

**ĐẠI HỌC THÁI NGUYÊN  
TRƯỜNG ĐẠI HỌC KỸ THUẬT CÔNG NGHIỆP**

---

**LUẬN VĂN THẠC SĨ KỸ THUẬT**

**NGÀNH: TỰ ĐỘNG HOÁ**

**ĐỀ TÀI:**

**“KHẢO SÁT ĐẶC ĐIỂM ỔN ĐỊNH CỦA MÔ HÌNH  
TRẠNG THÁI GIÁN ĐOẠN CỦA ĐỘNG CƠ  
KHÔNG ĐỒNG BỘ ROTOR LÔNG SÒC”**

Học viên:

**QUÁCH ĐÀO SƠN**

Người hướng dẫn khoa học: **GS.TSKH. NGUYỄN PHÙNG QUANG**

**THÁI NGUYÊN 2011**

ĐẠI HỌC THÁI NGUYÊN  
TRƯỜNG ĐHKT CÔNG NGHIỆP

\*\*\*\*\*

CỘNG HOÀ XÃ HỘI CHỦ NGHĨA VIỆT NAM  
Độc lập - Tự do - Hạnh phúc  
-----

**THUYẾT MINH**  
**LUẬN VĂN THẠC SĨ KỸ THUẬT**

Học viên : **Quách Đào Sơn**

Lớp : **CHTĐH-K12**

Chuyên ngành : **Tự động hoá**

Người hướng dẫn khoa học: **GS.TSKH Nguyễn Phùng Quang**

Ngày giao đề tài : **01/02/2010**

Ngày hoàn thành: **01/08/2011**

**NGƯỜI HƯỚNG DẪN**

**HỌC VIÊN**

**GS.TSKH: Nguyễn Phùng Quang**

**Quách Đào Sơn**

**TRƯỜNG ĐHKT CÔNG NGHIỆP**

**KHOA ĐT SAU ĐẠI HỌC**



# MỤC LỤC

Trang

MỞ ĐẦU .....	Error! Bookmark not defined.2
1. Tính cấp thiết của đề tài.....	2
2. Ý nghĩa khoa học và thực tiễn của đề tài.....	2
3. Mục đích nghiên cứu. ....	2
4. Phương pháp nghiên cứu. ....	3
CHƯƠNG 1. MÔ HÌNH LIÊN TỤC ĐỘNG CƠ KHÔNG ĐỒNG BỘ ROTOR LỒNG SÓC TRÊN HỆ TỌA ĐỘ CỐ ĐỊNH $\alpha\beta$ VÀ HỆ TỌA ĐỘ TỰA THEO TỪ THÔNG ROTOR $dq$ .5	
1.1. Vector không gian và các đại lượng ba pha.....	5
1.2. Hệ phương trình cơ bản của động cơ xoay chiều ba pha.....	16
1.3. Mô hình trạng thái liên tục của động cơ không đồng bộ Rotor lồng sóc trên hệ tọa độ Stator cố định và hệ tọa độ đồng bộ từ thông.....	22
CHƯƠNG 2. MÔ HÌNH TRẠNG THÁI GIÁN ĐOẠN THÍCH HỢP VỚI ĐIỀU KHIỂN THỜI GIAN THỰC.....	34
2.1. Khái quát về phương thức mô tả trên không gian trạng thái .....	34
2.3. Mô hình trạng thái gián đoạn của động cơ không đồng bộ Rotor lồng sóc trên hệ tọa độ tựa từ thông Rotor $dq$ .....	47
CHƯƠNG 3. ĐẶC ĐIỂM ỔN ĐỊNH CỦA MÔ HÌNH THỜI GIAN GIÁN ĐOẠN .....	58
3.1. Phương trình đặc trưng cùng các thông số động cơ không đồng bộ ba pha rotor lồng sóc phục vụ cho việc mô phỏng bằng matlab & simulink.....	58
3.2. Khảo sát đặc điểm ổn định của mô hình gián đoạn tìm được nhờ gián đoạn hóa mô hình liên tục động cơ không đồng bộ Rotor lồng sóc trên hệ tọa độ $dq$ .....	63
3.3. Khảo sát đặc điểm ổn định của mô hình gián đoạn động cơ không đồng bộ Rotor lồng sóc trên hệ tọa độ $dq$ tìm được bằng phương pháp chuyển hệ tọa độ cho mô hình gián đoạn trên hệ $\alpha\beta$ .....	84
3.4. Khảo sát ổn định cấu trúc động cơ theo quỹ đạo điểm cực .....	103
3.5 . Nhận xét.....	108
KẾT LUẬN .....	10106
TÀI LIỆU THAM KHẢO .....	111

## MỞ ĐẦU

### 1. Tính cấp thiết của đề tài.

Động cơ không đồng bộ Rotor lồng sóc (KĐB-RLS) có kết cấu đơn giản, dễ chế tạo, vận hành an toàn nhưng vấn đề điều khiển lại gặp rất nhiều khó khăn do động cơ KĐB-RLS là một đối tượng phi tuyến phức tạp. Trong những năm gần đây, điện tử công suất và kỹ thuật vi xử lý đã có bước phát triển rất mạnh mẽ, do đó nó cho phép thực hiện phương pháp điều khiển số với khối lượng tính toán lớn, và do đó bộ điều khiển động cơ xoay chiều đã dần thay thế bộ điều khiển động cơ một chiều trong phần lớn những ứng dụng công nghiệp. Thực hiện điều khiển số cho động cơ KĐB-RLS được thực hiện khá thành công trong các tài liệu [1], [3], [6]. Mô hình *trạng thái gián đoạn* (TTGD) là xuất phát điểm khi thiết kế hệ thống điều khiển (ĐK) thời gian thực và có ý nghĩa quyết định tới chất lượng của hệ thống ĐK số (Digital Control) của động cơ KĐB Rotor lồng sóc (KĐB-RLS). Tuy nhiên các công trình đó đều chưa xét đến đặc điểm ổn định của mô hình trạng thái gián đoạn của động cơ KĐB-RLS. Do đó, “*Khảo sát đặc điểm ổn định của mô hình trạng thái gián đoạn của động cơ không đồng bộ rotor lồng sóc*” là một đề tài mang tính cấp thiết.

### 2. Ý nghĩa khoa học và thực tiễn của đề tài.

#### a. Ý nghĩa khoa học:

Đề tài góp phần hoàn thiện việc xây dựng và đánh giá mô hình trạng thái gián đoạn của động cơ KĐB-RLS, là cơ sở cho việc thiết kế điều khiển số động cơ KĐB-RLS

#### b. Ý nghĩa thực tiễn:

Khảo sát đặc điểm ổn định mô hình trạng thái gián đoạn của động cơ KĐB-RLS và ứng dụng để thiết kế điều khiển số cho hệ truyền động điện động cơ xoay chiều ba pha KĐB-RLS

### 3. Mục đích nghiên cứu.

- Nghiên cứu mô hình động cơ KĐB-RLS
- Xây dựng mô hình trạng thái gián đoạn của động cơ KĐB-RLS thích hợp với điều khiển thời gian thực.
- Khảo sát đặc điểm ổn định của mô hình trạng thái gián đoạn

- Mô phỏng và đánh giá kết quả

#### **4. Phương pháp nghiên cứu.**

- Khảo sát phân tích các công trình đã công bố.
- Nghiên cứu lý thuyết và mô hình hóa thích hợp
- Kiểm chứng kết quả bằng mô phỏng.

Trong giai đoạn công nghiệp hóa, hiện đại hóa hiện nay, tự động hóa các quá trình sản xuất được đặt ra như một bước quyết định để đi đến mục đích cuối cùng là nâng cao năng suất và chất lượng sản phẩm. Truyền động điện là một môn khoa học ứng dụng các kiến thức mới nhất của lý thuyết tự động điều khiển, các tiến bộ của công nghệ vi điện tử và vi tính đã thay đổi hẳn cách nhìn về động cơ thực hiện dùng điện lưới xoay chiều - nhất là động cơ không đồng bộ rotor lồng sóc. Công nghệ hiện đại đã làm cho động cơ có tính năng cao hơn, đáp ứng được đòi hỏi mới của quá trình tự động hóa đặt ra cho thiết bị truyền động.

Việc áp dụng kỹ thuật vi xử lý tín hiệu (Digital signal Processor) đã cho phép giải quyết các thuật toán phức tạp trong điều kiện thời gian thực với chất lượng điều khiển rất cao. Các thuật toán và mô hình được vi điều khiển xử lý, và chúng chỉ được tính toán ở các thời điểm gián đoạn. Toàn bộ hệ thống là một hệ trích mẫu. Do đó, người ta thường ưu tiên đi tìm các thiết kế gián đoạn cho hệ thống điều chỉnh. Có thể nói, mô hình gián đoạn là xuất phát điểm khi thiết kế hệ thống điều khiển thời gian thực và có ý nghĩa quyết định tới chất lượng của hệ thống điều khiển số sau này. Đây cũng chính là nội dung chính của luận văn này.

Được sự hướng dẫn tận tình của thầy giáo **GS.TSKH. Nguyễn Phùng Quang**, Bộ môn Điều khiển tự động, Viện Điện, Trường Đại học Bách Khoa Hà Nội và cùng với sự nỗ lực của bản thân, tôi đã hoàn thành bản luận văn :

***“Khảo sát đặc điểm ổn định của mô hình trạng thái gián đoạn của động cơ không đồng bộ Roto lồng sóc”***

Nội dung bản luận văn đã giải quyết một số vấn đề sau:

- + Chương 1. Mô hình liên tục động cơ không đồng bộ rotor lồng sóc trên hệ tọa độ cố định stator và hệ tọa độ tựa theo từ thông rotor.
- + Chương 2. Mô hình trạng thái gián đoạn thích hợp với điều khiển thời gian thực.
- + Chương 3. Đặc điểm ổn định của mô hình thời gian gián đoạn.

Do thời gian và trình độ hạn chế, bản luận văn khó tránh khỏi những sai sót và còn thật nhiều vấn đề cần phải hoàn thiện thêm – tôi rất mong được sự đóng góp ý kiến của các thầy cô cùng các bạn.

Cuối cùng một lần nữa tôi xin chân thành cảm ơn tới thầy giáo hướng dẫn GS.TSKH. Nguyễn Phùng Quang, người đã tận tình hướng dẫn tôi thực hiện luận văn này

**Học viên**

***Quách Đào Sơn***

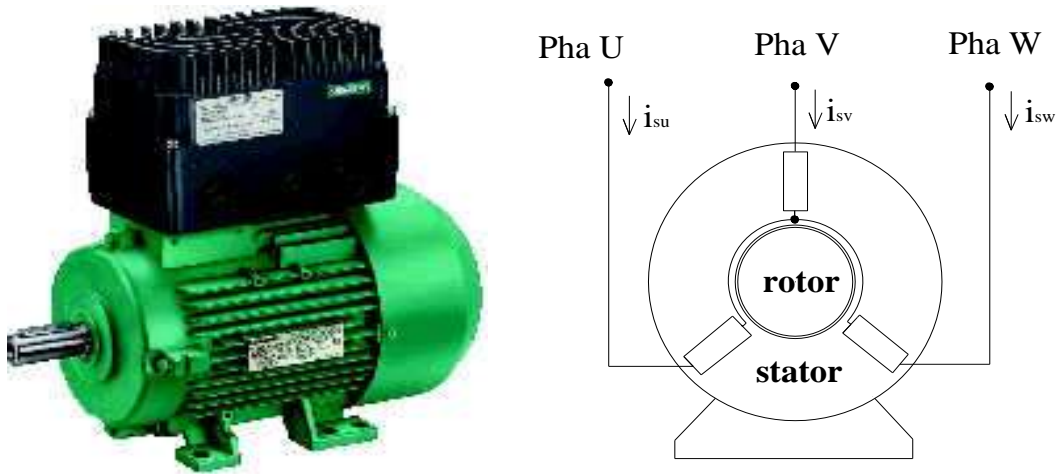
# CHƯƠNG 1. MÔ HÌNH LIÊN TỤC ĐỘNG CƠ KHÔNG ĐỒNG BỘ ROTOR LỒNG SÓC TRÊN HỆ TỌA ĐỘ CỐ ĐỊNH $\alpha\beta$ VÀ HỆ TỌA ĐỘ TỰA THEO TỪ THÔNG ROTOR $dq$

## 1.1. Vector không gian và các đại lượng ba pha

### 1.1.1. Xây dựng vector không gian - Hệ tọa độ cố định $\alpha\beta$

Động cơ không đồng bộ có cấu tạo gồm hai phần chính: Phần cố định stator và phần quay rotor. Trên stator người ta đặt các cuộn dây u, v, w lệch nhau một góc  $120^\circ$  điện. Rotor có hai loại: Lồng sóc và dây quấn. Để tổng quát, ta xét một động cơ rotor lồng sóc. Khi có điện áp ba pha xoay chiều cấp vào các cuộn dây stator, sẽ tạo ra một từ trường quay, từ trường này sẽ cảm ứng lên rotor một suất điện động cảm ứng, do rotor kín mạch nên sẽ xuất hiện dòng điện chạy trong rotor. Dòng điện này và từ trường quay tác động với nhau sẽ tạo ra một momen làm quay rotor.

Động cơ xoay chiều ba pha dù là động cơ đồng bộ hay không đồng bộ đều có ba cuộn dây stator với dòng điện ba pha, bố trí không gian tổng quát như trong hình 1.1:



Hình 1.1 Sơ đồ cuộn dây và dòng stator của động cơ xoay chiều ba pha

Trong hình trên ta không quan tâm đến việc động cơ được đấu theo hình sao hay hình tam giác. Ba dòng điện  $i_{su}$ ,  $i_{sv}$ ,  $i_{sw}$  là ba dòng chảy từ lưới qua đầu nối vào động cơ. Khi chạy động cơ bằng biến tần, đó là ba dòng ở đầu ra của biến tần. Ba dòng điện đó thỏa mãn phương trình:

$$i_{su}(t) + i_{sv}(t) + i_{sw}(t) = 0 \quad (1.1)$$

Trong đó từng dòng điện pha thỏa mãn các công thức sau:

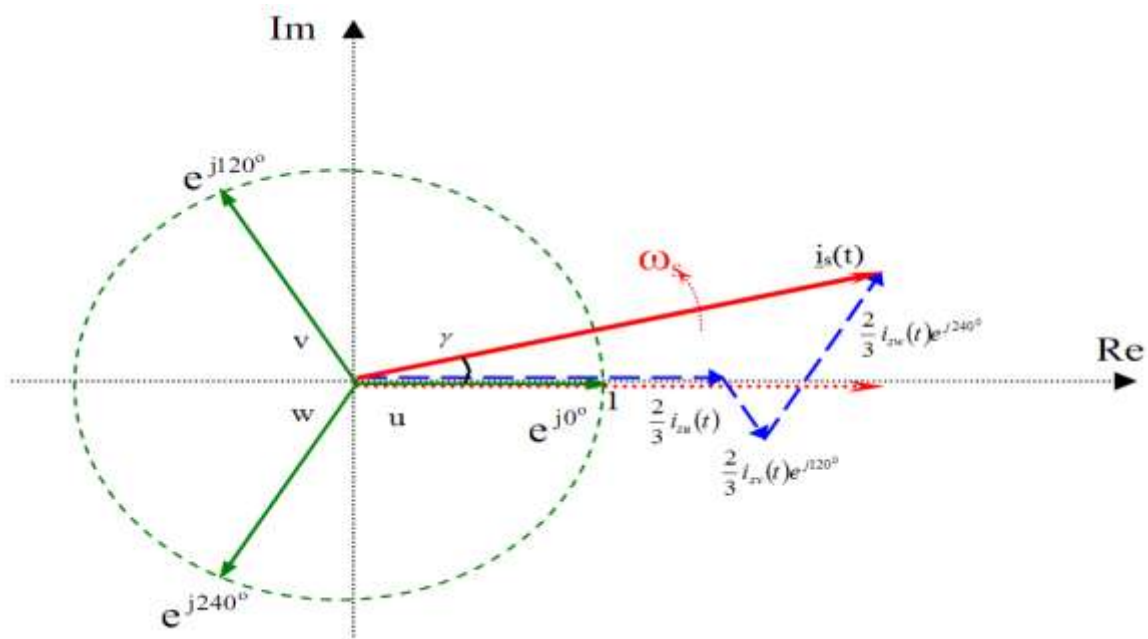


$$\begin{cases} i_{su}(t) = |i_s| \cos(\omega_s t) \\ i_{sv}(t) = |i_s| \cos(\omega_s t + 120^\circ) \\ i_{sw}(t) = |i_s| \cos(\omega_s t + 240^\circ) \end{cases} \quad (1.2)$$

Về phương diện mặt phẳng cơ học (mặt cắt ngang), động cơ xoay chiều ba pha có ba cuộn dây lệch nhau một góc  $120^\circ$  trong không gian. Nếu trên mặt cắt đó ta thiết lập một hệ tọa độ phức với trục thực đi qua trục cuộn dây u của động cơ, ta có thể xây dựng vector không gian sau:

$$\underline{i}_s(t) = \frac{2}{3} \left[ i_{su}(t) + i_{sv}(t)e^{j120^\circ} + i_{sw}(t)e^{j240^\circ} \right] = |i_s| e^{j\gamma} \quad (1.3)$$

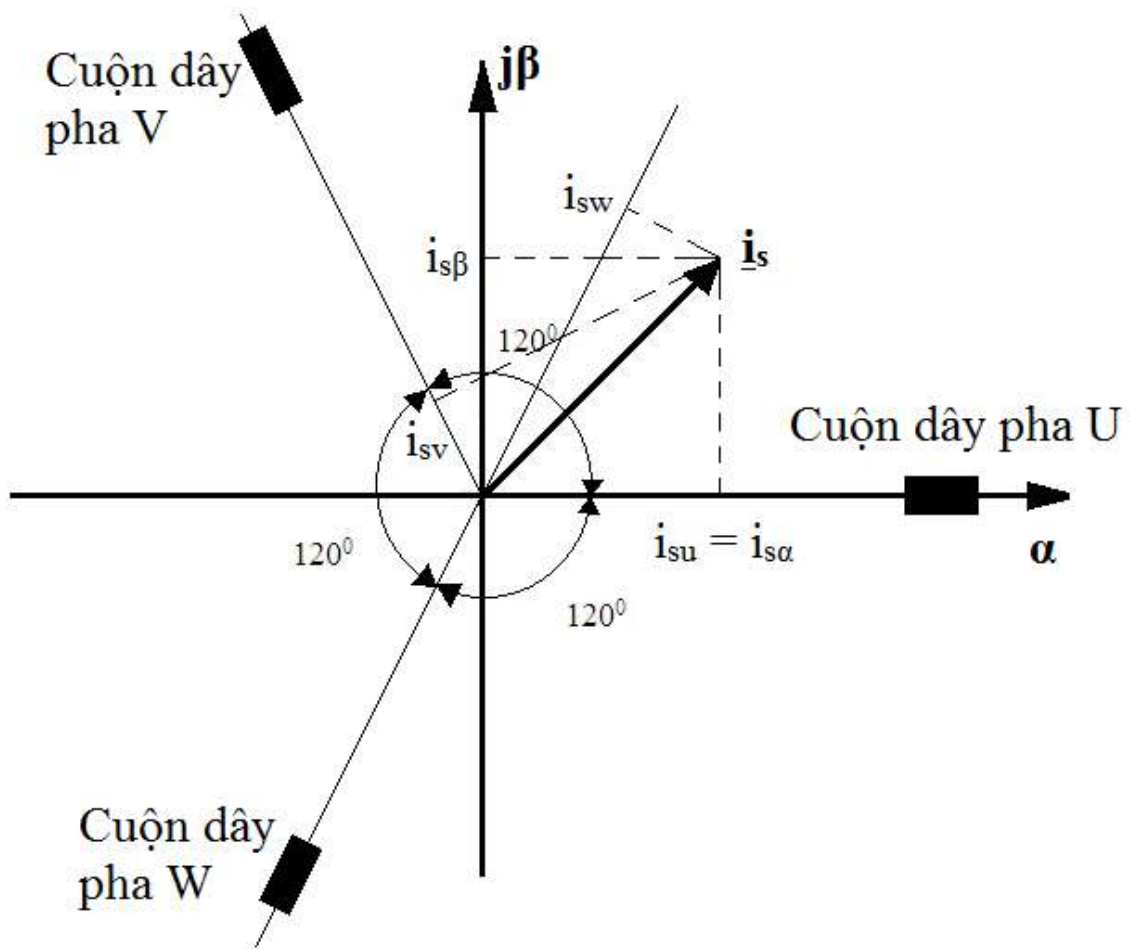
Theo công thức (1.3), vector  $\underline{i}_s(t)$  là một vector có modul không đổi quay trên mặt phẳng phức (cơ học) với tốc độ góc  $\omega_s = 2\pi f_s$  và tạo với trục thực (đi qua trục cuộn dây pha u) một góc pha  $\gamma = \omega_s t$ . Trong đó  $f_s$  là tần số mạch stator. Việc xây dựng vector  $\underline{i}_s(t)$  được mô tả trong hình 1.2.



Hình 1.2 Thiết lập vector không gian từ các đại lượng ba pha

Qua hình 1.2 ta dễ dàng thấy được các dòng điện của từng pha chính là hình chiếu của vector mới thu được lên trục của cuộn dây pha tương ứng. Đối với các đại lượng khác của động cơ như: điện áp, dòng rotor, từ thông stator hoặc từ thông rotor, ta đều có thể xây dựng các vector không gian tương ứng như đối với dòng điện kể trên. Người ta đặt tên cho trục thực của mặt phẳng phức nói trên là trục  $\alpha$  và trục ảo là trục  $\beta$  và hãy quan

sát hình chiếu của vector dòng ở trên xuống hai trục đó. Hai hình chiếu đó được gọi là hai dòng  $i_{s\alpha}$  và  $i_{s\beta}$  (hình 1.3).



Hình 1.3 Biểu diễn dòng điện stator dưới dạng vector không gian với các phần tử  $i_{s\alpha}$  và  $i_{s\beta}$  thuộc hệ tọa độ stator cố định

Có thể nhận thấy rằng hai dòng điện kể trên là hai dòng hình sin. Như trong lý thuyết máy điện đã đề cập đến một cách kỹ lưỡng: ta có thể hình dung ra một động cơ điện tương ứng với hai cuộn dây cố định  $\alpha$  và  $\beta$  thay thế cho ba cuộn u, v và w. Điều cần ghi nhớ ở đây là: hệ tọa độ nói trên là hệ tọa độ stator cố định, để phân biệt với các hệ tọa độ quay sẽ được đề cập đến sau này.

Trên cơ sở công thức (1.1) kèm theo điều kiện điểm trung tính của ba cuộn dây stator không nối đất, ta chỉ cần đo 2 trong số 3 dòng điện stator (ví dụ  $i_{su}$  và  $i_{sv}$ ) là đầy đủ thông tin về vector  $\underline{i}_s(t)$  với các thành phần trong công thức (1.4). Cần ghi nhớ rằng công thức (1.4) chỉ đúng khi trục của cuộn dây pha u được chọn làm trục quy chiếu chuẩn như trong hình 1.3.