXB Khoa học và kỹ thuật - 2001;

[4]. Đào Hữu Hùng - Cost-effective of the soft-starter - Khởi động mềm tiết kiệm năng lượng - Tự động hoá ngày nay - 2007. -No 9. -p. 76-78- TTKHCNQG;

[5]. Tống Văn On, Hoàng Đức Hải - Hộp vi điều khiển 8051 - NXB lao động xã hội - 2001.