

BÀI 3: ĐIỀU KHIỂN TỐC ĐỘ TRUYỀN ĐỘNG ĐIỆN

Mã bài: 31-03

Giới thiệu:

Điều chỉnh tốc độ là một trong những nội dung chính của truyền động điện tự động nhằm đáp ứng yêu cầu công nghệ của các máy sản xuất. Điều chỉnh tốc độ truyền động điện là dùng các phương pháp thuận tủy điện, tác động lên bản thân hệ thống truyền động điện để thay đổi tốc độ động cơ điện.

Ngày nay, đại đa số các máy sản xuất từ nhỏ đến lớn, từ đơn lẻ đến cả một dây chuyền sản xuất đều sử dụng truyền động điện (TĐĐ). Để đảm bảo những yêu cầu của các công nghệ phức tạp khác nhau, nâng cao mức độ tự động cũng như năng suất, các hệ TĐĐ thường phải điều chỉnh tốc độ, tức là cần phải điều chỉnh được tốc độ máy theo yêu cầu công nghệ. Có thể điều chỉnh tốc độ máy bằng phương pháp cơ khí hoặc bằng phương pháp điện qua việc điều chỉnh tốc độ động cơ điện. Ở đây, ta chỉ xem xét việc điều chỉnh tốc độ theo phương pháp điện. Điều chỉnh tốc độ một động cơ điện khác với việc tự thay đổi tốc độ của động cơ đó.

Mục tiêu:

- Trình bày được các phương pháp điều chỉnh tốc độ động cơ
- So sánh được ưu, nhược điểm của từng phương pháp
- Lựa chọn được phương án điều chỉnh tốc độ phù hợp với hệ truyền động điện thực tế.
- Chủ động, nghiêm túc trong học tập và công việc.

1. Khái niệm về điều chỉnh tốc độ hệ truyền động điện; tốc độ đặt; chỉ tiêu chất lượng của truyền động điều chỉnh.

Mục tiêu:

Trình bày được khái niệm về điều chỉnh tốc độ hệ truyền động điện; tốc độ đặt ; chỉ tiêu chất lượng của truyền động điều chỉnh

1.1. Dải điều chỉnh tốc độ

Dải điều chỉnh tốc độ (hay phạm vi điều chỉnh tốc độ) là tỉ số giữa các giá trị tốc độ làm việc lớn nhất và nhỏ nhất của hệ TĐĐ ứng với một mômen tải đã cho

$$D = \frac{\omega_{\max}}{\omega_{\min}}$$

Dải điều chỉnh tốc độ của một hệ TĐĐ càng lớn càng tốt. Mỗi một máy sản xuất yêu cầu một dải điều chỉnh nhất định và mỗi một phương pháp điều chỉnh tốc độ chỉ đạt được một dải điều chỉnh nào đó.

1.2. Độ trơn điều chỉnh

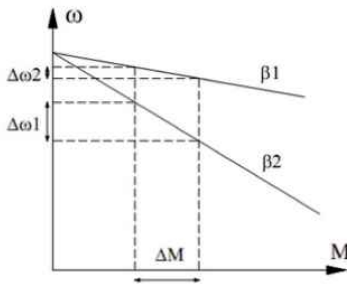
Độ trơn điều chỉnh tốc độ khi điều chỉnh được biểu thị bởi tỷ số giữa 2 giá trị tốc độ của 2 cấp kế tiếp nhau trong dải điều chỉnh:

$$\gamma = \frac{\omega_{i+1}}{\omega_i}$$

Trong một dải điều chỉnh tốc độ, số cấp tốc độ càng lớn thì sự chênh lệch tốc độ giữa 2 cấp kế tiếp nhau càng ít do đó độ trơn càng tốt. Khi số cấp tốc độ rất lớn ($k \rightarrow \infty$) thì độ trơn điều chỉnh $\gamma \rightarrow 1$. Trường hợp này hệ điều chỉnh gọi là hệ điều chỉnh vô cấp và có thể có mọi giá trị tốc độ trong toàn bộ dải điều chỉnh.

1.3. Độ ổn định tốc độ (độ cứng của đặc tính cơ)

Để đánh giá và so sánh các đặc tính cơ, người ta đưa ra khái niệm độ cứng đặc tính cơ β và



Hình 3-1. Độ cứng của đặc tính cơ

Nếu $|\beta|$ bé thì đặc tính cơ là mềm ($|\beta| < 10$).

Nếu $|\beta|$ lớn thì đặc tính cơ là cứng ($|\beta| = 10 - 100$).

Khi $|\beta| = \infty$ thì đặc tính cơ là nằm ngang và tuyệt đối cứng.

Đặc tính cơ có độ cứng β càng lớn thì tốc độ càng ít bị thay đổi khi mômen thay đổi. Ở trên hình 3.2, đường đặc tính cơ 1 cứng hơn đường đặc tính cơ 2 nên với cùng một biến động ΔM thì đặc tính cơ 1 có độ thay đổi tốc độ $\Delta\omega_1$ nhỏ hơn độ thay đổi tốc độ $\Delta\omega_2$ cho bởi đặc tính cơ 2.

Nói cách khác, đặc tính cơ càng cứng thì sự thay đổi tốc độ càng ít khi phụ tải thay đổi nhiều. Do đó sai lệch tốc độ càng nhỏ và hệ làm việc càng ổn định, phạm vi điều chỉnh tốc độ sẽ rộng hơn

1.4. Tính kinh tế

Hệ điều chỉnh có tính kinh tế khi vốn đầu tư nhỏ, tổn hao năng lượng ít, phí tổn vận hành không nhiều.

Các phương pháp điều chỉnh tốc độ qua mạch phản ứng luôn có tổn hao năng lượng lớn hơn điều chỉnh tốc độ qua mạch kích từ.

1.5. Sự phù hợp giữa đặc tính điều chỉnh và đặc tính tải

Khi chọn hệ điều chỉnh tốc độ với phương pháp điều chỉnh nào đó cho một máy sản xuất cần lưu ý sao cho các đặc tính điều chỉnh bám sát yêu cầu đặc tính của tải máy sản xuất. Như vậy hệ làm việc sẽ đảm bảo được các yêu cầu chất lượng, độ ổn định...

Ngoài các chỉ tiêu trên, tùy trường hợp cụ thể mà ta có thể có những đòi hỏi khác buộc hệ điều chỉnh tốc độ cần phải đáp ứng.

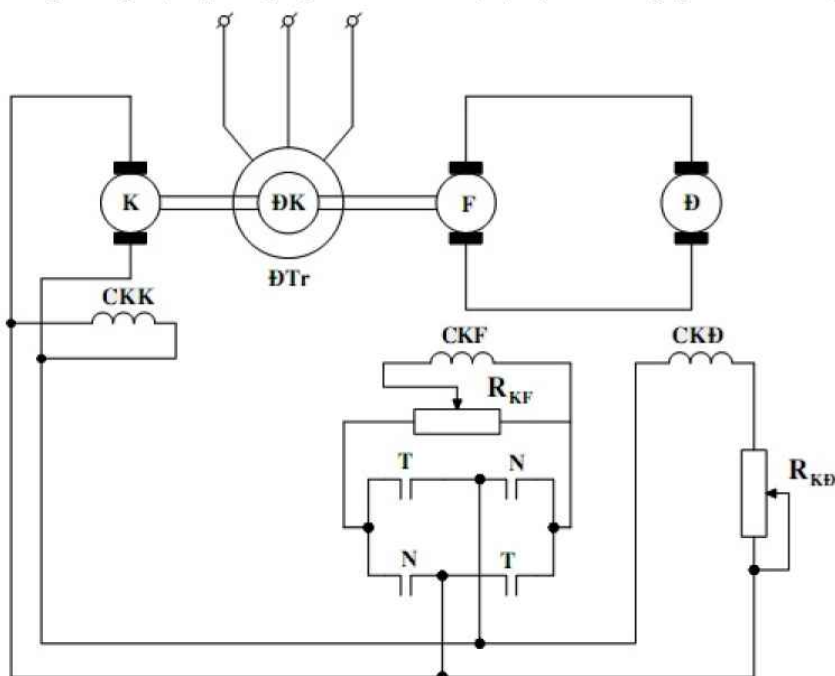
2. Điều chỉnh tốc độ động cơ bằng cách điều chỉnh sơ đồ mạch.

Mục tiêu:

Trình bày được nội dung phương pháp điều chỉnh tốc độ động cơ bằng cách điều chỉnh sơ đồ mạch.

2.1. Hệ thống máy phát - động cơ

Hệ thống máy phát - động cơ (F-Đ) là hệ truyền động điện mà BBĐ điện là máy phát điện một chiều kích từ độc lập. Máy phát này thường do động cơ sơ cấp không đồng bộ 3 pha quay và coi tốc độ quay của máy phát là không đổi.



Hình 3-2. Hệ truyền động F-Đ đơn giản

Trong sơ đồ:

- Đ : Là động cơ điện một chiều kéo cơ cấu sản xuất, cần phải điều chỉnh tốc độ.
- F : Là máy phát điện một chiều, đóng vai trò là BBĐ, cấp điện cho động cơ Đ.
- ĐTr : Động cơ KĐB 3 pha kéo máy phát F, có thể thay thế bằng một nguồn năng lượng khác.
- K : Máy phát tự kích, để cấp nguồn điện cho các cuộn kích từ CKF và CKĐ.

Điện áp ra của bộ biến đổi cấp cho động cơ Đ:

$$U_F = U_D = E_F - I.R_{uF} = K.\varphi.\omega_{ĐTr} - I.R_{uF}$$

Khi ta thay đổi giá trị của biến trở R_{KF} thì sẽ làm cho dòng điện qua cuộn kích từ C_{KF} thay đổi, do đó từ thông kích từ φ_F của máy phát thay đổi (giảm), dẫn đến điện áp U_F thay đổi, do đó độ động cơ Đ thay đổi: $\omega < \omega_{cb}$. Như vậy, bằng cách điều chỉnh biến trở R_{KF} , ta điều chỉnh điện phản ứng động cơ Đ trong khi giữ từ thông không đổi: $\varphi_D = \varphi_{dm}$.

Khi thay đổi giá trị của biến trở RKĐ ta có thể thay đổi từ thông kích từ động cơ Đ. Khi giảm thì tốc độ động cơ Đ tăng: $\omega < \omega_{cb}$. Trong khi điều chỉnh từ thông φ_D , ta giữ điện áp phản ứng động cơ không đổi: $U_{urD} = U_{dm}$.

Đảo chiều: Cặp tiếp điểm T đóng hoặc N đóng, dòng điện kích từ máy phát I_{CKF} đảo chiều, đó đảo chiều từ thông φ_F , do đó U_F đảo dấu, dẫn đến ω đảo chiều.

Khi thực hiện hãm thì động cơ Đ sẽ qua 2 giai đoạn hãm tái sinh:

- + Tăng φ_D về định mức.
- + Giảm điện áp phản ứng động cơ về 0.

Nhận xét về hệ F-Đ:

- Ưu điểm:

+ Điều chỉnh tốc độ đơn giản, ít tổn năng lượng vì chỉ thực hiện trong mạch kích từ.

+ Dễ dàng đảo chiều quay bằng cách đảo chiều từ thông máy phát hoặc đảo chiều từ thông động cơ. Tuy nhiên trong thực tế thường dùng cách đảo chiều từ thông máy phát vì không thể để $\varphi_D = 0$ ($\omega \rightarrow \infty$).

- Nhược điểm:

+ Nhược điểm quan trọng nhất của hệ F-Đ là dùng nhiều máy điện quay, trong đó ít nhất là 2 máy điện một chiều, gây ồn lớn, công suất lắp đặt máy ít nhất gấp 3 lần công suất động cơ chấp hành, dẫn đến giá thành tăng, hiệu suất thấp.

+ Ngoài ra, do các máy phát một chiều có từ dư, đặc tính từ hóa có trễ nên khó điều chỉnh sâu tốc độ.

Phạm vi điều chỉnh tốc độ:

$$D = D_u \cdot D_\varphi = 10 \cdot (2 \div 3) / 1 = (20 \div 30) / 1$$

Phạm vi điều chỉnh tốc độ bị chặn dưới bởi điện áp dư U_{ur} . Bị chặn trên bởi giới hạn cơ học.

Khi dòng kích từ $I_{CKF} = 0$ thì $U_F = U_{ur} \neq 0$, do đó tồn tại giá trị tốc độ $\omega \neq 0$. Vì vậy để giảm nhanh tốc độ động cơ về 0 ta phải thực hiện hãm động năng

2.2. Hệ chỉnh lưu - động cơ

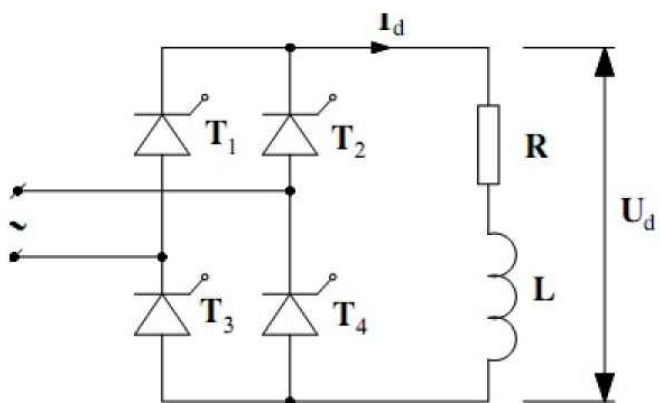
Hệ chỉnh lưu – động cơ không đảo chiều.

Các bộ biến đổi dòng điện xoay chiều thành một chiều thực chất là các bộ chỉnh lưu (hay các bộ nắn điện) dùng để biến đổi dòng điện xoay chiều thành dòng điện một chiều.

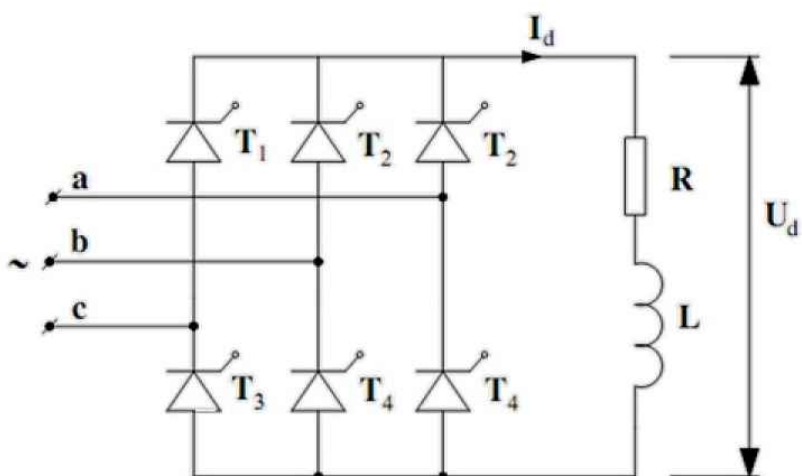
Có rất nhiều sơ đồ chỉnh lưu khác nhau được phân loại như sau:

- Theo số pha có: Chỉnh lưu 1 pha, chỉnh lưu 3 pha...
- Theo sơ đồ nối có: Chỉnh lưu nửa chu kỳ, chỉnh lưu 2 nửa chu kỳ, chỉnh lưu hình cầu, chỉnh lưu hình tia...
- Theo sự điều khiển có: Chỉnh lưu không điều khiển, chỉnh lưu có điều khiển, chỉnh lưu bán điều khiển.

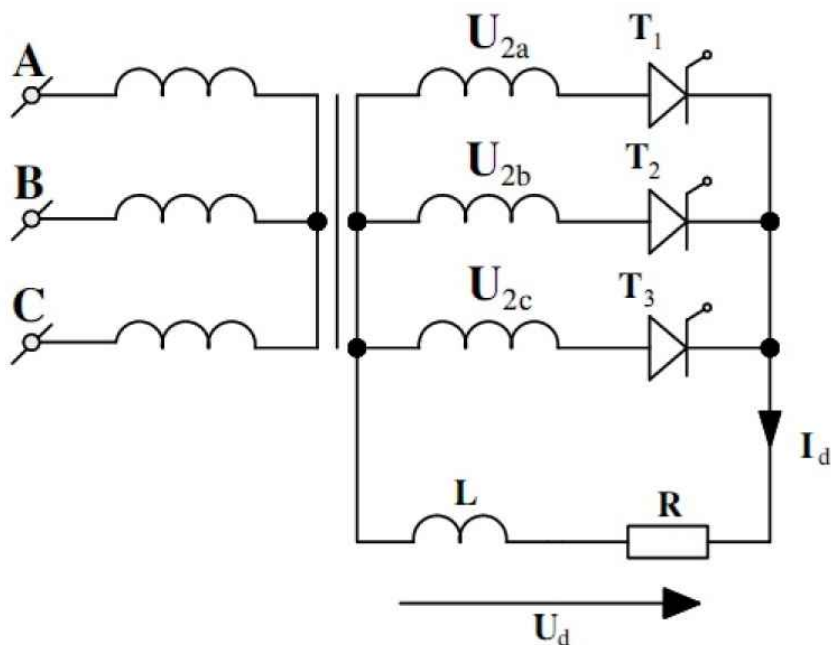
Các sơ đồ chỉnh lưu Thyristor



a) Sơ đồ chỉnh lưu Thyristor hình cầu 1 pha



b) Sơ đồ chỉnh lưu Thyristor hình cầu 3 pha



c) Sơ đồ chỉnh lưu Thyristor hình tia 3 pha

Hình 3-3. Các sơ đồ chỉnh lưu Tiristor.

Trong các sơ đồ chỉnh lưu trên, giá trị điện áp trung bình một chiều ra tải phụ thuộc vào góc điều khiển kích mở của Thyistor:

$$U_d = U_{d0} \cdot \cos \alpha.$$

Do đó, khi thay đổi góc điều khiển α thì ta sẽ thay đổi được giá trị điện áp trung bình ra tải. Nếu tăng giá trị góc điều khiển α thì điện áp trung bình sẽ giảm, ngược lại, giảm α thì điện áp trung bình sẽ tăng. Giá trị lớn nhất của điện áp trung bình ra tải là U_{d0} , ứng với góc $\alpha = 0$.

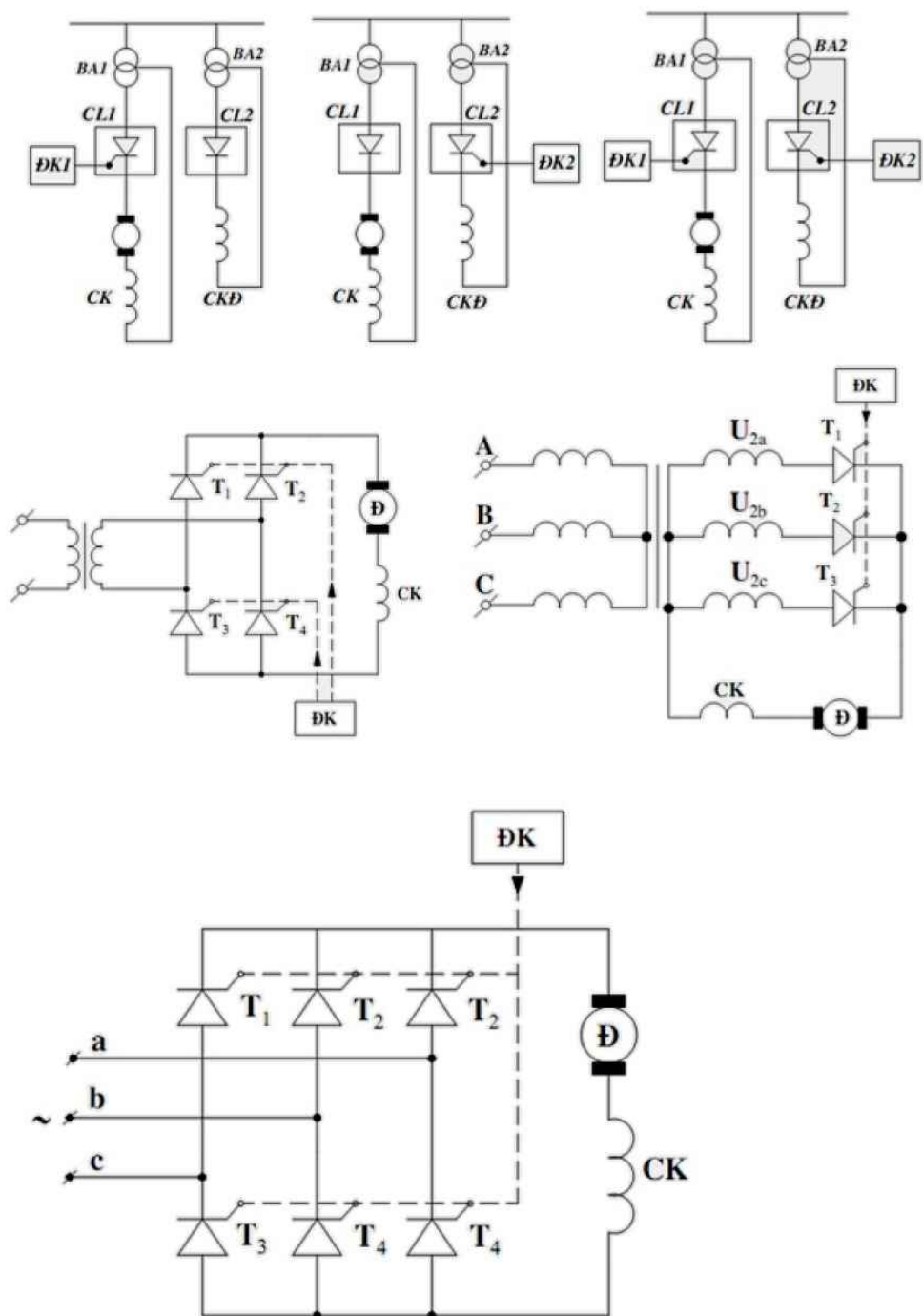
Dòng điện trung bình qua tải:

$$I = \frac{U_d}{Z_d} \quad \text{với } Z_d = \sqrt{R^2 + X_L^2}$$

Trường hợp trong mạch tải có thêm suất điện động phản kháng:

$$I = \frac{U_d - E}{Z_d}$$

Các sơ đồ thường gặp:



Hình 3-4. Các sơ đồ thường gặp hệ truyền động T-Đ không đảo chiều.

Vai trò của máy biến áp trong các sơ đồ chỉnh lưu:

- Biến đổi điện áp phù hợp.
- Cách ly với lưới điện xoay chiều và cải thiện dạng sóng.

- Tạo ra điểm trung tính cần thiết (đối với các sơ đồ hình tia).

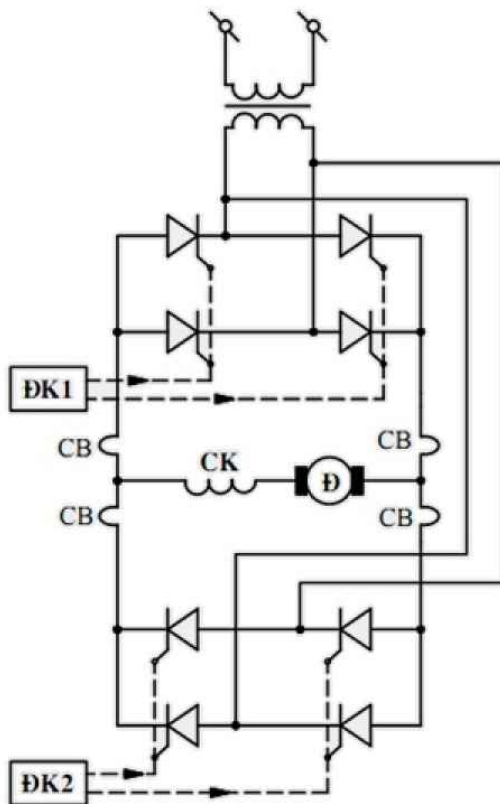
Việc sử dụng máy biến áp trong mạch tùy thuộc vào sơ đồ chỉnh lưu. Vai trò của cuộn kháng CK: Điện áp sau khi chỉnh lưu là một hàm tuần hoàn không sin. Khai triển Fourier ta sẽ được một hàm trong đó có tồn tại các thành phần sóng hài bậc cao. Cuộn kháng CK dùng lọc các thành phần bậc cao đó để lấy thành phần một chiều A_0 .

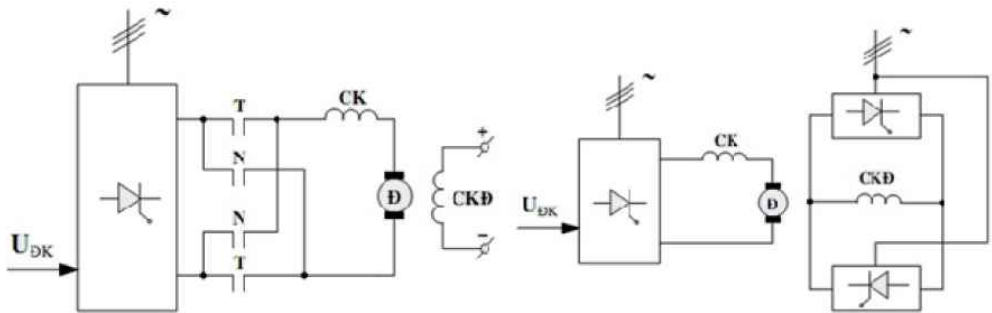
$$f(t) = A_0 + \sum A_i \sin i\omega t + \sum B_i \cos i\omega t$$

Trong thực tế không thể lọc hết hoàn toàn các thành phần sóng hài bậc cao, do đó còn tồn tại thành phần dòng điện xoay chiều chạy qua động cơ làm động cơ nóng hơn so với trường hợp làm việc trong hệ F-Đ.

Hệ chỉnh lưu – động cơ có đảo chiều.

Các sơ đồ thường gặp hệ truyền động T-Đ có đảo chiều.





Có thể đảo chiều động cơ bằng hai cách: Đảo chiều điện áp phản ứng hoặc đảo chiều từ thông kích từ. Trong các sơ đồ đảo chiều trên, cuộn kháng cân bằng CB dùng để chặn dòng điện cân bằng chảy qua hai bộ chỉnh lưu khi đảo chiều.

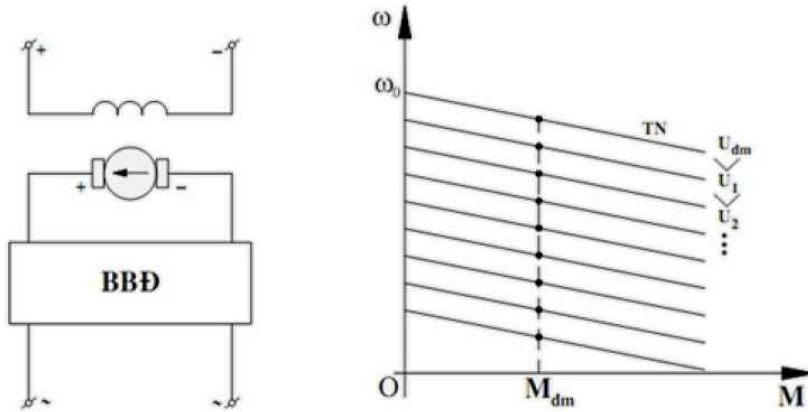
họ đặc tính cơ khác nhau. Vì vậy, với cùng một mômen tải nào đó, tốc độ động cơ sẽ khác nhau ở các đặc tính cơ khác nhau. Như vậy, động cơ điện một chiều kích từ độc lập (hay kích từ song song) có thể được điều chỉnh tốc độ bằng các phương pháp sau đây:

3.1. Điều chỉnh tốc độ bằng cách thay đổi điện áp phần ứng

Sơ đồ nguyên lý được biểu diễn như trên hình vẽ. Từ thông động cơ được giữ không đổi. Điện áp phần ứng được cấp từ một bộ biến đổi.

Khi thay đổi điện áp cấp cho cuộn dây phần ứng, ta có các họ đặc tính cơ ứng với các tốc độ không tải khác nhau, song song và có cùng độ cứng.

Điện áp U chỉ có thể thay đổi về phía giảm ($U < U_{dm}$) nên phương pháp này chỉ cho phép điều chỉnh giảm tốc độ.



Hình 3-6. Điều chỉnh tốc độ động cơ điện một chiều kích từ

Điều chỉnh tốc độ động cơ điện một chiều kích từ độc lập bằng biện pháp thay đổi điện áp phần ứng có các đặc điểm sau:

- Điện áp phần ứng càng giảm, tốc độ động cơ càng nhỏ.
- Điều chỉnh trơn trong toàn bộ dải điều chỉnh.
- Độ cứng đặc tính cơ giữ không đổi trong toàn bộ dải điều chỉnh.
- Độ sụt tốc tuyệt đối trên toàn dải điều chỉnh ứng với một mômen là như nhau.
- Độ sụt tốc tương đối sẽ lớn nhất tại đặc tính cơ thấp nhất của dải điều chỉnh.

Do vậy, sai số tốc độ tương đối (sai số tĩnh) của đặc tính cơ thấp nhất không vượt quá sai số cho phép cho toàn dải điều chỉnh.

- Dải điều chỉnh của phương pháp này có thể: $D \sim 10:1$.

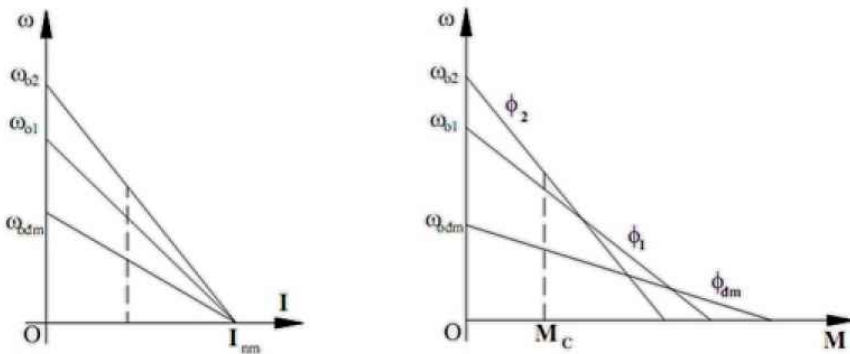
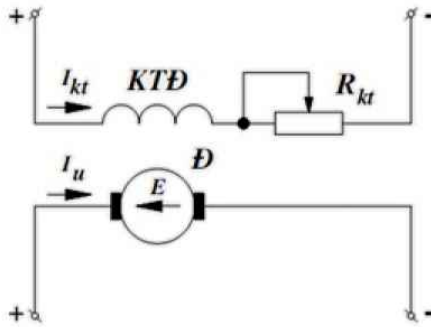
- Chỉ có thể điều chỉnh tốc độ về phía giảm (vì chỉ có thể thay đổi với $U_r \leq U_{dm}$).

- Phương pháp điều chỉnh này cần một bộ nguồn để có thể thay đổi trơn điện áp ra.

3.2. Điều chỉnh tốc độ bằng cách thay đổi từ thông

Muốn thay đổi từ thông động cơ, ta tiến hành thay đổi dòng điện kích từ của động cơ qua một điện trở mắc nối tiếp ở mạch kích từ. Rõ ràng phương pháp này chỉ cho phép tăng điện trở vào mạch kích từ, nghĩa là chỉ có thể giảm dòng điện kích từ ($I_{kt} \leq I_{ktdm}$) do đó chỉ có thể thay đổi về phía giảm từ thông. Khi

giảm từ thông, đặc tính dốc hơn và có tốc độ không tải lớn hơn. Họ đặc tính giảm từ thông như hình vẽ.



Hình 3-7. Điều chỉnh tốc độ động cơ điện một chiều kích từ độc lập bằng phương pháp thay đổi từ thông kích từ

Phương pháp điều chỉnh tốc độ bằng thay đổi từ thông có các đặc điểm sau:

- Từ thông càng giảm thì tốc độ không tải lý tưởng của đặc tính cơ càng tăng, tốc độ động cơ càng lớn.
- Độ cứng đặc tính cơ giảm khi giảm từ thông.
- Có thể điều chỉnh trong dải điều chỉnh: $D \sim 3:1$.
- Chỉ có thể điều chỉnh thay đổi tốc độ về phía tăng.
- Do độ dốc đặc tính cơ tăng lên khi giảm từ thông nên các đặc tính sẽ cắt nhau và do đó, với tải không lớn (M_1) thì tốc độ tăng khi từ thông giảm. Còn ở vùng tải lớn (M_2) tốc độ có thể tăng hoặc giảm tùy theo tải. Thực tế, phương pháp này chỉ sử dụng ở vùng tải không quá lớn so với định mức.
- Phương pháp này rất kinh tế vì việc điều chỉnh tốc độ thực hiện ở mạch kích từ với dòng kích từ là $(1 \div 10)\%$ dòng định mức của phần ứng. Tổn hao điều chỉnh thấp.

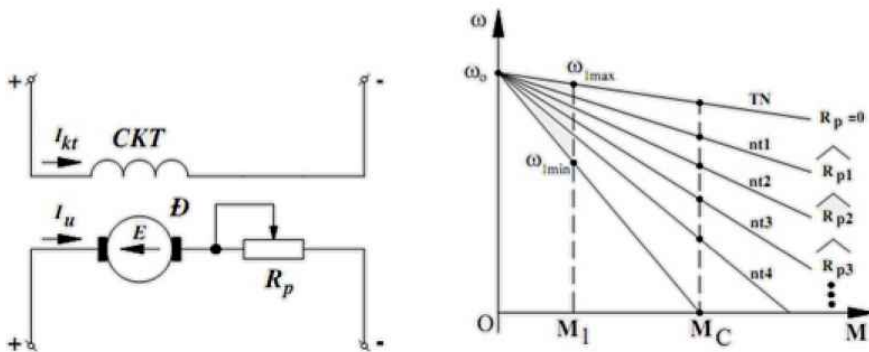
3.3. Điều chỉnh tốc độ bằng cách thay đổi điện trở ở mạch phản ứng

Sơ đồ nguyên lý nối dây như hình 3.6. Khi tăng điện trở phản ứng, đặc tính cơ dốc hơn nhưng vẫn giữ nguyên tốc độ không tải lý tưởng. Họ đặc tính cơ khi thay đổi điện trở mạch phản ứng như hình vẽ.

Đặc điểm của phương pháp điều chỉnh tốc độ bằng cách thay đổi điện trở ở mạch phản ứng:

- Điện trở mạch phản ứng càng tăng, độ dốc đặc tính cơ càng lớn, đặc tính cơ càng mềm và độ ổn định tốc độ càng kém, sai số tốc độ càng lớn.
- Phương pháp chỉ cho phép điều chỉnh thay đổi tốc độ về phía giảm (do chỉ có thể tăng thêm điện trở).
- Vì điều chỉnh tốc độ nhờ thêm điện trở vào mạch phản ứng cho nên tổn hao công suất dưới dạng nhiệt trên điện trở càng lớn.
- Dải điều chỉnh phụ thuộc vào trị số mômen tải. Tải càng nhỏ (M_1) thì dải điều chỉnh $D = \frac{\omega_{\max}}{\omega_{\min}}$ càng nhỏ. Nói chung, phương pháp này cho dải điều chỉnh:

$$D \approx 5:1$$



Hình 3-8. Điều chỉnh tốc độ động cơ điện một chiều kích từ độc lập bằng phương pháp thay đổi điện trở phản ứng.

- Về nguyên tắc, phương pháp này cho điều chỉnh trơn nhờ thay đổi điện trở nhưng vì dòng Rotor lớn nên việc chuyển đổi điện trở sẽ khó khăn. Thực tế thường sử dụng chuyển đổi theo từng cấp điện trở.

4. Điều chỉnh tốc độ động cơ bằng cách thay đổi điện áp nguồn

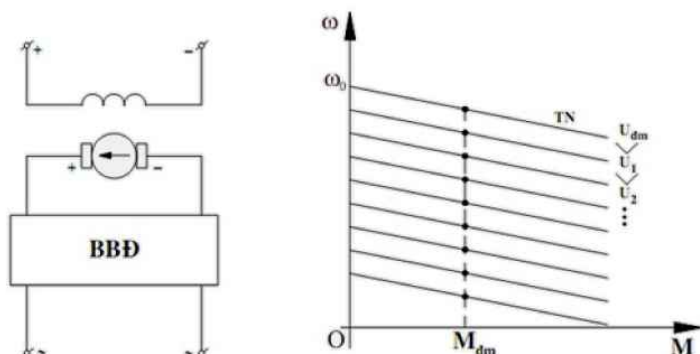
Mục tiêu:

Trình bày được phương pháp điều chỉnh tốc độ động cơ bằng cách thay đổi điện áp nguồn

Sơ đồ nguyên lý được biểu diễn như trên hình vẽ. Từ thông động cơ được giữ không đổi. Điện áp phản ứng được cấp từ một bộ biến đổi.

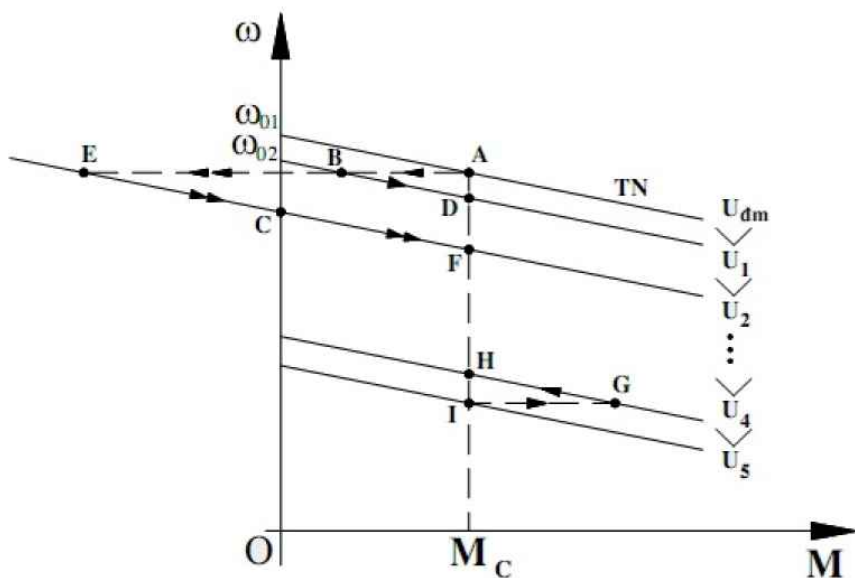
Khi thay đổi điện áp cấp cho cuộn dây phản ứng, ta có các họ đặc tính cơ ứng với các tốc độ không tải khác nhau, song song và có cùng độ cứng.

Điện áp U chỉ có thể thay đổi về phía giảm ($U < U_{dm}$) nên phương pháp này chỉ cho phép điều chỉnh giảm tốc độ.



Hình 3-9. Điều chỉnh tốc độ động cơ điện một chiều kích từ

Giả sử động cơ đang làm việc tại điểm A trên đặc tính cơ 1 ứng với điện áp U_1 trên phần ứng. Khi giảm điện áp từ U_1 xuống U_2 , động cơ thay đổi điểm làm việc từ điểm A có tốc độ lớn ω_A trên đường 1 xuống điểm D có tốc độ nhỏ hơn ($\omega_D < \omega_A$) trên đường 2 (ứng với điện áp U_2).



Hình 3-10. Trạng thái hãm khi điều chỉnh tốc độ động cơ bằng cách thay đổi điện áp phần ứng.

Trong khi giảm tốc độ theo cách giảm điện áp phần ứng, nếu giảm mạnh điện áp, nghĩa là chuyển nhanh từ tốc độ cao xuống tốc độ thấp thì cùng với quá trình giảm tốc có thể xảy ra quá trình hãm tái sinh. Chẳng hạn, cũng trên hình 3.4, động cơ đang làm việc tại điểm A với tốc độ lớn ω_A trên đặc tính cơ 1 ứng với điện áp U_1 . Ta giảm mạnh điện áp phần ứng từ U_1 xuống U_3 . Lúc này động cơ chuyển điểm làm việc từ điểm A trên đường 1 sang điểm E trên đường 3 (chuyển ngang với $\omega_A = \omega_E$). Vì ω_E lớn hơn tốc độ không tải lý tưởng ω_{03} của

đặc tính cơ 3 nên động cơ sẽ làm việc ở trạng thái hãm tái sinh trên đoạn EC của đặc tính 3.

Quá trình hãm giúp động cơ giảm tốc nhanh. Khi tốc độ xuống thấp hơn ω_{03} thì động cơ lại làm việc ở trạng thái động cơ. Lúc này do mômen $M_D = 0$ nên động cơ tiếp tục giảm tốc cho tới điểm làm việc mới tại F, vì tại F mômen động cơ sinh ra cân bằng với mômen cản M_C . Động cơ chạy ổn định tại F với tốc độ $\omega_F < \omega_A$.

Khi tăng tốc, diễn biến của quá trình được giải thích tương tự. Giả sử động cơ đang làm việc tại điểm I có tốc độ ω_I nhỏ trên đặc tính cơ 5, ứng với điện áp U_5 trên phần ứng. Tăng điện áp từ U_5 lên U_4 , động cơ chuyển điểm làm việc từ I trên đặc tính 5 sang điểm G trên đặc tính 4. Do mômen M_G lớn hơn mômen cản M_C nên động cơ tăng tốc theo đường 4 (đoạn GH). Đồng thời với quá trình tăng tốc, mômen động cơ bị giảm và quá trình tăng tốc chậm dần. Tới điểm H thì mômen động cơ cân bằng với mômen tải $M_H = M_C$ và động cơ sẽ làm việc ổn định tại điểm H với tốc độ $\omega_H > \omega_I$. Điều chỉnh tốc độ động cơ điện một chiều kích từ độc lập bằng biện pháp thay đổi điện áp phần ứng có các đặc điểm sau:

- Điện áp phần ứng càng giảm, tốc độ động cơ càng nhỏ.
- Điều chỉnh trơn trong toàn bộ dải điều chỉnh.
- Độ cứng đặc tính cơ giữ không đổi trong toàn bộ dải điều chỉnh.
- Độ sụt tốc tuyệt đối trên toàn dải điều chỉnh ứng với một mômen là như nhau. Độ sụt tốc tương đối sẽ lớn nhất tại đặc tính cơ thấp nhất của dải điều chỉnh. Do vậy, sai số tốc độ tương đối (sai số tĩnh) của đặc tính cơ thấp nhất không vượt quá sai số cho phép cho toàn dải điều chỉnh.

Trong khi giảm tốc độ theo cách giảm điện áp phần ứng, nếu giảm mạnh điện áp, nghĩa là chuyển nhanh từ tốc độ cao xuống tốc độ thấp thì cùng với quá trình giảm tốc có thể xảy ra quá trình hãm tái sinh. Chẳng hạn, cũng trên hình vẽ, động cơ đang làm việc tại điểm A với tốc độ lớn ω_A trên đặc tính cơ 1 ứng với điện áp U_1 . Ta giảm mạnh điện áp phần ứng từ U_1 xuống U_3 . Lúc này động cơ chuyển điểm làm việc từ điểm A trên đường 1 sang điểm E trên đường 3 (chuyển ngang với $\omega_A = \omega_E$). Vì ω_E lớn hơn tốc độ không tải lý tưởng ω_{03} của đặc tính cơ 3 nên động cơ sẽ làm việc ở trạng thái hãm tái sinh trên đoạn EC của đặc tính 3.

Quá trình hãm giúp động cơ giảm tốc nhanh. Khi tốc độ xuống thấp hơn ω_{03} thì động cơ lại làm việc ở trạng thái động cơ. Lúc này do mômen $M_D = 0$ nên động cơ tiếp tục giảm tốc cho tới điểm làm việc mới tại F, vì tại F mômen động cơ sinh ra cân bằng với mômen cản M_C . Động cơ chạy ổn định tại F với tốc độ $\omega_F < \omega_A$. Khi tăng tốc, diễn biến của quá trình được giải thích tương tự. Giả sử động cơ đang làm việc tại điểm I có tốc độ ω_I nhỏ trên đặc tính cơ 5, ứng với điện áp U_5 trên phần ứng. Tăng điện áp từ U_5 lên U_4 , động cơ chuyển điểm làm việc từ I trên đặc tính 5 sang điểm G trên đặc tính 4. Do mômen M_G lớn hơn mômen cản M_C nên động cơ tăng tốc theo đường 4 (đoạn GH). Đồng thời với quá trình tăng tốc, mômen động cơ bị giảm và quá trình tăng tốc chậm dần. Tới điểm H thì mômen động cơ cân bằng với mômen tải $M_H = M_C$ và động cơ sẽ làm việc ổn định tại điểm H với tốc độ $\omega_H > \omega_I$. Điều chỉnh tốc độ động cơ điện một

chiều kích từ độc lập bằng biện pháp thay đổi điện áp phần ứng có các đặc điểm sau:

- Điện áp phần ứng càng giảm, tốc độ động cơ càng nhỏ.
- Điều chỉnh trơn trong toàn bộ dải điều chỉnh.
- Độ cứng đặc tính cơ giữ không đổi trong toàn bộ dải điều chỉnh.
- Độ sụt tốc tuyệt đối trên toàn dải điều chỉnh ứng với một mômen là như nhau. Độ sụt tốc tương đối sẽ lớn nhất tại đặc tính cơ thấp nhất của dải điều chỉnh. Do vậy, sai số tốc độ tương đối (sai số tĩnh) của đặc tính cơ thấp nhất không vượt quá sai số cho phép cho toàn dải điều chỉnh.
- Dải điều chỉnh của phương pháp này có thể: $D \sim 10:1$.
- Chỉ có thể điều chỉnh tốc độ về phía giảm (vì chỉ có thể thay đổi với $U_r \leq U_{dm}$).
- Phương pháp điều chỉnh này cần một bộ nguồn để có thể thay đổi trơn điện áp ra.

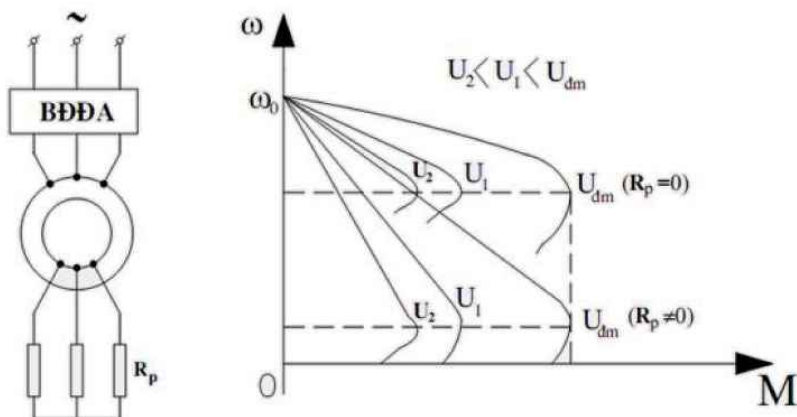
5. Điều chỉnh tốc độ động cơ không đồng bộ bằng cách thay đổi thông số điện áp nguồn.

Mục tiêu:

Trình bày được phương pháp điều chỉnh tốc độ động cơ không đồng bộ bằng cách thay đổi thông số điện áp nguồn

Nguyên lý điều chỉnh.

Thực hiện phương pháp này với điều kiện giữ không đổi tần số. Điện áp cấp cho động cơ lấy từ một bộ biến đổi điện áp xoay chiều. BBD điện áp có thể là một máy biến áp tự ngẫu hoặc một BBD điện áp bán dẫn như được trình bày ở mục trước. Hình vẽ trình bày sơ đồ nối dây và các đặc tính cơ khi thay đổi điện áp phần cảm.



Hình 3-11. Phương pháp điều chỉnh tốc độ động cơ KĐB 3 pha bằng cách thay đổi điện áp đặt vào mạch Stator.

Nhận xét:

- Thay đổi điện áp chỉ thực hiện được về phía giảm dưới giá trị định mức nên kéo theo mômen tới hạn giảm nhanh theo bình phương của điện áp.

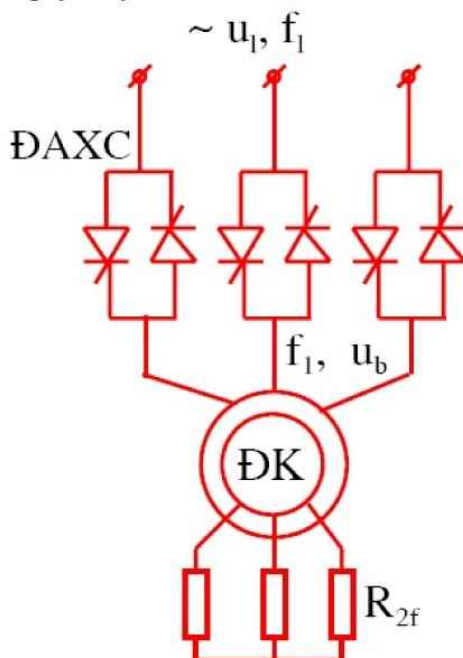
- Đặc tính cơ tự nhiên của động cơ không đồng bộ thường có độ trượt tới hạn nhỏ nên phương pháp điều chỉnh tốc độ bằng cách giảm điện áp thường được thực hiện cùng với việc tăng điện trở phụ ở mạch Rotor để tăng độ trượt tới hạn do đó tăng được dải điều chỉnh lớn hơn.

- Khi điện áp đặt vào động cơ giảm, mômen tới hạn của các đặc tính cơ giảm, trong khi tốc độ không tải lý tưởng (hay tốc độ đồng bộ) giữ nguyên nên khi giảm tốc độ thì độ cứng đặc tính cơ giảm, độ ổn định tốc độ kém đi.

Phương pháp dùng bộ điều chỉnh điện áp bằng thyristor.

Đây là bộ điều chỉnh được ứng dụng ngày càng nhiều trong điều chỉnh tốc độ động cơ không đồng bộ vì có nhiều ưu điểm so với các bộ biến đổi xoay chiều khác như dùng biến áp tự ngẫu, khuếch đại từ, ...

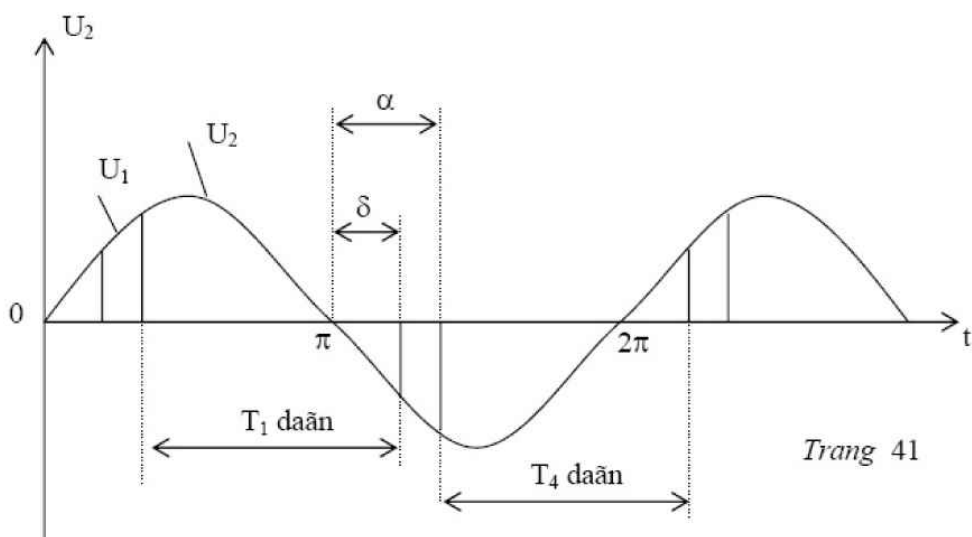
Sơ đồ nguyên lý như hình vẽ



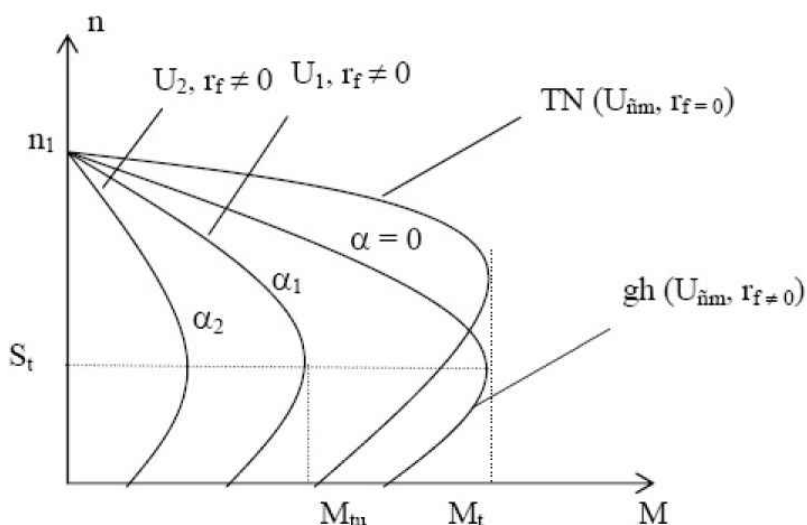
Hình 3-12. Bộ điều chỉnh thyristor

Bộ điều chỉnh thyristor này tương đối đơn giản gồm 6 thyristor. Khi trạng thái xác lập các thyristor mở ở các góc kích như nhau và không đổi. Khi đó T1, T3, T5 dẫn ở nửa chu kỳ dương còn T2, T4, T6 dẫn ở nửa chu kỳ âm của lưới điện.

Điện áp đặt vào stator của động cơ là những phần của đường hình sin như hình vẽ.



Hình 3-13. Đặc tính điều chỉnh tốc độ khi dùng bộ điều chỉnh thyristor.



Hình 3-14. Đặc tính cơ khi thay đổi tốc độ

6. Điều chỉnh tốc độ động cơ không đồng bộ bằng sơ đồ nối tầng (cascade).

Mục tiêu:

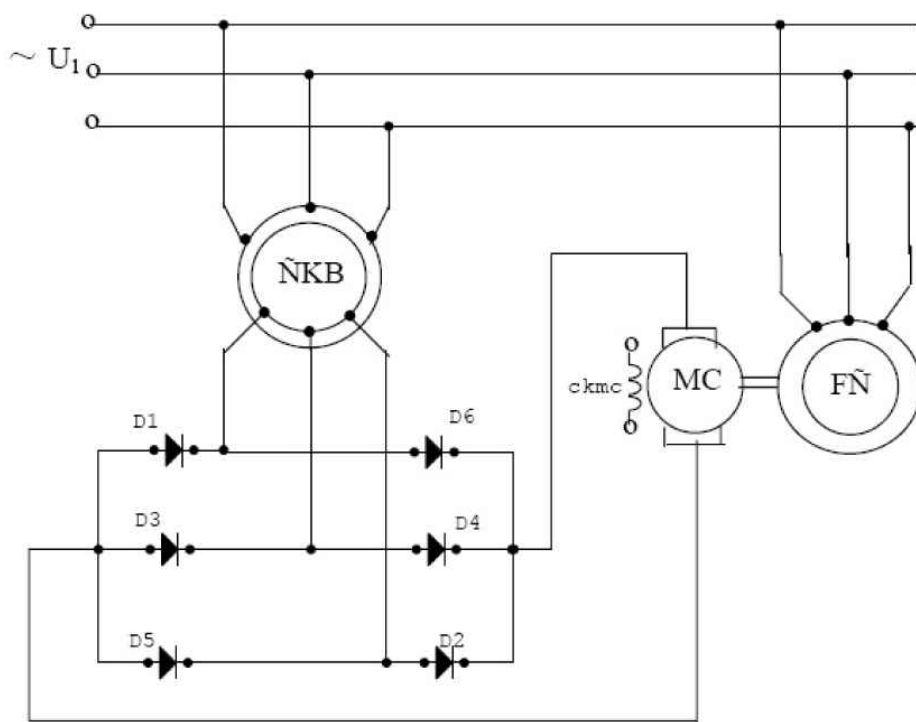
Trình bày được phương pháp điều chỉnh tốc độ động cơ không đồng bộ bằng sơ đồ nối tầng (cascade).

Phương pháp nối tầng dùng van máy điện.

Đối với động cơ không đồng bộ Roto dây quấn có công suất rất lớn thì tổn thất công suất trượt sẽ rất lớn. Do đó có thể không sử dụng được cả thiết bị chuyển đổi và điều chỉnh điện trở mạch Roto. Để vừa tận dụng được năng lượng trượt

vừa điều chỉnh tốc độ động cơ không đồng bộ người ta sử dụng các sơ đồ nối tầng sau :

Sơ đồ nối tầng máy điện, van máy điện. Ở đây ta chỉ xét sơ đồ nối tầng van máy điện.

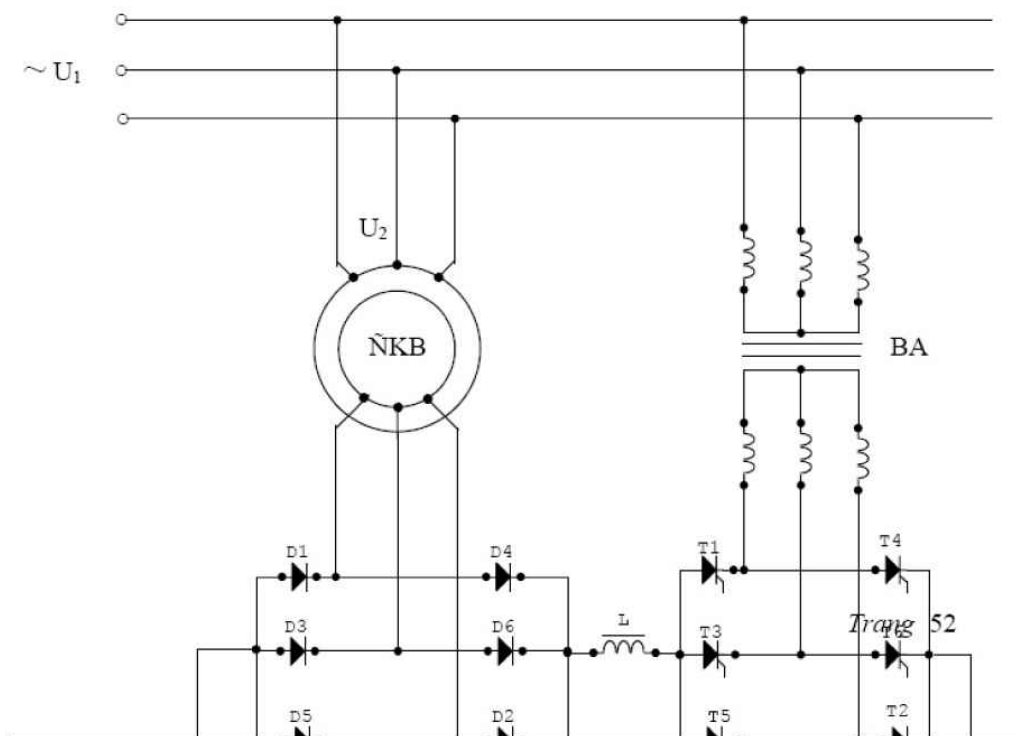


Hình 3-15. Sơ đồ nối tầng hệ thống van máy điện

Để điều chỉnh tốc độ động cơ không đồng bộ trong các sơ đồ nối tầng ta thực hiện bằng cách đưa vào Roto một sức điện động phụ $E_{phụ}$ sức điện động phụ này có thể là xoay chiều hoặc một chiều. Như hình vẽ thì sức điện động phụ do máy điện một chiều tạo ra. Khi E_f tăng thì I_2 giảm, Momen điện từ của động cơ M giảm nhỏ hơn Momen cản M_c tốc độ động cơ giảm. Khi tốc độ động cơ giảm thì độ trượt s tăng, làm cho I_2 và Momen điện từ tăng kết quả là động cơ tăng tốc đến trạng thái làm việc xác lập.

6.2. Phương pháp nối tầng dùng thyristor.

Để vừa điều chỉnh tốc độ động cơ, vừa tận dụng được công suất trượt ta khảo sát sơ đồ điều chỉnh công suất trượt dùng thyristor.



Hình 3-16. Sơ đồ nối tăng dùng thyristor

Năng lượng trượt từ Roto động cơ không đồng bộ sau khi đã chỉnh lưu thành một chiều được biến thành xoay chiều nhà bộ nghịch lưu và trả về lưới điện nhờ biến áp BA. Sức điện động phụ đưa vào mạch Roto của động cơ không đồng bộ là sức điện động của bộ nghịch lưu. Trị số của nó được điều chỉnh bằng cách thay đổi góc mở của các thyristor trong bộ nghịch lưu. Điện áp và tần số của bộ nghịch lưu không đổi. Làm việc với góc mở α thay đổi từ 90° tới 240° . Phần còn lại dành cho góc chuyển mạch γ . Độ lớn dòng điện Roto phụ thuộc vào Momen tải chứ không phụ thuộc vào góc mở của bộ nghịch lưu. Sai lệch về giá trị tức thời giữa điện áp chỉnh lưu và nghịch lưu chính là điện áp trên điện kháng lọc L.

Bài tập thực hành

Câu 1: Gọi D_u là phạm vi điều chỉnh tốc độ bằng phương pháp thay đổi điện áp phản ứng động cơ DC KT độc lập, D_r là phạm vi điều chỉnh tốc độ bằng phương pháp thay đổi điện trở phụ phản ứng động cơ DC KT độc lập, So sánh hai phương pháp này ta có:

$$D_u > D_r$$

$$D_u < D_r$$

$$D_u = D_r$$

$$D_u \neq D_r$$

Câu 2: Điều chỉnh tốc độ động cơ DC bằng hệ điều chỉnh xung áp có đặc điểm

Điện áp đặt vào phần ứng có giá trị biến đổi theo chu kỳ

Điện áp đặt vào phần ứng có giá trị không đổi

Điện trở phụ đặt vào phần ứng có giá trị biến đổi theo chu kỳ

Điện trở phụ đặt vào phần ứng có giá trị không đổi

Câu : Điều chỉnh tốc độ động cơ DC KT độc lập bằng phương pháp thay đổi từ thông thì không cho phép

Giảm từ thông so với từ thông định mức

Tăng từ thông so với từ thông định mức

Giảm từ thông hai lần so với từ thông định mức

Giảm từ thông ba lần so với từ thông định mức

Câu 4: Điều chỉnh đặc cơ DC bằng phương pháp điều chỉnh Xung - điện áp, họ đặc tính có dạng:

Là các đường thẳng song song khi điện áp trung bình phần ứng thay đổi

Là các đường cong trong vùng dòng liên tục

Là các đường thẳng song song trong vùng dòng điện liên tục

Là các đường thẳng giao nhau

Câu 5: Điều chỉnh đặc cơ DC bằng phương pháp điều chỉnh điện trở phụ đặt vào phần ứng thì cho kết quả:

Tốc độ làm việc nhỏ hơn tốc độ cơ bản

Tốc độ làm việc lớn hơn tốc độ cơ bản

Tốc độ làm việc bằng tốc độ cơ bản

Tốc độ làm việc có thể lớn hoặc nhỏ hơn tốc độ cơ bản

Câu 6: Độ cứng đặc tính cơ càng lớn thì:

Độ ổn định tốc độ càng kém

Dòng khởi động càng nhỏ

Độ ổn định tốc độ càng cao

Khả năng quá tải càng nhỏ

Câu 7: Nguyên tắc thay đổi từ thông để điều chỉnh tốc độ bằng cách :

Thay đổi điện áp phần ứng với $R_{\text{tr}}, \phi = \text{const}$

Giữ $R_{\text{tr}} = \text{const}$ và $U = \text{const}$

Thay đổi R_{tr} với $U, \phi = \text{const}$ và $U = \text{const}$

Thay đổi I_{tr} với U_{tr}

Câu 8: Đối với động cơ DC KT độc lập, Khi thay đổi điện áp phần ứng thì độ sụt tốc độ trên các đặc tính cơ nhân tạo có đặc điểm

có giá trị như nhau và bằng với độ sụt tốc độ trên đặc tính cơ tự nhiên

Khác với độ sụt tốc độ trên

Có giá trị bằng 0

Có giá trị khác nhau

Câu 9: Hệ chỉnh lưu điều khiển -động cơ DC đảo chiều Dùng bộ chỉnh lưu thuận nghịch, khi áp dụng nguyên tắc điều khiển riêng 2 nhóm chỉnh lưu thì;

Tại mỗi thời điểm chỉ kích xung mở cho một nhóm chỉnh lưu

Tại mỗi thời điểm chỉ kích xung mở cho 1 SCR của mỗi nhóm chỉnh lưu

Tại mỗi thời điểm chỉ kích xung mở cho 2SCR của mỗi nhóm chỉnh lưu

Tại mỗi thời điểm chỉ kích xung mở cho cả 2 nhóm chỉnh lưu

Câu 10: Hệ chỉnh lưu điều khiển -động cơ DC không đảo chiều điều khiển tốc độ động cơ làm việc được ở các góc phần tư trong mặt phẳng (ω, M) như sau: