

KỸ THUẬT ĐIỆN

CHƯƠNG IX

MÁY ĐIỆN MỘT CHIỀU

CHƯƠNG IX : MÁY ĐIỆN MỘT CHIỀU

Máy điện một chiều (đặc biệt động cơ điện một chiều) được sử dụng nhiều bên cạnh máy điện xoay chiều.

Động cơ điện một chiều có ưu điểm ở khả năng điều chỉnh tốc độ n bằng phẳng, phạm vi điều chỉnh rộng, mômen mở máy $M_{mở}$ lớn.

Máy điện một chiều dùng để khuếch đại, chuyển đổi tốc độ, cơ cấu chấp hành, trong các thiết bị điện có yêu cầu đặc biệt.

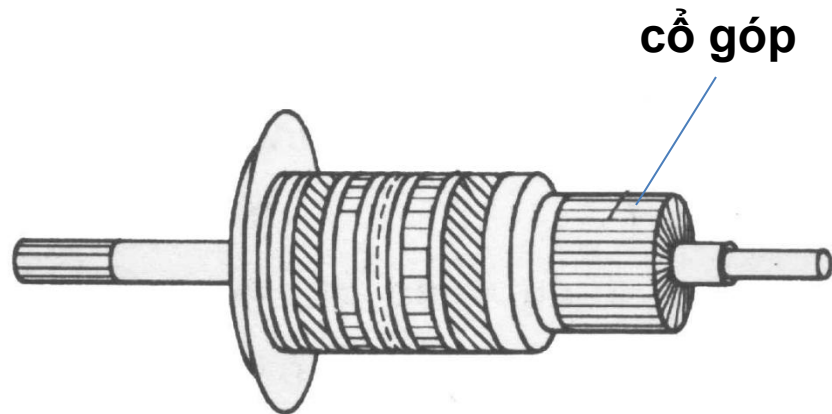
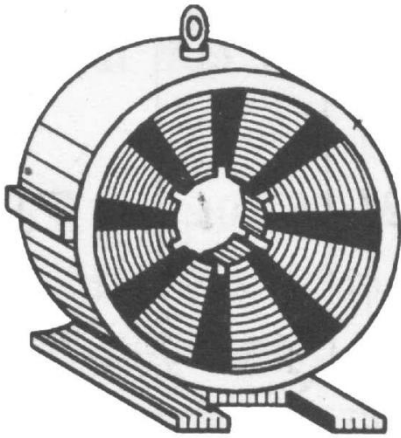
Máy điện một chiều có nhược điểm chủ yếu là có cỡ góp làm cho cấu tạo phức tạp, đắt tiền, kém tin cậy, nguy hiểm trong môi trường dễ cháy, nổ. Khi sử dụng động cơ một chiều, cần phải có nguồn một chiều kèm theo (máy phát điện một chiều, chỉnh lưu

CHƯƠNG IX : MÁY ĐIỆN MỘT CHIỀU

1. Cấu tạo máy điện một chiều

Máy điện một chiều cũng có tính thuận nghịch, nên có thể dùng làm máy phát hoặc động cơ.

Những phần chính của máy điện một chiều gồm stato với cực từ, rôto với dây quấn, cổ góp và chổi điện



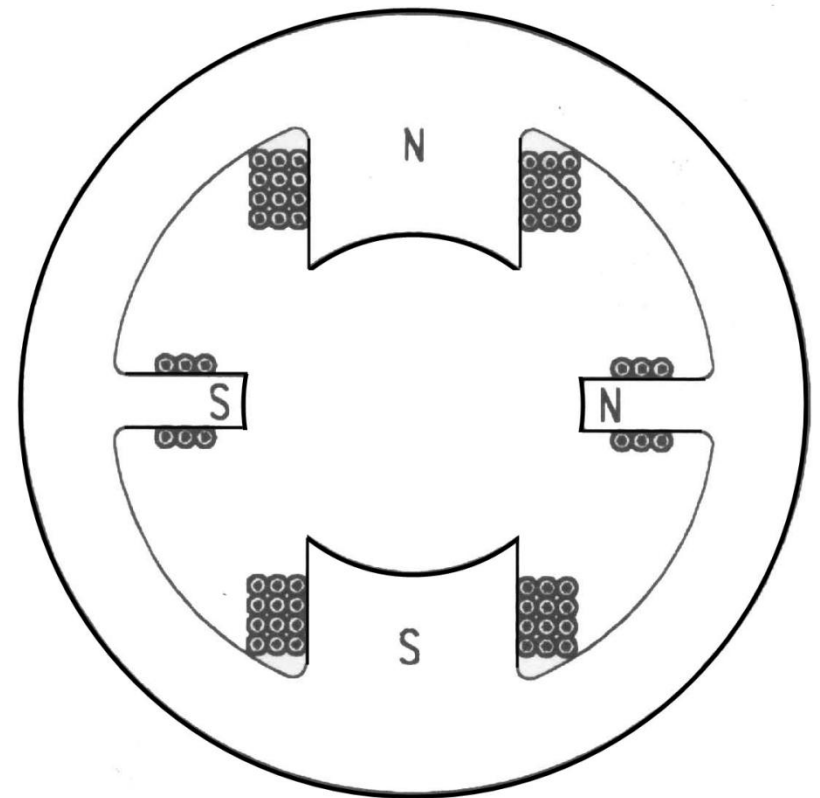
CHƯƠNG IX : MÁY ĐIỆN MỘT CHIỀU

1.1. Stato (phần tĩnh)

Stato còn gọi là phần cảm, lõi thép bằng thép đúc, mặt trong có gắn cực từ chính và cực từ phụ.

Dây quấn cực từ chính được đặt trên các cực từ chính.

Dây quấn cực từ phụ được đặt trên các cực từ phụ (giữa các cực từ chính)



CHƯƠNG IX : MÁY ĐIỆN MỘT CHIỀU

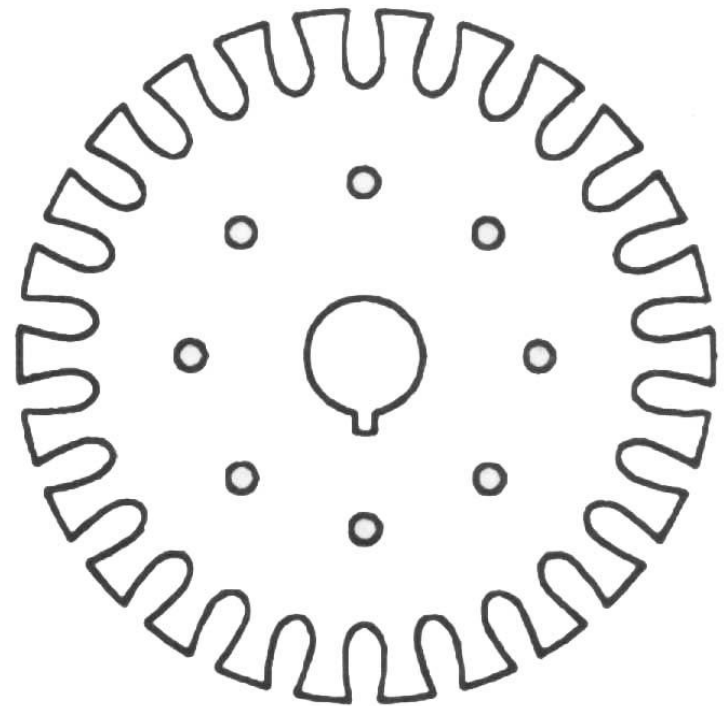
1.2. Rôto (phần quay)

Rôto của máy điện một chiều được gọi là **phần ứng** gồm lõi thép và dây quấn phần ứng

a) Lõi thép:

Dạng hình trụ, làm bằng các lá thép kỹ thuật điện dày 0,5mm, phủ sơn cách điện, ghép lại.

Trên các lá thép có dập lỗ thông gió để làm mát và rãnh để đặt dây quấn rôto.



CHƯƠNG IX : MÁY ĐIỆN MỘT CHIỀU

b) Dây quấn:

Dây quấn rôto gọi là dây quấn phần ứng, thường làm bằng dây đồng, có cách điện với nhau và với lõi thép. Dây quấn phần ứng có những đặc điểm sau:

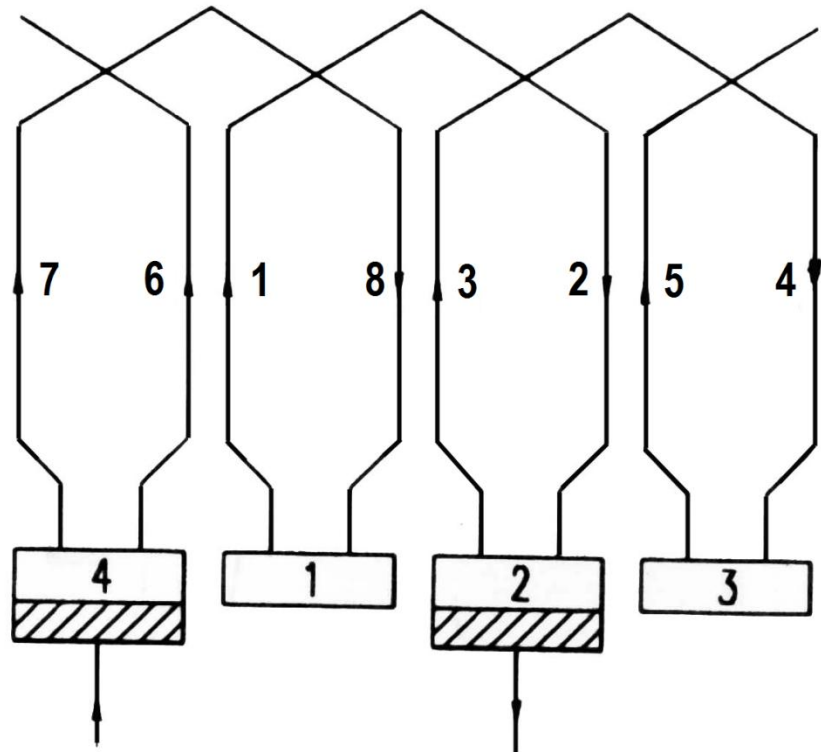
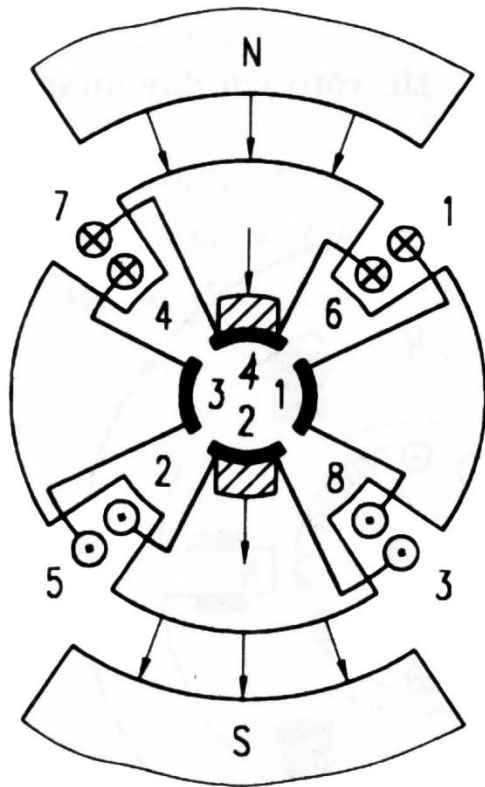
- Đặt trong các rãnh lõi thép rôto thành 2 lớp: trên và dưới.
- Gồm nhiều phần tử (bối dây), mỗi phần tử có các vòng dây và hai đầu nối với hai phiến góp.
- Hai cạnh tác dụng của phần tử (phần của bối dây đặt trong rãnh) đặt dưới hai cực từ khác tên.
- Tạo thành các mạch nhánh gồm nhiều cạnh tác dụng của các phần tử ghép lại

Vì mỗi rãnh có hai lớp → một cạnh tác dụng đặt ở lớp trên, thì cạnh tác dụng kia được xếp ở lớp dưới.

CHƯƠNG IX : MÁY ĐIỆN MỘT CHIỀU

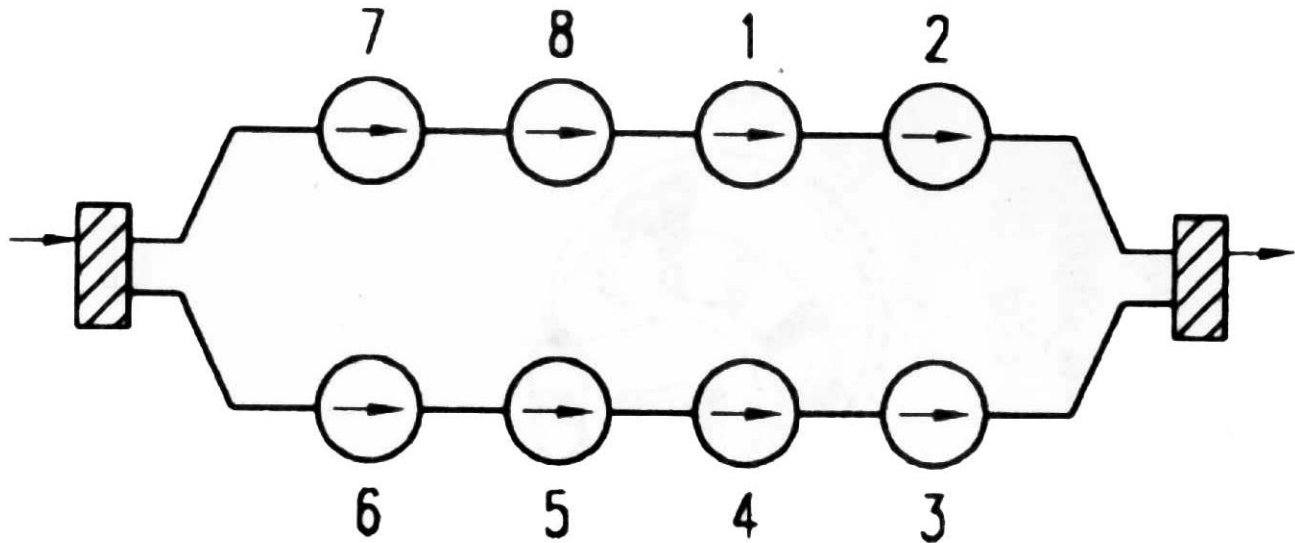
Dây quấn phần ứng của máy điện có 4 phần tử (1-2, 3-4, 5-6 và 7-8)

Sơ đồ đặt dây trong Rôto và Sơ đồ triển khai:



CHƯƠNG IX : MÁY ĐIỆN MỘT CHIỀU

Mạch nhánh dây quấn phản ứng (mỗi cạnh tác dụng được biểu diễn bằng một sđđ):

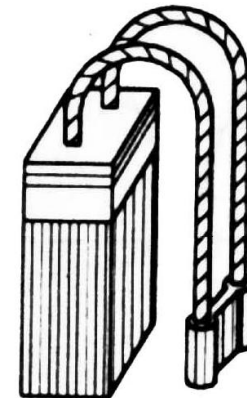
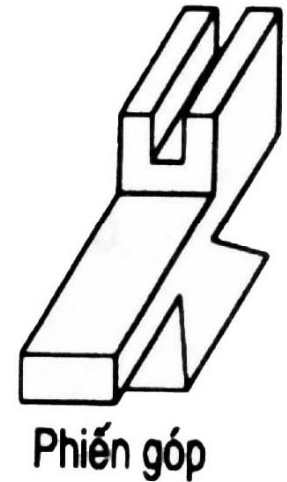
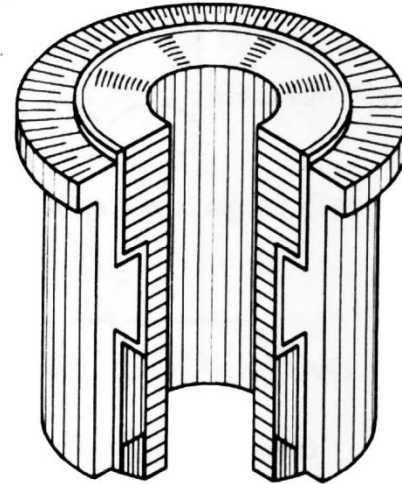


CHƯƠNG IX : MÁY ĐIỆN MỘT CHIỀU

1.3. Cổ góp và chổi điện

Cổ góp gồm các phiến góp bằng đồng được ghép cách điện, có dạng hình trụ, gắn ở đầu trục. Hình vẽ cắt cổ góp để dễ thấy rõ hình dạng các phiến góp và hình phiến góp.

Chổi điện (chổi than) làm bằng than graphit . Các chổi tì chặt lên cổ góp nhờ lò so và giá chổi điện gắn trên nắp máy



CHƯƠNG IX : MÁY ĐIỆN MỘT CHIỀU

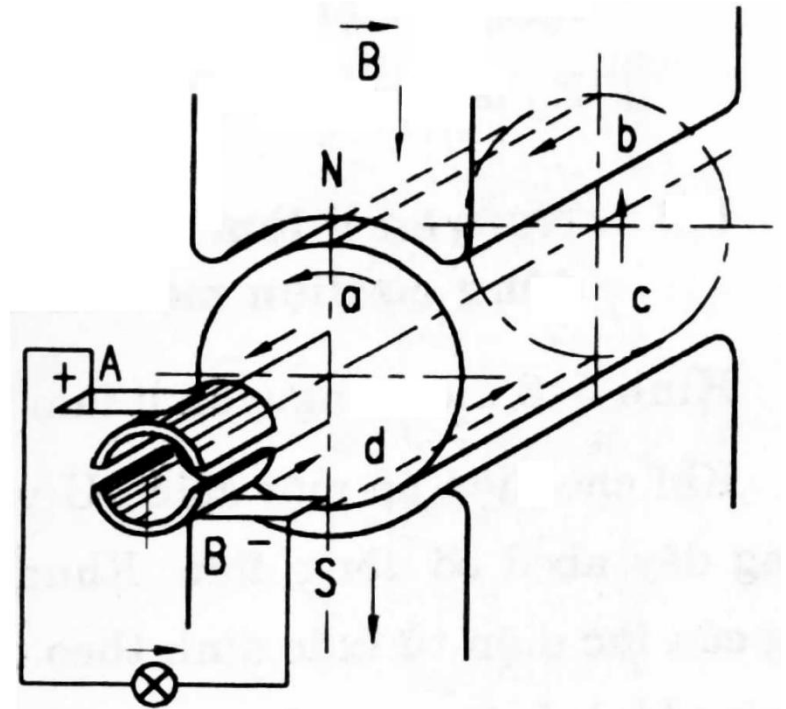
2. Nguyên lý làm việc

2.1. Nguyên lý và phương trình điện áp máy phát điện một chiều

Máy gồm có một khung dây abcd đầu nối với 2 phiến góp.

Khung dây và phiến góp được quay quanh trục của nó với một tốc độ không đổi trong từ trường của hai cực nam châm N-S.

Các chổi điện A và B đặt cố định và tiếp xúc vào phiến góp



CHƯƠNG IX : MÁY ĐIỆN MỘT CHIỀU

Khi động cơ sơ cấp quay phần ứng, các thanh dẫn của dây quấn phần ứng cắt từ trường của cực từ, cảm ứng các sức điện động. Chiều sđđ xác định theo quy tắc bàn tay phải.

Khi phần ứng quay được nửa vòng, vị trí của phần tử thay đổi: thanh dẫn ở các cực từ trái dấu với nửa vòng trước → Sđđ trong các thanh dẫn đổi chiều.

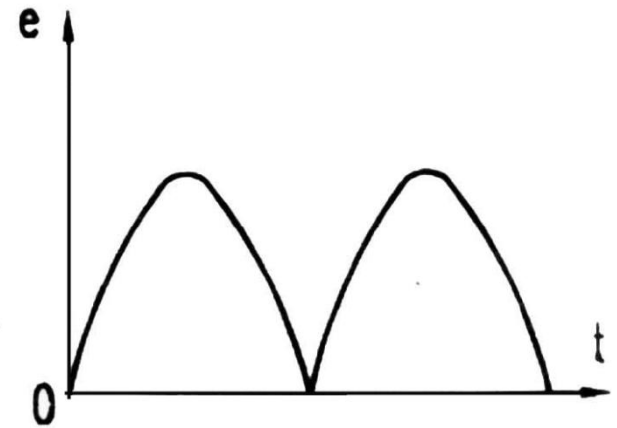
Nhờ có chổi điện đứng yên → chổi điện nối với phần góp của thanh dẫn đổi điện → chiều dòng điện ở mạch ngoài không đổi.

Ta có máy phát điện một chiều: cực dương và âm ở các chổi điện đổi điện.

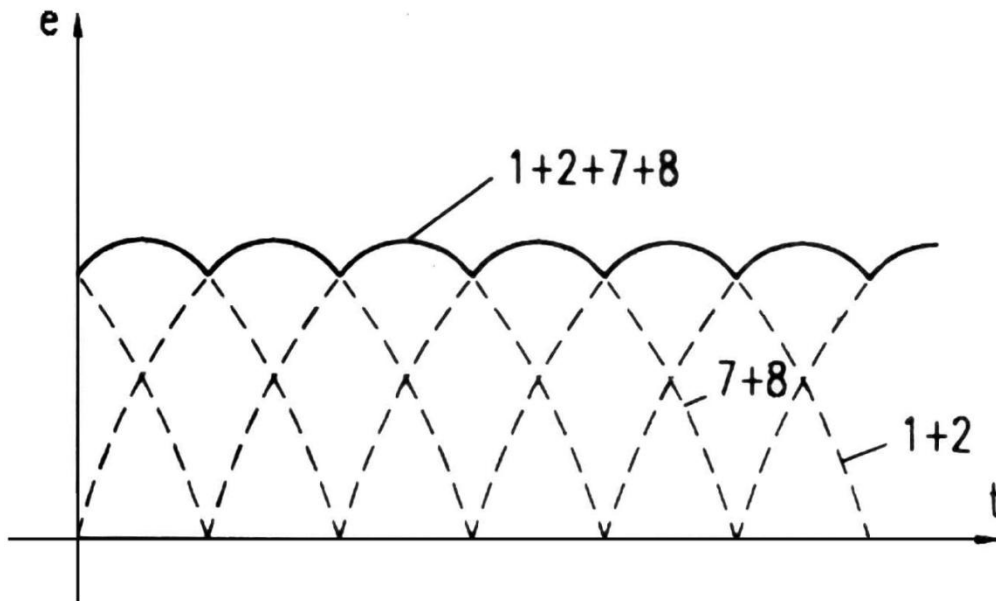
.

CHƯƠNG IX : MÁY ĐIỆN MỘT CHIỀU

Dạng sóng sđđ máy điện một chiều khi có một phần tử (1-2).



Dạng sóng sđđ máy điện một chiều khi có 2 phần tử (1-2 và 7-8)



Để điện áp lớn hơn và ít nhấp nhô \rightarrow dây quấn phải có nhiều phần tử và nhiều phiến góp

CHƯƠNG IX : MÁY ĐIỆN MỘT CHIỀU

Phương trình điện áp máy phát điện một chiều:

Chế độ máy phát điện: dòng điện và sđđ cùng chiều.

$$U = E_u - I_u R_u$$

R_u - điện trở dây quấn phần ứng

U - điện áp đầu cực máy

$I_u R_u$ - điện áp rơi trên dây quấn phần ứng

E_u - sức điện động (sđđ) phần ứng

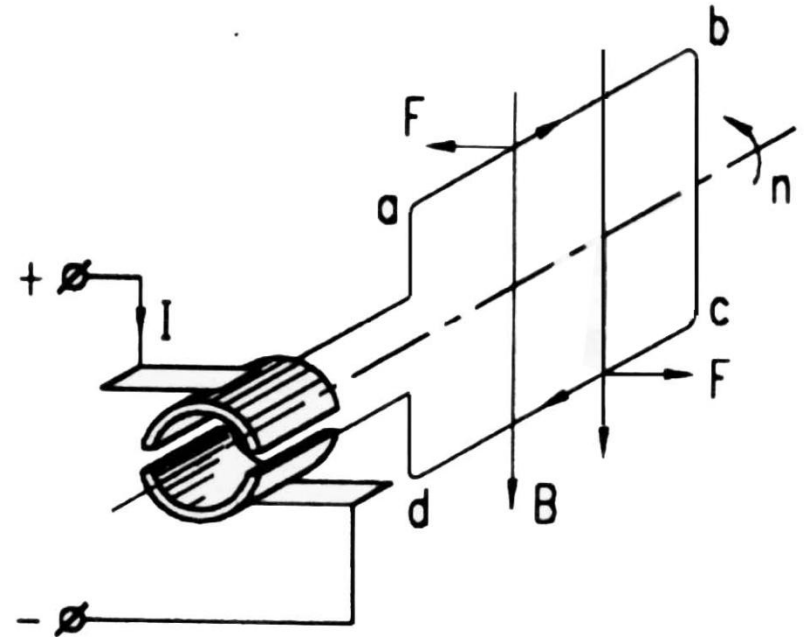
CHƯƠNG IX : MÁY ĐIỆN MỘT CHIỀU

2.2. Nguyên lý và phương trình điện áp động cơ điện một chiều

Xét động cơ điện một chiều
gồm 1 phần tử

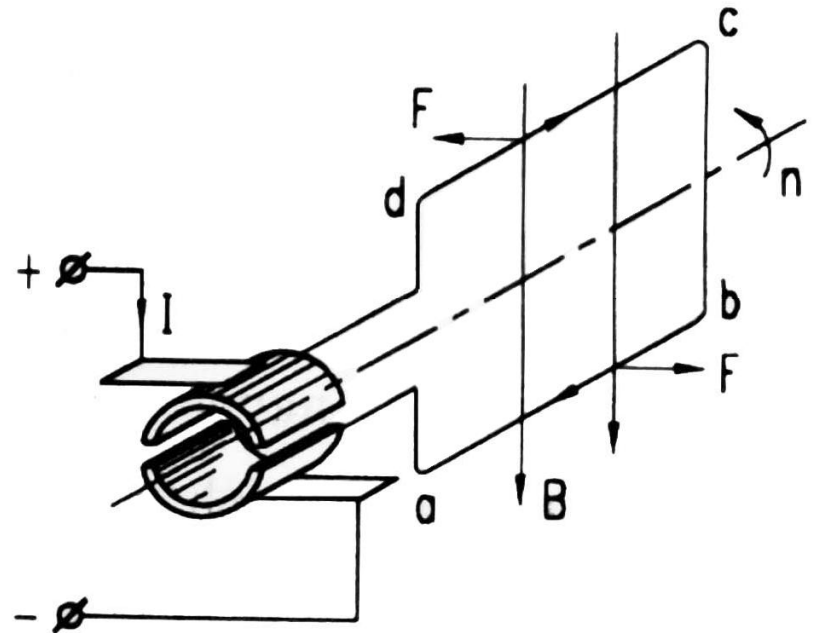
Cho điện áp một chiều U vào
hai chổi điện (dương phía trên
và âm phía dưới), trong khung
dây abcd có dòng điện.

Khung dây abcd có điện nằm
trong từ trường sẽ chịu tác
dụng của lực điện từ F (quy tắc
bàn tay trái), sinh ra mômen
làm quay khung dây



CHƯƠNG IX : MÁY ĐIỆN MỘT CHIỀU

Khi phần ứng quay được nửa vòng, vị trí các thanh dẫn ab, cd đổi chỗ cho nhau, nhưng do có phiến góp đổi chiều dòng điện, nên chiều lực tác dụng không đổi, đảm bảo chiều quay của khung dây (tức rôto) không đổi.



Khi rôto quay, các thanh dẫn rôto cắt từ trường sẽ cảm ứng sđđ E_v , chiều sđđ xác định theo quy tắc bàn tay phải.

Ở động cơ, chiều sđđ E_v ngược chiều với dòng điện I_v nên E_v được gọi là sức phản điện

CHƯƠNG IX : MÁY ĐIỆN MỘT CHIỀU

Phương trình cân bằng điện áp của động cơ điện một chiều

$$U = E_u + I_u R_u$$

R_u - điện trở dây quấn phần ứng

U - điện áp cấp cho động cơ

$I_u R_u$ - điện áp rơi trên dây quấn phần ứng

E_u - sức điện động phần ứng (sức phản điện)

CHƯƠNG IX : MÁY ĐIỆN MỘT CHIỀU

3. Từ trường và sức điện động máy điện một chiều

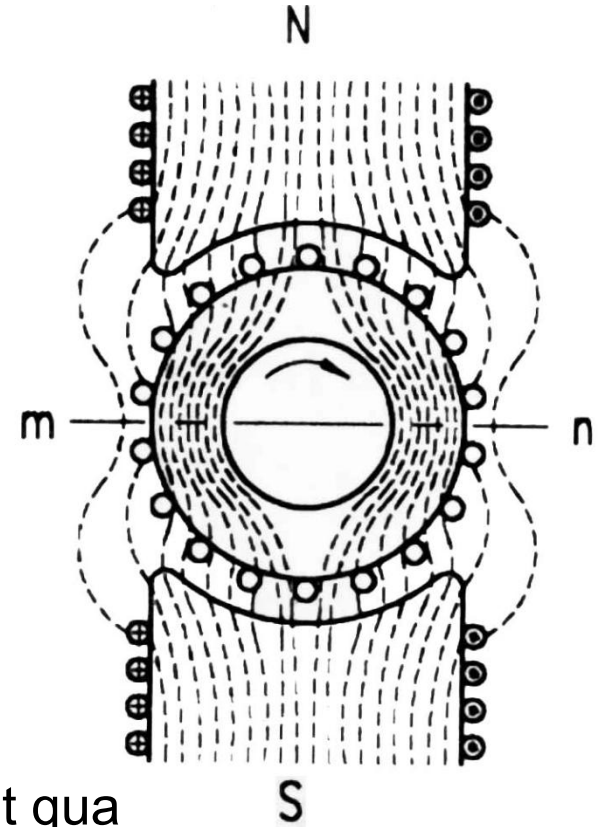
3.1. Từ trường máy điện một chiều

Khi máy điện một chiều không tải, từ trường trong máy chỉ do dòng điện kích từ gây ra gọi là từ trường cực từ.

Từ trường cực từ phân bố đối xứng.

Đường trung tính hình học mn, cường độ từ cảm $B=0$ → thanh dẫn chuyển động qua đó không cảm ứng sđđ

Số lượng các đường sức, thanh dẫn cắt qua khi chuyển động → tốc độ biến thiên từ trường đối với thanh dẫn

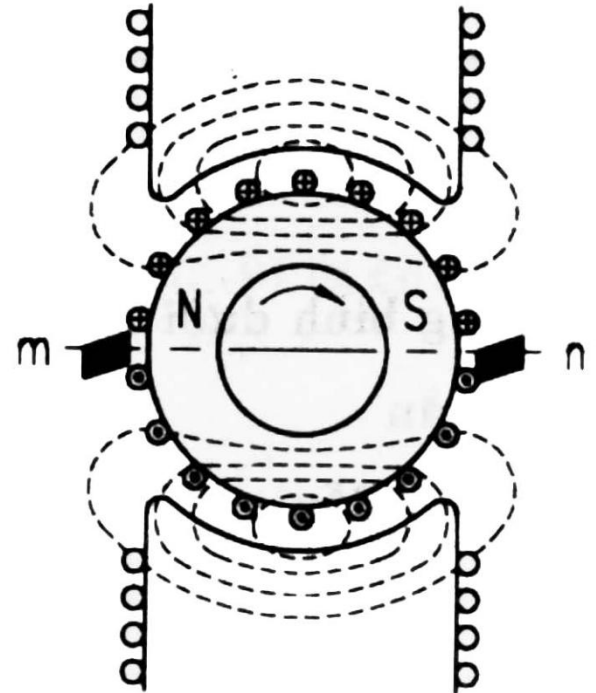


CHƯƠNG IX : MÁY ĐIỆN MỘT CHIỀU

- Khi máy điện có tải, dòng điện I_a trong dây quấn phần ứng sẽ sinh ra từ trường phần ứng

Từ trường phần ứng được xác định theo chiều dòng điện trong các thanh dẫn (qui tắc vụn nút chai).

Chiều từ trường phần ứng trong hình vuông góc với từ trường cực từ và có hướng từ trái → phải.

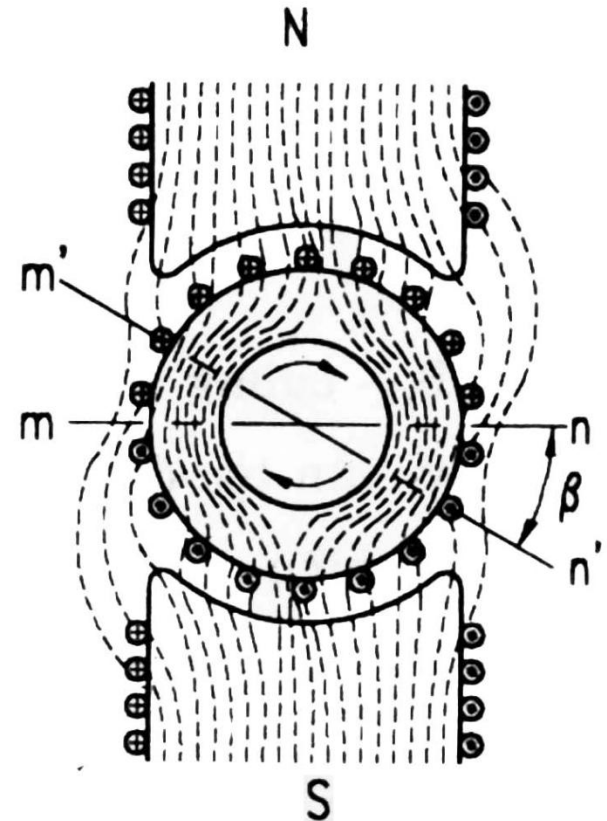


CHƯƠNG IX : MÁY ĐIỆN MỘT CHIỀU

Từ trường trong máy là từ trường tổng hợp của từ trường cực từ và từ trường phản ứng. Ảnh hưởng của từ trường phản ứng lên từ trường cực từ → **phản ứng phần ứng**

Phản ứng phần ứng làm cho từ trường của máy biến dạng:

- Một mỏm cực được tăng cường (ở đó từ trường phản ứng cùng chiều với từ trường cực từ).
- Mỏm cực từ kia, từ trường bị yếu đi (từ trường phản ứng ngược chiều với từ trường cực từ)

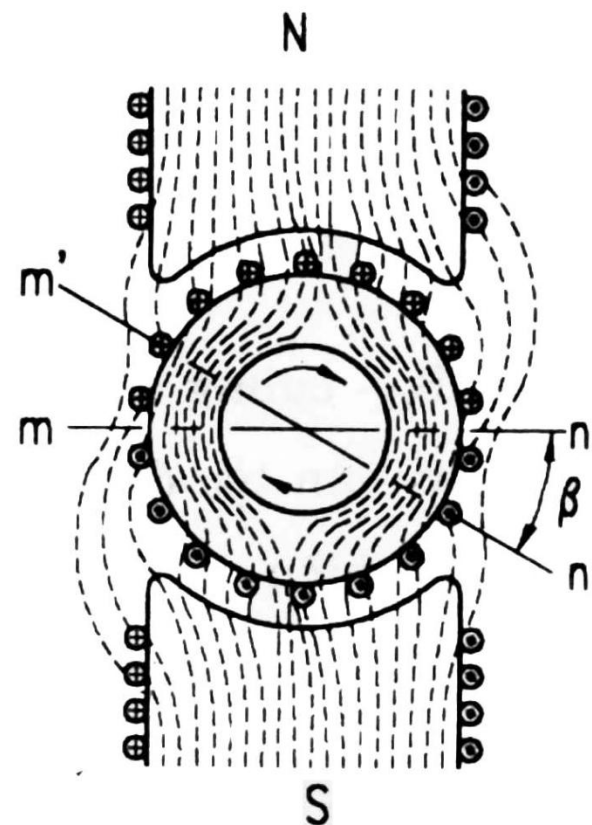


CHƯƠNG IX : MÁY ĐIỆN MỘT CHIỀU

- Đường trung tính dịch chuyển đến vị trí mới (trung tính vật lý) $m'n'$, lệch với (trung tính hình học) mn góc β

Góc lệch β thường nhỏ, với máy phát góc lệch β lấy theo chiều quay rôto, và với động cơ điện β có chiều ngược lại.

Tại vị trí trung tính hình học, từ cảm $B \neq 0$, thanh dẫn chuyển động qua đó sẽ cảm ứng sđđ (có chiều ngược so với lúc chỉ có từ trường cực từ), gây ảnh hưởng xấu đến việc đổi chiều dòng điện trong máy



CHƯƠNG IX : MÁY ĐIỆN MỘT CHIỀU

Khi tải lớn, dòng điện phần ứng I_p lớn, từ trường phần ứng lớn, phần mòm cực từ trường được tăng cường bị bão hoà, từ cảm B ở đó tăng lên được rất ít, trong khi đó, mòm cực kia từ trường giảm đi nhiều. Kết quả là từ thông Φ của máy bị giảm xuống.

Từ thông Φ giảm:

Máy phát điện \rightarrow sđđ phần ứng E_p giảm \rightarrow điện áp đầu cực máy phát U giảm.

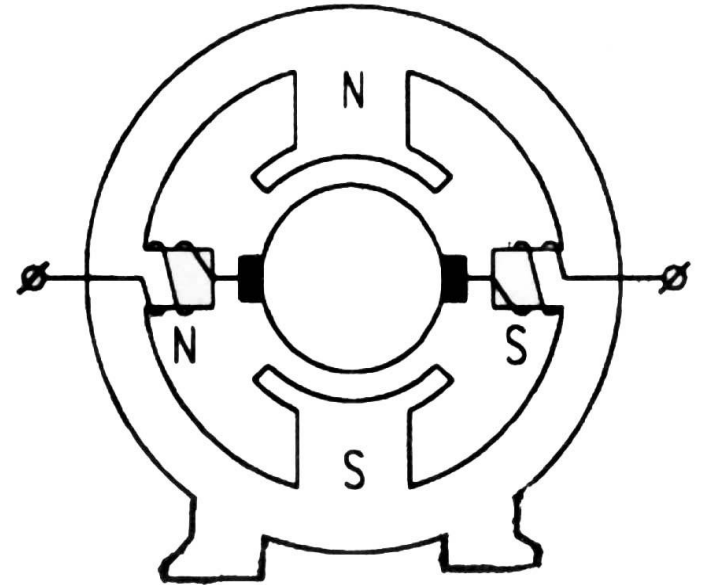
Động cơ \rightarrow mômen quay giảm và tốc độ động cơ thay đổi

CHƯƠNG IX : MÁY ĐIỆN MỘT CHIỀU

Để khắc phục hậu quả trên, người ta dùng cực từ phụ và dây quấn bù.

Từ trường của cực từ phụ và dây quấn bù ngược với từ trường phần ứng.

Để kịp thời khắc phục từ trường phần ứng khi tải thay đổi, dây quấn cực từ phụ và dây quấn bù đầu nối tiếp với mạch phần ứng



CHƯƠNG IX : MÁY ĐIỆN MỘT CHIỀU

3.2. Sức điện động phần ứng

a) *Sức điện động thanh dẫn*

Khi rôto quay, các thanh dẫn phần ứng cắt từ trường, trong mỗi thanh dẫn cảm ứng sđđ:

$$e = B_{tb} l.v$$

B_{tb} - cường độ từ cảm trung bình dưới cực từ

v - vận tốc dài của thanh dẫn

l - chiều dài hiệu dụng thanh dẫn

CHƯƠNG IX : MÁY ĐIỆN MỘT CHIỀU

b) Sức điện động phần ứng E_v

Dây quấn phần ứng gồm nhiều phần tử nối tiếp nhau thành mạch vòng kín. Các chổi điện chia dây quấn thành nhiều nhánh song song.

Sức điện động phần ứng bằng tổng các sức điện động thanh dẫn trong một nhánh.

Nếu số thanh dẫn của dây quấn là N , số nhánh song song là $2a$ (a là số đôi mạch nhánh), số thanh dẫn một nhánh $N/2a$, sức điện động phần ứng:

$$E = \frac{N}{2a} e = \frac{N}{2a} B_{tb} l \cdot v$$

CHƯƠNG IX : MÁY ĐIỆN MỘT CHIỀU

Tốc độ dài v (m/s) xác định theo tốc độ quay n (vg/ph):

$$v = \frac{\pi \cdot D \cdot n}{60}$$

Từ thông dưới mỗi cực từ:

$$\Phi = B_{tb} \frac{\pi \cdot D \cdot l}{2p} \quad \rightarrow \quad B_{tb} = \Phi \frac{2p}{\pi \cdot D \cdot l}$$

Thay các giá trị vào biểu thức sđđ phần ứng:

$$E = \frac{N}{2a} B_{tb} l \cdot v = \frac{N}{2a} \Phi \frac{2p}{\pi \cdot D \cdot l} l \frac{\pi \cdot D \cdot n}{60} = \frac{pN}{60a} n\Phi$$

$$k_e = \frac{pN}{60a} \quad \rightarrow \quad \text{Hệ số, phụ thuộc vào cấu tạo dq phần ứng}$$

CHƯƠNG IX : MÁY ĐIỆN MỘT CHIỀU

Nhận xét:

- Sđđ phần ứng tỷ lệ với tốc độ quay phần ứng n và từ thông Φ dưới mỗi cực từ.
- Thay đổi trị số sđđ : Điều chỉnh tốc độ quay n , hoặc điều chỉnh từ thông Φ bằng cách điều chỉnh dòng kích từ.
- Đổi chiều sđđ : Đổi chiều quay, hoặc đổi chiều dòng điện kích từ

CHƯƠNG IX : MÁY ĐIỆN MỘT CHIỀU

4. Công suất điện từ và mômen điện từ

Công suất điện từ của máy điện một chiều

$$P_{\text{đt}} = E_u I_u \quad \rightarrow \quad P_{\text{đt}} = \frac{pN}{60a} n\Phi \cdot I_u$$

Mômen điện từ

$$M_{\text{đt}} = \frac{P_{\text{đt}}}{\omega_r}$$

Tần số góc của Rôto: $\omega_r = \frac{2\pi \cdot n}{60}$

$$M_{\text{đt}} = \frac{P_{\text{đt}}}{\omega_r} = \frac{pN}{60a} n\Phi \cdot I \frac{60}{2\pi \cdot n} = \frac{pN}{2\pi \cdot a} \Phi \cdot I$$

CHƯƠNG IX : MÁY ĐIỆN MỘT CHIỀU

Mômen điện từ

$$M_{dt} = k_M \Phi . I$$

$$k_M = \frac{pN}{2\pi . a} \quad \rightarrow \text{Hệ số mômen điện từ}$$

Mômen điện từ tỷ lệ với dòng điện phần ứng I_u và từ thông Φ .

Thay đổi mômen điện từ: Phải thay đổi dòng điện phần ứng I_u hoặc thay đổi dòng điện kích từ I_{kt} .

Đổi chiều mômen điện từ: Phải đổi chiều hoặc dòng điện phần ứng hoặc dòng điện kích từ

CHƯƠNG IX : MÁY ĐIỆN MỘT CHIỀU

5. Tia lửa điện trên cổ góp - biện pháp khắc phục

Khi máy điện một chiều làm việc thường gây ra tia lửa giữa chổi điện và cổ góp. Tia lửa điện có thể gây ra vành lửa xung quanh cổ góp, phá hỏng chổi điện và cổ góp, gây tổn hao năng lượng, ảnh hưởng xấu đến môi trường, gây nhiễu cho các thiết bị điện tử

5.1. Nguyên nhân cơ khí

Sự tiếp xúc giữa cổ góp và chổi điện không tốt, do cổ góp không tròn, không nhẵn, chổi than không đúng quy cách, do chổi than cố định không tốt hoặc lực lò xo không đủ để tỳ sát chổi điện vào cổ góp gây ra sự rung động của chổi than

CHƯƠNG IX : MÁY ĐIỆN MỘT CHIỀU

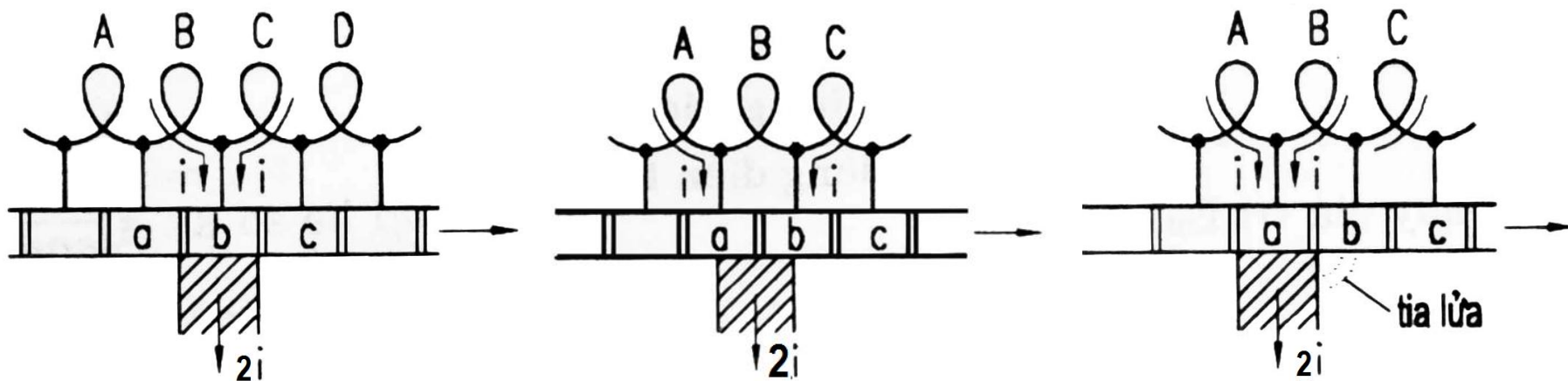
2. Nguyên nhân điện từ

Khi rôto quay, liên tiếp có phần tử dây quấn chuyển từ mạch nhánh này sang mạch nhánh khác (gọi là phần tử đổi chiều). Trong phần tử đổi chiều xuất hiện các sđđ sau:

- a) Sđđ tự cảm e_L do sự biến thiên dòng điện trong phần tử đổi chiều
- b) Sđđ hổ cảm e_M do sự biến thiên dòng điện của các phần tử đổi chiều khác lân cận
- c) Sđđ cảm ứng e_q do từ trường của phần ứng gây ra.

CHƯƠNG IX : MÁY ĐIỆN MỘT CHIỀU

Thời điểm chổi điện làm ngắn mạch các phần góp của phần tử đổi chiều, các sđđ trên sinh ra dòng điện i chạy quanh trong phần tử ấy, tích lũy năng lượng và phóng ra dưới dạng tia lửa khi vành góp chuyển động



CHƯƠNG IX : MÁY ĐIỆN MỘT CHIỀU

Để khắc phục tia lửa, ngoài việc loại trừ nguyên nhân cơ khí, ta phải tìm cách giảm trị số các sđđ trên và dùng cực từ phụ và dây quấn bù để tạo nên trong phần tử đổi chiều các sđđ nhằm bù (triệt tiêu) tổng 3 sđđ e_L , e_M , e_q .

Từ trường của dây quấn bù và cực từ phụ phải ngược chiều với từ trường phản ứng.

Đối với máy công suất nhỏ, người ta không dùng cực từ phụ mà chuyển chổi than đến đường trung tính vật lý

CHƯƠNG IX : MÁY ĐIỆN MỘT CHIỀU

6. Máy phát điện một chiều

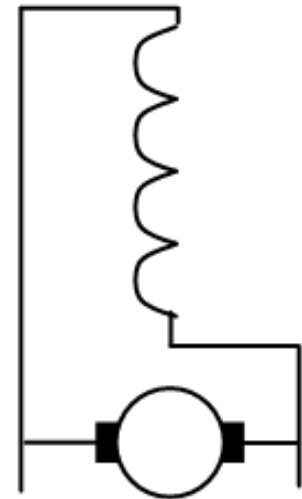
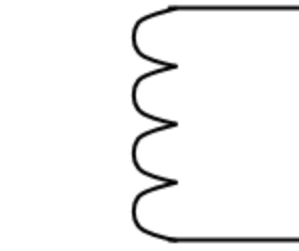
6.1. Phân loại máy điện một chiều

- *Máy điện một chiều kích từ độc lập*

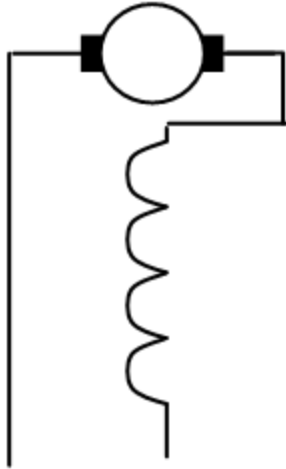
Dòng điện kích từ của máy lấy từ nguồn điện khác không liên hệ với phần ứng của máy

- *Máy điện một chiều kích từ song song*

Dây quấn kích từ nối song song với phần ứng



CHƯƠNG IX : MÁY ĐIỆN MỘT CHIỀU

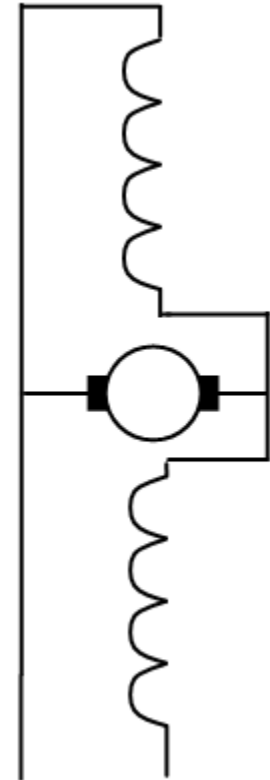


- *Máy điện một chiều kích từ nối tiếp*

Dây quấn kích từ mắc nối tiếp với phần ứng

- *Máy điện một chiều kích từ hỗn hợp*

Gồm 2 dây quấn kích từ: dây quấn kích từ song song và dây quấn kích từ nối tiếp, trong đó dây quấn kích từ song song thường là chủ yếu



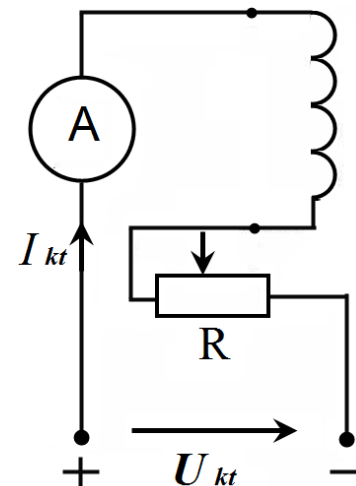
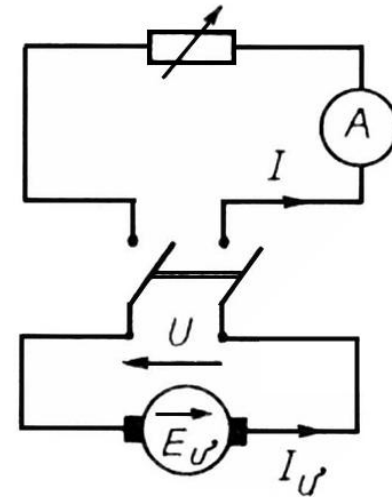
CHƯƠNG IX : MÁY ĐIỆN MỘT CHIỀU

6.2. Máy phát điện một chiều kích từ độc lập

Sơ đồ máy phát điện kích từ độc lập.

Dòng điện phần ứng I_U bằng dòng điện tải I .

Mạch kích từ có biến trở để điều chỉnh dòng điện kích từ



CHƯƠNG IX : MÁY ĐIỆN MỘT CHIỀU

Phương trình máy phát điện kích từ độc lập:

Phương trình dòng điện

$$I = I_u$$

Phương trình điện áp:

$$U = E_u - R_u I_u$$

$$U_{kt} = I_{kt} (R_{kt} + R_{đc})$$

R_u - điện trở dây quấn phần ứng,

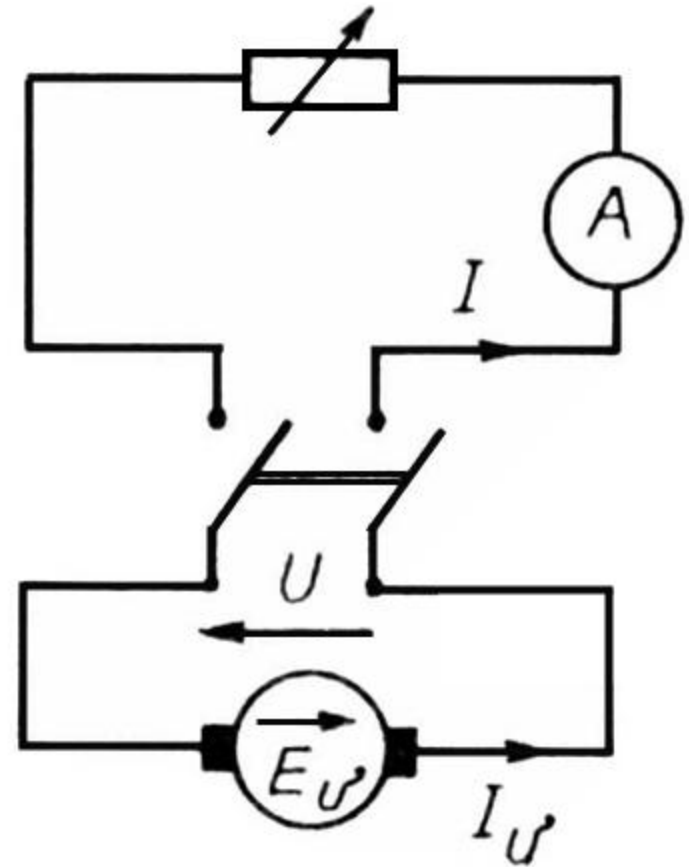
R_{kt} - điện trở dây quấn kích từ,

$R_{đc}$ - điện trở điều chỉnh (thay đổi dòng kích từ)

CHƯƠNG IX : MÁY ĐIỆN MỘT CHIỀU

Khi dòng điện tải I tăng, dòng điện phần ứng I_U tăng, điện áp U giảm xuống do hai nguyên nhân sau:

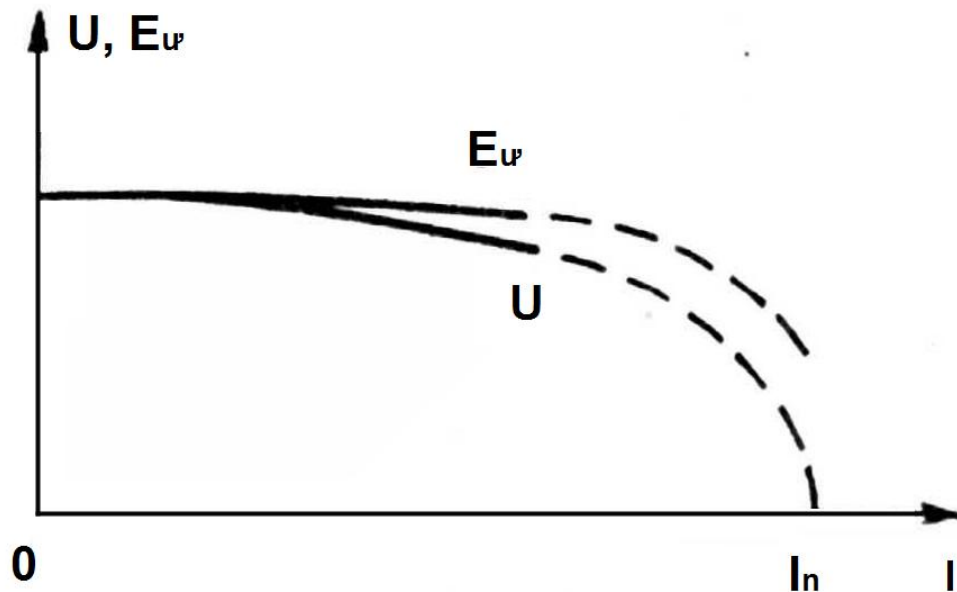
- Từ trường phần ứng tăng \rightarrow cho từ thông giảm \rightarrow sức điện động E_U giảm.
- Điện áp rơi trong mạch phần ứng $r_U I_U$ tăng.
- Đặc trưng cho sự biến đổi điện áp \rightarrow **đặc tính ngoài**



CHƯƠNG IX : MÁY ĐIỆN MỘT CHIỀU

Đường đặc tính ngoài $U = f(I)$ khi tốc độ máy điện (n) và dòng điện kích từ (I_{kt}) không đổi.

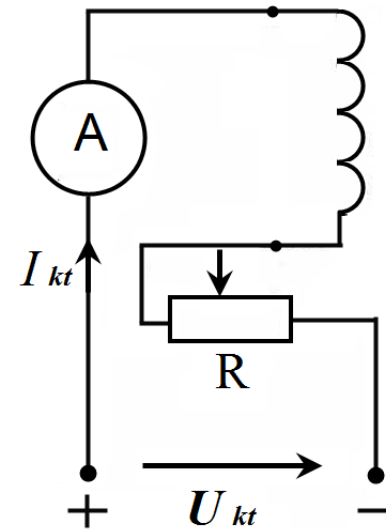
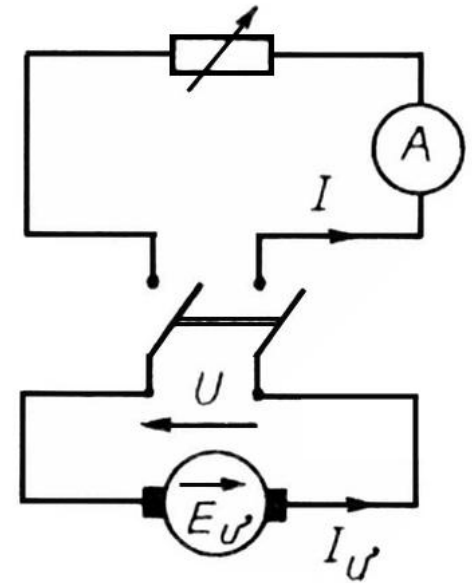
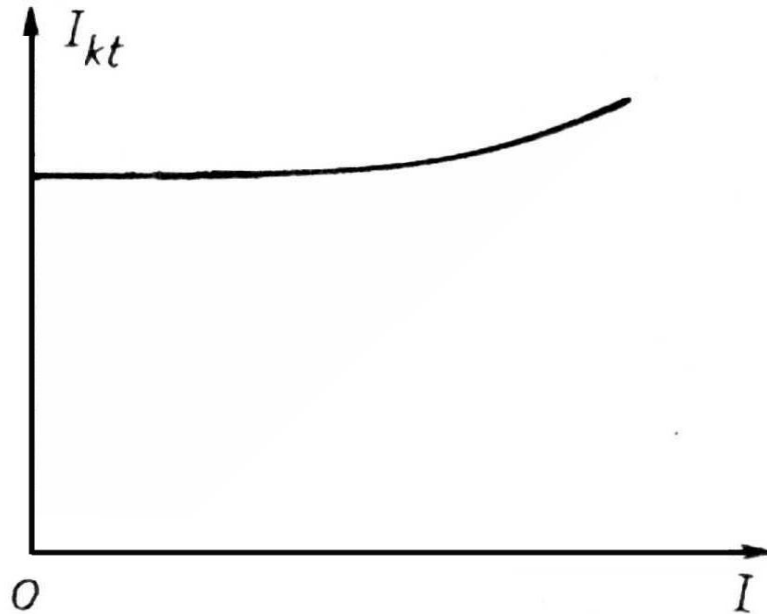
Khi tải tăng điện áp giảm, độ giảm điện áp khoảng 8÷10% điện áp khi không tải



CHƯƠNG IX : MÁY ĐIỆN MỘT CHIỀU

Để giữ cho điện áp máy phát không đổi, phải tăng dòng điện kích từ.

Đường đặc tính điều chỉnh $I_{kt} = f(I)$, khi giữ điện áp và tốc độ không đổi.



CHƯƠNG IX : MÁY ĐIỆN MỘT CHIỀU

Ưu nhược điểm của máy phát kích từ độc lập:

- Ưu điểm: khả năng điều chỉnh điện áp linh hoạt, phạm vi rộng. Máy thường được dùng trong hệ thống máy phát - động cơ phục vụ mục đích truyền động những thiết bị đòi hỏi chính xác cao: máy cán, máy cắt kim loại, thiết bị tự động trên tàu thủy, máy bay ...

- Nhược điểm: cần có nguồn điện kích từ riêng

CHƯƠNG IX : MÁY ĐIỆN MỘT CHIỀU

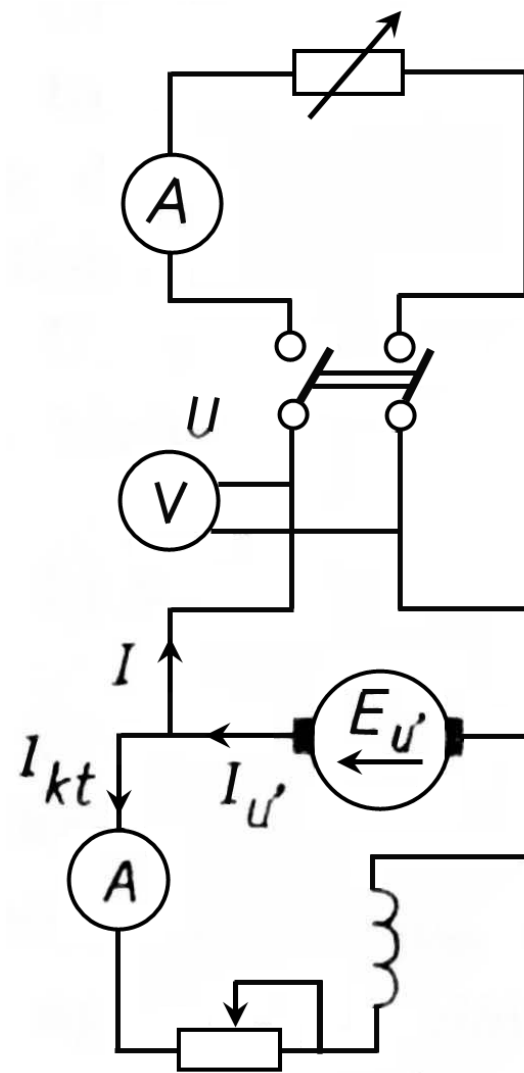
6.3. Máy phát điện kích từ song song

Sơ đồ máy phát điện kích từ song song.

Máy cần thực hiện một quá trình tự kích từ để hoạt động

Khi mở máy, không có dòng điện kích từ, từ thông (từ thông dư $\Phi_{dư}$) trong máy do từ dư của cực từ tạo ra, bằng khoảng 2÷3% từ thông định mức.

Khi phần ứng quay, trong dây quấn phần ứng sẽ có sức điện động cảm ứng do từ thông dư sinh ra (có trị số nhỏ).



CHƯƠNG IX : MÁY ĐIỆN MỘT CHIỀU

Sức điện động này khép mạch qua dây quấn kích từ (điện trở điều chỉnh mạch kích từ ở vị trí nhỏ nhất), sinh ra dòng điện kích từ, làm tăng từ trường cho máy.

Quá trình tiếp tục cho đến khi đạt điện áp ổn định.

Để máy có thể thành lập điện áp, cần thiết phải có từ dư và chiều từ trường dây quấn kích từ phải trùng chiều từ trường dư.

Nếu không còn từ dư, ta phải môi để tạo từ dư.

Nếu chiều hai từ trường ngược nhau, ta phải đổi cực tính dây quấn kích từ hoặc đổi chiều quay phần ứng

CHƯƠNG IX : MÁY ĐIỆN MỘT CHIỀU

Phương trình máy phát điện kích từ song song:

Phương trình dòng điện

$$I_u = I + I_{kt}$$

Phương trình điện áp:

$$U = E_u - R_u I_u$$

$$U_{kt} = I_{kt} (R_{kt} + R_{đc})$$

R_u - điện trở dây quấn phần ứng,

R_{kt} - điện trở dây quấn kích từ,

$R_{đc}$ - điện trở điều chỉnh (thay đổi dòng kích từ)

CHƯƠNG IX : MÁY ĐIỆN MỘT CHIỀU

Khi dòng điện tải I tăng, dòng điện phần ứng I_u tăng, điện áp U giảm xuống do những nguyên nhân (ngoài nguyên nhân 1, 2 như máy kích từ độc lập, thêm một nguyên nhân thứ ba):

1- Từ trường phần ứng tăng \rightarrow cho từ thông giảm \rightarrow sức điện động E_u giảm.

2- Điện áp rơi trong mạch phần ứng $r_u I_u$ tăng.

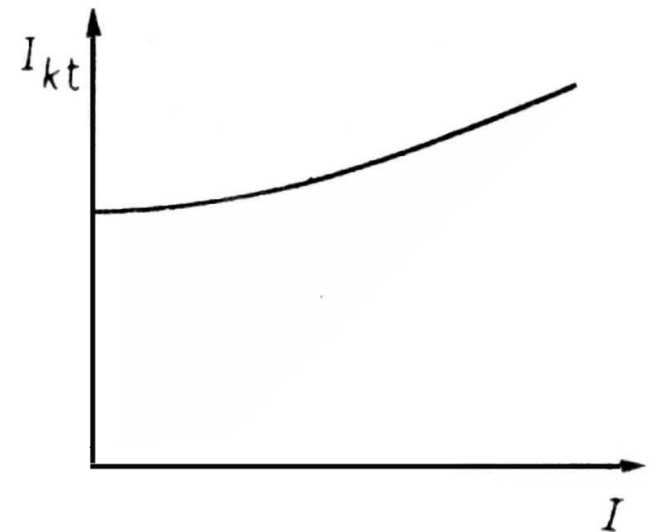
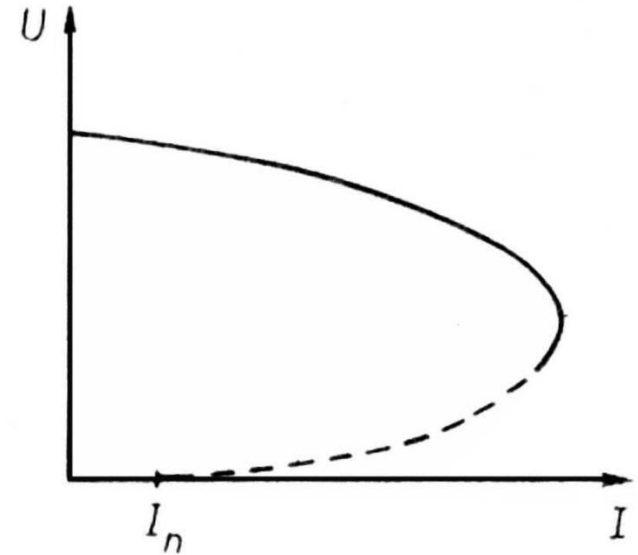
3- Điện áp U giảm \rightarrow Dòng điện kích từ giảm \rightarrow Từ thông cực từ và Sức điện động càng giảm \rightarrow đường **đặc tính ngoài** dốc hơn so với máy kích từ độc lập

CHƯƠNG IX : MÁY ĐIỆN MỘT CHIỀU

Đường đặc tính ngoài của máy phát kích từ song song:

Từ đường đặc tính ta thấy, khi ngắn mạch, điện áp $U = 0$, dòng kích từ bằng không, sức điện động trong máy chỉ do từ dư sinh ra vì thế dòng điện ngắn mạch I_n nhỏ so với dòng điện định mức.

Để điều chỉnh điện áp, ta phải điều chỉnh dòng điện kích từ, đường đặc tính điều chỉnh $I_{kt} = f(I)$, khi U, n không đổi



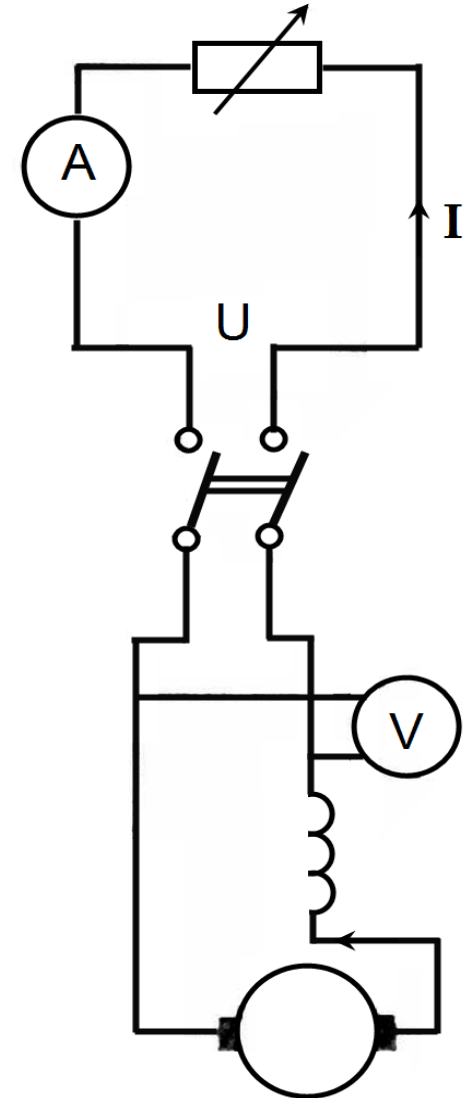
CHƯƠNG IX : MÁY ĐIỆN MỘT CHIỀU

6.4. Máy phát điện kích từ nối tiếp

Sơ đồ nối dây

Đặc điểm: Dòng điện kích từ là dòng điện tải, do đó khi tải thay đổi, điện áp thay đổi rất nhiều.

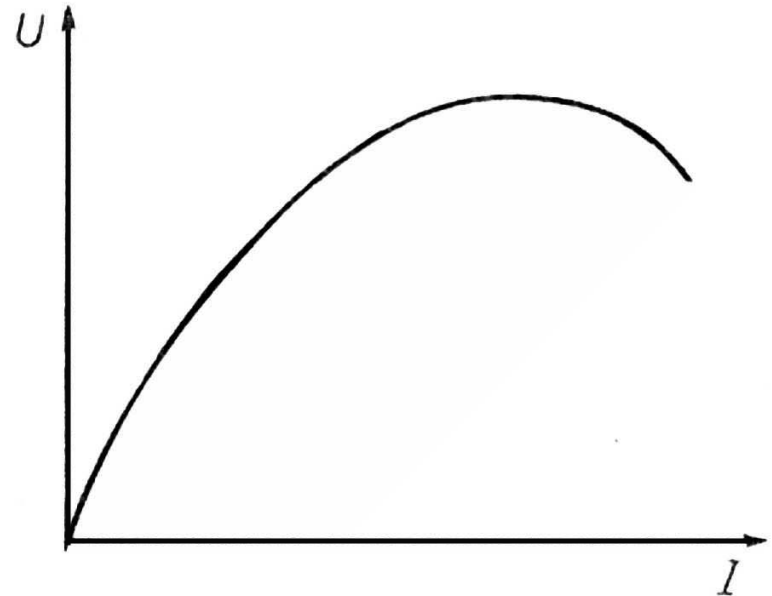
Trong thực tế không sử dụng máy phát kích từ nối tiếp



CHƯƠNG IX : MÁY ĐIỆN MỘT CHIỀU

Đường đặc tính ngoài $U = f(I)$

Dạng đường đặc tính ngoài được giải thích như sau: Khi tải tăng, dòng điện I_v tăng, từ thông và E_v tăng, do đó U tăng, khi $I = (2 \div 2,5)I_{đm}$, máy bão hoà, thì I tăng U sẽ giảm.



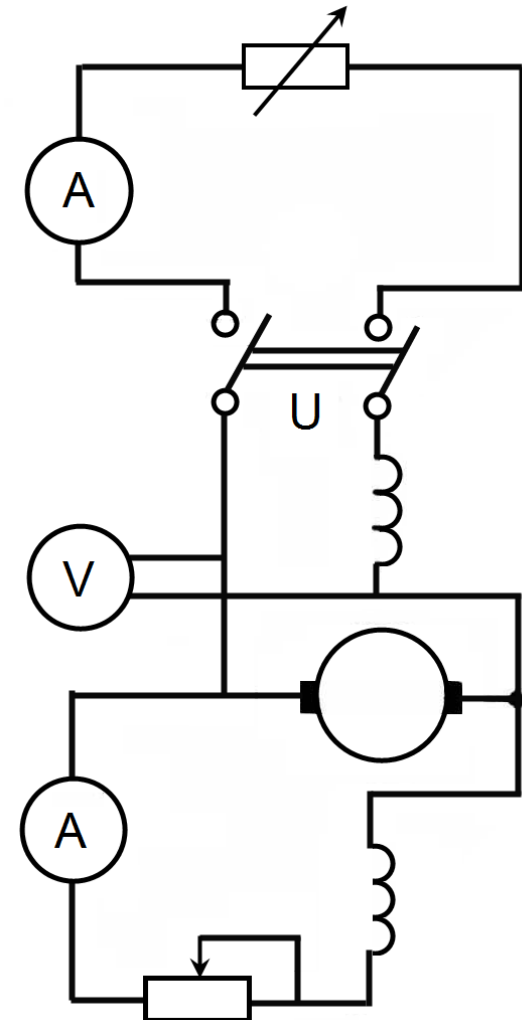
CHƯƠNG IX : MÁY ĐIỆN MỘT CHIỀU

6.5. Máy phát điện kích từ hỗn hợp

Sơ đồ nối dây: Máy kích từ hỗn hợp có hai cách nối: thuận và ngược

- Nối thuận, từ thông của dây quấn kích từ nối tiếp cùng chiều với từ thông của dây quấn kích từ song song.

- Nối ngược, chiều từ trường của dây quấn kích từ nối tiếp ngược với chiều từ trường của dây quấn kích từ song song



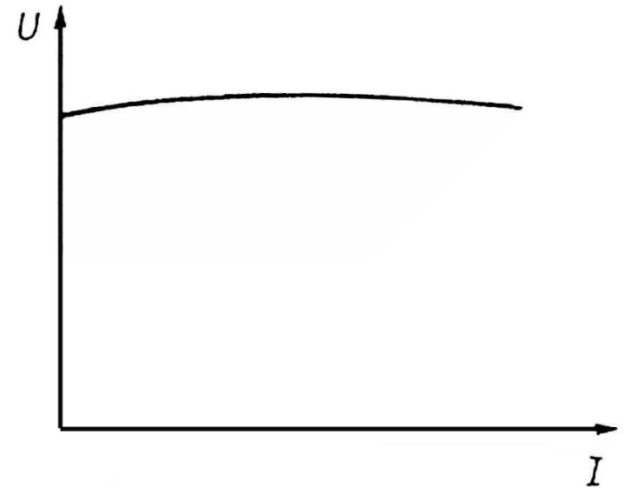
CHƯƠNG IX : MÁY ĐIỆN MỘT CHIỀU

Đặc điểm sơ đồ nối dây:

Nối thuận: Khi tải tăng, từ thông cuộn nối tiếp tăng làm cho từ thông của máy tăng lên, sức điện động của máy tăng, điện áp đầu cực của máy được giữ hầu như không đổi.

Đây là ưu điểm rất lớn của máy phát điện kích từ hỗn hợp.

Đường đặc tính ngoài $U = f(I)$

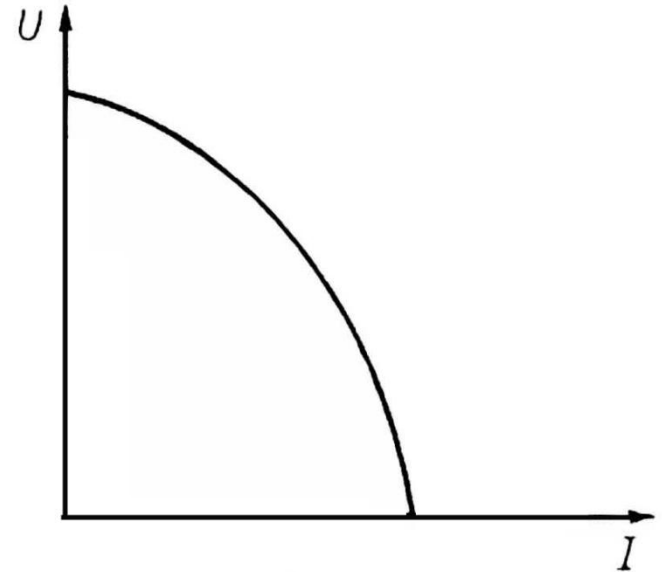


CHƯƠNG IX : MÁY ĐIỆN MỘT CHIỀU

Nối ngược: Khi tải tăng điện áp giảm rất nhiều.

Đường đặc tính ngoài $U = f(I)$

Đường đặc tính ngoài dốc, nên được sử dụng làm máy hàn điện một chiều



CHƯƠNG IX : MÁY ĐIỆN MỘT CHIỀU

7. Động cơ điện một chiều

Dựa vào phương pháp kích từ, động cơ điện một chiều được phân loại giống như đã xét đối với máy phát một chiều.

Đối với động cơ, sức điện động phản ứng E_v ngược chiều với dòng điện, nên E_v còn gọi là sức phản điện.

Trị số của sức phản điện:

$$E = \frac{pN}{60a} n\Phi$$

Mômen điện từ:

$$M_{đt} = \frac{pN}{2\pi \cdot a} \Phi \cdot I \quad \rightarrow \quad M_{đt} = k_M \Phi \cdot I$$

CHƯƠNG IX : MÁY ĐIỆN MỘT CHIỀU

7.1. Mở máy động cơ điện một chiều

Dòng điện phần ứng
$$I_u = \frac{U - E_u}{R_u}$$

Khi mở máy, tốc độ $n = 0 \rightarrow$ sức phản điện $E_u = k_E n \Phi = 0$,
dòng điện phần ứng lúc mở máy:

$$I_u = \frac{U}{R_u}$$

Do điện trở R_u rất nhỏ \rightarrow dòng điện I_u lúc mở máy rất lớn,
có thể gấp 20÷30 lần $I_{đm}$ làm hỏng cổ góp và chổi điện.
Dòng điện phần ứng lớn kéo theo dòng điện mở máy $I_{mở}$
lớn, làm ảnh hưởng đến lưới điện.

CHƯƠNG IX : MÁY ĐIỆN MỘT CHIỀU

Phương pháp mở máy động cơ một chiều ($I_{mở} = 1,5 \div 2 I_{đm}$):

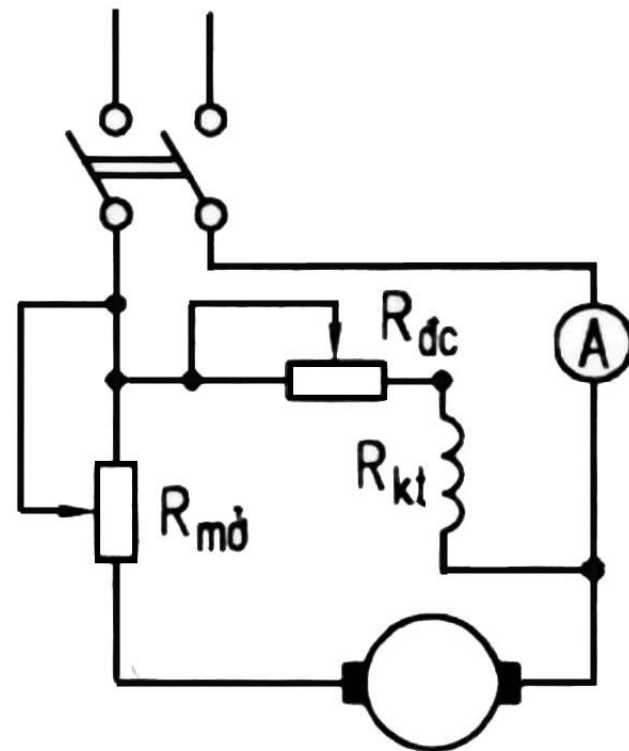
1. Dùng biến trở mở máy $R_{mở}$

Biến trở mở máy được mắc vào mạch phần ứng như hình 9-17.

Dòng điện mở máy lúc có biến trở mở máy là

$$I_m = \frac{U}{R_u + R_m}$$

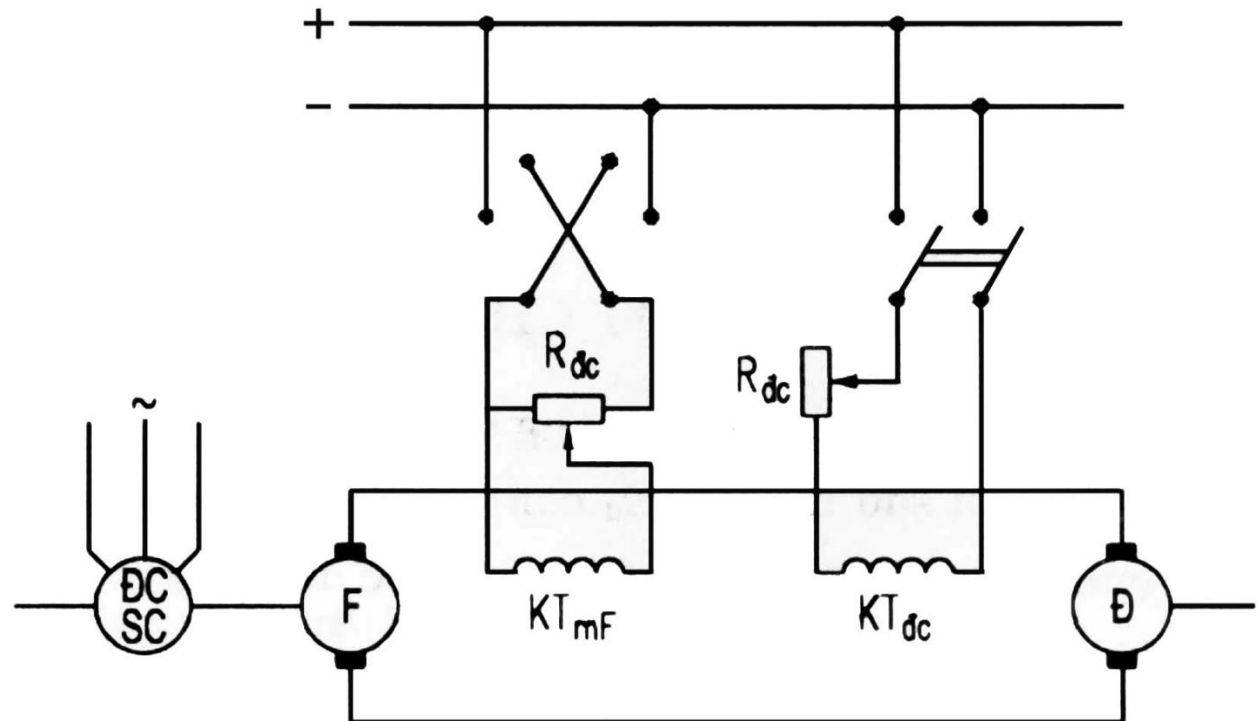
Lúc bắt đầu mở máy, biến trở $R_{mở}$ để ở vị trí có trị số lớn nhất, trong quá trình mở máy, tốc độ tăng lên, sđđ E_v tăng, và điện trở mở máy phải giảm đến không, lúc đó quá trình mở máy kết thúc.



CHƯƠNG IX : MÁY ĐIỆN MỘT CHIỀU

2. Giảm điện áp đặt vào phần ứng

Phương pháp này được sử dụng khi có nguồn điện một chiều có thể điều chỉnh được (trong hệ thống máy phát - động cơ F-Đ) nguồn một chiều chỉnh lưu



CHƯƠNG IX : MÁY ĐIỆN MỘT CHIỀU

Phương pháp mở máy nhờ biến trở mở máy đối với các động cơ lớn thường công kênh và tiêu hao một phần năng lượng đáng kể (tổn hao trong biến trở) nhất là với động cơ yêu cầu mở máy liên tục.

Do đó, để mở máy động cơ công suất lớn, người ta sử dụng nguồn một chiều độc lập có thể điều chỉnh được như hệ thống máy phát - động cơ (F-Đ).

Cấp điện cho phần ứng động cơ Đ, người ta dùng máy phát F, trong khi mạch kích từ được đặt dưới điện áp $U = U_{dm}$ của nguồn một chiều đang sử dụng, có như vậy, mới đảm bảo lúc mở máy có từ thông lớn nhất để có mômen mở máy lớn

CHƯƠNG IX : MÁY ĐIỆN MỘT CHIỀU

7.2. Điều chỉnh tốc độ động cơ điện một chiều

Phương trình tốc độ:
$$n = \frac{U - I_u R_u}{k_E \Phi}$$

Các phương pháp muốn điều chỉnh tốc độ :

1. Mắc điện trở điều chỉnh vào mạch phần ứng.

- Khi thêm điện trở vào mạch phần ứng, tốc độ giảm.
- Do dòng điện phần ứng lớn nên tổn hao công suất trên điện trở điều chỉnh lớn.
- Phương pháp này chỉ sử dụng ở động cơ công suất bé

CHƯƠNG IX : MÁY ĐIỆN MỘT CHIỀU

2. Thay đổi điện áp U

Dùng nguồn một chiều điều chỉnh được điện áp cung cấp điện cho động cơ. Phương pháp này được sử dụng nhiều

3. Thay đổi từ thông

Thay đổi từ thông bằng cách thay đổi dòng kích từ. Để thay đổi dòng kích từ, người ta mắc thêm $R_{đc}$ vào mạch kích từ.

Khi điều chỉnh tốc độ, kết hợp các phương pháp

Ví dụ phương pháp thay đổi từ thông với phương pháp thay đổi điện áp thì phạm vi điều chỉnh rất rộng, đây là ưu điểm lớn của động cơ điện một chiều

CHƯƠNG IX : MÁY ĐIỆN MỘT CHIỀU

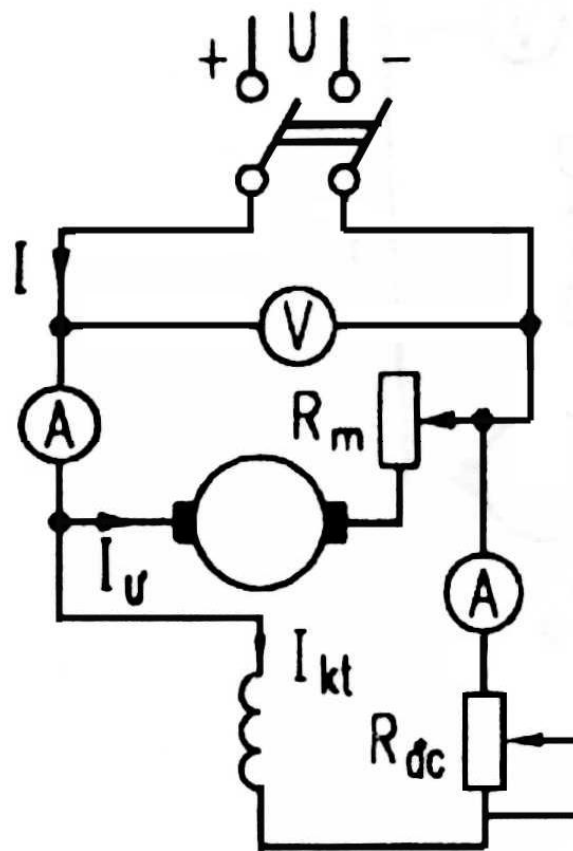
7.3. Động cơ điện một chiều kích từ song song

Sơ đồ nối dây:

Mở máy, dùng biến trở $R_{mở}$.

Điều chỉnh tốc độ dùng biến trở $R_{đc}$ để thay đổi I_{kt} , do đó thay đổi từ thông Φ .

Phương pháp này sử dụng rất rộng rãi, song cần chú ý khi giảm từ thông Φ , có thể dòng điện phản ứng I_u tăng quá trị số cho phép, vì thế cần có bộ phận bảo vệ, cắt động cơ khỏi lưới điện khi từ thông giảm quá nhiều



CHƯƠNG IX : MÁY ĐIỆN MỘT CHIỀU

a) Đặc tính cơ $n = f(M)$

Biểu diễn quan hệ giữa tốc độ n và mômen quay M khi điện áp $U = \text{const}$, điện trở mạch phần ứng $R_u = \text{const}$, điện trở mạch kích từ $R_{kt} = \text{const}$

Từ phương trình tốc độ:

$$n = \frac{U - I_u R_u}{k_E \Phi} \quad \rightarrow \quad n = \frac{U}{k_E \Phi} - \frac{R_u}{k_E \Phi} I_u$$

Mômen điện từ: $M = k_M \Phi \cdot I_u \quad \rightarrow \quad I_u = \frac{M}{k_M \Phi}$

$$n = \frac{U}{k_E \Phi} - \frac{R_u}{k_E \Phi} \frac{M}{k_M \Phi} = \frac{U}{k_E \Phi} - \frac{R_u}{k_E k_M \Phi^2} M$$

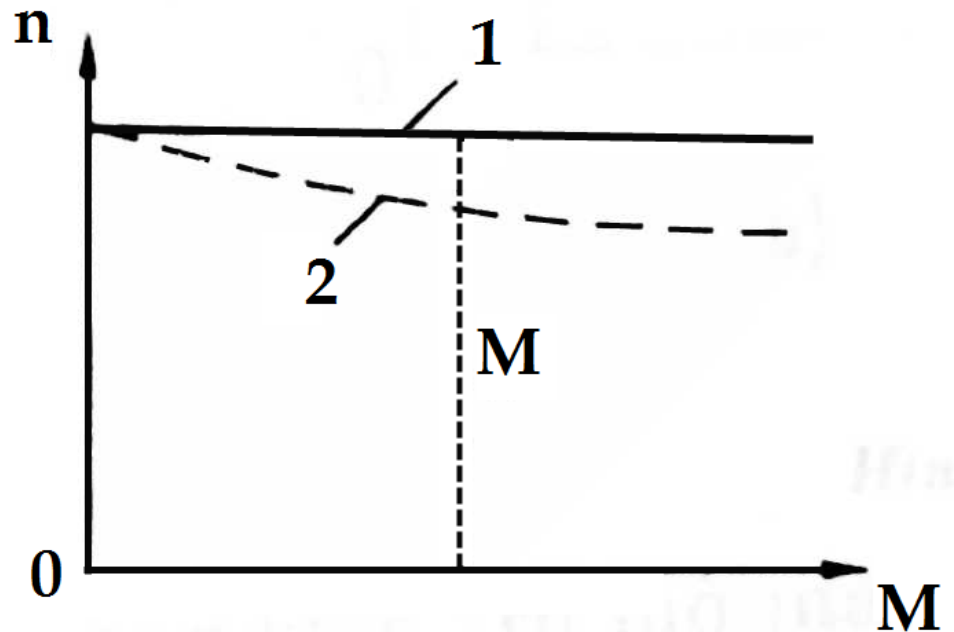
CHƯƠNG IX : MÁY ĐIỆN MỘT CHIỀU

Nếu có mắc điện trở R_p vào mạch phần ứng:

$$n = \frac{U}{k_E \Phi} - \frac{R_u + R_p}{k_E k_M \Phi^2} M$$

Đường 1 - đặc tính cơ tự nhiên ($R_p = 0$)

Đường 2 - đặc tính cơ khi có điện trở phụ ($R_p \neq 0$)



CHƯƠNG IX : MÁY ĐIỆN MỘT CHIỀU

b) Đặc tính làm việc

Đặc tính làm việc xác định khi điện áp $U = \text{const}$ và dòng điện kích từ $I_{kt} = \text{const}$.

Các đường đặc tính:

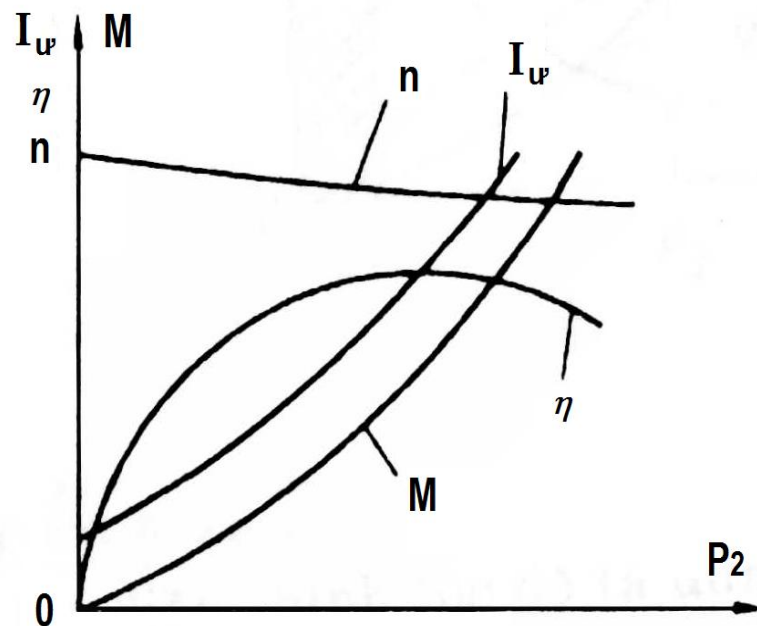
Tốc độ $n = f(P_2)$

Mômen $M = f(P_2)$

Dòng điện $I_u = f(P_2)$

Hiệu suất $\eta = f(P_2)$

với P_2 - công suất cơ trên trục.



Đặc tính cơ cứng và tốc độ hầu như không đổi khi công suất trên trục thay đổi.

CHƯƠNG IX : MÁY ĐIỆN MỘT CHIỀU

7.4. Động cơ điện một chiều kích từ nối tiếp

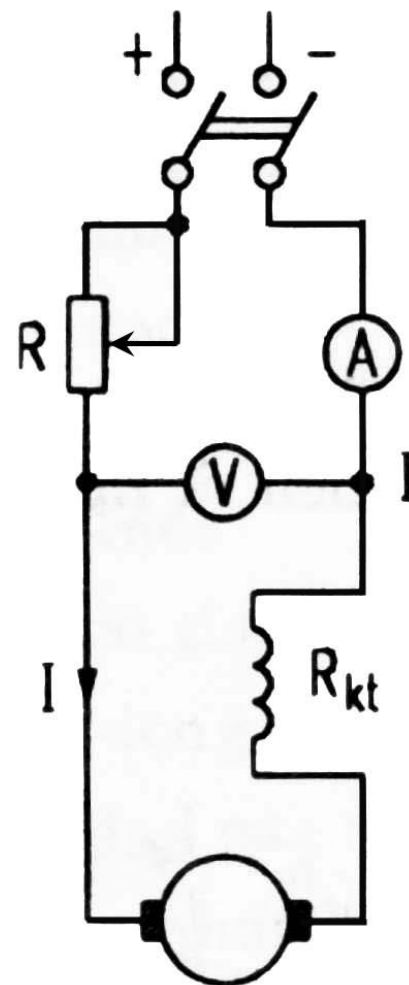
Sơ đồ nối dây:

Mở máy ta dùng $R_{mở}$.

Điều chỉnh tốc độ ta dùng các phương pháp:

1. Mắc điện trở điều chỉnh vào mạch phần ứng.
2. Thay đổi điện áp U
3. Thay đổi từ thông bằng điện trở $R_{đc}$

Nhưng cần chú ý khi điều chỉnh từ thông phải mắc biến trở điều chỉnh song song với dây quấn kích từ nối tiếp



CHƯƠNG IX : MÁY ĐIỆN MỘT CHIỀU

a) Đặc tính cơ $n = f(M)$

Khi máy chưa bão hoà, dòng điện phần ứng I_u và từ thông tỷ lệ với nhau:

$$I_u = k_1 \Phi$$

$$M = k_M \Phi \cdot I_u = k_M k_1 \Phi^2 = k^2 \Phi^2 \quad \rightarrow \quad \Phi = \frac{\sqrt{M}}{k}$$

Thay các giá trị vào biểu thức tốc độ động cơ:

$$n = \frac{U}{k_E \Phi} - \frac{R_u}{k_E \Phi} I_u = \frac{k \cdot U}{k_E \sqrt{M}} - \frac{k_1}{k_E} R_u$$

$$n = \frac{k \cdot U}{k_E \sqrt{M}} - \frac{k_1}{k_E} R_u$$

CHƯƠNG IX : MÁY ĐIỆN MỘT CHIỀU

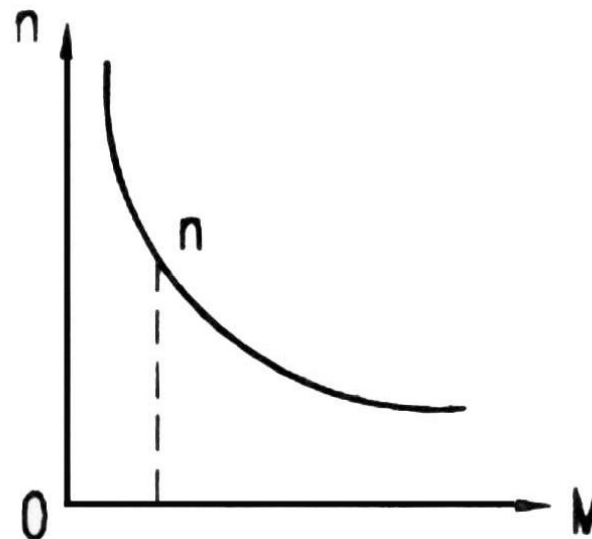
Đặt các hệ số: $a = \frac{k}{k_E}$ $b = \frac{k_1}{k_E}$

Phương trình đặc tính cơ:

$$n = a \frac{U}{\sqrt{M}} - b.R_u$$

Đặc tính cơ có dạng hypecbôn, đó là đường đặc tính cơ mềm, mômen tăng thì tốc độ động cơ giảm.

Khi không tải hoặc tải nhỏ, dòng điện và từ thông nhỏ, tốc độ động cơ tăng rất lớn có thể phá hủy động cơ về mặt cơ khí, vì thế không cho phép động cơ kích từ nối tiếp mở máy không tải hoặc tải nhỏ.



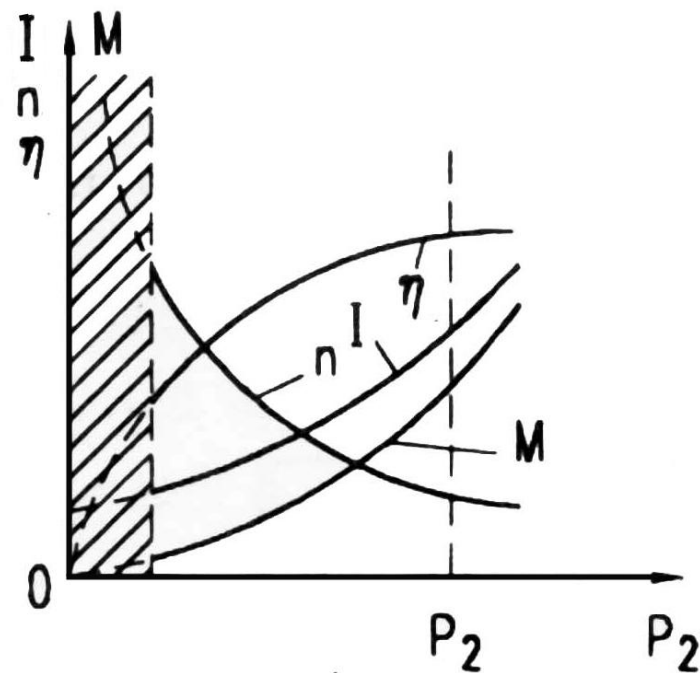
CHƯƠNG IX : MÁY ĐIỆN MỘT CHIỀU

b) Đặc tính làm việc

Động cơ được phép làm việc với tốc độ n nhỏ hơn tốc độ giới hạn n_{gh} .

Trong vùng làm việc, đường đặc tính vẽ bằng đường nét liền.

Động cơ kích từ nối tiếp khi chưa bão hoà, mômen quay tỷ lệ với bình phương dòng điện và tốc độ giảm theo tải, nên thích hợp dùng trong chế độ tải nặng nề, được sử dụng nhiều trong giao thông vận tải hay các thiết bị cầu trục

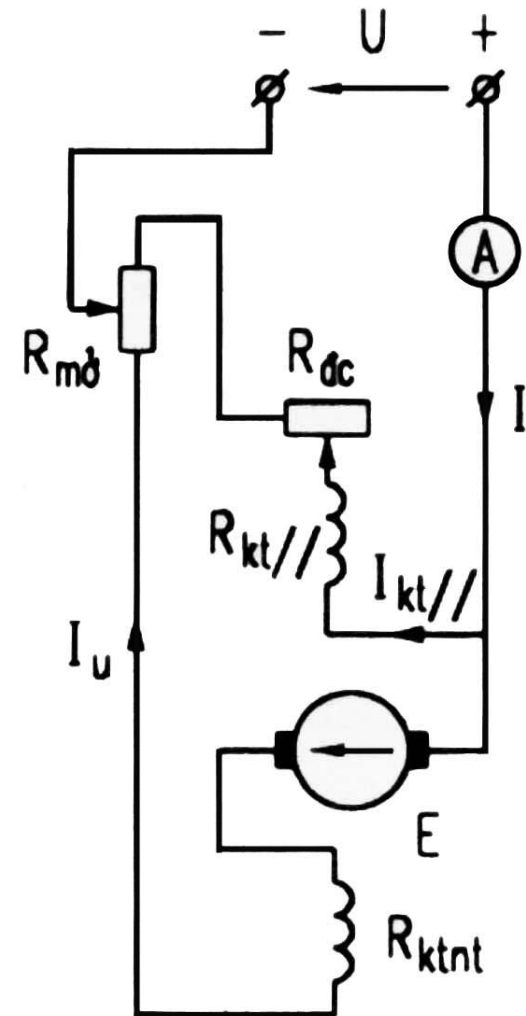


CHƯƠNG IX : MÁY ĐIỆN MỘT CHIỀU

7.5. Động cơ điện một chiều kích thích hỗn hợp

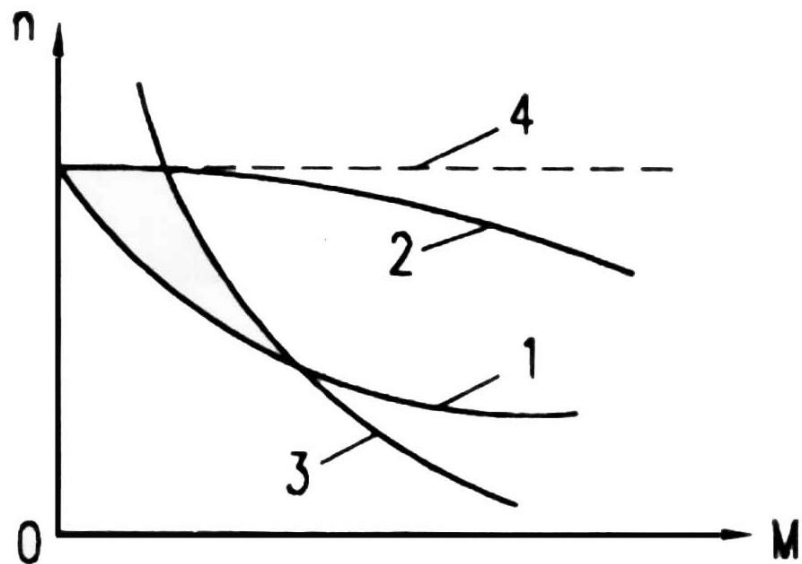
Sơ đồ nối dây:

Các dây quấn kích từ có thể nối thuận (từ trường của chúng cùng chiều nhau) làm tăng từ thông, hoặc nối ngược (từ trường của chúng ngược nhau) làm giảm từ thông



CHƯƠNG IX : MÁY ĐIỆN MỘT CHIỀU

Đường đặc tính cơ của động cơ kích từ hỗn hợp khi nối thuận (đường 1) là trung bình giữa đặc tính cơ của động cơ kích từ song song (đường 2) và của động cơ kích từ nối tiếp (đường 3)

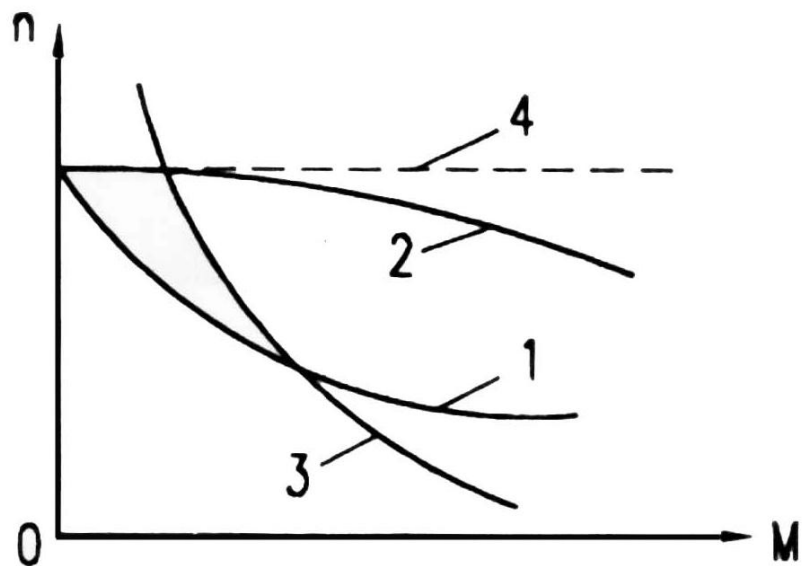


Các động cơ làm việc nặng nề, dây quấn kích từ nối tiếp là dây quấn kích từ chính, còn dây quấn kích từ song song là phụ và được nối thuận.

Dây quấn kích từ song song bảo đảm cho tốc độ động cơ không tăng quá lớn khi mômen nhỏ

CHƯƠNG IX : MÁY ĐIỆN MỘT CHIỀU

Động cơ kích từ hỗn hợp có dây quấn kích từ nối tiếp là kích từ phụ và nối ngược, có đặc tính cơ rất cứng như đường 4, nghĩa là tốc độ quay hầu như không đổi khi mômen thay đổi.



Khi mômen quay tăng, dòng điện phần ứng tăng, dây quấn kích từ song song làm tốc độ n giảm một ít, nhưng vì có dây quấn kích từ nối tiếp nối ngược làm giảm từ thông trong máy, sẽ tăng tốc độ động cơ lên như cũ.

Ngược lại, khi nối thuận, sẽ làm cho đặc tính của động cơ mềm hơn, mômen mở máy lớn hơn, thích hợp với các máy ép, máy bơm, máy nghiền, máy cán

CHƯƠNG IX : MÁY ĐIỆN MỘT CHIỀU

8. Các ví dụ

Ví dụ 1

Máy phát điện kích từ song song, công suất định mức $P_{đm} = 25\text{kW}$, điện áp định mức $U_{đm} = 115\text{V}$, có các thông số sau:

điện trở dây quấn kích từ song song $R_{kt} = 12,5 \Omega$;

điện trở dây quấn phần ứng $R_{\nu} = 0,0238 \Omega$,

số đôi nhánh $a = 2$, số đôi cực từ $p = 2$, số thanh dẫn $N = 300$, tốc độ quay $n = 1300 \text{ vg/ph}$.

a) Xác định sức điện động E_{ν} , từ thông Φ

b) Giả sử dòng điện kích từ không đổi, bỏ qua phản ứng phần ứng, xác định điện áp đầu cực máy khi dòng điện giảm xuống $I = 80,8 \text{ A}$

CHƯƠNG IX : MÁY ĐIỆN MỘT CHIỀU

Bài giải:

a) Dòng điện định mức

$$I_{\text{đm}} = \frac{P_{\text{đm}}}{U_{\text{đm}}} = \frac{25000}{115} = 217,4\text{A}$$

Dòng điện kích từ

$$I_{\text{kt}} = \frac{U_{\text{đm}}}{R_{\text{kt}}} = \frac{115}{12,5} = 9,2\text{A}$$

Dòng điện phần ứng

$$I_{\text{u}} = I_{\text{đm}} + I_{\text{kt}} = 217,4 + 9,2 = 226,6\text{A}$$

CHƯƠNG IX : MÁY ĐIỆN MỘT CHIỀU

Sức điện động của máy phát:

$$E_u = U + I_u R_u = 115 + 226,6 \cdot 0,0238 = 120,4 \text{V}$$

Từ thông Φ của máy phát:

$$\Phi = \frac{60 \cdot a \cdot E}{pN \cdot n} = \frac{60 \cdot 2 \cdot 120,4}{2 \cdot 300 \cdot 1300} = 1,852 \text{Wb}$$

b) Dòng điện máy phát giảm, $I = 80,8 \text{A} \rightarrow$ dòng điện phản ứng

$$I_u = I + I_{kt} = 80,8 + 9,2 = 90 \text{A}$$

Điện áp đầu cực máy phát:

$$U = E_u - I_u R_u = 120,4 - 90 \cdot 0,0238 = 118,3 \text{V}$$

CHƯƠNG IX : MÁY ĐIỆN MỘT CHIỀU

Ví dụ 2

Một máy phát điện một chiều kích từ song song, điện áp định mức $U_{đm} = 115V$, cung cấp dòng điện $I_t = 98,3 A$ cho tải.

Điện trở phần ứng $R_u = 0,0735\Omega$, điện trở dây quấn kích từ song song $R_{kt} = 19\Omega$.

Tổn hao cơ, sắt từ và phụ bằng 4% công suất điện.

a) Xác định sức điện động E_u và hiệu suất η của máy ở chế độ tải trên.

b) Tính dòng điện ngắn mạch khi ngắn mạch hai đầu cực máy phát. Cho biết từ thông dư bằng 3% từ thông của máy ở chế độ tải trên, và tốc độ máy không đổi.

CHƯƠNG IX : MÁY ĐIỆN MỘT CHIỀU

Bài giải:

a) Dòng điện kích từ:

$$I_{kt} = \frac{U}{R_{kt}} = \frac{115}{19} = 6,05A$$

Dòng điện phần ứng:

$$I_u = I_t + I_{kt} = 98,3 + 6,05 = 104,35A$$

Sức điện động phần ứng:

$$E_u = U + I_u R_u = 115 + 104,35 \cdot 0,0735 = 122,7V$$

CHƯƠNG IX : MÁY ĐIỆN MỘT CHIỀU

Tổn hao trong dây quấn kích từ song song:

$$\Delta P_{kt} = I_{kt}^2 R_{kt} = 6,05^2 \cdot 19 = 695W$$

Tổn hao trong dây quấn phần ứng:

$$\Delta P_u = I_u^2 R_u = 104,35^2 \cdot 0,0735 = 800W$$

Tổn hao sắt từ và cơ phụ:

$$\Delta P_{st.cf} = 0,04 \cdot P = 0,04 \cdot 115.98,3 = 452W$$

Hiệu suất máy phát:

$$\eta = \frac{P}{P + \Delta P} = \frac{115.98,3}{115.98,3 + 452 + 800 + 695} = 0,853$$

CHƯƠNG IX : MÁY ĐIỆN MỘT CHIỀU

Ví dụ 3

Một động cơ điện một chiều kích từ hỗn hợp, điện áp định mức $U_{đm} = 220V$, dòng điện định mức $I_{đm} = 94A$, điện trở dây quấn kích từ song song $R_{kt//} = 338 \Omega$, điện trở dây quấn phản ứng và kích từ nối tiếp $R_{\nu} + R_{nt} = 0,17 \Omega$, số đôi nhánh $a = 1$, số đôi cực $p = 2$, số thanh dẫn $N = 372$, tốc độ $n = 1100$ vg/ph. Tính sức điện động E_{ν} (đối với động cơ còn được gọi là sức phản điện), từ thông Φ , công suất điện từ, mômen điện từ

CHƯƠNG IX : MÁY ĐIỆN MỘT CHIỀU

Bài giải

Dòng điện kích từ song song

$$I_{kt//} = \frac{U_{đm}}{R_{kt//}} = \frac{220}{228} = 0,65A$$

Dòng điện phản ứng

$$I_u = I_{đm} - I_{kt//} = 94 - 0,65 = 93,35A$$

Sức điện động phản ứng

$$E_u = U_{đm} - I_u (R_u + R_{nt}) = 220 - 93,35 \cdot 0,17 = 204V$$

CHƯƠNG IX : MÁY ĐIỆN MỘT CHIỀU

Từ thông Φ của máy điện:

$$\Phi = \frac{60.a.E}{pN.n} = \frac{60.2.204}{2.3720.1100} = 1,49.10^{-2} \text{ Wb}$$

Công suất điện từ:

$$P_{\text{đt}} = E_u I_u = 204.93,35 = 19,04 \text{ kW}$$

Mô men điện từ:

$$M_{\text{đt}} = \frac{P_{\text{đt}}}{\omega} = \frac{19,04.10^3 60}{2\pi.1100} = 165 \text{ Nm}$$

$$\omega = \frac{2\pi.n}{60} \text{ (rad / s)}$$

CHƯƠNG IX : MÁY ĐIỆN MỘT CHIỀU

Mô men điện từ:

$$M_{dt} = \frac{p.N}{2\pi.a} I_u \Phi = \frac{2.372}{2\pi.1} 93,35.1,49.10^{-2} = 165Nm$$

CHƯƠNG IX : MÁY ĐIỆN MỘT CHIỀU

Ví dụ 4:

Động cơ điện một chiều kích từ song song có các thông số:

Công suất định mức $P_{đm} = 10\text{kW}$

Điện áp định mức $U_{đm} = 220\text{V}$

Hiệu suất $\eta = 0,86$

Tốc độ định mức $n = 2250 \text{ vg/ph}$

Dòng điện kích từ định mức $I_{kt} = 2,26 \text{ A}$

Điện trở phản ứng $R_{\nu} = 0,178 \Omega$.

Tính dòng điện mở máy trực tiếp. Để giảm dòng điện mở máy xuống bằng 2 lần dòng điện định mức, tính điện trở mở máy R_{mm}

CHƯƠNG IX : MÁY ĐIỆN MỘT CHIỀU

Bài giải:

Công suất điện động cơ tiêu thụ

$$P_1 = \frac{P_{\text{đm}}}{\eta} = \frac{10}{0,86} = 11,628\text{kW}$$

Dòng điện định mức

$$I_{\text{đm}} = \frac{P_1}{U_{\text{đm}}} = \frac{11,628 \cdot 10^3}{220} = 52,85\text{A}$$

Dòng điện mở máy trực tiếp:

$$I_{\text{mm}} = I_{\text{kt}} + \frac{U_{\text{đm}}}{R_u} = 2,26 + \frac{220}{0,178} = 1238\text{A}$$

CHƯƠNG IX : MÁY ĐIỆN MỘT CHIỀU

Dòng điện mở máy khi có biến trở:

$$I_{mm} = I_{kt} + \frac{U_{đm}}{R_u + R_{mm}} = 2 \cdot I_{đm}$$

$$\rightarrow \frac{U_{đm}}{R_u + R_{mm}} = 2 \cdot I_{đm} - I_{kt} = 2 \cdot 52,85 - 2,26 = 103,44 \text{ A}$$

Điện trở mở máy:

$$R_{mm} = \frac{U_{đm}}{2 \cdot I_{đm} - I_{kt}} - R_u = \frac{220}{2 \cdot 52,85 - 2,26} - 0,178 = 1,96 (\Omega)$$

CHƯƠNG IX : MÁY ĐIỆN MỘT CHIỀU

Ví dụ 5:

Một động cơ điện một chiều kích từ song song $P_{đm} = 12\text{kW}$, điện áp định mức $U_{đm} = 220\text{V}$, tốc độ định mức $n_{đm} = 685 \text{ vg/ph}$, dòng điện định mức $I_{đm} = 64\text{A}$, dòng điện kích từ định mức $I_{ktđm} = 2\text{A}$, điện trở phần ứng $R_{\nu} = 0,821 \Omega$. Động cơ kéo tải có mômen cản không đổi. Để giảm tốc độ, dùng hai phương pháp sau:

a) Thêm điện trở phụ $R_p = 0,7 \Omega$ vào mạch phần ứng. Tính tốc độ và hiệu suất của động cơ ở tình trạng này.

b) Giảm điện áp đặt vào động cơ. Tính tốc độ và hiệu suất lúc $U = 176,6 \text{ V}$. Có nhận xét gì về hiệu suất trong hai phương pháp đã sử dụng.

Giả thiết bỏ qua tổn hao cơ và phụ, và trong hai trường hợp trên giữ từ thông không đổi.

CHƯƠNG IX : MÁY ĐIỆN MỘT CHIỀU

Bài giải:

a) Mômen cơ hữu ích trên trục

$$M_{\text{đt}} = 9550 \frac{P_{\text{đm}}}{n_{\text{đm}}} = 9550 \frac{12}{685} = 167,3 \text{Nm}$$

Dòng điện phần ứng ở tải định mức:

$$I_{\text{u.đm}} = I_{\text{đm}} - I_{\text{kt}} = 64 - 2 = 62 \text{A}$$

Sức điện động phần ứng:

$$E_{\text{u}} = U_{\text{đm}} - I_{\text{u.đm}} R_{\text{u}} = 220 - 62 \cdot 0,281 = 201,6 \text{V}$$

CHƯƠNG IX : MÁY ĐIỆN MỘT CHIỀU

b) Bỏ qua tổn hao cơ và phụ, mômen cơ trên trục bằng mômen điện từ, nghĩa là $M_c = M_{đt} = k_M I_u \Phi = \text{const}$, do đó khi Φ không đổi, dòng điện phần ứng I_u không đổi

Khi thêm điện trở phụ R_p , sức điện động phần ứng:

$$E_u = U_{đm} - I_{u.đm} (R_u + R_p)$$

$$E_u = 220 - 62(0,281 + 0,7) = 159,2V$$

Vì từ thông Φ không đổi, sức điện động tỷ lệ với tốc độ:

$$\frac{n}{685} = \frac{159,2}{202,6}$$

CHƯƠNG IX : MÁY ĐIỆN MỘT CHIỀU

Tốc độ động cơ điện

$$n = \frac{159,2}{202,6} 685 = 538(\text{vg / ph})$$

Công suất cơ hữu ích

$$P_2 = M_{\text{đt}} \omega = 167,3 \cdot 2\pi \frac{538}{60} = 9,425 \text{ kW}$$

Hiệu suất động cơ:

$$\eta = \frac{P_2}{P_1} = \frac{9,425 \cdot 10^3}{220,64} = 0,67$$

CHƯƠNG IX : MÁY ĐIỆN MỘT CHIỀU

b) Khi đặt vào động cơ điện áp $U = 176,6\text{V} \rightarrow$ sđđ phản ứng

$$E_u = U - I_u R_u = 176,6 - 62 \cdot 0,281 = 159,2\text{V}$$

Công suất điện động cơ tiêu thụ

$$P_1 = U \cdot I = 176,6 \cdot 64 = 11,302\text{kW}$$

Công suất cơ hữu ích

$$P_2 = M\omega = 167,3 \cdot 2\pi \frac{538}{60} = 9,425\text{kW}$$

Hiệu suất động cơ:

$$\eta = \frac{P_2}{P_1} = \frac{9,425 \cdot 10^3}{11,302 \cdot 10^3} = 0,834$$

CHƯƠNG IX : MÁY ĐIỆN MỘT CHIỀU

So sánh trường hợp b với a, ta thấy rằng phương pháp dùng biến trở mắc vào mạch phần ứng cho hiệu suất thấp rất nhiều so với phương pháp giảm điện áp đặt vào động cơ.

CHƯƠNG IX : MÁY ĐIỆN MỘT CHIỀU

Ví dụ 6:

Một máy phát điện một chiều kích từ song song công suất định mức $P_{đm} = 7,5 \text{ kW}$, điện áp định mức $U_{đm} = 230 \text{ V}$, tốc độ quay định mức $n_{đm} = 1450 \text{ vg/ph}$;

Điện trở mạch phản ứng $R_{\nu} = 0,54 \Omega$, điện trở mạch kích từ song song $R_{kt} = 191,66 \Omega$, điện áp rơi trên chổi than 2V .

Máy phát sử dụng ở chế độ động cơ $U = 220\text{V}$, quay với tốc độ $n = 1162 \text{ vg/ph}$ và hiệu suất $\eta = 0,825$.

Xác định công suất điện động cơ tiêu thụ, công suất cơ hữu ích trên trục động cơ.

CHƯƠNG IX : MÁY ĐIỆN MỘT CHIỀU

Bài giải:

- Chế độ máy phát:

Dòng điện định mức máy phát:

$$I_{\text{đm.p}} = \frac{P_{\text{đm}}}{U_{\text{đm}}} = \frac{7500}{230} = 32,6\text{A}$$

Dòng điện kích từ:

$$I_{\text{kt}} = \frac{U_{\text{đm}}}{R_{\text{kt}}} = \frac{230}{191,66} = 1,2\text{A}$$

Dòng điện phần ứng:

$$I_{\text{u.p}} = I_{\text{đm.p}} - I_{\text{kt.p}} = 32,6 + 1,2 = 33,8\text{A}$$

CHƯƠNG IX : MÁY ĐIỆN MỘT CHIỀU

Sức điện động phần ứng:

$$E_{u.p} = U_{đm} + I_{u.p} R_u + 2 = 230 + 33,8 \cdot 0,54 + 2 = 250,25V$$

- Chế độ động cơ:

Vì từ thông Φ ở hai chế độ như nhau, do đó sức điện động tỷ lệ với tốc độ. Sức điện động phần ứng động cơ:

$$E_{u.đ} = E_{u.p} \frac{n_{đ}}{n_p} = 250,25 \frac{1162}{1450} = 200,5V$$

Dòng điện phần ứng động cơ

$$I_{u.đ} = \frac{U - E_{u.đ} - 2}{R_u} = \frac{220 - 200,5 - 2}{0,54} = 32,4A$$

CHƯƠNG IX : MÁY ĐIỆN MỘT CHIỀU

Dòng điện động cơ tiêu thụ

$$I_{\text{đ}} = I_{\text{u.đ}} + I_{\text{kt}} = 32,4 + 1,2 = 33,6\text{A}$$

Công suất động cơ tiêu thụ

$$P_{1.\text{đ}} = U.I_{\text{đ}} = 220.33,6 = 7392\text{W}$$

Công suất cơ hữu ích động cơ:

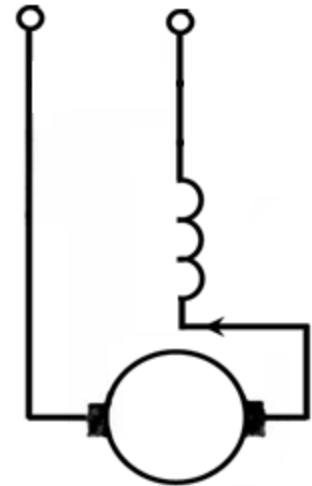
$$P_{2.\text{đ}} = \eta.P_{1.\text{đ}} = 0,825.7392 = 6100\text{W}$$

CHƯƠNG IX : MÁY ĐIỆN MỘT CHIỀU

Bài tập chương 9

Bài số 9.1

Một máy phát điện một chiều kích từ nối tiếp, thanh dẫn $N = 300$, điện áp hai đầu cực của máy 110V , khi dòng tải 100A , phần ứng máy quay với tốc độ 1500 vg/ph . Xác định độ lớn của từ thông dưới mỗi cực của máy, biết điện trở dây quấn phần ứng là $0,1 \Omega$ và số đôi mạch nhánh $a = 1$.



CHƯƠNG IX : MÁY ĐIỆN MỘT CHIỀU

Bài giải:

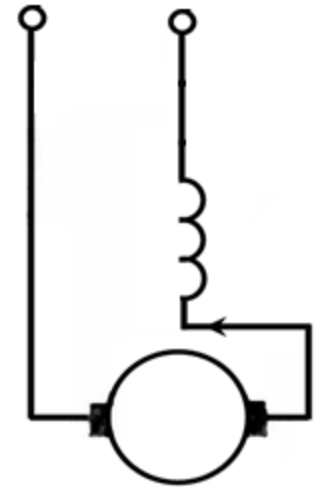
Phương trình điện áp phần ứng máy phát :

$$U = E_u - I_u R_u$$

$$E_u = U + I_u R_u = 110 + 100 \cdot 0,1 = 120V$$

Từ thông máy phát :

$$\Phi = \frac{60 \cdot a \cdot E}{pN \cdot n} = \frac{60 \cdot 1 \cdot 120}{2 \cdot 300 \cdot 1500} = 8 \cdot 10^{-3} \text{ Wb}$$



CHƯƠNG IX : MÁY ĐIỆN MỘT CHIỀU

Bài số 9.2.

Một máy phát một chiều kích từ song song, điện trở dây quấn phần ứng bằng $0,25 \Omega$, điện trở mạch kích từ bằng 44Ω , điện trở tải bằng 4Ω . Điện áp đặt lên tải $220V$. Tính dòng điện phần ứng và sức điện động của máy

Bài giải:

Dòng điện tải:

$$I = \frac{U}{R} = \frac{220}{4} = 55A$$

Dòng điện kích từ:

$$I_{kt} = \frac{U}{R_{kt}} = \frac{220}{44} = 5A$$

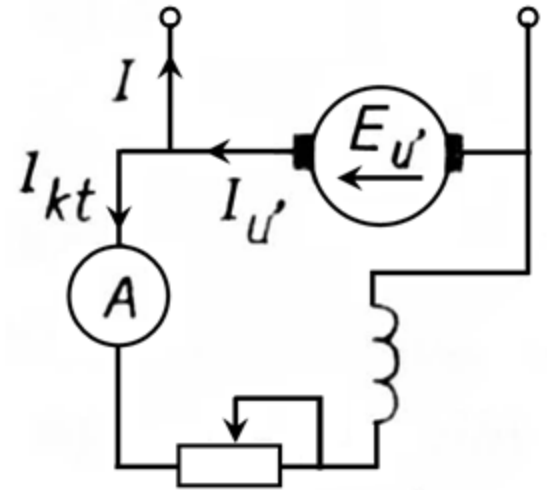
CHƯƠNG IX : MÁY ĐIỆN MỘT CHIỀU

Theo sơ đồ nối dây máy phát một chiều kích từ song song:

$$I_u = I + I_{kt} = 55 + 5 = 60A$$

Sức điện động phần ứng:

$$E_u = U + I_u R_u = 220 + 60 \cdot 0,25 = 235V$$



CHƯƠNG IX : MÁY ĐIỆN MỘT CHIỀU

Bài số 9.3:

Một máy phát điện một chiều kích từ hỗn hợp có dòng điện mạch ngoài $I = 100\text{A}$, điện áp đặt lên tải 110V , điện trở phần ứng $R_{\text{p}} = 0,07\Omega$, điện trở dây quấn kích từ nối tiếp $R_{\text{ktnt}} = 0,07\Omega$; điện trở dây quấn kích từ song song $R_{\text{kt//}} = 24\Omega$.

a) Xác định E_{p} , I_{p} .

b) Xác định tổn hao trong dây quấn phần ứng và các dây quấn kích từ.

c) Xác định công suất máy phát ra và hiệu suất

CHƯƠNG IX : MÁY ĐIỆN MỘT CHIỀU

Bài giải:

a) Dòng điện và sức điện động phản ứng:

Dòng điện kích từ song song

$$I_{kt//} = \frac{U}{R_{kt//}} = \frac{110}{24} = 4,58A$$

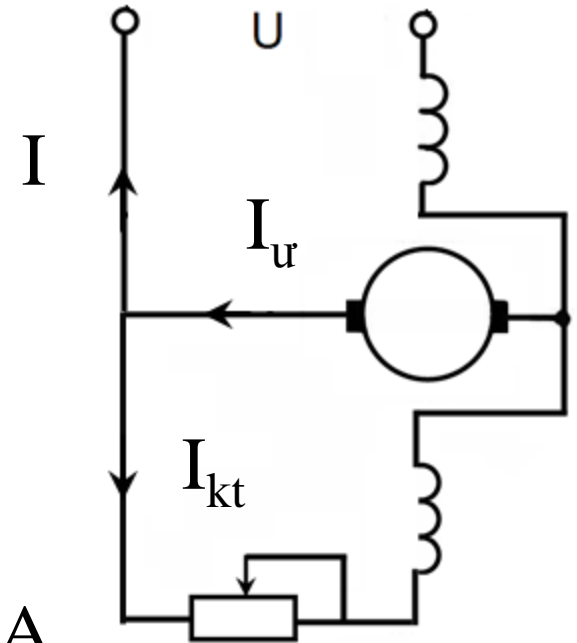
Dòng điện phản ứng

$$I_u = I + I_{kt//} = 100 + 4,58 = 104,58A$$

Sức điện động phản ứng

$$E_u = U + I_u (R_u + R_{nt})$$

$$E_u = 110 + 104,58(0,07 + 0,07) = 124,6V$$



CHƯƠNG IX : MÁY ĐIỆN MỘT CHIỀU

b) Tổn hao trong dây quấn phần ứng và kích từ:

$$\Delta P_u = I_u^2 R_u = 104,58^2 \cdot 0,07 = 766 \text{ W}$$

$$\Delta P_{kt.nt} = I_u^2 R_{nt} = 104,58^2 \cdot 0,07 = 766 \text{ W}$$

$$\Delta P_{kt.//} = I_{kt.//}^2 R_{kt.//} = 4,58^2 \cdot 24 = 503 \text{ W}$$

c) Công suất máy phát ra và hiệu suất

$$P_2 = U \cdot I = 110 \cdot 100 = 11 \cdot 10^3 \text{ W}$$

$$\eta = \frac{P_2}{P_2 + \sum \Delta P} = \frac{11 \cdot 10^3}{11 \cdot 10^3 + 766 + 766 + 503} = 0,844$$

CHƯƠNG IX : MÁY ĐIỆN MỘT CHIỀU

Bài số 9.4.

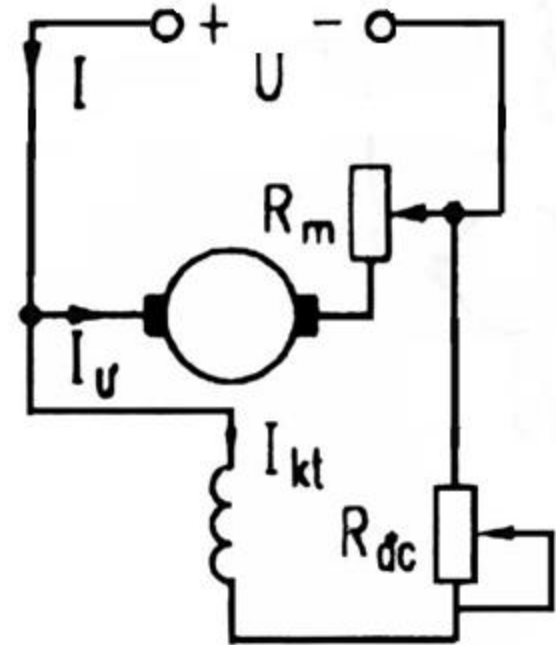
Một động cơ điện một chiều kích từ song song có $U_{\text{đm}} = 220\text{V}$,
 $R_{\text{v}} = 0,4 \Omega$, $I_{\text{đm}} = 52 \text{ A}$, $R_{\text{kt}} = 110\Omega$, tốc độ không tải $n_0 \approx U/k_E \cdot \Phi$
 $= 1100 \text{ (vg/ph)}$

Hãy tính:

- a) E_{v} lúc tải định mức
- b) Tốc độ lúc tải định mức
- c) $P_{\text{đt}}$, $M_{\text{đt}}$ lúc tải định mức

CHƯƠNG IX : MÁY ĐIỆN MỘT CHIỀU

Bài giải



CHƯƠNG IX : MÁY ĐIỆN MỘT CHIỀU
