

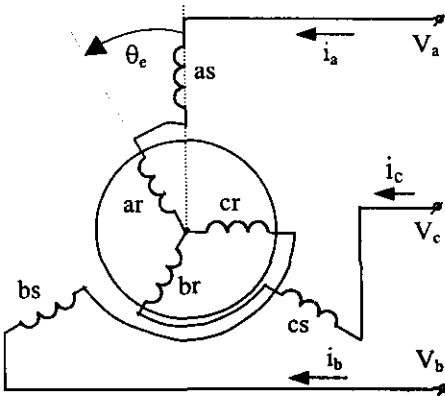
CÁC GIẢI PHÁP ỔN ĐỊNH HOÁ VÀ NÂNG CAO ĐỘ BỀN VỮNG HỆ TRUYỀN ĐỘNG SỬ DỤNG ĐỘNG CƠ ĐỒNG BỘ KÍCH TỪ NỐI TIẾP

TS. Nguyễn Như Hiền
ThS. Trần Xuân Minh
ThS. Phạm Thị Bông
ThS. Lâm Hùng Sơn
Trường ĐHKTCN Thái Nguyên

Tóm tắt

Hệ truyền động sử dụng động cơ đồng bộ kích từ nối tiếp cho các đặc tính làm việc tốt ở chế độ tĩnh. Do cấu trúc không ổn định của động cơ, cho nên để đảm bảo sự làm việc tốt cả chế độ tĩnh và động của hệ truyền động cần có các giải pháp ổn định hoá và nâng cao độ ổn định cho hệ. Trong bài báo này tập trung nghiên cứu đề xuất một số giải pháp cụ thể và giới thiệu kết quả nghiên cứu khi ứng dụng các giải pháp đó, với việc sử dụng mô hình mô phỏng hệ truyền động trong phần mềm MATLAB - Simulink. Từ các kết quả nghiên cứu, đề xuất các khả năng ứng dụng hệ truyền động trong thực tiễn với các dải công suất khác nhau.

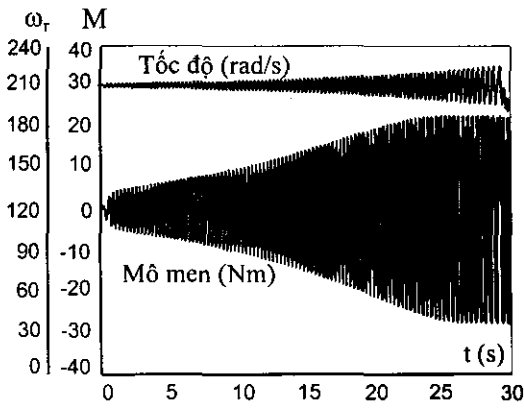
1. Đặt vấn đề



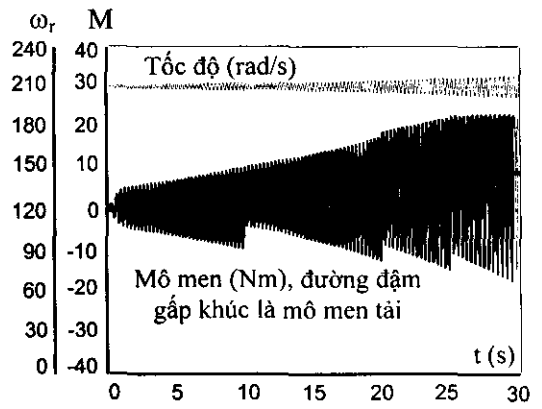
Hình 1. Sơ đồ đấu dây mạch stator và rotor của động cơ làm việc ở chế độ ĐCĐBKTN

Hệ truyền động điện động cơ đồng bộ kích từ nối tiếp sử dụng động cơ xoay chiều ba pha không đồng bộ rotor dây quấn với việc đấu nối tiếp cuộn dây stator và rotor nhưng có sự thay đổi pha của hai pha (hình 1), cụ thể: cuộn stator pha A (as) đấu nối tiếp với cuộn rotor pha A (ar), còn cuộn stator pha B (bs) đấu nối tiếp với cuộn rotor pha C (cr) và cuộn stator pha C (cs) đấu nối tiếp với cuộn rotor pha B (br). Qua các nghiên cứu về chế độ xác lập của động cơ đã giới thiệu trong [2], [4] và [5], ta thấy hệ truyền động này có nhiều ưu điểm như tốc độ động cơ không đổi trong vùng làm việc bình thường; có khả năng phát huy tốt công suất, công suất ra có thể vượt công suất định

mức khi dòng cuộn dây bằng định mức; hiệu suất khá cao; mô men quá tải (mô men cực đại) lớn, đặc biệt là khi hệ số qui đổi rotor và stator phù hợp. Sử dụng mô hình động cơ



Hình 3. Tốc độ và mô men động cơ khi vào đồng bộ



Hình 4. Tốc độ và mô men động cơ khi vào đồng bộ và thay đổi tải nhảy cấp

Từ các kết quả mô phỏng cho thấy, nếu chỉ cung cấp cho động cơ từ một nguồn điện xoay chiều ba pha thông thường hoặc từ một biến tần điều chế độ rộng xung (PWM) thì khi đưa tốc độ động cơ đến tốc độ đồng bộ rồi cấp nguồn để động cơ vào đồng bộ như các động cơ đồng bộ thông thường khác, tốc độ và mô men động cơ dao động với biên độ tăng dần và sẽ dẫn đến mất đồng bộ (hình 3). Hiện tượng này cũng xảy ra khi thay đổi tải nhảy cấp (hình 4). Điều này cũng hoàn toàn phù hợp với thực nghiệm trên động cơ cùng thông số như trên.

Vấn đề đặt ra là, muốn sử dụng được hệ thống truyền động này ta phải thực hiện ổn định hoá hệ thống và tìm biện pháp nâng cao chất lượng quá trình động của hệ.

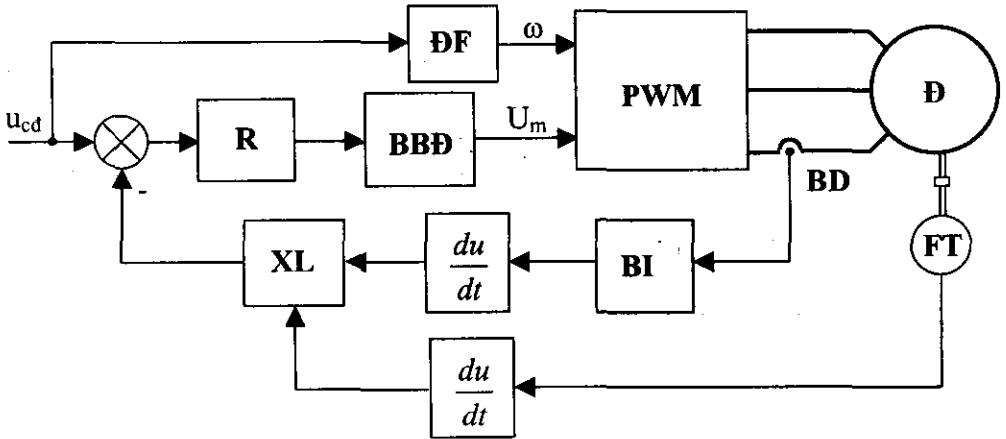
2. Các giải pháp ổn định hoá và nâng cao chất lượng động của hệ truyền động

2.1. Cơ sở lý thuyết

Từ kết quả mô phỏng về quá trình vào đồng bộ và khi thay đổi tải nhảy cấp, kết hợp với thực nghiệm cho thấy cấu trúc không ổn định của hệ truyền động. Như vậy hệ truyền động không thể làm việc được ở dạng hệ hở, vì vậy cần tác động thay đổi cấu trúc của hệ, đưa hệ về dạng hệ kín có cấu trúc ổn định và đảm bảo chất lượng quá trình động. Sự dao động của tốc độ động cơ với biên độ tăng dần, dẫn đến mất đồng bộ là do dao động của mô men động cơ gây ra. Để ổn định hệ, tức là dập các dao động mô men và tốc độ của động cơ khi vào đồng bộ, cũng như khi thay đổi tải ta phải sử dụng tín hiệu phản hồi để chống lại sự dao động của mô men. Về nguyên tắc, để dập dao động của mô men động cơ ta lấy tín hiệu phản hồi âm mô men động cơ kết hợp với bộ điều chỉnh thích hợp. Từ biểu thức tổng quát của mô men động cơ [2]:

$$M = \frac{1}{2} p \sum_{k=1}^s i_k \sum_{n=1}^s i_n \frac{dL_{kn}}{d\theta_c} \quad \text{hoặc:} \quad M = \frac{\partial W}{\partial \theta_c} \cdot p \quad \text{khi } i_k \text{ không đổi} \quad (1)$$

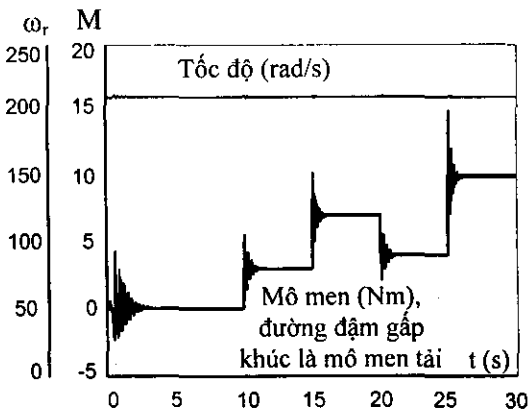
Để có tín hiệu phản hồi theo mô men động và theo sự dao động của giá trị hiệu dụng (hoặc biên độ) dòng điện cuộn dây động cơ trong hệ sử dụng các khâu vi phân kết hợp với máy phát tốc FT và khâu BI. Các tín hiệu phản hồi kết hợp với tín hiệu đặt sẽ không chế điện áp một chiều cấp cho nghịch lưu của bộ biến tần sẽ cho phép tác động lên biên độ dòng điện động cơ và do vậy tác động đến mô men của động cơ.



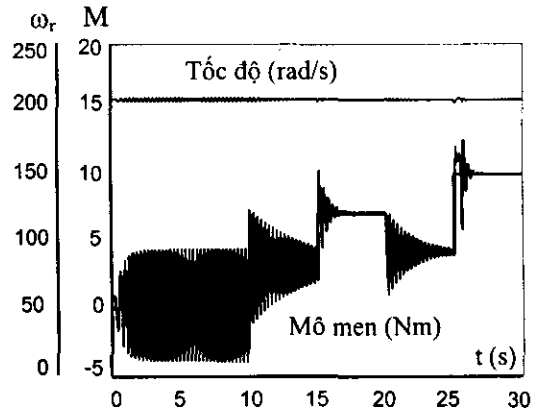
Hình 5. Sơ đồ cấu trúc hệ truyền động

2.3. Các kết quả mô phỏng

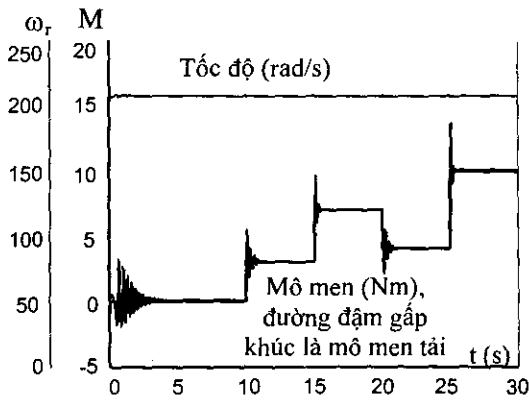
Sử dụng mô hình động cơ trong [2] (hình2) để xây dựng sơ đồ mô phỏng theo cấu trúc đã giới thiệu ở hình 5. Thực hiện mô phỏng các chế độ động với các thông số cơ bản của động cơ đã giới thiệu (1) trong các trường hợp: Chỉ sử dụng phản hồi âm theo mô men động, chỉ sử dụng phản hồi âm theo sự dao động biên độ dòng cuộn dây động cơ và kết hợp cả hai loại phản hồi cùng với bộ điều chỉnh thích hợp. Kết quả mô phỏng biểu diễn trên các hình 6, 7, và 8:



Hình 6. Sự thay đổi tốc độ động cơ lúc vào đồng bộ và thay đổi tải nhảy cấp khi dùng phản hồi âm theo mô men động của động cơ



Hình 7. Sự thay đổi mô men động cơ lúc vào đồng bộ và thay đổi tải nhảy cấp khi dùng phản hồi âm sự dao động biên độ dòng động cơ



Hình 8. Sự thay đổi tốc độ và mô men động cơ lúc vào đồng bộ và thay đổi tải nhảy cấp khi dùng phản hồi âm theo mô men động kết hợp với phản hồi âm theo sự dao động biên độ dòng

Trong các đồ thị hình 6, 7 và 8 chỉ biểu diễn sự thay đổi của mô men, tốc độ động cơ khi vào đồng bộ (nâng tốc độ động cơ đến tốc độ đồng bộ bằng hai lần tốc độ từ trường quay stator rồi mới cấp nguồn xoay chiều để động cơ tự vào đồng bộ). Quan sát sự biến đổi điện áp, dòng các cuộn dây, từ thông stator và rotor cho thấy khi có các phản hồi chống dao động, các tham số dòng, áp, từ thông động cơ cũng như dòng, áp trong các khâu của biến tần biến thiên trong phạm vi cho phép, kể cả với các loại tải thay đổi chu kỳ, như vậy hệ thống hoàn toàn đáp ứng được các yêu cầu chất lượng động của hệ truyền động điện.

3. Kết luận

Từ các kết quả mô phỏng chế độ động khi sử dụng các phản hồi khác nhau cho thấy:

- Khi sử dụng các phản hồi đã nêu ta đã thực hiện được việc ổn định hoá hệ thống, đảm bảo duy trì hệ thống làm việc bình thường khi thay đổi tải trong phạm vi cho phép.
- Sử dụng phản hồi âm mô men động động cơ có biên độ dao động của mô men lớn nhưng quá trình dao động lại tắt nhanh hơn rất nhiều so với khi dùng phản hồi âm theo sự dao động biên độ dòng cuộn dây động cơ. Mặt khác, sử dụng phản hồi âm mô men động hệ có ổn định cao hơn, duy trì tốc độ đồng bộ tốt khi mức độ thay đổi tải lớn. Việc kết hợp cả hai phản hồi đã nêu với các bộ điều chỉnh thích hợp cho kết quả tốt nhất, khi đó vừa giảm được biên độ dao động của mô men, vừa dập nhanh dao động khi tác động điều chỉnh (hình 8).
- Nếu thực nghiệm cho kết quả phù hợp với mô phỏng, thì có thể đưa hệ truyền động điện động cơ đồng bộ kích từ nối tiếp áp dụng vào thực tế sản xuất với hiệu quả cao.

Tài liệu tham khảo

- [1]. TRẦN KHÁNH HÀ., (1997) *Máy điện tập 1*, NXB Khoa học và Kỹ thuật, Hà Nội.
- [2]. NGUYỄN NHƯ HIỀN, TRẦN XUÂN MINH., (2004) *Xây dựng mô hình toán động cơ đồng bộ kích từ nối tiếp phục vụ nghiên cứu chế độ xác lập*, Tự động hoá ngày nay - Chuyên san tháng 12-2004: Kỹ thuật điều khiển tự động, 51-54.
- [3]. NGUYỄN PHÙNG QUANG., (2003) *MATLAB & Simulink dành cho kỹ sư điều khiển tự động*, NXB Khoa học và Kỹ thuật, Hà Nội.
- [4]. ESSAM E.M.R, MOSTAFA E.A.K., (1996) *Theory and Analysis of Three-phase Series-connected Parametric Motors*, IEEE, 11, 4, Dec. 1996, 715-720.
- [5]. YASSER G.D, MOHMOUD S.A, ADEL L.M., (2000) *Theory and Performance of Series Connected Synchronous Motors*, IEEE.