

---

# THIẾT BỊ ĐO TỐC ĐỘ QUAY SỬ DỤNG VI XỬ LÝ REVOLUTION - PER - MINUTE - EQUIPMENT APPLIED MICRO CONTROLLER

TS. LƯU KIM THÀNH

Khoa Điện - Điện tử tàu biển, Trường ĐHHH

## **Tóm tắt:**

*Bài báo đề cập đến một số vấn đề liên quan tới việc đo tốc độ trong các hệ thống điều khiển truyền động hiện đại. Đồng thời giới thiệu thiết bị được chế tạo tại phòng thí nghiệm của bộ môn để xử lý tín hiệu và chỉ thị tốc độ có sử dụng vi điều khiển.*

## **Abstract:**

*This article mentions matters relating to the speed measurement in the modern - driving systems and introduces the instruments made to process signal and indicate speed by applying micro controller in the laboratory.*

## **1. Đặt vấn đề**

Việc đo tốc độ rất cần thiết trong các hệ thống truyền động ngày nay, nó không chỉ phục vụ cho chỉ báo, báo động, mà còn cho phép tạo ra tín hiệu về tốc độ tham gia vào quá trình điều khiển tốc độ hoặc vị trí của đối tượng. Thông thường đối với các hệ thống truyền động thì tốc độ hoặc vị trí là đại lượng được điều chỉnh; Còn tín hiệu tốc độ thường đóng vai trò tín hiệu phản hồi, do đó việc đo và xử lý tín hiệu tốc độ có vai trò vô cùng quan trọng, bởi nó quyết định tới chất lượng của hệ thống. Chính vì thế vấn đề này đã được nghiên cứu từ lâu và cho ra nhiều kết quả có giá trị mang tính ứng dụng thực tiễn cao. Trong [2] giới thiệu các thiết bị kiểm tra tốc độ sử dụng linh kiện transistor (thập kỷ 80) và khuếch đại thuật toán (thập kỷ 90) – Như vậy trước đây thực hiện xử lý tín hiệu tương tự vốn thường mắc phải hiện tượng “trôi điểm không” như [5] đã khuyến cáo.

Vấn đề đo và xử lý tín hiệu tốc độ là vấn đề cũ. Song, với xu thế phát triển của kỹ thuật, công nghệ trong lĩnh vực điện tử và tin học, cho phép chúng ta xem xét lại các vấn đề cũ bằng cách nhìn mới, phương pháp mới và hứa hẹn đưa ra các sản phẩm mới vẫn thực hiện các chức năng cũ, nhưng có nhiều đặc tính ưu việt hơn. Là một vấn đề cũ, việc đo và xử lý tín hiệu tốc độ cũng không nằm ngoài xu thế đó. Trong [1] đã giới thiệu cơ sở toán học để xác định tốc độ quay theo tín hiệu số. Nhờ đó cho phép chúng ta nghiên cứu chế tạo thiết bị kiểm tra tốc độ quay của các hệ truyền động với việc ứng dụng kỹ thuật vi điều khiển – Đó chính là vấn đề được giải quyết trong bài báo này.

Để giải quyết vấn đề nêu trên ta sử dụng phương pháp nghiên cứu tổng quan về chức năng của thiết bị kiểm tra tốc độ quay; Đề xuất và ứng dụng các giải pháp nhằm chế tạo thiết bị này trên công nghệ vi điều khiển.

## **2. Nội dung**

Để đo tốc độ cần thiết phải sử dụng các loại sensor như: Máy phát tốc một chiều, dị bộ, đồng bộ một hoặc ba pha (đã được sử dụng trước đây); Hoặc các loại Encoder (máy đo tốc độ xung - số) mà ngày nay thường được sử dụng rộng rãi. Tuy nhiên mỗi loại cảm biến có những ưu, nhược điểm riêng của nó. Vì vậy phải có đối sách sử dụng hợp lý và linh hoạt, nhưng phải chú trọng đến việc sử dụng các loại cảm biến hiện đại (khi điều kiện cho phép: Tiềm năng kinh tế; Khả năng tương thích).

Việc xử lý tín hiệu tốc độ nhất thiết phải thực hiện được các nhiệm vụ sau:

- Chỉ báo chiều quay của hệ thống truyền động (khi có yêu cầu) bằng cách hiển thị dấu "+", "-" trên LED 7 vạch hoặc 2 diốt LED tương ứng với 2 chiều quay của hệ truyền động;
- Chỉ ra tốc độ quay thực với sai số tuyệt đối và tương đối nhỏ nhất, có thể truyền về trung tâm khi cần thiết;
- Phát tín hiệu điều khiển, báo động và bảo vệ ứng với một số ngưỡng tốc độ cho trước.

---

## 2.1. Xác định chiều quay

Phương pháp xác định chiều quay phụ thuộc chủ yếu vào loại cảm biến được sử dụng, cụ thể như sau:

- Nếu cảm biến tốc độ là máy phát tốc một chiều, thì dấu điện áp của nó sẽ phản ánh chiều quay của hệ thống truyền động;
- Nếu cảm biến tốc độ là máy phát tốc xoay chiều một pha, thì không thể xác định được chiều quay từ một cuộn lấy điện áp ra của cảm biến. Do vậy phải dùng cảm biến có hai cuộn ra lệch pha nhau  $90^\circ$  điện; Hoặc dùng hai máy phát tốc dị bộ nhận hai điện áp kích thích lệch pha nhau  $90^\circ$  điện - Điều này gây phiền hà cho việc lắp ráp cơ khí.
- Nếu cảm biến tốc độ là máy phát tốc xoay chiều ba pha, thì có thể xác định được chiều quay nhờ thứ tự pha của ba điện áp ra; Cũng có thể xác định chiều quay bằng cách xử lý thứ tự pha của hai pha tùy chọn.
- Nếu cảm biến tốc độ là Encoder có hai xung ra lệch nhau  $90^\circ$  điện, thì có thể xác định được chiều quay bằng một trong hai phương pháp sau:

+ Sử dụng trigger R-S chịu tác động của sườn trước (hoặc sườn sau) của hai xung ra, với điều kiện phải xử lý hai xung ra không đồng thời bằng 1 Logic tại bất kỳ thời điểm nào;

+ Xác định tích Logic của hai tín hiệu xung A&B tại một thời điểm nào đó thích hợp, ví dụ tại thời điểm xung A chuyển giá trị từ 0 lên 1 Logic ta đo tín hiệu xung B nếu xung B là "0" logic thì hệ thống đang quay thuận, nếu là "1" thì hệ thống đang quay nghịch. Kết quả này có được là do xung A và B lệch nhau  $90^\circ$ . Khi quay thuận xung A vượt trước xung B  $90^\circ$ , khi quay nghịch thì xung A chậm hơn xung B  $90^\circ$ . Phương án này được ứng dụng trong thiết kế của chúng tôi.

Cần chú ý rằng: Việc xác định chiều quay không nhất thiết phải tiến hành khi tốc độ truyền động thay đổi (hoặc không đổi) trong vùng tốc độ cao, mà chỉ được thực hiện trong phạm vi tốc độ thấp ( $-\omega_1 < \omega < \omega_1$ ). Nhờ đó mạch xử lý phát hiện chiều quay không phải làm việc liên tục, cho phép dành thời gian để xử lý (tính toán) giá trị tốc độ.

## 2.2. Chỉ thị giá trị tốc độ quay

Trước đây thường sử dụng thiết bị kim chỉ loại từ điện để chỉ báo giá trị tốc độ truyền động, nhưng ngày nay ngày càng ít sử dụng, do khó quan sát từ vị trí xa thiết bị; Sai số đo phụ thuộc vào chấn động cơ học và sự thay đổi nhiệt độ môi trường ... Xu thế ngày nay thường hay sử dụng LED 7 vạch, hoặc màn hình tinh thể lỏng, nhằm khắc phục nhược điểm của thiết bị kim chỉ, ngoài ra còn cho phép ghép nối thuận tiện với các mạch gia công xử lý tín hiệu. Tuy nhiên chúng cũng đặt ra một số yêu cầu khác cho việc thiết kế và chế tạo thiết bị này.

Theo xu thế nói trên, tín hiệu tốc độ đưa đến mạch xử lý nhất thiết phải ở dạng xung - số, do đó tín hiệu ra từ các loại máy phát tốc cần phải được chuyển đổi về dạng xung. Nhờ có các vi mạch chuyên dụng nên việc chuyển đổi này trở thành hết sức đơn giản. Tốt hơn hết là sử dụng Encoder vì trong đó đã thực hiện việc chuyển đổi này.

Một khi việc phản ánh tốc độ truyền động bằng tín hiệu dạng xung, thì việc xử lý tín hiệu đó có thể được tiến hành theo một trong hai phương pháp sau:

A - Đếm số xung từ máy phát tốc (xung đếm) trong một chu kỳ của xung chuẩn (trong khoảng thời gian  $T_m = \text{const}$ ). Trong [1] gọi đây là phương pháp đo tần số;

B - Đếm số xung chuẩn (xung nhịp) trong một chu kỳ của xung đếm. ). Trong [1] gọi đây là phương pháp đo chu kỳ.

Xuất phát từ bản chất xử lý tín hiệu đo trái ngược nhau, nên hai phương pháp này có ưu nhược điểm riêng và phạm vi đo tốc độ cũng khác nhau.

Nếu ký hiệu:

- Z - số xung ra từ Encoder ứng với một vòng quay của hệ truyền động;
- d - tỷ số chia xung;
- $f_n$  - tần số xung nhịp;
- f - Tần số xung đếm;

$T_m$ - Khoảng thời gian đếm xung hay chu kỳ trích mẫu ;

$\omega$  - Tốc độ góc của hệ truyền động

$n$  - Tốc độ quay [vòng/phút]

thì số xung đếm được trong khoảng thời gian  $T_m$  sẽ là:

+ Theo phương pháp A:

$$N_w = T_m \cdot f = \frac{d}{f_n} \frac{\omega Z}{2\pi} = \frac{d}{f_n} \frac{nZ}{60} \quad (1)$$

+ Theo phương pháp B:

$$N_w = T_m \cdot f_n = f_n \frac{2\pi \cdot d}{\omega Z} = f_n \frac{60d}{nZ} \quad (2)$$

Rõ ràng số xung đếm được trong  $T_m$  giảm tỷ lệ thuận với tốc độ  $\omega$  theo phương pháp đo tần số; nhưng lại tỷ lệ nghịch với tốc độ  $\omega$  theo phương pháp đo chu kỳ.

Như vậy, dung lượng của bộ đếm (luôn được chọn không nhỏ hơn  $N_w$ ) càng phải lớn khi tốc độ đo càng cao nếu dùng phương pháp đo tần số; nó cũng càng phải lớn khi tốc độ đo càng thấp nếu dùng phương pháp đo chu kỳ - Đó chính là sự khác nhau về phạm vi sử dụng của hai phương pháp nói trên.

Sai số phép đo gồm sai số bộ đếm có thể phân biệt được 1 giá trị trong 1 bit ra, ngoài ra còn có sai số do chu kỳ trích mẫu (sai số của mạch tạo xung nhịp):

- Theo phương pháp đo tần số

+ Sai số tuyệt đối:  $\Delta N_w = 1 + f \Delta T_m$

+ Sai số tương đối:

$$\frac{\Delta N_w}{N_w} = \frac{1}{f T_m} + \frac{\Delta T_m}{T_m} = \frac{f_n}{f d} + \frac{\Delta f_n}{f_n} \quad (3)$$

- Theo phương pháp đo chu kỳ

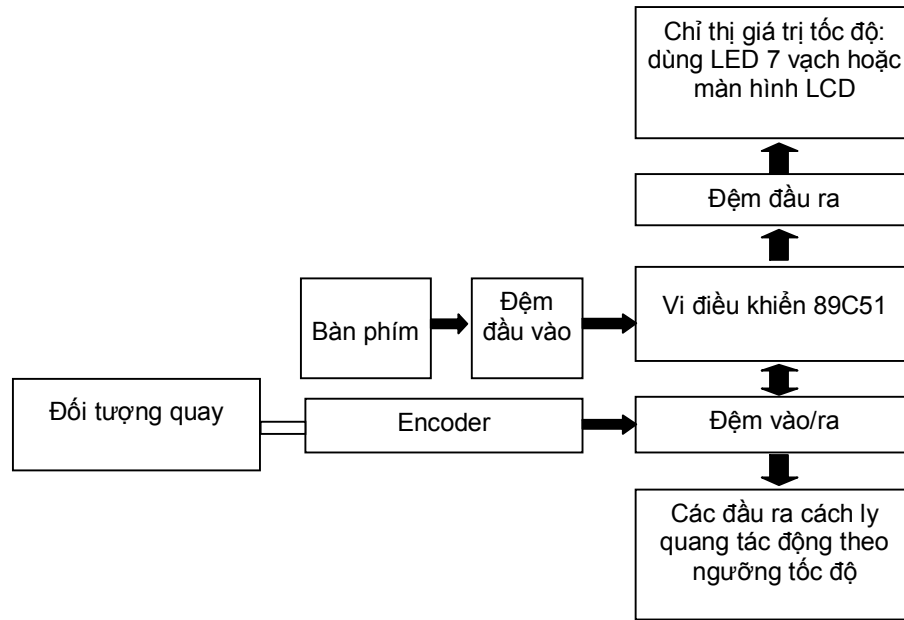
+ Sai số tuyệt đối:  $\Delta N_w = 1 + T_m \Delta f_n$

+ Sai số tương đối:

$$\frac{\Delta N_w}{N_w} = \frac{1}{f_n T_m} + \frac{\Delta T_m}{T_m} = \frac{f}{f_n d} + \frac{\Delta f_n}{f_n} \quad (4)$$

Như vậy, nếu sử dụng phương pháp đo tần số thì độ chính xác sẽ càng cao khi tốc độ cần đo cao ( $f$  lớn); trái lại nếu sử dụng phương pháp đo chu kỳ thì độ chính xác sẽ càng cao khi tốc độ cần đo thấp ( $f$  nhỏ).

Tuy nhiên nếu chúng ta sử dụng các loại encoder có  $Z$  lớn thì vẫn có thể sử dụng phương pháp đo tần số để đo tốc độ thấp, mà vẫn đảm bảo tính chính xác yêu cầu. Phương án này được chúng tôi sử dụng để thiết kế chế tạo thiết bị xử lý và chỉ thị tín hiệu tốc độ. Như vậy, với việc sử dụng loại encoder RU6046 có  $Z=6000$  xung/vòng và chọn chu kỳ trích mẫu  $T_m=50$  ms, vì điều khiển tính được tốc độ quay theo số xung đếm được trong một chu kỳ trích mẫu  $n=0,2$ .  $N_w$ . Tiếp tục chuyển mã phù hợp với việc chỉ thị trên LED 7 vạch, tức là giải mã BCD hay mã 16 (HEX.) sang mã 7 vạch, công việc này có thể được tiến hành trên phần cứng hoặc phần mềm. Trong thiết bị được chế tạo thì việc giải mã được giải quyết bằng phần mềm. Nếu dùng màn hình LCD để chỉ thị thì giá trị tốc độ cần hiển thị cần phải chuyển sang dạng mã ASCII, sau đó gửi đến màn hình LCD. Cấu hình thiết bị được minh họa trên hình 1.



**Hình 1. Sơ đồ khối của thiết bị**

Để hiển thị con số trên LED 7 vạch có thể dùng phương pháp tĩnh hoặc động. Khi số chữ số cần hiển thị ít thì có thể dùng phương pháp tĩnh, tức là mỗi vạch của LED được điều khiển trực tiếp bởi một cửa ra bộ giải mã hoặc vi điều khiển. Nhưng trong trường hợp số chữ số cần hiển thị nhiều, thì phương pháp tĩnh tỏ ra kém hiệu quả do phải sử dụng quá nhiều cửa ra mới đáp ứng hết. Khi đó tốt hơn hết là dùng phương pháp động (phương pháp dồn – Multiplexing). Phương pháp này cho phép các vạch cùng tên của các LED nối chung đến một cửa ra của vi điều khiển (qua bộ đệm đầu ra), nhờ đó cho phép giảm đáng kể số lượng cửa ra. Tuy nhiên khi dùng phương pháp động lại làm xuất hiện vấn đề “làm tươi” (Refreshed) thường xuyên để các vạch của các LED có độ phát sáng ổn định. Tần số xung nhịp “làm tươi” (Refresh rate) tối thiểu trong thực tế là 100Hz, thông thường hay dùng tần số cao hơn 24Hz [3]. Nếu tần số làm tươi  $f$  Hz cho  $K$  chữ số, thì thời gian được cấp điện cực đại cho mỗi chữ số (LED) là  $T_o = 1/Kf$ . Khi thiết kế chúng ta chọn  $T_o=2ms$ .

Khi sử dụng màn hình LCD để hiển thị thì sau mỗi lần lấy mẫu tốc độ ta chỉ cần gửi giá trị tốc độ đến màn hình LCD ( dưới dạng mã ASCII ) là xong. Do vậy việc điều khiển hiển thị là khá đơn giản.

### 2.3. Phát tín hiệu điều khiển:

Nhằm phát huy mọi khả năng có thể của vi điều khiển, chúng ta hoàn toàn có thể thực hiện một số ý đồ kỹ thuật của mình như:

A / Phát tín hiệu bằng đèn màu (Điốt LED), bằng tác động rơle khi tín hiệu tốc độ chuyển qua một số ngưỡng qui định. Trong thiết kế chúng tôi đưa ra 3 ngưỡng: Tốc độ thấp, cao và trung gian. Tùy thuộc mục đích sử dụng cụ thể mà đặt giá trị các ngưỡng, ví dụ khi dùng với hệ thống điều khiển Diesel lai máy phát thì ngưỡng thấp dùng để báo khởi động thành công; ngưỡng trung gian dùng để thông báo trạng thái sẵn sàng làm việc; còn ngưỡng cao dùng để báo động và bảo vệ quá tốc. Trường hợp tín hiệu ra không chỉ thay đổi giá trị khi tốc độ thay đổi qua một ngưỡng, ví dụ vùng cộng hưởng của Diesel lai chân vịt, thì khi đó chúng ta vẫn có thể tạo ra ngưỡng trên và dưới cho một tín hiệu.

B / Các giá trị đặt ngưỡng có thể được giữ mặc định khi cài đặt phần mềm, nhưng trong quá trình sử dụng vẫn cho phép chúng ta thay đổi được bằng cách tác động có trình tự vào các phím trên thiết bị. Các ngưỡng đặt lại sẽ bị xóa khi mất nguồn, trong trường hợp cần lưu giữ các ngưỡng đặt nhất thiết phải lắp pin làm nguồn nuôi hoặc sử dụng EEPROM để lưu các giá trị

---

ngưỡng cần đặt. Cũng như các cổng ra của vi điều khiển đều qua các mạch đệm, các cổng vào của nó nhận tín hiệu từ bàn phím và encoder đều qua mạch đệm cổng vào, chúng được điều khiển bằng xung đồng bộ.

C / Ghép nối truyền thông với các thiết bị khác như PC, PLC hoàn toàn có thể thực hiện được do thiết bị có sử dụng vi điều khiển. Tuy nhiên khi ghép nối với các thiết bị khác sẽ kéo dài chu kỳ làm việc của vi điều khiển và ảnh hưởng đến giá trị tức thời của tốc độ đo được. Để ghép nối được với PC nhất thiết phải soạn thảo chương trình và cài đặt vào PC cần ghép nối. Việc ghép nối thường được truyền theo bus, do vậy mỗi thiết bị đo cần được gán một địa chỉ xác định (nhờ các díp chuyển mạch gắn trên modul của thiết bị đo. Khi trung tâm (PC) cần thu thập dữ liệu từ một thiết bị đo nào đó thì phải gửi yêu cầu lên bus kèm theo địa chỉ của thiết bị đo ấy; Các thiết bị đo nhận được dữ liệu yêu cầu, chúng sẽ phân tích xem có trùng với địa chỉ của mình hay không, nếu trùng thì nó phải gửi dữ liệu trả lời. Vì rằng: Thiết bị xử lý số tín hiệu tốc độ và encoder thuộc nhóm thiết bị trường, nên chúng ta nên sử dụng giao thức truyền thông AS-I.

### 3. Kết luận

Trên cơ sở nghiên cứu và chế tạo thiết bị thử nghiệm chúng ta nhận thấy rằng: Việc sử dụng vi điều khiển AT89C51 trong thiết bị đo và xử lý tín hiệu tốc độ là hoàn toàn khả thi. Nó cho phép thực hiện được tất cả các chức năng nêu trên khi lựa chọn encoder RU6046 có Z=6000 xung/vòng và chọn chu kỳ trích mẫu  $T_m=50$  ms, thời gian được cấp điện cực đại cho mỗi chữ số (LED) là  $T_o=2$ ms.

Thiết bị này có thể được sử dụng trong các hệ thống tự động điều khiển, chỉ báo và bảo vệ cho các đối tượng như Diesel, các hệ truyền động điện trên tàu thủy, cũng như trong các nhà máy, xí nghiệp. Ngoài ra, thiết bị này còn có thể lắp đặt trong các phòng thí nghiệm phục vụ công tác đào tạo kỹ sư ngành điện.

### **TÀI LIỆU THAM KHẢO:**

- [1] Bùi Quốc Khánh, Phạm Quốc Hải, Nguyễn Văn Liễn, Dương Văn Nghi. *Điều chỉnh tự động truyền động điện*. NXB Khoa học kỹ thuật, 1996.
- [2] Tài liệu vận hành: *Thiết bị rơ le kiểm tra tốc độ PKC-3 (Tiếng Nga)*. NXB Đóng tàu Leningrad, 1982 và 1995.
- [3] Nguyễn Chí Công, Nguyễn Gia Hiểu, Đặng Văn Đức, Phi Mạnh Lợi, Nghiêm Mỹ, Trần Bá Thái, Nguyễn Chí Thức. *Kỹ thuật vi xử lý*. NXB Thống kê. Hà nội 1983
- [4] Tống văn Ôn, Hoàng Đức Hải. *Họ vi điều khiển 8051*. Nhà xuất bản Lao động-Xã hội. 2001.
- [5] Sodonnic G.Đ, Steclov V.K. *Các hệ thống điều khiển số*. Nhà xuất bản kỹ thuật. Kiep 1991.

---

**Người phản biện: TS.Trần Sinh Biên**