BỘ GIÁO DỤC VÀ ĐÀO TẠO BỘ GIAO THÔNG VẬN TẢI

TRƯỜNG ĐẠI HỌC HÀNG HẢI

***

KS. NGUYỄN NGỌC ANH

NGHIÊN CỨU ĐẶC TÍNH ĐỘNG HỆ THỐNG TRUYỀN ĐỘNG ĐIỆN ĐỘNG CƠ KHÔNG ĐỒNG BỘ GIỮ CHO TỪ THÔNG STATO KHÔNG ĐỔI

Chuyên ngành: Điện tự động
Mã số: 2.05.02

Luận văn thạc sỹ kỹ thuật

Người hướng dẫn khoa học: PGS-TSKH Thân Ngọc Hoàn

1-176
TRƯỜNG ĐẠI HỌC GTVT TP.HCM
THƯ VIỆN
Ths. TDD 05

TP HỒ CHÍ MINH - 2003

MỤC LỤC

LỜI CÁM ƠN 1

TỔNG QUAN 2

CHƯƠNG 1. HỆ THỐNG TRUYỀN ĐỘNG ĐIỆN ĐỘNG CƠ DỊ BỘ ĐIỀU KHIỂN MÔ MEN BẰNG GIỮ CHO TỪ THÔNG KHÔNG ĐỔI 5

1.1 Tổng quan các hệ thống truyền động điện dòng điện xoay chiều..... 5

1.2 Phương pháp gián tiếp ổn định từ thông..... 11

1.2.1 Phương pháp gián tiếp ổn định từ thông bằng cách thay đổi điện áp stato khi tần số điện áp nạp stato thay đổi. *12*

1.2.2 Phương pháp gián tiếp ổn định từ thông bằng điều khiển biên độ dòng stato theo tần số độ trượt. *13*

1.2.3 Phương pháp điều khiển trùng từ trường. *14*

1.3 Phương pháp điều khiển từ thông trực tiếp..... 15

1.3.1 Phương pháp điều khiển trực tiếp biên độ từ thông..... *15*

1.3.2 Phương pháp điều khiển trùng từ trường. *16*

CHƯƠNG 2. ĐẶC TÍNH ĐỘNG CỦA CÁC HỆ THỐNG TRUYỀN ĐỘNG ĐIỆN ĐIỀU CHỈNH TỐC ĐỘ BẰNG ĐIỀU CHỈNH TẦN SỐ..... 17

2.1 Tính chất động khi gián tiếp giữ cho biên độ từ thông ổn định bằng thay đổi dòng stato theo hàm độ trượt (is-ωr)..... 17

2.2 Tính chất động khi trực tiếp giữ ổn định biên độ từ thông..... 20

2.3 Mối quan hệ pha giữa véc tơ từ thông và dòng điện..... 22

2.4 Hệ thống truyền động điện động cơ không đồng bộ nạp từ bộ biến tần có điều chỉnh dòng điện stator..... 24

CHƯƠNG 3. MÔ PHỎNG HỆ THỐNG TRUYỀN ĐỘNG ĐIỆN ĐỘNG CƠ KHÔNG ĐỒNG BỘ GIỮ CHO TỪ THÔNG STATO KHÔNG ĐỔI 32

3.1 Giới thiệu MATLAB 32

3.2 Xây dựng động cơ dị bộ bằng MATLAB 34
3.3 Mô phỏng khối giữ từ thông stator không đổi 39
3.4 Mô phỏng bộ biến tần. 40
3.5 Mô phỏng khối mạch điều chỉnh tốc độ 41
3.6 Mô phỏng khối bộ tạo tín hiệu dòng yêu cầu. 42
3.7 Mô hình khối bộ điều khiển trễ các dòng điện 3 pha. 43
3.8 Mô hình hệ thống truyền động điện động cơ không đồng bộ nạp từ bộ biến tần có điều chỉnh dòng. 44
3.9 Kết quả mô phỏng 44
3.10 Kết luận 50

DANH SÁCH HÌNH VẼ

Hình 1-1 Đặc tính cơ của động cơ dị bộ 5
Hình 1-2 Đặc tính cơ của động cơ dị bộ với bộ biến đổi có điều chỉnh dòng ... 6
Hình 1-3 Đặc tính cơ của động cơ đồng bộ với bộ biến đổi điều chỉnh dòng stato 7
Hình 1-4 a) Hệ thống điều khiển ngoài; b) Hệ thống điều khiển trong 8
Hình 1-5 Động cơ nạp từ bộ biến tần trực tiếp nguồn áp có điều chỉnh độ rộng xung 9
Hình 1-6 Động cơ nạp từ bộ biến tần gián tiếp nguồn áp có điều khiển độ rộng xung 10
Hình 1-7 Đặc tính mô men tức thời ứng với 1-5 và 1-6 10
Hình 1-8 a,b) Động cơ nạp từ bộ biến tần gián tiếp nguồn dòng và đặc tính mô men tức thời 11
Hình 1-9 Đặc tính cơ của máy điện dị bộ điều khiển theo phương pháp gián tiếp ổn định từ thông bằng thay đổi điện áp stato khi tần số điện áp nạp thay đổi (1.2a) 13
Hình 1-10 Đặc tính cơ của máy điện dị bộ điều khiển theo phương pháp gián tiếp ổn định từ thông bằng điều khiển biên độ dòng stato theo tần số độ trượt (1.3) 14
Hình 1-11 Xác định các thành phần của dòng điện stato trên hệ toạ độ αβ ... 15
Hình 1-12 Sơ đồ cấu trúc điều khiển trực tiếp biên độ từ thông máy dị bộ 15
Hình 1-13 Sơ đồ cấu trúc điều khiển trực tiếp biên độ từ thông máy dị bộ bằng phương pháp trùng từ trường. ($R\psi_s$ - bộ điều chỉnh từ thông, $R\omega_m$- bộ điều chỉnh tốc độ) 16
Hình 2-1 Hệ thống TĐĐ điều khiển bằng phương pháp giữ từ thông stato không đổi bằng thay đổi độ trượt (is-ωr). 18

Hình 2-2 Đáp ứng của hệ thống khi thay đổi đại lượng điều khiển ω_r^* 19
Hình 2-3 Cách xây dựng đặc tính mô men 20
Hình 2-4 Hệ thống điều chỉnh bằng thay đổi trực tiếp từ thông 20
Hình 2-5 Đặc tính I_s - ω_r 21
Hình 2-6 Hệ thống điều chỉnh bằng thay đổi trực tiếp từ thông với thay đổi trực tiếp góc β 22
Hình 2-7 Đặc tính khi mô men m_Z thay đổi nhẩy bậc 23
Hình 2-8 Hệ thống điều khiển với bộ biến tần gián tiếp nguồn dòng 25
Hình 2-9 Hệ thống điều khiển với bộ biến tần gián tiếp nguồn áp 25
Hình 2-10 Sơ đồ nguyên lý các hệ thống TĐĐĐCKĐB ba pha nạp từ BBT có điều chỉnh dòng stator 26
Hình 2-11 Biểu diễn sơ đồ khối BBT điều chỉnh dòng stato 26
Hình 2-12 Sơ đồ khối máy điện KĐB điều chỉnh dòng stator 27
Hình 2-13 Quan hệ các đại lượng ra của BBT 29
Hình 2-14 Sơ đồ tổng thể BBT điều chỉnh dòng stator 31
Hình 3-1 Mô hình động cơ không đồng bộ rotor lồng sóc trên hệ trục toạ độ $\alpha\beta$ 35
Hình 3-2 Mô hình động cơ không đồng bộ rotor lồng sóc trên toạ độ $\alpha\beta$ xây dựng trên Matlab 37
Hình 3-3 Mô hình khối chuyển đổi hệ 3 pha sang hệ 2 pha trên Matlab 38
Hình 3-4 Mô hình khối chuyển đổi hệ 2 pha sang hệ 3 pha trên Matlab 39
Hình 3-5 Mô phỏng khối giữ từ thông Stato không đổi trên Matlab 40
Hình 3-6 Mô phỏng bộ biến tần trên Matlab 40
Hình 3-7 Mô phỏng khối mạch điều chỉnh tốc độ trên Matlab 41
Hình 3-8 Mô phỏng khối tạo tín hiệu dòng yêu cầu 42
Hình 3-9 Mô phỏng khối điều khiển trễ dòng điện 3 pha. 43
Hình 3-10 Mô phỏng hệ thống điều khiển động cơ dị bộ từ bộ biến tần có điều chỉnh dòng 44

Hình 3-11 Quá trình quá độ khi khởi động động cơ với các đường đặc tính M,W 45
Hình 3-12 Quá trình quá độ khi khởi động động cơ với các đường đặc tính I_a, I_b, I_c 45
Hình 3-13 Đặc tính M,W khi thay đổi tốc độ w = 22Rad/s → 28Rad/s 46
Hình 3-14 Đặc tính I_a, I_b, I_c khi thay đổi tốc độ W = 22Rad/s → 28Rad/s 46
Hình 3-15 Đặc tính mô men và tốc độ khi đổi chiều quay motor 47
Hình 3-16 Đặc tính dòng Ia, Ib, Ic khi đổi chiều quay motor 47
Hình 3-17 Đặc tính M,W với M=1,5Kgm, W=15Rad/s 48
Hình 3-18 Đặc tính Ia, Ib, Ic với M=1,5Kgm, W=15Rad/s 48
Hình 3-19 Đặc tính M,W với M=0,5Kgm, W=15Rad/s 49
Hình 3-20 Đặc tính M,W với M=1,5Kgm, W=15Rad/s 49

LỜI CÁM ƠN

Lời đầu tiên, tác giả xin chân thành cám ơn Ban giám hiệu Trường Đại học Hàng hải Việt nam, Thầy chủ nhiệm và các Thầy cô trong Khoa Đào tạo sau Đại học Trường Đại học Hàng hải Việt nam, các thầy cô đã tham gia giảng dạy và đã giúp đỡ, tạo mọi điều kiện thuận lợi cho tác giả trong quá trình theo học tại trường và thực hiện đề tài này.

Tác giả xin chân thành cám ơn các thầy cô trong khoa Điện - Điện tử, Trường Đại học Hàng hải và các đồng nghiệp đã giúp đỡ, đóng góp ý kiến quý báu cho bản luận văn này.

Đặc biệt, tác giả bày tỏ lòng biết ơn sâu sắc thầy giáo, PGS - TSKH Thân Ngọc Hoàn đã hết lòng, tận tâm hướng dẫn và giúp đỡ tác giả trong suốt thời gian làm luận văn cũng như thời gian học tập tại trường.

Tuy nhiên, do thời gian nghiên cứu có hạn, khó khăn về tài liệu, trình độ chuyên môn hạn chế và trong khuôn khổ một luận văn thạc sỹ, các vấn đề đã đề cập trong đề tài chắc chắn còn nhiều thiếu sót, nhiều vấn đề cần hoàn thiện. Với mong muốn hoàn thiện vấn đề đang nghiên cứu, tác giả xin chân thành cám ơn các ý kiến góp ý và hợp tác của các thầy cô và đồng nghiệp.

Xin chân thành cám ơn.

Thành phố Hồ Chí Minh, ngày 27 tháng 01 năm 2003

Học viên

Nguyễn Ngọc Anh

TỔNG QUAN

Trong những năm gần đây truyền động điện động cơ xoay chiều đã phát triển mạnh do những ưu điểm nổi bật của nó như kích thước và trọng lượng nhỏ, làm việc với độ tin cậy cao, giá thành rẻ, ít phải bảo dưỡng, vận hành đơn giản. Tuy nhiên so với động cơ một chiều việc điều chỉnh tốc độ động cơ dị bộ khó khăn hơn, tính mềm trong điều khiển kém hơn.

Trước đây khi công nghiệp điện tử công suất còn chưa phát triển mạnh việc điều chỉnh tốc độ động cơ dị bộ lồng sóc thực hiện chủ yếu bằng thay đổi điện áp hoặc thay đổi số đôi cặp cực. Đây là những biện pháp chỉ áp dụng khi phạm vi điều chỉnh không lớn [1,2,3]. Để mở rộng phạm vi điều chỉnh tốc độ đối với động cơ dị bộ nói chung, động cơ dị bộ lồng sóc nói riêng ta phải áp dụng phương pháp điều chỉnh tần số nạp [1,2,3,4,6]. Nhờ sự phát triển mạnh mẽ của ngành công nghiệp điện tử, đặc biệt ngành công nghiệp điện tử công suất, việc chế tạo thành công các bộ biến tần tĩnh đã giúp cho việc điều chỉnh tốc độ động cơ dị bộ lồng sóc dễ dàng, thuận tiện hơn. Có thể nói việc điều chỉnh tốc độ của động cơ dị bộ lồng sóc hiện nay đã tiệm cận được với tính chất điều chỉnh tốc độ của động cơ một chiều.

Trong phương pháp điều chỉnh tốc độ động cơ dị bộ lồng sóc bằng thay đổi tần số, một yêu cầu rất cơ bản là khi thay đổi tần số ta phải giữ cho từ thông không đổi nhằm đảm bảo cho động cơ làm việc ở chế độ định mức, giữ cho khả năng quá tải của động cơ không đổi. Đã có nhiều công trình bàn về phương pháp điều chỉnh tốc độ động cơ giữ cho từ thông không đổi [4,6,17,18,19]. Trong đó [4,6] trình bày vấn đề lý thuyết về các hệ thống điều chỉnh tốc độ động cơ dị bộ bằng phương pháp thay đổi tần số, còn [19] trình bày phương pháp điều chỉnh tốc độ động cơ dị bộ bằng phương pháp trùng véc tơ. Công trình [17] trình bày đặc tính động của động cơ dị bộ nạp từ bộ biến tần có thay đổi dòng điện nạp stato và [18] là công trình thực hiện nghiên cứu

bằng mô phỏng hệ thống truyền động điện động cơ dị bộ nạp từ bộ biến tần nguồn điện áp.

Để nghiên cứu các hệ thống truyền động điện ta có thể thực hiện trên mô hình thực hoặc trên mô hình mô phỏng. Việc thực hiện trên mô hình thực đòi hỏi phải có mô hình một hệ thống thực, điều này yêu cầu phải có thời gian và tài chính. Tuy kết quả của mô hình vật lý là tin cậy nhưng lại không có tính vạn năng và đắt tiền. Mỗi khi thay đổi tính chất đại lượng điều chỉnh hay đối tượng điều chỉnh ta lại phải xây dựng lại mô hình mới. Vì lý do đó, ngày nay do sự phát triển của công nghệ tin học việc nghiên cứu các hệ thống được tiến hành bằng mô hình mô phỏng.

Hiện đã có nhiều tài liệu thực hiện mô phỏng số hệ thống truyền động điện được công bố [12,13,17,18,19]. Trong đó [13] thực hiện mô phỏng so sánh các hệ thống bộ biến đổi dòng xoay chiều, [12] mô phỏng hệ thống truyền động điện động cơ dị bộ rotor lồng sóc ở hệ trục pha. Hai công trình này nghiên cứu mô phỏng bằng ngôn ngữ Pascal. MATLAB hiện là phần mềm có rất nhiều ứng dụng trong nghiên cứu mô phỏng. Các công trình [17,18,19] áp dụng phần mềm MATLAB để nghiên cứu các hệ thống truyền động điện dòng xoay chiều với những phương pháp điều khiển khác nhau. Do tính đa dạng của hệ thống truyền động điện dòng xoay chiều điều chỉnh tần số nên mặc dầu có nhiều công trình đã công bố nhưng vẫn còn những vấn đề cần được nghiên cứu thêm. Đề tài "Nghiên cứu đặc tính động của hệ thống truyền động điện động cơ dị bộ khi giữ cho từ thông Stator không đổi" nhằm mục đích góp thêm một nghiên cứu nữa cho hệ thống truyền động điện dòng điện xoay chiều.

Mục đích cơ bản của đề tài là mô phỏng hệ thống truyền động điện dòng xoay chiều nhằm nghiên cứu tính chất của hệ thống khi điều chỉnh tốc độ bằng thay đổi tần số và giữ cho từ thông stato không đổi.

Luận văn gồm 3 chương:

Chương 1 Hệ thống truyền động điện động cơ dị bộ điều khiển mô men bằng giữ cho từ thông không đổi.

Chương này trình bày một cách tổng quan các hệ thống truyền động điện dòng xoay chiều có điều chỉnh tốc độ bằng thay đổi tần số và giữ cho từ thông không đổi.

Chương 2 Đặc tính động của hệ thống truyền động điện điều chỉnh tốc độ bằng điều chỉnh tần số.

Chương này trình bày đặc tính động của hệ thống truyền động điện dòng xoay chiều khi thay đổi tần số.

Chương 3 Mô phỏng hệ thống truyền động điện dòng xoay chiều nạp từ bộ biến tần giữ cho từ thông stato không đổi.

Chương này tác giả xây dựng mô hình hệ thống và tiến hành mô phỏng bằng phần mềm MATLAB.

Tác giả xin chân thành cám ơn các thầy cô giáo trong Khoa Đào tạo sau Đại học, Khoa Điện - Điện tử tàu biển Trường Đại học Hàng hải Việt nam. Các thầy cô và đồng nghiệp trong khoa Điện - Điện tử viễn thông Trường Đại học giao thông vận tải Thành phố Hồ Chí Minh đã tạo mọi điều kiện thuận lợi và giúp đỡ tác giả hoàn thành bản luận văn này.

Đặc biệt xin cám ơn PGS - TSKH Thân Ngọc Hoàn, người hướng dẫn chính cho bản luận văn này. Xin chân thành cám ơn.

Do thời gian và trình độ có hạn luận văn không tránh khỏi những thiếu sót. Mong các thầy cô và các đồng nghiệp đóng góp ý kiến để công trình được hoàn thiện hơn.

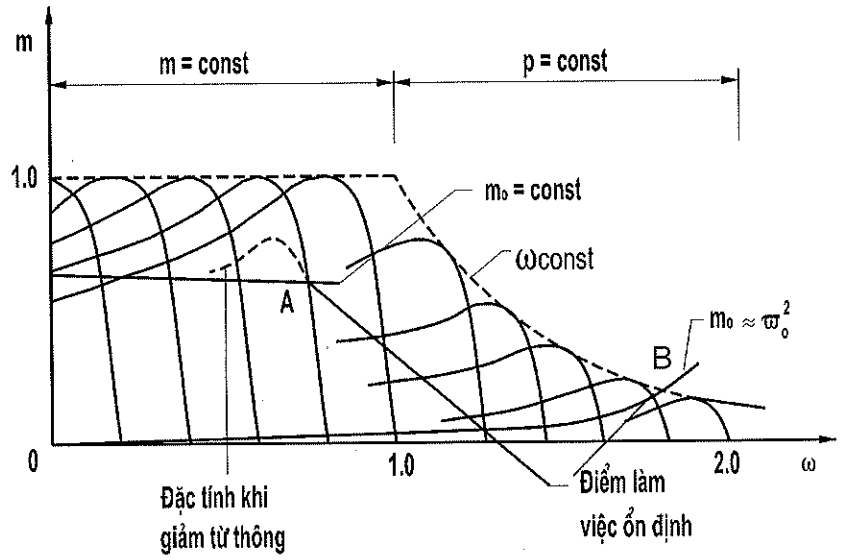
CHƯƠNG 1

HỆ THỐNG TĐĐ ĐỘNG CƠ DỊ BỘ ĐIỀU KHIỂN MÔ MEN BẰNG GIỮ CHO TỪ THÔNG KHÔNG ĐỔI

1.1 Tổng quan các hệ thống truyền động điện dòng điện xoay chiều.

Những hệ thống truyền động điện động cơ dị bộ lồng sóc và đồng bộ có yêu cầu chất lượng điều chỉnh tốc độ cao thường được nạp từ bộ biến tần. Thể loại bộ biến tần sử dụng trong hệ thống phụ thuộc vào các thông số kỹ thuật.

Đặc tính cơ của động cơ dị bộ được biểu diễn trên hình 1-1. Giống như đối với các hệ thống truyền động với động cơ một chiều kích từ độc lập, ta phân biệt thành 2 vùng: vùng điều chỉnh với mô men không đổi (m, ψ = const) và vùng điều chỉnh với công suất không đổi (P, u_s = const).

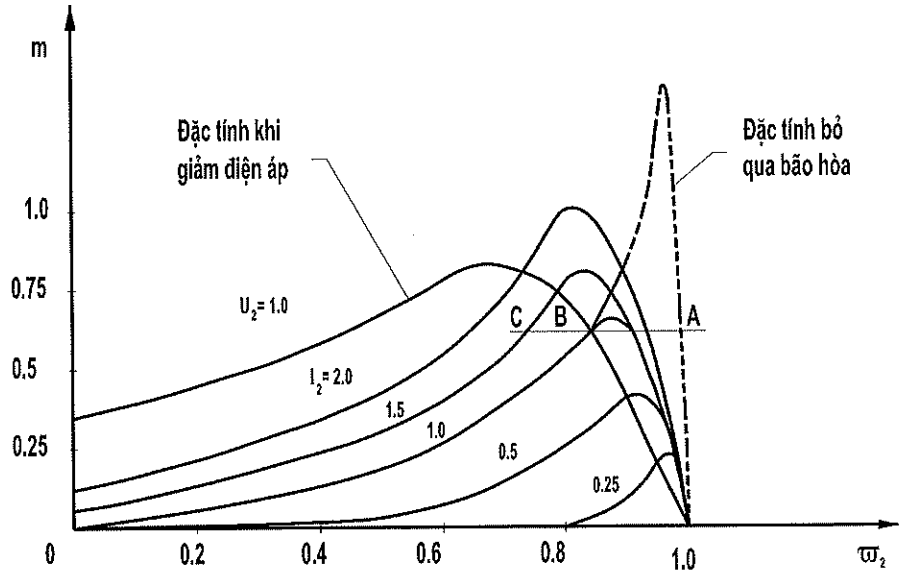


Hình 1-1 Đặc tính cơ của động cơ dị bộ

Điểm A, B ký hiệu trên bản vẽ ứng với chế độ làm việc ổn định với mô men tải không đổi (A) và mô men tải thay đổi (B). Trong vùng điều chỉnh thứ nhất (m = const) mô men có thể thay đổi với từ thông không đổi (ψ = const) bằng điều chỉnh tần số độ trượt hoặc giữ cho tần số độ trượt không đổi (ω_{Rn}= const) mà điều chỉnh từ thông.

Cũng có thể điều chỉnh theo chương trình cả hai đại lượng nhằm làm tối thiểu hóa tổn hao hệ thống truyền động. Nếu động cơ dị bộ được nạp điện từ bộ biến đổi có điều chỉnh dòng stato thì đặc tính cơ của nó có dạng như hình 1-2.

Để so sánh, ta còn biểu diễn trên hình vẽ đặc tính khi nạp động cơ từ bộ biến đổi có điều chỉnh điện áp (u_s = 1). Ta nhận thấy khi nạp động cơ bằng bộ biến đổi điều chỉnh dòng, máy điện làm việc với giá trị độ trượt ω_r nhỏ hơn nhiều khi nạp bằng bộ biến đổi có điều chỉnh điện áp.

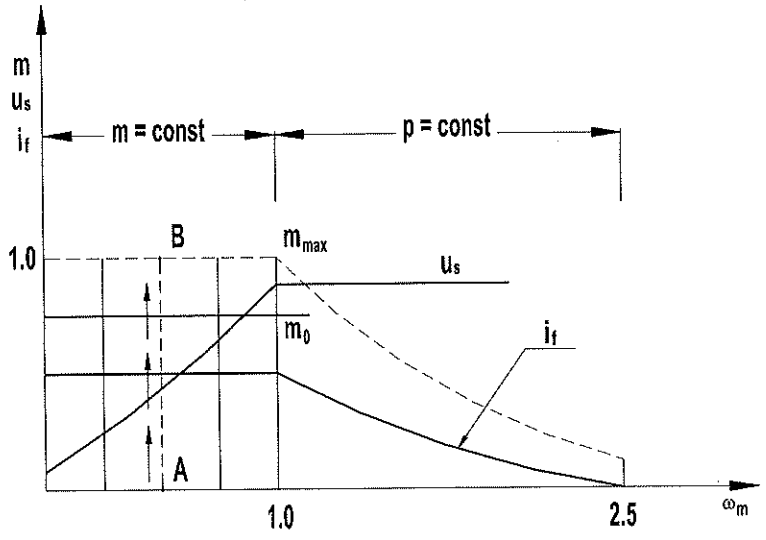


Hình 1-2 Đặc tính cơ của động cơ dị bộ với bộ biến đổi có điều chỉnh dòng

Cùng một giá trị mô men máy có thể làm việc tại vùng ổn định (điểm A) hoặc vùng không ổn định (điểm B) nhưng máy làm việc ở phần ổn định gây bào hòa từ lớn nên công tác không kinh tế. Máy làm việc ở vùng không ổn

định của đặc tính cơ nhưng có dòng rất lớn (điểm C) thì cũng không kinh tế do tổn hao nhiều. Chế độ làm việc tối ưu đạt được khi máy làm việc trên đặc tính ứng với chế độ từ thông không đổi (cho r_s= 0) đó là điểm B. Điểm B làm việc trên đoạn không ổn định của đặc tính nên hệ thống làm việc với bộ điều khiển dòng phải làm việc trong hệ thống kín. Các bộ điều chỉnh dùng ở mạch phản hồi trong hệ thống kín có thể là loại điều tốc, hoặc điều chỉnh điện áp.

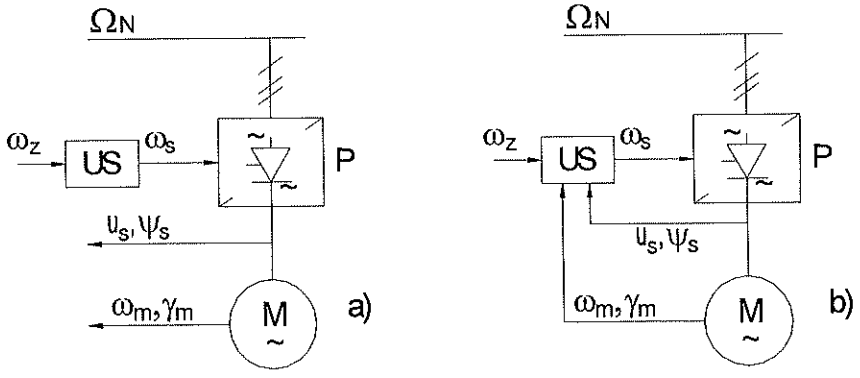
Cùng với sự phát triển của các bộ biến tần ti-ri-sto, các hệ thống truyền động điện dùng động cơ đồng bộ trong công nghiệp cũng phát triển. Trong số các máy đồng bộ được dùng người ta quan tâm nhiều đến loại máy đồng bộ có nam châm vĩnh cửu (Permanent magnet machines) và máy có cuộn dây kích từ độc lập. Với loại máy thứ nhất có hiệu suất cao nhưng không khử được hiện tượng phản ứng phần ứng. Chính vì thế trong các hệ thống truyền động điện người ta dùng máy đồng bộ có cuộn dây kích từ độc lập. Lúc này máy điện có thể làm việc với hệ số công suất xấp xỉ 1 hoặc âm, điều này làm đơn giản và giảm được vốn đầu tư cho mạch năng lượng của bộ biến đổi tần số. Tốc độ động cơ đồng bộ có thể thay đổi bằng thay đổi tần số nạp. Đặc tính cơ biểu diễn ở hình 1-3.



Hình 1-3 Đặc tính cơ của động cơ đồng bộ với bộ biến đổi điều chỉnh dòng stato

Khi động cơ làm việc với tốc độ trên tốc độ định mức, điện áp trên các cực máy không đổi, điều đó đòi hỏi tăng tần số nạp, giảm từ thông và mô men. Khi điện áp và tần số không đổi mà mô men tăng, điểm làm việc sẽ dịch chuyển trên đặc tính theo hướng thẳng đứng và đạt được giá trị cực đại tại điểm B. Những tổ hợp điện áp khác nhau sẽ ứng với những đường thẳng đứng khác nhau. Trong một số trường hợp dòng kích từ có thể phụ thuộc vào điểm công tác được điều chỉnh nhằm đạt được hệ số công suất thích hợp. Khi nạp máy đồng bộ bằng bộ biến tần có điều chỉnh dòng stato đặc tính cơ giống như trên. Dưới đây ta đưa ra một số chú ý, một vài định nghĩa cho cả 2 loại máy điện sẽ sử dụng trong những phần sau :

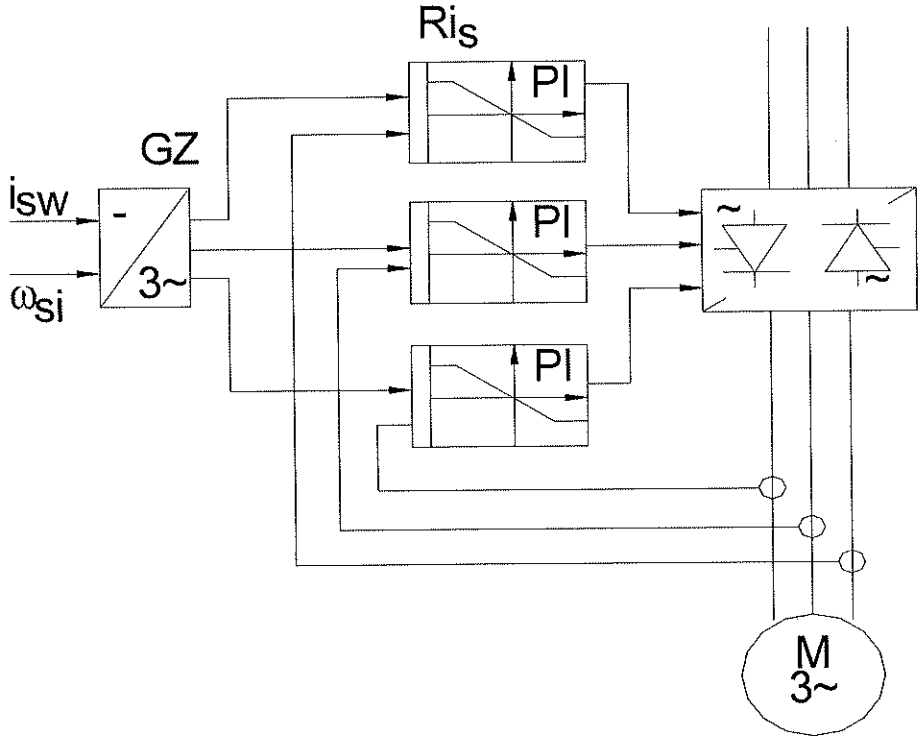
- Các hệ thống điều khiển tổng quát có thể chia ra làm hệ thống điều khiển ngoài, hệ thống điều khiển trong.
- Hệ thống điều khiển ngoài (Hình 1-4a) là hệ thống thực hiện điều khiển tần số ω_s của bộ biến tần P nạp rô to máy điện xoay chiều M xảy ra bằng thiết bị ngoài.
- Hệ thống điều khiển trong (Hình 1-4b) là hệ thống thực hiện điều khiển tần số ω_s của bộ biến tần P nạp rô to máy điện xoay chiều M xảy ra bằng cách đo những đại lượng chọn, ví dụ tốc độ góc ω_m, γ_m, véc tơ không gian điện áp stato u_s hoặc từ thông ψ_s.



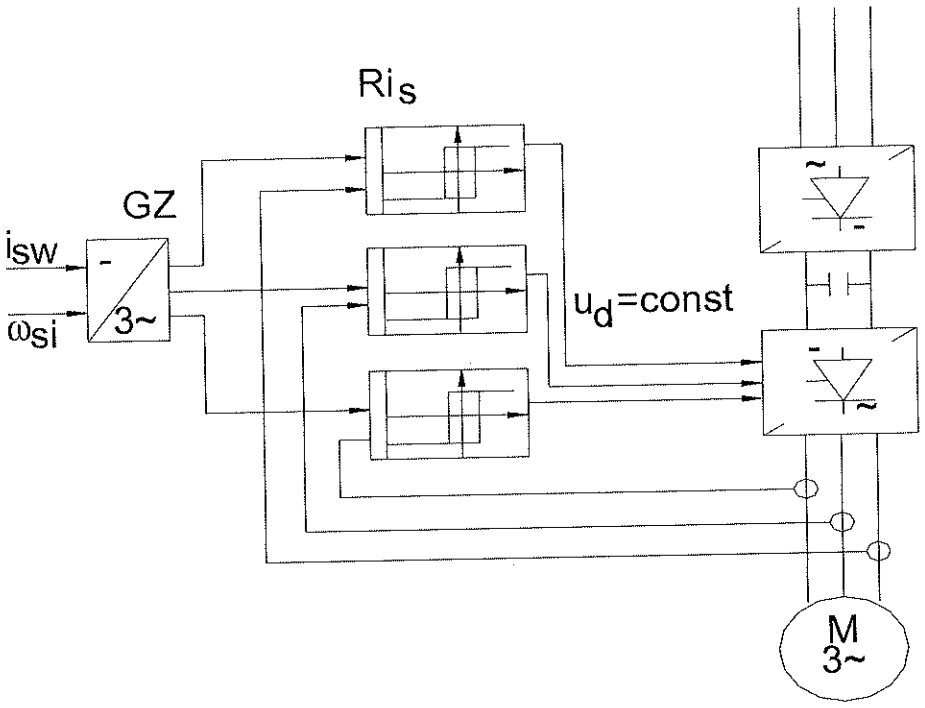
Hình 1-4 a) Hệ thống điều khiển ngoài; b) Hệ thống điều khiển trong

Trong thực tế hệ thống điều khiển ngoài thường dùng cho truyền động nhóm còn điều khiển trong dùng cho các hệ thống riêng biệt trong đó máy điện dòng xoay chiều phải bảo vệ để khỏi dừng dưới điện, còn động cơ đồng bộ thì không bị rời khỏi đồng bộ khi có sự thay đổi mô men tải đột ngột.

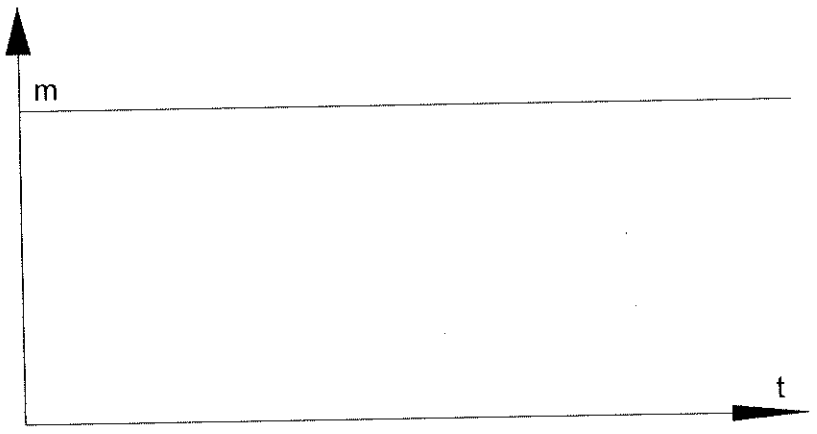
Đặc tính mô men tức thời của máy điện dòng xoay chiều phụ thuộc vào loại bộ biến tần sử dụng. Khi động cơ được nạp từ bộ biến tần trực tiếp hoặc gián tiếp nguồn áp có điều chỉnh độ rộng xung, khi điều khiển thích hợp ta có được dòng điện gần hình sin (Hình 1-5, 1-6), nếu sự phân bố của từ thông trong khe khí là hình sin thì mô men tức thời có giá trị hầu như không đổi (Hình 1-7), còn nếu nạp động cơ bằng bộ biến tần gián tiếp nguồn dòng (Hình 1-8a) thì dòng điện nạp có dạng sóng hình chữ nhật, cùng với sự phân bố hình sin của từ thông trong khe khí thì mô men tức thời có giá trị dao động (Hình 1-8b), do đó ở tốc độ thấp cho động cơ chuyển động không láng.



Hình 1-5 Động cơ nạp từ bộ biến tần trực tiếp nguồn áp có điều chỉnh độ rộng xung

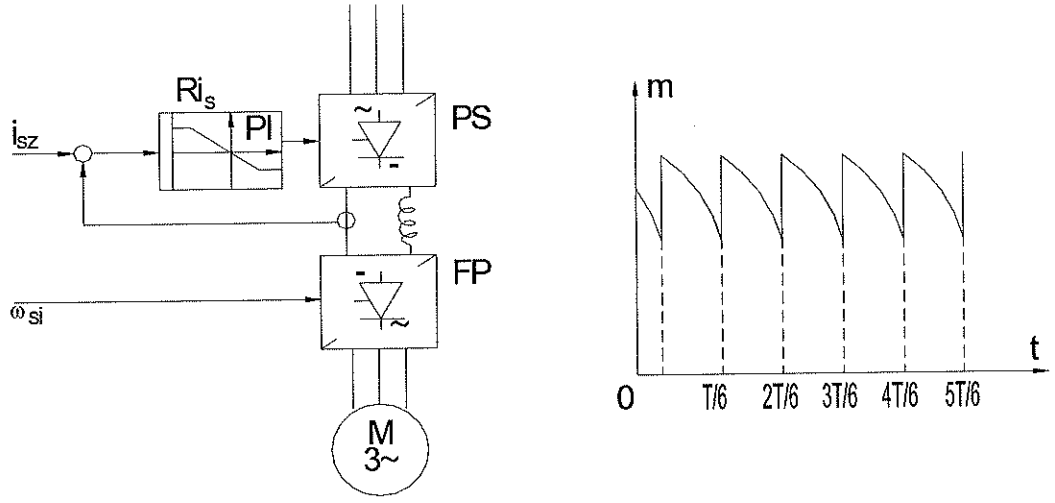


Hình 1-6 Động cơ nạp từ bộ biến tần gián tiếp nguồn áp có điều khiển độ rộng xung



Hình 1-7 Đặc tính mô men tức thời ứng với 1-5 và 1-6

Đó là nguyên nhân giới hạn phạm vi điều chỉnh dưới của hệ thống truyền động. Ta có thể tránh được điều đó nếu sử dụng điều biên dòng điện một cách thích hợp đối với giới hạn điều chỉnh dưới.



Hình 1-8 a,b) Động cơ nạp từ bộ biến tần gián tiếp nguồn dòng và đặc tính mô men tức thời

Máy điện dị bộ rô to lồng sóc khác máy đồng bộ ở chỗ nó không có cuộn dây kích từ vì vậy ở bất kỳ chế độ công tác nào cũng nhận một công suất phản kháng để tạo ra từ thông, do đó điều kiện tối ưu tĩnh của máy dị bộ khác so với máy đồng bộ.

Điều khiển giữ cho từ thông stato không đổi (tối thiểu hóa thành phần I_1)

Giống như ở máy đồng bộ, tối thiểu hóa thành phần

$I_1 = \alpha_1 |\psi_{sN} - \psi_s| \rightarrow 0 \Leftrightarrow \psi_s \rightarrow 1$

thực hiện bằng điều khiển máy dị bộ giữ cho biên độ từ thông stato không đổi và bằng giá trị định mức $\psi_s \rightarrow 1$.

Ta có hai phương pháp: Phương pháp gián tiếp ổn định từ thông và trực tiếp thay đổi từ thông.

1.2 Phương pháp gián tiếp ổn định từ thông.

Phụ thuộc vào sự lựa chọn đại lượng điều khiển (có thể là biên độ điện áp stato u_s hoặc biên độ dòng stato i_s) ta phân biệt thành 3 phương pháp giữ cho từ thông stato ψ_s không đổi :

1.2.1 Phương pháp gián tiếp ổn định từ thông bằng cách thay đổi điện áp stato khi tần số điện áp nạp stato thay đổi.

Mô men động cơ dị bộ có dạng:

$$m = \left(\frac{u_s}{\omega_s}\right)^2 = \frac{l_M^2 r_r \omega_r}{(l_r l_s \omega_r \sigma)^2 + (r_r l_s)^2} \quad (1.1a)$$

Hoặc viết theo từ thông stato ta có:

$$m = \frac{\left(\frac{l_M}{l_s l_r \sigma}\right)^2}{\left(\frac{r_r}{l_r \sigma}\right)^2 + (\omega_r)^2} \psi_s^2 \quad (1.1b)$$

So sánh 2 biểu thức này và lưu ý $\psi_s = 1$ ta có:

$$u_s = \frac{r_s}{x_s} \sqrt{\frac{\left(1 - f_s f_r \sigma \frac{x_s}{r_s}\frac{x_r}{r_r}\right)^2 + \left(f_s \frac{x_s}{r_s} + f_r \frac{x_r}{r_r}\right)^2}{1 + \left(f_r \sigma \frac{x_r}{r_r}\right)^2}} \quad (1.2a)$$

Khi máy chạy không tải lý tưởng $f_r = 0$ biểu thức trên có dạng:

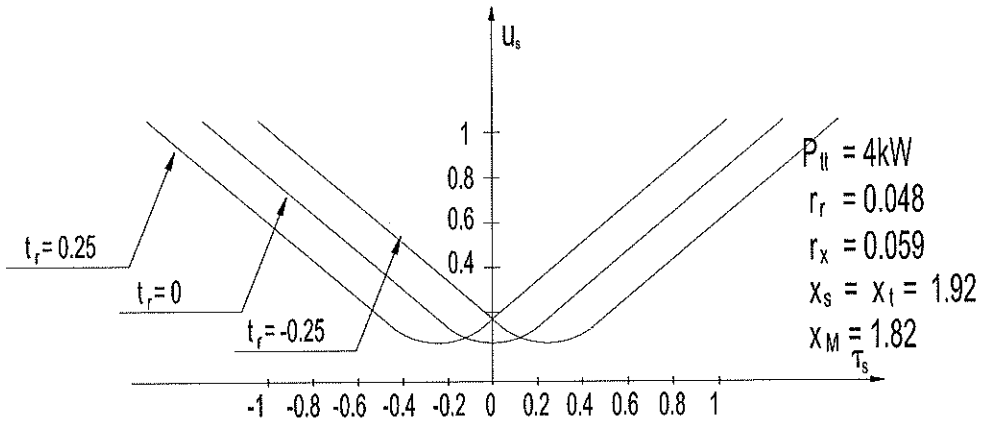
$$u_s = f_s \sqrt{1 + \left(\frac{1}{f_s}\frac{r_s}{x_s}\right)^2} \quad (1.2b)$$

Khi bỏ qua r_s ta có:

$$u_s = f_s \quad (1.2c)$$

Trên hình 1-9 biểu diễn đường đặc tính cơ của máy điện dị bộ điều khiển theo phương pháp gián tiếp ổn định từ thông bằng cách thay đổi điện áp stato khi tần số điện áp nạp thay đổi (1.2a).

Nhược điểm cơ bản của phương pháp này là để giữ cho từ thông động cơ không đổi cần thiết phải dịch chuyển đặc tính phi tuyến $u_s = f(f_s)$ theo tần số của rô to f_r, điều này làm cho việc điều khiển phức tạp thêm.



Hình 1-9 Đặc tính cơ của máy điện dị bộ điều khiển theo phương pháp gián tiếp ổn định từ thông bằng thay đổi điện áp stato khi tần số điện áp nạp thay đổi (1.2a)

1.2.2 Phương pháp gián tiếp ổn định từ thông bằng điều khiển biên độ dòng stato theo tần số độ trượt.

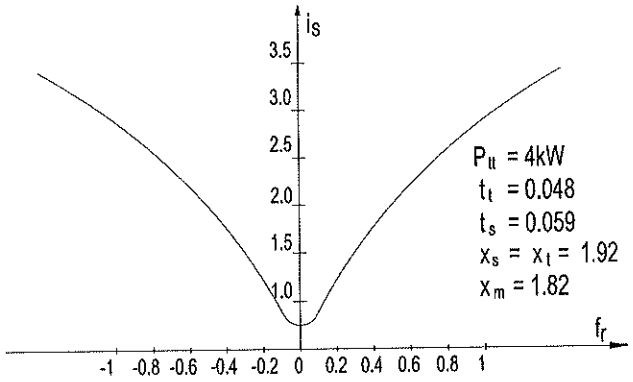
Mô men động cơ dị bộ còn có thể biểu diễn:

$$m = \frac{r_r l_r l_s \omega_r \sigma}{r_r^2 + (\omega_r l_r)^2} i_s^2 \qquad (1.2d)$$

Đem so sánh (1.2d) với (1.2b) và lưu ý từ thông $\psi_s = 1$ ta có:

$$i_s = \frac{1}{x_s}\sqrt{\frac{1+\left(f_r \frac{x_r}{r_r}\right)^2}{1+\left(f_r \sigma \frac{x_r}{r_r}\right)^2}} \qquad (1.3)$$

Đặc tính này biểu diễn cho ta mối quan hệ dòng stato và tần số rô to khi giữ cho từ thông stato không đổi ($\psi_s = 1$). Từ (1.3) ta thấy đặc tính không phụ thuộc vào tần số stato f_s đây chính là ưu điểm của phương pháp. Trên hình 1-10 biểu diễn một ví dụ đặc tính cơ của máy điện dị bộ điều khiển theo phương pháp gián tiếp ổn định từ thông bằng điều khiển biên độ dòng stato theo tần số độ trượt.



Hình 1-10 Đặc tính cơ của máy điện dị bộ điều khiển theo phương pháp gián tiếp ổn định từ thông bằng điều khiển biên độ dòng stato theo tần số độ trượt (1.3)

Tương tự ta cũng có thể xác định đặc tính dòng stato - tần số rô to khi giữ cho từ thông roto $\psi_r = 1$.

$$i_s = \frac{1}{x_M}\sqrt{1+\left(\frac{x_r}{r_r}f_r\right)^2} \qquad (1.4)$$

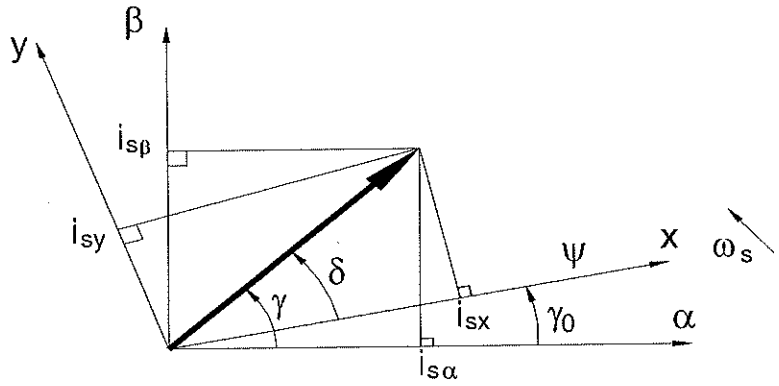
1.2.3 Phương pháp điều khiển trùng từ trường.

Phương pháp cho phép ta tách thành phần kháng của dòng stato để qua nó ta điều khiển từ thông. Tách thành phần kháng của dòng stato trên cơ sở biết được vị trí véc tơ từ thông móc vòng stato ψ_s (ψ_M hoặc ψ_r), như vậy phải đo hoặc tính góc vị trí $\gamma_s = (\alpha, \psi)$ của từ thông stato ψ_s của máy hình 1-11. Thông tin về vị trí của véc tơ từ thông là $\sin\gamma_s$ và $\cos\gamma_s$ cho phép ta xác định các thành phần α và β của véc tơ dòng điện stato.

$$i_{s\alpha} = i_{sx}\cos\gamma_s - i_{sy}\sin\gamma_s \qquad (1.5a)$$

$$i_{s\beta} = i_{sx}\sin\gamma_s + i_{sy}\cos\gamma_s \qquad (1.5b)$$

Dòng i_{sx} là thành phần kháng sinh ra từ thông, còn i_{sy} là dòng tác dụng sinh ra mô men của động cơ.



Hình 1-11 Xác định các thành phần của dòng điện stato trên hệ toạ độ αβ

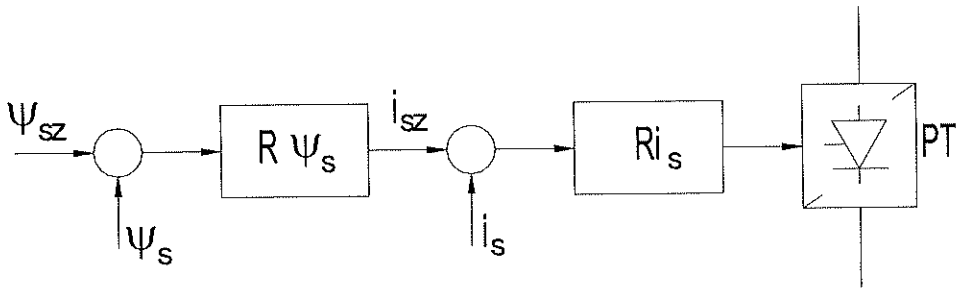
Thành phần i_{sx} trùng với trục của từ thông stato (không cần đo biên độ từ thông). Lúc này ta có phương pháp điều khiển gián tiếp từ thông.

1.3 Phương pháp điều khiển từ thông trực tiếp.

Trong những năm gần đây phương pháp điều khiển trực tiếp từ thông được sử dụng rộng rãi. Ta có thể phân biệt 2 nhóm phương pháp sau:

1.3.1 Phương pháp điều khiển trực tiếp biên độ từ thông.

Trong phương pháp này ta phải dùng bộ điều chỉnh từ thông $R\psi_S$, thiết bị này quyết định biên độ dòng động cơ hình 1-12. Phương pháp đòi hỏi phải đo trực tiếp từ thông bằng cảm biến Hall hoặc dùng cuộn phụ, cũng có thể tính trên cơ sở đo điện áp, dòng điện stato.

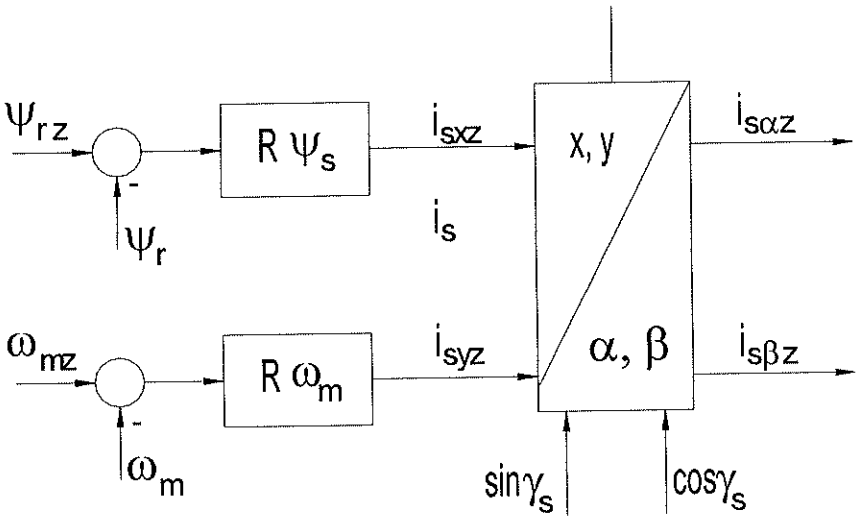


Hình 1-12 Sơ đồ cấu trúc điều khiển trực tiếp biên độ từ thông máy dị bộ

$R\psi_s$ - bộ điều chỉnh từ thông, Ri_s - bộ điều chỉnh dòng stato, PT - bộ biến đổi ti-ri-sto.

1.3.2 Phương pháp điều khiển trùng từ trường.

Nếu ta mở rộng phương pháp điều khiển trùng từ trường đã nói ở phần trước về việc sử dụng bộ điều chỉnh Rψ để xác định trước thành phần i_{sx} của dòng stato thì ta nhận được trường hợp điều chỉnh trực tiếp biên độ từ thông hình 1-13.



Hình 1-13 Sơ đồ cấu trúc điều khiển trực tiếp biên độ từ thông máy dị bộ bằng phương pháp trùng từ trường. **($R\psi_s$ - bộ điều chỉnh từ thông, $R\omega_m$ - bộ điều chỉnh tốc độ)**

CHƯƠNG 2

ĐẶC TÍNH ĐỘNG CỦA CÁC HỆ THỐNG TRUYỀN ĐỘNG ĐIỆN ĐIỀU CHỈNH TỐC ĐỘ BẰNG ĐIỀU CHỈNH TẦN SỐ

2.1 Tính chất động khi gián tiếp giữ cho biên độ từ thông ổn định bằng thay đổi dòng stato theo hàm độ trượt (is-ωr).

Như ta đã biết khi thay đổi tần số thì từ thông thay đổi, từ thông thay đổi làm cho mô men thay đổi, để giữ cho từ thông không đổi ta phải thực hiện điều khiển dòng stato theo tần số độ trượt.

Đem thay ($d\psi_r/dt = 0$) vào phương trình cho rôto ngắn mạch và $\omega_{sk} = \omega_{s\psi}$ thì ta có:

$$i_s = (\psi_r/x_M)(1-j\Omega_N\omega_s T_r) \quad (2.1)$$

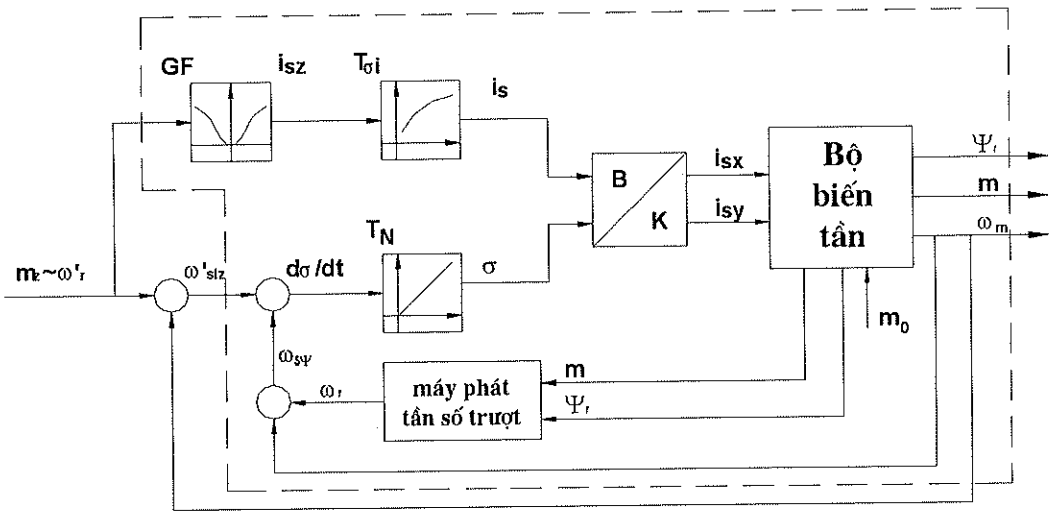
Hay: $\psi_r = (i_s - x_m)/(1 - j\Omega_N\omega_s T_r)$

Như vậy để giữ cho từ thông ψ_r không đổi thì dòng stato phải được tạo ra theo (2.1) hay biên độ của nó phải:

$$i_s = (\psi_r/x_M)\sqrt{1+(\Omega_N\omega_r T_r)^2} = i_{Mr}\sqrt{1+(\Omega_N\omega_r T_r)^2} \quad (2.2)$$

là hàm của tần số độ trượt ω_r ở đây $i_{Mr} = \psi_r/x_M$ là dòng kích từ. Trong điều kiện thỏa mãn (2.2) thì mô men tỷ lệ với tần số độ trượt của rô to ω_r. Nếu thay ψ_r bằng ψ_M hoặc từ thông stato ψ_s ta có thể thực hiện được mối liên hệ phi tuyến giữa biên độ dòng stato và tần số độ trượt ω_r. Trên hình 1-10 biểu diễn đặc tính với $\psi_s = 1$. Cơ sở điều khiển mô men giữ từ thông không đổi biểu diễn trên hình 2-1. Từ sơ đồ khối của máy điện dị bộ nạp từ bộ biến tần điều

chỉnh dòng stato ta nối sơ đồ máy phát thực hiện đặc tính phi tuyến và điểm tổng tần số. Tại điểm này ta thực hiện cộng tín hiệu tần số cho trước ω'_r và tín hiệu tốc độ đo được ω_m. Tín hiệu tổng $\omega_{si} = \omega_m + \omega'_r$ là đại lượng điều khiển tần số bộ biến tần để có tần số dòng 3 pha stato. Tính chất cơ bản của phương pháp này có thể đánh giá trên cơ sở của sơ đồ khối hình 2-1 như sau :



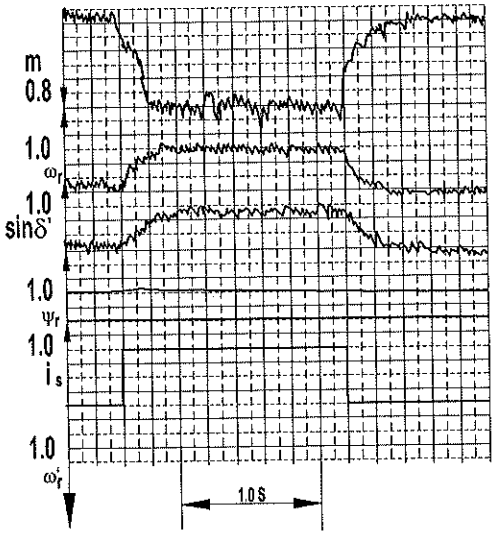
Hình 2-1 Hệ thống TĐĐ điều khiển bằng phương pháp giữ từ thông stato không đổi bằng thay đổi độ trượt (is-ωr).

- Tổng tần số $\omega_{si} = \omega_m + \omega'_r$ khử ảnh hưởng của tốc độ cơ khí ω_m là phản hồi trong. Vì ω'_r là đại lượng điều khiển độc lập với tốc độ của trục máy điện ω_m.
- Trong chế độ quá độ đại lượng điều khiển ω'_r bằng tần số độ trượt ω_r vì véc tơ không gian của từ thông ψ_r và dòng i_s quay trong hệ trục không chuyển động α, β với cùng tốc độ ω_{si} $\omega_{s\psi}$, còn góc δ không đổi.
- Trong chế độ quá độ do có sự thay đổi ω'_r, giá trị ω_r trong máy khác với ω'_r vì thế để tạo nên sự thay đổi δ thì bắt buộc $\omega_{si} - \omega_{s\psi} \neq 0$.
- Vì vậy phương trình (2.2) ở chế độ quá độ không còn đúng nữa nên biên độ từ thông rô to sẽ chỉ ra độ lệch với giá trị cho trước.

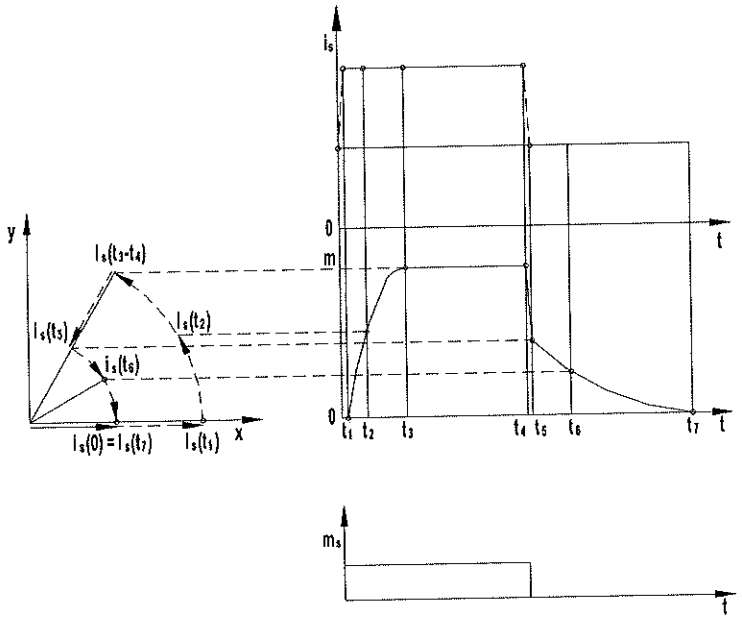
Trên hình 2-2 biểu diễn đáp ứng của hệ thống khi thay đổi đại lượng điều khiển ω'_r. Đặc tính này lấy từ thí nghiệm trên máy dị bộ nạp từ bộ biến tần nguồn dòng [6]. Đại lượng trong của máy (không đo trực tiếp được) lấy được bằng sử dụng mô hình tương tự làm việc trong hệ thống thời gian thực. Mô hình được tính trên cơ sở của điện áp và dòng điện pha cùng các đại lượng trong của máy như mô men do máy sinh ra cũng rất chậm. Sự thay đổi rất nhanh của dòng stato không gây ảnh hưởng tới mô men, ảnh hưởng lên mô men chủ yếu là đặc tính góc tải. Qua đây ta thấy nhiệm vụ giữ cho từ thông không đổi đã đạt được. Nhờ giữ cho từ thông rô to không đổi nên dạng đặc tính tần số độ trượt ω_r lặp hoàn toàn dạng mô men. Nhưng sự khác nhau giữa đại lượng điều khiển ω'_r và giá trị thực ω_r ở chế độ quá độ lại rất lớn.

Ngoài ra dạng đặc tính mô men và độ trượt lại phụ thuộc vào điểm làm việc. Đặc tính thay đổi góc tải cũng phụ thuộc vào điểm công tác vì khi từ thông không đổi biên độ dòng stato là thông số trong của mạch góc tải.

Để giải thích đặc tính trên hình 2-2 ta trình bày trên hình 2-3 cách xây dựng đặc tính mô men. Đặc tính này là tích của véc tơ từ thông ψ_r và dòng i_s xuất hiện khi ta chiếu véc tơ không gian i_s lên trục y.



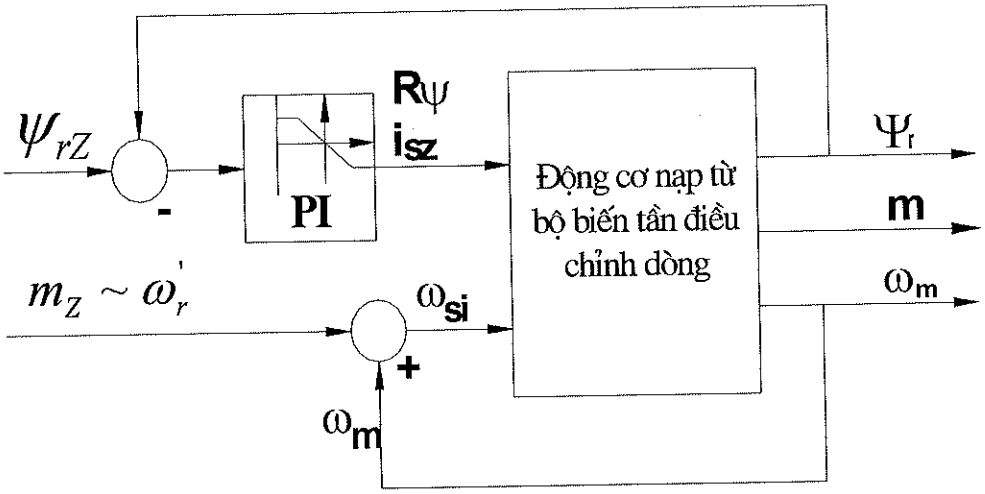
Hình 2-2 Đáp ứng của hệ thống khi thay đổi đại lượng điều khiển ω'_r



Hình 2-3 Cách xây dựng đặc tính mô men

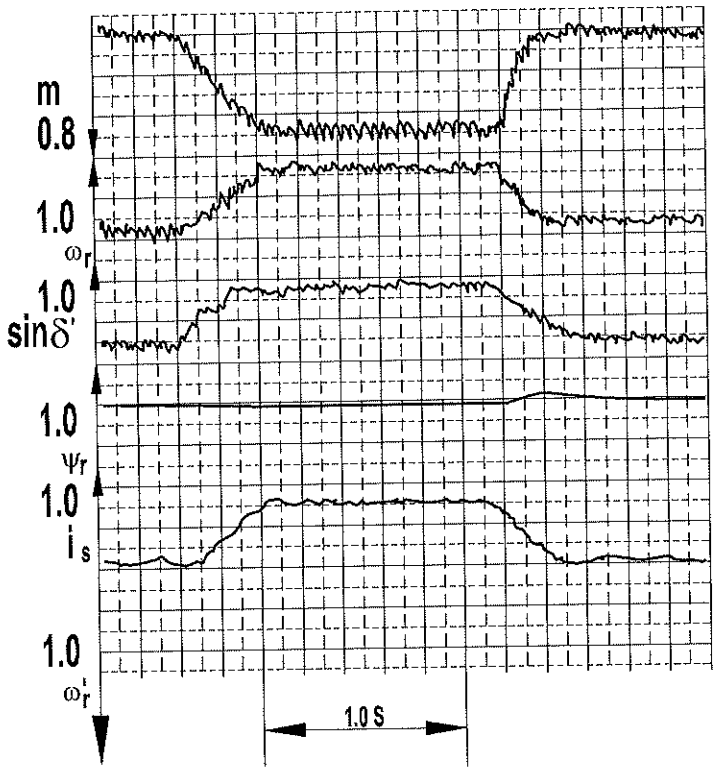
2.2 Tính chất động khi trực tiếp giữ ổn định biên độ từ thông.

Trực tiếp giữ ổn định biên độ từ thông bằng thay đổi dòng stato theo tần số dao động độ trượt có thể thay thế bằng những mạch điều chỉnh thích hợp nếu ta có được giá trị thực hoặc tính toán của từ thông. Bây giờ ta có sơ đồ điều khiển như hình 2-4.



Hình 2-4 Hệ thống điều chỉnh bằng thay đổi trực tiếp từ thông

Đại lượng để điều chỉnh từ thông là dòng stato. Như vậy máy phát phi tuyến ở sơ đồ hình 2-1 ở đây thừa vì bộ điều chỉnh R_ψ đảm nhận chức năng này. Khi thay đổi nhảy bậc đại lượng ω'_r giá trị góc tải thay đổi chậm giống như đặc tính $i_s - \omega_r$ (Hình 2-5).

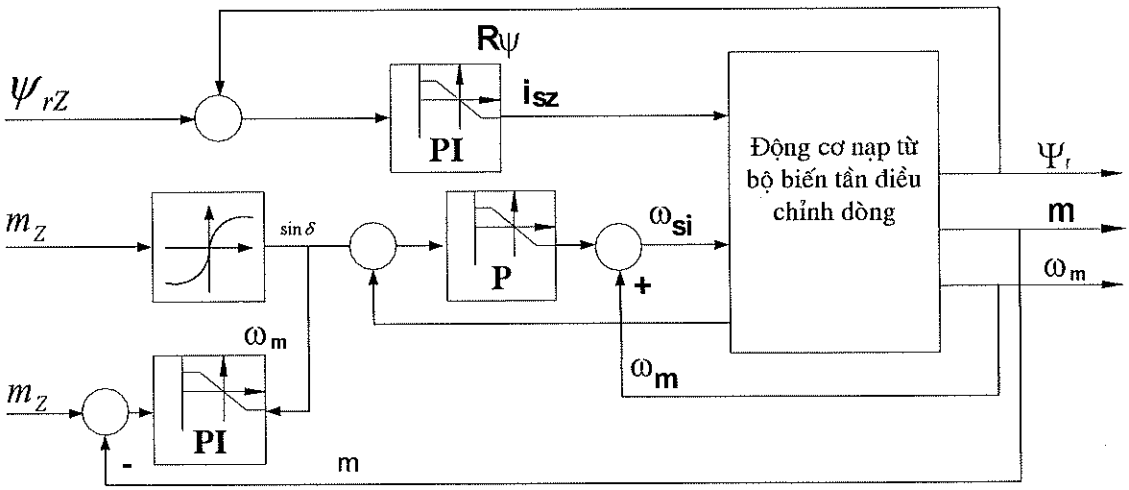


Hình 2-5 Đặc tính I_s - ω_r

Qua xem xét biên độ từ thông ta thấy độ lệch động nhỏ hơn, còn bộ điều chỉnh R_ψ tạo cho ta biên độ dòng i_s sao cho sự thay đổi thành phần tạo từ thông i_{sx} bị khử, nên biên độ dòng điện thay đổi theo sự thay đổi của góc tải cũng rất chậm, đặc tính mô men và đặc tính tần số độ trượt giống như hình 2-2. Tính đặc trưng của hệ thống là không nhận được sự thay đổi nhanh từ mô men mặc dầu từ thông giữ không đổi. Phương pháp này không mang lại lợi ích động học nào vì sự thay đổi mô men xảy ra rất chậm do sự thay đổi góc tải chậm giống như trường hợp điều chỉnh gián tiếp.

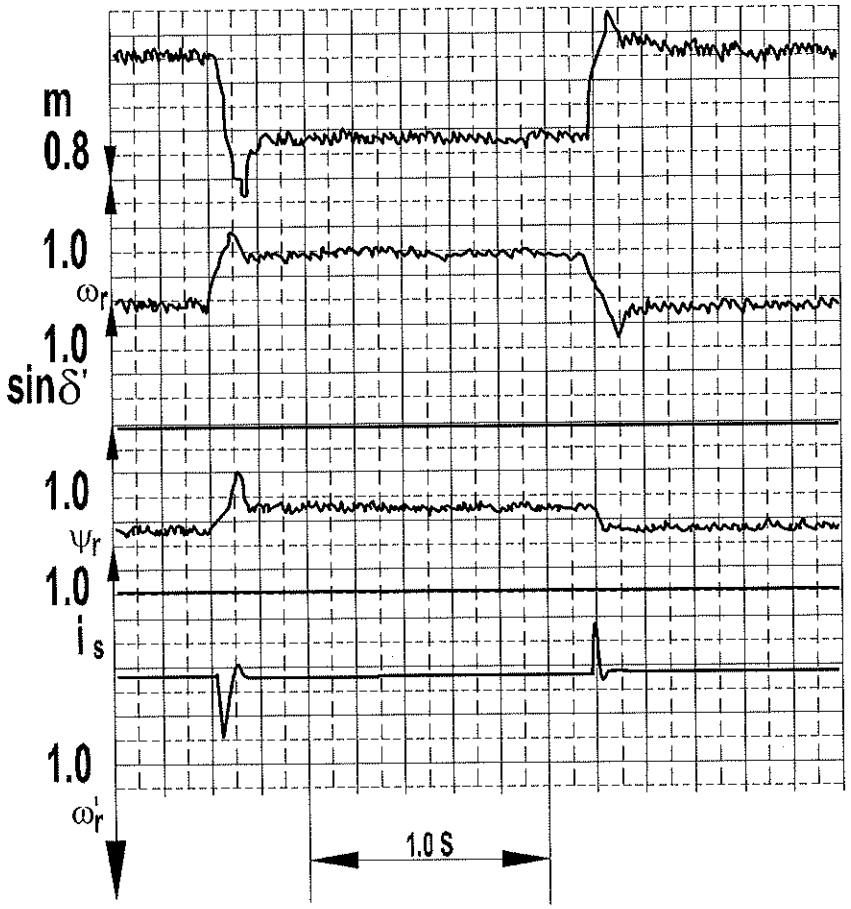
2.3 Mối quan hệ pha giữa véc tơ từ thông và dòng điện.

Hai phương pháp ta nói trên đây đảm bảo các đặc tính tuyến tính và ổn định tĩnh nhưng không cho phép thay đổi nhanh mô men điện từ của máy. Để đạt được điều này ta phải làm sao thay đổi nhanh được góc tải δ. Sự thay đổi nhanh góc δ đồng nghĩa với sự thay đổi nhanh thành phần i_{sy} của dòng stato và tạo nhanh trong máy tần số trượt ω_r. Dựa vào sơ đồ khối của máy dị bộ nạp từ bộ biến tần điều chỉnh dòng stato ta thấy có thể sử dụng vào mục đích này tín hiệu ra của bộ biến tần. Góc tải δ được tạo ra bởi khâu tích phân nhận phản hồi $\omega_{s\psi}$ vì thế để thay đổi nhanh góc tải không chỉ thực hiện thay đổi tần số ra của bộ biến tần ω_{si} hay ω'_r (trong trường hợp sử dụng nút tổng tần số). Muốn thay đổi nhanh góc tải chỉ có thể thực hiện được khi thay đổi động ω_{si} hoặc ω'_r vượt giá trị ở điểm làm việc ổn định mới. Vấn đề này có thể thực hiện bằng điều khiển trực tiếp hoặc gián tiếp góc δ. Nếu thêm vào sơ đồ hình 2-4 mạch điều chỉnh góc tải thì ta nhận được hệ thống như hình 2-6. Đại lượng đặt đối với bộ điều chỉnh góc tải là tốc độ góc (tần số) của véc tơ dòng stato ω_{si}. Vì thế điểm tổng các tần số $\omega_{si} = \omega_m + \omega'_r$ là không cần thiết (Hình 2-6).



Hình 2-6 Hệ thống điều chỉnh bằng thay đổi trực tiếp từ thông với thay đổi trực tiếp góc β

Góc tải có thể tính bằng mô hình tương tự ví dụ trong dạng sinδ. Để nhận được mối quan hệ tuyến tính giữa đại lượng điều khiển và mô men, giá trị $\sin\delta_z$ được cho bởi khâu phi tuyến hoặc mạch điều chỉnh có bộ điều chỉnh mô men Rm (đường không liên tục). Hình 2-7 biểu diễn đáp ứng của hệ thống điều khiển trên đây khi giá trị mô men cho trước m_z thay đổi nhảy bậc.



Hình 2-7 Đặc tính khi mô men m_Z thay đổi nhẩy bậc.

Do sự tăng động học giá trị ω'_r nhiều lần so với giá trị tần số trượt ở trạng thái ổn định, góc tải đạt được giá trị đã cho nhanh hơn khoảng 10 lần so với những trường hợp điều khiển trước. Do có mạch điều chỉnh nên mạch ổn định và không đổi, giá trị từ thông rô to ψ_r, đặc tính động tần số dao động trượt ω_r và mô men có dạng như nhau.

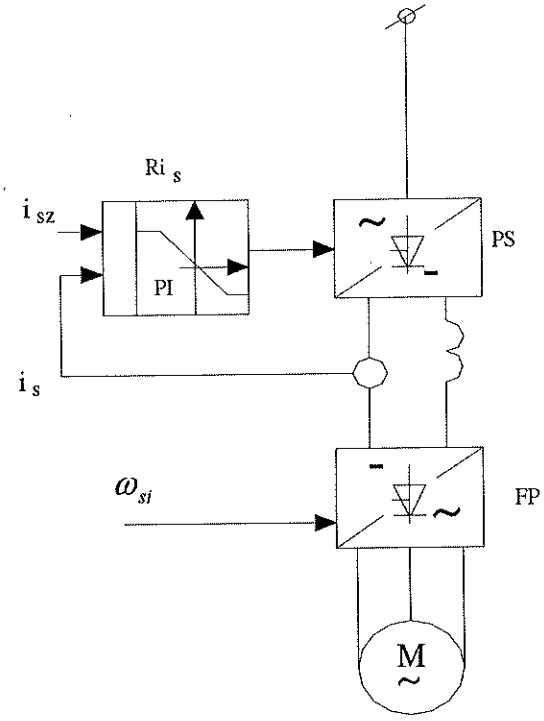
So với các phương pháp trước, ở phương pháp này biên độ từ thông và biên độ xác định sự thay đổi của mô men (tức là góc tải) được cho trong mạch điều chỉnh kín. Do vậy đường đặc tính điện từ quá độ tự nhiên của máy điện dị bộ bị dập tắt và giảm đi, xuất hiện mối quan hệ phi tuyến các tính chất động với điểm làm việc. Bằng việc lựa chọn thích hợp các đại lượng của bộ điều chỉnh có thể tăng độ dập tắt dao động của mạch điều chỉnh. Hình 2-7 biểu diễn trường hợp chọn giá trị khuyếch đại trong mạch điều chỉnh từ thông quá lớn, nên biên độ từ thông rô to có sai số động rất nhỏ.

Việc chọn hệ số khuyếch đại lớn làm cho biên độ dòng dao động mạnh, làm tăng tác động của bộ biến đổi lên lưới điện.

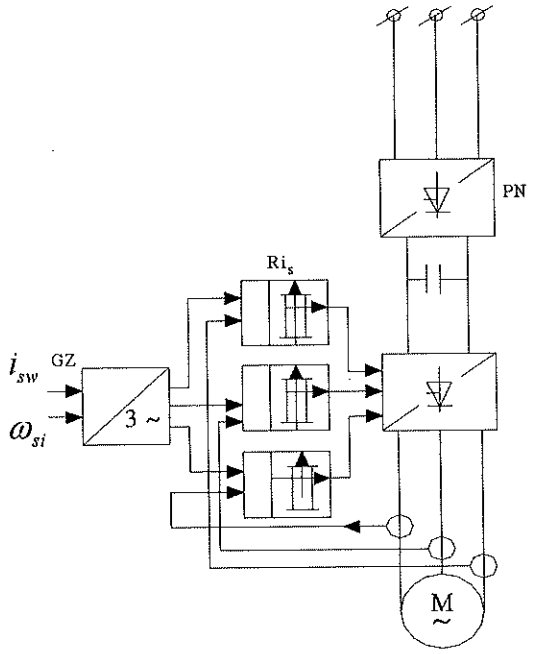
Mạch điều chỉnh góc tải bị giảm ít nên làm cho quá trình điều chỉnh của đặc tính sinδ lớn. Nếu giảm hệ số khuyếch đại ta có thể nhận được khả năng dập tắt dao động lớn trong thời gian điều chỉnh dài. Hình 2-7 biểu diễn sơ đồ véc tơ và cấu trúc dạng thời gian của mô men biểu diễn trên hình 2-6.

2.4 Hệ thống truyền động điện động cơ không đồng bộ nạp từ bộ biến tần có điều chỉnh dòng điện stator.

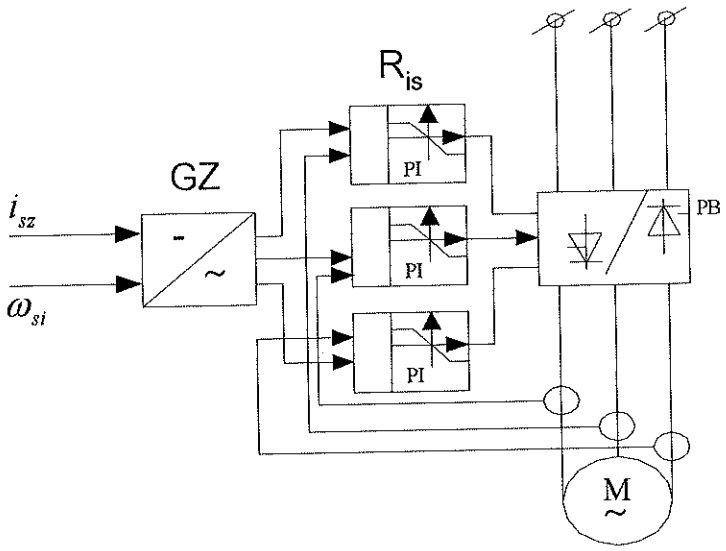
Như đã phân tích, ta thấy rằng đại lượng thuận lợi cho điều chỉnh mô men động cơ là vector I_s vì Ψ_s và Ψ_r không thể điều chỉnh trực tiếp bằng bộ biến tần được. Do đó, trong các hệ thống truyền động điện đơn, người ta sử dụng chủ yếu phương pháp điều chỉnh dòng stator. Bộ biến tần có điều chỉnh dòng stator là khâu thực hiện của hệ thống này. Trên hình 2.2, biểu diễn nguyên lý điều chỉnh dòng điện stator phụ thuộc vào loại bộ biến tần. Tuy nhiên, bằng cách sử dụng những phản hồi điều chỉnh dòng thích hợp, ta có thể nhận được bộ biến tần gián tiếp có điều chỉnh độ rộng xung PWM.



Hình 2-8 Hệ thống điều khiển với bộ biến tần gián tiếp nguồn dòng



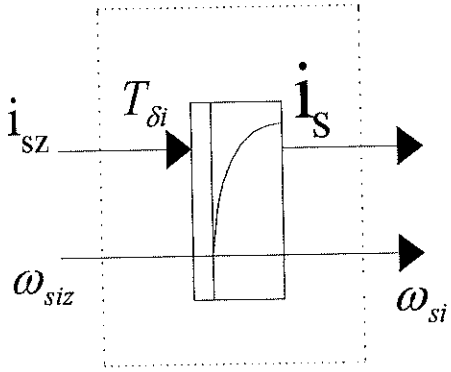
Hình 2-9 Hệ thống điều khiển với bộ biến tần gián tiếp nguồn áp



Hình 2-10 Sơ đồ nguyên lý các hệ thống TĐĐĐCKĐB ba pha nạp từ BBT có điều chỉnh dòng stator

Như vậy, khái niệm bộ biến đổi dòng điện stator có nghĩa là trong máy điện không đồng bộ thực hiện điều chỉnh dòng stator, tức là xác định tính chất của bộ điều chỉnh chứ không phải chia hệ thống điện tử công suất thành BBT điện áp và BBT dòng điện.

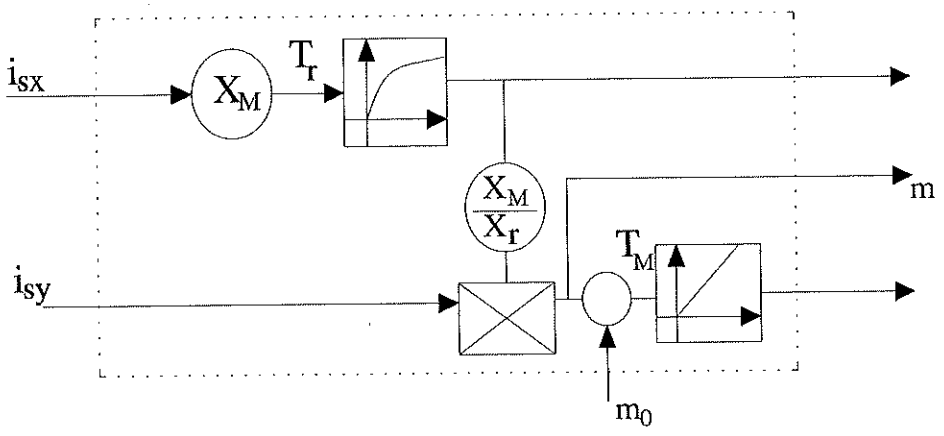
Tín hiệu vào của BBT điều chỉnh dòng điện stator bao gồm: biên độ dòng điện I_s và tần số f_s. Bộ biến tần như vậy là một khâu động học và có thể biểu diễn như hình 2-11.



Hình 2-11 Biểu diễn sơ đồ khối BBT điều chỉnh dòng stato

Tần số điện áp nạp có thể thay đổi thực tế không có trễ. Trong kênh điều chỉnh dòng xuất hiện hằng số thời gian tương đương $T_{\sigma i}$ đặc trưng cho tính chất động của mạch kín điều chỉnh dòng điện. Đại lượng này phụ thuộc vào BBT sử dụng, đại lượng lựa chọn và cấu trúc của bộ điều chỉnh dòng điện. Nếu BBT là loại gián tiếp nguồn áp có điều chỉnh độ rộng xung thì thời gian điều chỉnh dòng điện không lớn khoảng dưới 1 ms. Với những BBT khác, thời gian này xác định bởi khả năng động của bộ chỉnh lưu điều khiển có chuyển mạch tự nhiên các tiristor. Trong trường hợp nạp điện từ lưới 50 Hz qua bộ chỉnh lưu cầu, thời gian điều chỉnh dòng điện đạt khoảng 10 ms.

Sơ đồ khối máy điện dị bộ nạp từ BBT điều chỉnh dòng stator có thể xây dựng trên cơ sở hệ phương trình vector viết ở hệ tọa độ quay đồng bộ với vector từ thông rotor Ψ_r. Khi nạp động cơ bằng BBT có điều chỉnh dòng điện stator, ta có thể bỏ qua phương trình điện áp. Phương trình này quan trọng nhưng nó không cần thiết khi thiết lập sơ đồ khối, ý nghĩa vật lý là bộ điều chỉnh dòng sẽ điều chỉnh điện áp U_s đảm bảo tối ưu các tính chất động của dòng điện stator I_s. Như vậy, phương trình cần thiết để xây dựng đồ thị vector chỉ còn phương trình rotor và phương trình truyền động.



Hình 2-12 Sơ đồ khối máy điện KĐB điều chỉnh dòng stator

Ta nhận thấy rằng từ thông rotor ψ_r phụ thuộc vào thành phần I_{sd} qua khâu quán tính bậc 1 có hằng số thời gian T_r.

Nếu I_{sd} = const thì mô men do động cơ sinh ra giống như của máy điện 1 chiều kích từ độc lập và có thể điều chỉnh qua thành phần I_{sd}. Xét trên quan điểm vật lý, nhìn nhận hình 2-4, ta thấy có 2 nhược điểm sau:

1. Mối quan hệ giữa các thành phần của hệ trục trùng từ trường I_{sd} và I_{sq} với các đại lượng ra của bộ biến tần là: biên độ dòng I_s và tần số f_s không thấy rõ lắm.
2. Tần số độ trượt f_r là một đại lượng rất quan trọng trong lý thuyết máy điện cổ điển và là đại lượng đặt trong phương pháp điều khiển đơn giản không thấy xuất hiện ở đây.

Tần số độ trượt có thể tính được từ trình điện áp Rotor:

$$\omega_r = \frac{X_M}{\Omega_M T_r}\frac{I_{rq}}{\psi_r} = \frac{x_r}{\Omega_N T_r}\frac{m_i}{\Psi_r^2} \tag{2.3}$$

Ngược lại, mối quan hệ giữa các đại lượng ra của BBT: I_s và U_s với trục vuông góc trùng từ trường dq là I_{sd}, I_{sq} có thể tính được qua 2 giai đoạn:

Vector I_s có thể biểu diễn

$$I_s = [I_{sd}, I_{sq}] = [I_s, \delta]$$

Trong đó

$$I_{sd} = I_s \cos\delta$$

$$I_{sq} = I_s \sin\delta$$

$$\gamma_{si} = \gamma_{s\psi} + \delta = \gamma_m + \gamma_r + \delta$$

Góc δ là góc tải: góc hợp với 2 Vector ψ_r và I_s

Đạo hàm biểu thức trên ta được:

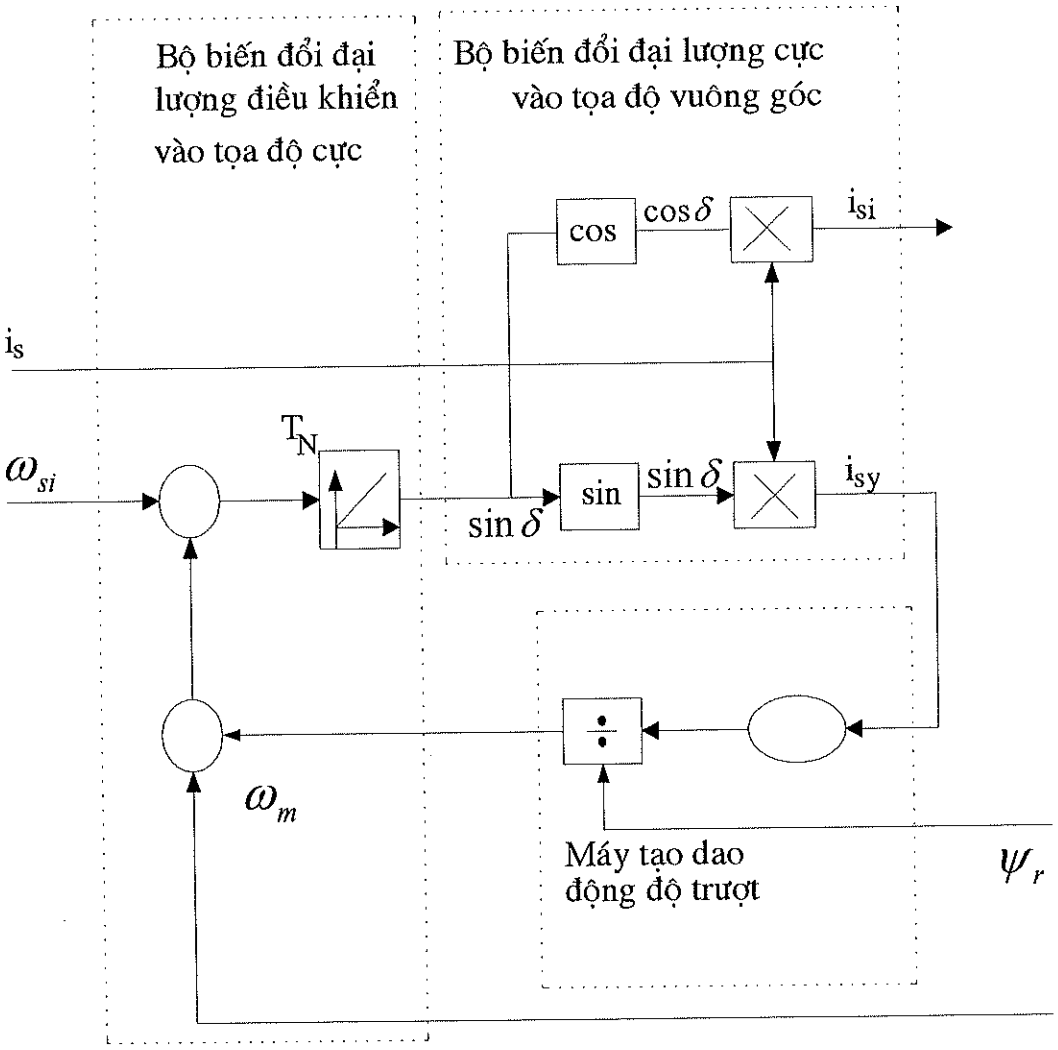
$$\frac{d\gamma_{si}}{dt} = \frac{d\gamma_{s\Psi}}{dt} + \frac{d\delta}{dt} = \frac{d\gamma_m}{dt} + \frac{d\gamma_r}{dt} + \frac{d\delta}{dt} \tag{2.4}$$

Và định nghĩa về tốc độ góc trên cơ sở (2.4)

Ta có thể viết:

$$T_N\left(\frac{d\delta}{dt}\right) = \omega_{si} - \omega_{s\psi} = \omega_{si} - (\omega_\omega + \omega_r) \tag{2.5}$$

Phương trình trên đây mô tả mối liên hệ giữa góc tải δ và tần số dao động ra của bộ biến tần. Trên cơ sở (2.3) và (2.4), ta có thể biểu diễn mối liên hệ giữa các đại lượng ra của BBT: I_s và ω_{si} (Hình 2-13)



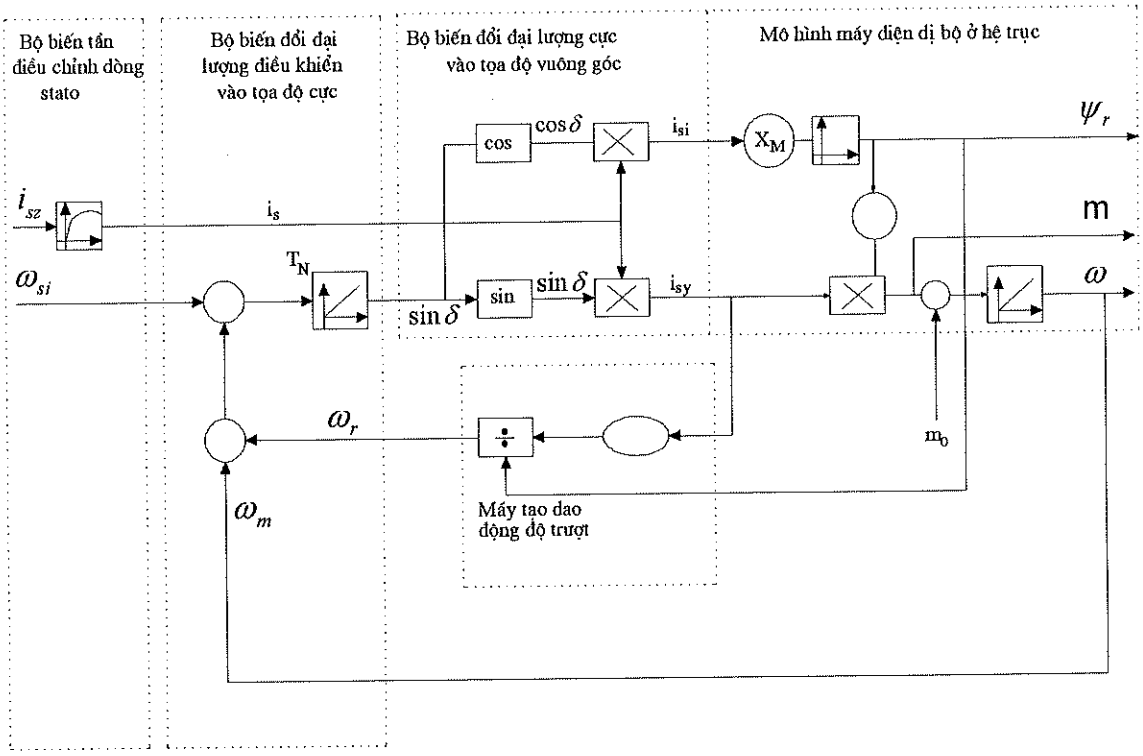
Hình 2-13 Quan hệ các đại lượng ra của BBT

Nối các hình 2-11, 2-12, 2-13 ta được sơ đồ tổng thể hệ thống TĐĐ nạp từ bộ BBT điều chỉnh dòng stator. Ta nhận thấy sơ đồ dòng đơn giản hơn nhiều so với sơ đồ điều chỉnh điện áp vì ta có thể điều chỉnh độc lập ψ_r và m_i do chúng đã không còn móc vòng với nhau. Ta còn chưa khẳng định được sự tách biệt của thành phần I_{sd} và I_{sq} của véc tơ dòng I_s. Từ đây, ta thấy rằng BBT có thể tác động trực tiếp lên biên độ của I_s nhưng không thể trực tiếp đặt góc δ là thông số thứ hai trong hệ trục cực. Do đó, cấu trúc máy điện dị bộ nạp từ BBT điều chỉnh dòng stator có những đặc tính sau:

1. Tốc độ đồng bộ $\omega_{s\psi} = \omega_m + \omega_r$ được trừ đi tần số dao động của BBT là đại lượng xác định tốc độ góc quay của vector dòng stator.
2. Trong trạng thái ổn định, vector dòng I_s và từ thông quay với cùng một tốc độ.
3. Trong trạng thái quá độ (gây nên bởi sự thay đổi tần số BBT hoặc thay đối mô men tải làm thay đổi ω_m và tần số trượt ω_r) $\omega_{si} \neq \omega_{s\psi}$, góc tải sẽ không đổi. Sự thay đổi này xảy ra ngay cả khi biên độ I_s không thay đổi đã làm hai thành phần của hệ trục trùng từ trường I_{sd}, I_{sq}. Sự thay đổi I_{sd}, I_{sq} thông qua ω_m và ω_r làm thay đổi ω_s .
4. Những thay đổi này tác động lên khâu quán tính (T_r) và tích phân (T_M) cùng các phần tử phi tuyến khác. Máy điện là một cấu trúc phi tuyến rất dễ xuất hiện dao động. Các hằng số thời gian T_r , T_M và giá trị tải quyết định khả năng dập tắt các dao động đó.

Tóm lại, máy điện dị bộ nạp từ BBT có điều chỉnh dòng điện stator điều khiển ở trạng thái quá độ có xu thế dập dao động kém. Đặc tính cơ tĩnh cũng không tốt vì độ trượt tới hạn nhỏ hơn trong trường hợp nạp từ BBT có điều chỉnh điện áp stator. Điểm làm việc đảm bảo từ thông không đổi nằm ở vùng không ổn định của đặc tính nên hệ thống máy điện dị bộ nạp từ BBT có điều

chỉnh dòng stator không có khả năng làm việc ổn định ở các hệ thống truyền động có điều chỉnh ngoài. Sơ đồ tổng thể của bộ biến tần điều chỉnh dòng stator biểu diễn trên hình 2-14.



Hình 2-14 Sơ đồ tổng thể BBT điều chỉnh dòng stator

CHƯƠNG 3

MÔ PHỎNG HỆ THỐNG TRUYỀN ĐỘNG ĐIỆN ĐỘNG CƠ KHÔNG ĐỒNG BỘ GIỮ CHO TỪ THÔNG STATO KHÔNG ĐỔI

3.1 Giới thiệu MATLAB

MATLAB (MATrix LABoratory) là một ngôn ngữ lập trình cấp cao được hãng The MATH WORKS Inc. (Mỹ) xây dựng. Đây là hệ thống tính toán kỹ thuật dựa trên ma trận. Hầu hết các biến được sử dụng trong MATLAB là ma trận, hay là mảng chữ nhật của các con số. MATLAB cũng được thiết kế để xây dựng đồ họa.

MATLAB là 1 hệ thống tương tác với những thành phần dữ liệu cơ bản là một mảng mà không cần một chiều hướng (dimension) bất kỳ. Điều này cho phép ta giải quyết được rất nhiều vấn đề trong kỹ thuật, đặc biệt là đối với các ma trận và các công thức tính các vector, rút ngắn rất nhiều thời gian so với việc lập trình bằng ngôn ngữ C hoặc FORTRAN.

MATLAB được phát triển trong nhiều năm với sự tham gia của nhiều người. Trong các trường đại học, các viện nghiên cứu, MATLAB là công cụ phân tích, phát triển và nghiên cứu sản phẩm. Đặc điểm nổi bật của MATLAB là các giải pháp ứng dụng trong các lĩnh vực cụ thể được gọi là Toolboxes. Điều quan trọng là Toolboxes cho phép ta học và ứng dụng các công nghệ chuyên ngành. Toolboxes là tập hợp toàn bộ các hàm MATLAB (M-files) mở rộng môi trường MATLAB để giải quyết các vấn đề đặc biệt. Những lĩnh vực mà Toolboxes quản lý bao gồm xử lý tín hiệu, điều khiển hệ thống, mạng thần kinh, logic mờ, sóng...

Hệ thống MATLAB bao gồm 5 phần chính sau:

Ngôn ngữ MATLAB là một ngôn ngữ ma trận bậc cao với các câu lệnh điều khiển, các hàm, cấu trúc dữ liệu, cấu trúc vào / ra.... Đây là ngôn ngữ cho phép lập từ các chương trình nhỏ đến các chương trình lớn, phức tạp.

Môi trường làm việc là tập hợp các công cụ và phương tiện để làm việc với MATLAB. Nó bao gồm các phương tiện quản lý các biến trong không gian làm việc (workspace) và xuất nhập dữ liệu cũng như các công cụ phát triển, quản lý, loại bỏ lỗi trong M-files cũng như các ứng dụng của MATLAB.

Quản lý đồ họa bao gồm các lệnh cấp cao để biểu diễn đồ họa, xử lý ảnh trong không gian 2 chiều và 3 chiều. Nó cũng bao gồm các lệnh cấp thấp cho phép ta xây dựng đồ họa cũng như giao diện đồ họa trong các ứng dụng MATLAB.

Thư viện các hàm toán học MATLAB là tập hợp các thuật toán tính toán từ các hàm đơn giản như tổng, sin, cos, số phức đến các hàm phức tạp hơn như ma trận nghịch đảo, hàm Bessel, chuyển đổi Fourier.

Các giao diện ứng dụng là thư viện cho phép ta viết chương trình bằng ngôn ngữ lập trình C hoặc Fortran tác động qua lại với MATLAB.

Ngoài ra, MATLAB còn cung cấp cho ta những tiện ích đi kèm sau đây:

Simulink là một hệ thống được sử dụng để mô phỏng các hệ động lực phi tuyến, đây là một chương trình điều khiển chạy trên môi trường Window cho phép mô hình hoá một hệ thống bằng cách vẽ sơ đồ khối trên màn hình và điều khiển chúng. Nó có thể làm việc với hệ thống tuyến tính, hệ thống phi tuyến, hệ thống liên tục, hệ thống gián đoạn, hệ thống đa biến, hệ thống đa tốc độ.

Blocksets là thư viện con cung cấp các khối chức năng cho các ứng dụng chuyên ngành như thông tin, xử lý tín hiệu, hệ thống năng lượng.

Real-time workshop là chương trình cho phép tạo mã C từ sơ đồ khối của mình để sử dụng nó trong các hệ thống làm việc theo thời gian thực khác nhau.

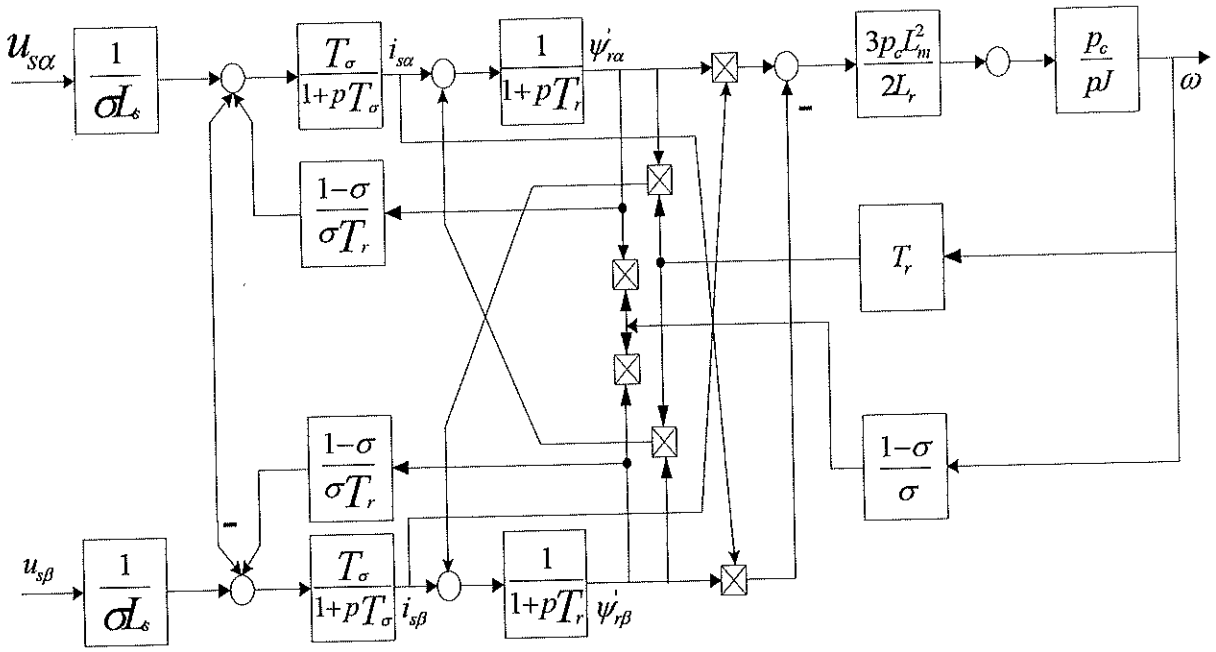
Trong việc phân tích và thiết kế một hệ thống kỹ thuật, việc tính toán và thử nghiệm kỹ lưỡng để đạt được kết quả tối ưu, loại bỏ được những sai sót ngay từ khi thiết kế là hết sức quan trọng. Ngày nay, với sự hỗ trợ của máy tính và các phần mềm chuyên dụng nói chung và MATLAB nói riêng, công việc đó được thực hiện dễ dàng. MATLAB cung cấp đầy đủ các thư viện chuyên ngành mạnh và tiện lợi.

Trong phân tích và thiết kế hệ thống điều khiển, MATLAB cho phép mô phỏng các hệ thống từ mô hình toán của chúng, cho phép thực hiện các phép thử dễ dàng ngay trên máy tính nhờ Control System Toolbox. Đây là một thư viện hoàn chỉnh các hàm, các lệnh dùng cho việc phân tích và thiết kế hệ thống điều khiển. Ngoài ra ta cũng có thể phân tích và thiết kế hệ thống điều khiển với Simulink.

Trong luận văn này, chương trình MATLAB được sử dụng để nghiên cứu các đặc tính đặc trưng cho quá trình quá độ của hệ thống truyền động động cơ dị bộ nạp từ bộ biến tần điều chỉnh dòng điện stator dựa vào mô hình toán của hệ thống. Việc xây dựng mô hình mô phỏng chủ yếu dựa trên Simulink và Blocksets. Đặc điểm của các hệ thống được xây dựng là rất trực quan. Các thông số của hệ thống dễ dàng được thay đổi để có được các kết quả nghiên cứu mong muốn.

3.2 Xây dựng động cơ dị bộ bằng MATLAB

Để thực hiện mô phỏng hệ thống truyền động điện động cơ không đồng bộ rotor lồng sóc nạp từ bộ biến tần có điều chỉnh dòng điện stato, trước tiên ta xây dựng mô hình động cơ không đồng bộ trên hệ toạ độ $\alpha\beta$ thể hiện trên hình 3-1:



Hình 3-1 Mô hình động cơ không đồng bộ rotor lồng sóc trên hệ trục toạ độ $\alpha\beta$

Để mô phỏng trên Matlab, động cơ dị bộ được chọn để khảo sát có các thông số sau:

Công suất định mức:	7,5 KW
Điện áp định mức:	380 V
Dòng điện định mức:	12,5 A
Tốc độ định mức:	1450 v/phút
Số cặp cực:	2
Điện trở stator:	0,45 Ω
Điện trở rotor:	1,43 Ω
Các hệ số điện cảm:	$L_m = 0,379(H)$, $L_{\sigma s} = L_{\sigma r} = 0,011(H)$
Mô men quán tính:	$J = 0,15(kg.m^2)$

Các thông số tính toán của động cơ:

1. Tính dòng kích từ định mức $\mathbf{I_{SXN}}$:

$$\mathbf{I}_{SXN} = \sqrt{2} I_N \sqrt{1 - \cos\varphi}$$

$$\mathbf{I}_{SXN} = \sqrt{2}.12,5.\sqrt{1 - 0,91}$$

$$\mathbf{I}_{SXN} = 5,3 \text{ (A)}$$

2. Tính dòng định mức tạo mô men quay I_{SYN} :

$$I_{SYN} = \sqrt{2I_N^2 - I_{SXN}^2}$$

$$I_{SYN} = \sqrt{2.12,5^2 - 5,3^2}$$

$$I_{SYN} = 16,86 \text{ (A)}$$

3. Tính tốc độ góc định mức của Rotor:

$$\omega_{rN} = 2\ \Pi(f_N - \frac{P_c n_N}{60})$$

$$\omega_{rN} = 2.\ 3,14.\ (\ 50 - \frac{2.1450}{60})$$

$$\omega_{rN} = 10,5 \text{ (rad/s)}$$

4. Tính hằng số thời gian Rotoe T_r ở chế độ định mức:

$$T_r = \frac{I_{SYN}}{\varpi_{rN} I_{SXN}} = 0,31$$

5. Tính điện kháng $X\sigma$:

$$X\sigma = 4.\Pi.f_N L\sigma s = 4.3,14.50.0,01=6,28$$

6. Tính điện kháng X_N :

$$X_N = \frac{\sqrt{2}U_N}{\sqrt{3}I_{SXN}} - X\sigma = \frac{\sqrt{2}.380}{\sqrt{3}.5,3} - 6,28 = 52,22$$

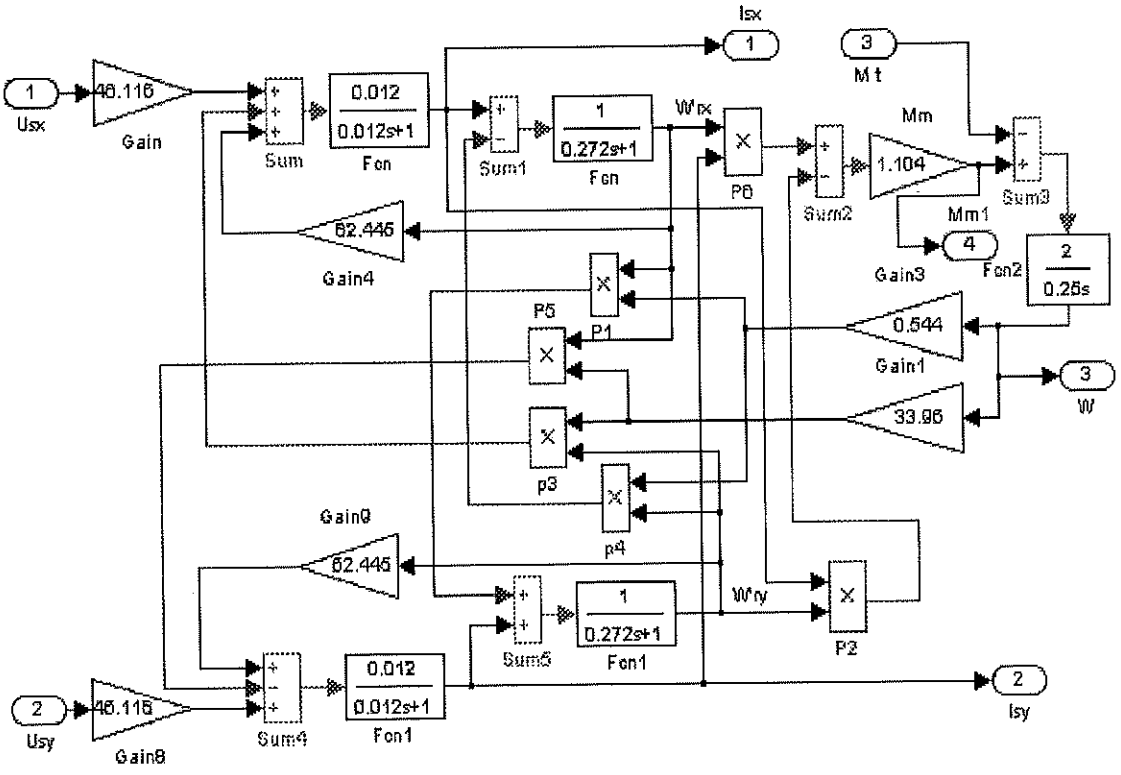
7. Tính hệ số tiêu tán tổng δ:

$$\delta = \frac{X\sigma}{X_N} = \frac{6,28}{34,01} = 0,12$$

8. Hằng số thời gian Stator T_S:

$$T_S = \frac{L_s}{R_s} = \frac{0.390}{0.45} = 0.866$$

Thực tế mô hình đã được xây dựng trên Simulink của Matlab với các thông số động cơ được chọn để mô phỏng thể hiện trên hình H3.2



Hình 3-2 Mô hình động cơ không đồng bộ rotor lồng sóc trên toạ độ $\alpha\beta$ xây dựng trên Matlab

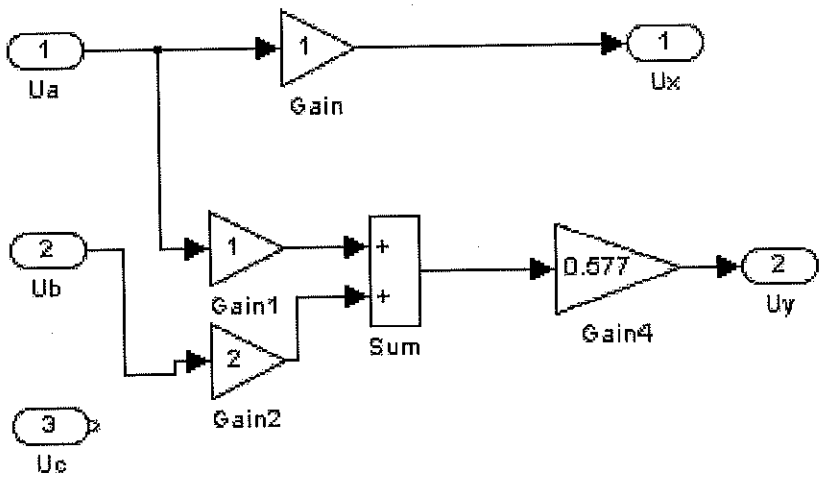
Để thực hiện chuyển đổi các đại lượng từ hệ trục ba pha cho 3 cuộn dây A, B, C qua công thức sau:

$$i_{sx} = i_{sa}; i_{sy} = \frac{1}{\sqrt{3}}(i_{sa} + 2i_{sb}); i_{sa} = i_{sx}; i_{sb} = \frac{1}{2}i_x + \frac{\sqrt{3}}{2}i_y; i_{sc} = \frac{1}{2}i_x + \frac{\sqrt{3}}{2}i_y$$

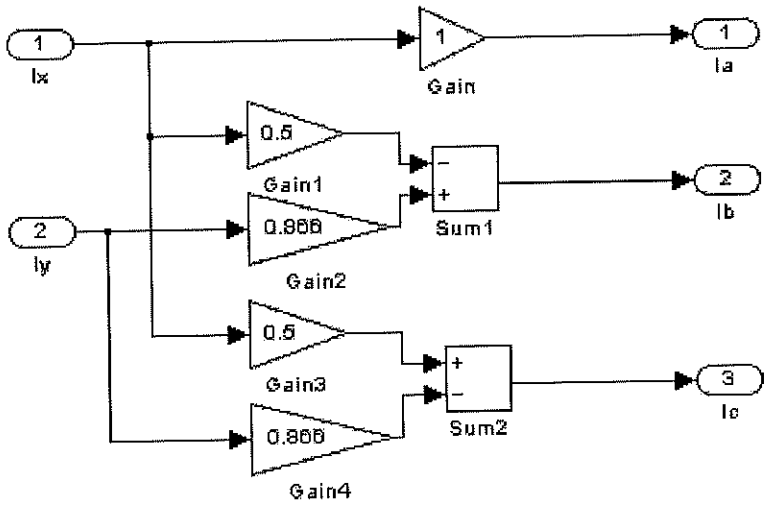
Các công thức trên hoàn toàn có thể áp dụng cho tính đổi điện áp, từ thông.

Để thực hiện mô phỏng động cơ dị bộ rotor lồng sóc nạp từ nguồn sin ta làm như sau:

- Khối nguồn điều hoà 3 pha lấy từ khối nguồn (Sourse) cho giá trị 3 nguồn này lệch nhau 120^0.
- Khối chuyển đổi hệ 3 pha sang 2 pha (CĐ 3 – 2).
- Khối chuyển đổi từ 2 pha sang 3 pha (CĐ 2 – 3).



Hình 3-3 Mô hình khối chuyển đổi hệ 3 pha sang hệ 2 pha trên Matlab



Hình 3-4 Mô hình khối chuyển đổi hệ 2 pha sang hệ 3 pha trên Matlab

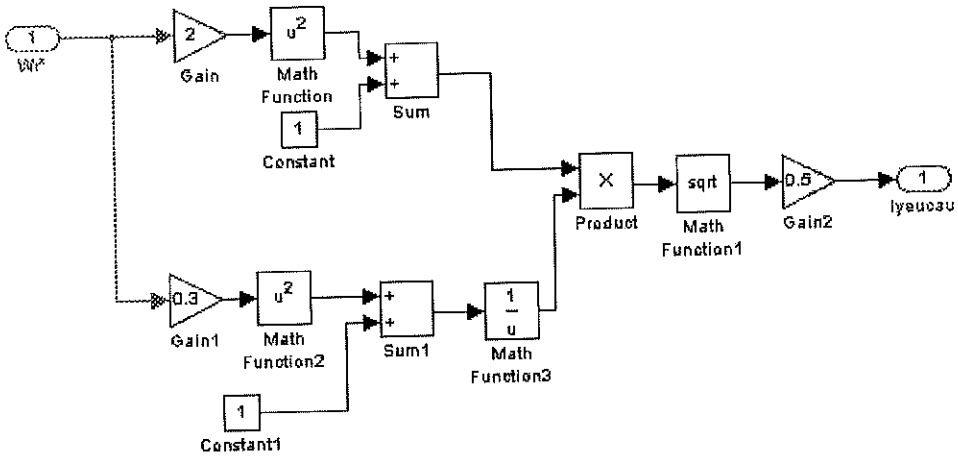
3.3 Mô phỏng khối giữ từ thông stator không đổi

Tại từng thời điểm, tuỳ thuộc vào giá trị sai lệch tốc độ từ mạch vòng điều chỉnh tốc độ, hệ thống sẽ đưa ra giá trị dòng điện stator yêu cầu. Các giá trị này có thể nội suy từ bảng dữ liệu đã được tính toán sẵn hoặc được tính toán trên cơ sở các thuật toán điều khiển khác nhau, ví dụ luật điều khiển giữ từ thông không đổi. Luật điều khiển giữ từ thông không đổi được đề cập trong [1]. Theo đó giá trị dòng stator được tính toán như sau:

$$I_S = \frac{1}{x_S}\sqrt{\frac{1+\left(f_r\frac{x_r}{r_r}\right)^2}{1+\left(f_r\sigma\frac{x_r}{r_r}\right)^2}} \tag{3.1}$$

Đây là biểu thức diễn tả mối quan hệ dòng stato và tần số rotor khi giữ cho từ thông không stato không đổi ($\Psi_s = 1$). Với công thức trên ta thấy mối quan hệ này không phụ thuộc vào tần số stato f_s. Đây chính là ưu điểm của phương pháp điều khiển theo chức năng trên.

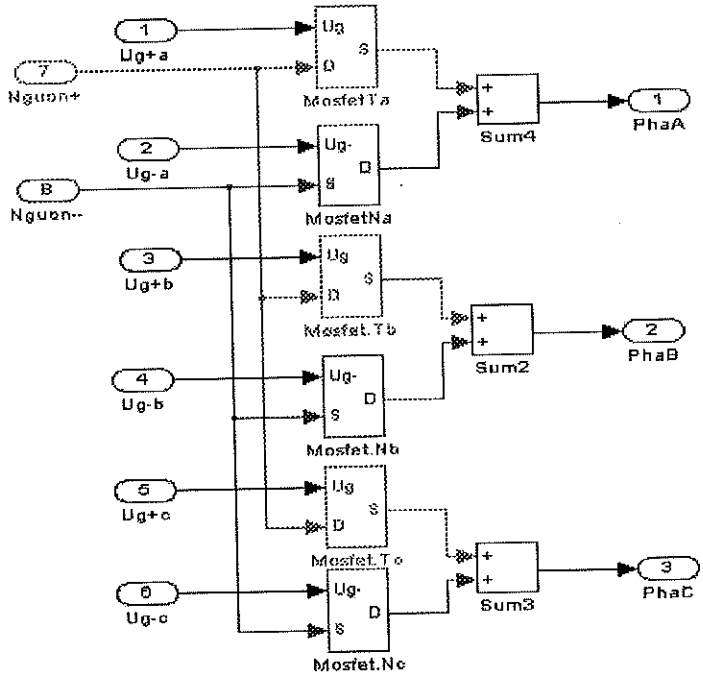
Từ những hàm toán học trong Simulink của Matlab ta xây dựng khối tạo dòng mẫu theo biểu thức (3.1). Sơ đồ khối thể hiện trên hình 3-5.



Hình 3-5 Mô phỏng khối giữ từ thông Stato không đổi trên Matlab

3.4 Mô phỏng bộ biến tần.

Mô hình bộ biến tần Mosfet trên Simulink biểu diễn trên hình 3-6. Mạch công suất bao gồm 6 Mosfet được điều khiển bằng 6 xung từ mạch điều khiển biến tần.



Hình 3-6 Mô phỏng bộ biến tần trên Matlab

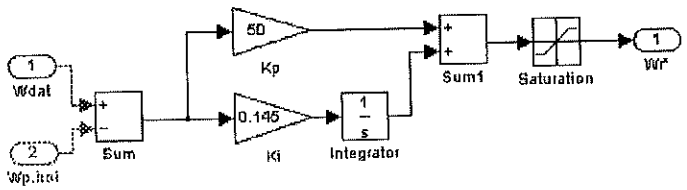
3.5 Mô phỏng khối mạch điều chỉnh tốc độ.

Trong hệ thống này sử dụng bộ điều chỉnh tốc độ với điều chỉnh chuyển nối PI. Bộ điều chỉnh PI tăng độ lợi ở tần số thấp và giảm sai số xác lập, tăng độ dự trữ ổn định (Bộ điều chỉnh PD tăng ổn định ở tần số cao).

Do kết hợp được hai khâu tỷ lệ (P) và tích phân (I) nên quy luật điều chỉnh PI có ưu điểm tác động nhanh của quy luật tỷ lệ và triệt tiêu được sai lệch dư của quy luật tích phân. Tuy nhiên để máy làm việc được tốt phải chọn các thông số K_p, K_i thích hợp cho từng đối tượng.

Theo đặc tính pha - tần số ta nhận thấy tín hiệu ra khi điều chỉnh theo quy luật tích phân tỷ lệ PI chậm pha so với tín hiệu vào của nó một góc nằm trong khoảng $0 < \varphi_{(\omega)} < \Pi/2$. Điều này nói rằng tốc độ tác động của khâu PI chậm hơn quy luật tỷ lệ và nhanh hơn quy luật tích phân.

Khi đầu vào xuất hiện sai lệch điều chỉnh, đại lượng đầu ra bắt đầu tăng lên (dưới tác động của khâu tích phân) và đến một lúc nào đó đi vào vùng bão hoà có nghĩa là: sai lệch vẫn còn tồn tại mà đầu ra không có khả năng tăng (đại lượng điều khiển) thêm nữa. Trong đó khâu PI vẫn tiếp tục tích phân. Đây là hiện tượng dễ gây dao động trong mạch vòng điều chỉnh khi ra khỏi vùng bão hoà sau này. Để giải quyết hiện tượng trên ta dùng biện pháp ngừng khâu tích phân khi đã phát hiện đầu ra bão hoà. Đây là cách sử lý độ mở biến tần vào giới hạn, trong các tài liệu chuyên môn biện pháp đó có tên là "antireset windup". Sử dụng các khối thư viện trong Matlab ta thiết lập được sơ đồ khối điều chỉnh tốc độ như sau:



Hình 3-7 Mô phỏng khối mạch điều chỉnh tốc độ trên Matlab

3.6 Mô phỏng khối bộ tạo tín hiệu dòng yêu cầu.

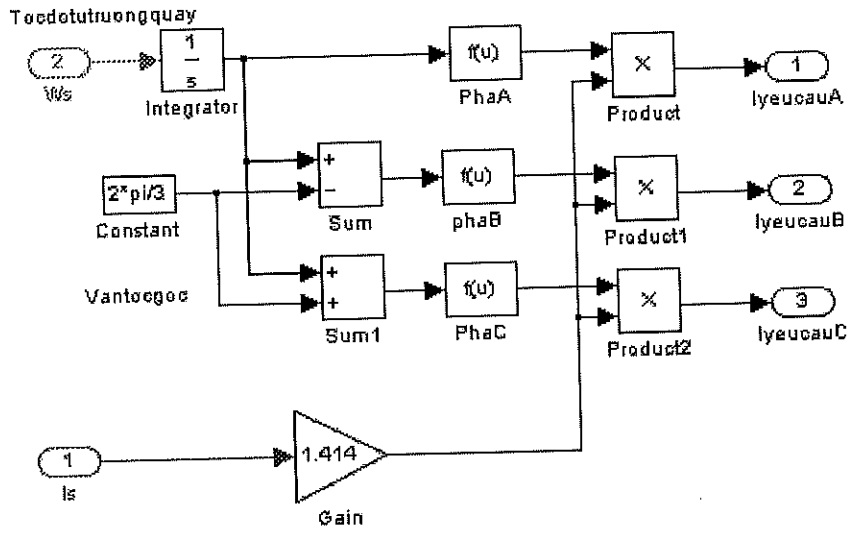
Tín hiệu yêu cầu cần thiết để đưa vào bộ biến tần 3 pha là 3 véc tơ dòng điện lệch pha nhau 120^0 ($2\Pi/3$) quay với tốc độ của từ trường mạch stato, có modul phụ thuộc vào tần số của mạch rotor với mục đích giữ cho từ thông stato không đổi. Véc tơ i_s (+) ($i_{yêu\ cầu}$) là véc tơ có modul phụ thuộc vào độ trượt của rotor và quay trên mặt phẳng phức với tốc độ góc $\omega_s = 2\Pi.f_s$ tạo với trục thực đi qua cuộn A góc $\gamma = \omega_s.t$ với f_s là tần số mạch stato.

Véc tơ 3 pha là: $i_{SA}(+) = \sqrt{2}\,|\,i_s\,|\cos\omega_s.t$

$i_{SB}(+) = \sqrt{2}\,|\,i_s\,|\cos(\omega_s.t + 120^0)$

$i_{SC}(+) = \sqrt{2}\,|\,i_s\,|\cos(\omega_s.t + 240^0)$

Để xác định được ω_s ta xác định tốc độ thực tế của động cơ cộng thêm tốc độ của độ trượt. Với tốc độ quay ω_s và modul của dòng stato ta có thể xác định được véc tơ dòng 3 pha trên mặt phẳng (x,0,y). Mô hình của tín hiệu dòng điện yêu cầu được xây dựng với thư viện của Matlab như sau:



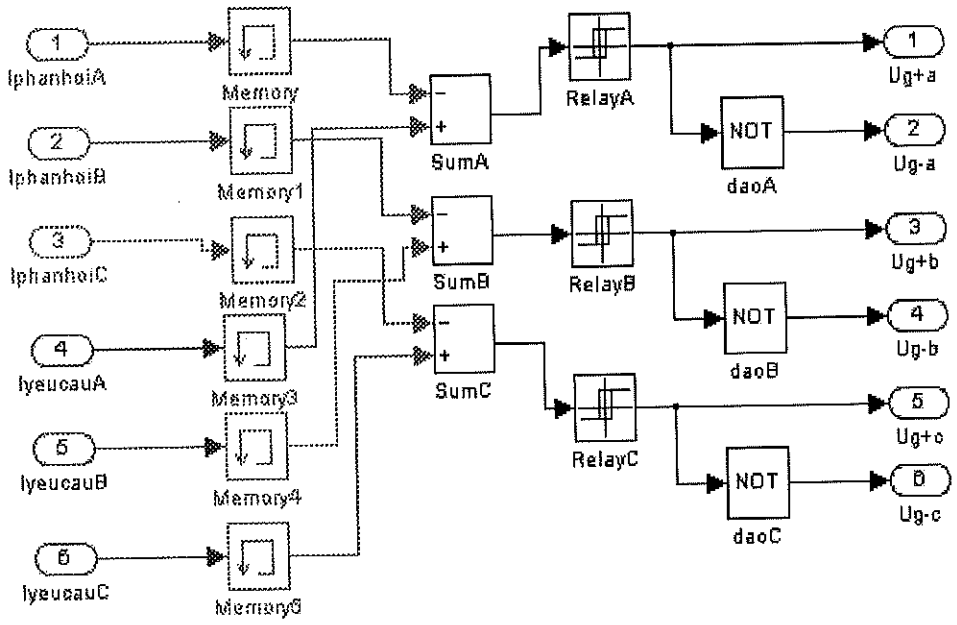
Hình 3-8 Mô phỏng khối tạo tín hiệu dòng yêu cầu

3.7 Mô hình khối bộ điều khiển trễ các dòng điện 3 pha.

Phương pháp thông dụng để thực hiện nguồn xoay chiều ba pha điều khiển theo độ trượt hay còn gọi là điều khiển trễ với nguyên lý điều khiển như sau:

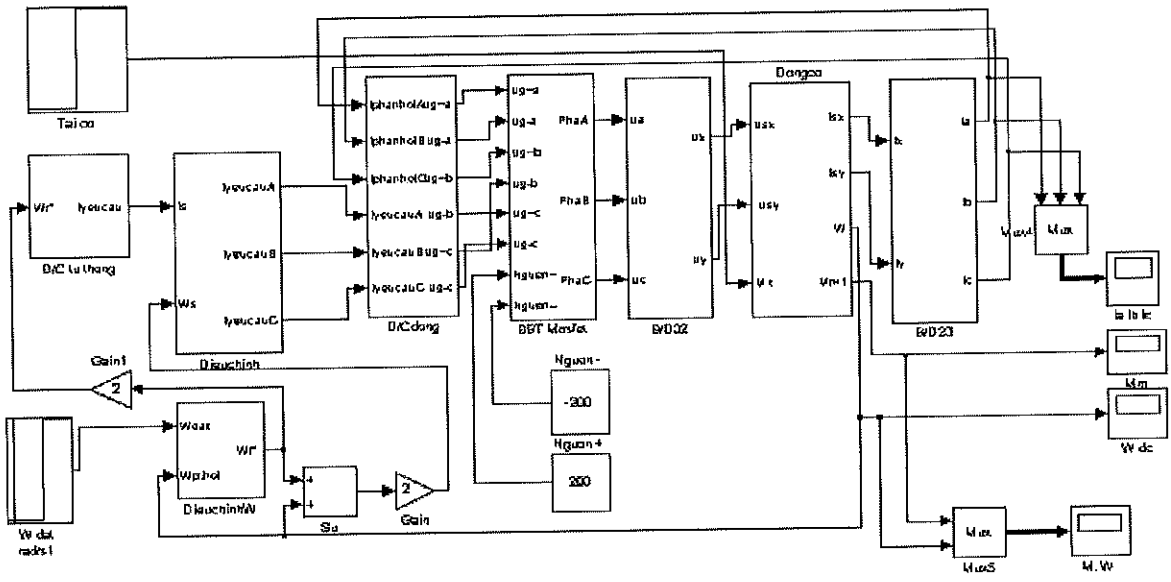
Xét điều khiển một pha: Nếu dòng điện (i) đo được nhỏ hơn giá trị cần thiết (i_c) ta tăng thêm một lượng F, điện áp ra buộc phải qua giá trị cực đại để dòng điện tăng nhanh nhất có thể được. Nếu dòng điện lớn hơn giá trị đặt ta sẽ phải giảm đi một lượng F, do vậy điện áp ra buộc phải có ngưỡng 2F – ngưỡng này càng nhỏ thì tần số làm việc của bộ biến tần càng lớn, hay thời gian đóng cắt của Mosfet càng nhỏ. Trong công nghiệp với điều khiển kiểu Hysteresic này người ta tính toán sao cho với ngưỡng trễ phù hợp để tần số đóng cắt nhỏ nhất vẫn đảm bảo yêu cầu của kỹ thuật.

Sử dụng các hàm có sẵn trong Matlab, ta có thể xây dựng được sơ đồ khối như sau (với dòng 3 pha):



Hình 3-9 Mô phỏng khối điều khiển trễ dòng điện 3 pha.

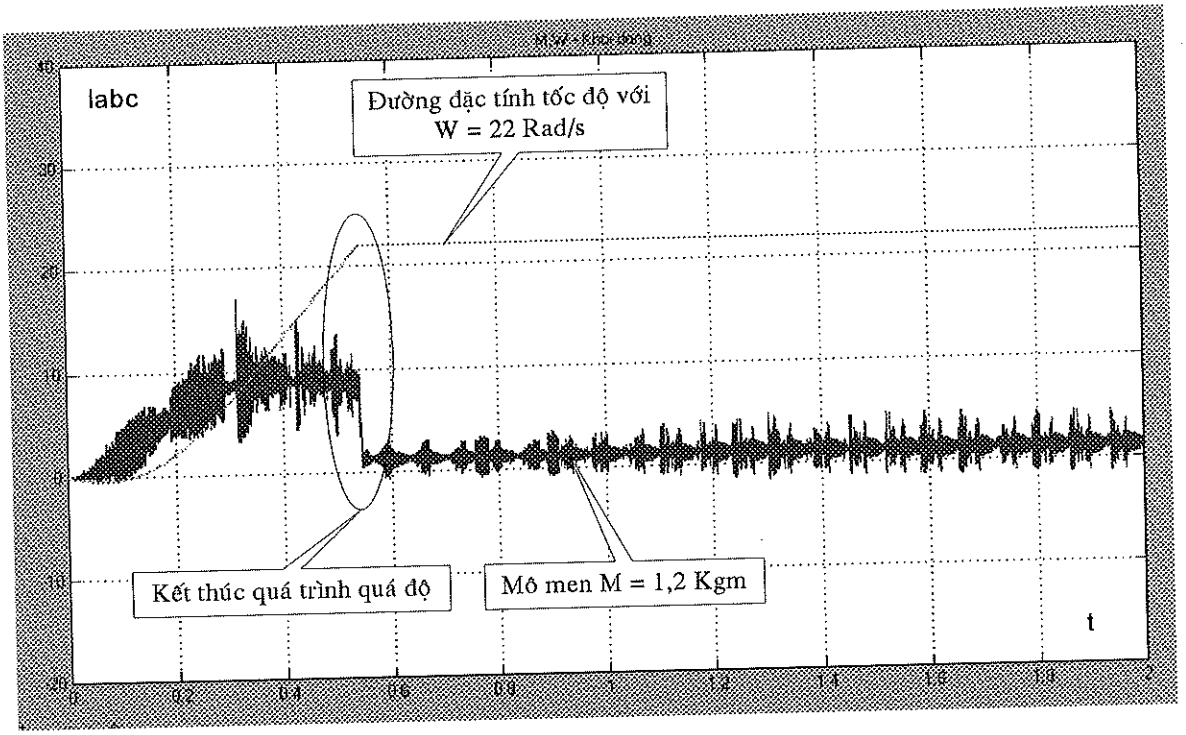
3.8 Mô hình hệ thống truyền động điện động cơ không đồng bộ nạp từ bộ biến tần có điều chỉnh dòng.



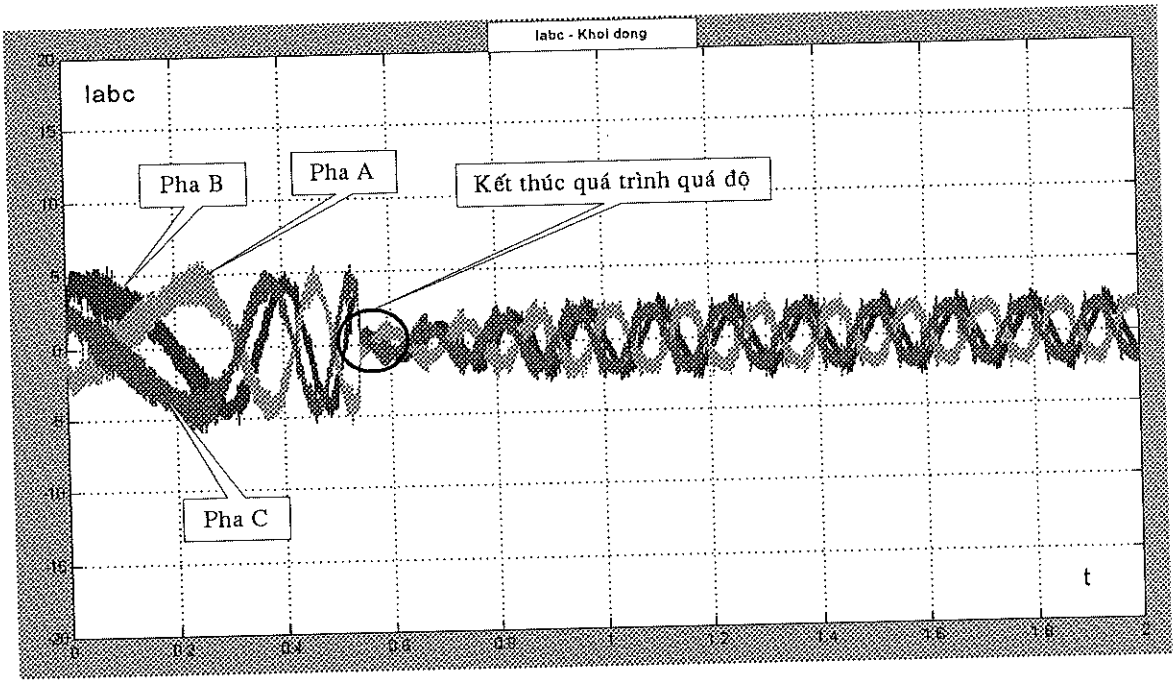
Hình 3-10 Mô phỏng hệ thống điều khiển động cơ dị bộ từ bộ biến tần có điều chỉnh dòng

3.9 Kết quả mô phỏng

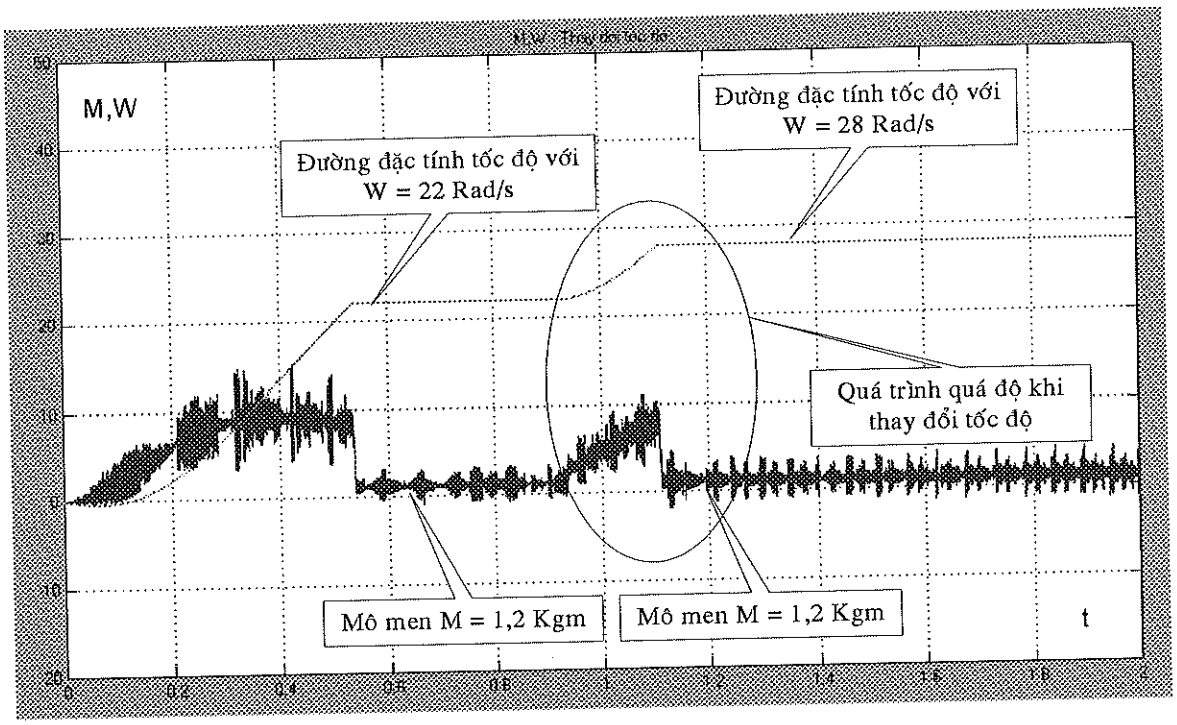
Từ mô hình đã được xây dựng trên môi trường Simulink của Matlab, sau khi tiến hành mô phỏng các quá trình quá độ của hệ thống, bao gồm quá trình khởi động, thay đổi tốc độ, thay đổi tải và đảo chiều. Kết quả thu được như sau:



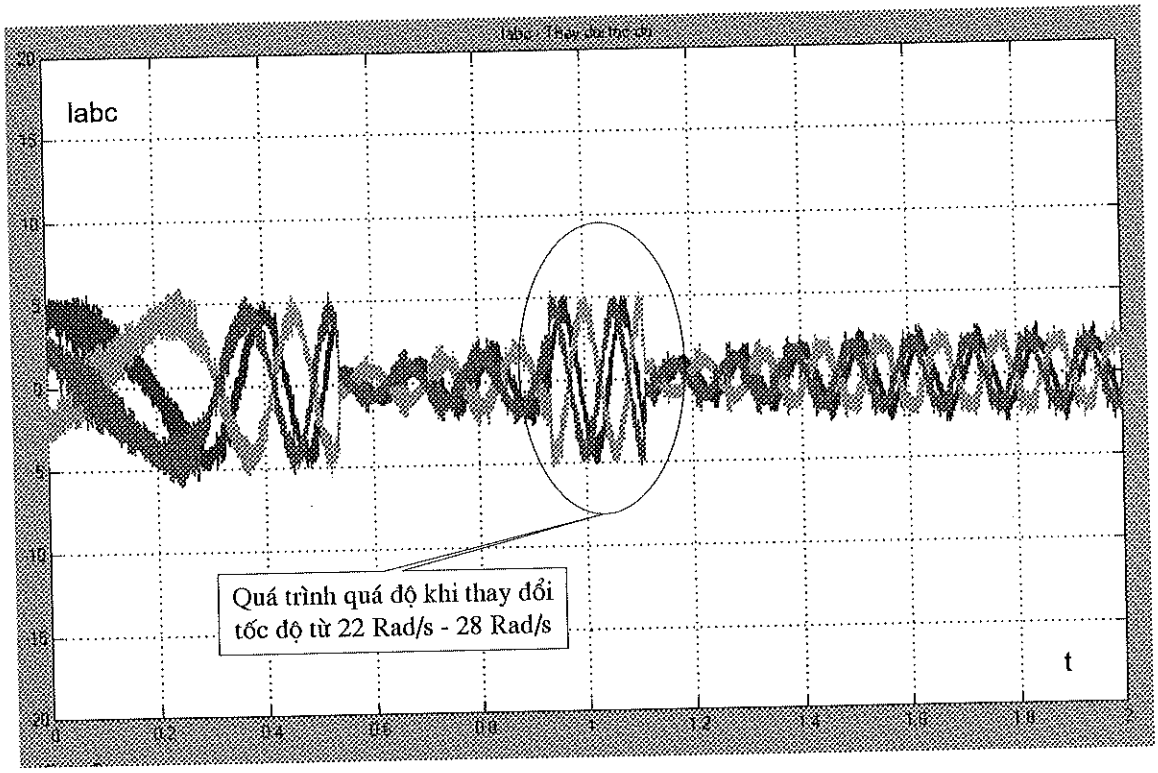
Hình 3-11 Quá trình quá độ khi khởi động động cơ với các đường đặc tính M,W



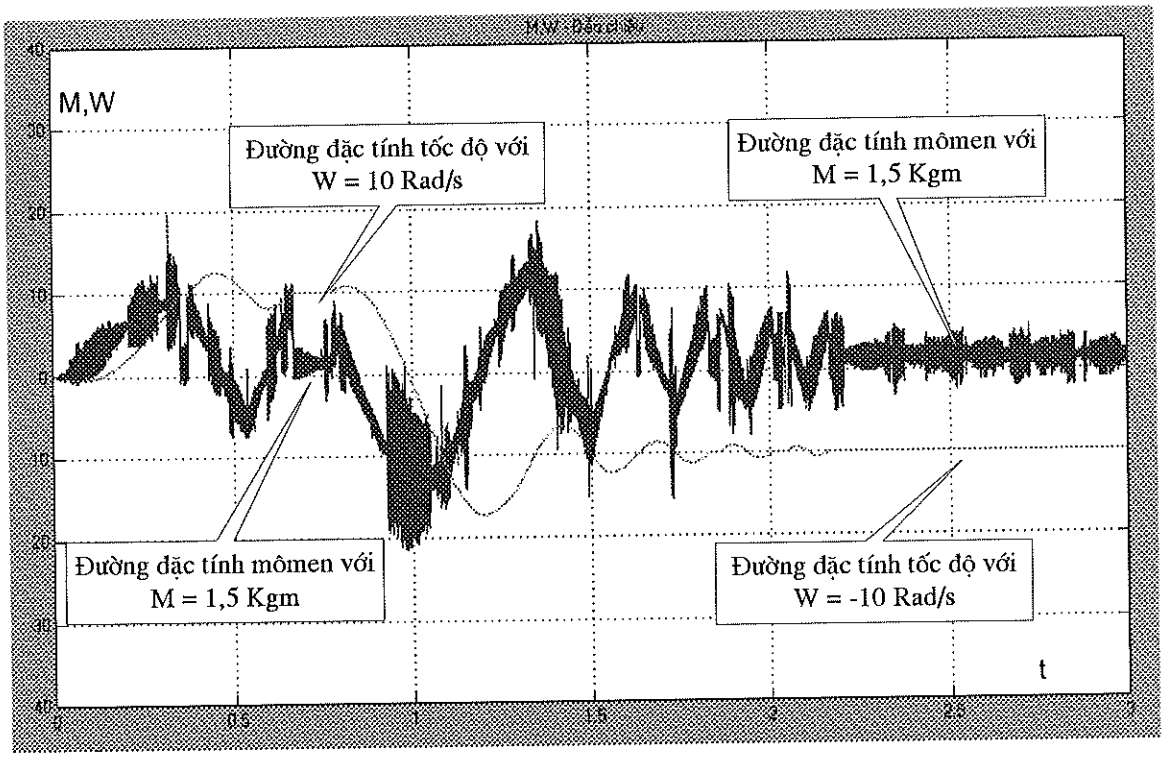
Hình 3-12 Quá trình quá độ khi khởi động động cơ với các đường đặc tính Ia, I_b, I_c



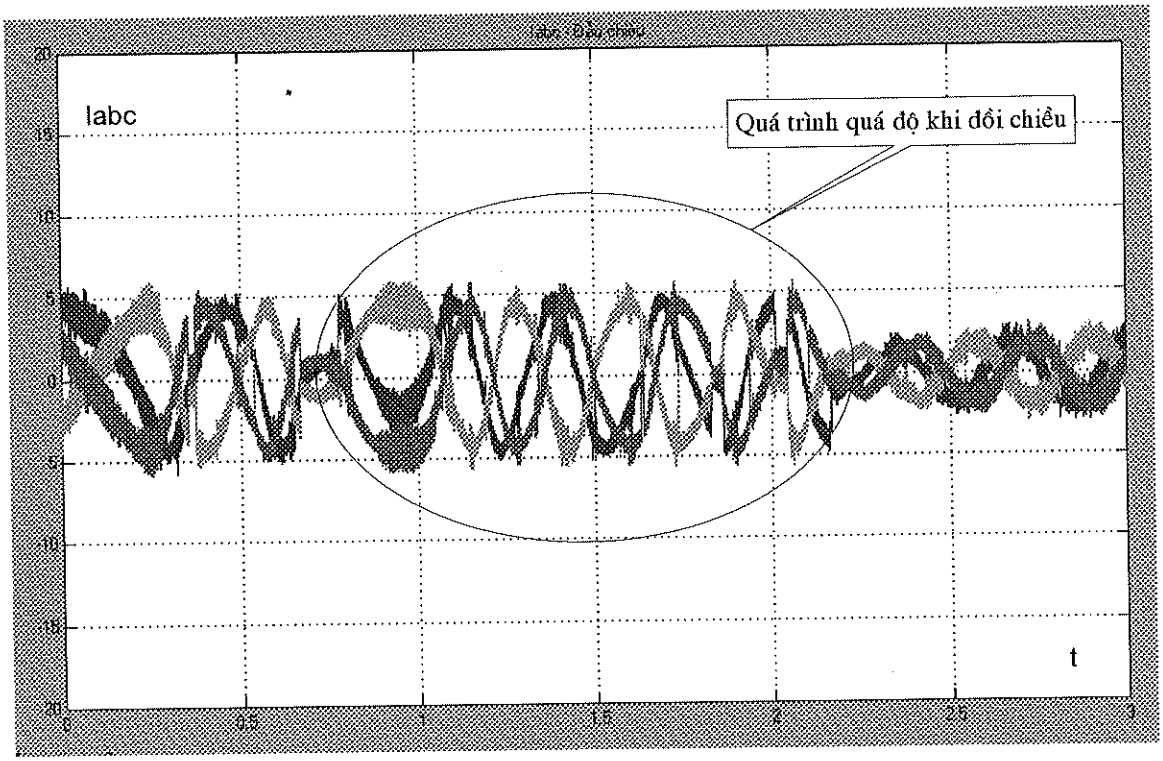
Hình 3-13 Đặc tính M,W khi thay đổi tốc độ w = 22Rad/s → 28Rad/s



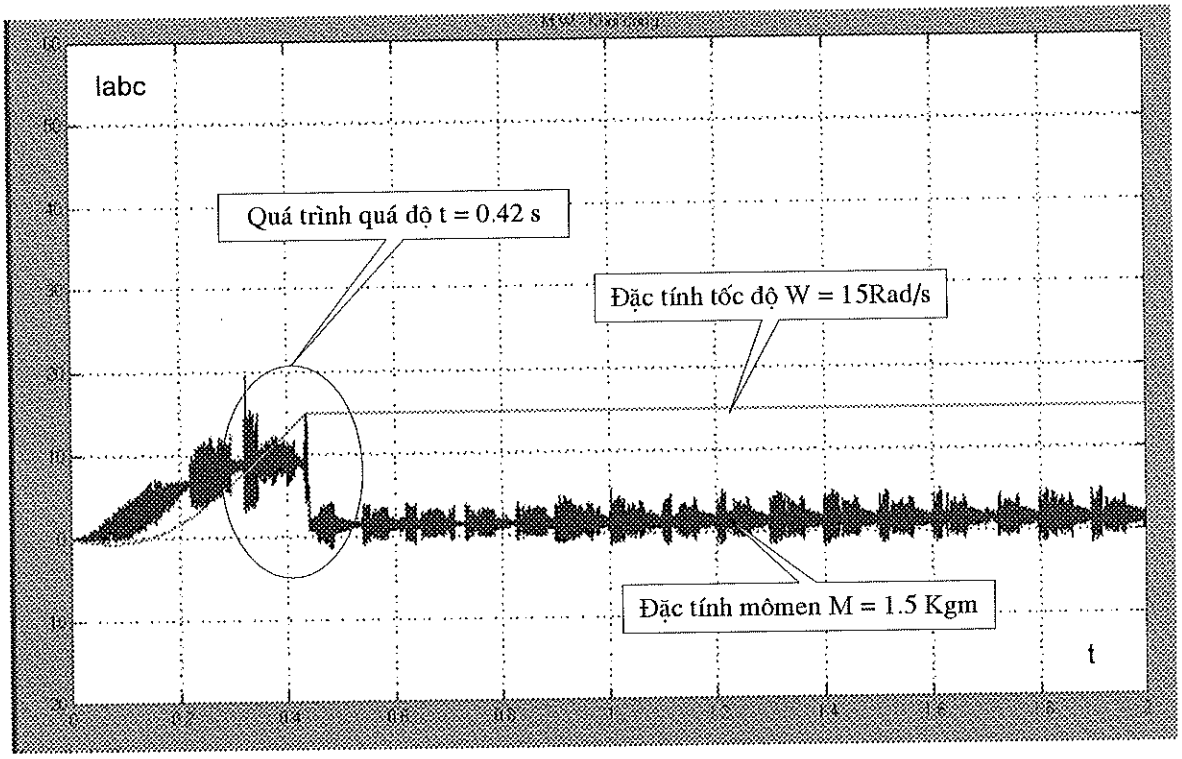
Hình 3-14 Đặc tính I_a, I_b, I_c khi thay đổi tốc độ W = 22Rad/s → 28Rad/s



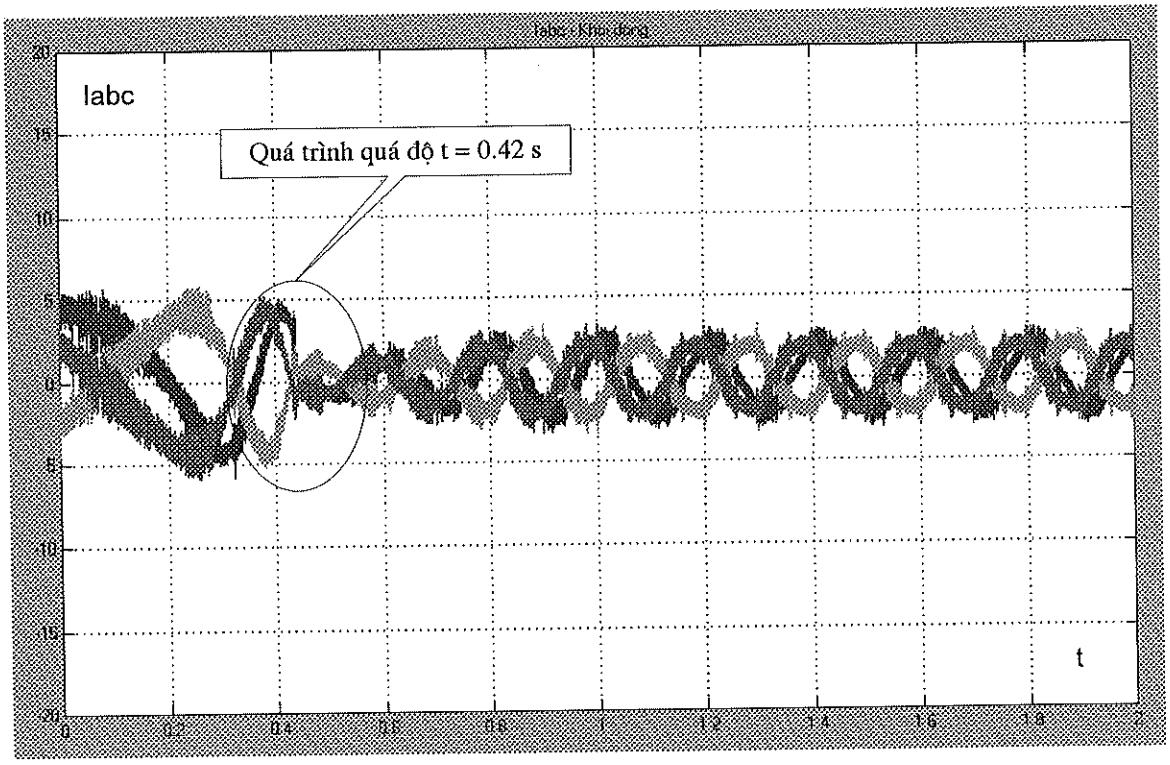
Hình 3-15 Đặc tính mô men và tốc độ khi đổi chiều quay motor



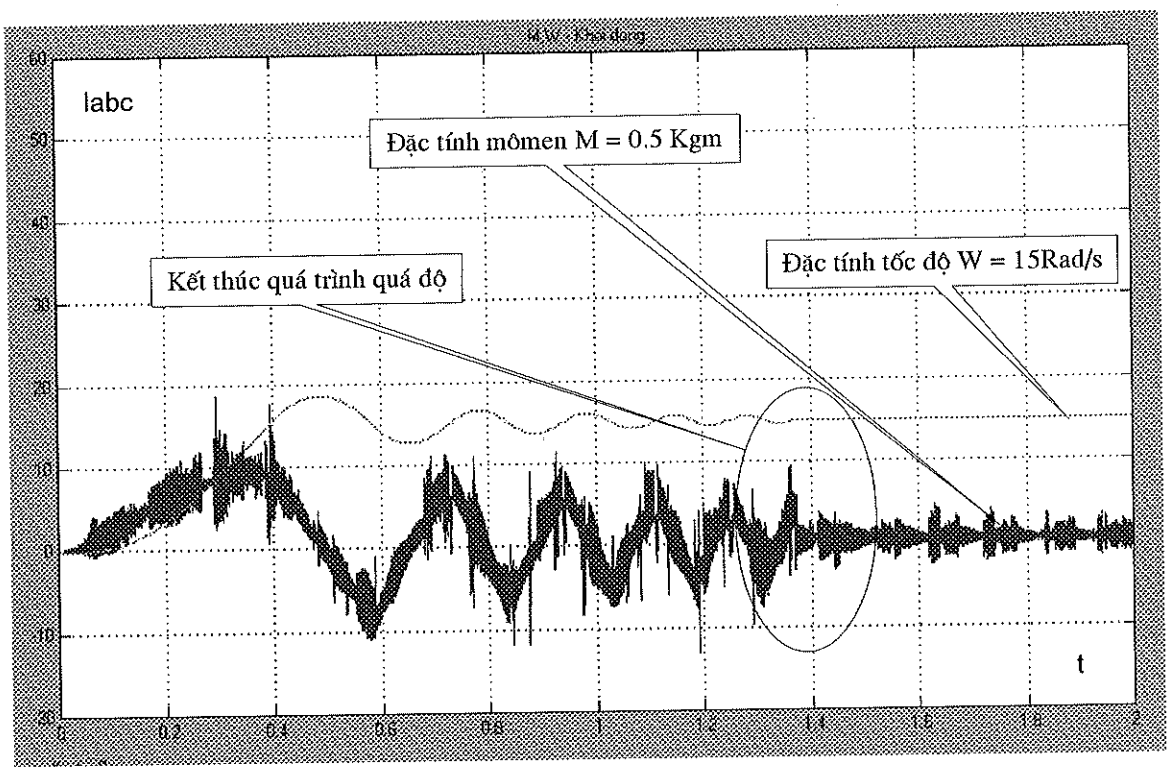
Hình 3-16 Đặc tính dòng Ia, Ib, Ic khi đổi chiều quay motor



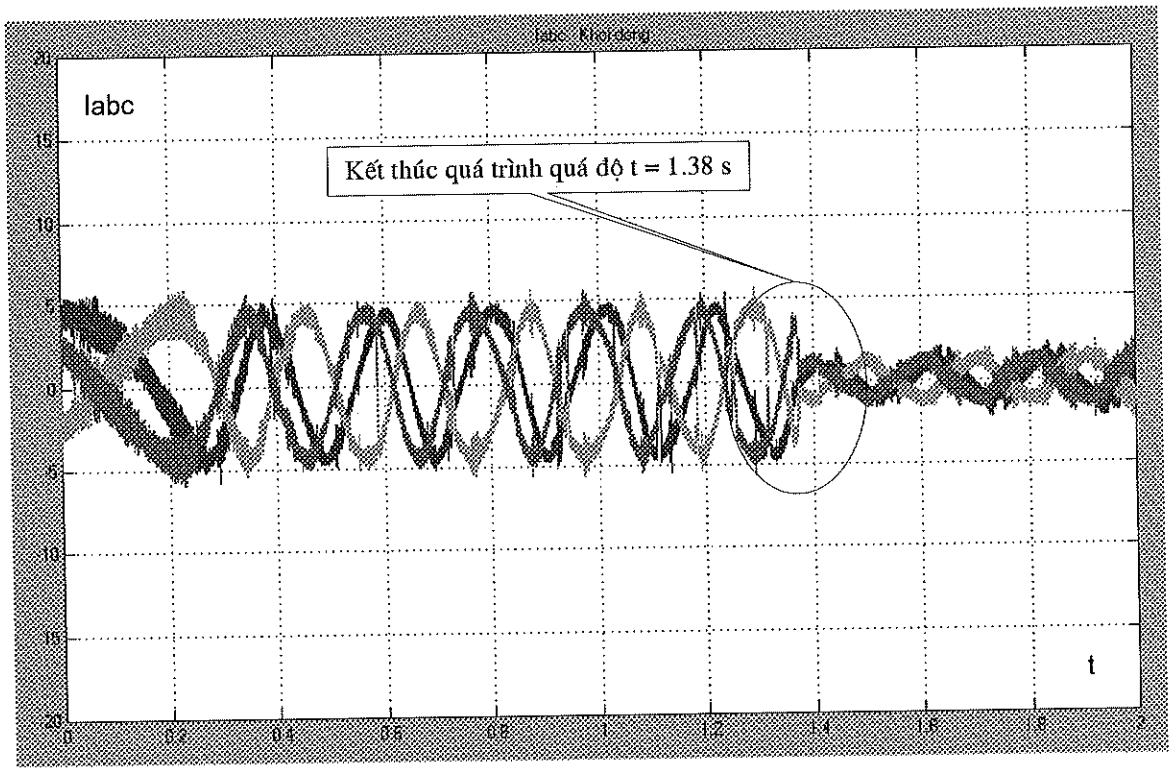
Hình 3-17 Đặc tính M,W với M=1,5Kgm, W=15Rad/s



Hình 3-18 Đặc tính Ia, Ib, Ic với M=1,5Kgm, W=15Rad/s



Hình 3-19 Đặc tính M,W với M=0,5Kgm, W=15Rad/s



Hình 3-20 Đặc tính M,W với M=1,5Kgm, W=15Rad/s

3.10 Kết luận

Bằng việc mô phỏng trên ngôn ngữ Matlab, ta đã thu được các đặc tính quá độ của hệ thống.

- Hình 3-11 và hình 3-12 biểu diễn quá trình quá độ của hệ thống với đặc tính tải, tốc độ và dòng điện stato của động cơ trong chế độ khởi động.

  Tải cơ: 1,2 (Kg.m)
  Tốc độ đặt: 22 (Rad/s)
  Thời gian quá độ: 0.52 (s)

  Ta nhận thấy quá trình quá độ khi khởi động động cơ xảy ra trong thời gian ngắn t = 0,52 (s), tuy nhiên đường đặc tính mô men vẫn dao động do có các thành phần sóng hài bậc cao.

- Hình 3-13 và hình 3-14 biểu diễn quá trình quá độ của hệ thống với đặc tính tải, tốc độ và dòng stato của động cơ trong chế độ thay đổi tốc độ.

  Tải cơ: 1,2 (Kg.m)
  Tốc độ đặt: 22 (Rad/s)
  Tốc độ thay đổi: 28 (Rad/s)
  Thời gian quá độ: 0,12 (s)

  Ta nhận thấy quá trình quá độ xảy ra khi thay đổi tốc độ của động cơ xảy ra trong thời gian ngắn t = 0,12 (s) và rất ổn định.

- Hình 3-15 và hình 3-16 biểu diễn quá trình quá độ của hệ thống với đặc tính tải, tốc độ và dòng điện stato của động cơ trong chế độ đổi chiều quay.

  Tải cơ: 1,5 (Kg.m)
  Tốc độ đặt: 10 (Rad/s)
  Đảo chiều với tốc độ: -10 (Rad/s)
  Thời gian quá độ: 1,2 (s)

  Ta nhận thấy quá trình quá độ xảy ra khi đổi chiều quay của động cơ xảy ra trong thời gian t = 1,2 (s). Mô men của động cơ thay đổi dấu và

dao động mạnh về mô men đặt ban đầu do trong hệ thống đã sử dụng bộ hạn chế dòng nên tốc độ ổn định tại tốc độ đặt.

- Hình 3-17 và hình 3-18 biểu diễn quá trình quá độ của hệ thống với đặc tính tải, tốc độ và dòng điện stato của động cơ trong chế độ khởi động với tải lớn.

  Tải cơ: 1,5 (Kg.m)
  Tốc độ đặt: 15 (Rad/s)
  Thời gian quá độ: 0,42 (s)

  Ta nhận thấy quá trình quá độ trong chế độ khởi động với tải lớn xảy ra rất ổn định và thời gian khởi động ngắn.

- Hình 3-19 và hình 3-20 biểu diễn quá trình quá độ của hệ thống với đặc tính tải, tốc độ và dòng điện stato của động cơ trong chế độ khởi động với tải nhỏ.

  Tải cơ: 0,5 (Kg.m)
  Tốc độ đặt: 15 (Rad/s)
  Thời gian quá độ: 1,38 (s)

  Ta nhận thấy quá trình quá độ trong chế độ khởi động với tải nhỏ hệ thống dao động nhiều vì điện áp và dòng nạp không có dạng hình sin cùng với sự tham gia của các thành phần sóng hài bậc cao, hệ thống khó dập tắt các mô men quán tính.

- Dòng điện stato của hệ thống được điều biên kiểu hình sin và kết quả thu được cũng có dạng hình sin. Dòng điện được băm với tần số lớn nhờ bộ biến tần PWM, giới hạn tần số băm phụ thuộc vào tốc độ chuyển mạch của Mosfet.
- Khi sử dụng các bộ biến tần PWM, thời gian quá độ của hệ thống ngắn, đáp ứng mô men trong hệ thống nhanh.
- Trong các trạng thái ổn định, hệ thống có khả năng ổn định tốc độ rất tốt.

- Giá trị mô men của động cơ ngay cả ở chế độ ổn định cũng có giá trị dao động. Trong chế độ này, mô men trung bình có giá trị không đổi còn giá trị tức thời của nó vẫn bị dao động. Nguyên nhân của sự dao động mô men là do điện áp và dòng điện nạp không có dạng hình sin. Sự tham gia của các sóng hài bậc cao đã làm mô men dao động. Trong các hệ thống có quán tính lớn, sự dao động mô men bị dập đi nhiều.
- Trong quá trình thực hiện đề tài, bằng việc xây dựng các mô hình hệ thống phù hợp để mô phỏng hệ thống truyền động điện trên Matlab, tác giả đã thu được kết quả nghiên cứu cần thiết. Các kết quả đó đã làm sáng tỏ các vấn đề lý thuyết đề cập, đồng thời cho phép chúng ta đánh giá chất lượng của các hệ thống truyền động điện. Điều này có ý nghĩa trong tình hình hiện nay vì các hệ thống nghiên cứu thực tế tại Việt nam còn chưa phổ cập nhiều và việc nghiên cứu thực nghiệm không phải lúc nào cũng thực hiện được vì các vấn đề kỹ thuật và tài chính.
- Các kết quả nghiên cứu cho thấy hệ thống truyền động điện động cơ không đồng bộ giữ cho từ thông stato không đổi có nhiều ưu điểm và mang tính hiện đại.
- Việc mô phỏng các hệ thống truyền động điện trên Matlab rất đơn giản so với các ngôn ngữ lập trình trước đây, cho phép ta dễ dàng xây dựng các mô hình hệ thống để nghiên cứu và không đòi hỏi người nghiên cứu phải có trình độ và kỹ năng lập trình cao.
- Ta có thể dễ dàng thay đổi các tham số để nghiên cứu, từ đó có thể thiết kế phần cứng thích hợp.
- Mô phỏng trên Matlab còn có ưu điểm nổi bật là tính trực quan cao, rất thuận lợi cho nghiên cứu các hệ thống đa tham số và cần thay đổi các giá trị để nghiên cứu.

Qua quá trình thực hiện luận văn tác giả đã:

1. Xây dựng thành công hệ thống truyền động điện nạp từ bộ biến tần có điều chỉnh dòng stato giữ cho từ thông stato không đổi, nhận được các đường đặc tính quan trọng của hệ thống. Từ kết quả nghiên cứu giúp ta thấy được quá trình quá độ của động cơ dị bộ rotor lồng sóc trong các chế độ công tác với các yêu cầu về tốc độ khác nhau.
2. Mô phỏng được hệ thống trên ngôn ngữ Matlab và qua đó thấy được khả năng ứng dụng của ngôn ngữ này là rất tiện lợi và kết quả thu được rất trực quan. Có thể thay đổi trực tiếp các thông số và nhận biết ảnh hưởng của các thông số đó đến hệ thống. Việc nghiên cứu trên Matlab có thể áp dụng các lý thuyết điều khiển hiện đại vào hệ thống truyền động điện.

Tuy nhiên đề tài còn một số vấn đề hạn chế:

- Khi thiết lập mô hình động cơ điện dị bộ rotor lồng sóc đã bỏ qua nhiều thông số, coi động cơ là lý tưởng.

- Khi thiết lập bộ biến tần Mosfet, coi sự đóng mở của Mosfet là lý tưởng như công tắc, bỏ qua quá trình quá độ trong bản thân Mosfet, cũng như sự ảnh hưởng qua lại của bộ biến tần Mosfet với hệ thống truyền động điện.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Bùi Đình Tiếu, Phạm Duy Nhi (1983), ***Cơ sở truyền động điện tự động - tập 1***, Nhà xuất bản đại học và trung học chuyên nghiệp.
2. Bùi Đình Tiếu, Phạm Duy Nhi (1983), ***Cơ sở truyền động điện tự động - tập 2***, Nhà xuất bản đại học và trung học chuyên nghiệp.
3. Bùi Quốc Khánh, Phạm Quốc Hải, Nguyễn Văn Liễn, Dương Văn Nghi **(1995), *Điều chỉnh tự động truyền động điện,*** Nhà xuất bản khoa học kỹ thuật, Hà nội.
4. Nguyễn Phùng Quang (1998), ***Điều khiển tự động truyền động điện xoay chiều ba pha,*** Nhà xuất bản giáo dục, Hà nội.
5. Bùi Quốc Khánh, Nguyễn Văn Liễn, Nguyễn Thị Hiền (1995), ***Truyền động điện,*** Nhà xuất bản khoa học kỹ thuật, Hà nội.
6. Thân Ngọc Hoàn (2000), ***Điều khiển hệ thống truyền động điện hiện đại,*** Đại học hàng hải, Hải phòng.
7. Thân Ngọc Hoàn (1991), ***Điện tử công suất lớn,*** Nhà xuất bản giao thông vận tải, Hà nội.
8. Thân Ngọc Hoàn (1999), ***Mô hình toán thiết bị điện,*** Đại học hàng hải, Hải phòng.
9. Thân Ngọc Hoàn (1998), ***Truyền động điện trùng từ trường,*** Đại học hàng hải, Hải phong".
10. Thân Ngọc Hoàn (2002), ***Mô phỏng hệ thống điện tử công suất và truyền động điện,*** Nhà xuất bản xây dựng.
11. Lê Văn Doanh (1994), ***Điện tử công suất và điều khiển động cơ điện,*** Nhà xuất bản khoa học kỹ thuật, Hà nội.

12. Đỗ Văn A (1999), ***Nghiên cứu các quá trình quá độ của hệ thống truyền động điện động cơ không đồng bộ tiristor nạp từ nguồn áp bằng mô phỏng số ở hệ trục ba pha***, luận văn thạc sỹ, Đại học hàng hải, Hải phòng.

13. Đào bá Bình (1999) ***Mô phỏng so sánh các tính chất của bộ điều chỉnh điện áp xoay chiều***, luận văn Thạc sỹ, Đại học Hàng hải, Hải phòng.

14. Đặng Minh Hoàng (2000), ***Đồ họa với Matlab,*** Nhà xuất bản thống kê, Hà nội.

15. Hoàng Phương (2000), ***Matlab giải trình đồ hoạ,*** Nhà xuất bản trẻ, Hà nội.

16. Nguyễn Hữu Tình, Lê Tấn Hùng, Phạm Thị Ngọc Yến(1999), ***Cơ sở Matlab & ứng dụng,*** Nhà xuất bản khoa học kỹ thuật, Hà nội.

17. Phạm quang Vũ (2002) ***Nghiên cứu tính chất động hệ thống truyền động điện động cơ dị bộ nạp từ bộ biến tần có điều chỉnh điện áp stator***, Luận văn Thạc sỹ, Đại học hàng hải, Hải phòng.

18. Đào học Hải (2002) ***Mô phỏng hệ thống truyền động điện nạp từ bộ biến tần nguồn áp,*** Luận văn thạc sỹ, Đại học hàng hải, Hải phòng.

19. Vũ văn Phong (1996) ***Điều chỉnh tốc độ động cơ không đồng bộ bằng phương pháp định hướng từ trường,*** Luận văn Thạc sỹ, Đại học hàng hải, Hải phòng.