

NGHIÊN CỨU VÀ ỨNG DỤNG VI ĐIỀU KHIỂN AVR THIẾT KẾ CHẾ TẠO BỘ INVERTER CHO ĐỘNG CƠ KHÔNG ĐỒNG BỘ BA PHA CÔNG SUẤT DƯỚI 10kW

RESEARCH AND APPLICATION AVR MICROCONTROLLER FOR DESIGN AND MANUFACTURE INVERTER SET FOR THREE-PHASE ASYNCHRONOUS MOTORS WITH CAPACITY OF LESS THAN 10kW

Hoàng Bá Chính¹, Nguyễn Ngọc An¹,
Trần Tuấn Anh¹, Nguyễn Đức Quang^{2,*}

TÓM TẮT

Với sự phát triển như vũ bão về chủng loại và số lượng của các bộ biến tần, ngày càng có nhiều thiết bị điện - điện tử sử dụng các bộ biến tần, trong đó một bộ phận đáng kể sử dụng biến tần phải kể đến chính là bộ biến tần điều khiển tốc độ động cơ điện. Trong thực tế có rất nhiều hoạt động trong công nghiệp có liên quan đến tốc độ động cơ điện. Đôi lúc có thể xem sự ổn định của tốc độ động cơ mang yếu tố sống còn của chất lượng sản phẩm, sự ổn định của hệ thống. Trong bài báo này, nhóm tác giả thiết kế, chế tạo bộ inverter cho động cơ không đồng bộ ba pha công suất dưới 10kW sử dụng vi điều khiển AVR

ABSTRACT

With the rapid development of the types and quantities of inverters, more and more electrical - electronic devices use inverters, in which a significant part of the use of inverters must include It is the inverter that controls the speed of electric motors. In fact there are many activities in the industry that are related to the speed of electric motors. Sometimes the stability of engine speed with vital factors of product quality and system stability can be viewed. In this paper, the authors design and manufacture inverter set for three-phase asynchronous motors with capacity of less than 10kW using AVR microcontroller.

¹Lớp Tự động hóa 1, Khoa Điện, Trường Đại học Công nghiệp Hà Nội

²Khoa Điện, Trường Đại học Công nghiệp Hà Nội

*Email: ducquangtdh@gmail.com

1. GIỚI THIỆU

Trước đây, các hệ truyền động động cơ không đồng bộ ba pha có điều chỉnh chiếm tỷ lệ nhỏ, do việc điều chỉnh tốc độ loại động cơ này khó khăn hơn so với động cơ một chiều. Trong thời gian gần đây, do phát triển công nghiệp chế tạo bán dẫn công suất và kỹ thuật điện tử tin học, nó trở thành hệ truyền động điện cạnh tranh có hiệu quả với hệ truyền động động cơ một chiều.

Với yêu cầu thực tiễn điều khiển tốc độ động cơ không đồng bộ ba pha nhóm tác giả đã nghiên cứu, thiết kế chế tạo bộ INVERTER cho động cơ không đồng bộ ba pha công suất dưới 10kW.

2. NỘI DUNG NGHIÊN CỨU

2.1. Tìm hiểu về biến tần

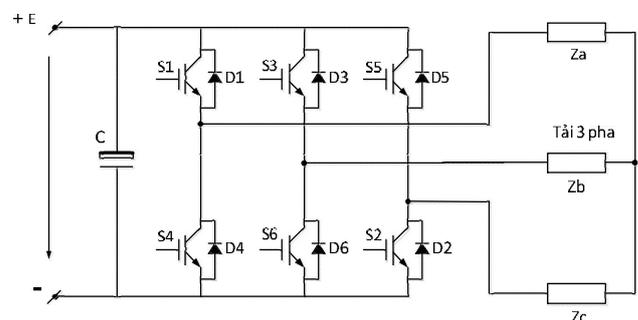
Biến tần là thiết bị tổ hợp các linh kiện điện tử thực hiện chức năng biến đổi tần số và điện áp một chiều hay xoay chiều nhất định thành dòng xoay chiều có tần số điều khiển được nhờ khóa điện tử.

Phân loại:

- Biến tần trực tiếp: Còn được gọi là biến tần phụ thuộc. Thường gồm các nhóm chỉnh lưu điều khiển mắc song song ngược, cho xung lượn hai nhóm chỉnh lưu trên ta có thể nhận được dòng điện xoay chiều trên tải.

- Biến tần gián tiếp: Bộ biến tần này còn gọi là biến tần độc lập, trong biến tần này đầu tiên điện áp được chỉnh lưu thành dòng một chiều, sau đó qua bộ lọc rồi trở lại dòng xoay chiều với tần số f_2 nhờ bộ nghịch lưu độc lập (quá trình thay đổi f_2 không phụ thuộc vào f_1).

2.2. Nghịch lưu ba pha



Hình 1. Mạch công suất sử dụng van IGBT của nghịch lưu 3 pha

Nghịch lưu áp là bộ biến đổi nguồn áp một chiều thành nguồn áp xoay chiều với tần số tùy ý. Nguồn áp là nguồn được sử dụng phổ biến trong thực tế. Điện áp ra của nghịch lưu áp có thể điều chế theo phương pháp khác nhau để có thể giảm được sóng điều hòa bậc cao. Ngày nay công suất của các van động lực IGBT, GTO, MOSFET lớn và có kích thước gọn nhẹ, do đó nghịch lưu áp trở thành bộ

biến đổi thông dụng và được chuẩn hóa trong các bộ biến tần công nghiệp. Sơ đồ nghịch lưu áp trình bày sau đây sử dụng van điều khiển hoàn toàn IGBT.

Giả thiết: Các van dẫn là lí tưởng, dẫn điện theo hai chiều.

+ S1...S6 làm việc với độ dẫn điện $\lambda = 180^\circ$

+ Các tổng trở $Z_a = Z_b = Z_c$

+ Các diode D1 - D6 làm chức năng trả năng lượng về nguồn.

+ Tụ C tạo nguồn áp, tiếp nhận năng lượng kháng từ tải.

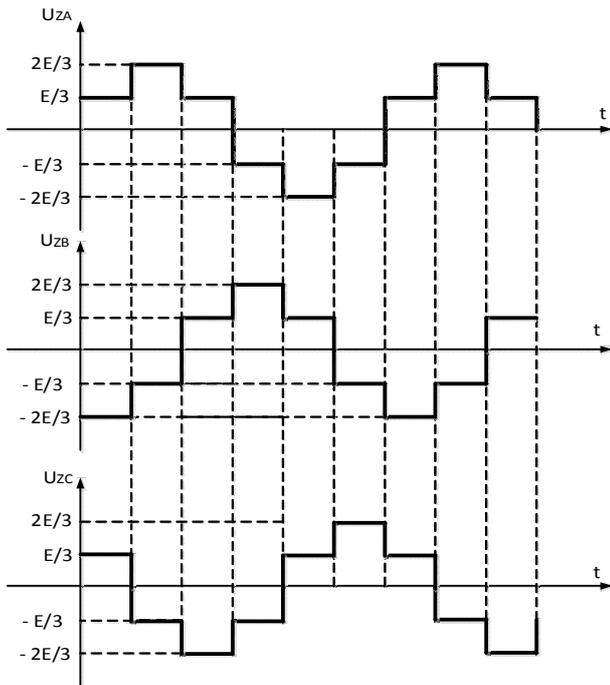
* Để đảm bảo tạo ra điện áp ba pha đối xứng, luật dẫn điện của các van phải đảm bảo:

+ T1 và T4 phải dẫn lệch nhau 180° để tạo ra pha A,

+ T3 và T6 phải dẫn lệch nhau 180° để tạo ra pha B,

+ T5 và T2 phải dẫn lệch nhau 180° để tạo ra pha C,

Các pha lệch nhau 120°



Hình 2. Đồ thị điện áp khi điều khiển cơ bản không có PWM

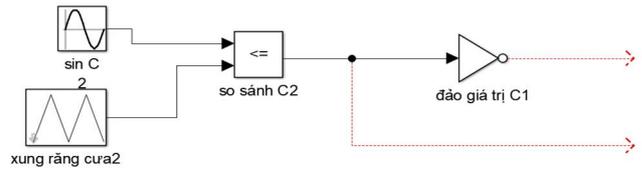
❖ Điều chế biên độ rộng xung PWM

Để nâng cao chất lượng điện áp và dòng điện đầu ra của bộ nghịch lưu, bộ nghịch lưu điều chế biên độ rộng xung PWM (Pulse Width Modulation) được đưa ra nghiên cứu và ứng dụng. Tiêu chuẩn đánh giá chất lượng của một bộ nghịch lưu là mức độ gần sin chuẩn của điện áp và dòng điện đầu ra. Trong tất cả các bộ nghịch lưu thì bộ nghịch lưu điều chế biên độ rộng xung được đánh giá là bộ nghịch lưu cho phép đưa ra dạng sóng gần sin nhất.

Có thể dùng chỉnh lưu không điều khiển ở đầu vào nghịch lưu để tăng tính hiệu quả của sơ đồ.

Trên hình 3 biểu diễn sơ đồ khối điều khiển các van IGBT của PWM. Từ sơ đồ ta thấy: hai tín hiệu điều khiển U_{dk} và tín hiệu sóng mang U_x được đưa vào bộ so sánh. Khi hai điện

áp này bằng nhau sẽ cho ra một xung, qua bộ chia xung, ta đưa tới điều khiển các van IGBT tương ứng.



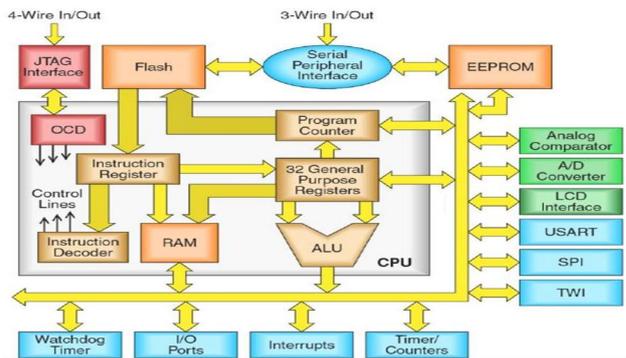
Hình 3. Sơ đồ khối bộ điều khiển PWM

Nội dung phương pháp điều chế biên độ bề rộng xung là so sánh một sóng sin chuẩn, có tần số bằng tần số của điện áp ra nghịch lưu mong muốn, với một điện áp răng cưa có tần số cao, cỡ 2 → 10kHz. Phương pháp điều chế biên độ bề rộng xung có hai dạng chính là một cực tính và hai cực tính.

2.3. Vi điều khiển AVR và thiết kế mạch điều khiển

❖ Vi điều khiển AVR và thiết kế mạch điều khiển

Vi điều khiển AVR do hãng Atmel (Hoa Kỳ) sản xuất được giới thiệu lần đầu năm 1996. AVR có rất nhiều dòng khác nhau bao gồm dòng Tiny AVR (như AT tiny 13, AT tiny 22...) có kích thước bộ nhớ nhỏ, ít bộ phận ngoại vi, rồi đến dòng AVR (chẳng hạn AT90S8535, AT90S8515,...) có kích thước bộ nhớ vào loại trung bình và mạnh hơn là dòng Mega (như ATmega32, ATmega128,...) với bộ nhớ có kích thước vài Kbyte đến vài trăm Kb cùng với các bộ ngoại vi đa dạng được tích hợp trên chip, cũng có dòng tích hợp cả bộ LCD trên chip (dòng LCD AVR). Tốc độ của dòng Mega cũng cao hơn so với các dòng khác. Sự khác nhau cơ bản giữa các dòng chính là cấu trúc ngoại vi, còn nhân thì vẫn như nhau.



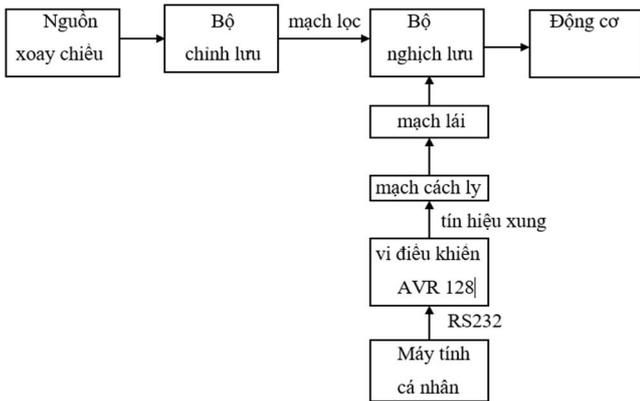
Hình 4. Sơ đồ khối của AVR

❖ Các khâu điều khiển cần thiết:

- Mạch lái: Nói chung, những động cơ mà sử dụng các khóa đóng ngắt (trong đó có IGBT) để điều khiển thì đều dùng đến mạch lái (gate drive scheme). Có hai thành phần cơ bản để điều khiển đóng ngắt các mạch điện công suất là: điều khiển phía cao (high side) và điều khiển phía thấp (low side).

- Mạch cách ly

Các mạch cách ly phát ra tín hiệu để điều khiển mạch công suất dùng bán dẫn phải được cách ly về điện. Điều này có thể thực hiện bằng OPTO hoặc biến áp xung.

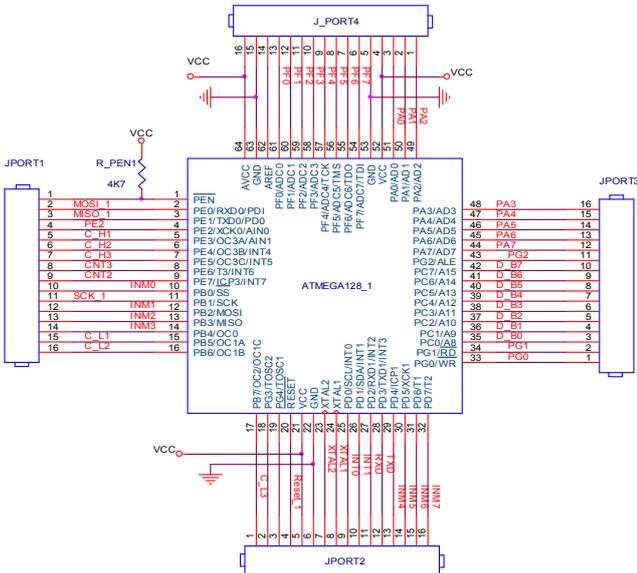


Hình 5. Các khâu điều khiển

Biến áp xung có hai loại tương tự và số, gồm một cuộn dây sơ cấp và một cuộn dây thứ cấp. Với nhiều cuộn thứ cấp ta có thể kích đóng nhiều transistor mắc song song hoặc nối tiếp. Biến áp xung cần có cảm kháng tản nhỏ và đáp ứng nhanh. Trong trường hợp xung điều khiển có cạnh tác động kéo dài hoặc có tần số thấp, biến áp xung sớm đạt trạng thái bão hòa và ngõ ra không phù hợp yêu cầu điều khiển.

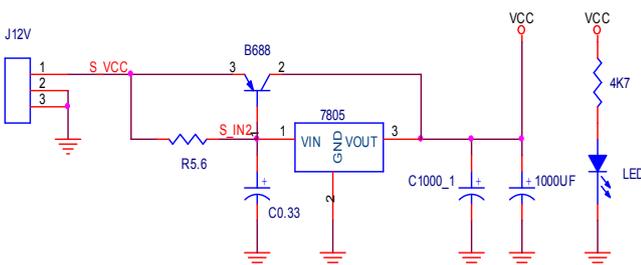
❖ Thiết kế mạch nguyên lý

- Khối nguồn vi điều khiển Atmega128 trung tâm



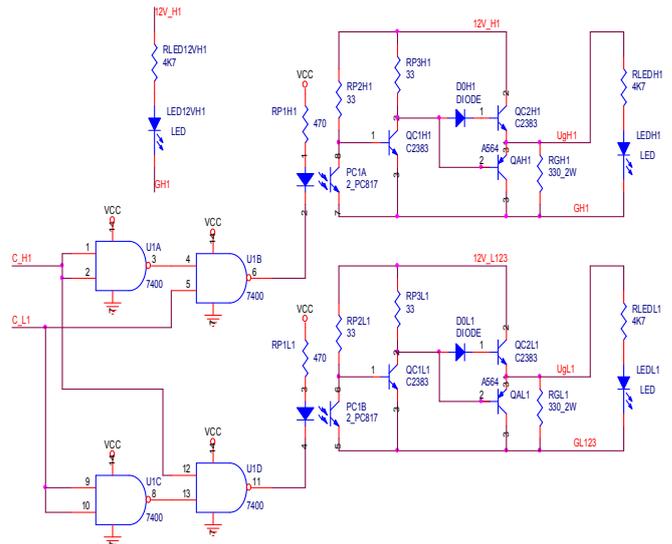
Hình 6. khối điều khiển trung tâm với Atmega128

- Khối nguồn ổn áp



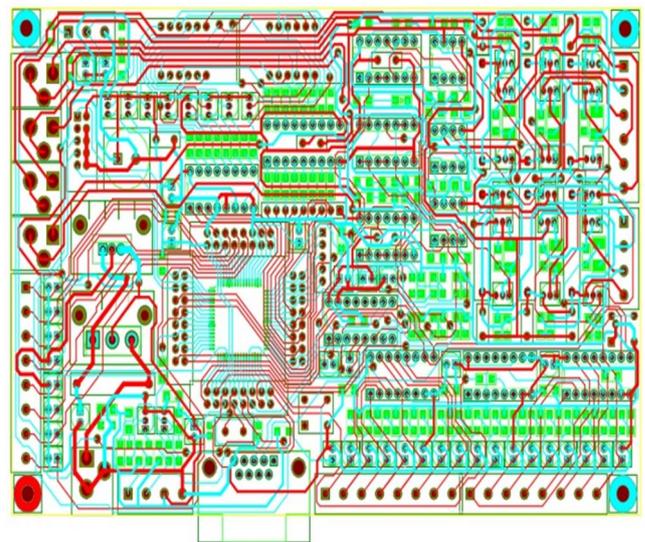
Hình 7. Khối nguồn ổn áp 5V cho Atmega128

- Khối logic, cách ly và khuếch đại

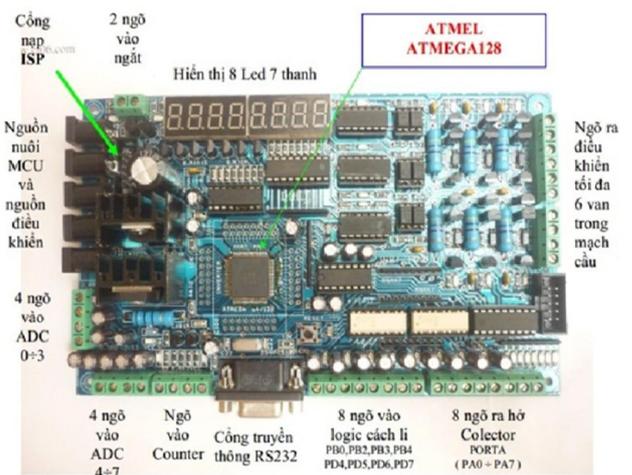


Hình 8. Khối logic, cách ly, khuếch đại và tạo xung

- Thiết kế mạch in layout, chế tạo board mạch điều khiển



Hình 9. Mạch in của board điều khiển với Atmega128



Hình 10. Mạch điều khiển thực nghiệm

3. KIỂM NGHIỆM KẾT QUẢ VÀ KẾT LUẬN

Xuất phát từ yêu cầu, nhóm nghiên cứu đã thiết kế sơ đồ nguyên lý, bản mạch in, tiến hành sản xuất mạch điều khiển, lắp ráp hiệu chỉnh hoàn thiện bộ nghịch lưu, lập trình cho Atmega128 và tiến hành kiểm tra kết quả trên mô hình thực tế.

Thông số động cơ 3 pha: $P_{dm} = 0,37kw$; $n_{dm} = 1400v/p$; $I_{dm} = 1,12A$; $U_{fdm} = 220V$; $f_{dm} = 50Hz$; $k_M = 1,5$.

Thông qua kết quả thu được trên phòng thí nghiệm, có thể khẳng định bộ nghịch lưu 3 pha hoạt động tin cậy, ổn định, điện áp đầu ra là điện áp 3 pha modified sine (biên độ bám theo hàm sine), phụ tải kiểm nghiệm là động cơ không đồng bộ 3 pha là phụ tải điển hình, hoạt động tốt, điều chỉnh được tốc độ, momen động cơ, cho phép động cơ làm việc ở chế độ dài hạn. Với những phụ tải có yêu cầu cao và khắt khe và chỉ tiêu điều khiển cao hơn, nhóm định hướng cho phát triển trong các nghiên cứu tiếp theo.

4. KẾT LUẬN

Bài báo đã trình bày nghiên cứu về Atmega128 và ứng dụng vào thiết kế, chế tạo thành công bộ nghịch lưu 3 pha. Nhóm tác giả đã tập trung nghiên cứu các tính năng của Atmega128, các yêu cầu điều khiển với nghịch lưu 3 pha và ứng dụng Atmega128 vào thiết kế, chế tạo, lập trình hoàn chỉnh bộ nghịch lưu 3 pha. Thông qua kết quả đạt được, nhóm tác giả đã làm chủ thiết kế, bao gồm toàn bộ phần cứng và phần mềm để có thể triển khai sản xuất bộ nghịch lưu 3 pha phục vụ mục đích học tập, nghiên cứu và ứng dụng công nghiệp. Kết quả này rất thuận tiện cho nghiên cứu tiếp theo của đề tài là phát triển các giải pháp điều khiển nhằm nâng cao chất lượng điện áp sau nghịch lưu.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1]. Coporation, A., 2007. *Datasheet 8-bit AVR ATmega128*.
- [2]. Lê Văn Doanh, 1997. *Điện tử công suất và điều khiển động cơ điện*. NXB Khoa học và Kỹ thuật.
- [3]. Pavel Haiduc and InfoTech, 1998-2008. *codeVidionAVR Help*.
- [4]. Trần Trọng Minh, 2007. *Giáo trình Điện tử công suất*. NXB Giáo dục.
- [5]. Trần Văn Thịnh, 2008. *Thiết kế thiết bị điện tử công suất*. NXB Giáo dục.
- [6]. Võ Minh Chính, Phạm Quốc Hải, Trần Trọng Minh, 2007. *Điện tử công suất*. NXB Khoa học và Kỹ thuật.