

# MỞ ĐẦU

## 1. Tính bức thiết của đề tài

Trong các dây truyền sản suất, hệ thống điện tử công suất và truyền động điện đóng vai trò quyết định tới hiệu quả của quá trình sản suất, hệ thống điện tử công suất tốt giúp ta giảm được đáng kể về chi phí điện năng tiêu thụ còn hệ thống truyền động tốt giúp ta trực tiếp nâng cao được chất lượng sản phẩm, vì vậy vấn đề xây dựng được các hệ thống điện tử công suất và truyền động điện chất lượng cao là rất cần thiết. Tuy nhiên, muốn xây dựng được hệ thống điện tử công suất và truyền động tốt thì ngoài đòi hỏi cao về trình độ của người thiết kế ta cần phải chạy thử nghiệm hệ thống để chỉnh định hệ thống. Việc thử nghiệm hệ thống bằng thực nghiệm đòi hỏi chi phí cao và đôi khi không thực hiện được vì vậy phương pháp thử nghiệm bằng cách mô phỏng rất quan trọng.

Tuy nhiên khó khăn trong phương pháp thử nghiệm bằng mô phỏng là đòi hỏi sự hiểu biết chuyên sâu về hệ thống, điều này gây khó khăn trong các quá trình thử nghiệm bằng mô phỏng. Vì vậy nhóm tác giả nghiên cứu và xây dựng các khối thư viện các mô hình trong lĩnh vực điện tử công suất và truyền động điện trên Matlab, hỗ trợ người sử dụng trong quá trình chạy thử mô phỏng hệ thống được hiệu quả.

## 2. Mục đích nghiên cứu

Xây dựng hệ thống các khối thư viện các phần tử điện tử công suất và truyền động điện trên Matlab, giúp rút ngắn và đơn giản hoá các thao quá trình thử nghiệm bằng mô phỏng hệ thống điện tử công suất và truyền động điện.

## 3. Đối tượng và phạm vi nghiên cứu của đề tài

Đề tài nghiên cứu các mô hình toán học các phần tử điện tử công suất và truyền động điện, đồng thời nghiên cứu ứng dụng phần mềm mô phỏng

Matlab để xây dựng thư viện các phần tử điện tử công suất và truyền động điện trên Matlab.

#### **4. Phương pháp nghiên cứu của đề tài.**

Phương pháp chủ yếu của đề tài là từ các mô hình toán học của các phần tử, tính toán rút gọn và tổng hợp thành các khối thư viện trong Matlab

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

##### **-Đóng góp về mặt khoa học, phục vụ công tác đào tạo:**

Đề tài làm sáng tỏ về mặt lý thuyết khoa học điện tử công suất và truyền động điện, một môn học có tính ứng dụng thực tiễn cao.

##### **-Những đóng góp liên quan đến phát triển kinh tế:**

Đề tài sẽ trợ giúp tính toán thông số các phần tử để nâng cao chất lượng hệ thống điện tử công suất và truyền động điện trong các dây truyền sản xuất từ đó nâng cao chất lượng sản phẩm.

##### **-Những đóng góp về mặt xã hội (các giải pháp cho vấn đề xã hội):**

Giúp đơn giản hoá cho người nghiên cứu trong quá trình nghiên cứu và xây dựng mô hình mô phỏng các hệ thống điện tử công suất và truyền động điện

##### **-Những đóng góp cho trường**

Đề tài sẽ cung cấp các khối thư viện các phần tử điện tử công suất và truyền động điện giúp cho việc nghiên cứu của sinh viên và giáo viên của trường trực quan và hiệu quả hơn, từ đó góp phần nâng cao trình độ cho giảng viên và sinh viên của trường.

## **Chương 1.**

### **TỔNG QUAN VỀ MATLAB**

#### **1.1. Giới thiệu về MATLAB**

MATLAB là sản phẩm phần mềm của công ty MathWorks Inc. Ưu điểm nổi bật của MATLAB là khả năng tính toán và biểu diễn đồ họa kỹ thuật nhanh chóng, đa dạng và chính xác cao. Thư viện hàm của MATLAB bao gồm rất nhiều chương trình tính toán con; Các chương trình con này giúp người sử dụng giải quyết nhiều loại bài toán khác nhau, đặc biệt là các bài toán về ma trận, số phức, hệ phương trình tuyến tính cũng như phi tuyến. MATLAB cũng cho phép xử lý dữ liệu và biểu diễn đồ họa trong không gian 2D và 3D với nhiều dạng đồ thị thích hợp, giúp người sử dụng có thể trình bày kết quả tính toán một cách trực quan và thuyết phục hơn. Thêm vào đó, các phiên bản MATLAB ngày càng phát triển nhiều module phần mềm bổ sung các Toolbox (bộ công cụ) với phạm vi chức năng chuyên dụng cho từng chuyên ngành cụ thể.

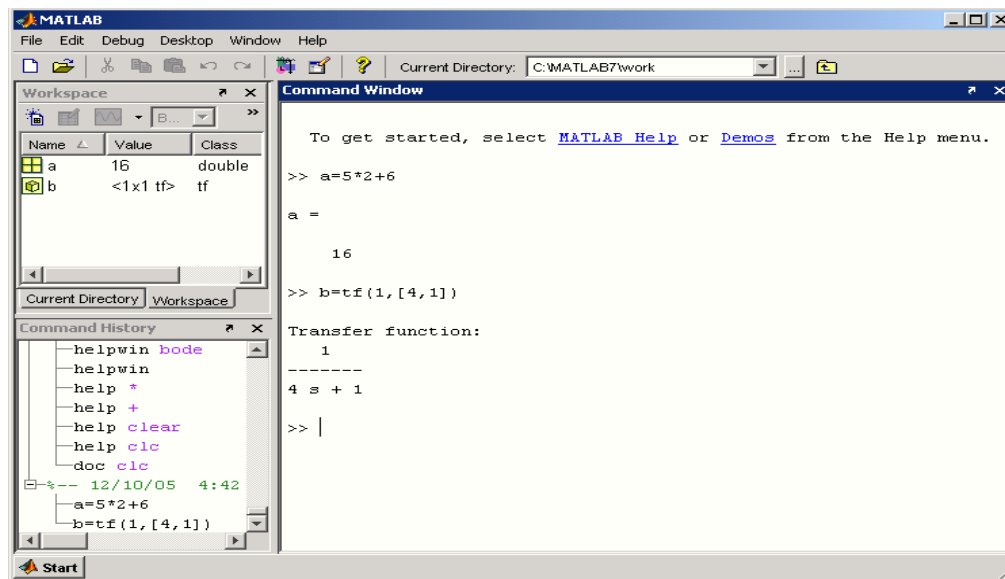
#### **1.2. Khởi động MATLAB**

Có 2 cách khởi động MATLAB:

- Nhấp đúp chuột vào biểu tượng MATLAB trên màn hình Desktop.
- Chọn Start > Programs > MATLAB 7.0 > MATLAB 7.0

#### **1.3. Màn hình MATLAB**

Sau khi khởi động MATLAB ta thu được màn hình MATLAB với các cửa sổ tích hợp dưới đây:



**Hình 1.1** Cửa sổ giao diện của Matlab

Giao diện của Matlab gồm 4 cửa sổ giao diện sau:

-Cửa sổ chính của MATLAB: Tại đây ta thực hiện toàn bộ việc nhập lệnh và nhận kết quả tính toán. Dấu >> là dấu đợi lệnh, sau khi nhận lệnh và kết thúc bằng động tác nhấn phím Enter, MATLAB sẽ xử lý lệnh và xuất hiện kết quả ở dòng dưới.

-Command History: tất cả các lệnh đã sử dụng trong Command Window được lưu trữ và hiển thị tại đây. Có thể thực hiện lệnh cũ bằng cách nhấp đúp chuột vào lệnh đó. Cũng có thể cắt dán, sao chép, xóa cả nhóm lệnh hoặc từng lệnh riêng rẽ.

-Workspace Browser: là một vùng nhớ động trong vùng nhớ của chương trình tự động hình thành khi MATLAB được khởi động và xóa khi thoát MATLAB. Workspace lưu giữ các biến khi ta sử dụng MATLAB. Tất cả các biến trong MATLAB đều được hiển thị tại cửa sổ Workspace Browser với các thông tin về tên biến, giá trị, kích cỡ Byte và loại giữ liệu.

-Current Directory: Nhờ cửa sổ này người sử dụng có thể nhanh chóng nhận biết các thư mục con và các tập tin (file) đang có trong thư mục hiện hành. Các thao tác mở file, lưu file, tìm M-file để thực thi...có mức ưu tiên cao nhất trong thư mục hiện hành.

Trên đây chỉ là một cách hiển thị tổ hợp các cửa sổ trong màn hình MATLAB. Tùy theo thói quen và nhu cầu sử dụng người dùng có thể thay đổi linh hoạt cách hiển thị thông qua menu Desktop > Desktop layout

#### **1.4. Các tiện ích và trợ giúp**

Tiện ích trợ giúp Help của MATLAB rất phong phú. Có thể gọi từ menu Help trên thanh menu hoặc nhập lệnh tại Command Window theo cú pháp:

Help tên lệnh                                    % xem trợ giúp tại command window.

Độc tên lệnh                                    % xem trợ giúp trong cửa sổ Help.

Ví dụ: để tìm hiểu chức năng và cách dùng của lệnh input ta có thể nhập:

```
>> Help input
```

Ngoài ra, chúng ta có thể xem các ví dụ sẵn có trong MATLAB bằng cách nhập lệnh demo.

#### **1.5. Tính toán Command Window**

Với các bài toán đơn giản, chỉ cần dùng ít câu lệnh MATLAB, ta giải bằng cách nhập từng lệnh tại cửa sổ Command window.

#### **\* Một số lưu ý khi nhập lệnh:**

- MATLAB luôn hiển thị kết quả của câu lệnh trên màn hình. Nếu muốn MATLAB không hiển thị kết quả thì cuối câu lệnh ta đặt thêm dấu chấm phẩy (;).

- Nhiều câu lệnh có thể đặt chung trên một dòng nhưng bắt buộc phải phân cách nhau bởi dấu phẩy (,) hoặc chấm phẩy (;). Không cho phép phân cách các lệnh bằng khoảng trống. Nếu cuối lệnh nào có dấu phẩy thì

MATLAB hiển thị kết quả, còn dấu chấm phẩy thì không hiển thị kết quả.

- Các mũi tên  $\uparrow \downarrow \leftarrow \rightarrow$  trên bàn phím rất hữu ích khi nhập lệnh. Để nhập lại lệnh vừa gõ, ta có thể nhấn mũi tên  $\uparrow$ , tiếp tục nhấn phím này nó sẽ gọi lệnh trước đó. Mũi tên  $\downarrow$  có tác dụng ngược với mũi tên  $\uparrow$ . Các phím mũi tên  $\leftarrow$  và  $\rightarrow$  có thể dùng để thay đổi vị trí con trỏ trong dòng lệnh tại dấu nhắc của MATLAB giúp bạn dễ dàng chỉnh sửa nội dung dòng lệnh.

## 1.6. Thoát khỏi MATLAB

Thực hiện một trong các cách sau:

- + Nhấp chuột vào nút x ở góc trên, phải của màn hình MATLAB.
- + Chọn menu File > Exit MATLAB.
- + Nhấn tổ hợp phím Ctrl + Q.
- + >> quit hoặc >> exit.

## 1.7 M-File

Trong MATLAB, M-file là các file chương trình được soạn thảo và lưu ở dạng văn bản. Có hai loại M-file là Script file (file lệnh) và Function file (file hàm). Cả hai đều có phần tên mở rộng là ".m ". MATLAB có rất nhiều M-file chuẩn được xây dựng sẵn. Người dùng cũng có thể tạo các M-file mới tùy theo nhu cầu sử dụng.


### 1.7.1 Lập trình dạng SCRIPT FILE

Thay vì nhập và thực thi từng câu lệnh tại cửa sổ Command window, ta có thể soạn và lưu tất cả các câu lệnh cần thiết để giải bài toán vào một Script file. Sau đó chỉ cần gõ tên file để thực thi toàn bộ chương trình.

## **Mở cửa sổ Editor:**

Cách 1: Trong command window gõ lệnh **edit**

Cách 2: Vào menu File >New >M-File


Cách 3: Nhấp chuột vào icon 

## **Lưu:**

Vào menu File > Save > đặt tên tập tin > nhấp nút save.

Tập tin Script file có phần mở rộng là ".m", và được lưu vào thư mục hiện hành. Nếu không có sự lựa chọn khác thì thư mục hiện hành được mặc định là thư mục work của MATLAB. Tên tập tin phải bắt đầu bằng ký tự chữ, không có khoảng trống giữa các ký tự (giống như quy định về tên biến).

## **Gọi thực hiện SCRIPT FILE:**

- Cách 1: Trong cửa sổ soạn thảo nhấp chuột vào nút **run**  trên thanh toolbar.

- Cách 2: Trở về màn hình Command window và gõ tên file (không có phần mở rộng ".m"), sau đó nhấn Enter để thực thi.

Lưu ý là dù gọi thực hiện theo cách 1 hay cách 2 thì MATLAB cũng đều xuất kết quả tính toán tại cửa sổ Command Window.

## **Mở một M-file đang có để xem lại hay chỉnh sửa:**

-Cách 1: Trong cửa sổ Editor hoặc Command window, vào menu File >open >...

-Cách 2: Vào cửa sổ Workspace, nhấp đúp chuột vào tên M-file cần mở.

- Cách 3: Tại Command window, gõ lệnh edit ('đường dẫn\tên file')

### 1.7.2. Lập trình dạng FUNCTION FILE

Tương tự như trong toán học, các hàm (function) trong MATLAB sẽ nhận vào giá trị của các đối số và trả về giá trị tương ứng của hàm. Trình tự tạo và thực thi một file hàm bao gồm các bước như sau:

#### Mở cửa sổ Editor:

Thực hiện tương tự như Script file

#### Soạn thảo:

Cấu trúc chuẩn của một hàm:

*function* [danh sách tham số ra] = *tên hàm* (danh sách tham số vào)

#### Lưu:

Như cách lưu của Script file. Khi lưu hàm, MATLAB sẽ lấy tên hàm làm tên file, người lập trình không nên sửa lại tên này để tránh lẫn lộn khi gọi thực hiện hàm.

#### Gọi thực hiện Function file.

#### Đặc điểm của hàm:

- Các hàm chỉ thông tin với MATLAB thông qua các biến truyền vào cho nó và các biến ra mà nó tạo thành, các biến trung gian ở bên trong hàm thì không tương tác với môi trường MATLAB.

- Khi MATLAB thực hiện lần đầu các file hàm, nó sẽ mở file và dịch các dòng lệnh của file đó ra một dạng mã lưu trong bộ nhớ nhằm mục đích tăng tốc độ thực hiện các lời gọi hàm tiếp theo. Nếu sau đó không có sự thay đổi gì trong M-file, quá trình dịch sẽ không xảy ra lần thứ hai. Nếu



trong hàm có chứa lời gọi hàm M-file khác thì các hàm đó cũng được dịch vào trong bộ nhớ. Bằng lệnh **clear function** ta có thể xoá cưỡng bức các hàm đã dịch, nhưng vẫn giữ nguyên các M-file.

- Mỗi hàm có không gian làm việc riêng của nó (local workspace), tách biệt với môi trường MATLAB (sử dụng base workspace), mối quan hệ duy nhất giữa các biến trong hàm với môi trường bên ngoài là các biến vào và ra của hàm đó. Nếu bản thân các biến của hàm bị thay đổi thì sự thay đổi này chỉ tác động bên trong của hàm đó và mà không làm ảnh hưởng đến các biến của môi trường MATLAB. Các biến của hàm sẽ được giải phóng ngay sau khi hàm thực thi xong nhiệm vụ, vì vậy không thể sử dụng thông tin của lần gọi trước cho lần gọi sau.

- Các hàm có thể sử dụng chung các biến với hàm khác hay với môi trường MATLAB nếu các biến được khai báo là biến toàn cục. Để có thể truy cập được các biến bên trong một hàm thì các biến đó phải được khai báo là biến toàn cục trong mỗi hàm sử dụng nó.

- Một M-file có thể chứa nhiều hàm. Hàm chính (main function) trong M-file này phải được đặt tên trùng với tên của M-file. Các hàm khác được khai báo thông qua câu lệnh **function** được viết sau hàm đầu tiên. Các hàm con (local function) chỉ được sử dụng bởi hàm chính, tức là ngoài hàm chính ra thì không có hàm nào khác có thể gọi được chúng. Tính năng này cung cấp một giải pháp hữu hiệu để giải quyết từng phần của hàm chính một cách riêng rẽ, tạo thuận lợi cho việc lập một file hàm duy nhất để giải bài toán phức tạp.

## 1.8 Biến cục bộ và biến toàn cục

### 1.8.1. Biến cục bộ

Biến cục bộ chỉ có phạm vi sử dụng trong một hàm. Các biến cục bộ không lưu giữ trong Workspace. Tại Command window ta không thể truy cập được các biến cục bộ. Các biến trong các file hàm đều là biến cục bộ, trừ phi có sự chủ động khai báo khác đi.

### 1.8.2. Biến toàn cục

Biến toàn cục có phạm vi sử dụng trong nhiều hàm hoặc nhiều M-file. Các biến toàn cục được lưu giữ trong Workspace của MATLAB và hiển thị tại cửa sổ Workspace browser. Tại Command window ta chỉ có thể truy cập được các biến toàn cục.

## 1.9. Các phép tính số học

Trong MATLAB, các phép tính số học có mức ưu tiên giống như trong tính toán thông thường. Nếu trong câu lệnh có các phép tính cùng mức ưu tiên thì thứ tự thực hiện là từ trái qua phải. Khi cần thay đổi mức độ ưu tiên ta dùng thêm dấu ngoặc đơn ( ).

**Bảng 1.1:** các phép tính số học

PHÉP TÍNH	KÍ HIỆU	MỨC ƯU TIÊN	VÍ DỤ
Lũy thừa	^	1	$3^2$ ; $a^{(1/2)}$
Nhân	*	2	$3*5$ ; $a*b$
Chia	/	2	$2/4$ ; $a/b$
Chia trái	\	2	$2\4$ (nghĩa là $4/2$ ) ; $a\b$
Cộng	+	3	$2+4$ ; $a+b$
Trừ	-	3	$2-4$ ; $a-b$

## 1.10 Một số hàm toán cơ bản

Khi thực hiện hàm này, đối số x là số thực, phức, vectơ, ma trận đều được.

**Bảng 1.2:** Các hàm toán cơ bản

Tên hàm	Chức năng
$\text{sqrt}(x)$	Căn bậc hai của x, tương đương lệnh $x^{(1/2)}$
$\text{exp}(x)$	Hàm mũ cơ số e của x ( $=e^x$ ) Ví dụ: $\text{exp}(0)=e^0=1$ ; $\text{exp}(1)=e^1=2.7182$
$\text{log}(x)$	logarit cơ số e của x ( $=\ln x$ )
$\text{log10}(x)$	logarit thập phân của x
$\text{abs}(x)$	$\left\{ \begin{array}{l} \text{- Tìm giá trị của x nếu x là số thực} \\ \text{- Tìm môđun của x nếu x là số phức} \end{array} \right.$
$\text{round}(x)$	Làm tròn x tới số nguyên gần nhất
$\text{rem}(x,y)$	Tìm phần dư của x/y, có dấu lấy theo x
$\text{mod}(x,y)$	Tìm phần dư của x/y, có dấu theo y
$\text{sign}(x)$	Hàm lấy dấu của x (hàm signum); trả về 1 nếu $x > 0$ ; trả về -1 nếu $x < 0$ ; trả về 0 nếu $x = 0$ .
$\text{sin}(x)$	sin của x nếu x là hàm radian

$\cos(x)$	cos của x nếu x là hàm radian
$\tan(x)$	tang của x nếu x là hàm rdian
$\text{asin}(x)$	arcsin của x nếu x là hàm radian
$\text{acos}(x)$	arccos của x nếu x là hàm radian
$\text{atan}(x)$	arctg của x nếu x là hàm radian
$\text{sinc}(x)$	$\begin{cases} = (\sin(\pi x)) / \pi x & \text{nếu } x \neq 0 \\ = 1 & \text{nếu } x=0 \end{cases}$
$\text{sind}(x); \text{cosd}(x); \text{tand}(x)$	sin, cos, tang của x, với x là tọa độ
$\text{asind}(x); \text{acosd}(x); \text{atand}(x)$	arcsin; arccos; artg của x, với x là tọa độ
$\text{sinh}(x)$	sinhyperbol của x; $\text{sinh}(x) = (e^x - e^{-x})/2$
$\text{cosh}(x)$	$\text{coshyperbol của } x; \text{cosh}(x) = (e^x + e^{-x})/2$ $\Rightarrow \begin{cases} \text{cosh}(x) + \text{sinh}(x) = e^x \\ \text{cosh}(x) - \text{sinh}(x) = e^{-x} \end{cases}$
$\text{tanh}(x)$	tanhyperbol của x, $\text{tanh}(x) = \text{sinh}(x) / \text{cosh}(x)$
$\text{asinh}(x)$	arcsinhyperbol của x, $\text{asinh}(x) = \ln(x + \sqrt{x^2 + 1})$

acosh(x)	arccoshyperbol của x, $\text{acosh}(x) = \ln(x + \sqrt{x^2 - 1})$
atanh(x)	arctanhyperbol của x, $\text{atanh}(x) = (1/2)\ln[(1+x)/(1-x)]$

MATLAB có rất nhiều hàm toán học được xây dựng sẵn. Để tìm hiểu kỹ hơn, ta có thể gõ lệnh **help elfun**, **help elmat**, **help specfun** hoặc **help datafun**.

### 1.11 Vectơ

Trong MATLAB, các thuật ngữ vectơ và mảng được dùng không phân biệt.

- Để khai báo một vectơ cột (mảng cột) ta nhập các phần tử nằm trong dấu ngoặc vuông [ ] phân cách nhau bởi dấu chấm phẩy.

**Bảng 1.3:** Các phép tính giữa véc tơ (mảng) với một số vô hướng

PHÉP TÍNH	KÍ HIỆU	VÍ DỤ	Ý NGHĨA
Lũy thừa	.^	$c = a.^2$	$c = [(a_1^2); (a_2^2); \dots; (a_n^2)]$
Nhân	* hoặc .*	$c = a*2$	$c = [(a_1*2); (a_2*2); \dots; (a_n*2)]$
Chia	/ hoặc ./	$c = a/2$	$c = [(a_1/2); (a_2/2); \dots; (a_n/2)]$
Chia trái	.\	$c = a.\2$	$c = [(2/a_1); (2/a_2); \dots; (2/a_n)]$
Cộng	+	$c = a+2$	$c = [(a_1+2); (a_2+2); \dots; (a_n+2)]$
Trừ	-	$c = a-2$	$c = [(a_1-2); (a_2-2); \dots; (a_n-2)]$

**Bảng 1.4:** Các phép tính giữa hai véc tơ:

PHÉP TÍNH	KÍ HIỆU	VÍ DỤ	Ý NGHĨA
Lũy thừa	.^	$c=a.^b$	$c= [(a_1^{b_1});(a_2^{b_2}); \dots; (a_n^{b_n})]$
Tích có hướng	.*	$c=a.*b$	$c= [(a_1*b_1);(a_2*b_2); \dots; (a_n*b_n)]$
Chia phải	./	$c=a./b$	$c= [(a_1/b_1);(a_2/b_2); \dots; (a_n/b_n)]$
Chia trái	.\	$c=a.\backslash b$	$c= [(a_1\backslash b_1);(a_2\backslash b_2); \dots; (a_n\backslash b_n)]$
Cộng hai vectơ	+	$c=a+b$	$c= [(a_1+b_1);(a_2+b_2); \dots; (a_n+b_n)]$
Trừ hai vectơ	-	$c=a-b$	$c= [(a_1-b_1);(a_2-b_2); \dots; (a_n-b_n)]$
Chuyển vị (cột thành hàng hay ngược lại)	'	$a'$	$a=[a_1; a_2 ; \dots;a_n]$ thì $a'=[a_1 \ a_2 \dots \ a_n]$ $a=[a_1 \ a_2 \dots \ a_n]$ thì $a'=[a_1; a_2; \dots; a_n]$
Tích vô hướng	'*	$c=a'*b$	$c= (a_1*b_1)+(a_2*b_2)+\dots+(a_n*b_n)$

### 1.12. Ma trận

Trong MATLAB, một ma trận được biểu diễn bằng một dãy số trong ngoặc vuông. Các phần tử trong mỗi hàng được phân cách nhau bởi khoảng trống hoặc dấu phẩy (,). Các hàng được phân cách nhau bởi dấu chấm phẩy (;).

Ví dụ:

$$A = \begin{bmatrix} a_{11} & a_{12} & a_{13} \\ a_{21} & a_{22} & a_{23} \\ a_{31} & a_{32} & a_{33} \end{bmatrix}$$

### Các phép tính trên ma trận:

- Các phép tính cộng, trừ, nhân, chia, lũy thừa, chia phải, chia trái giữa các ma trận và một số vô hướng có thể thực hiện với mọi ma trận. Các phép tương tự như vectơ với số vô hướng. Ví dụ:  $A+2$ ;  $A-2$ ;  $A.^2$ ;  $A.*2$ ;  $A./2$ ;  $A.\backslash 2$ ; các phép tính này sẽ được thực hiện cho từng số hạng của ma trận. Ở đây có hai trường hợp đáng lưu ý là:  $A.*2=A*2$  và  $A./2=A/2$ .

- Các phép tính giữa hai ma trận như cộng, trừ, chấm nhân, chấm chia chỉ thực hiện được với các ma trận có cùng kích thước (cùng số hàng, số cột).  
Cụ thể:

+ Phép tính  $A+B$  hoặc  $A-B$  thực hiện cộng hoặc trừ tương ứng từng số hạng.

+ Phép chấm nhân  $A.*B$  thực hiện nhân tương ứng từng số hạng.

+ Phép chấm chia  $A./B$  hoặc  $A.\backslash B$  thực hiện chia phải hoặc chia trái tương ứng từng số hạng.

+ Phép nhân  $A*B$  được hiểu là phép nhân ma trận như trong toán học, chỉ thực hiện được với các ma trận tương thích (số cột của A bằng số hàng của B).

+ Phép chia phải  $A/B$  tương ứng với trong toán học là  $A.B^{-1}$

+ Phép chia trái  $A\backslash B$  tương ứng với trong toán học là  $A^{-1}.B$  nhưng  $A\backslash B$  dùng được cả khi ma trận A vuông hay không vuông, còn khi  $\text{inv}(A)*B$  chỉ dùng được khi A vuông.

+ Phép lũy thừa  $A.^2$  (có dấu chấm) thực hiện lũy thừa từng số hạng tương ứng, có thể thực hiện với ma trận A bất kỳ. Còn phép lũy thừa  $A^2$  tương đương với  $A*A$ , chỉ có nghĩa khi ma trận A vuông.

**Bảng 1.5:** Các hàm tìm kích thước, thành phần của ma trận

TÊN HÀM	CHỨC NĂNG
size (A)	Tìm kích thước ma trận A
size (A,1)	Tìm số hàng của ma trận A
size (A,2)	Tìm số cột của ma trận A
Rank(A)	Tìm số cột hoặc số hàng độc lập tuyến tính. Với ma trận vuông sẽ tìm hạng(cấp) của ma trận.
A(1,:)	Tìm hàng thứ nhất
A(:,2)	Tìm cột thứ hai
max(A)	Tạo vector hàng chứa các phần tử lớn nhất của mỗi cột.
min(A)	Tạo vector hàng chứa các phần tử bé nhất của mỗi cột.
numel(A)	Tìm tổng số phần tử của ma trận A
A(1,2)	Tìm phần tử ở hàng thứ 1, cột 2
A(1,2)=6	Thay phần tử ở hàng thứ 1 cột 2 bằng 6

**Bảng 1.6:** Các hàm tạo ma trận

TÊN HÀM	CHỨC NĂNG
zeros(m,n)	Tạo ma trận không (m x n)
Ones(m,n)	Tạo ma trận (m x n) = 1
eye(n)	Tạo ma trận đơn vị cấp n
A=[]	Tạo ma trận rỗng A



Magic(n)	Tạo ma trận magic cấp n
Rand(n)	Ma trận cấp n với các phần tử ngẫu nhiên từ 0
Rand(m,n)	Ma trận (m x n), các phần tử ngẫu nhiên từ 0 đến
inv(A)	Ma trận nghịch đảo của ma trận vuông A
A'	Ma trận chuyển vị $A^T$ của ma trận A
det(A)	Tính định thức của ma trận vuông A
Poly(A)	Tìm đa thức đặc trưng của ma trận vuông A
eig(A)	Tìm giá trị riêng của ma trận vuông A
Diag(A)	Lấy đường chéo chính của ma trận A
tril(A)	Lấy các phần tử từ đường chéo chính trở xuống
triu(A)	Lấy các phần tử từ đường chéo chính trở lên
fliplr(A)	Đảo ngược cột của ma trận A
flipud(A)	Đảo ngược hàng của ma trận A
Jordan(A)	Chuyển ma trận A về dạng chính tắc (ma trận

## 1.12. Đa thức

Cho đa thức bậc n:

$$p = a_n x^n + a_{n-1} x^{n-1} + \dots + a_1 x + a_0$$

Trong MATLAB, đa thức được biểu diễn như một véc tơ hàng với các phần tử là các hệ số của đa thức sắp theo giá trị giảm dần từ bậc cao nhất đến bậc 0.

Đa thức bậc n tương ứng với véc tơ hàng có (n+1) phần tử

```
>> p=[a_n a_{n-1} ... a_1 a_0]
```

**Bảng 1.7: Các phép tính với đa thức**

HÀM	Ý NGHĨA
conv(p1,p2)	Nhân hai đa thức
[k,d]=deconv (p1,p2)	Chia hai đa thức ( k= kết quả; d =phần dư)
k=polyder(p)	Tìm đạo hàm của đa thức p
k=polyder(p,q)	Tìm đạo hàm của đa thức tích (p*q)
[n,d]=polyder(num,den)	Tìm đạo hàm (dạng n/d) của phân thức (num/den)
roots(p)	Tìm nghiệm đa thức p
p=poly(r)	Lập đa thức p từ vector r chứa các nghiệm.
Polyval(p,x)	Tính giá trị của đa thức tại x (x có thể là mảng)
[r,p,k]= residue(num,den)	Tìm các thành phần tối giản của phân thức
[num,den]=residue(r,p,k)	Chuyển các thành phần tối giản thành 1 phân thức
Printsys(num,den,'s')	In phân thức có dạng tỉ số 2 đa thức theo s
[z,p,k]=tf2zp(num,den)	Tìm các zero z, cực p, độ lợi k của phân thức

## Chương 2.

### XÂY DỰNG MÔ HÌNH CÁC PHẦN TỬ

#### 2.1 Động cơ không đồng bộ 3 pha

##### 2.1.1 Mô hình ở hệ trục pha

###### a) Các phương trình ở hệ trục pha

Ta viết cho phương trình tổng quát cho mạch stato và mạch roto ở hệ trục không chuyển động (hệ trục pha) [1]:

$$[U_s] = \begin{bmatrix} U_{sA} \\ U_{sB} \\ U_{sC} \end{bmatrix} = R[I] + \frac{d}{dt}[\Psi] = R \begin{bmatrix} I_A \\ I_B \\ I_C \end{bmatrix} + \frac{d}{dt} \begin{bmatrix} \Psi_A \\ \Psi_B \\ \Psi_C \end{bmatrix} \quad (2.1)$$

$$[U_r] = \begin{bmatrix} U_{rA} \\ U_{rB} \\ U_{rC} \end{bmatrix} = R[I_r] + \frac{d}{dt}[\Psi_r] = R \begin{bmatrix} I_{rA} \\ I_{rB} \\ I_{rC} \end{bmatrix} + \frac{d}{dt} \begin{bmatrix} \Psi_{rA} \\ \Psi_{rB} \\ \Psi_{rC} \end{bmatrix} \quad (2.2)$$

Trong đó :

$U_{sA}, U_{sB}, U_{sC}$  - điện áp pha của lưới đặt vào stato;

$U_{rA}, U_{rB}, U_{rC}$  - điện áp pha trên vành trượt của roto .

Từ thông có thể viết dưới dạng :

$$\begin{bmatrix} \Psi_A \\ \Psi_B \\ \Psi_C \end{bmatrix} = [L_{ss}] \begin{bmatrix} I_A \\ I_B \\ I_C \end{bmatrix} + [M_{sr}] \begin{bmatrix} I_{rA} \\ I_{rB} \\ I_{rC} \end{bmatrix} \quad (2.3)$$

và

$$\begin{bmatrix} \Psi_{rA} \\ \Psi_{rB} \\ \Psi_{rC} \end{bmatrix} = [M_{rs}] \begin{bmatrix} I_A \\ I_B \\ I_C \end{bmatrix} + [L_{rr}] \begin{bmatrix} I_{rA} \\ I_{rB} \\ I_{rC} \end{bmatrix} \quad (2.4)$$

Các ma trận  $[L_{ss}], [L_{rr}], [M_{sr}], [M_{rs}]$  có giá trị như sau :

$$[L_{ss}] = \begin{bmatrix} L_s & M_s & M_s \\ M_s & L_s & M_s \\ M_s & M_s & L_s \end{bmatrix}; [L_{rs}] = \begin{bmatrix} L_r & M_r & M_r \\ M_r & L_r & M_r \\ M_r & M_r & L_r \end{bmatrix} \quad (2.5)$$

$$[M_{rs}] = [M_{sr}] = \begin{bmatrix} M_{AAr} & M_{ABr} & M_{ACr} \\ M_{BAr} & L_{BBr} & M_{BCr} \\ M_{CAr} & M_{CBr} & M_{CCr} \end{bmatrix}$$

hay

$$[M_{rs}] = [M_{sr}] = M_m \begin{bmatrix} \cos \gamma & \cos(\gamma + \frac{2\pi}{3}) & \cos(\gamma - \frac{2\pi}{3}) \\ \cos(\gamma - \frac{2\pi}{3}) & \cos \gamma & \cos(\gamma + \frac{2\pi}{3}) \\ \cos(\gamma + \frac{2\pi}{3}) & \cos(\gamma - \frac{2\pi}{3}) & \cos \gamma \end{bmatrix} \quad (2.6)$$

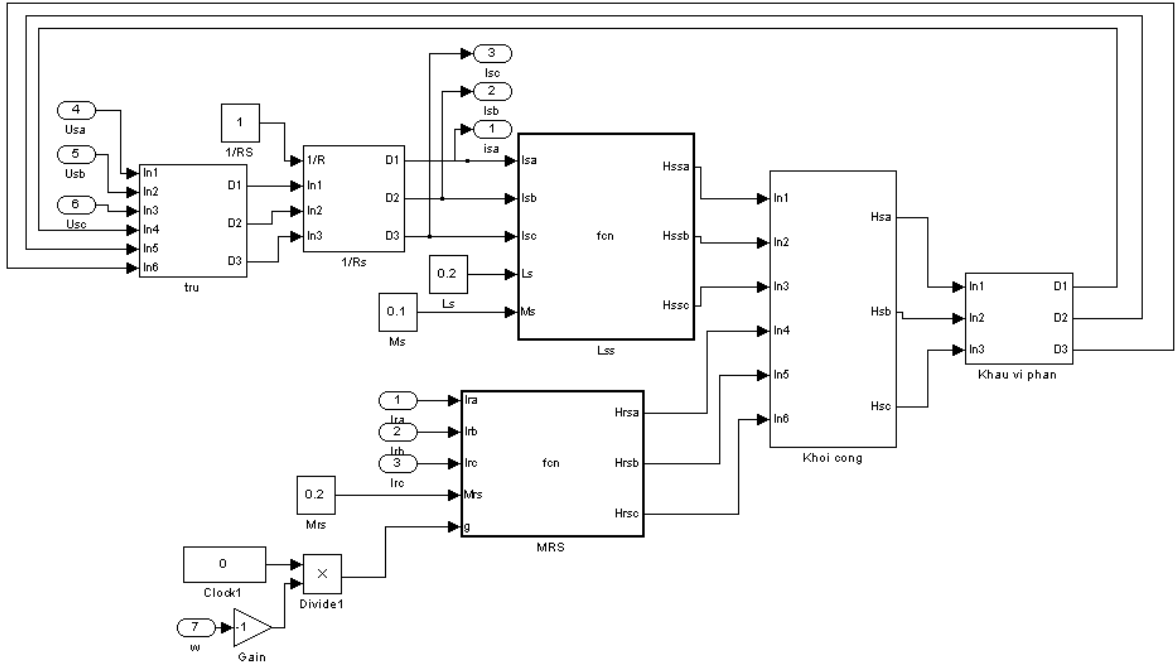
Trong đó :  $L_s, L_r$  - độ tự cảm stato và roto;

$M_s, M_r$  - độ cảm ứng tương hỗ giữa 2 pha stato và roto;

$\gamma$  - góc giữa các cực từ cùng tên của stato và roto.

### **b) Mô hình mô phỏng:**

Dựa các các phương trình toán đã trình bày ở phần a, ta xây dựng mô hình phần tử máy điện dị bộ rotor dây quấn như hình 2.1.



**Hình 2.1** Sơ đồ khối nguyên lý máy điện dị bộ rotor dây quấn ở hệ trục abc

Trong đó, ma trận Lss được thực hiện bằng mã nguồn sau:

```
function [Hssa,Hssb,Hssc] = fcn(Isa,Isb,Isc,Ls,Ms)
```

$$Hssa = Isa * Ls + Isb * Ms + Isc * Ms;$$

$$Hssb = Isa * Ms + Isb * Ls + Isc * Ms;$$

$$Hssc = Isa * Ms + Isb * Ms + Isc * Ls;$$

Ma trận Msr được thực hiện bằng khối mã nguồn sau:

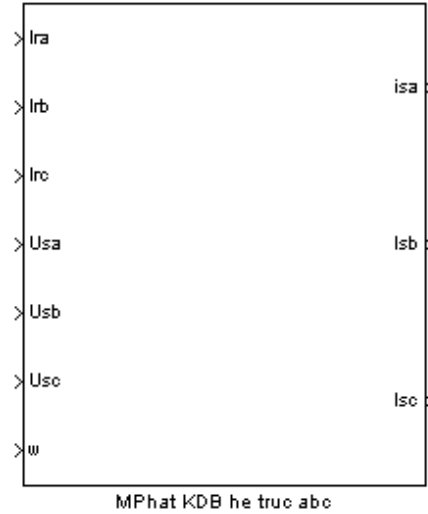
```
function [Hrsa,Hrsb,Hrsc] = fcn(Ira,Irb,IRC,Mrs,g)
```

$$Hrsa = -Mrs * (\cos(g * 2 * \pi) * Ira + \cos(g * 2 * \pi - 2 * \pi / 3) * Irb + \cos(g * 2 * \pi + 2 * \pi / 3) * IRC);$$

$$Hrsb = -Mrs * (\cos(g * 2 * \pi) * Irb + \cos(g * 2 * \pi - 2 * \pi / 3) * IRC + \cos(g * 2 * \pi + 2 * \pi / 3) * Ira);$$

$$Hrsc = -Mrs * (\cos(g * 2 * \pi) * IRC + \cos(g * 2 * \pi - 2 * \pi / 3) * Ira + \cos(g * 2 * \pi + 2 * \pi / 3) * Irb);$$

Kết quả ta được mô hình máy điện dị bộ rotor dây quấn:



**Hình 2.2** Mô hình máy điện dị bộ rotor dây quấn ở hệ trục abc

Trong đó, các tín hiệu đầu vào gồm:

- Các giá trị dòng điện tức thời rotor: Ira, Irb, Irc
- Các giá trị điện áp tức thời stato: Usa, Usb, Usc

Các tín hiệu đầu ra gồm:

- Các giá trị dòng điện phát lên lưới của stato: Isa, Isb, Isc

### 2.1.2 Mô hình ở hệ trục dq

#### a) Các phương trình toán

$$p\Psi_d - \Psi_q p\gamma_t + RI_d = U_{sd}$$

$$p\Psi_q - \Psi_d p\gamma_t + RI_q = U_{sq}$$

$$p\Psi_0 + RI_0 = U_{s0}$$

$$\Psi_d = LI_d + M_{ar}I_{rd} = \frac{1}{\omega_s}(XI_d + X_{ar}I_{rd})$$

$$\Psi_q = LI_q + M_{ar}I_{rq} = \frac{1}{\omega_s}(XI_q + X_{ar}I_{rq})$$

$$\Psi_0 = L_0 I_0 = \frac{1}{\omega_s} X_0 I_0$$

$$p\Psi_{rd} + \Psi_{rq}(\gamma_t - \gamma) + R_r I_{rd} = 0$$

$$p\Psi_{rq} + \Psi_{rd}(\gamma_t - \gamma) + R_r I_{rq} = 0$$

$$p\Psi_{r0} + R_r I_{r0} = U_{r0}$$

$$\Psi_{rd} = M_{ar} I_d + L_{r1} I_{rd} = \frac{1}{\omega_s} (X_r I_{rd} + X_{ra} I_d)$$

$$\Psi_{rq} = M_{ar} I_q + L_{r1} I_{rq} = \frac{1}{\omega_s} (X_r I_{rq} + X_{ra} I_q)$$

$$\Psi_{r0} = L_{r0} I_{r0} = \frac{1}{\omega_s} X_{r0} L_{r0}$$

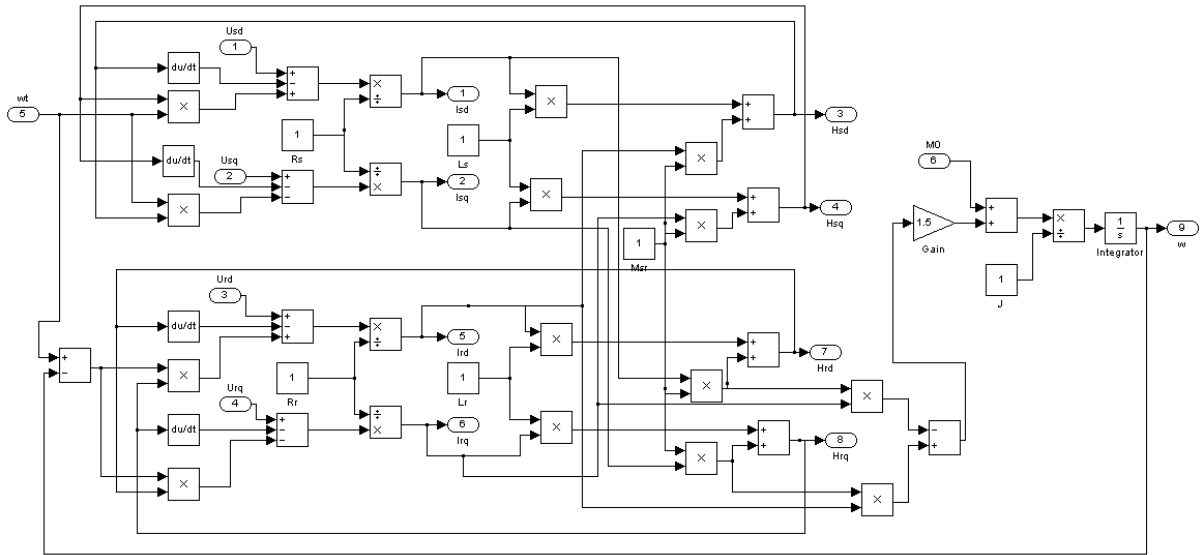
$$Jp^2 \gamma - M = M_0$$

$$M = \frac{3}{2} M_{ar} (I_{rd} I_q - I_{rq} I_d)$$

$$Jp^2 \gamma - \frac{3}{2} M_{ar} (I_{rd} I_d - I_{rd} I_d) = M_0$$

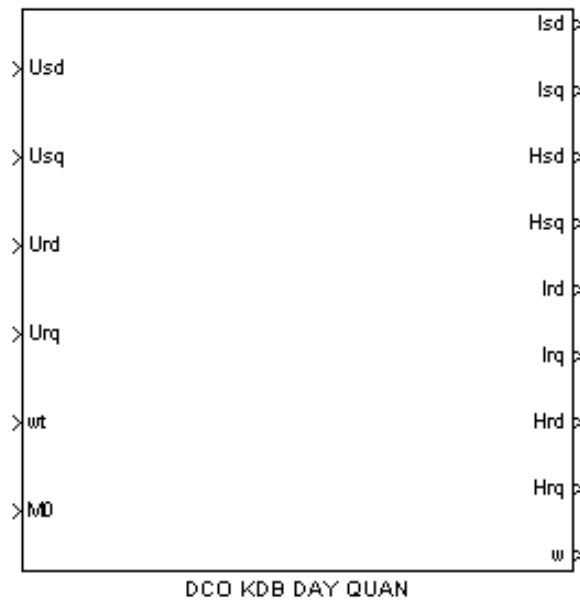
## b) Mô hình mô phỏng

Dựa vào các phương trình toán, tương tự như trên ta xây dựng được sơ đồ nguyên lý trên Matlab&Simulink như sau:



**Hình 2.3** Sơ đồ nguyên lý máy điện dị bộ ở hệ trục dq

Giao diện mô hình:



**Hình 2.4** Mô hình máy điện dị bộ dây quấn ở hệ trục dq

Các tín hiệu đầu vào gồm:

-Các thành phần điện áp stato  $U_{sd}$ ,  $U_{sq}$ .

-Các thành phần điện áp rotor  $U_{rd}$ ,  $U_{rq}$



-Góc chuyển tọa độ  $\omega t$

-Momen cản  $M_0$

Các tín hiệu đầu ra gồm:

-Các thành phần dòng điện stato  $I_{sd}, I_{sq}$

-Các thành phần từ thông stato  $H_{sd}, H_{sq}$

-Các thành phần dòng điện rotor  $I_{rd}, I_{rq}$

-Các thành phần từ thông rotor  $H_{rd}, H_{rq}$

## 2.2 Động cơ đồng bộ 3 pha

### 2.2.1 Mô hình ở hệ trục pha

#### a) Các phương trình toán

Các phương trình ở hệ trục pha như sau [1]:

$$-\frac{d}{dt}[\Psi] - R[I] = [U] = -[U_s]$$

$$\frac{d}{dt}[\Psi_r] + R_r[I_r] = [U_r]$$

$$J \frac{d^2 \gamma}{dt^2} - M = M_m$$

Phương trình thứ nhất là phương trình cân bằng suất điện động của stato và có các giá trị như sau:

$$[\Psi] = [\Psi_A \quad \Psi_B \quad \Psi_C]^T$$

$$[I] = [I_A \quad I_B \quad I_C]^T$$

$$[U] = [U_A \quad U_B \quad U_C]^T$$

$$[U_s] = [U_{sA} \quad U_{sB} \quad U_{sC}]^T$$

Trong đó: T – Kí hiệu ma trận chuyển vị.

Phương trình vi phân cân bằng điện áp mạch roto có giá trị các tham số như sau:

$$[\Psi_r] = [\Psi_f \quad \Psi_{rd} \quad \Psi_{rq}]^T$$

$$[I_r] = [I_f \quad I_{rd} \quad I_{rq}]^T$$

$$[U_r] = [U_f \quad U_{rd} \quad U_{rq}]^T$$

$$[R_r] = \text{Regonal}[R_f \quad R_{rd} \quad R_{rq}]^T$$

Phương trình vi phân thứ ba là phương trình mômen

Trong các phương trình trên:  $\Psi_A, \Psi_B, \Psi_C, \Psi_f, \Psi_{rd}, \Psi_{rq}$  - từ thông móc vòng của các pha A, B, C của stato, của cuộn kích từ, cuộn ổn định trục dọc, cuộn ổn định trục ngang;  $I_A, I_B, I_C, I_f, I_{rd}, I_{rq}$  - dòng điện các pha của stato, dòng điện kích từ, dòng cuộn trục ngang, trục dọc;  $U_{sA}, U_{sB}, U_{sC}$  - Điện áp các pha của lưới điện, chúng có dấu ngược với điện áp trên cực máy phát;  $J$  - Mômen quán tính của các phần quay;  $M = dW_e/dt$  - mômen điện từ,  $W_e$  - năng lượng điện từ của máy;  $M_m$  - mômen cơ khí và  $\gamma$  là góc hợp bởi không chuyển động ( trục pha A) với hướng trục d.

Trong các biểu thức trên, các đại lượng đo bằng các đại lượng vật lý.

Từ thông móc vòng có thể biểu diễn theo độ tự cảm của các pha stato và rôto và ngược lại.

Các ma trận này có giá trị như sau:

$$[\Psi] = [L_{ss}][I] + [M_{sr}][I_r]$$

$$[\Psi_r] = [L_{rr}][I_r] + [M_{rs}][I]$$

Trong đó:  $[L_{ss}], [L_{rr}]$  - ma trận độ tự cảm của các pha stato và rôto;

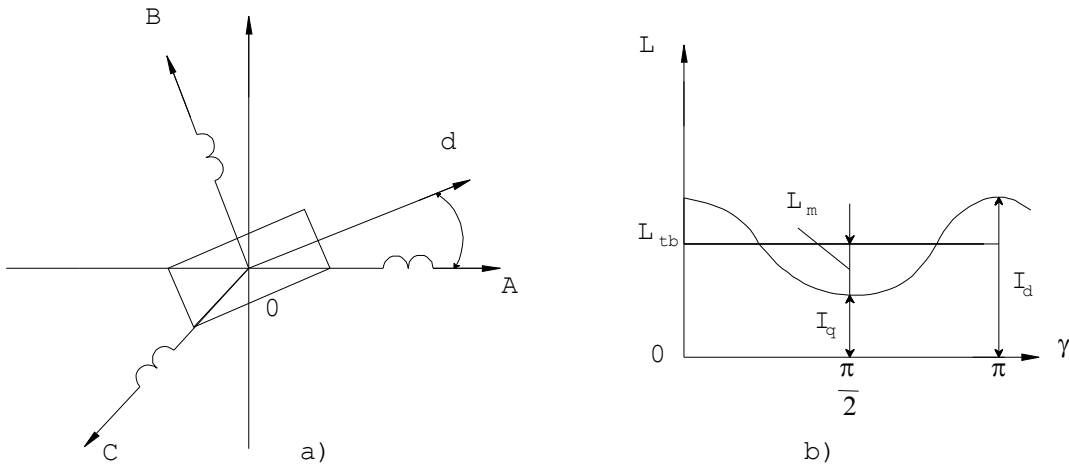
$[M_{sr}], [M_{rs}]$  - ma trận độ cảm ứng tương hỗ giữa mạch stato với rôto và ngược lại.

Các ma trận này có giá trị như sau:

$$[L_{ss}] = \begin{bmatrix} L_A & M_{AB} & M_{AC} \\ M_{BA} & L_B & M_{BC} \\ M_{CA} & M_{CB} & L_C \end{bmatrix} ; [L_{rr}] = \begin{bmatrix} L_f & M_{frd} & 0 \\ M_{rfd} & L_{rd} & 0 \\ 0 & 0 & L_{rd} \end{bmatrix}$$

$$[M_{rs}] = [M_{sr}] = \begin{bmatrix} M_{Af} & M_{Ard} & M_{Arq} \\ M_{Bf} & M_{Brd} & M_{Brq} \\ M_{Cf} & M_{Crd} & L_{Crq} \end{bmatrix}$$

Theo lý thuyết máy điện đồng bộ thì độ tự cảm và tương hỗ của máy điện đồng bộ là hàm tốc độ góc quay của roto  $\gamma$  với chu kỳ  $\pi$  (hình 2.5).



**Hình 2.5** Độ tự cảm của máy điện đồng bộ

Từ hình 2.5 ta có :

$$L_A = L_{tb} + L_m \cos 2\gamma$$

$$L_B = L_{tb} + L_m \cos\left(2\gamma - \frac{2\pi}{3}\right) = L_A = L_{tb} + L_m \cos\left(2\gamma + \frac{2\pi}{3}\right)$$

$$L_C = L_{tb} + L_m \cos\left(2\gamma + \frac{2\pi}{3}\right) = L_A = L_{tb} + L_m \cos\left(2\gamma - \frac{2\pi}{3}\right)$$

Trong đó  $L_{tb} = \frac{l_d + l_q}{2}$ ,  $L_m = \frac{l_d - l_q}{2}$ ;  $l_d, l_q$  là hệ số tự cảm cuộn dây

pha ở vị trí trục dọc và trục ngang, ứng với  $\gamma = 0$  và  $\gamma = \pi/2$ . Các giá trị này không đôi khi satato đối xứng. Độ tự cảm tương hỗ các pha stato  $M_{AB} = M_{BA}$ ,  $M_{BC} = M_{CB}$ ,  $M_{AC} = M_{CA}$ , cũng là hàm chu kì góc quay, cụ thể :

$$M_{AB} = M_{BA} = M_{tb} + M_m \cos(2\gamma - \frac{2\pi}{3}) = M_{tb} + M_m \cos 2(\gamma - \frac{2\pi}{3})$$

$$M_{BC} = M_{CB} = M_{tb} + M_m \cos 2\gamma = M_{tb} + M_m \cos 2\gamma$$

$$M_{AC} = M_{CA} = M_{tb} + M_m \cos(2\gamma + \frac{2\pi}{3}) = M_{tb} + M_m \cos 2(\gamma + \frac{2\pi}{3})$$

Trong đó  $M_{tb} = \frac{m_d + m_q}{2}$ ,  $M_m = \frac{m_d - m_q}{2}$ ;  $m_d, m_q$  là hệ số hồ cảm của

các cuộn dây pha ở vị trí trục dọc và trục ngang, ứng với  $\gamma = 0$  và  $\gamma = \pi/2$ . Các giá trị này không đôi khi stato đối xứng. Có thể nhận thấy rằng  $M_{tb}$  luôn có giá trị âm nên trục từ của các pha lệch một góc lớn hơn  $90^\circ$ . Biên độ hệ số hồ cảm giữa các pha stato  $M_m$  thực tế bằng độ tự cảm  $L_m$ .

Hệ số hồ cảm giữa các pha stato với cuộn kích từ cũng là hàm của góc quay rôto ( $T = 2\pi$ ):

$$M_{Af} = M_{fA} = -M_{af} \cos \gamma$$

$$M_{Bf} = M_{fB} = -M_{af} \cos(\gamma - \frac{2\pi}{3})$$

$$M_{Cf} = M_{fC} = -M_{af} \cos(\gamma + \frac{2\pi}{3})$$

Trong đó  $M_{af}$  – giá trị cảm ứng tương hỗ cực đại giữa các pha stato và kích từ (khi trục từ thông trùng nhau)

Hệ số cảm ứng tương hỗ giữa các pha stato với các cuộn ổn định trục dọc và trục ngang cũng là hàm của góc quay rôto ( $T = 2\pi$ ).

$$M_{Ard} = M_{rdA} = -M_{ard} \cos \gamma$$

$$M_{Brd} = M_{rdB} = -M_{ard} \cos(\gamma - \frac{2\pi}{3})$$

$$M_{Crđ} = M_{rdC} = -M_{ard} \cos\left(\gamma + \frac{2\pi}{3}\right)$$

$$M_{Arq} = M_{rqA} = -M_{arq} \sin \gamma$$

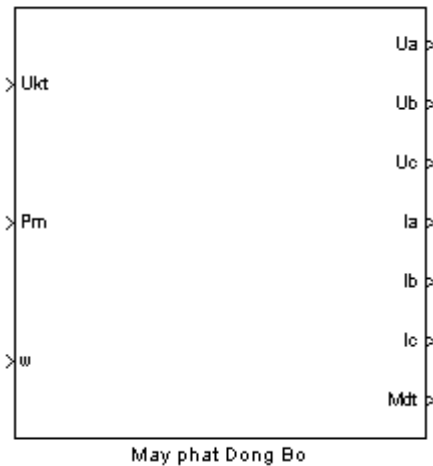
$$M_{Brq} = M_{rqB} = -M_{arq} \sin\left(\gamma - \frac{2\pi}{3}\right)$$

$$M_{Crq} = M_{rqC} = -M_{arq} \sin\left(\gamma + \frac{2\pi}{3}\right)$$

Trong đó  $M_{ard}$ ,  $M_{arq}$ - giá trị cảm ứng tương hỗ cực đại giữa các pha stato và kích từ (khi trục từ thông trùng nhau).

### b) Mô hình mô phỏng

Dựa vào các phương trình toán ở trên, ta xây dựng mô hình của máy điện đồng bộ 3 pha với giao diện như hình vẽ:



**Hình 2.6** Mô hình máy điện đồng bộ ở hệ trục abc

Các tín hiệu vào gồm:

-Điện áp kích từ: Ukt

-Công suất lực kéo: Pm

-Tốc độ: w

Các tín hiệu đầu ra:

-Điện áp các pha :  $U_a, U_b, U_c$

-Dòng điện các pha:  $I_a, I_b, I_c$

-Momen điện từ

### 2.2.2 Mô hình ở hệ trục dq

#### a) Các phương trình toán

$$U_d = -U_{sd} = \frac{d}{dt}\psi_d + \psi_q \frac{d}{dt}\gamma - RI_d$$

$$U_q = -U_{sq} = \frac{d}{dt}\psi_d \gamma - \psi_q \frac{d}{dt} - RI_q$$

$$U_f = R_f I_f + \frac{d}{dt}\psi_f$$

$$J \frac{d^2 \gamma}{dt^2} + \frac{3}{2}(\psi_d I_q + \psi_q I_d) = M_m$$

Từ thông móc vòng và mô men có giá trị:

$$\psi_d = \frac{1}{\omega_s}(X_{af} I_f - X_d I_d)$$

$$\psi_q = \frac{1}{\omega_s} X_q I_q;$$

$$\psi_f = \frac{1}{\omega_s}(X_f I_f - X_{fa} I_d)$$

$$M = -\frac{3}{2}(\psi_d I_d + \psi_q I_q) = -\frac{3}{2}[M_{af} I_f - (L_d I_d - L_q I_q)] I_q =$$
$$-\frac{3}{2\omega_s}[E_{af} - (X_d - X_q) I_d] I_q = -\frac{3}{2\omega_s} E_q I_q$$

Ở đây  $E_{af}$  là sdd không tải của máy điện, nó có giá trị như sau:

$$E_{af} = \omega_s M_{af} I_f = X_{af} I_f$$

Trong đó:  $M_{af}, X_{af}$  - hệ số hổ cảm, trở kháng hổ cảm của pha stato gây ra bởi dòng kích từ;  $M_{fa}, X_{fa}$  - hệ số hổ cảm và trở kháng hổ cảm của kích từ gây ra bởi dòng pha stato;  $M_{ard}, X_{ard}, M_{arq}, X_{arq}$  - hệ số hổ cảm và trở kháng hổ cảm của pha stato gây ra bởi dòng ổn định trục dọc và trục ngang;  $L_{rd}, X_{rd}, L_{rq}, X_{rq}$  - hệ số tự cảm và trở kháng tự cảm của cuộn ổn định;  $M_{rda}, X_{rda}, M_{rqa}, X_{rqa}, M_{rdf}, X_{rdf}, M_{frd}, X_{frd}$  - hệ số hổ cảm và trở kháng hổ cảm giữa cuộn kích từ và các cuộn ổn định;  $L_0, X_0$  - hệ số tự cảm và trở kháng tự cảm của thành phần zero mạch stato;  $L_d, X_d$  - hệ số tự cảm và trở kháng tự cảm của thành phần dọc trục cuộn dây stato;  $L_q, X_q$  - hệ số tự cảm và trở kháng tự cảm của thành phần ngang trục cuộn dây stato.

Ta có:

$$X_d = X_s + X_{ad}$$

$$X_q = X_s + X_{aq}$$

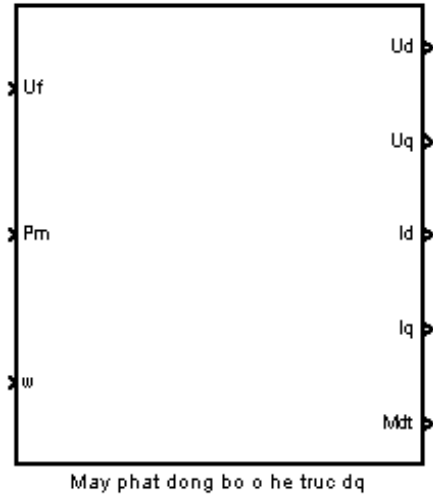
$$X_f = X_{fs} + X_{fm}$$

$$X_{fm} = X_{af} X_{fa} / X_{ad}$$

Với  $X_{ad}, X_{aq}, X_{fm}$  - trở kháng phần ứng của trục dọc, trục ngang và trở kháng cuộn kích từ;  $X_s, X_{fs}$  - trở kháng tản cuộn dây stato và cuộn kích từ

## **b) Mô hình mô phỏng**

Dựa vào các phương trình toán đã được trình bày ở trên, ta xây dựng mô hình máy điện đồng bộ 3 pha ở hệ trục dq như hình sau:



**Hình 2.7** Mô hình máy điện đồng bộ 3 pha ở hệ trục dq

Các tín hiệu vào gồm:

- Điện áp kích từ:  $U_f$
- Công suất lực kéo:  $P_m$
- Tốc độ:  $w$

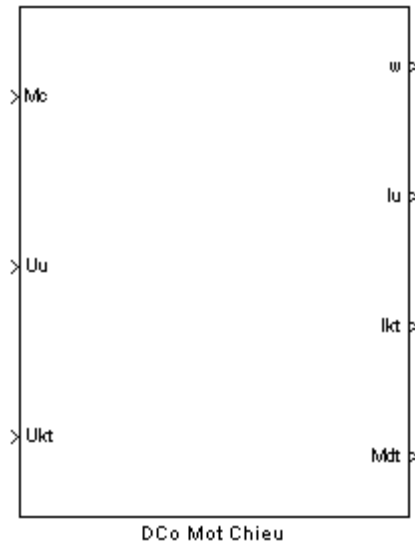
Các tín hiệu đầu ra:

- Điện áp các thành phần :  $U_d, U_q$
- Dòng điện các pha:  $I_d, I_q$
- Momen điện từ:  $M_{dt}$

### 2.3 Mô hình động cơ một chiều

Tương tự như trên, dựa vào các phương trình toán học mô tả chi tiết thiết bị ở tài liệu [1] ta xây dựng mô hình động cơ một chiều có mô hình như hình





**Hình 2.7** Mô hình máy điện một chiều

Các thông số đầu vào của mô hình gồm:

- Điện áp phản ứng
- Điện áp phân kích từ
- Mô men cản

Các thông số đầu ra của mô hình gồm:

- Tốc độ động cơ
- Dòng điện phản ứng
- Dòng điện kích từ
- Momen điện từ.

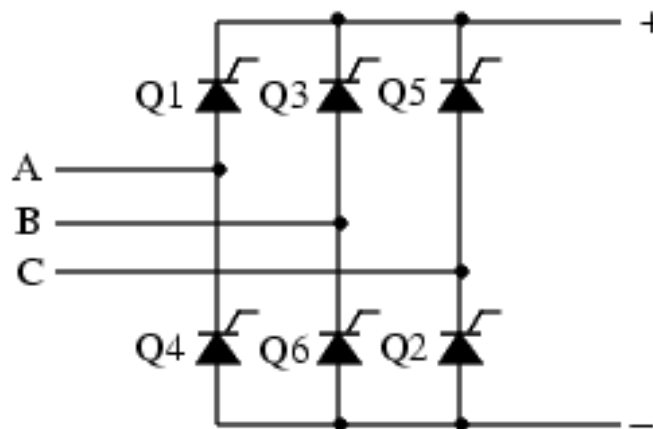
Ngoài ra các giá trị tham số của động cơ như điện trở, điện cảm phản ứng, điện trở và điện cảm phân kích từ, điện áp định mức, từ thông định mức, momen quán tính ...ta có thể nhập khi nháy đúp vào mô hình.

Armature resistance and inductance [Ra (ohms) La (H)]	[ 0.5 0.01]
Field resistance and inductance [Rf (ohms) Lf (H)]	[ 240 120]
Field-armature mutual inductance Laf (H) :	1.8
Total inertia J (kg.m <sup>2</sup> )	0.05
Viscous friction coefficient Bm (N.m.s)	0.02
Coulomb friction torque Tf (N.m)	0
Initial speed (rad/s) :	0

**Hình 2.8** Khai báo các thông số động cơ điện 1 chiều

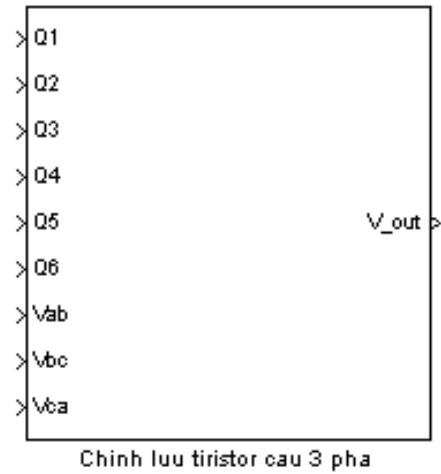
## 2.4 Mô hình chỉnh lưu cầu 3 pha tiristor

Hệ thống chỉnh lưu cầu 3 pha có điều khiển có sơ đồ nguyên lý như hình 2.9:



**Hình 2.9** Sơ đồ nguyên lý chỉnh lưu cầu 3 pha có điều khiển

Dựa vào sơ đồ nguyên lý, ta xây dựng được mô hình có giao nhiệm như sau:



**Hình 2.10** *Giao diện mô hình chỉnh lưu cầu 3 pha có điều khiển*

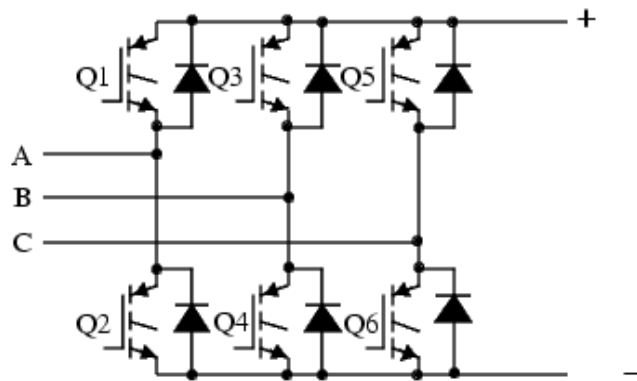
Mô hình có các tín hiệu đầu vào gồm:

- Các xung điều khiển tiristor Q1 đến Q6
- Các tín hiệu điện áp dây Vab, Vbc và Vca

Tín hiệu đầu ra là điện áp sau chỉnh lưu V<sub>out</sub>.

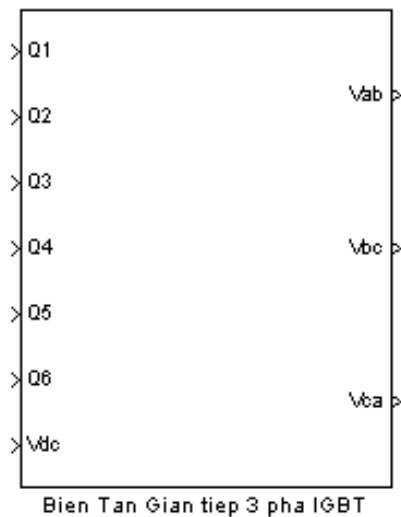
## 2.5 Mô hình nghịch lưu 3 pha bằng IGBT

Sơ đồ nguyên lý công suất bộ nghịch lưu 3 pha bằng IGBT được trình bày như hình sau:



**Hình 2.11** *Sơ đồ nguyên lý bộ nghịch lưu 3 pha bằng IGBT*

Dựa vào sơ đồ nguyên lý ta xây dựng mô hình bộ nghịch lưu 3 pha bằng IGBT với giao diện như hình 2.12.



**Hình 2.12** *Giao diện mô hình nghịch lưu 3 pha bằng IGBT*

Các tín hiệu đầu vào gồm:

- Các xung điều khiển IGBT: Q1-Q6
- Điện áp 1 chiều Vdc

Các tín hiệu đầu ra:

- Điện áp dây các pha: Vab, Vbc, Vca

## 2.6 Mô hình khâu chuyển tọa độ 3-2

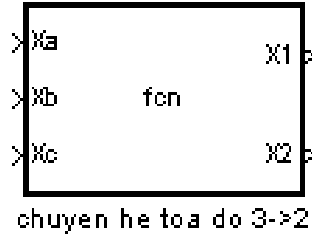
Mô hình khâu chuyển tọa độ 3-2 được lập trình với mã nguồn như sau:

```
function [X1,X2] = fcn(Xa,Xb,Xc)
```

```
X1=Xa;
```

```
X2=(1/sqrt(3))*(Xa+2*Xb);
```

Từ đó tạo có giao diện của mô hình như hình 2.13



**Hình 2.13** *Giao diện mô hình khâu chuyển tọa độ 3-2*

Các tín hiệu đầu vào là các tín hiệu ở tọa độ 3 pha abc

Các tín hiệu đầu ra là các tín hiệu ở tọa độ 2 pha  $\alpha\beta$

## 2.7 Mô hình xoay tọa độ

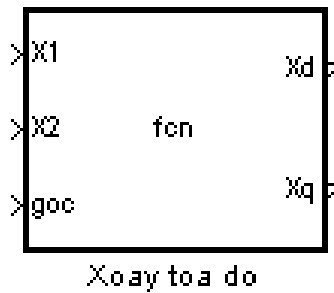
**Hàm xoay hàm tọa độ:**

`function [Xd,Xq] = fcn(X1,X2,goc)`

`Xd=X1*cos(goc)+X2*sin(goc);`

`Xq=-X1*sin(goc)+X2*cos(goc);`

**Mô hình:**



**Hình 2.14** *Giao diện mô hình xoay tọa độ*

Các tín hiệu đầu vào:

-Tín hiệu ở tọa ban đầu X1, X2

-Góc xoay: goc

Các tín hiệu đầu ra:

-Tín hiệu sau khi xoay tọa độ Xd, Xq.

## 2.8 Mô hình chuyển tọa độ 2-3

### Hàm chuyển tọa độ 2-3:

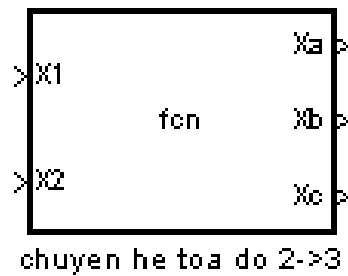
```
function [Xa,Xb,Xc] = fcn(X1,X2)
```

```
Xa=X1;
```

```
Xb=(X2*sqrt(3)-Xa)/2;
```

```
Xc=-(Xa+Xb);
```

### Mô hình:



**Hình 2.14** Giao diện mô hình chuyển tọa độ 2-3

Các tín hiệu đầu vào:

-Các tín hiệu ở tọa độ 2 pha : X1, X2

Các tín hiệu đầu ra:

-Các tín hiệu ở tọa độ 3 pha: Xa, Xb, Xc

## 2.9 Nguồn áp 3 pha

### Hàm mô tả nguồn áp 3 pha:

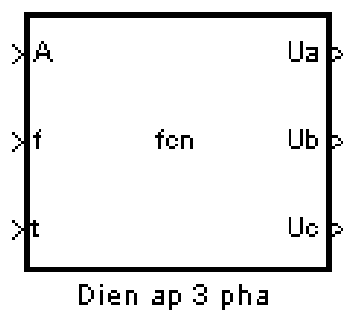
```
function [Ua,Ub,Uc] = fcn(A,f,t)
```

```
Ua=A*sin(2*pi*f*t);
```

```
Ub=A*sin(2*pi*f*t-2*pi/3);
```

```
Uc=A*sin(2*pi*f*t+2*pi/3);
```

**Mô hình:**



**Hình 2.15** Giao diện mô hình nguồn áp 3 pha

Các tín hiệu đầu vào:

-Biên độ của điện áp lưới A

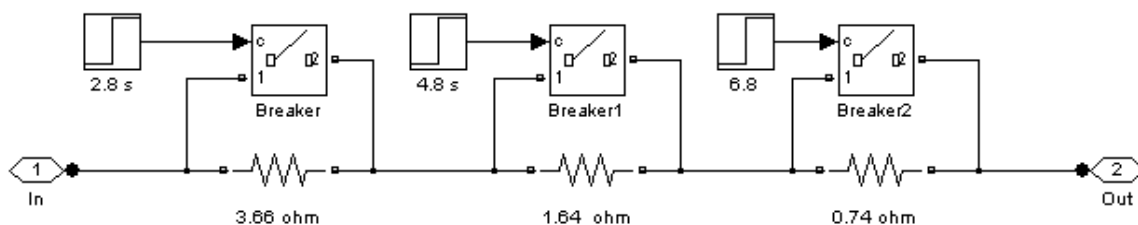
-Tần số điện áp lưới f

-Tín hiệu thời gian t

Các tín hiệu đầu ra: Các tín hiệu pha của điện áp lưới

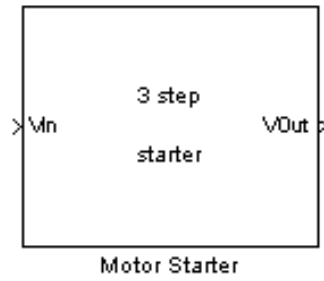
## 2.9 Bộ khởi động động cơ bằng điện trở phụ

Sơ đồ nguyên lý bộ khởi động động cơ bằng điện trở phụ được trình bày như hình 2.16:



**Hình 2.16** Sơ đồ nguyên lý xây dựng bộ khởi động  
động cơ bằng điện trở phụ

Giao diện mô hình được thể hiện ở hình 2.17:



**Hình 2.17** *Giao diện mô hình bộ khởi động động cơ bằng điện trở phụ*

Tín hiệu vào: là điện áp vào bộ khởi động

Tín hiệu ra là: điện áp đầu ra bộ khởi động



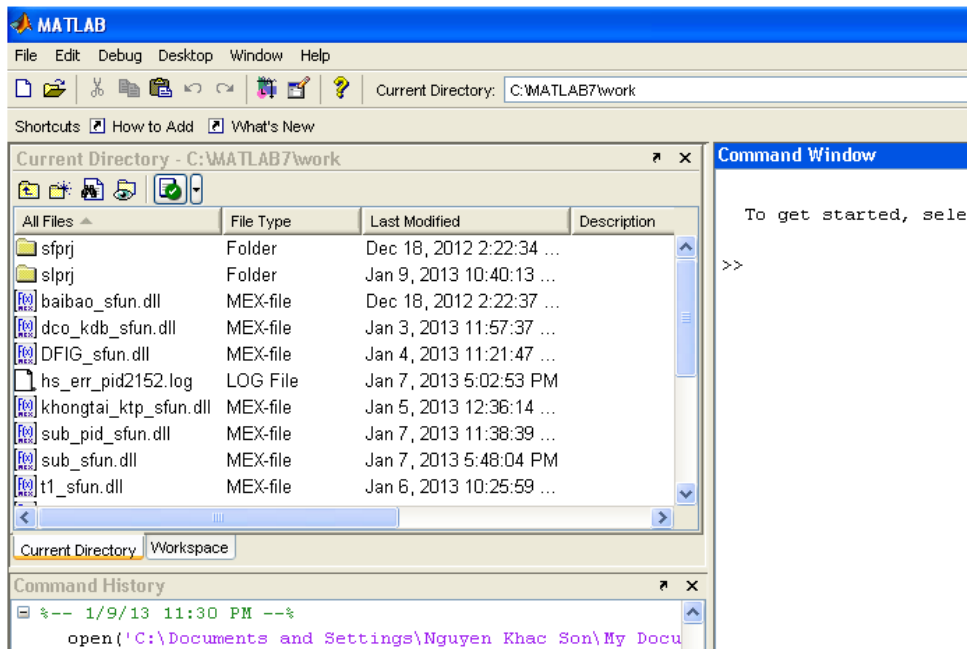
## Chương 3.

# CÁCH SỬ DỤNG THƯ VIỆN VÀ MỘT VÀI VÍ DỤ ỨNG DỤNG

### 3.1 Cách sử dụng thư viện

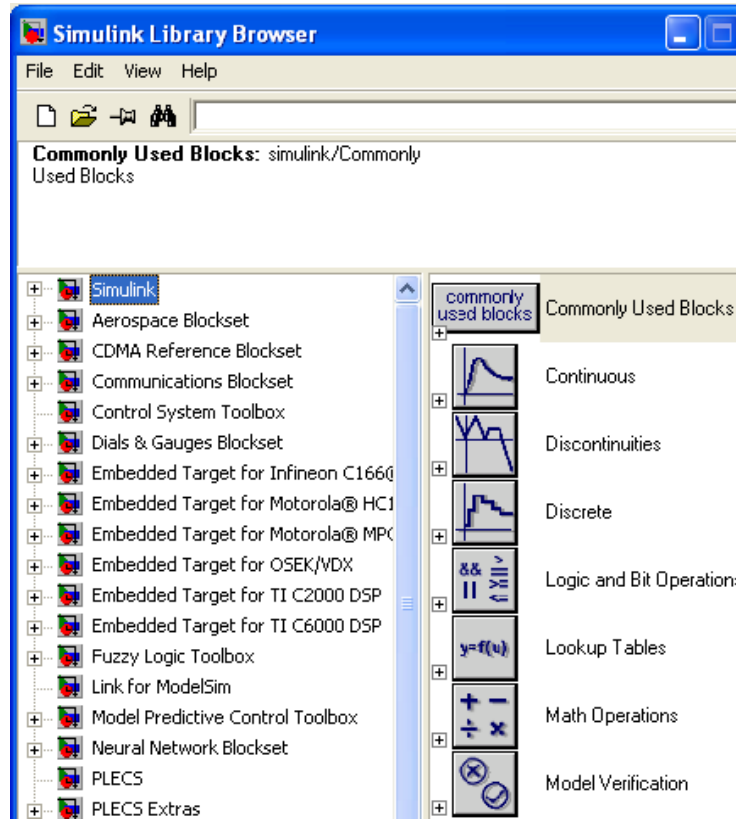
Để thực sử dụng thư viện ta thực hiện theo các bước sau:

Bước 1: Khởi động matlab trên window 32 hoặc 64 bit, hình giao diện matlab như hình 3.1



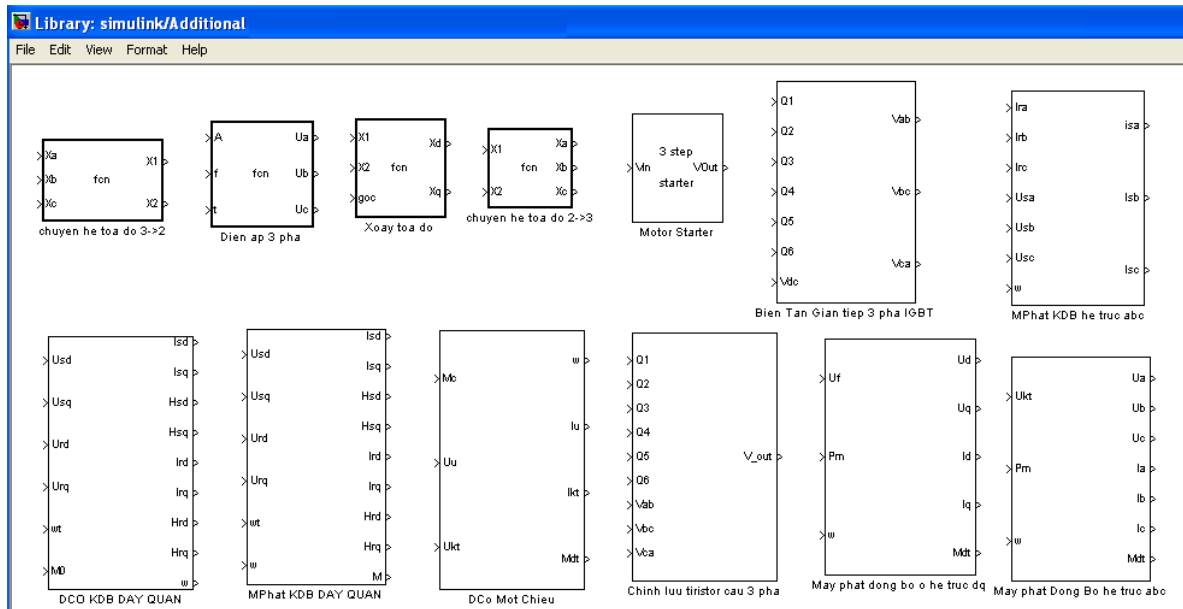
**Hình 3.1** *Giao diện Matlab sau khi khởi động*

Bước 2: Trên thanh công cụ matlab, ta khởi động công cụ mô phỏng simulink, được giao diện như hình 3.2



Hình 3.2 Giao diện Simulink của Matlab

Bước 3: Vào thư viện các phần tử



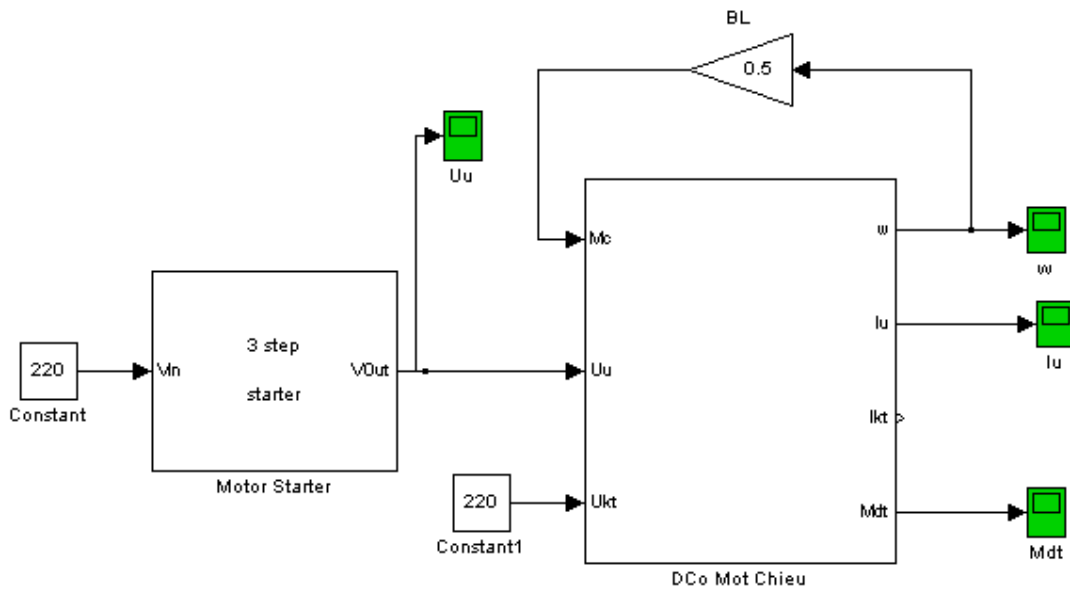
Hình 3.4 Thư viện các phần tử nhóm tác giả xây dựng

Bước 4: Chọn phần tử cần sử dụng, khai báo các thông số và kết nối và chạy mô phỏng.

### 3.2 Một vài ví dụ ứng dụng

#### 3.2.1 Hệ thống khởi động động cơ một chiều bằng bộ điện trở phụ

-Theo các bước như hướng dẫn ở mục 3.1, ta chọn các phần tử trong thư viện là bộ khởi động bằng điện trở phụ và động cơ một chiều, và kết nối như hình 3.5



**Hình 3.5** Hệ thống khởi động động cơ một chiều bằng điện trở phụ

-Khai báo các thông số cho các phần tử: ta thực hiện khai báo thông số cho các phần tử như sau:

+Motor Starter: gồm các điện trở phụ có giá trị  $4\Omega$ ,  $2\Omega$  và  $0.5\Omega$ , được nối ngắn mạch vào các thời điểm 3s, 5s và 7s.

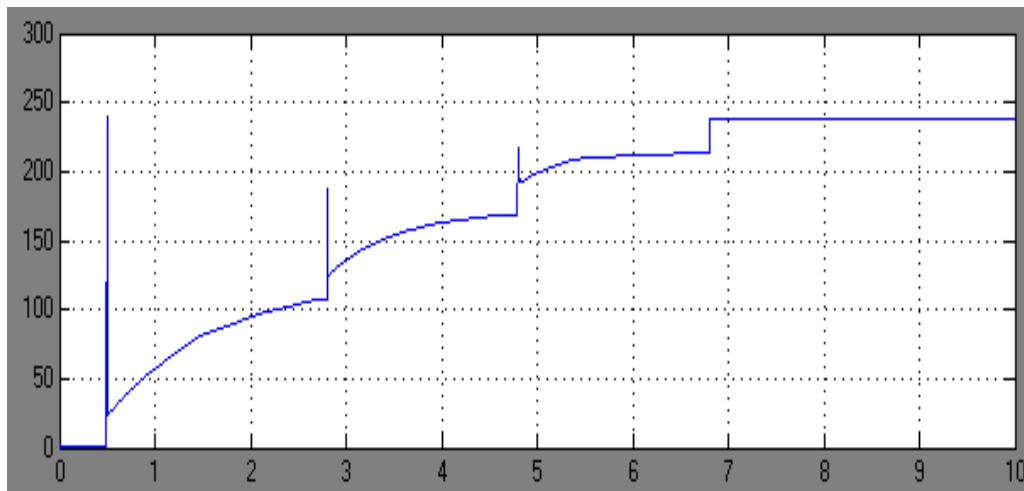
+Động cơ một chiều với các tham số như sau:

Armature resistance and inductance [Ra (ohms) La (H) ]	[ 0.6 0.012]
Field resistance and inductance [Rf (ohms) Lf (H) ]	[ 240 120]
Field-armature mutual inductance Laf (H) :	1.8
Total inertia J (kg.m <sup>2</sup> )	1
Viscous friction coefficient Bm (N.m.s)	0
Coulomb friction torque Tf (N.m)	0
Initial speed (rad/s) :	1

**Hình 3.6** Tham số khai báo của động cơ một chiều

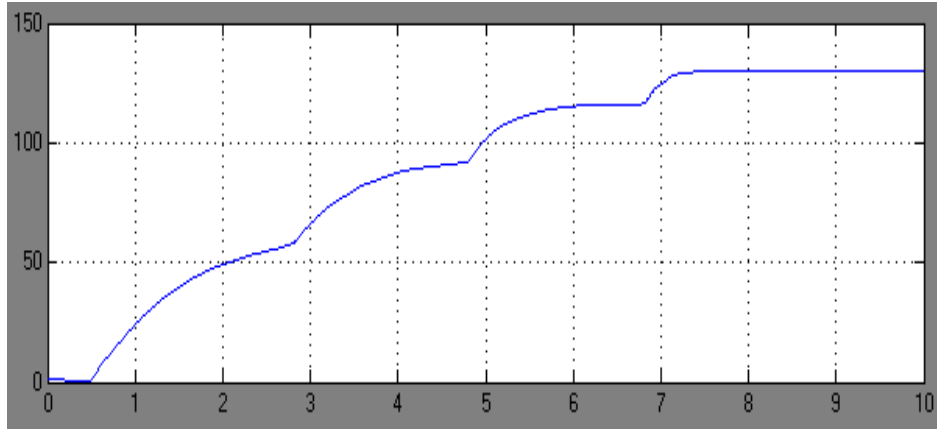
Chạy mô hình trên,ta có các kết quả mô phỏng :

-Điện áp sau bộ khởi động:



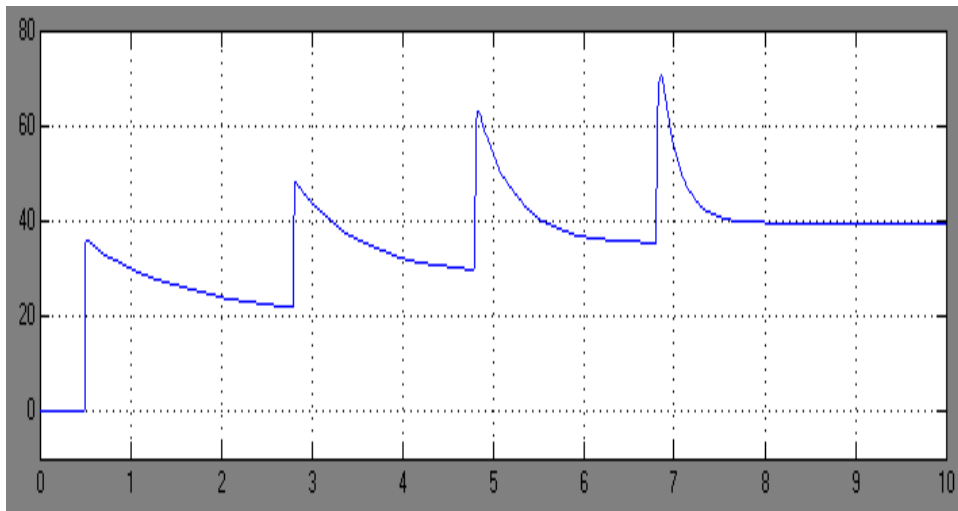
**Hình 3.7** Điện áp sau bộ khởi động mềm

-Tốc độ động cơ:



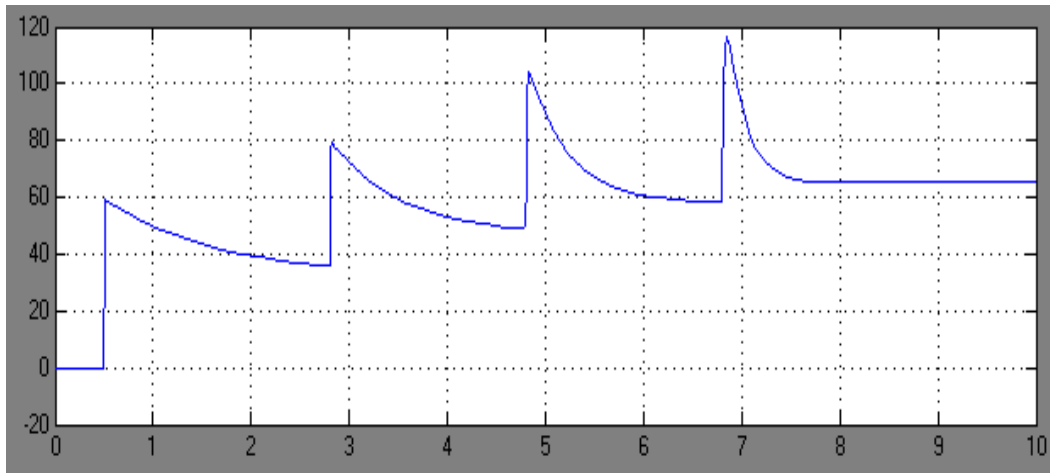
**Hình 3.8** Đáp ứng tốc độ của động cơ

-Dòng điện phản ứng:



**Hình 3.9** Đáp ứng dòng điện phản ứng

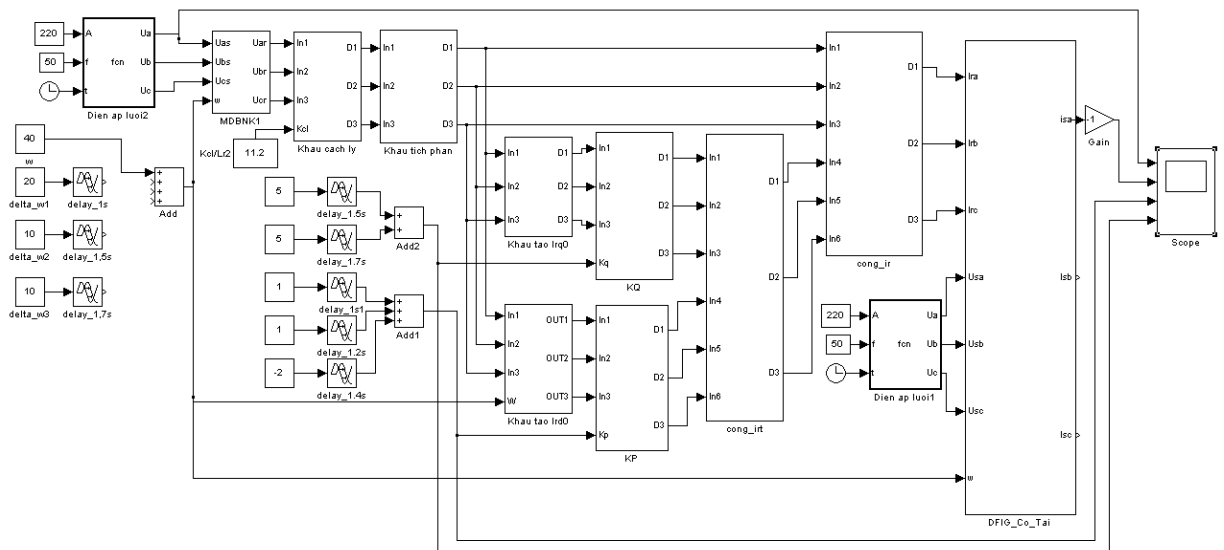
-Momen điện từ:



Hình 3.10 Momen điện từ

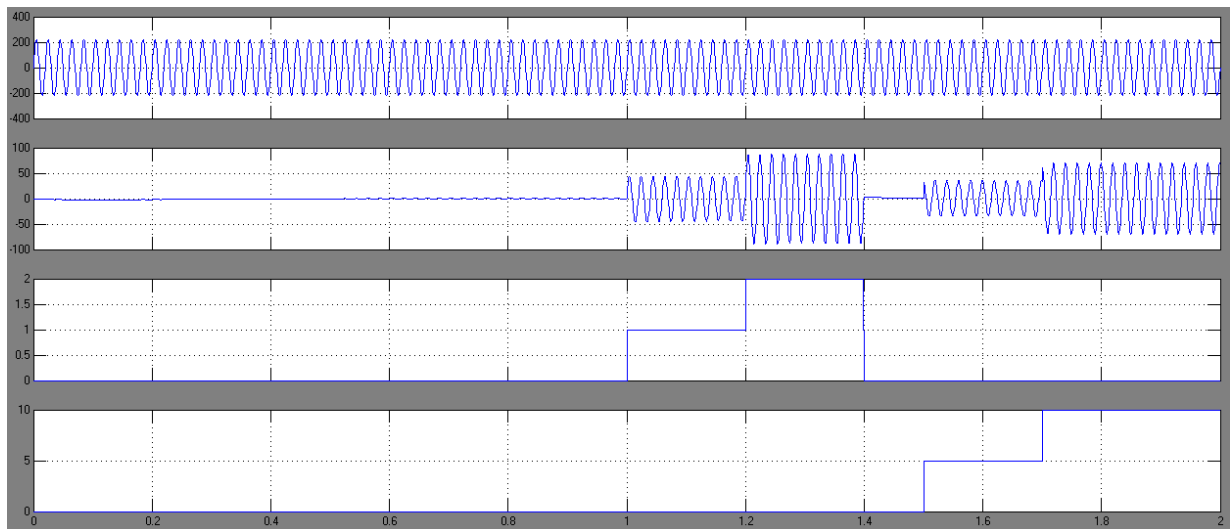
### 3.2.2 Hệ thống phát điện sử dụng DFIG bằng phương pháp đồng dạng mạch cảm ứng rotor

-Theo các bước như hướng dẫn ở mục 3.1, ta chọn các phần tử trong thư viện kết nối như hình vẽ 3.11



Hình 3.11 Mô hình hệ thống phát điện sử dụng DFIG bằng phương pháp đồng dạng mạch cảm ứng rotor

Chạy mô hình, ta có kết quả mô phỏng gồm 4 đường đặc tính: điện áp lưới, dòng điện phát lên lưới của hệ thống, hệ số điều khiển công suất tác dụng, hệ số điều khiển công suất phản kháng



**Hình 3.12** Kết quả mô phỏng hệ thống phát điện

# KẾT LUẬN VÀ KIẾN NGHỊ

## 1. Kết luận

Đề tài đã thực hiện thành công, nó mang tính khoa học và thực tiễn cao. Đề tài đã xây dựng thành công thư viện truyền động điện và điện tử công suất trên matlab, giúp cho các nghiên cứu tiếp theo trong lĩnh vực điện tử công suất và truyền động điện thuận lợi. Các phần tử trong thư viện với kết cấu mang tính mở giúp người nghiên cứu có thể chủ động thực hiện các chức năng chính và phát triển mở rộng dễ dàng. Các tính mới của đề tài là:

- Nghiên cứu các mô hình toán các phần tử, sắp xếp và tổng hợp để làm cơ sở xây dựng các mô hình các phần tử trong thư viện
- Các phần tử trong thư viện là hệ thống mở, người sử dụng có thể thay đổi thông số, bổ xung hoặc thay đổi cấu trúc để phù hợp cho vấn đề nghiên cứu của mình.

## 2. Kiến nghị

Trên cơ sở phương pháp đã trình bày, đề tài cần phát triển là mở rộng xây dựng thêm nhiều phần tử hơn nữa, để bao quát hết các thiết bị điện tử công suất và truyền động điện có trong thực tế. Vì vậy, vấn đề này về sau cần nhiều người nghiên cứu tham gia, thực hiện trong thời gian dài và thường xuyên phải cập nhật thư viện đáp ứng với các phát triển khoa học công nghệ trong thực tiễn.



## TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] GS.TSKH Thân Ngọc Hoàn, *Mô phỏng hệ thống điện tử công suất và truyền động điện*, Nhà xuất bản xây dựng, 2002.
- [2] Nguyễn Phùng Quang, *MATLAB & SIMULINK dành cho kỹ sư điều khiển tự động*, Nhà xuất bản Khoa học và kỹ thuật, 2006
- [3] ThS Nguyễn Trọng Thắng, PGS.TS Nguyễn Tiến Ban, *A novel excitation method for shaft generators using doubly-fed induction machines on power – station on shipboards*, VCM 2012, 2012