

**BỘ GIÁO DỤC VÀ ĐÀO TẠO
TRƯỜNG ĐẠI HỌC DÂN LẬP HẢI PHÒNG**



ISO 9001:2015

**SO SÁNH HỆ THỐNG TRUYỀN ĐỘNG ĐIỆN
ĐỘNG CƠ 1 CHIỀU KÍCH TỪ ĐỘC LẬP KHI
SỬ DỤNG CÁC BỘ ĐIỀU CHỈNH PI,IP,PID VÀ
ĐIỀU KHIỂN MỜ**

**ĐỒ ÁN TỐT NGHIỆP ĐẠI HỌC HỆ CHÍNH QUY
NGÀNH ĐIỆN TỰ ĐỘNG CÔNG NGHIỆP**

HẢI PHÒNG - 2020

**BỘ GIÁO DỤC VÀ ĐÀO TẠO
TRƯỜNG ĐẠI HỌC DÂN LẬP HẢI PHÒNG**



ISO 9001:2015

**SO SÁNH HỆ THỐNG TRUYỀN ĐỘNG ĐIỆN
ĐỘNG CƠ 1 CHIỀU KÍCH TỪ ĐỘC LẬP KHI
SỬ DỤNG CÁC BỘ ĐIỀU CHỈNH PI,IP,PID VÀ
ĐIỀU KHIỂN MỜ**

**ĐỒ ÁN TỐT NGHIỆP ĐẠI HỌC HỆ CHÍNH QUY
NGÀNH ĐIỆN TỰ ĐỘNG CÔNG NGHIỆP**

Sinh viên: Nguyễn Duy Chiến

Người hướng dẫn: GSTSKH Thân Ngọc Hoàn

HẢI PHÒNG - 2020

Cộng hoà xã hội chủ nghĩa Việt Nam

Độc lập – Tự Do – Hạnh Phúc

-----o0o-----

BỘ GIÁO DỤC VÀ ĐÀO TẠO

TRƯỜNG ĐẠI HỌC DÂN LẬP HẢI PHÒNG

NHIỆM VỤ ĐỀ TÀI TỐT NGHIỆP

Sinh viên : Nguyễn Duy Chiến– MSV : 1512102015

Lớp : ĐC1901- Ngành Điện Tự Động Công Nghiệp

Tên đề tài : So sánh hệ thống truyền động điện động cơ 1 chiều
kích từ độc lập khi sử dụng các bộ điều khiển PI,IP,PID và điều
khiển mờ

NHIỆM VỤ ĐỀ TÀI

1. Nội dung và các yêu cầu cần giải quyết trong nhiệm vụ đề tài tốt nghiệp (về lý luận, thực tiễn, các số liệu cần tính toán và các bản vẽ).

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

2. Các số liệu cần thiết để thiết kế, tính toán

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

3. Địa điểm thực tập tốt nghiệp.....:

CÁC CÁN BỘ HƯỚNG DẪN ĐỀ TÀI TỐT NGHIỆP

Người hướng dẫn thứ nhất:

Họ và tên : Thân Ngọc Hoàn
Học hàm, học vị : GSTSKH
Cơ quan công tác : Trường Đại học dân lập Hải Phòng
Nội dung hướng dẫn : Toàn bộ đề tài

Người hướng dẫn thứ hai:

Họ và tên :
Học hàm, học vị :
Cơ quan công tác :
Nội dung hướng dẫn :

Đề tài tốt nghiệp được giao ngày tháng năm 2019.

Yêu cầu phải hoàn thành xong trước ngày.....tháng.....năm 2020

Đã nhận nhiệm vụ Đ.T.T.N
Sinh viên

Đã giao nhiệm vụ Đ.T.T.N
Cán bộ hướng dẫn Đ.T.T.N

Nguyễn Duy Chiến

GSTSKH Thân Ngọc Hoàn

Hải Phòng, ngày.....tháng.....năm 2020

HIỆU TRƯỞNG

GS.TS.NGUYỄN TRẦN HỮU NGHỊ

CỘNG HÒA XÃ HỘI CHỦ NGHĨA VIỆT NAM

Độc lập - Tự do - Hạnh phúc

PHIẾU NHẬN XÉT CỦA GIẢNG VIÊN HƯỚNG DẪN TỐT NGHIỆP

Họ và tên giảng viên: Thân Ngọc Hoàn...

Đơn vị công tác: Đại học Dân Lập Hải Phòng

Họ và tên sinh viên: Chuyên ngành:

Nội dung hướng dẫn:

.....
+ Tinh thần thái độ của sinh viên trong quá trình làm đề tài tốt nghiệp

Có tinh thần trong khi làm đồ án nhưng phải cố gắng hơn.

.....
.....
.....
- Đánh giá chất lượng của đồ án/ khóa luận (so với nội dung yêu cầu đã đề ra trong nhiệm vụ Đ.T. T.N trên các mặt lý luận, thực tiễn, tính toán số liệu...)

Hoàn thành đề cương đồ án đề ra, đã tìm hiểu về máy điện một chiều, đã thực hiện so sánh các bộ điều chỉnh PI, PID và điều khiển mờ. Do trình độ có hạn lại thiếu cố gắng nên việc tìm hiểu chưa sâu, chưa đạt được kiến thức mong muốn. Cần cố gắng hơn nữa khi ra đời vào làm thực tế.....

3. Ý kiến của giảng viên hướng dẫn tốt nghiệp

Được bảo vệ Không được bảo vệ Điểm hướng dẫn

Hải Phòng, ngày 4 tháng 01 năm 2020

Giảng viên hướng dẫn

(Ký và ghi rõ họ tên)

GS.TSKH Thân Ngọc Hoàn

CỘNG HÒA XÃ HỘI CHỦ NGHĨA VIỆT NAM

Độc lập - Tự do - Hạnh phúc

PHIẾU NHẬN XÉT CỦA GIÁO VIÊN CHẤM PHẢN BIỆN

Họ và tên giảng viên:

Đơn vị công tác:

Họ và tên sinh viên: Chuyên ngành:

Đề tài tốt nghiệp:

.....

.....

1. Phần nhận xét của giáo viên chấm phản biện

.....

.....

.....

.....

2. Những mặt còn hạn chế

.....

.....

.....

3. Ý kiến của giảng viên chấm phản biện

Được bảo vệ Không được bảo vệ Điểm hướng dẫn

Hải Phòng, ngày ... tháng ... năm

Giảng viên chấm phản biện

(Ký và ghi rõ họ tên)

LỜI CẢM ƠN

Khi hoàn thành đồ án tốt nghiệp này cũng là em kết thúc thời gian học tập tại trường Đại học Dân lập Hải Phòng. Khoảng thời gian học tập và nghiên cứu tại trường đã giúp em hiểu và yêu quý nơi đây nhiều hơn. Nhà trường và Thầy Cô không những truyền đạt cho em những kiến thức chuyên môn mà còn giáo dục cho em về lý tưởng, đạo đức trong cuộc sống. Đây là những hành trang không thể thiếu cho cuộc sống và sự nghiệp của em sau này. Em xin bày tỏ lòng biết ơn sâu sắc đến tất cả các Quý Thầy Cô đã tận tình chỉ bảo, dẫn dắt em đến ngày hôm nay để có thể vững bước trên con đường học tập và làm việc sau này.

Đồ án tốt nghiệp đã đánh dấu việc hoàn thành những năm tháng miệt mài học tập của em. Và đồ án này cũng đánh dấu sự trưởng thành trên con đường học tập của em. Qua đây em xin gửi lời cảm ơn đến gia đình và bạn bè đã luôn động viên và tạo mọi điều kiện để nhóm hoàn thành khóa học.

Cuối cùng, em xin bày tỏ lòng biết ơn sâu sắc nhất đến Thầy Thân Ngọc Hoàn với sự nhiệt tình giúp đỡ, tạo điều kiện thuận lợi và sự định hướng đúng đắn và kịp thời của Thầy đã giúp em rất nhiều trong quá trình thực hiện đồ án.

Sinh viên thực hiện

Nguyễn Duy Chiến

MỤC LỤC

LỜI MỞ ĐẦU	5
CHƯƠNG 1.....	6
MẠCH ĐIỆN, MẠCH TỪ CỦA MÁY ĐIỆN MỘT CHIỀU	6
1.1. KHÁI NIỆM	6
1.2. CẤU TẠO CỦA MÁY ĐIỆN MỘT CHIỀU	6
<i>1.2.1. Cấu tạo của stato</i>	<i>6</i>
yếu là loại rôto hình trống có răng được ghép lại bằng các lá thép điện kỹ thuật. Ở những máy công suất lớn người ta còn làm các rãnh làm mát theo bán kính (các lá thép được ghép lại từng tệp, các tệp cách nhau một rãnh làm mát).	8
1.3. MẠCH ĐIỆN CỦA MÁY ĐIỆN MỘT CHIỀU	9
<i>1.3.1 Những thông số cuộn dây.....</i>	<i>9</i>
<i>1.3.2 Cuộn xếp.....</i>	<i>11</i>
<i>1.3.2.1 Cuộn xếp đơn</i>	<i>11</i>
1.4. NGUYÊN LÝ HOẠT ĐỘNG CỦA MÁY ĐIỆN MỘT CHIỀU	12
1.5. BIỂU THỨC SĐĐ CỦA MÁY ĐIỆN MỘT CHIỀU.....	13
1.6. PHẢN ỨNG PHẢN ỨNG	14
<i>1.6.1. Khái niệm về phản ứng phản ứng.</i>	<i>14</i>
<i>1.6.2. Phản ứng phản ứng ngang.</i>	<i>14</i>
1.7. CHUYỂN MẠCH DÒNG ĐIỆN Ở CỔ GÓP	17
<i>1.7.1 Bản chất.....</i>	<i>17</i>
<i>1.7.2 Sđđ xuất hiện trong quá trình đảo chiều dòng điện.....</i>	<i>18</i>
1.8. TIA LỬA Ở CHỖI VÀ CÁCH GIẢM TIA LỬA Ở CHỖI.	18
<i>1.8.1 Nguyên nhân xuất hiện tia lửa điện.</i>	<i>18</i>
<i>1.8.2. Các phương pháp giảm tia lửa.</i>	<i>19</i>
<i>1.8.2.1 Giảm tia lửa do nguyên nhân cơ học.</i>	<i>19</i>
KẾT LUẬN	21
CHƯƠNG 2.....	22
2.1. PHÂN LOẠI MÁY PHÁT ĐIỆN MỘT CHIỀU.....	22
2.2. PHƯƠNG TRÌNH CÂN BẰNG SĐĐ CỦA MÁY PHÁT	22
2.4 MÁY PHÁT KÍCH TỪ ĐỘC LẬP.....	24
2.5. MÁY PHÁT KÍCH TỪ SONG SONG.....	26
.....	29

2.6. MÁY PHÁT KÍCH TỪ NỐI TIẾP	30
2.7 MÁY PHÁT KÍCH TỪ HỖN HỢP	31
2.8. CÁC MÁY PHÁT ĐIỆN MỘT CHIỀU LÀM VIỆC SONG SONG.....	32
2.8.1. Hai máy phát kích từ song song làm việc song song:	32
2.8.2 Các máy phát hỗn hợp làm việc song song:	34
2.9. PHÂN LOẠI ĐỘNG CƠ ĐIỆN MỘT CHIỀU	35
2.10. PHƯƠNG TRÌNH CÂN BẰNG SDD CỦA ĐỘNG CƠ.....	35
2.11. ĐẶC TÍNH CƠ CỦA ĐỘNG CƠ ĐIỆN MỘT CHIỀU	36
2.11.2. Đặc tính cơ của động cơ kích từ nối tiếp.....	37
2.12. KHỞI ĐỘNG ĐỘNG CƠ ĐIỆN MỘT CHIỀU.....	39
2.13. ĐIỀU CHỈNH TỐC ĐỘ ĐỘNG CƠ MỘT CHIỀU.....	40
2.13.1. Các phương pháp điều chỉnh tốc độ	40
2.13.2. Điều chỉnh tốc độ bằng thay đổi điện áp nguồn nạp.	40
2.13.3. Điều chỉnh tốc độ bằng thay đổi từ thông.....	42
2.13.4 Hệ thống máy phát động cơ	42
2.14. HÃM ĐỘNG CƠ ĐIỆN MỘT CHIỀU	43
2.15. Tổn hao và hiệu suất máy điện một chiều.....	45
KẾT LUẬN	46
CHƯƠNG 3:	47
SO SÁNH CÁC BỘ ĐIỀU KHIỂN P-I, I-P, PID VÀ MỜ [2]	47
3.1. Gợi thiệu	47
3.2. Mô hình toán học của động cơ một chiều.....	48
3.3. Thiết kế các bộ điều khiển	50
3.3.1. Bộ điều khiển P-I:.....	50
3.3.2. Bộ điều khiển I-P:.....	51
3.3.3. Bộ điều khiển PID.....	52
3.3 Phương pháp Zigler-Nichol tính chọn các tham số của bộ điều khiển ..	52
3.4. Bộ điều khiển mờ.....	53
3.5 Mô phỏng trên matlab	55
3.6. Kết luận	57
PHẦN KẾT LUẬN.....	59
TÀI LIỆU THAM KHẢO.	60

LỜI MỞ ĐẦU

Là một sinh viên đang học tập và rèn luyện tại trường đại học Dân lập Hải Phòng, em cảm thấy một niềm tự hào và động lực to lớn cho sự phát triển của bản thân trong tương lai. Sau năm năm học đại học, dưới sự chỉ bảo, quan tâm của các thầy cô, sự nỗ lực của bản thân, em đã thu được những bài học rất bổ ích, được tiếp cận các kiến thức khoa học kỹ thuật tiên tiến phục vụ cho lĩnh vực chuyên môn mình theo đuổi. Có thể nói, những đồ án môn học, bài tập lớn hay những nghiên cứu khoa học mà một sinh viên thực hiện chính là một cách thể hiện mức độ tiếp thu kiến thức và vận dụng sự dạy bảo quan tâm của thầy cô. Chính vì vậy em đã dành thời gian và công sức để hoàn thành đồ án tốt nghiệp “Tìm hiểu về máy điện 1 chiều” do thầy giáo T.S Thân Ngọc Hoàn hướng dẫn. Nội dung bao gồm các chương Chương 1: Giới thiệu về máy điện 1 chiều Chương 2: Động cơ 1 chiều và điều chỉnh tốc độ động cơ 1 chiều Chương 3: So sánh các bộ điều khiển P-I, I-P, PID và Mờ

CHƯƠNG 1

MẠCH ĐIỆN, MẠCH TỪ CỦA MÁY ĐIỆN MỘT CHIỀU

1.1. KHÁI NIỆM

Máy điện một chiều là loại máy điện biến cơ năng thành năng lượng điện một chiều (máy phát) hoặc biến điện năng dòng một chiều thành cơ năng (động cơ một chiều).

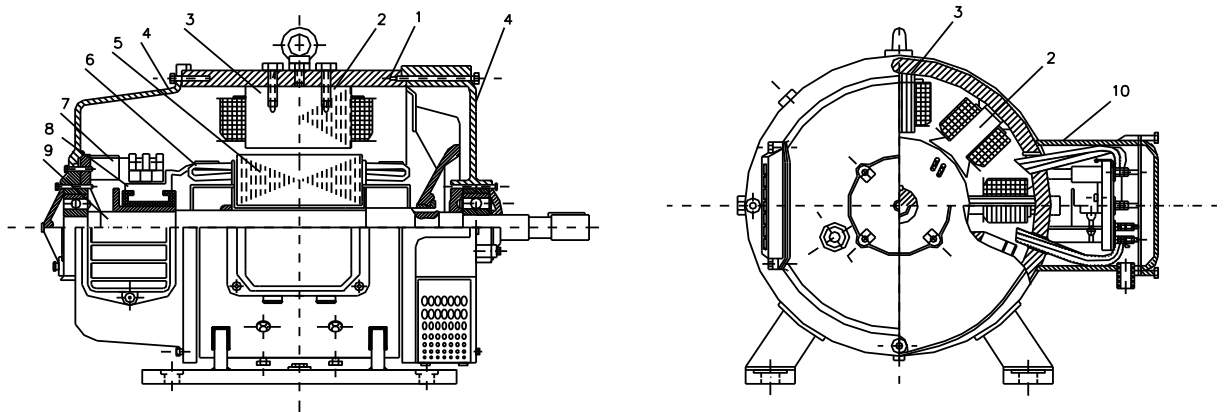
Ở máy điện một chiều từ trường là từ trường không đổi. Để tạo ra từ trường không đổi người ta dùng nam châm vĩnh cửu hoặc nam châm điện được cung cấp dòng điện một chiều.

Có hai loại máy điện 1 chiều: loại có cổ góp, loại không có cổ góp.

Công suất lớn nhất của máy điện một chiều vào khoảng 5-10 MW. Hiện tượng tia lửa ở cổ góp đã hạn chế tăng công suất của máy điện một chiều. Cấp điện áp của máy một chiều thường là 120V, 240V, 400V, 500V và lớn nhất là 1000V. Không thể tăng điện áp lên nữa vì điện áp giới hạn của các phiến góp là 35V.

1.2. CẤU TẠO CỦA MÁY ĐIỆN MỘT CHIỀU

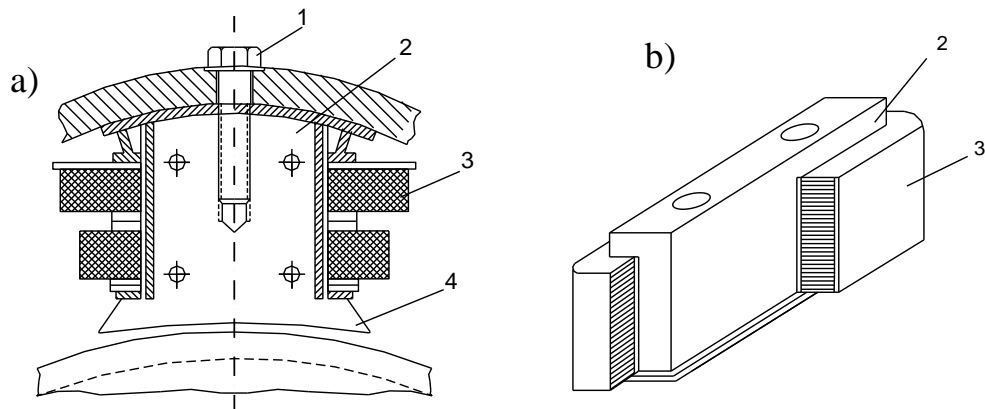
Trên hình 1.1 biểu diễn cấu tạo của máy điện một chiều. Ta sẽ nghiên cứu cụ thể các bộ phận chính.



Hình 1.1 Kích thước đo, ngang máy điện một chiều. 1-Thép, 2-cực chính với cuộn kích từ, 3-cực phụ với cuộn dây, 4-Hộp ổ bi, 5-Lõi thép, 6-cuộn phần ứng, 7-Thiết bị chổi, 8-Cổ góp, 9-Trục, 10-Nắp hộp đầu dây

1.2.1. Cấu tạo của stato

Giống như những máy điện quay khác nó cũng gồm phần đứng im (stato) và phần quay (rô to). Về chức năng máy điện một chiều cũng được chia thành phần cảm (kích từ) và phần ứng (phần biến đổi năng lượng). Khác với máy điện đồng bộ ở máy điện một chiều phần cảm bao giờ cũng ở phần tĩnh còn phần ứng là ở rô to.



Hình 1.2 Cấu tạo các cực của máy điện một chiều a)Cực chính, b)Cực phụ

Stato máy điện một chiều là phần cảm, nơi tạo ra từ thông chính của máy. Stato gồm các chi tiết sau: .

Cực chính

Trên hình 1.2a biểu diễn một cực chính gồm: Lõi cực 2 được làm bằng các lá thép điện kỹ thuật ghép lại, mặt cực 4 có nhiệm vụ làm cho từ thông dễ đi qua khe khí. Cuộn dây kích từ 3 đặt trên lõi cực cách điện với thân cực bằng một khuôn cuộn dây cách điện. Cuộn dây kích từ làm bằng dây đồng có tiết diện tròn, cuộn dây được tẩm sơn cách điện nhằm chống thấm nước và tăng độ dẫn nhiệt. Để tản nhiệt tốt cuộn dây được tách ra thành những lớp, đặt cách nhau một rãnh làm mát.

Cực phụ(hình 1.2.b)

Cực phụ nằm giữa các cực chính , thông thường số cực phụ bằng $\frac{1}{2}$ số cực chính số cực chính. Lõi thép cực phụ (2) thường là bột thép ghép lại, ở những máy có tải thay đổi thì lõi thép cực phụ cũng được ghép bằng các lá thép. cuộn dây 3 đặt trên lõi thép 2. Khe khí ở cực phụ lớn hơn khe khí ở cực chính.

A. Thân máy

Thân máy làm bằng gang hoặc thép, cực chính và cực phụ được gắn vào thân máy. Tùy thuộc vào công suất của máy mà thân máy có chứa hộp ổ bi hoặc không. Máy có công suất lớn thì hộp ổ bi làm rời khỏi thân máy. Thân máy được gắn với chân máy. Ở vỏ máy có gắn bảng định mức với các thông số sau đây:

- Công suất định mức P_{dm} .
- Tốc độ định mức n_{dm}
- Điện áp định mức U_{dm}
- Dòng điện định mức I_{dm}
- Dòng kích từ định mức $I_{ktđm}$

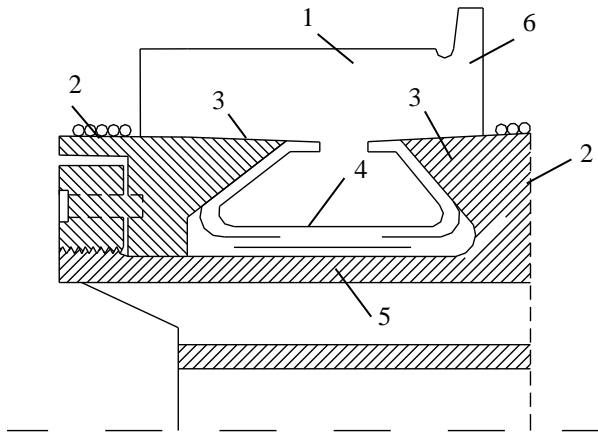
D.Rô to

Rô to của máy điện một chiều là phần ứng. Ngày nay người ta dùng chủ

yếu là loại rôto hình trống có răng được ghép lại bằng các lá thép điện kỹ thuật. Ở những máy công suất lớn người ta còn làm các rãnh làm mát theo bán kính (các lá thép được ghép lại từng tệp, các tệp cách nhau một rãnh làm mát).

E. Cổ góp

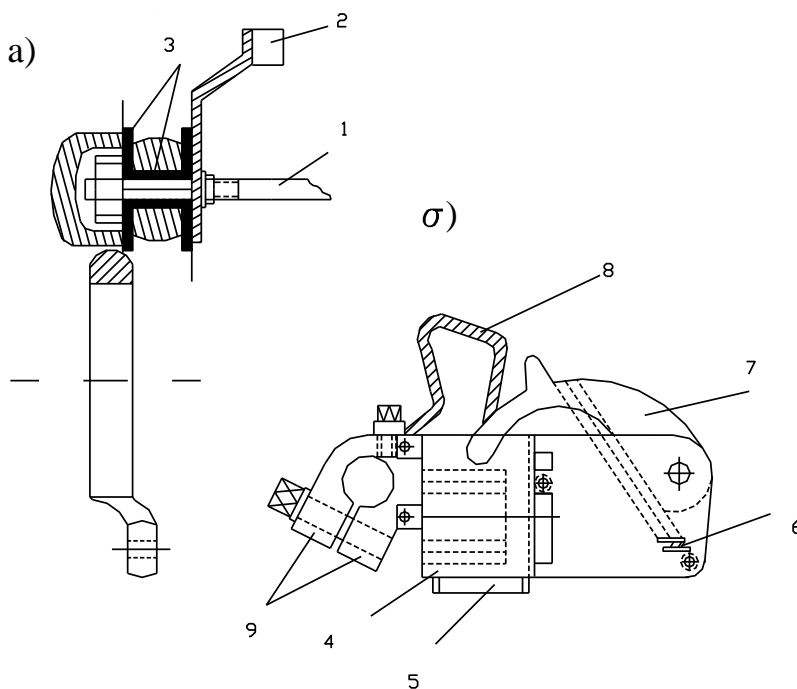
Cuộn dây rôto là cuộn dây khép kín, mỗi cạnh của nó được nối với phiến góp. Các phiến góp được ghép cách điện với nhau và với trục hình thành một cổ góp. Phiến góp được làm bằng đồng, vừa có độ dẫn điện tốt vừa có độ bền cơ học, chống mài mòn. (hình 1.3).



Hình 1.3. Kích thước ngang của cổ góp
1-Phiến góp, 2-Ép vỏ, 3-cách điện, 4-phiến cách điện, 5-ống cổ góp, 6-chổi

G. Thiết bị chổi.

Để đưa dòng điện ra ngoài phải dùng thiết bị chổi gồm: chổi than được làm bằng than granit vừa đảm bảo độ dẫn điện tốt vừa có khả năng chống mài mòn, bộ giữ chổi được làm bằng kim loại gắn vào stato, có lò so tạo áp lực chổi và các thiết bị phụ khác.



Hình 1.4 Thiết bị chổi.

a) Thanh giữ chổi, b) thiết bị giữ chổi. 1.Ốc vít, 2-Dây dẫn, 3-Cách điện, 4-Giữ chổi, 5-Chổi, 6-Lò so, 7-Đòn gánh, 8-Dây dẫn điện ra, 9-Ốc giữ chổi.

1.3. MẠCH ĐIỆN CỦA MÁY ĐIỆN MỘT CHIỀU

Mạch điện chính là cuộn dây máy điện, nó giữ một vai trò vô cùng quan trọng bởi vì nơi đây xảy ra quá trình biến đổi năng lượng. Cuộn dây máy điện cần phải thực hiện hết ít vật liệu nhất nhưng lại phải có hiệu suất lớn, phải đảm bảo độ bền về cơ, về nhiệt và điện trong thời gian khai thác.

Cuộn dây máy điện một chiều khác cuộn dây máy điện xoay chiều ở chỗ nó là cuộn kín, trong đó mỗi bin được nối với một phiến góp. Hiện nay cuộn dây máy điện một chiều được sử dụng rộng rãi là cuộn dây có rô to rỗng.

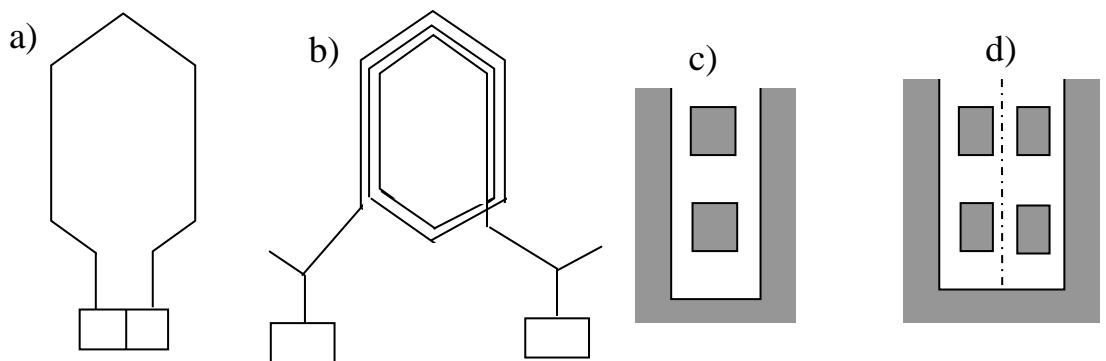
Người ta chia cuộn dây máy điện một chiều thành:

- Cuộn xếp đơn
- cuộn sóng đơn
- Cuộn sóng kép
- Cuộn xếp kép

1.3.1 Những thông số cuộn dây.

Phần lớn cuộn dây máy điện dòng một chiều dùng trong công nghiệp hiện nay là loại cuộn dây đơn vì dễ thực hiện, tốn ít đồng, giá thành rẻ, sử dụng đồng tốt. Không nên dùng cuộn dây máy điện có số vòng dây lớn vì điện áp giữa các vòng dây lớn. Máy điện một chiều dùng cuộn dây nhiều vòng thường có công suất nhỏ, đường kính cổ góp bé (vì phải giảm số lượng phiến góp để tăng chiều rộng của phiến góp) .

Cuộn dây phản ứng là một cuộn dây khép kín gồm các dây dẫn cách điện với nhau và với rãnh. Cuộn dây phản ứng là nơi biến đổi năng lượng nên có một số yêu cầu sau: có tính điện tốt, tỏa nhiệt tốt, bền về cơ học, tốn ít nguyên liệu có hiệu suất cao nhất. Hai thanh dẫn nối với nhau hình thành vòng dây, một số vòng dây gộp lại với nhau tạo thành mô bin hình 1.5. Trong một rãnh thực



Hình 1.5 Vòng dây (a), Mô bin(b), một phần tử của rãnh (c) và 2 phần tử rãnh (d) tế có thể có vài phần tử rãnh (hình 1.5 c,d)

1. Mô bin (hay còn gọi là bin).

Đây là phần tử cơ bản của cuộn dây, nó bao gồm 1 vòng dây hay nhiều vòng dây có các cạnh cách nhau một bước cực, 2 đầu được nối với 2 phiến góp cách nhau một bước cổ góp (hình 1.5 a,b). Từ đây ta chỉ nghiên cứu bin một vòng dây và qui ước thanh dẫn của bin nằm ở lớp trên vẽ đường liền, ở lớp dưới

đường nét đứt. Căn cứ vào nối đầu cuộn dây ta chia cuộn dây thành chôn chéo và cuộn không chéo (vòng tái hay vòng phải).

2- Bước cuộn dây theo chu vi phần ứng và theo cổ góp

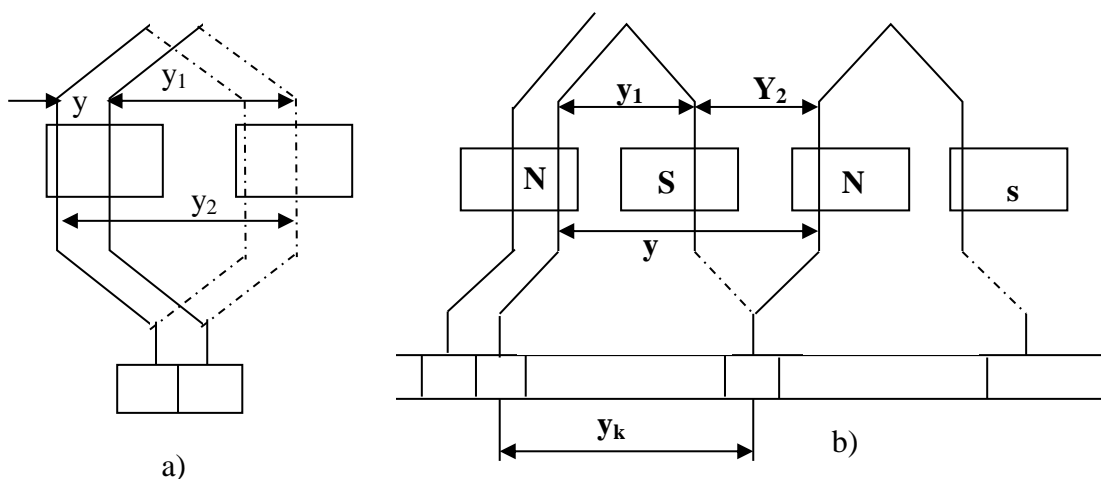
-Bước thứ nhất y_1 : đó là khoảng cách của cạnh tác dụng thứ nhất của bin với cạnh tác dụng thứ 2 của bin (hình 1.6), thông thường $y_1 = \tau$

Trong sơ đồ cuộn dây, y_1 cho ta số rãnh nằm giữa 2 cạnh của mô bin. Ở cuộn dây có bin nhiều vòng thì trong một rãnh nằm nhiều dây dẫn (hình 1.5) ở đây mỗi thanh dẫn là một hình chữ nhật). Ở cuộn dây này ta dùng khái niệm rãnh cơ bản. Rãnh cơ bản là rãnh chứa 2 thanh dẫn, vì bin một vòng dây có 2 thanh dẫn nên ta coi một rãnh cơ bản là một bin. Gọi U_{mb} là số cặp dây dẫn nằm trong rãnh, Z là số rãnh thực tế vậy số rãnh cơ bản sẽ là:

$$Z_{cb} = ZU_{mb}$$

Đến một phiên góp được nối 2 đầu của hai bin khác nhau. Vậy ta có thể coi cứ một phiên góp ứng với một bin (có 2 thanh dẫn). Gọi S là số bin của một cuộn dây, K là số phiên góp thì:

$$Z_{cb} = K = S$$



Hình 1.6 Biểu diễn các số đo của cuộn dây a) Xếp đơn; b) Sóng đơn

Với khái niệm như vậy thì $y_1 = \frac{Z_{cb}}{2p}$ (p-số đôi cực).

Thông thường $\frac{Z_{cb}}{2p}$ là phép tính không chia hết, nhưng để thực hiện được cuộn dây, y_1 phải là số nguyên vậy:

$$y_1 = \frac{Z_{cb}}{2p} \pm \varepsilon$$

Ở đây ε - là đại lượng rút gọn hay kéo dài của cuộn dây.

b. Bước thứ 2 của cuộn dây theo chu vi rô to: Đó là khoảng cách của cạnh tác dụng thứ 2 của bin trước với cạnh tác dụng thứ nhất của bin sau hình 1.11a. Bước này cũng đo bằng rãnh cơ bản.

c. Bước tổng hợp y: Đây là khoảng cách đo bằng rãnh cơ bản của 2 cạnh tác dụng của 2 bin nằm cạnh nhau ở sơ đồ hình 1.6.

$$y = y_1 + y_2 \text{ (cuộn sóng)}$$

$$y = y_1 - y_2 \text{ (uộn xếp)}$$

d. Bước cổ góp: Đây là khoảng cách giữa 2 phiên góp mà các đầu dây của 2 bin cạnh nhau nối vào (hình 1.10). Bước số góp được đo bằng các phiên góp.

$$\text{Bước cổ góp sóng đơn đo bằng: } y_k = \frac{K \pm 1}{p}$$

Còn cuộn xếp đơn:

$$y_k = \pm 1$$

Ở đây dấu '+' cho cuộn dây không chéo nhau, còn dấu '-' cho cuộn dây chéo nhau.

Để thực hiện cuộn dây đối xứng thì bước cuộn dây theo cổ góp phải liên quan chặt chẽ với bước cuộn dây theo chu vi rô to. Về số phải đảm bảo 2 bước y_k và y bằng nhau, tức là

$$y_k = y \tag{1.1}$$

Bước cực được tính như sau;

$$\tau = \frac{Z_{cb}}{2p} \tag{1.2}$$

1.3.2 Cuộn xếp.

Cuộn xếp có các đại lượng đặc trưng sau:

$$y = y_1 - y_2$$

Nếu cuộn dây quay phải ($y_1 > y_2$) thì $y > 0$ còn nếu cuộn dây quay trái thì $y < 0$.

1.3.2.1 Cuộn xếp đơn

Ở cuộn dây xếp đơn tất cả các mô bin được nối tiếp với nhau liên tục không ngắt quãng chỗ nào. Cách quấn như vậy ứng với :

$$y = y_k = \pm 1$$

Cuộn xếp đơn là cuộn có số nhánh làm việc song song bằng số cặp cực vậy:

$$2a = 2p \tag{1.3}$$

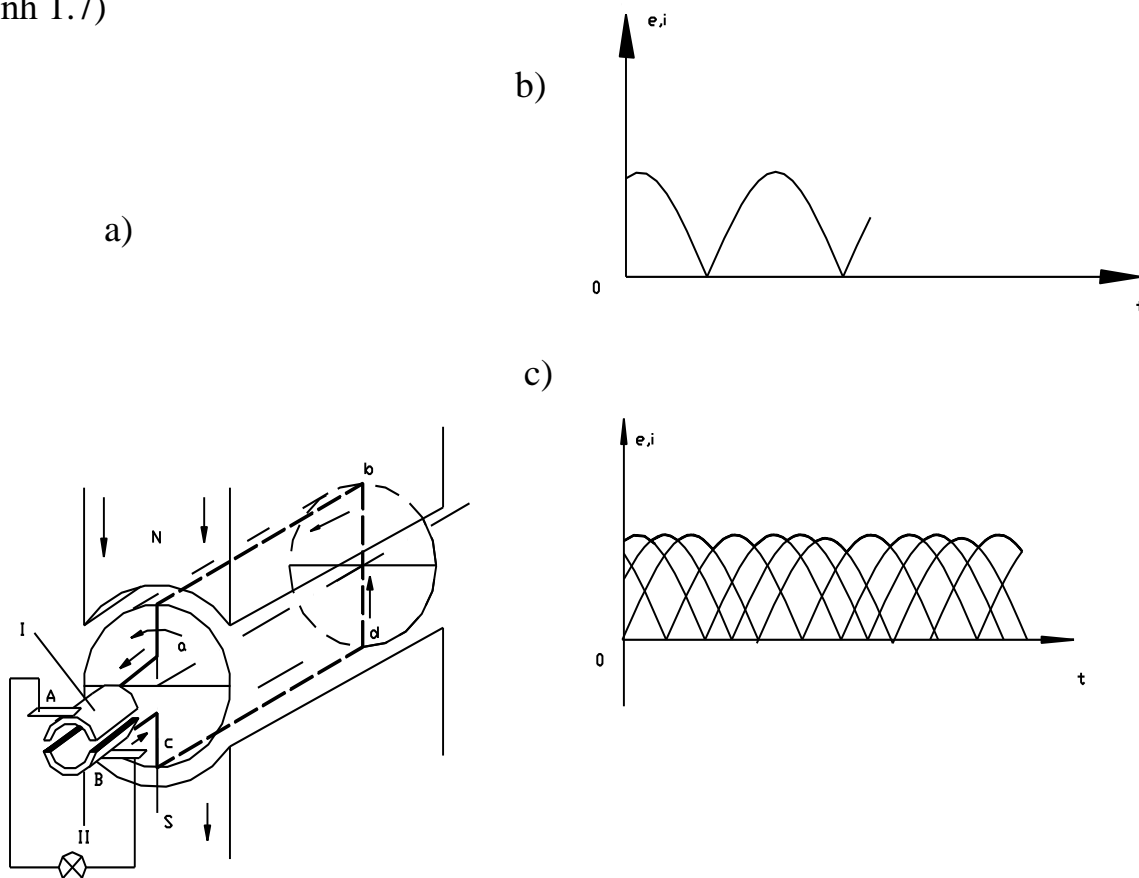
Sở dĩ như vậy vì cứ mỗi cặp chổi cho ta 2 nhánh làm việc song song ($a=1$) mà chổi lại được đặt ở trung tuyến hình học (giữa 2 cực). Để sử dụng được tất cả các nhánh song song thì số chổi phải bằng số cực. Các chổi dương được nối với nhau, các chổi âm được nối với nhau.

Để đổi chiều dòng điện được tốt và giảm độ nhấp nháy sđđ ở lõi ra nên thực hiện cuộn xếp đơn theo điều kiện:

$$K/p = \text{số lẻ.}$$

1.4. NGUYÊN LÝ HOẠT ĐỘNG CỦA MÁY ĐIỆN MỘT CHIỀU

Để xét nguyên lý hoạt động của máy điện một chiều ta lấy mô hình sau (Hình 1.7)



Hình 1.7 Nguyên lý hoạt động của máy điện một chiều a) Mô hình máy điện b) Dòng điện được chỉnh lưu ở mạch ngoài khi có một vòng dây c) khi có nhiều vòng dây.

Một khung dây đặt trong từ trường một nam châm vĩnh cửu, khung dây có cạnh là ab và cd được nối với 2 nửa vành khuyên 1,2. Hai chổi không chuyển động A,B tiếp xúc với nửa vành khuyên và với mạch ngoài.

Bây giờ ta gắn vào khung dây một máy lai ngoài và quay với tốc độ không đổi theo hướng xác định, ví dụ với hướng ngược kim đồng hồ. Theo định luật cảm ứng, trong cuộn dây sẽ cảm ứng một sđđ

$$e = Blv \sin \alpha \quad (1.4)$$

Trong đó B -độ cảm ứng từ đo bằng Tesla

l -độ dài tác dụng của dây dẫn tức là phần dây dẫn nằm trong từ trường
 v -tốc độ dài chuyển động của dây dẫn

α -góc hợp bởi giữa cảm ứng từ và tốc độ chuyển động của dây dẫn (thông thường trong máy điện góc $\alpha=90^\circ$ do đó $\sin \alpha=1$)

Nếu tại thời điểm $t_1=0$ dây dẫn ab nằm dưới cực N còn cạnh cd dưới cực S, thì chiều sđđ ở cạnh ab có chiều từ $b \rightarrow a$, còn ở cạnh cd từ $d \rightarrow c$. Sau một thời gian nửa chu kỳ, cạnh ab nằm dưới cực S còn cd lại dưới cực N, chiều sđđ ở

trong các cạnh đối chiều so với trước, như vậy ta thấy sđđ trong vòng dây là xoay chiều.

Mặt khác ta nhận thấy khi dòng điện trong khung dây đối chiều thì nửa vành khuyên 1, 2 đối diêm tiếp xúc. Dòng điện ở mạch ngoài là dòng điện một chiều. Như vậy nhờ có cặp nửa vành khuyên dòng xoay chiều được chuyển thành dòng một chiều. Khi có dòng điện chạy trong dây dẫn thì giữa từ trường và dòng điện tác động một lực xác định bằng biểu thức:

$$F = BIl \quad (1.5)$$

Chiều của lực xác định bằng qui tắc bàn tay trái. Do là ngẫu lực (vì 2 thanh dẫn nằm cách nhau một khoảng bằng đường kính rô to) nên tạo ra mô men chống lại chiều quay của khung dây. Để khung dây quay với tốc độ không đổi thì ta phải tiếp tục cấp cơ năng (qua máy lai) cho khung dây. Cơ năng này được chuyển sang điện năng. Đây chính là nguyên lý hoạt động của máy phát điện.

Vẫn với mô hình trên bây giờ ta ngắt động cơ lai và nối tới chổi nguồn điện một chiều. Vì mạch kín nên qua khung dây chạy một dòng điện I, dòng này tác dụng với từ trường sinh ra mô men quay khung dây, khi khung dây quay thì chiều của dòng điện chạy trong các thanh dẫn lại đổi chiều, như vậy dòng trong khung dây là dòng xoay chiều, còn mạch ngoài là dòng điện một chiều. Nhờ nửa vành góp 1,2 dòng điện một chiều đã biến đổi thành dòng điện xoay chiều. Khi khung dây quay, trong khung dây lại xuất hiện sđđ tạo ra dòng điện chống lại vòng dây quay. Để khung dây tiếp tục quay thì năng lượng điện cấp từ mạch ngoài phải liên tục, như vậy có một dòng năng lượng chạy từ điện sang cơ năng. Đây chính là nguyên lý làm việc của động cơ điện một chiều.

Qua đây chúng ta thấy máy điện một chiều có thể làm việc như động cơ hoặc như máy phát phụ thuộc vào năng lượng ở đầu vào. Người ta nói máy điện một chiều là máy điện làm việc 2 mặt không có điều kiện.

1.5. BIỂU THỨC SĐĐ CỦA MÁY ĐIỆN MỘT CHIỀU

Sđđ xuất hiện trong một dây dẫn $e_k = B_x l v$. Nếu cuộn dây có N dây dẫn, 2a nhánh làm việc song song thì một nhánh có N/2a dây dẫn mắc nối tiếp nhau. Với cuộn xếp những thanh dẫn này nằm dưới 1 cực nào đó, còn với cuộn sóng thì nằm dưới tất cả các cực có cùng cực tính, vậy sđđ trong cả cuộn dây sẽ bằng:

$$E_a = e_1 + e_2 + \dots = \sum_1^{N/2a} e_x = (B_1 + B_2 + \dots \frac{B_N}{2a}) l v = \sum_1^{N/2a} B_x l v \quad (1.6)$$

Với số mô bin đủ lớn thì:

$$\sum_1^{N/2a} B_x = B_{tb} \frac{N}{2a} = const$$

$$\text{Vậy } E_a = B_{tb} \frac{N}{2a} l v$$

$$\text{Mà } v = \pi D n = 2p \frac{\pi D}{2p} n = 2p \tau n \text{ do đó:}$$

$$E_a = B_{tb} \frac{N}{2a} 2l p \tau n = B_{tb} \frac{N}{a} l p \tau n$$

nhưng $B_{tb} l p \tau = \phi$ do đó:

$$E_a = p n \phi \frac{N}{a} = C_e \phi n \quad (1.7)$$

Trong đó $C_e = p \frac{N}{a}$ là hằng số máy điện.

Từ thông ϕ là từ thông có ích tham gia tạo sđđ. Nếu chổi đặt trên đường trung tính hình học thì $\phi = \phi_\delta$ (ϕ_δ - từ thông ở khe khí), nếu chổi không nằm trên đường trung tính hình học thì $\phi < \phi_\delta$. Nếu ta dịch chổi đi một góc $\tau/2$ thì từ thông có ích bằng 0 và sđđ cũng bằng không.

1.6. PHẢN ỨNG PHẦN ỨNG

1.6.1. Khái niệm về phản ứng phần ứng.

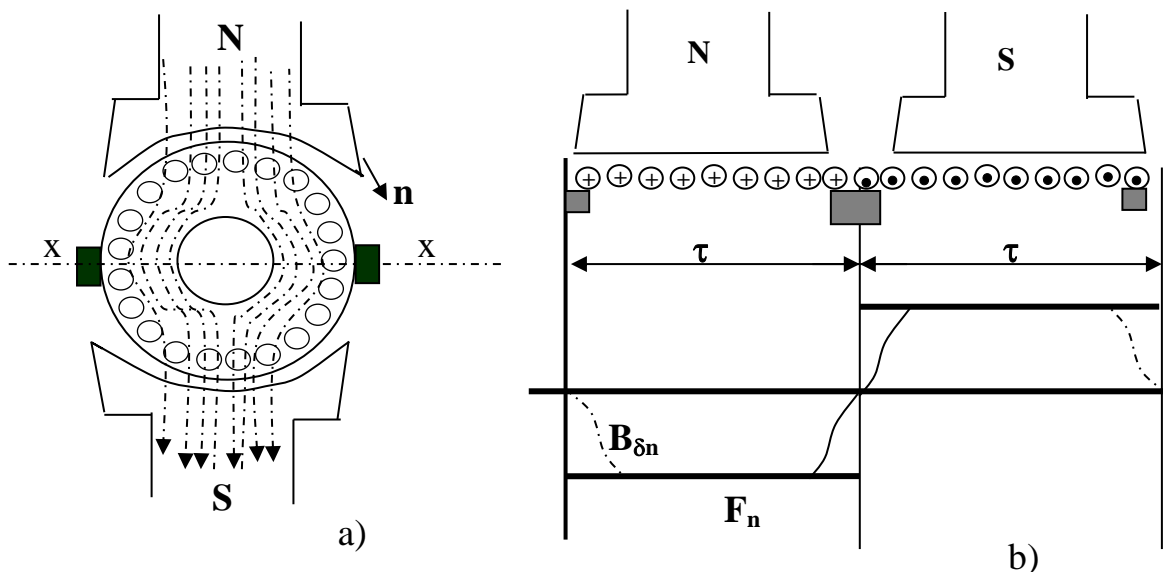
Khi không tải ($I_r = 0$) trong máy điện chỉ có một từ trường do kích từ tạo ra gọi là từ trường chính. Khi có tải ($I_r \neq 0$) dòng tải tạo ra một từ trường nữa được gọi là từ trường tải. Bây giờ trong máy điện tồn tại 2 từ trường, chúng tác động lên nhau tạo ra một từ trường tổng.

Sự tác động của từ trường tải lên từ trường kích từ gọi là phản ứng phần ứng (p.u). Phản ứng phần ứng gây nên nhiều hậu quả xấu cả ở chế độ máy phát và chế độ động cơ.

1.6.2. Phản ứng phần ứng ngang.

a. Từ trường chính

Trên hình 1.8 biểu diễn hình ảnh từ trường chính, còn trên hình 1.8b biểu diễn hình ảnh độ cảm ứng của từ trường chính khi không tải.



Hình 1.8 Hình ảnh từ trường chính (a) và độ cảm ứng của từ trường chính khi không tải (b)

Nếu F_0 là stđ do dòng kích từ sinh ra thì độ cảm ứng từ tại một điểm x bất kỳ xác định bằng biểu thức:

$$B_{0x} = \frac{F_0 \mu_0}{2l_\delta} \quad (1.8)$$

Trong đó $l_\delta = \delta$ là độ dài khe khí. Giá trị độ cảm ứng từ này ở giữa cực có giá trị không đổi $B_{0x} = \text{const}$, nhưng càng về cuối cực B_{0x} giảm do δ tăng.

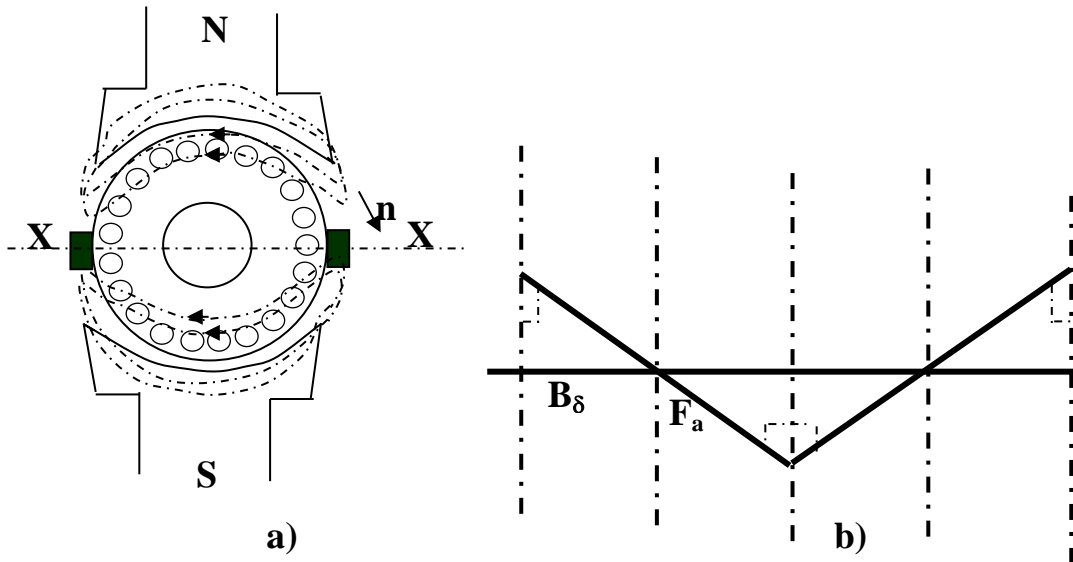
b. Từ trường phản ứng

Ta xét hình ảnh từ trường phản ứng khi chổi đặt trên đường trung tuyến hình học (Hình 1.8b).

Trục của từ trường phản ứng trùng với trục của chổi và vuông góc với trục của từ trường chính. Xuất phát từ đây ta gọi là phản ứng phản ứng ngang.

Để xét ảnh hưởng của phản ứng phản ứng ngang lên từ trường chính ta đưa ra khái niệm: tải tuyến tính của rô to A được xác định như sau:

$$A = \frac{Ni_a}{\pi D} \quad (1.9)$$



Hình 1.9 Hình ảnh từ trường phản ứng máy điện một chiều

Stđ của phản ứng được tính theo tải tuyến tính. Dòng điện toàn phần đối với một vòng khép kín ở khoảng cách x đối với trục cực bằng $2Ax$, Từ thông của phản ứng phản ứng khép kín 2 lần qua không khí. Ta có thể bỏ qua trở từ của lõi cực và phản ứng. Lúc này stđ của phản ứng cần thiết để tạo từ thông khép kín 2 lần qua khe khí trên khoảng cách x bằng:

$$F_{ax} = 2Ax \quad (1.10)$$

Nghĩa là stđ phản ứng thay đổi theo dạng hình chữ nhật.

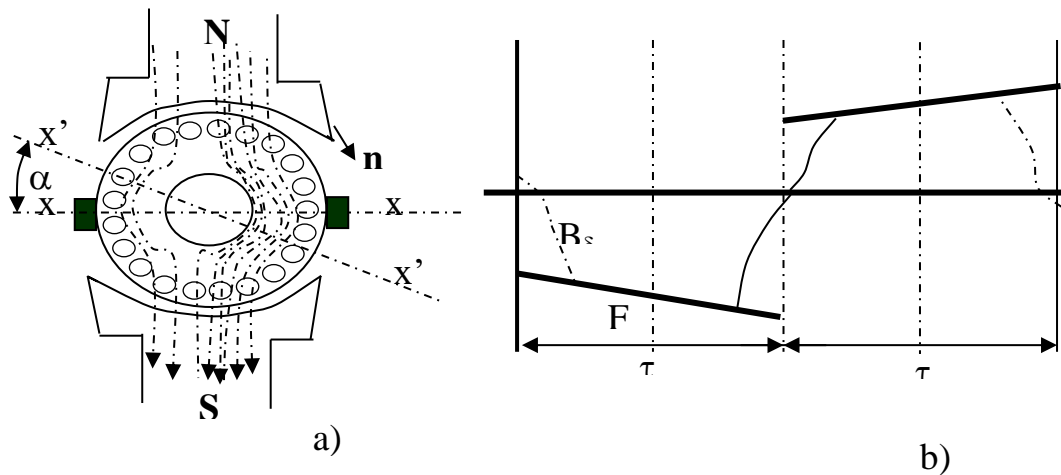
Stđ của phản ứng ngang đạt được cực đại ở khoảng cách $x = \tau/2$ tức là giữa các cực nghĩa là:

$$F_{ng} = A\tau \quad (1.11)$$

Trong khoảng giữa 2 cực đường $F_{ax}=f(x)$ hoặc $B_{ax}=f(x)$ có dạng đường cong vì độ dài l_s tăng đột ngột. Trên hình 12.2b biểu diễn đường cong B_{ax} hoặc F_{ax} của từ trường dòng tải theo độ dài chu vi rô to..

Trên hình 1.10 biểu diễn hình ảnh của từ trường tổng của máy điện khi có phản ứng phần ứng ngang và sự phân bố độ cảm ứng từ khi có phản ứng phần ứng ngang.

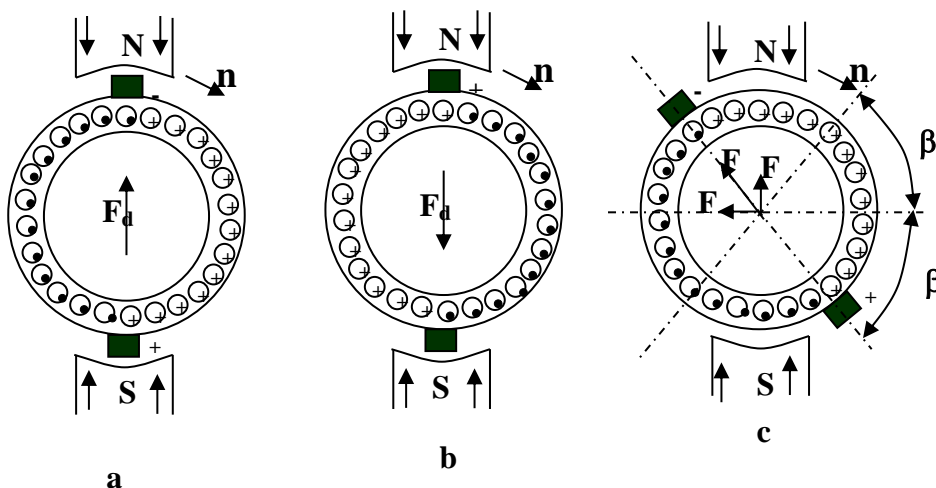
Từ đây ta thấy: do có phản ứng phần ứng ngang, từ trường chính bị biến dạng. Trên đường trung tuyến hình học độ cảm ứng từ bây giờ có giá trị khác không ($B>0$), điểm có độ cảm ứng từ bằng không bây giờ dịch đi khỏi đường trung tuyến hình học. Đường thẳng nối những điểm có cảm ứng từ bằng không ở trên rô to gọi là đường trung tuyến vật lý. Như vậy ở máy không tải đường trung tuyến hình học và trung tuyến vật lý trùng nhau, còn khi có tải hai đường này lệch nhau, đường trung tuyến vật lý dịch khỏi đường trung tuyến hình học một góc α theo chiều quay của rô to.



Hình 1.10 Hình ảnh từ trường chính khi có tác động của phản ứng phần ứng

b. Phản ứng dọc và phản ứng ngang dọc

Bây giờ ta xét trường hợp khi trục của chổi trục với trục của từ trường chính theo chiều quay của rô to (hình 1.11)



Hình 1.11 Các loại phản ứng trong máy điện

Ta thấy chiều của từ trường dòng tải (F_d) ngược với chiều của từ trường chính do đó từ trường chính bị yếu đi, phản ứng là phản ứng dọc trục. Vậy phản ứng phần ứng dọc trục làm từ trường chính yếu đi. Nếu dịch chổi ngược chiều quay của rô to thì từ trường chính được cộng vào (hình 1.11b).

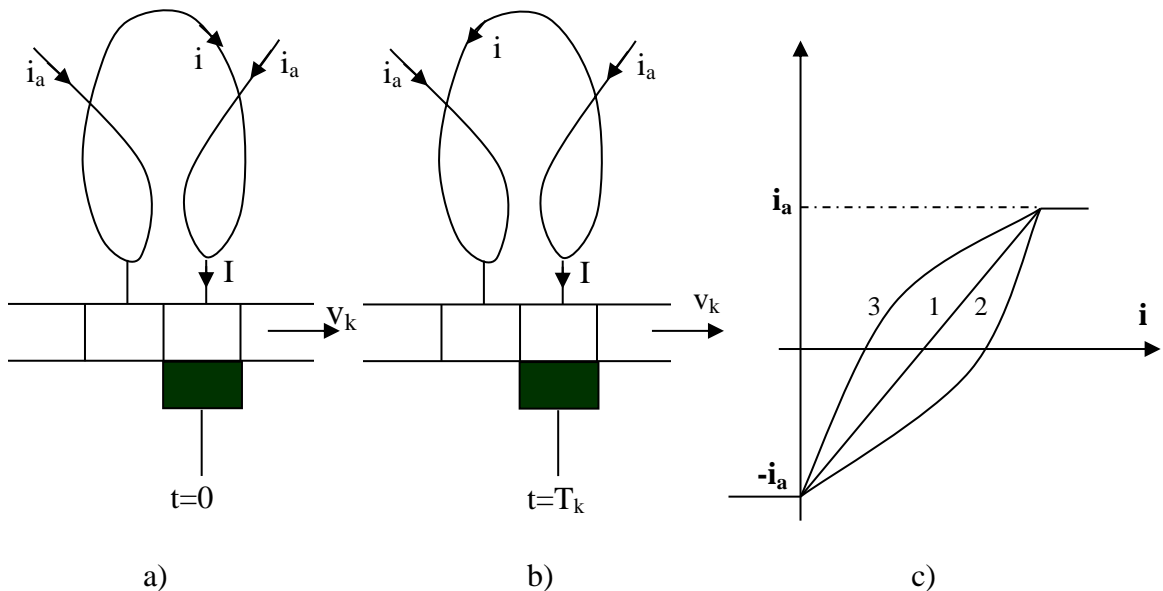
Nếu bây giờ dịch chổi đi một góc β so với trục của từ thông chính (hình 1.11 c) thì để nghiên cứu trường hợp này ta có thể tách cuộn dây rô to thành 2 phần: phần cuộn dây nằm trong góc 2β sẽ tạo ra phản ứng phần ứng dọc, còn phần cuộn dây nằm trong góc $\pi-2\beta$ sẽ tạo ra phản ứng phần ứng ngang. Như vậy nếu ta dịch chổi đi khỏi đường trung tuyến hình học một góc β sẽ có phản ứng hỗn hợp (phản ứng ngang và phản ứng dọc), kết quả từ trường chính vừa bị yếu đi vừa bị biến dạng.

1.7. CHUYỂN MẠCH DÒNG ĐIỆN Ở CỔ GÓP

1.7.1 Bản chất

Như chúng ta đã biết dòng điện trong cuộn dây phần ứng là dòng xoay chiều, nhờ hệ thống cổ góp và chổi dòng điện được chỉnh lưu thành dòng điện một chiều. Hiện tượng chuyển mạch dòng điện ở cổ góp là một quá trình phức tạp, để nghiên cứu quá trình này ta giả thiết:

- Chiều rộng của chổi bằng chiều rộng của phiến góp
- Tại thời điểm nghiên cứu ($t=0$) chổi phủ hoàn toàn lên phiến góp (hình 1.12)
- Cổ góp chuyển động với tốc độ v_k theo hướng như ở hình vẽ.



Hình 1.12 Các loại đảo chiều dòng điện ở cổ góp của máy điện một chiều

Với các giả thiết như vậy tại thời điểm $t_0=0$ dòng điện i trong vòng dây nằm ở vùng đảo chiều sẽ bằng: $i=i_a$

Trong đó i_a - dòng điện ở vòng dây nằm ngoài vùng đảo chiều dòng điện.

Tại thời điểm $t_k=T_k=b_k/v_k$ chổi chuyển sang phía góp tiếp theo và ở đúng vị trí như khi $t=0$ (ở đây b_k -chiều rộng chổi).

Như vậy trong khoảng thời gian $\Delta t=t_k-t_0=T_k$ dòng điện biến đổi:

$$\Delta i=i_a-(-i_a)=2i_a \text{ (hình 1.12c).}$$

Căn cứ vào dạng biến đổi của dòng điện người ta chia ra làm đảo chiều tuyến tính (1), đảo chiều sớm (2) và đảo chiều muộn (3) (hình 1.12c). Trong 3 loại đảo chiều thì đảo chiều muộn là nguy hiểm nhất, gây tia hồ quang lớn, còn đảo chiều tuyến tính là đảo chiều tốt nhất. Sở dĩ như vậy vì ở đảo chiều chậm lúc chổi chuyển hoàn toàn sang phía góp khác (mạch hở) thì mật độ dòng điện đạt giá trị cực đại, còn ở đảo chiều tuyến tính, mật độ dòng không đổi.

1.7.2 Sđđ xuất hiện trong quá trình đảo chiều dòng điện

Trong khi đảo chiều, dòng điện ở vùng đảo chiều biến thiên, vậy trong vòng dây tham gia đảo chiều dòng điện sẽ xuất hiện một sđđ cảm ứng:

$$e_{cu} = L \frac{di}{dt}$$

Thay $di=\Delta i$, $dt=\Delta t$ ta có:

$$e_{cu} = L \frac{2i_a}{T_k} \quad (1.12)$$

$$\text{Mà } i_a = \frac{I_u}{2a}, \quad v_k = \frac{\pi D_k n}{60} \quad (1.12a)$$

Trong đó I_u -dòng chảy qua chổi, D_k -đường kính cổ góp do đó:

$$e_{cu} = \frac{\pi L D_k}{60 a b_k} I_u n = K_I I_u n \quad (1.13)$$

như vậy sđđ cảm ứng tỷ lệ với dòng tải và tốc độ.

a. Sđđ quay

Do tác động của phản ứng phần ứng khi tải, độ cảm ứng từ trên đường trung tuyến hình học có giá trị khác không, ở máy điện một chiều khe khí tương đối lớn nên ta có thể viết:

$$B_q = K_2 I_r$$

Như vậy nếu chổi đặt trên đường trung tính hình học thì vòng dây ở vùng đảo chiều sẽ xuất hiện một sđđ quay theo biểu thức:

$$e_q = B_q l v_k$$

Thay v_k bằng giá trị (1.12a) ta có:

$$e_q = B_q l \frac{\pi D_k n}{60} = K_q I_r n \quad (1.14)$$

Sđđ này có chiều muốn giữ chiều cũ của dòng điện, e_q và e_{cu} có cùng chiều.

Như vậy ở vòng dây tham gia đảo chiều sẽ có một sđđ tổng hợp:

$$e_{th} = e_{cu} + e_q \quad (1.15)$$

1.8. TIA LỬA Ở CHỒI VÀ CÁCH GIẢM TIA LỬA Ở CHỒI.

1.8.1 Nguyên nhân xuất hiện tia lửa điện.

Tia lửa điện là sự phóng năng lượng điện khi đường dẫn năng lượng bị đứt. Tia lửa điện xuất hiện giữa chổi than và cổ góp. Nguyên nhân xuất hiện tia lửa điện có thể là cơ, điện hoặc cả 2.

a. Nguyên nhân về cơ:

Do bề mặt chổi than không nhẵn, bộ phận giữ chổi bị rung, chổi phân bố không đều, áp lực chổi lên cổ góp yếu.

b. Nguyên nhân về điện:

Thí nghiệm đã chỉ ra rằng chuyển mạch dòng điện xảy ra bình thường nếu như giá trị điện áp giữa các phiến góp có giá trị trong khoảng 25-35V đối với máy có công suất vừa và lớn, còn với công suất nhỏ thì giá trị điện áp này là 50-60V. Nếu giá trị điện áp giữa các phiến góp vượt các giá trị trên thì sinh tia lửa.

Do có phản ứng phân ứng ngang khi tải, nên sự phân bố từ thông khe khí không đều, dẫn đến điện thế giữa các phiến góp không đều. Các phiến góp ở rìa cực, điện áp có thể đạt giá trị rất lớn.

c. Nguyên nhân về điện từ

Ở môbin đảo chiều tồn tại 2 sđđ: e_{th} và e_k (sđđ khử), nên tích lũy một năng lượng $\frac{Li^2}{2}$. Khi chuyển chổi từ phiến góp này sang phiến góp khác làm đứt mạch dòng điện, năng lượng bị phóng ra ngoài tạo thành tia lửa. Nếu tia lửa lớn có thể làm ngắn mạch 2 phiến góp liền nhau.

Sđđ e_{th} quá lớn. Khi tải lớn, phản ứng phân ứng ngang lớn làm sự phân bố điện áp trên các phiến góp chênh lệch quá nhiều. Khoảng không giữa 2 chổi bị ion hoá, gây tia lửa lớn.

1.8.2. Các phương pháp giảm tia lửa.

1.8.2.1 Giảm tia lửa do nguyên nhân cơ học.

Để chống tia lửa do nguyên nhân về cơ ta phải mài chổi, đánh cổ góp bằng giấy nháp mịn, điều chỉnh áp lực chổi bằng lò xo giữ chổi v.v ...

1.8.2.2. Giảm tia lửa do nguyên nhân điện:

Từ phần trước ta thấy rằng để giảm tia lửa điện ta cần phải giảm dòng điện phụ chuyển mạch xác định bằng biểu thức:

$$i_k = \frac{\sum e}{\sum R_k} = \frac{e_{cu} \pm e_q}{\sum R_k} \tag{1.16}$$

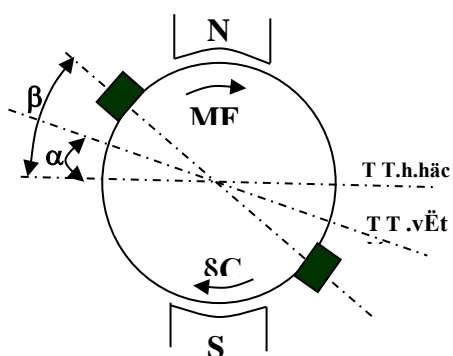
Muốn giảm tia lửa phải làm sao cho $i_k = 0$. Từ biểu thức (1.16) ta thấy để giảm dòng i_k có thể:

- Tạo ra ở vùng chuyển mạch một sđđ khử e_k có chiều ngược với e_{th}
 - Chọn điện trở mạch đảo chiều $\sum R_k$ lớn, tức là phải chọn chổi có điện trở tiếp xúc lớn.
 - Giảm sđđ e_{th}
- Trong e_{th} có e_{cu} và e_q . Cả 2 sđđ này cùng tỉ lệ với tốc độ và với dòng tải. Để giảm e_{th} ta có thể hoặc giảm e_q hoặc giảm e_{cu}
- Giảm e_q

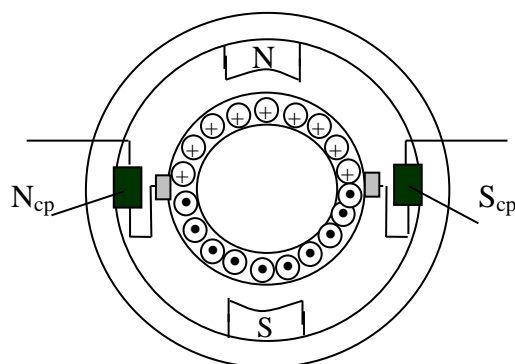
Sđđ e_q xuất hiện do chổi đặt ở trung tuyến hình học (vì p.u.p.u làm độ cảm ứng từ trên đường trung tuyến hình học khác không $B \neq 0$). Để loại trừ e_q ta dịch chổi khỏi trung tuyến hình học một góc α (đến trường trung tuyến vật lý) theo chiều quay của rôto (nếu máy làm việc ở chế độ máy phát) và ngược lại (nếu máy làm việc như động cơ). Ở những máy không có cực phụ, để làm yếu e_{cur} ta dịch chổi khỏi đường trung tuyến vật lý 1 góc γ . Sự dịch này chỉ làm yếu e_{cur} chứ không khử hoàn toàn được. Cần phải lưu ý rằng do e_{cur} tỷ lệ với dòng tải, khi tải thay đổi thì việc dịch chổi khỏi 1 góc $\beta = \gamma + \alpha$ chính xác là khó. Lúc này ta chỉ dịch đi góc β ứng với dòng tải định mức.

-Giảm e_{cur}

Để giảm e_{cur} phải tạo ra ở vùng chuyển mạch một từ trường có hướng để sinh ra e_k có chiều ngược với e_{cur} và tỷ lệ với dòng tải. Người ta dùng cực phụ với cuộn dây được nối tiếp với tải. Để cho mạch từ cực phụ không bão hoà, khe khí ở cực phụ phải lớn. Khi cực phụ đã chọn đúng ta có e_k thoả mãn yêu cầu trên bất kể máy điện một chiều làm việc ở chế độ máy phát hay ở chế độ động cơ (hình 1.14).



Hình 1.13 Đường trung tuyến vật lý và trung tuyến hình học



Hình 1.14 Cực phụ và cách nối cực phụ

Khi chổi đặt ở trung tuyến hình học thì cực phụ không có ảnh hưởng tới từ trường chính. Nhưng nếu ta dịch chổi khỏi đường trung tuyến hình học theo chiều quay của rôto, cực phụ sẽ khử từ cực chính, ngược lại sẽ trợ từ cho cực chính.

2. Cải thiện đảo chiều bằng cuộn khử.

Sđđ khử sinh ra do cực phụ chỉ có khả năng khử ảnh hưởng của phản ứng phần ứng ở vùng trung tuyến hình học. Ở phần mặt cực, cuộn phụ không khử được. Nhằm giảm phản ứng phần ứng ở vùng mặt cực ta dùng cuộn khử đặt ở các rãnh trên mặt cực chính, cuộn dây này cũng nối tiếp với cuộn rôto.

Để tránh tia lửa bao kín cả cổ góp, trên cổ góp người ta đặt các vách ngăn làm bằng chất cách điện bền vững với tác động của hồ quang .

KẾT LUẬN

trong chương này đã trình bày một cách ngắn gọn máy điện một chiều cụ thể về cấu tạo mạch từ và mạch điện của phần ứng và phần cảm, về nguyên lý hoạt động biểu thức sđđ của máy điện một chiều, nguyên lý hoạt động của máy điện một chiều. trong chương cũng trình về hiện tượng phản ứng phần ứng, ở máy điện một chiều, hiện tượng tia lửa và các phương pháp giảm tia lửa ở máy điện một chiều.

CHƯƠNG 2

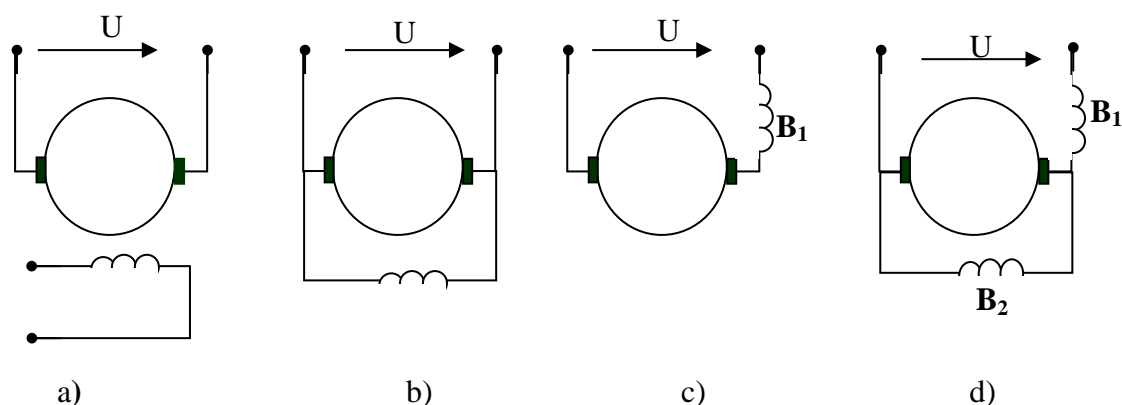
MÁY PHÁT ĐIỆN VÀ ĐỘNG CƠ ĐIỆN MỘT CHIỀU

2.1. PHÂN LOẠI MÁY PHÁT ĐIỆN MỘT CHIỀU

Máy phát điện một chiều là nguồn cung cấp năng lượng điện một chiều. Căn cứ vào cách sử dụng nguồn điện kích từ, người ta chia máy phát điện thành:

- Máy phát điện kích từ độc lập
- Máy phát tự kích gồm: kích từ song song, kích từ nối tiếp, kích từ hỗn hợp (hình 2.1)

Máy phát kích từ độc lập là máy phát có nguồn kích từ độc lập với phần ứng, còn máy tự kích từ phụ thuộc vào phần ứng.



Hình 2.1 Sơ đồ các loại máy phát điện một chiều a) Máy phát kích từ độc lập, b) Máy phát kích từ song song, c) Máy phát kích từ nối tiếp d) Máy phát kích từ hỗn

2.2. PHƯƠNG TRÌNH CÂN BẰNG SĐĐ CỦA MÁY PHÁT

Gọi U là điện áp ở 2 trụ nối dây của máy phát, I_r là dòng tải. R_a - điện trở cuộn dây phần ứng, R_c - điện trở tiếp xúc của chổi, ΔU_c - tổn hao điện áp trên chổi, E_r -sđđ phần ứng. Vậy ta có phương trình điện áp như sau:

$$U = E_r - I_r R_a - \Delta U_c \quad (2.1)$$

Hay $U = E_r - I_r (R_a + R_c)$

Trong đó $R_c = \frac{\Delta U_c}{I_u}$; đặt $R_t = R_a + R_c$ vậy:

$$U = E_r - I_r R_t \quad (2.2)$$

2.3. MÔMEN ĐIỆN TỪ CỦA MÁY PHÁT

Khi động cơ lai cấp cho máy điện 1 chiều một mômen M_1 làm rôto quay, nếu có kích từ, trong phần ứng sẽ xuất hiện 1 sđđ theo biểu thức (1.40). Nếu mạch ngoài kín, sẽ có dòng điện chạy trong các thanh dẫn. Vì dòng điện chạy

qua các thanh dẫn nằm trong từ trường kích từ nên ở các thanh dẫn này sẽ xuất hiện một lực điện từ có chiều xác định bằng qui tắc bàn tay trái với giá trị:

$$F_x = B_x I_a$$

Trong đó B_x -độ cảm ứng từ trung bình của từ trường, l -độ dài tác dụng của dây dẫn phần ứng, I_a dòng điện chạy trong dây dẫn, lực điện từ là một ngẫu lực nên ta có mô men xác định bằng biểu thức:

$$M_x = F_x \frac{D_a}{2} = B_x I_a \frac{D_a}{2} \quad (2.4)$$

Mômen M_x có chiều chống lại chiều quay do mômen động cơ lai cung cấp, nó là mômen cản. Trong thực tế mỗi cực có $N/2p$ dây dẫn, vậy mômen điện từ của máy điện được tính như sau:

$$M_{dt} = 2p \sum_1^{N/2p} M_x = 2p I_a \sum_1^{N/2p} B_x$$

Với giá trị đủ lớn thì đại lượng $\sum_1^{N/2p} B_x$ sẽ là giá trị trung bình B_{tb} nhân với số dây quấn trên một cực, vậy:

$$\sum_1^{N/2p} B_x = B_{tb} \cdot \frac{N}{2p}$$

$$\text{Vì } B_{tb} = \frac{\phi}{l\tau} = \frac{\phi}{\frac{\pi D}{2p} l} = 2p \frac{\phi}{\pi D l} \text{ còn } I_a = \frac{I_u}{2a} \text{ vậy:}$$

$$M_{dt} = 2p I_a \frac{D}{2} N \frac{\phi}{\pi D l} = p N \frac{1}{a \pi} I_a \phi \quad \text{Hay}$$

$$M_{dt} = C_m \phi I_u \quad (2.4a)$$

Trong đó: $C_m = \frac{p N}{\pi a}$ là hằng số của máy điện, D -đường kính rô to, l -độ dài tác dụng dây dẫn phần ứng.

Biểu thức (2.4a) còn có thể nhận được bằng cách sau đây:

$$M_{dt} = \frac{P_{dt}}{\omega}$$

Trong đó $P_{dt} = E_u I_u$, $\omega = 2\pi$ là tốc độ quay của rô to. Thay E_u bằng biểu thức (2.4) ta được:

$$M_{dt} = \frac{C_e \phi I_u}{2\pi} = \frac{C_e}{2\pi} \phi I_u = C_m \phi I_u \quad (2.5)$$

trong đó $C_m = C_e / 2\pi$.

Khi máy phát làm việc, trên trục máy ngoài M_{dt} còn mômen M_o ứng với tổn hao công suất khi không tải (tổn hao cơ và tổn hao lõi thép). Như vậy mômen của máy phát sẽ bằng:

$$M_{mf} = M_o + M_{dt} \quad (2.6)$$

Ở chế độ ổn định mômen động cơ lai (M_1) phải bằng mômen máy phát, vậy:

$$M_1 = M_0 + M_{dt} \quad (2.7)$$

2.4 MÁY PHÁT KÍCH TỪ ĐỘC LẬP

Tính chất các máy phát được phản ánh qua những đặc tính của chúng.

a. Đặc tính không tải:

Đặc tính không tải là mối quan hệ hàm giữa sốđđ phản ứng với dòng kích từ khi: $n = \text{const}$, $I_{ur} = 0$.

Tức là $E_{ur} = E_0 = f(i_{kt})$

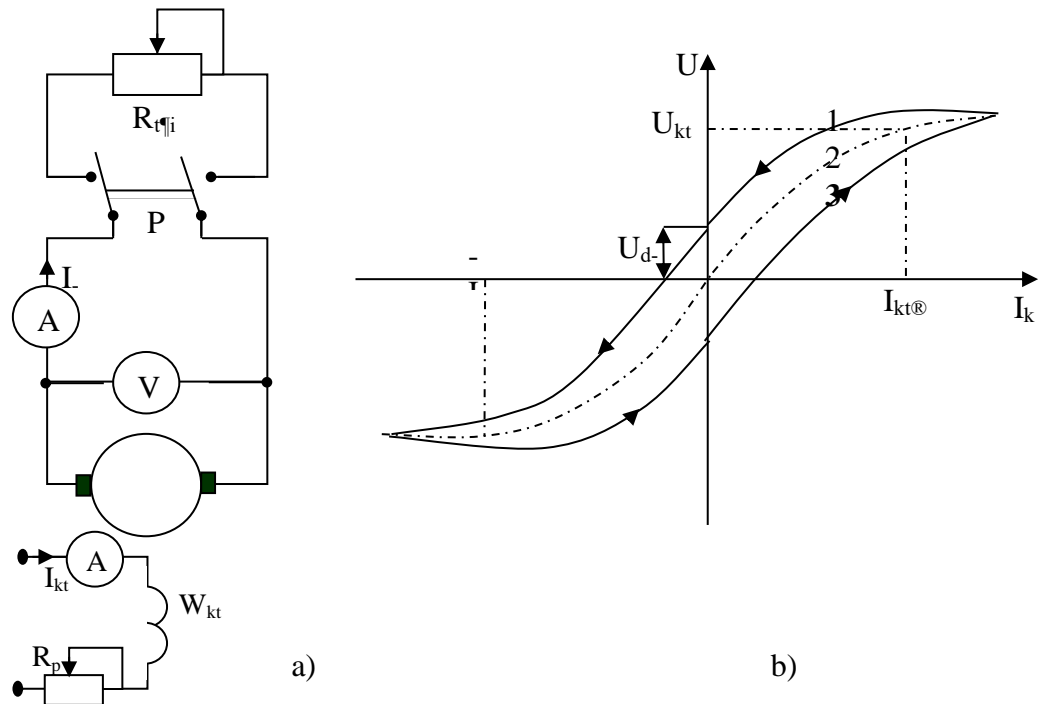
Theo (13.40) $E_{ur} = C_e \phi n$ và trong phạm vi nào đó $\phi = K i_{kt}$, vậy:

$$E_0 = C_e K i_{kt} \cdot n$$

Theo định nghĩa thì $n = \text{const}$, vậy:

$$E_0 = K_0 i_{kt}$$

Điều đó có nghĩa là đặc tính không tải có dạng đường cong nhiễm từ của sắt. Trên hình 2.2a biểu diễn sơ đồ làm thí nghiệm lấy đặc tính máy phát, còn hình 2.2b biểu diễn đặc tính không tải của máy.



Hình 2.2 Sơ đồ lấy đặc tính không tải của máy phát điện kích từ độc lập

Do có hiện tượng từ trễ đường cong $E_0 = f(i_{kt})$ khi tăng và khi giảm dòng kích từ không trùng nhau, ta gọi đó là hiện tượng từ trễ. Do kích từ độc lập ta có thể đổi chiều được dòng kích từ nên đặc tính có hai phía. Để thuận tiện cho tính toán ta thay đặc tính $E_0 = f(i_{kt})$ có từ trễ bằng đường trung bình đi qua gốc tọa độ. Từ đặc tính ta thấy phần đầu $E_0 = f(i_{kt})$ là tuyến tính, sau đó sắt bão hoà, điện áp tăng không tỷ lệ với dòng kích từ nữa. Điểm cách biệt giữa vùng tuyến tính và bão hoà gọi là điểm “đầu gối”.

b. Đặc tính tải:

Đặc tính tải là mối quan hệ giữa điện áp trên trụ đầu dây với dòng kích từ khi $I_r = \text{const}$, $n = \text{const}$.

Tức là $U = f(i_{kt})$ khi $I_r = \text{const}$, $n = \text{const}$.

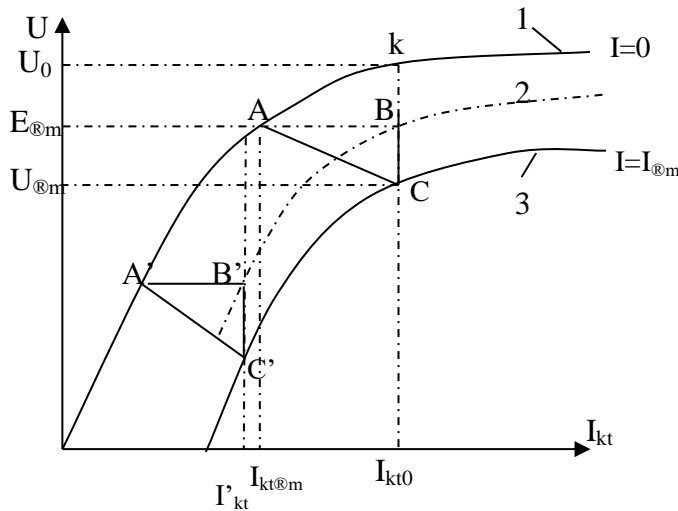
Khi có tải, điện áp trên trụ đầu dây sẽ nhỏ hơn điện áp không tải E_0 vì:

- Sụt điện áp trên chổi ($I_r R_t = \Delta U$)
- Do phản ứng phản ứng

Vì vậy đặc tính tải thấp hơn đặc tính không tải, (đường 3 ở hình 2.3).

Nếu cộng vào đặc tính tải một đại lượng $I_r R_t$ ta được đặc tính sđđ trong theo biểu thức:

$$E_r = U + I_r R_t \text{ (đường 2 ở hình 2.3)}$$



Hình 2.3 Đặc tính không tải, tải của máy phát điện một chiều kích từ độc lập

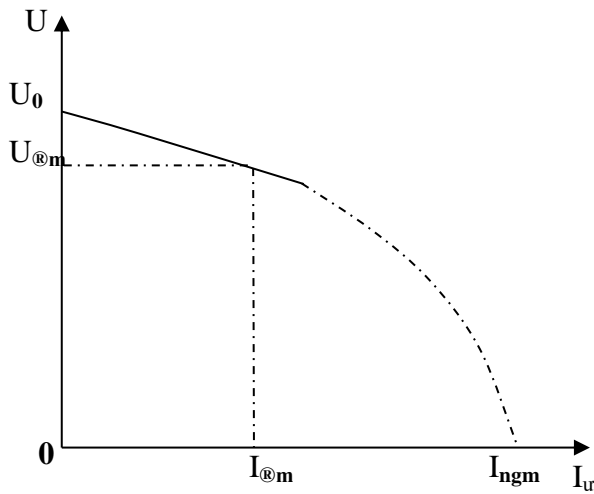
Khi làm thí nghiệm, để lấy đặc tính ngoài và đặc tính tải ta có thể nhận được đặc tính trong (đường 2). Với 3 đặc tính này ta có được tam giác đặc trưng gồm: 1 cạnh góc vuông là tích $I_r R_t$, một cạnh góc vuông khác là sđđ phản ứng phản ứng, đỉnh góc vuông nằm trên đường đặc tính trong. Đoạn $BC = I_r R_t$ sẽ không đổi nếu dòng $I_r = \text{const}$, còn đoạn AB thay đổi theo độ bão hoà của sắt từ.

c) Đặc tính ngoài:

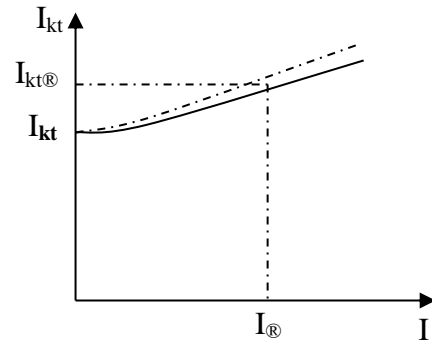
Đặc tính ngoài là mối quan hệ hàm giữa điện áp ở trên trụ đầu dây với dòng tải khi dòng kích từ không đổi và $n = n_{dm}$. Tức là:

$$U = f(I_r) \text{ khi } n = n_{dm}, I_{kt} = \text{const}$$

Sơ đồ thí nghiệm ở hình 2.2a. Giữ cho $R_{kt} = \text{const}$ thì $I_{kt} = \text{const}$, thay đổi điện trở tải ta đo dòng và điện áp trên trụ đầu dây. Đặc tính biểu diễn ở hình 2.4



Hình 2.4 Đặc tính ngoài máy phát một chiều



Hình 2.5 đặc tính ngoài máy phát một chiều

Ta có thể giải thích đặc tính đó như sau:

$$\forall I \quad U = E_u - I_r R_t$$

Mà $E_u = C_e \phi n$, nhưng $\phi = k i_{kt} = \text{const}$, $n = \text{const}$, do đó $E_u = \text{const}$,

vậy:

$$U = E_u - I_r R_t = A - I_r R_t \quad (R_t \text{-là tổng trở phần ứng})$$

Đây là một đường thẳng cắt trục tung tại điểm $U = E_0$ (khi $I_r = 0$)

và tại điểm $I_{ngm} = \frac{E_u}{R_t}$. Đây đơn thuần là toán học, song trong máy điện, hiện

tượng vật lý đóng vai trò rất quan trọng. Thật vậy khi dòng $I_r < I_{dm}$ p.u.p.u. còn nhỏ, ta có đường thẳng; khi $I_r > I_{dm}$, p.u.p.u. lớn làm cho đặc tính tách khỏi đường thẳng. Khi $U = 0$ ta có dòng ngắn mạch.

Độ giảm điện áp của máy phát 1 chiều được xác định:

$$\Delta U = \frac{E_0 - U_{dm}}{U_{dm}} \cdot 100\%$$

d. Đặc tính điều chỉnh:

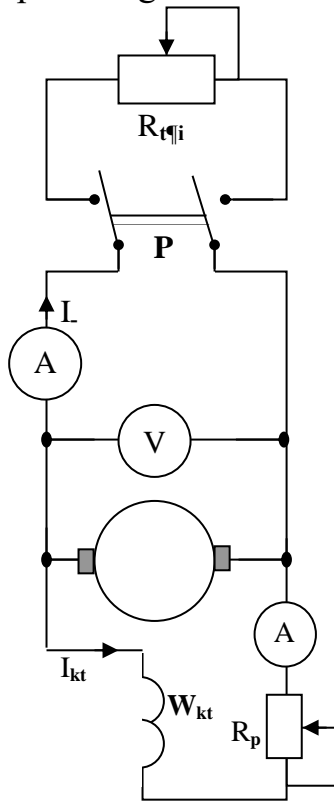
Đặc tính điều chỉnh là mối quan hệ hàm giữa dòng kích từ với dòng phần ứng (dòng tải) khi $U = \text{const}$ và $n = n_{dm}$. Tức là:

$$I_{kt} = f(I_r) \text{ khi } U = \text{const}, n = n_{dm}.$$

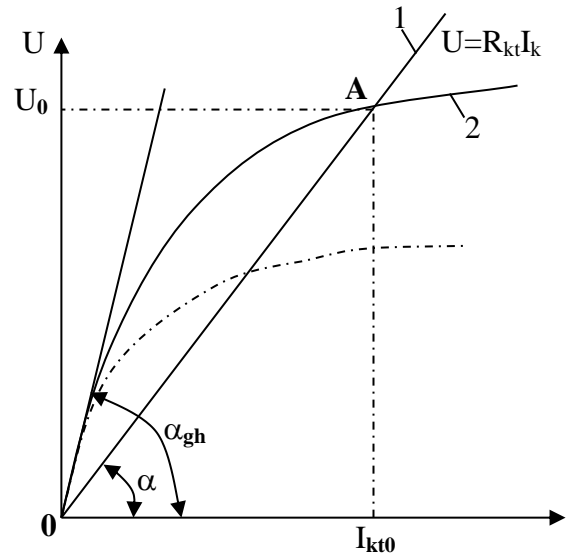
Từ hình 2.4 ta thấy rằng khi tải tăng, điện áp máy phát giảm, để giữ cho điện áp không đổi thì phải tăng dòng kích từ. Sơ đồ thí nghiệm vẫn là hình 2.2, khi thay đổi $R_{tái}$, điện áp U thay đổi, ta phải thay đổi điện trở ở mạch kích từ sao cho $U = \text{const}$. Lấy các đại lượng đo được, ta dựng đặc tính điều chỉnh hình 2.5.

2.5. MÁY PHÁT KÍCH TỪ SONG SONG

Máy phát kích từ song song là máy phát tự kích, dòng kích từ được lấy từ phản ứng. Trên H.2.6 biểu diễn sơ đồ máy phát tự kích.



Hình 2.6 Máy phát kích từ song song



Hình 2.7. Điều kiện tự kích mát phát kích từ song song

a. Điều kiện tự kích của máy kích từ song song.

Để máy phát kích từ song song tạo ra điện áp trên trụ đầu dây, cần thỏa mãn những điều kiện sau đây:

- Máy phát phải có từ dư
- Cuộn kích từ phải nối sao cho khi có dòng điện chạy qua sẽ sinh ra một từ thông cùng chiều với từ dư.
- Điện trở mạch kích từ phải nhỏ hơn một giá trị nhất định R_{th} (điện trở tới hạn).

Điều kiện 1 và 2 khá rõ, không cần giải thích thêm. Ta sẽ giải thích kỹ điều kiện thứ 3.

Dùng máy lai quay rôto với tốc độ n , do có từ dư nên trong cuộn dây xuất hiện một sđđ. Vì mạch kích từ kín nên dòng kích từ chạy qua cuộn kích từ tạo ra từ thông cùng chiều từ dư, làm cho từ trường máy tăng lên, sđđ cảm ứng tăng lên, dòng kích từ tăng lên, quá trình đó sẽ kết thúc khi điện áp trên trụ đầu dây xuất hiện giá trị định mức. Khi điện áp máy phát đạt giá trị định mức, mới tải máy phát. Điều này không phải lúc nào cũng xảy ra, thật vậy:

Ở mạch kích từ ta có phương trình:

$$U_0 = i_{kt} R_{kt} + \frac{d(L_{kt} i_{kt})}{dt} \quad (2.8)$$

$$\text{hay } U_0 - i_{kt} R_{kt} = \frac{d(L_{kt} i_{kt})}{dt}$$

Trong đó: U_0 - điện áp xuất hiện trên 2 đầu dây mạch kích từ; $R_{kt} = R_{dc} = R$ (R- điện trở cuộn kích từ; L_{kt} - độ tự cảm mạch kích từ. Nếu $R_{kt} = \text{const}$ thì $i_{kt} R_{kt}$ là một đường thẳng có góc nghiêng α xác định bằng biểu thức: (hình 2.7).

$$\text{tg}\alpha = \frac{I_{kt} R_{kt}}{I_{kt}} = R_{kt} \quad (2.9)$$

Cứ mỗi một giá trị R_{kt} ta có một đường thẳng. Trên hình 2.7 đường 2 là đặc tính không tải. Khoảng cách giữa 2 đường này là đại lượng $L_{kt} = \frac{di_{kt}}{dt}$.

Khi $i_{kt} = 0$ thì $E_u = E_{dr}$. Đại lượng $L_{kt} = \frac{di_{kt}}{dt}$ biểu diễn cường độ kích từ máy điện.

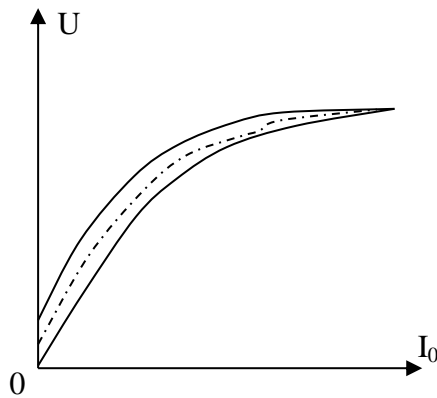
Khi $L_{kt} = \frac{di_{kt}}{dt} = 0$ thì $U_0 = I_{kt} R_{kt}$, quá trình tự kích máy kết thúc.

Như vậy giao điểm của đường 1 và 2 xác định điện áp ra của máy phát tự kích. Khi tăng R_{kt} điểm cắt của 2 đường lùi dần xuống gốc toạ độ. Ở một giá trị R_{kt} nào đó đường $R_{kt} I_{kt}$ tiếp tuyến với đặc tính không tải. Quá trình tự kích không thực hiện được vì điện áp trên cực máy phát quá nhỏ (hình 2.7). Điện trở gây cho đường $I_{kt} R_{kt}$ tiếp tuyến với đặc tính không tải gọi là điện trở tới hạn (R_{th}). Như vậy để quá trình tự kích thực hiện được thì điện trở mạch kích từ phải nhỏ hơn điện trở tới hạn. Ở máy phát tự kích khi không tự kích được có thể vì những lý do sau đây:

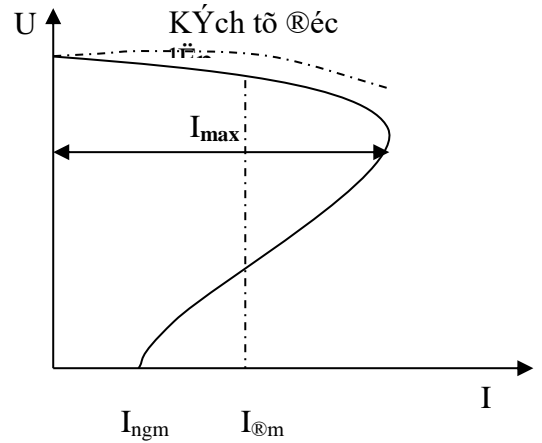
- Mất từ dư (phải môi từ).
- Quay không đúng chiều quay
- Cuộn kích từ đấu không đúng.
- Cuộn kích từ bị đứt hoặc điện trở mạch kích từ quá lớn.

b. Đặc tính không tải

Vì không thể đổi chiều dòng kích từ nên đường đặc tính không tải tức là đường $E_0 = f(i_{kt})$ khi $I_u = 0$, $n = n_{dm}$ chỉ có 1 nửa (hình 2.8) và bắt đầu từ E_{dr} .



Hình 2.8 đặc tính không tải máy phát kích từ song song



Hình 2.9 Đặc tính ngoài của máy phát điện song song

c. Đặc tính tải:

Đặc tính tải của máy phát kích từ song song giống như ở máy phát kích từ độc lập.

d. Đặc tính ngoài

Do dòng kích từ ở máy phát kích từ song song phụ thuộc vào điện áp phản ứng, do đó điều kiện $I_{kt} = \text{const}$ không đảm bảo vì vậy đặc tính ngoài ở máy phát kích từ song song là mối quan hệ hàm giữa điện áp trên trụ đầu dây với dòng tải khi $R_{kt} = \text{const}$ và $n = n_{dm}$. Tức là:

$$U = f(I_r) \text{ khi } R_{kt} = \text{const}, n = n_{dm}$$

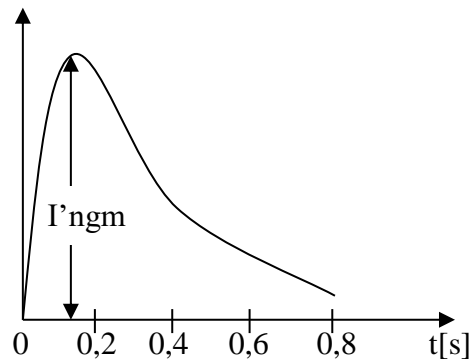
Sơ đồ thí nghiệm ở hình 1.13. Đặc tính biểu diễn ở hình 2.9.

Ta thấy đặc tính xuất phát từ điểm E_0 , khi dòng tải tăng, điện áp trên trụ đầu dây giảm, khi dòng điện tăng tới dòng cực đại (I_{urmax}), thì mặc dầu điện trở mạch ngoài tiếp tục giảm nhưng dòng không thể tăng được. Cho tới khi điện áp ở tải bằng không (ngắn mạch) dòng ngắn mạch lúc này nhỏ hơn dòng định mức và xác định bằng:

$$I_{ngm} = \frac{E_{dr}}{R_t} \quad (2.10)$$

Điều này có thể giải thích như sau: Khi dòng tải còn nhỏ, p.u.p.u chưa đóng vai trò lớn, nên khi tải tăng điện áp trên trụ đầu dây giảm chủ yếu là do sụt áp ở điện trở $R_{tái}$ ($U = E_r - I_r R_{tái}$). Khi dòng tải đạt một giá trị nhất định (I_{urmax}) thì p.u.p.u bây giờ giữ vai trò chủ đạo. Khi tăng dòng tải, máy đã bão hoà (dòng kích từ lớn) p.u.p.u làm cho điện áp giảm. Điện áp giảm, dòng kích từ giảm dẫn đến E_0 giảm làm cho I_r giảm. Khi $U = 0$ (ngắn mạch) thì $I_{kt} = 0$, máy lúc này chỉ còn từ dư (E_{dr}) nên dòng ngắn mạch xác định bằng (2.10). Đặc tính trên hình 2.10 là đặc tính lấy được khi điện áp U và dòng điện I_r thay đổi từ từ. Trong thực tế khai thác, ngắn mạch xảy ra đột ngột. Nhưng từ thông không thể thay đổi đột ngột mà phải sau một thời gian (0,1 ÷ 0,2 giây). Trong thời gian đó

dòng điện ngắn mạch tăng từ 8 – 12 lần dòng định mức, sau đó giảm đi rất nhanh (do từ thông giảm, hình 2.10).



Hình 2.10 Dòng ngắn mạch máy phát kích từ song song

Ở máy phát kích từ song song có $i_{kt} = \frac{U}{R_{kt}} \approx U$, nghĩa là tỷ lệ với điện áp trên trụ đầu dây.

e. Đặc tính điều chỉnh:

Đặc tính điều chỉnh là mối quan hệ hàm giữa dòng kích từ với dòng tải khi giữ cho $U = \text{const}$, $n = \text{const} = n_{dm}$ tức là:

$$I_{kt} = f(I_u), \text{ với } U = \text{const}, n = n_{dm}.$$

Đặc tính này giống với đặc tính điều chỉnh của máy kích từ độc lập nếu ta bỏ qua sự khác nhau giữa dòng chạy trong rôto và dòng tải ở 2 loại máy này. Ở máy độc lập dòng rôto và dòng tải là 1, còn ở máy kích từ song song thì dòng rôto lớn hơn dòng tải một đại lượng là dòng kích từ.

2.6. MÁY PHÁT KÍCH TỪ NỐI TIẾP

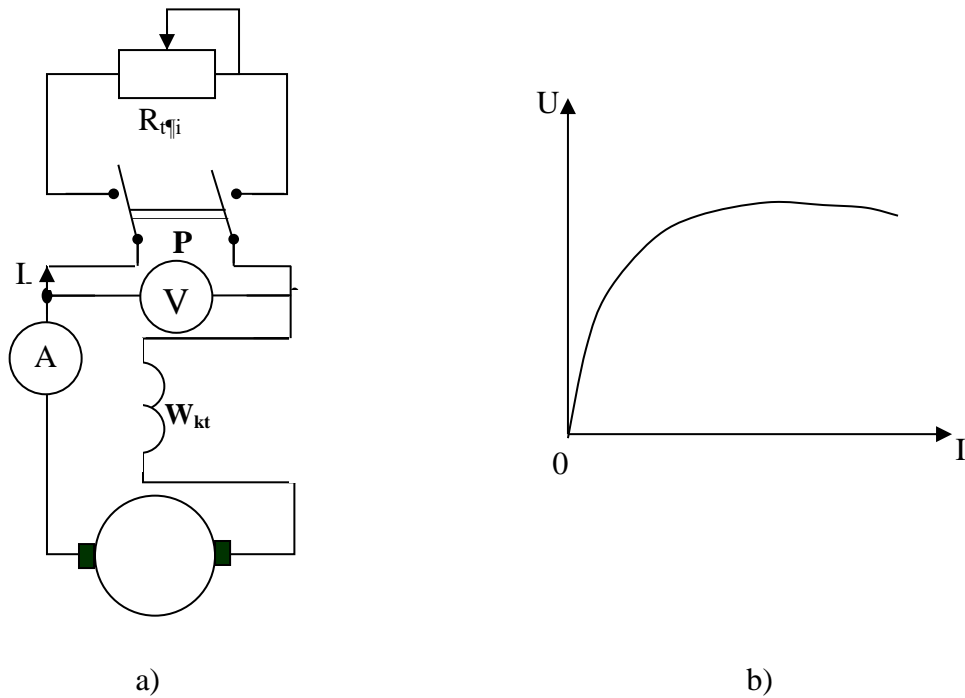
Sơ đồ máy phát nối tiếp biểu diễn trên hình 2.11.

Vì ở máy kích từ nối tiếp dòng kích từ chính là dòng phản ứng $I_{kt} = I_u = I$, nên không thể làm thí nghiệm để lấy đặc tính không tải và các đặc tính khác trừ đặc tính ngoài.

Từ biểu thức $U = E_0 - I_u R_t$ và $E_0 = C_e \phi n$, nhưng $\phi = K_1 I_u$ do đó $E_0 = K_0 I_u$, do đó:

$$U = K_0 I_u - I_u R_t = I_u (K_0 - R_t) = K I_u$$

Khi dòng I_u nhỏ, máy chưa bão hòa quan hệ giữa $U = f(I_u)$ là tuyến tính, nhưng khi I_u lớn máy bị bão hòa, đồng thời lại có p.u.p.u nên điện áp giảm xuống với tốc độ khá nhanh (hình 2.11b).



Hình 2.11 Máy phát một chiều kích từ nối tiếp a) Sơ đồ, b) Đặc tính ngoài

2.7 MÁY PHÁT KÍCH TỪ HỖN HỢP

Trên hình 2.12 biểu diễn máy phát kích từ hỗn hợp. Máy phát gồm cuộn dây kích từ nối song song và cuộn dây kích từ nối tiếp.

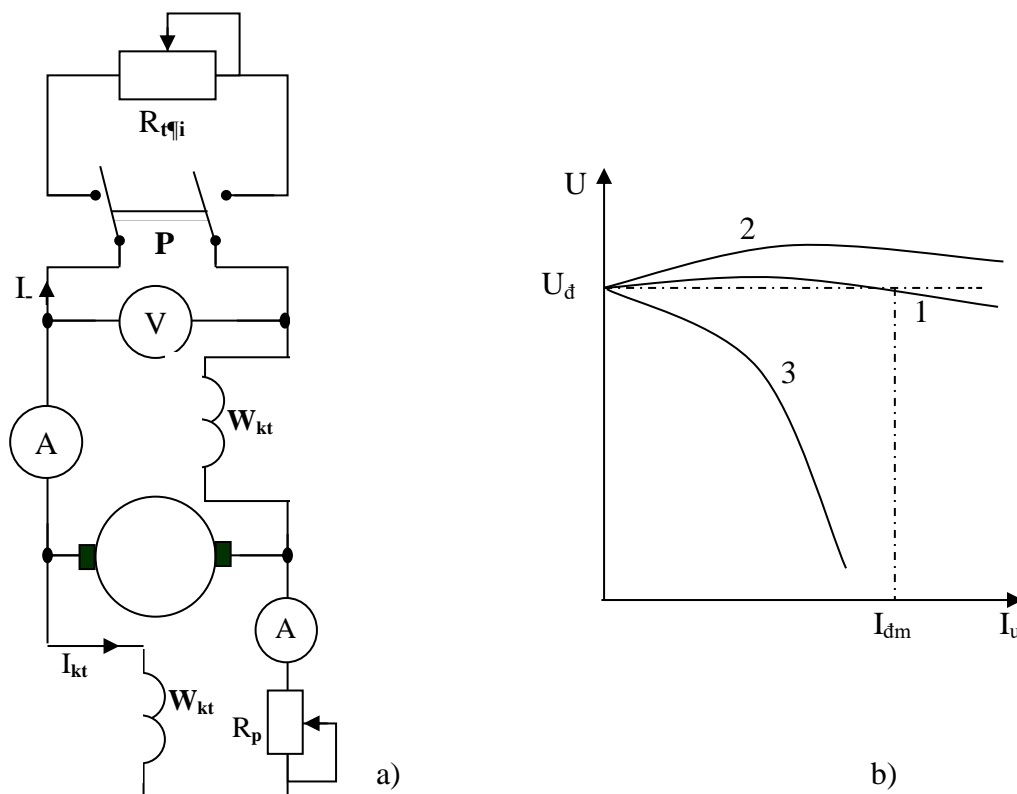
Căn cứ vào cách nối cuộn kích từ song song và nối tiếp ta có máy kích từ hỗn hợp nối thuận (từ thông cuộn song song và nối tiếp cùng chiều) và máy kích từ hỗn hợp nối ngược (từ thông 2 cuộn này ngược chiều nhau). Do tính chất của máy kích từ hỗn hợp nối ngược không tốt nên trong thực tế thường dùng loại nối thuận. Tính chất của máy phát kích từ phụ thuộc vào tỷ số stđ của cuộn nối tiếp và cuộn song song. Từ thông cơ bản của máy phát do cuộn song song tạo ra. Nếu máy bị bão hòa lớn thì cuộn nối tiếp có tác dụng nhỏ đối với từ thông chính của máy vì thế máy kích từ hỗn hợp được chế tạo có độ bão hòa nhỏ. Dưới đây chúng ta nghiên cứu đặc tính ngoài của máy kích từ hỗn hợp.

Đặc tính ngoài $U=f(I_w)$ với $R_{kt}=const$

Thông thường người ta dùng loại máy phát nối thuận, nghĩa là stđ của cuộn song song cùng chiều với stđ của cuộn nối tiếp. Do đó khi có tải stđ của máy phát tăng làm cho điện áp của máy phát tăng. Thường cuộn dây nối tiếp được thiết kế sao cho khi máy làm việc bình thường từ thông do nó sinh ra khử được phản ứng phân ứng và độ sụt áp ở điện trở cuộn dây do đó đặc tính ngoài trong trường hợp này rất cứng (đường 1 trên hình 2.12b). Khi dòng tải tăng vượt giá trị dòng định mức, khả năng khử phản ứng phân ứng của cuộn nối tiếp giảm do máy bị bão hòa, nên stđ của máy giảm dẫn đến điện áp trên trụ đầu dây giảm.

Để đảm bảo điện áp trên tải không đổi người ta thường tính để cho stđ cuộn nối tiếp lớn hơn stđ pupu tức là khử quá, ta có đặc tính ngoài trong trường hợp này là đường 2 (hình 2.12b).

Đặc tính ngoài của máy nối ngược rất mềm (đường 3, hình 2.12b))



Hình 2.12 Máy phát kích từ hỗn hợp a) Sơ đồ, b) Đặc tính ngoài

2.8. CÁC MÁY PHÁT ĐIỆN MỘT CHIỀU LÀM VIỆC SONG SONG

Hai máy phát điện một chiều cùng được nối vào lưới chung gọi là 2 máy phát làm việc song song. Hai máy phát làm việc song song tăng được công suất cấp cho tải và đảm bảo cấp năng lượng cho tải liên tục. Khi hai máy phát làm việc song song, điện áp cấp cho tải không đổi nhưng dòng cấp cho tải tăng.

Hai máy phát điện cũng có thể mắc nối tiếp với nhau, trong trường hợp này dòng điện không đổi nhưng điện áp lưới tăng. Ta ít gặp 2 máy phát làm việc nối tiếp, mà chủ yếu là chúng làm việc song song với nhau. Về nguyên tắc có thể cho n máy phát làm việc song song với nhau, song đều dựa trên nguyên tắc của 2 máy làm việc song song, do đó ta nghiên cứu các tính chất và phương pháp đưa 2 máy phát làm việc song song với nhau.

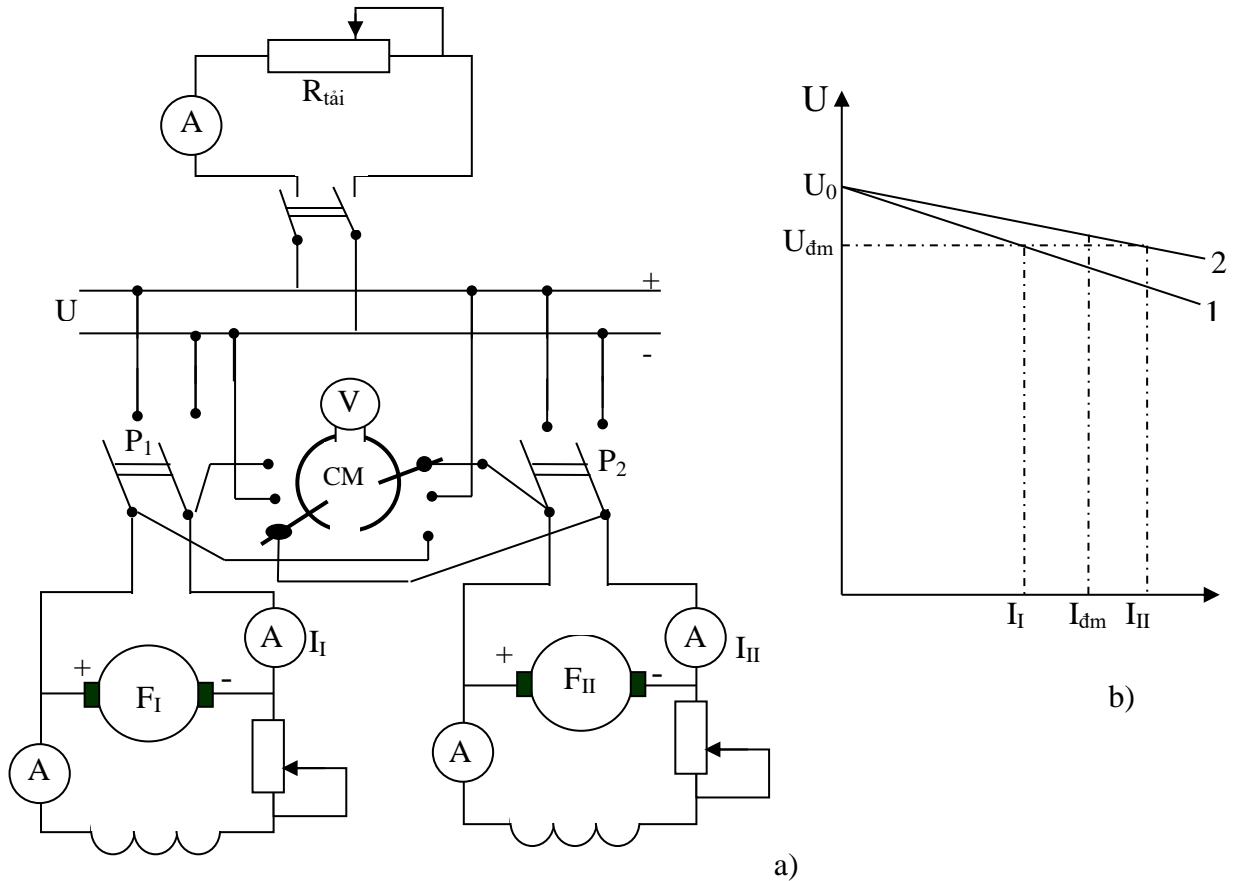
2.8.1. Hai máy phát kích từ song song làm việc song song:

a. Điều kiện:

Để đưa một máy phát vào làm việc song song với 1 máy phát khác, cần thỏa mãn những điều kiện sau đây:

- Phải nối đúng cực tính
- Sđđ của máy định đưa vào làm việc (II) phải bằng điện áp của máy phát đã làm việc (I).

Trên hình 2.13 biểu diễn sơ đồ đưa máy phát II vào làm việc song song với máy phát I.



hình 2.13 Hai máy phát làm việc song song a) Sơ đồ, b) Đặc tính ngoài CM-Bộ chuyển mạch

b. Cách thực hiện

Dùng động cơ lai máy phát II với tốc độ cần thiết, nhưng chưa kích từ, đóng một cực máy phát II vào lưới (ví dụ cực phải), lúc này von mét V sẽ chỉ cho ta hiệu điện áp của lưới và máy phát II. Bây giờ kích từ cho máy phát II. Nếu cực tính đấu đúng thì von mét V chỉ cho ta giá trị $U - E_{oII}$. Khi V chỉ số 0, đóng cực còn lại vào lưới, ta đã đưa xong một máy phát vào làm việc song song với máy phát khác.

Sau khi đóng máy II vào lưới II, dòng của máy II bằng 0 vì

$$I_{II} = \frac{E_{oII} - U}{R_{II}} = 0$$

c. Phân tải và chuyển tải máy phát:

Để bắt máy II chịu tải ta tăng tốc độ hoặc tăng dòng kích từ của máy II. Hai cách này thực chất là tăng lượng nhiên liệu đưa vào máy lai. Thật

vậy, khi tăng dòng kích từ máy II, làm cho dòng của máy II tăng lên, mômen cản trên trục máy phát tăng, nếu máy lai không có bộ điều tốc thì tốc độ máy lai giảm, để giữ tốc độ không đổi ta phải tăng lượng dầu vào máy. Nếu động cơ có hộp điều tốc thì tốc độ máy phát không đổi, do tác động của bộ điều tốc tăng lượng dầu đưa vào động cơ lai.

Muốn đề 2 máy phát có công suất như nhau, tải bằng nhau hoặc tải tỷ lệ đối với công suất của các máy thì đặc tính ngoài của 2 máy vẽ ở hệ trục tương đối phải trùng nhau.

Nếu 2 đặc tính không trùng nhau thì máy có đặc tính cứng chịu tải nhiều hơn (hình 2.13b).

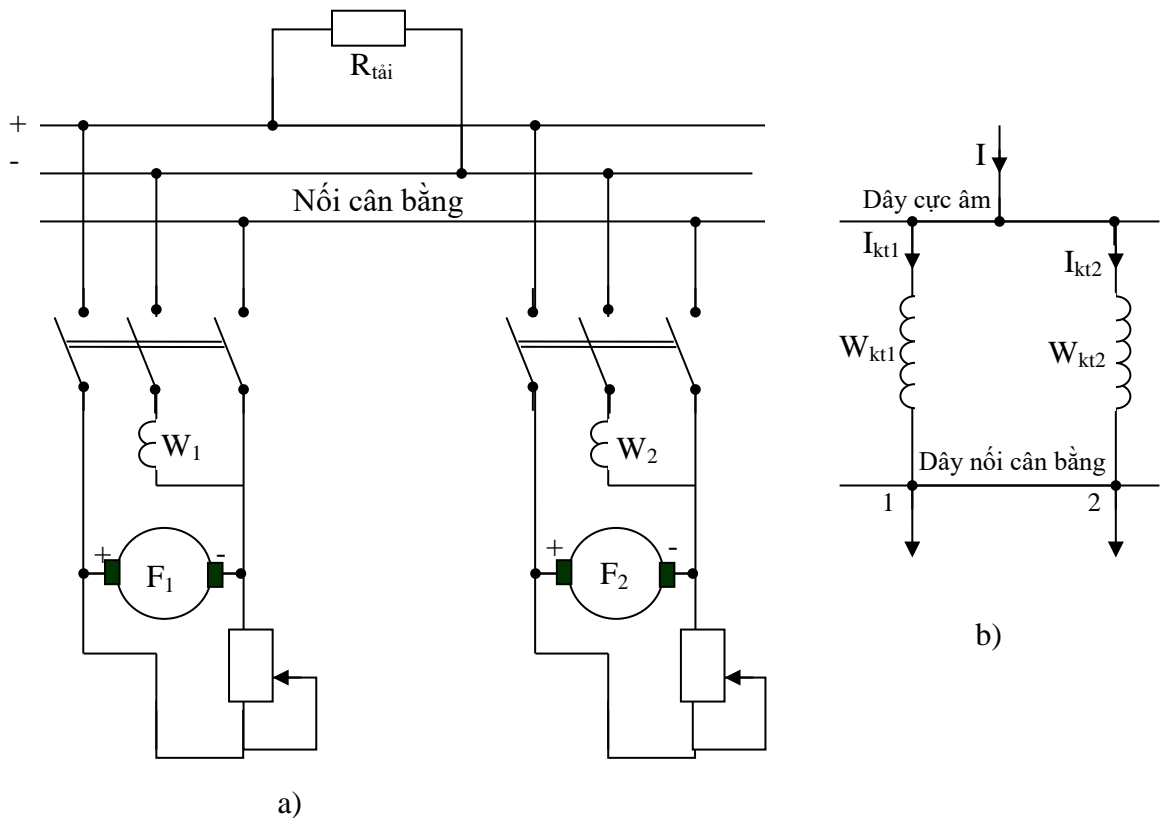
Người ta đã chứng minh được rằng với một điện trở tải nhất định thì khi tăng dòng kích từ của máy này dẫn đến sự thay đổi dòng tải của cả 2 máy. Vậy nếu muốn chuyển tải của máy phát thì phải tăng kích từ của máy làm việc và giảm kích từ của máy định cắt ra cho tới khi dòng của nó bằng 0. Nếu ta giảm quá, xảy ra hiện tượng $U - E < 0$ dòng chạy từ máy làm việc sang máy định cắt ra (ví dụ máy I). Máy I chuyển sang làm việc ở chế độ động cơ, bây giờ 2 mômen tác động lên một trục có cùng chiều nên nguy hiểm cho máy I. Vì vậy đề đề phòng người ta đặt role chống dòng điện ngược. Khi có hiện tượng dòng chạy ngược, máy được ngắt ra.

2.8.2 Các máy phát hỗn hợp làm việc song song:

Sơ đồ nguyên lý làm việc song song của 2 máy phát kích từ hỗn hợp biểu diễn ở hình 2.14.

Sự khác nhau của hệ thống này so với hệ thống trước là: ở hệ thống này có dây cân bằng nhằm đảm bảo đề 2 máy phát cùng làm việc ổn định. Sở dĩ phải dùng dây cân bằng và phải nối đúng vì nếu không nối dây cân bằng, một máy phát ví dụ II do một lý do nào đó dòng tải tăng lên, khi dòng tải tăng thì từ thông của cuộn nối tiếp tăng dẫn tới E_{0II} tăng làm cho I_{rII} tăng..., cứ thế có thể dẫn tới máy II cướp hết tải của máy I và hơn thế nữa máy I có thể trở thành động cơ, nhận năng lượng từ máy II. Máy II sẽ bị quá tải, chế độ làm việc song song bị phá vỡ. Nếu bây giờ ta nối 2 điểm 1, 2 bằng 1 dây dẫn (dây cân bằng) thì điện áp trên 2 cuộn kích từ luôn bằng nhau, nên nếu dòng I_{II} tăng lên thì điện áp trên cuộn kích từ máy I cũng tăng làm cho I_I tăng. Như vậy ta thấy với nối cân bằng sự nhiễu loạn của máy này được chuyển sang máy kia và cứ thế 2 máy vẫn giữ được song song với nhau.

Chú ý: không được nối cân bằng vào điểm 3 và 4.



Hình 2.14 Hai máy phát một chiều kích từ hỗn hợp làm việc song song

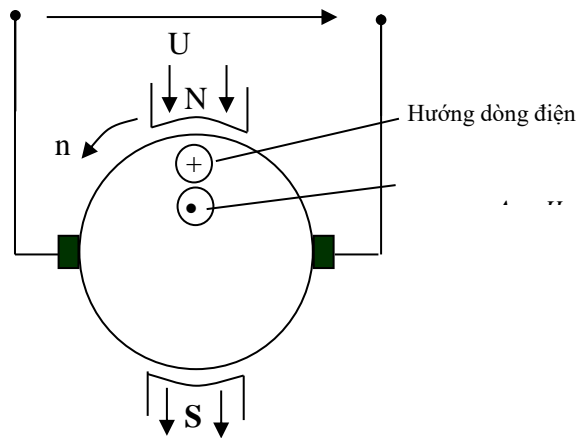
2.9. PHÂN LOẠI ĐỘNG CƠ ĐIỆN MỘT CHIỀU

Động cơ điện một chiều được phân loại theo kích từ thành những loại sau:

- Kích từ độc lập
- Kích từ song song
- Kích từ nối tiếp
- Kích từ hỗn hợp

2.10. PHƯƠNG TRÌNH CÂN BẰNG SĐĐ CỦA ĐỘNG CƠ

Khi đưa một máy điện một chiều đã kích từ vào lưới điện hình 2.15 thì trong cuộn phần ứng sẽ chạy 1 dòng điện, dòng điện này sẽ tác động với từ trường sinh ra lực, chiều của nó xác định bằng quy tắc bàn tay trái, và tạo ra mômen điện từ làm cho rôto quay với tốc độ n . Trong cuộn dây sẽ xuất hiện sđđ cảm ứng $E_v = C_e \phi n$, ở chế độ quá độ (khi n và dòng I_v thay đổi) ta có phương trình sau:



Hình 2.15 Giải thích nguyên lý động cơ điện một chiều

$$U + (-e_r) + (-L_a \frac{di_r}{dt}) = i_r R_t \quad (2.11)$$

$$\text{Hoặc: } U = e_r + L_a \frac{di_r}{dt} = i_r R_t \quad (1.12)$$

Ở chế độ ổn định ($n = \text{const}$, $I_r = \text{const}$) ta có:

$$U = E_r + I_r R_t \quad (2.13)$$

Kết hợp với công thức (2.2) ta viết:

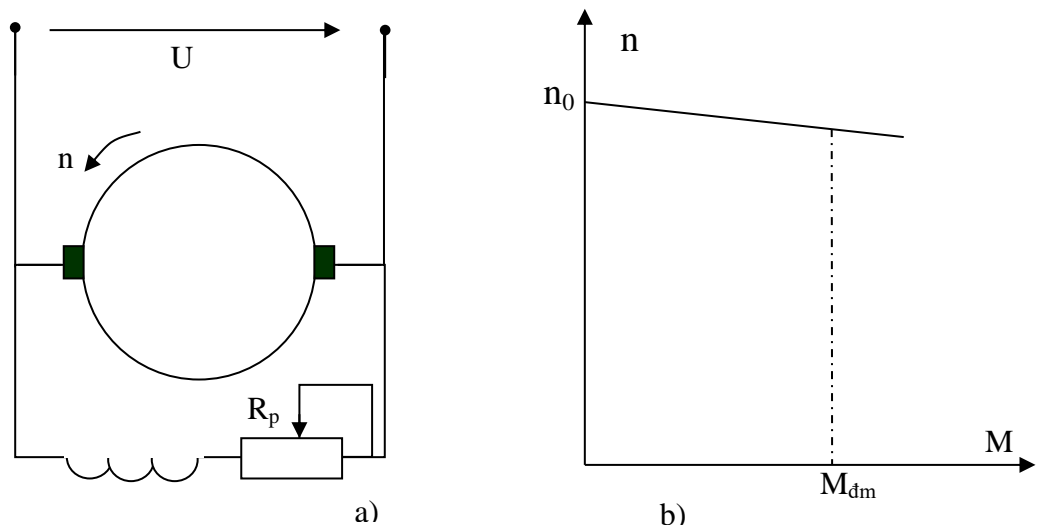
$$U = E_r \pm I_r R_t \quad (2.14)$$

Trong dấu “-“ cho máy phát, dấu “+” cho động cơ.

2.11. ĐẶC TÍNH CƠ CỦA ĐỘNG CƠ ĐIỆN MỘT CHIỀU

2.11.1. Đặc tính cơ của động cơ kích từ độc lập và song song.

Đặc tính cơ là mối quan hệ hàm giữa tốc độ và mômen điện từ $n = f(M)$ khi $I_{kt} = \text{const}$.



Hình 2.16 Động cơ điện một chiều kích từ song song: a) Sơ đồ, b) Đặc tính cơ

Để tìm mối quan hệ này ta dựa vào *hình 2.16* và các phương trình (2.14), (2.4), (2.5). Dòng kích từ được xác định bằng:

$$I_{kt} = \frac{U_{kt}}{R_{kt}}; \text{ và } \phi = k_1 i_{kt}$$

Thay (11.40) vào (14.4) rồi rút n ra ta có:

$$n = \frac{U}{C_e \phi} - \frac{I \cdot R_t}{C_e \phi} \quad (2.15)$$

Rút I_r từ (13.5) thay vào (14.5) ta được:

$$n = \frac{U}{C_e \phi} - \frac{MR_t}{C_e C_m \phi^2} \quad (2.15a)$$

Do $I_{kt} = \text{const}$ nên $\phi = \text{const}$ ta được phương trình:

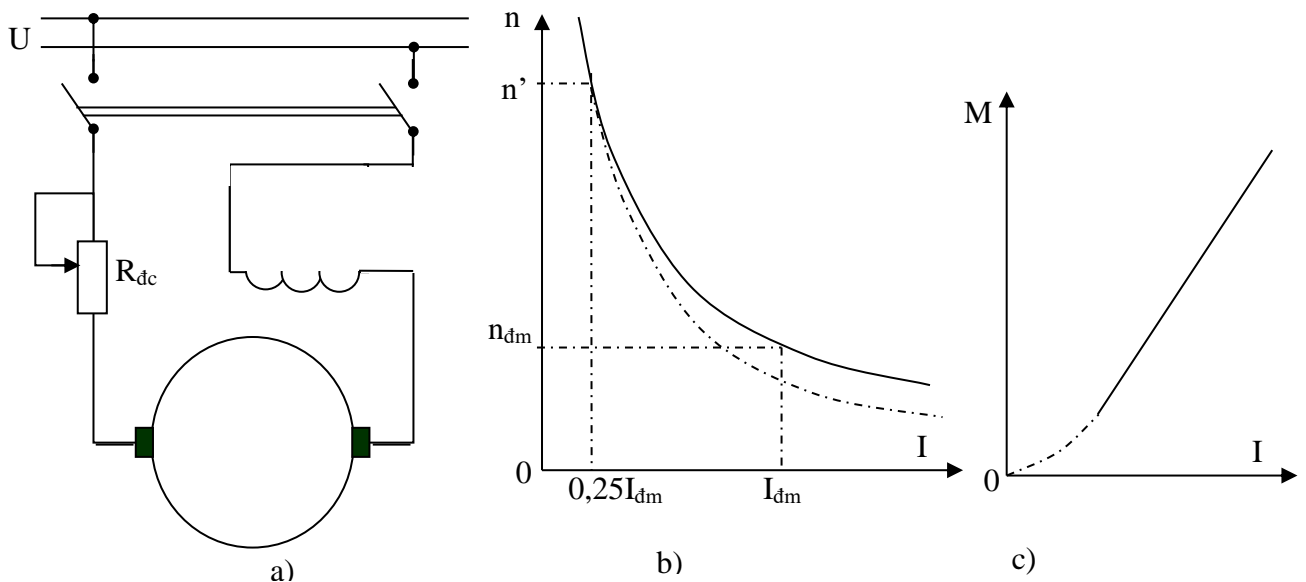
$$n = n_0 - BM. \quad (2.16)$$

Trong đó: $n_0 = \frac{U}{C_e \phi}$ - gọi là tốc độ không tải, còn $B = \frac{R_t}{C_e C_m \phi^2}$

Về mặt toán học đây là 1 đường thẳng (*hình 2.16b*), song trong máy điện chi phối tính chất của máy còn do các hiện tượng vật lý. Thật vậy, khi tải tăng do phản ứng phần ứng làm cho từ thông chính của máy giảm đi đặc tính cơ hơi biến dạng. Nếu động cơ có điện trở điều chỉnh ở mạch phần ứng thì giá trị của hằng số như sau: $B = (R_t + R_{đc})/C_e C_m \phi^2$.

2.11.2. Đặc tính cơ của động cơ kích từ nối tiếp.

Đó là mối quan hệ $n = f(M)$ với $U = U_{đm}$, $R_{đc} = \text{const}$. Sơ đồ động cơ kích từ nối tiếp biểu diễn trên hình 2.17



Hình 2.17 Động cơ điện một chiều kích từ nối tiếp: a) Sơ đồ, b) Đặc tính cơ

Từ công thức (2.13) ta có:

$$n = \frac{U - I \cdot (R_t + R_{dc})}{C_e \phi} = \frac{U}{C_e \phi} - \frac{M(R_t + R_{dc})}{C_e \phi} \quad (2.17)$$

Trong máy kích từ nối tiếp $I_{kt} = I_u$.

Ta xét 2 trường hợp:

a. Khi $0 < I_u < I_{dm}$ – máy chưa bão hoà, trong trường hợp này ta có $\phi = KI_u$.

Vậy $M = C_m KI_u I_u = C_m I_u^2$ do đó:

$$I_u = C_m \sqrt{M}$$

Thay vào biểu thức (3.7) ta có:

$$n = \frac{U - C_m \sqrt{M} (R_t + R_{dc})}{C_e KI_u} = \frac{U}{C_e KC_m \sqrt{M}} - \frac{C_m \sqrt{M} (R_t + R_{dc})}{C_e KC_m \sqrt{M}}$$

$$\text{Hay: } n = \frac{U}{C_e KC_m \sqrt{M}} - \frac{R_t + R_{dc}}{C_e K} = \frac{A}{\sqrt{M}} - B$$

$$\text{Trong đó } A = \frac{U}{C_e KC'_m} ; B = \frac{R_t + R_{dc}}{C_e K} ;$$

Như vậy trong phạm vi dòng tải nhỏ hơn hoặc bằng dòng định mức, đặc tính có dạng hypebol.

b. Khi $I_u > I_{dm}$, máy bão hoà, đặc tính cơ không trùng với đường hypebol nữa (đường nét đứt ở hình 3.3b). Sự thay đổi tốc độ bình thường đối với động cơ nối tiếp xác định theo biểu thức:

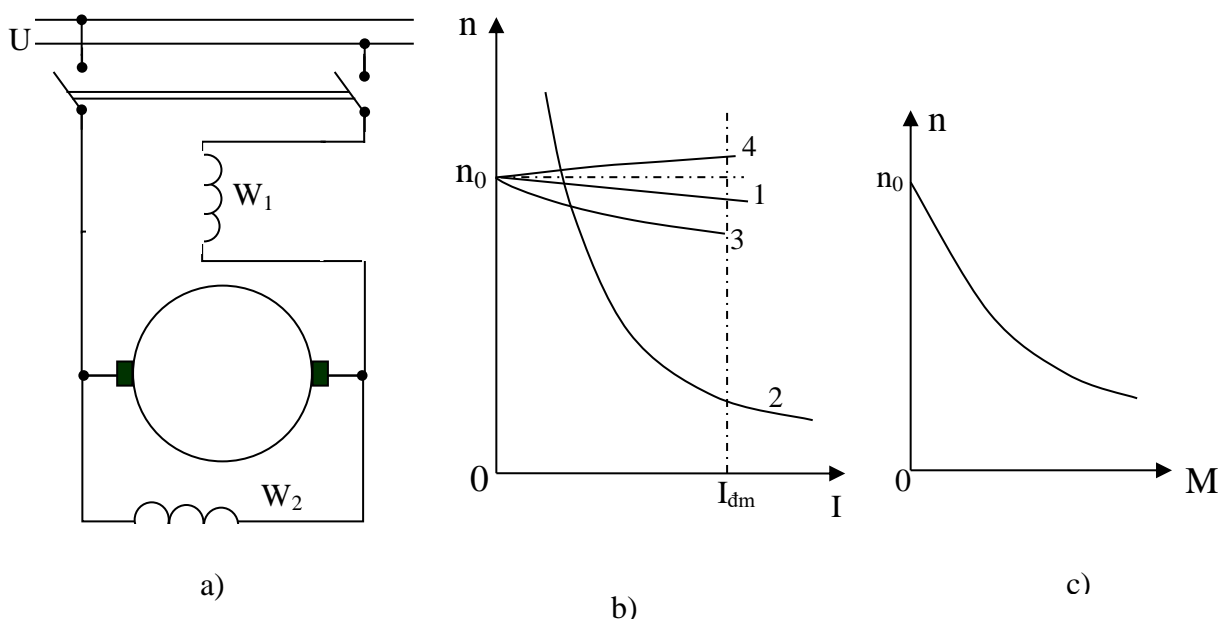
$$\Delta n_{dm} = \frac{n' - n_{dm}}{n_{dm}} 100\%$$

Trong đó n' -tốc độ quay của động cơ khi tải thay đổi từ định mức tới 25%

Qua phân tích trên đây ta thấy đặc tính cơ của động cơ kích từ nối tiếp không có tốc độ không tải. Khi tải giảm quá mức, tốc độ động cơ tăng đột ngột vì vậy không được để động cơ mắc nối tiếp làm việc không tải, trong thực tế không được cho động cơ nối tiếp chạy bằng dây cu-roa.

2.11.3. Đặc tính cơ của động cơ kích từ hỗn hợp

Hình 2.18 biểu diễn động cơ kích từ hỗn hợp và đặc tính cơ của nó.



Hình 2.18 Động cơ điện một chiều kích từ hỗn hợp: a) Sơ đồ, b,c) Đặc tính cơ

Động cơ gồm 2 cuộn kích từ: cuộn nối tiếp và cuộn song song. Đặc tính cơ của động cơ này giống như đặc tính cơ của động cơ kích từ nối tiếp hoặc song song phức thuộc vào cuộn kích từ nào giữ vai trò quyết định. Ở động cơ nối thuận, stđ của 2 cuộn dây cùng chiều nhưng giữ vai trò chủ yếu là cuộn song song. So sánh đặc tính cơ của động cơ kích từ hỗn hợp với nối tiếp ta thấy ở động cơ kích từ hỗn hợp có tốc độ không tải (khi không tải từ thông nối tiếp bằng không nhưng từ thông cuộn song song khác khác không nên có tốc độ không tải) khi dòng tải tăng lên, từ thông cuộn nối tiếp tác động, đặc tính cơ mang tính chất động cơ nối tiếp Trên hình 2.18b biểu diễn đặc tính $n=f(I)$ của động cơ kích từ song song (đường 1), của động cơ kích từ nối tiếp (đường 2), của động cơ kích từ hỗn hợp nối thuận (đường 3) và đặc tính của động cơ kích từ nối tiếp nối ngược (đường 4) để chúng ta dễ so sánh. Còn hình 2.18c là đặc tính cơ của động cơ kích từ hỗn hợp.

2.12. KHỞI ĐỘNG ĐỘNG CƠ ĐIỆN MỘT CHIỀU.

Khởi động động cơ là quá trình đưa động cơ từ trạng thái nghỉ ($n=0$) tới tốc độ làm việc. Chúng ta có các phương pháp khởi động sau:

a. Khởi động trực tiếp

Đây là phương pháp đóng động cơ trực tiếp vào lưới điện, không qua một thiết bị phụ nào. Dòng khởi động được xác định bằng công thức:

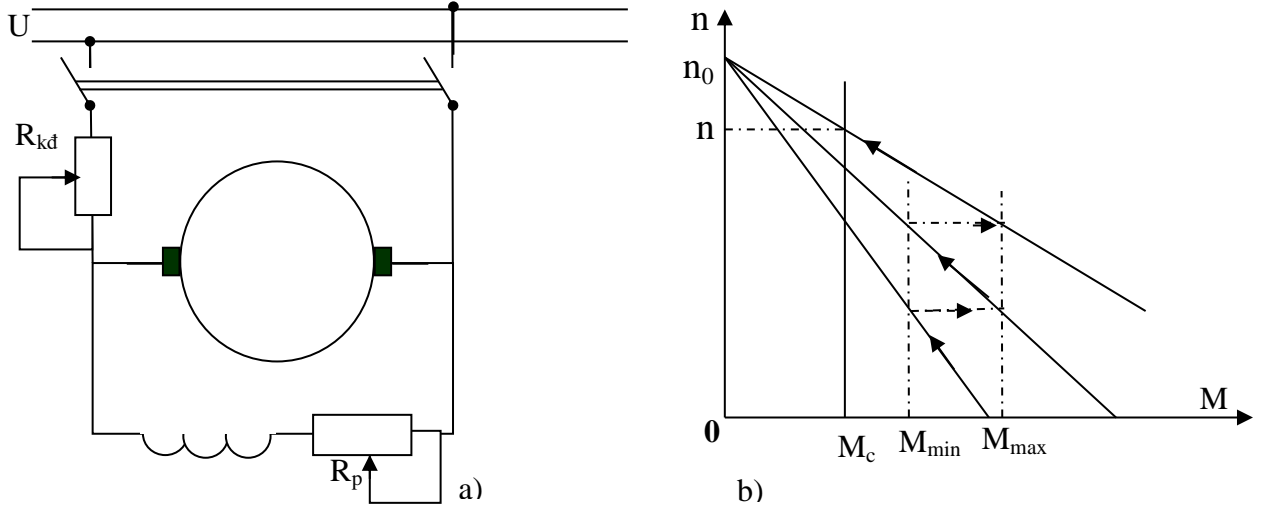
$$I_{kd} = \frac{U_{dm}}{R_t} \quad (2.18)$$

Vì R_t nhỏ nên I_{kd} có giá trị rất lớn, đạt $(10\div 30)I_{dm}$. Sự tăng dòng đột ngột làm xuất hiện tia lửa ở cổ góp, xuất hiện xung cơ học và làm sụt điện áp lưới. Phương pháp này hầu như không được sử dụng.

b. Khởi động dùng điện trở khởi động

Người ta đưa vào rôto một điện trở có khả năng điều chỉnh và gọi là điện trở khởi động (hình 2.19a). Dòng khởi động bây giờ có giá trị:

$$I_{kd} = \frac{U_{dm}}{(R_t + R_{kd})} \quad (2.18a)$$



Hình 2.19 Động cơ điện một chiều kích từ song song: a) Sơ đồ, b) Đặc tính cơ

Điện trở khởi động phải được ngắt dần ra theo sự tăng của tốc độ. Nấc khởi động thứ nhất phải chọn sao cho dòng phần ứng không lớn quá và mômen khởi động không nhỏ quá. Việc lựa chọn số nấc điện trở được trình bày ở các sách về truyền động điện. Khi có cùng dòng phần ứng thì động cơ kích từ nối tiếp có mômen khởi động lớn hơn động cơ kích từ song song.

Lưu ý: Với các động cơ kích từ song song khi dùng điện trở khởi động phải nói sao cho cuộn kích từ trong mọi thời gian đều được cấp điện áp định mức, để đảm bảo ϕ lớn nhất. Nếu trong mạch kích từ có điện trở điều chỉnh thì khi khởi động, để điện trở này ngắn mạch. Trên hình 2.19b biểu diễn đặc tính cơ của động cơ 1 chiều khởi động dùng điện trở khởi động (khi chuyển từ nấc điện trở này sang nấc điện trở khác tốc độ động cơ không đổi).

2.13. ĐIỀU CHỈNH TỐC ĐỘ ĐỘNG CƠ MỘT CHIỀU

2.13.1. Các phương pháp điều chỉnh tốc độ

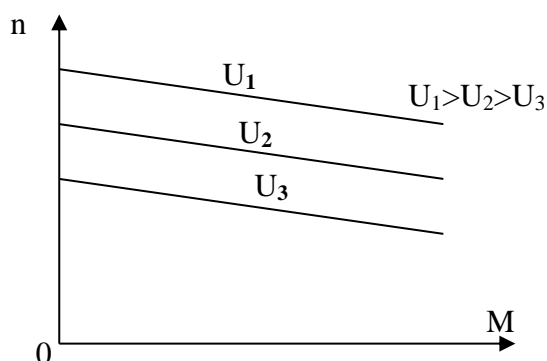
Từ biểu thức (3.5a) ta rút ra những phương pháp điều chỉnh tốc độ sau:

- Thay đổi điện áp nguồn nạp.
- Thay đổi điện trở mạch rôto.
- Thay đổi từ thông.

2.13.2. Điều chỉnh tốc độ bằng thay đổi điện áp nguồn nạp.

Từ (2.18a) ta thấy khi cho $U = \text{var}$ thì $n_0 = \frac{U}{C_e \phi} = \text{var}$, nếu $M_c = \text{const}$

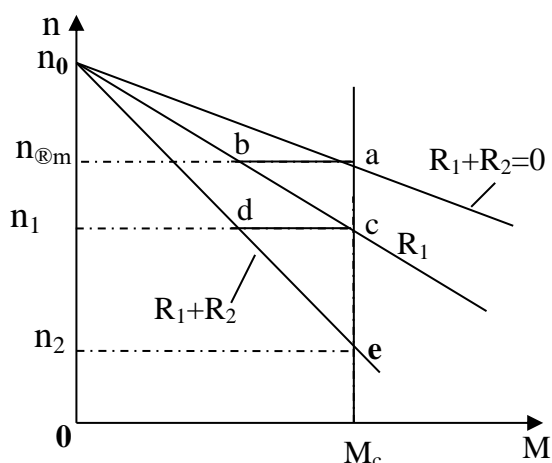
thì tốc độ $n = \text{var}$. Ta điều chỉnh được tốc độ động cơ. Khi điện áp nguồn cung cấp thay đổi, các đặc tính cơ song song với nhau. Điều chỉnh tốc độ bằng thay đổi điện áp nguồn cung cấp chỉ điều chỉnh được theo chiều giảm tốc độ (vì mỗi cuộn dây đã được thiết kế với U_{dm} , không thể tăng điện áp đặt lên cuộn dây). Song độ lúng điều chỉnh lớn, còn phạm vi điều chỉnh hẹp. Ở hình 2.20 ta biểu diễn đặc tính cơ của động cơ khi $U = \text{var}$.



Hình 2.20 Đặc tính cơ khi thay đổi điện áp nguồn cung cấp

2.11.3. Điều chỉnh bằng thay đổi điện trở mạch rôto.

Từ (2.7) ta ký hiệu $\Delta n = M(R_t + R_{dc})$ thì khi $M = \text{const}$ mà thay đổi R_{dc} thì thay đổi được Δn (độ giảm tốc độ), tức là thay đổi được tốc độ động cơ. Trên hình 2.21 biểu diễn đặc tính cơ của phương pháp điều chỉnh tốc độ bằng thay đổi điện trở rôto.



Hình 2.21 Điều chỉnh tốc độ động cơ một chiều bằng phương pháp thay đổi điện trở mạch rô to

Phương pháp điều chỉnh tốc độ bằng thay đổi điện trở mạch phần ứng có những ưu khuyết điểm sau:

Ưu điểm:

Dễ thực hiện, vốn đầu tư ít, điều chỉnh tương đối lúng

Tuy nhiên phạm vi điều chỉnh hẹp và phụ thuộc vào tải (tải càng lớn phạm vi điều chỉnh càng rộng), không thực hiện được ở vùng gần tốc độ không

tải. Điều chỉnh có tổn hao lớn. Người ta đã chứng minh rằng để giảm 50% tốc độ định mức thì tổn hao trên điện trở điều chỉnh chiếm 50% công suất đưa vào. Điện trở điều chỉnh tốc độ có chế độ làm việc lâu dài nên không dùng điện trở khởi động (làm việc ở chế độ ngắn hạn) để làm điện trở điều chỉnh tốc độ.

2.13.3. Điều chỉnh tốc độ bằng thay đổi từ thông.

Từ biểu thức:

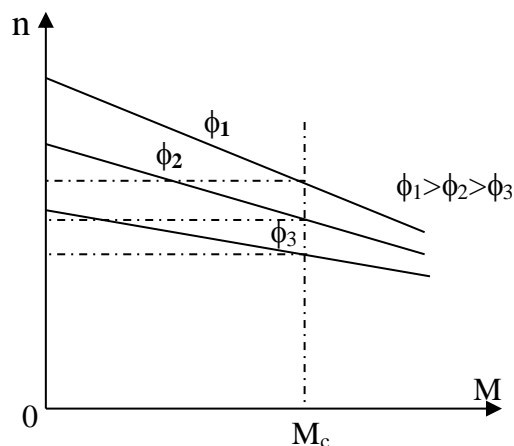
$$n = \frac{U - I_t R_t}{C_e \phi} \quad (2.19)$$

Khi $M, U = \text{const}, \phi = \text{var}$ (thay đổi dòng kích từ) thì n tăng lên. Thấy vậy khi giảm từ thông ϕ dòng điện ở rôto tăng nhưng không làm cho tử số biểu thức (3.9) thay đổi nhiều vì độ giảm điện áp ở R_t chỉ chiếm vài % của điện áp U nên khi từ thông ϕ giảm thì tốc độ tăng. Song nếu ta cứ tiếp tục giảm dòng kích từ thì tới một lúc nào đó tốc độ không được tăng được nữa. Sở dĩ như vậy vì mômen điện từ của động cơ cũng giảm. Phương pháp này chỉ dùng trong phạm vi khi từ thông giảm tốc độ còn tăng. Hình 2.22 biểu diễn đặc tính cơ khi $\phi = \text{var}$. Phương pháp điều chỉnh tốc độ bằng thay đổi từ thông có những ưu khuyết điểm sau:

Ưu điểm: Điều chỉnh tốc độ theo chiều tăng (từ tốc độ định mức), rất lág phạm vi điều chỉnh rộng, tổn hao điều chỉnh nhỏ, dễ thực hiện và kinh tế.

Nhược điểm: Không điều chỉnh được tốc độ ở dưới tốc độ định mức.

Do những ưu điểm trên phương pháp điều chỉnh tốc độ bằng thay đổi từ thông thường được áp dụng hợp với những phương pháp khác nhằm tăng phạm vi điều chỉnh.

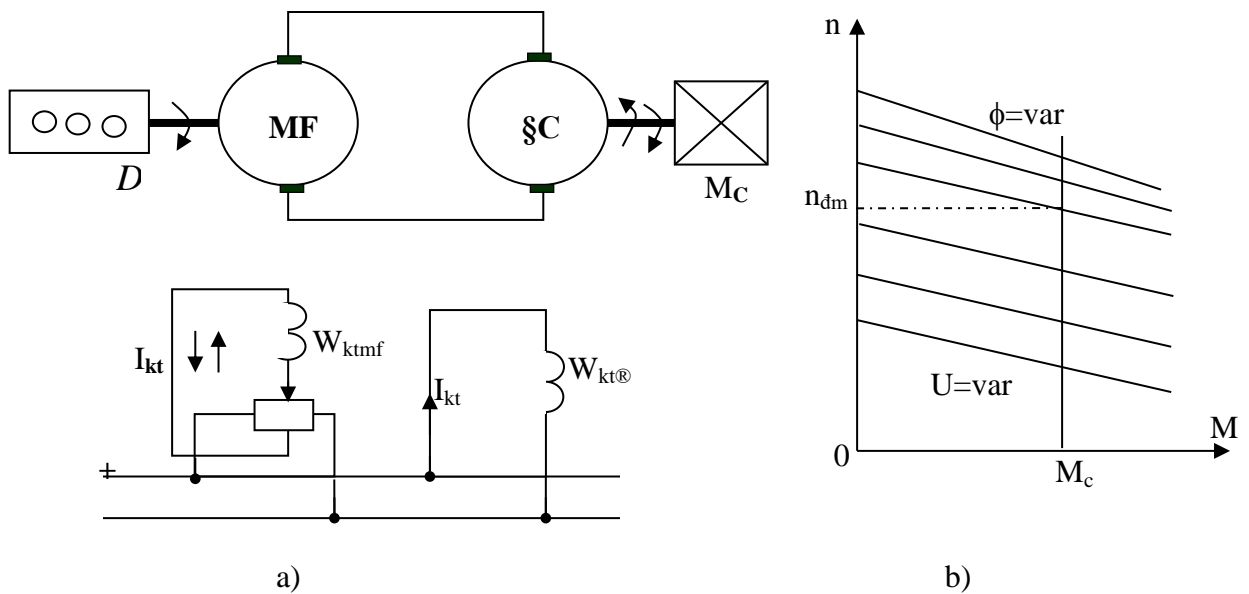


Hình 2.22 Đặc tính cơ của động cơ một chiều kích từ độc lập khi thay đổi từ thông

Lưu ý: Không được giảm dòng kích từ tới giá trị không, vì lúc này máy chỉ còn từ dư, tốc độ tăng quá lớn gây nguy hiểm cho các cấu trúc cơ khí của động cơ. Thường người ta thiết kế bộ điện trở điều chỉnh để không khi nào mạch từ bị hở.

2.13.4 Hệ thống máy phát động cơ

Để tăng phạm vi điều chỉnh tốc độ, người ta dùng hệ thống máy phát động cơ điện một chiều (hình 2.23).



Hình 2.23 Hệ thống truyền động điện máy phát-động cơ a) Sơ đồ, b) Đặc tính cơ khi thay đổi tốc độ

Trong hệ thống này cả máy phát và động cơ đều là máy điện một chiều kích từ độc lập.

Để thay đổi tốc độ, trong hệ thống máy phát-động cơ có thể áp dụng phương pháp điều chỉnh điện áp nguồn nạp (thay đổi kích từ máy phát), thay đổi điện trở mạch rôto động cơ và thay đổi từ thông kích từ động cơ. Hệ thống cho ta phạm vi điều chỉnh tốc độ rộng, điều chỉnh được cả 2 chiều tăng và giảm, có độ điều chỉnh rất lằng.

Tuy nhiên do sử dụng nhiều máy điện một chiều nên đầu tư cho hệ thống khá đắt tiền, do đó hệ thống truyền động điện máy phát động cơ chỉ sử dụng ở những nơi thật cần thiết theo chỉ tiêu chất lượng của hệ thống. Ngày nay máy phát điện một chiều được thay bằng bộ chỉnh lưu, xuất hiện hệ thống: van-động cơ. Hệ thống được cấp điện từ nguồn xoay chiều, có tính chất giống hệ máy phát động cơ nhưng rẻ và độ tin cậy cao hơn.

2.14. HÃM ĐỘNG CƠ ĐIỆN MỘT CHIỀU

Hãm chúng ta nói ở đây là hãm bằng điện. Trong một hệ thống truyền động điện nếu chiều của mômen của động cơ lai trùng với chiều tốc độ quay ta có chế độ động cơ, còn nếu chiều của mômen và chiều tốc độ ngược nhau ta có chế độ hãm.

Có 3 chế độ hãm:

- a. Hãm động năng,
- b. Hãm dòng điện ngược,
- c. Hãm trả năng lượng về nguồn.

1. Hãm động năng

Để thực hiện hãm động năng, phân ứng động cơ được ngắt khỏi lưới (tiếp điểm K mở ra, tiếp điểm K₂ đóng lại) và nối qua điện trở hãm hình 2.24a.. Điện áp bây giờ U = 0, do có động năng, động cơ vẫn quay theo hướng cũ, dòng phản ứng được xác định:

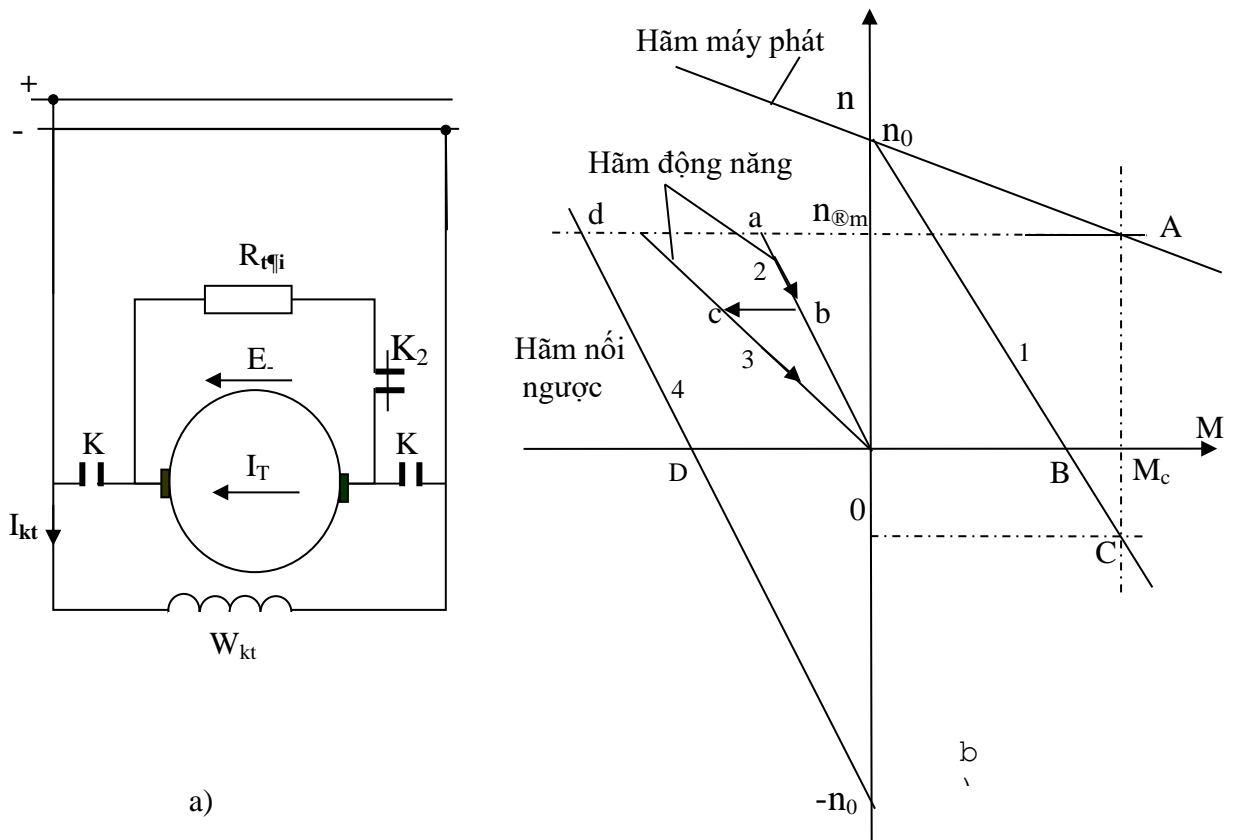
$$I_u = \frac{U - E_c}{R_t} = -\frac{E_c}{R_t}$$

Như vậy dòng điện đổi chiều, mômen tạo ra do động cơ cũng đổi chiều, còn tốc độ vẫn theo chiều cũ, động cơ làm việc ở chế độ hãm. Phương trình tốc độ có dạng:

$$n = \frac{M(R_t - R_n)}{C_e C_m \phi^2}$$

Trên hình 2.24b đường 2 và 3 biểu diễn hãm ở chế độ động năng.

Phương pháp hãm động năng thường được sử dụng để hãm động cơ tới dừng máy.



Hình 2.24 Hãm điện ở động cơ điện một chiều a) Sơ đồ hãm động năng, b) Đặc tính cơ của động cơ một chiều ở các chế độ hãm

2. Hàm dòng điện ngược.

Người ta thực hiện bằng 2 cách:

-Đưa điện trở hãm lớn vào mạch rôto khi trên trục động cơ có mômen thế năng.

Khi đưa điện trở lớn vào mạch rôto dòng phản ứng giảm, mômen cản trên trục động cơ không đổi (ví dụ hạ hàng) lúc này tốc độ giảm cho tới điểm B đạt tốc độ bằng không. Dưới tác dụng của trọng lượng (hàng hoá) động cơ quay ngược, dòng không đổi chiều, mômen không đổi chiều nhưng tốc độ đổi hướng nên động cơ làm việc ở chế độ hãm (đoạn BC đặc tính 1 trên hình 2.24b), tới điểm e tốc độ rơi hàng có giá trị không đổi.

-Đổi chiều điện áp nguồn cung cấp.

Còn phương pháp thứ hai thực hiện bằng đổi chiều điện áp nguồn cung cấp, dòng rôto bây giờ có dạng:

$$I_r = \frac{(-U - E_r)}{R_t + R_{dc}} = -\frac{(U + E_r)}{R_t + R_{dc}}$$

Trong biểu thức này R_{dc} là điện trở thêm vào để hạn chế dòng hãm. Vì dòng I_r đổi chiều, mômen động cơ đổi chiều nhưng tốc độ chưa đổi chiều, động cơ làm việc ở chế độ hãm nổi ngược. Trên hình 2.24b biểu diễn đặc tính cơ khi hãm nổi ngược (đường 4, đoạn df). Tới điểm D khi tốc độ động cơ $n=0$, muốn dừng máy phải ngắt động cơ ra khỏi lưới, nếu không động cơ bắt đầu quay theo hướng ngược và tăng tốc độ, động cơ làm việc ở chế độ động cơ với chiều quay ngược lại. Thực tế phương pháp hãm này xảy ra ở giai đoạn đầu khi đổi chiều tốc độ động cơ.

3. Hãm trả năng lượng về nguồn

Do một nguyên nhân nào đó (ví dụ trong điều chỉnh tốc độ bằng giảm từ thông ta chuyển từ tốc độ cao xuống tốc độ thấp) tốc độ rôto lớn hơn tốc độ không tải, lúc này $E_r > U$ nên: $I_a = \frac{U - E_r}{R_t} < 0$, dòng đổi hướng, mômen đổi

hướng, tốc độ vẫn giữ nguyên chiều cũ, động cơ làm việc như máy phát, đưa năng lượng về nguồn. Ta gọi đó là chế độ hãm trả năng lượng về nguồn (hình 2024b).

Chế độ hãm này rất kinh tế nhưng không hãm tới dừng máy được, chỉ hãm được tới tốc độ không tải thôi.

2.15. Tổn hao và hiệu suất máy điện một chiều

Trong máy điện có hai loại tổn hao:

a. Tổn hao chính.

b. Tổn hao phụ

1. *Tổn hao chính* gồm: tổn hao cơ (tổn hao ở ổ bi, ma sát ở cổ góp, ma sát với không khí,...).

Tổn hao sắt từ (tổn hao do từ trễ, tổn hao ở răng do sóng bậc cao,...)

Tổn hao đồng trong cuộn rôto và stato, trong cuộn phụ, cuộn khử, trong mạch kích từ.

Tổn hao ở điện trở tiếp xúc của chổi hay vành khuyên.

2. *Tổn hao phụ*: Xuất hiện trong lõi thép và trong đồng, nó gồm tổn hao dòng xoáy (dòng Foucault), tổn hao nổi cân bằng, tổn hao do phân bố từ trường không đều, do mật độ ở dòng chổi không đều, ...vv.

Hiệu suất của máy tính như sau:

$$\eta = \frac{P_2}{P_1 - \sum \Delta p}$$

Trong đó $\sum \Delta p$ - tổng các loại tổn hao của máy.

P_1 - công suất vào, P_2 - công suất ra

KẾT LUẬN

Trong chương 2 đã trình bày về máy phát dòng điện một chiều với các nội dung phân loại máy phát điện một chiều, các đặc tính của máy phát điện một chiều, làm việc song song của các máy phát điện một chiều.

Trong chương cũng trình bày động cơ điện một chiều với các nội dung sau: đặc tính cơ của các loại động cơ điện một chiều, phương pháp khởi động, điều chỉnh tốc độ động cơ điện một chiều và các phương pháp hãm động cơ điện một chiều.

CHƯƠNG 3:

SO SÁNH CÁC BỘ ĐIỀU KHIỂN P-I, I-P, PID VÀ MỜ

3.1. Giới thiệu

Động cơ DC được sử dụng trong các ngành công nghiệp nhiều hơn động cơ AC bởi vì nó đặc điểm tốc độ tuyệt vời. Nhiều kỹ thuật có sẵn để điều khiển tốc độ của động cơ DC. Các phương pháp đó là :

1. Điều khiển điện áp phản ứng
2. Điều khiển từ thông

Bộ điều khiển được thiết kế cho các vòng kín của hệ thống cho kết quả tốt hơn. Ở đây bộ điều khiển P-I, I-P, PID được thiết kế bằng cách sử dụng phương pháp điều chỉnh Ziegler-Nichols. Sự khác biệt chính giữa bộ điều khiển P-I và I-P là trong bộ điều khiển P-I hệ số khuếch đại tỷ lệ nằm trong đường dẫn truyền thẳng (feedforward) trong khi đó bộ điều khiển I-P, hệ số khuếch đại tỷ lệ nằm trong đường phản hồi.

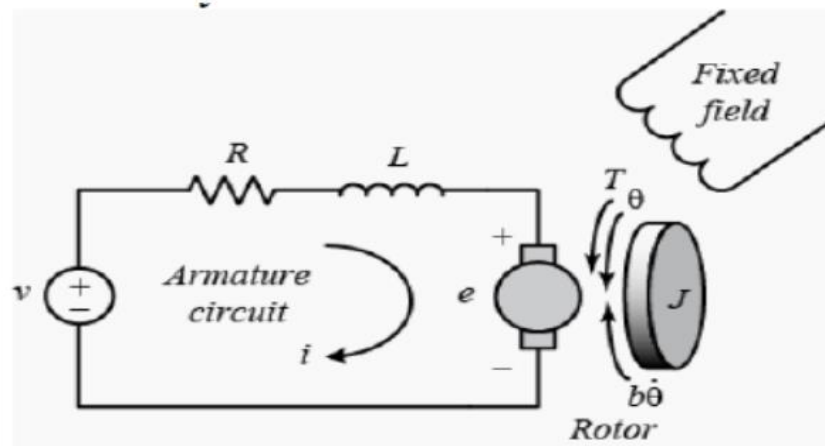
Bộ điều khiển PID là bộ điều khiển được sử dụng nhiều trong các ngành công nghiệp vì hiệu suất cao so với P-I và bộ điều khiển I-P. Có nhiều kỹ thuật để thiết kế bộ điều khiển PID . Phương pháp Ziegler-Nichols là một phương pháp cơ bản và đơn giản.

Bộ điều khiển logic mờ bao gồm chủ yếu quy tắc cơ sở, quá trình mờ hóa, giải mờ. FLC chứa hai sai số vào, sai số đạo hàm (sai số phasinh) và một đầu ra. Chúng ta có thể thiết lập số lượng các quy tắc và các hàm thành viên theo yêu cầu của chúng ta. Nhược điểm chính của Bộ điều khiển P-I là nó có độ quá điều chỉnh cao. Đó là không mong muốn trong điều khiển tốc độ của động cơ DC. Ở bộ điều khiển I-P có giảm một chút. Nhưng nó không loại bỏ hoàn toàn được độ quá điều chỉnh. Do đó, chúng tôi đi đến bộ điều khiển PID là loại bộ điều khiển loại bỏ sự quá điều chỉnh nhưng thời gian đặt cho bộ điều khiển này lớn hơn một chút.

Bộ điều khiển mờ giúp loại bỏ hoàn toàn độ quá điều chỉnh nhưng đặt thời gian cho bộ điều chỉnh này hơi nhỏ hơn so với bộ điều khiển PID.

3.2. Mô hình toán học của động cơ một chiều.

Chúng ta nghiên cứu một động cơ DC kích từ độc lập như hệ hiện trong hình dưới đây. Từ H.3.1 bằng sử dụng định luật Kiêc xốp chúng ta có thể nhận được phương trình cho mạch cảm ứng như sau:



Hình-3.1: động cơ DC kích thích riêng

$$V(t) = IR + L \frac{dI}{dt} + E \quad (1)$$

trong đó:

V = điện áp đặt

I = dòng điện phân ứng

E = sức phản điện động

L = độ tự cảm phân ứng

R = điện trở phân ứng

Chúng ta có :

$$E = K_b \omega(t) = K_b \frac{d\theta}{dt} \quad (2)$$

K_b = hằng số sđđ

θ = góc quay của rô to

W = tốc độ góc

Từ phương trình (1) và (2), chúng ta nhận được

$$V(t) = IR + L \frac{dI}{dt} + K_b w(t) \quad (3)$$

Đối với hoạt động bình thường, phương trình mô-men điện từ được đưa ra bởi

$$T = J \frac{dw}{dt} + Bw(t) + T_L \quad (4)$$

Ở đây

T = mô-men điện từ động cơ

T_L = mô-men tải

J = mô men quán tính rô to

B = hệ số ma sát

Chúng ta có:

$T = K_t I$ và khi không tải $T_L = 0$, thay $T_L = 0$ vào phương trình (4)

$$J \frac{dw}{dt} + Bw(t) = K_t I \quad (5)$$

Biến đổi Laplace cho phương trình (3) và (5)

$$V(s) = R.I(s) + L.S.I(s) + K_b.W(s) \quad (6)$$

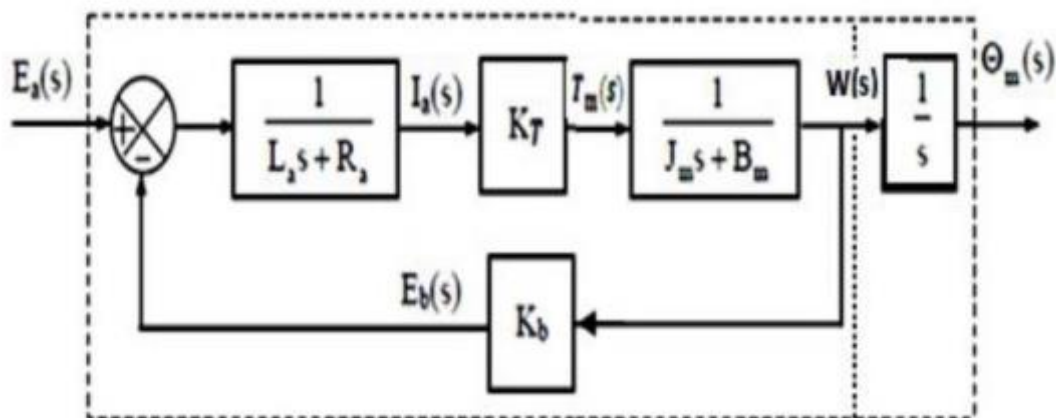
$$K_t.I(s) = J.S.W(s) + B.W(s) \quad (7)$$

Từ phương trình (6) và (7) chúng ta có thể nhận được hàm truyền của động cơ DC như sau,

$$\frac{W(s)}{V(s)} = \frac{K_t}{(SL + R)(JS + B) + K_t.K_b} \quad (8)$$

Và chúng ta có:

Từ các phương trình $\theta(s) = \frac{1}{S}.W(s)$ (9) cơ một chiều như sau:



Hình 3.2: Sơ đồ khối động cơ DC

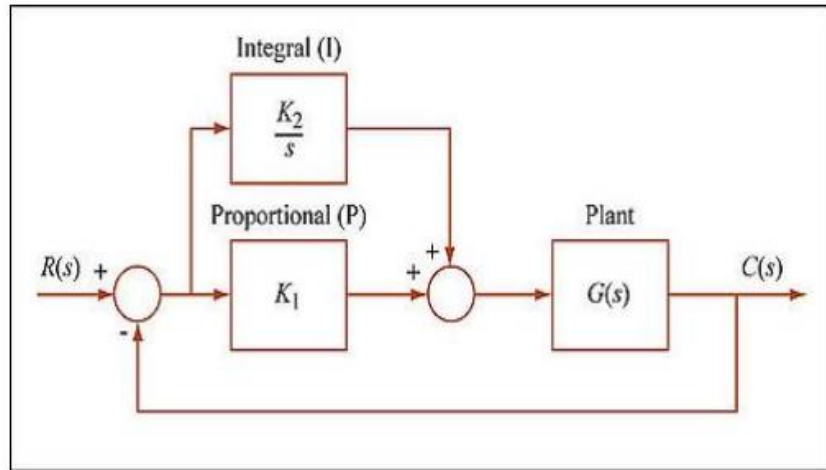
Động cơ một chiều nghiên cứu có các thông số cho ở bảng 1

Tham số	Giá trị
Điện trở phần ứng (R)	0,6 Ω
Độ tự cảm phần ứng (L)	0,012H
hằng số emf (K_b)	0,55 (volt / (rad / giây))
Hằng số mô-men xoắn (K_t)	0,55 (N-m / ampe)
Mô men quán tính (J)	0,0465 (kg-m ² / rad)
Hệ số ma sát (B)	0,004 (N-m / (rad / giây))

3.3. Thiết kế các bộ điều khiển

3.3.1. Bộ điều khiển P-I:

Bộ điều khiển tích phân tỷ lệ chứa hai thành phần là hệ số khuếch đại tỷ lệ và một hằng số thời gian tích phân (hay viết dưới dạng hệ số khuếch đại K_2/s). Bộ điều khiển này đặt vào đường truyền thẳng của vòng kín hệ thống. Hệ số khuếch đại tỷ lệ thiết lập sự ổn định của hệ thống và để cải thiện đáp ứng quá độ. Phần tích phân dùng để giảm sai số tĩnh của hệ thống. Bằng cách áp dụng Phương pháp Nichols Ziedler chúng ta có thể tính toán các giá trị của của hệ số tỷ lệ và tích phân. Trên Hình 3.3 là sơ đồ khối của bộ điều khiển P-I



Hình 3.3: Sơ đồ khối của bộ điều khiển P-I

Hàm truyền của bộ điều khiển P-I có dạng:

$$G_c(s) = K_p + \frac{K_I}{s}$$

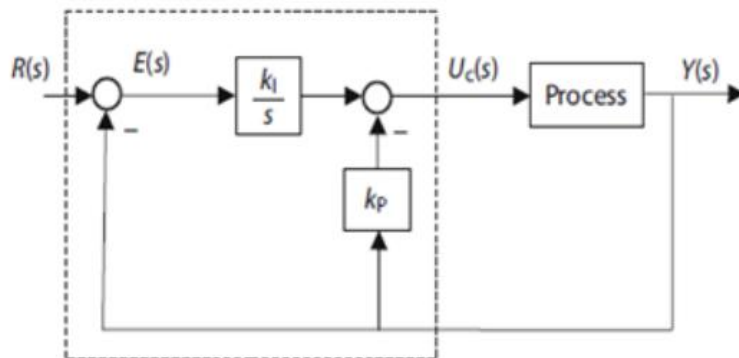
Ở Đây

K_p : hệ số khuếch đại tỷ lệ

K_I : hệ số tích phân

3.3.2. Bộ điều khiển I-P:

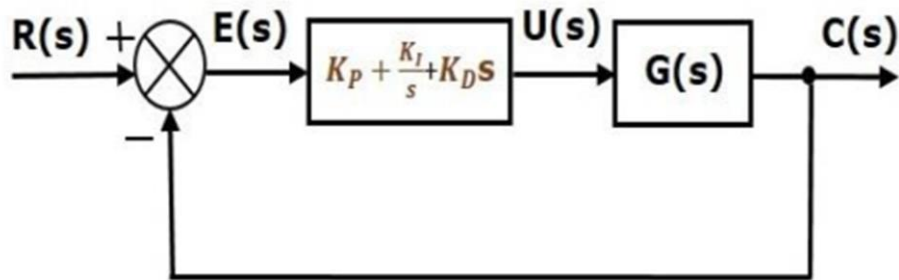
Bộ điều khiển tích phân tỷ lệ là dạng tiến bộ của bộ điều khiển tỷ lệ tích phân. Trong bộ điều khiển này phần tích phân nằm ở đường truyền thẳng (feedforward) còn phần tỷ lệ nằm ở đường phản hồi. Nhược điểm của bộ PI là có độ quá điều chỉnh lớn. Để giảm độ quá điều chỉnh chúng ta nghiên cứu dùng bộ điều khiển I-P. Trên H.3.4 là sơ đồ khối của bộ điều khiển I-P



Hình 3.4: Sơ đồ khối của bộ điều khiển I-P

3.3.3. Bộ điều khiển PID

PID là bộ điều khiển sử dụng nhiều nhất trong thời gian thực. Vì bộ điều khiển này có ưu điểm so với bộ điều khiển P-I và I-P. Bộ điều khiển này đặt ở đường dẫn chính của vòng kín như chỉ ra ở hình dưới đây H.3.5:



H.3.5 Sơ đồ khối của bộ điều chỉnh PID

Hàm truyền của bộ điều khiển PID có dạng:

$$G_c(s) = K_p + \frac{K_I}{S} + K_d S$$

Hoặc :

$$G_c(s) = K_p \left(1 + \frac{1}{T_i S} + T_d S \right)$$

Trong đó

Trong đó :

T_i -là hằng số vi phân,

T_d -là hằng số vi phân,

K_p -là hệ số khuếch đại.

3.3 Phương pháp Zigler-Nichol tính chọn các tham số của bộ điều khiển

Chỉnh định phù hợp của bộ điều khiển là cần thiết để cải thiện hiệu năng của hệ thống bất kỳ. Có nhiều phương pháp để thiết kế các bộ điều khiển này. Phương pháp này đơn giản và tốt nhất để thiết kế bộ điều khiển. Bằng đặt $T_i = \infty$ và $T_d = 0$ và chỉ sử dụng điều khiển tỷ lệ giá trị hệ số khuếch đại sẽ tăng từ 0 đến giá trị tới hạn K_{cr} tại trị đó tín hiệu ra bắt đầu dao động, tại đây ta ghi nhận chu kỳ dao

động P_{cr} . Sau nhiều lần thực nghiệm việc Zigler-Nichol đã tìm ra cách lựa chọn tham số của các bộ điều chỉnh ở bảng 2

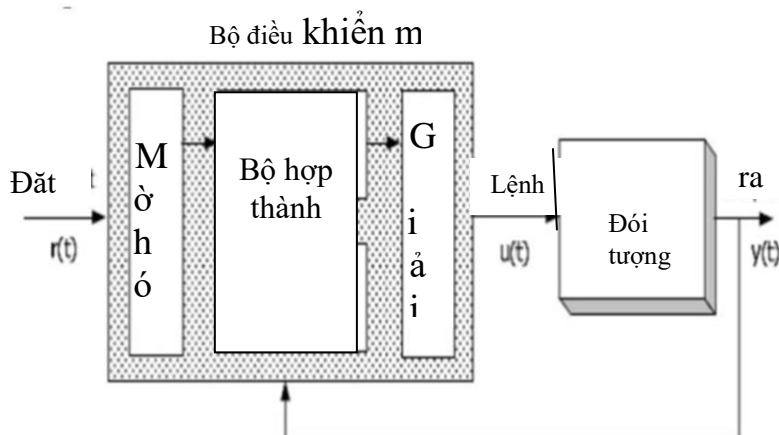
Bảng- (2): giá trị khuếch đại của bộ điều khiển

Kiểu Bộ điều khiển	K_p	T_i	T_d
P	$0.5K_{cr}$	∞	0
PI	$0.45 K_{cr}$	$\frac{P_{cr}}{1.2}$	0
PID	$0.6 K_{cr}$	$\frac{P_{cr}}{2}$	$\frac{P_{cr}}{8}$

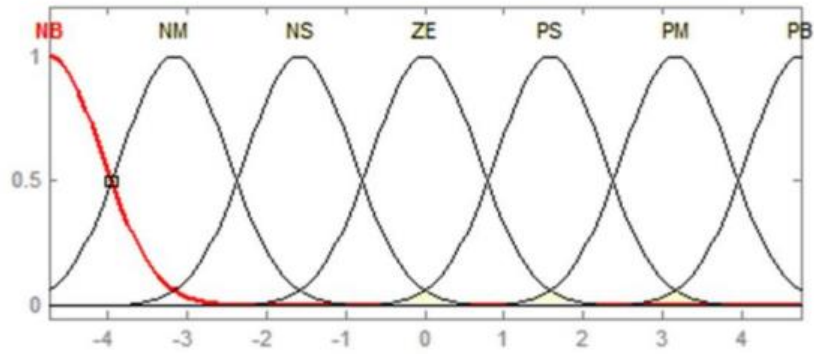
3.4. Bộ điều khiển mờ.

Logic mờ là một thuật toán dựa trên logic suy đoán điều đó cung cấp cho ta những hiểu biết của chuyên gia trong lĩnh vực tự động hóa. Sơ đồ khối của một bộ điều khiển mờ cho ở hình dưới đây (H.3.6). Có 2 tín hiệu ở lối vào: là sai số tốc độ và sự thay đổi sai số tốc độ tức là đạo hàm sai số tốc độ.

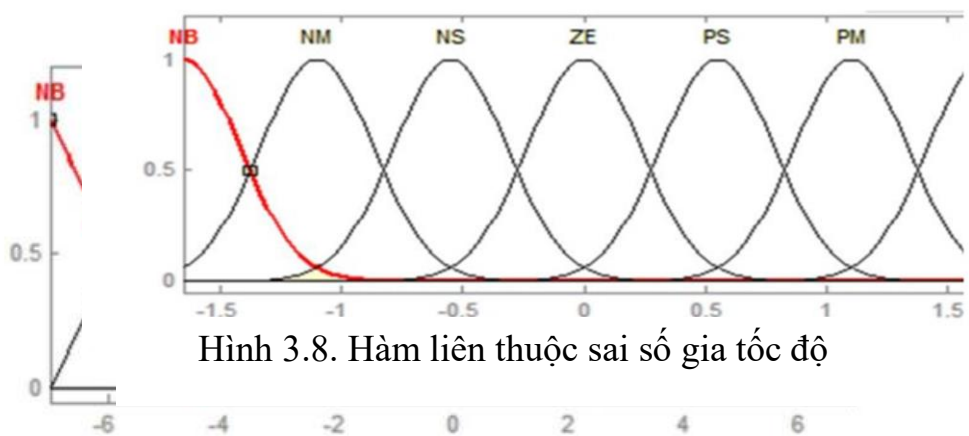
Ta chọn 7 hàm liên thuộc cho sai số tốc độ và 7 hàm liên thuộc cho sai số đạo hàm tốc độ tức là sai số gia tốc. Hàm liên thuộc vào có dạng hình chuông H.3.7 và 3.8 và hàm liên thuộc tín hiệu ra có dạng tam giác Hình 3.9



Hình- 3.6: Sơ đồ khối của bộ điều khiển mờ



Hình- 3.7 Hàm liên thuộc sai số tốc độ



Hình 3.8. Hàm liên thuộc sai số gia tốc độ

Hình – 3.9 hàm liên thuộc đầu ra

Tren cơ sở các hàm liên thuộc dựa vào quan hệ vật lý ta xây dựng các luật mờ. Có 49 luật mờ trong hệ thống này được biểu diễn ở bảng dưới đây Bảng- 3:

Bảng 3 Các quy tắc mờ

CE	NB	NM	NS	ZE	PS	PM	PB
E							
NB	NB	NB	NB	NB	NM	MS	ZE
NM	NB	NB	NB	NM	NS	ZE	PS
NS	NB	NB	NM	NS	ZE	PS	PM
ZE	NB	NM	NS	ZE	PS	PM	PB
PS	NM	NS	ZE	PS	PM	PB	PB
PM	NS	ZE	PS	PM	PB	PB	PB
PB	ZE	PS	PM	PB	PB	PB	PB

Ở Đây

NB = âm lớn (negative big)

NM = âm trung bình (negative medium)

NS = negative small (âm nhỏ)

ZE = zero (zero)

PS = positive small (dương nhỏ)

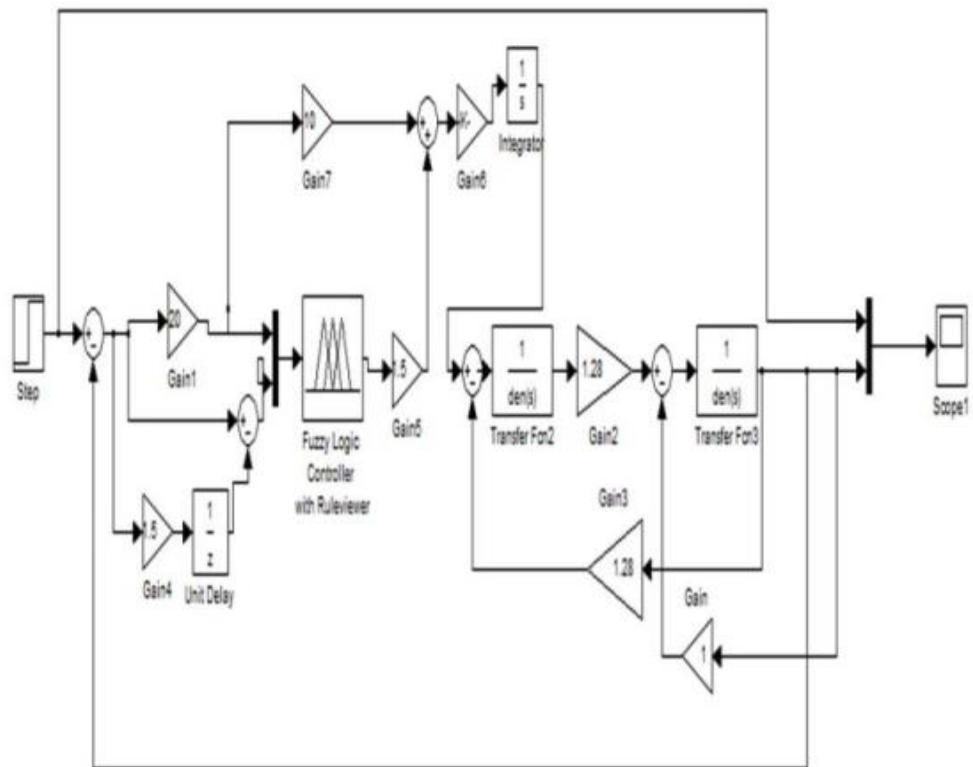
PM = positive medium (dương trung bình)

PB = positive big (dương lớn)

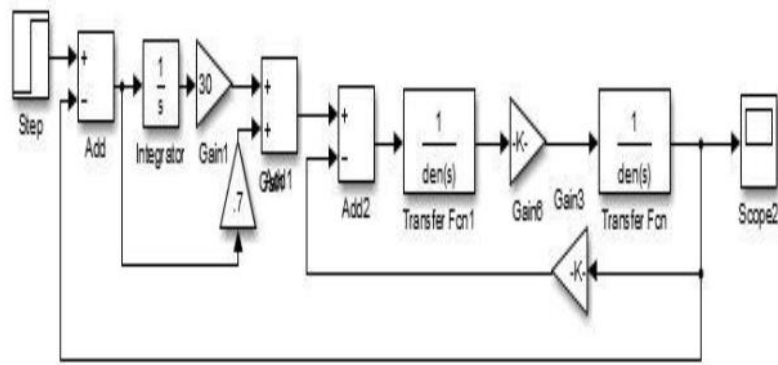
3.5 Mô phỏng trên matlab

Dựa vào các phân tích, tính toán trên đây tiến hành mô phỏng trên matlab để minh họa các kết quả . Cụ thể như sau:

Trên hình 3.10 Mô hình Simulink của động cơ DC dùng bộ điều khiển logic mờ.

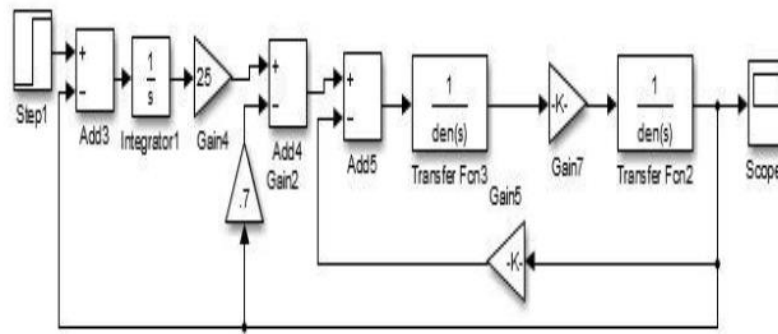


Hình- 3.10: Mô hình Simulink của động cơ DC dùng bộ điều khiển logic mờ
Còn trên hình 3.11 là mô hình phỏng động cơ DC dùng bộ điều khiển P-I vẽ trên Matlab.



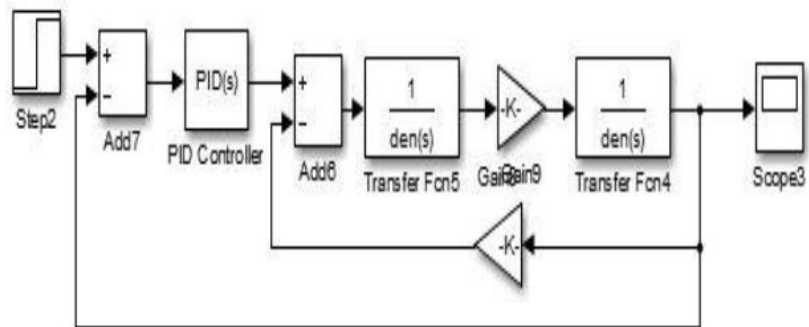
Hình- 3. 11: Mô hình mô phỏng cho bộ điều khiển P-I

Còn trên hình 3.12 là mô hình phỏng động cơ DC dùng bộ điều khiển I-P vẽ trên Matlab.



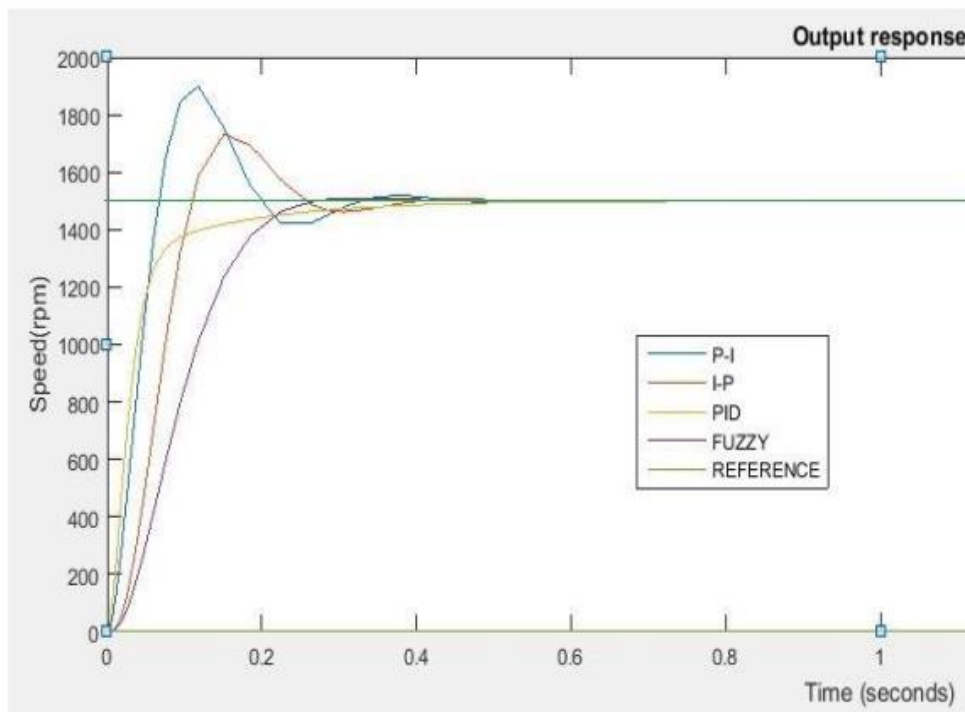
Hình- 3.12: Mô hình mô phỏng cho bộ điều khiển I-P

Còn trên hình 3.13 là mô hình phỏng động cơ DC dùng bộ điều khiển PID vẽ trên Matlab.



Hình- 3.13: Mô hình mô phỏng cho bộ điều khiển PID

Còn trên hình 3.14 là kết quả mô phỏng hệ thống điều chỉnh tốc độ động cơ DC dùng bộ điều khiển P-I, I-P, PID và bộ điều khiển mờ.



Hình- 3.14: Đặc tính tốc độ theo thời gian

Từ kết quả mô phỏng trên đây thực hiện so sánh việc áp dụng các bộ điều khiển. kết quả so sánh cho ở bảng 4.

Bảng- 4: so sánh kết quả các bộ điều khiển

Loại điều khiển	% vượt quá	Thời gian điều chỉnh (giây)
P-I	26,6	0,6
I-P	16,6	0,55
PID	0	0,45
FUZZY	0	0,25

3.6. Kết luận

Từ kết quả so sánh các bộ điều khiển sử dụng để điều khiển tốc độ động cơ một chiều kích từ độc lập nhận thấy:

Bộ điều khiển P-I có độ quá điều chỉnh lớn và thời gian điều chỉnh cao. Ở bộ điều khiển I-P, phần điều chỉnh giảm. Nhưng thời gian điều chỉnh vẫn lớn cao. Bộ điều khiển PID loại bỏ hoàn toàn độ quá điều chỉnh, nhưng thời gian điều chỉnh không giảm đáng kể. Còn bộ điều khiển mờ giúp loại bỏ hoàn toàn quá điều chỉnh, thời gian điều chỉnh cũng giảm. Như vậy bộ điều khiển mờ là bộ điều khiển có tính năng tốt hơn tất cả các loại bộ điều chỉnh áp dụng trên đây.

PHẦN KẾT LUẬN

Trong thời gian làm đề án em đã tìm hiểu được hoạt động của động cơ một chiều, tìm hiểu các phương pháp điều khiển tốc độ động cơ một chiều. Đã tìm hiểu sử dụng các bộ điều khiển P-I, I-P , PID và mờ để điều chỉnh tốc độ động cơ một chiều bằng phương pháp điều chỉnh điện áp phản ứng. Đã tìm hiểu mô phỏng các hệ thống trên matlab , từ kết quả mô phỏng tìm hiểu việc so sánh tính chất các bộ điều chỉnh khác nhau và cho kết quả là trong các bộ điều khiển áp dụng thì bộ điều khiển mờ có tính năng tốt nhất, vừa không có quá điều chỉnh và có thời gian điều chỉnh nhỏ.

Do kiến thức hạn chế nên việc tìm hiểu của em còn chưa sâu, em sẽ cố gắng hơn sau này.

Em xin được cảm ơn thầy giáo hướng dẫn GS.TSKH Thân Ngọc Hoàn đã giúp em rất nhiều để hoàn thành đề án này.

Em xin cảm ơn các thầy thuộc bộ môn Tự động Công nghiệp của trường Đại học Quản lý và Công nghệ đã giúp em trong quá trình học tập.

Em xin cảm ơn tất cả các cán bộ, nhân viên nhà trường đã giúp đỡ em trong quá trình em học tập ở trường. Những thiếu sót của em mong được các thầy cô, các cán bộ công nhân viên của nhà trường thứ lỗi.

Em xin chân thành cảm ơn.

Hải phòng tháng 12-2019

Sinh viên Nguyễn Duy Chiến

TÀI LIỆU THAM KHẢO.

[1]. GS.TSKH Thân Ngọc Hoàn, TS Nguyễn Trọng Thắng Nguyên lý hoạt động của máy điện NXB Xây dựng năm 2017.

[2] M Venkata Ganesh Babu¹, Dr. R.Srinu Naik² .Comparitive Analysis of P-I, I-P, PID and Fuzzy Controllers Control of DC Motor for Speed. International Research Journal of Engineering and Technology (IRJET) Volume:

04 Issue: 10 | Oct -2017.