

**ĐẠI HỌC THÁI NGUYÊN
TRƯỜNG ĐẠI HỌC KỸ THUẬT CÔNG NGHIỆP**

ĐINH ĐĂNG ĐỊNH

**NGHIÊN CỨU THAY THẾ HỆ THỐNG ĐIỀU KHIỂN
TRUYỀN ĐỘNG CHO TÒI TRỤC MỎ THAN KHE CHÀM**

LUẬN VĂN THẠC SĨ KỸ THUẬT

Chuyên ngành: Kỹ thuật điều khiển và tự động hóa

Người hướng dẫn khoa học

PGS.TS. Nguyễn Thanh Hà

Thái Nguyên - 2015

MỤC LỤC

MỞ ĐẦU	1
Chương 1. TỔNG QUAN VỀ HỆ ĐIỀU KHIỂN TRUYỀN ĐỘNG ĐIỆN	3
CỦA TÒI TRỤC MỎ TRÊN THẾ GIỚI VÀ VIỆT NAM	3
1.1. Tình hình sử dụng tời trục trên thế giới và Việt Nam.....	3
1.1.1. Tình hình sử dụng tời trục trên thế giới	3
1.1.2. Tình hình sử dụng tời trục mỏ ở Việt Nam	4
1.2. Các nguyên tắc điều khiển tự động truyền động điện [18].....	6
1.2.1. Nguyên tắc điều khiển theo thời gian	6
1.2.2. Nguyên tắc điều khiển theo tốc độ.....	6
1.2.3. Nguyên tắc điều khiển theo dòng điện.....	7
1.2.4. Nguyên tắc điều khiển theo hành trình (vị trí).....	7
1.2.5. Kết luận.....	7
1.3. Tổng quan về chế độ làm việc tời trục mỏ vùng than Quảng Ninh.....	8
1.3.1. Cấu tạo cơ bản của tời trục mỏ.....	8
1.3.2. Phân loại tời trục mỏ giếng nghiêng	9
1.3.3. Các chế độ làm việc của tời trục mỏ	11
1.3.4. Nhận xét.....	15
1.3.5. Các hệ thống truyền động điện cho tời trục mỏ [19]	15
1.3.5.1. Hệ truyền động điện một chiều máy phát - động cơ (MF - ĐC)	15
Chương 2. TỔNG HỢP ĐÁNH GIÁ THỰC TRẠNG CỦA HỆ ĐIỀU KHIỂN VÀ.....	22
LỰA CHỌN PHƯƠNG PHÁP ĐIỀU KHIỂN CHO PHÙ HỢP TÒI TRỤC MỎ.....	22
2.1. Các hệ thống truyền động điện cho tời trục mỏ vùng Quảng Ninh	22
2.1.1. Hệ thống truyền động của tời trục JTK -1.6 giếng nghiêng (- 80) công ty than Mạo Khê	22
2.1.1.2. Nhận xét	25
1.1.2. Hệ thống truyền động điện của tời trục mỏ công ty than Vàng Danh.....	25
2.1.3. Hệ thống truyền động điện của tời trục 2II-3,5x1,7-17 công ty than Mông Dương... ..	27
2.1.4. Hệ thống truyền động điện tời trục mỏ BM-2000 công ty than Hà Lâm	30
2.1.5. Hệ thống truyền động điện của tời trục mỏ công ty than Khe Chàm	34
2.2. Đánh giá thực trạng hệ thống truyền động điện và các hệ thống điều khiển hiện nay của tời trục mỏ khu vực khai thác mỏ hầm lò vùng than Quảng Ninh.....	36

2.3. Giới thiệu vài nét về biến tần điều khiển động cơ xoay chiều.....	38
2.4. Cấu trúc của hệ thống truyền động điện Biến tần - Động cơ	40
2.5. Hệ thống truyền động điện Biến tần - Động cơ	42
2.5.1. Động cơ điện	42
2.5.2. Biến tần	43
2.5.3. Bộ điều chỉnh dòng [8]; [10]; [15]; [16]	43
2.5.4. Mô hình hệ thống truyền động điện Biến tần - Động cơ cho tời trục mỏ	45
2.6. Luật điều khiển tốc độ hệ Biến tần - Động cơ ứng dụng cho tời trục [19].....	46
2.6.1. Luật điều khiển tốc độ động cơ thay đổi tuyến tính theo thời gian.....	47
2.6.2. Luật điều khiển tốc độ động cơ thay đổi tuyến tính theo quãng đường	48
2.7. Lựa chọn phương pháp điều khiển tốc độ đặt cho phù hợp với tời trục mỏ	49
2.7.1. Luật điều khiển tốc độ đặt của biến tần theo thời gian	49
2.7.2. Luật điều khiển tốc độ đặt của biến tần theo quãng đường.....	50
Chương 3. MÔ PHỎNG HỆ THỐNG TRUYỀN ĐỘNG ĐIỆN BIẾN TẦN - ĐỘNG CƠ	51
TRỤC TẢI GIÉNG NGHIÊNG CÔNG TY THAN KHE CHÀM	51
3.1. Hệ thống trục tải JK - 2,5/ 20A công ty than Khe Chàm	51
3.1.1. Thông số kỹ thuật của trục tải JK-2,5/ 20A.....	51
3.1.2. Biểu đồ nâng tải theo thiết kế của hệ thống trục tải JK - 2,5 [24].....	52
3.1.3. Tính toán vận tải.....	53
3.2. Sơ đồ mô phỏng hệ thống truyền động Biến tần - Động cơ truyền động cho tời trục tại Công ty than Khe Chàm bằng phần mềm Matlab & Simulink.....	55
3.2.1. Mô tả sơ đồ mô phỏng	55
3.2.2. Sơ đồ mô phỏng thu gọn cho tời trục mỏ Khe Chàm.....	57
3.2. Kết luận.....	59
Chương 4. XÂY DỰNG MÔ HÌNH HỆ ĐIỀU KHIỂN TRUYỀN ĐỘNG ĐIỆN	60
BIẾN TẦN - ĐỘNG CƠ BẰNG PLC VÀ GIÁM SÁT HỆ BẰNG WINCC	60
CHO TỜI TRỤC MỎ	60
4.1. Mô hình hệ thống điều khiển	60
4.1.1. Mô hình hệ thống điều khiển hệ truyền động điện Biến tần - Động cơ bằng PLC	60
4.1.2. Chức năng của các thiết bị chính trong mô hình điều khiển	61
3.2. Lựa chọn các thiết bị điều khiển.....	61
4.2. Yêu cầu công nghệ điều khiển tời trục giéng nghiêng.....	61
4.4. Chương trình điều khiển	64

4.4.1. Cài đặt các tín hiệu vào - ra	64
4.4.2. Chương trình điều khiển	66
4.5. Thiết lập giao diện giám sát trên WinCC 7.0	71
chuông kêu trong suốt hành trình hạ tải	74
4.6. Mô hình thực nghiệm tại phòng thí nghiệm	74
4.6. Kết luận	79
KẾT LUẬN VÀ KIẾN NGHỊ	80
TÀI LIỆU THAM KHẢO	81

DANH MỤC HÌNH VẼ

Hình 1-1. Cấu tạo cơ bản của tời trục mỏ.....	8
Hình 1-2. Cấu trúc của tời trục mỏ giếng nghiêng kéo một goòng	9
Hình 1-3. Cấu trúc của tời trục mỏ giếng nghiêng kéo hai goòng.....	10
Hình 1-5. Biểu đồ tốc độ 2 thời kỳ của tời trục.....	12
Hình 1-6. Biểu đồ tốc độ 3 thời kỳ của tời trục.....	12
Hình 1-7. Biểu đồ tốc độ 5 thời kỳ của tời trục.....	13
Hình 1-8. Biểu đồ tốc độ 6 thời kỳ của tời trục.....	14
Hình 1-9. Biểu đồ tốc độ 7 thời kỳ của tời trục.....	14
Hình 1-10. Biểu đồ tốc độ 5 thời kỳ khi nâng (a) và 6 thời kỳ khi hạ (b)	15
Hình 1-11. Sơ đồ cấu trúc hệ thống truyền động điện.....	16
Hình 1-12. Cấu trúc hệ truyền động điện máy phát động cơ với khuếch đại máy điện và khuếch đại từ trung gian	17
Hình 1-15. Sơ đồ cấu trúc hệ thống truyền động điện động	18
cơ rôto dây quấn có biến trở kim loại trong mạch rôto.....	18
Hình 1-16. Sơ đồ cấu trúc hệ thống truyền động điện động	19
Hình 1-18. Đặc tính tĩnh hệ thống truyền động điện khi giảm tốc	21
đưa dòng điện có tần số thấp vào mạch stator.....	21
Hình 1-19. Sơ đồ cấu trúc hệ truyền động điện Biến tần - Động cơ	21
Hình 2-1. Sơ đồ hệ thống tời trục JTK-1.6.....	23
Hình 2-3. Sơ đồ nguyên lý hệ truyền động điện tời trục mỏ Vàng Danh	26
Hình 2-4. Sơ đồ cấu trúc hệ thống truyền động điện tời trục mỏ Mông Dương	28
Hình 2-5. Sơ đồ nguyên lý mạch điều khiển tời trục 2 II-3,5X1,7-17	30
Hình 2-6b. Sơ đồ nguyên lý mạch điều khiển tời trục BM-2000	33
Hình 2-7. Sơ đồ hệ truyền động điện tời trục mỏ JK-2,5	34
Hình 2-8. Sơ đồ nguyên lý bàn điều khiển tời trục JK - 2,5.....	35
Hình 2-9. Sơ đồ hệ truyền động điện Biến tần - Động cơ.....	41
Hình 2-11. Sơ đồ cấu trúc các bộ biến tần gián tiếp	42
Hình 2-12. Sơ đồ cấu trúc bộ biến tần nghịch lưu PWM.....	44
Hình 2-13. Sơ đồ khối cấu trúc hệ truyền động động cơ không đồng.....	45
bộ xoay chiều ba pha điều khiển tựa từ thông rotor.....	45
Hình 2-14. Mô hình hệ truyền động điện Biến tần - Động cho tời trục mỏ.....	46
Hình 2-14. Mô hình hệ truyền động điện Biến tần - Động cho tời trục mỏ.....	46

Hình 2-15. Biểu đồ tốc độ của tời trục mỏ có gia tốc không đổi	47
Hình 2-16. Biểu đồ tốc độ của tời trục mỏ có gia tốc thay đổi	47
Hình 2-17. Luật điều khiển tốc độ động cơ thay đổi tuyến tính theo thời gian	48
Hình 2-18. Luật điều khiển tốc độ động cơ thay đổi theo quãng đường $\omega_{dc} = f(S_v)$	49
Hình 3-1. Biểu đồ nâng 5 thời kỳ khi chờ người mức + 32 - 225	52
Hình 3-2. Biểu đồ nâng 7 thời kỳ khi chờ hàng mức + 32 - 225	53
Hình 3-3. Sơ đồ cấu trúc Simulink mô phỏng hệ thống truyền động điện Biến tần - Động cơ cho tời trục mỏ	55
Hình 3-4. Sơ đồ cấu trúc Simulink mô phỏng bộ điều khiển tốc độ	56
Hình 3-5. Sơ đồ mô phỏng thu gọn biểu đồ nâng tải 7 thời kỳ.....	57
Hình 3-6. Kết quả mô phỏng hệ truyền động điện Biến tần - Động cơ truyền động cho tời trục mỏ với biểu đồ nâng tải 7 thời kỳ	57
Hình 3-7. Sơ đồ mô phỏng thu gọn biểu đồ nâng tải 5 thời kỳ.....	58
Hình 3-8. Kết quả mô phỏng hệ truyền động điện Biến tần - Động cơ truyền động cho tời trục mỏ với biểu đồ nâng tải 5 thời kỳ	58
Hình 4-1. Mô hình hệ thống truyền động điện Biến tần - Động cơ.....	60
truyền động cho tời trục mỏ điều khiển bằng PLC.....	60
Hình 4-5. Sơ đồ nguyên lý mạch điều khiển.....	64
Hình 4-8. Giao diện điều khiển giám sát ở chế độ nâng tải vận tốc V0.....	72
Hình 4-9. Giao diện điều khiển giám sát ở chế độ nâng tải vận tốc V1	72
Hình 4-10. Giao diện điều khiển giám sát ở chế độ nâng tải vận tốc V2.....	73
Hình 4-11. Giao diện điều khiển giám sát ở chế độ nâng tải vận tốc V1 bị sự cố.....	73
Hình 4-12. Giao diện điều khiển giám sát ở chế độ hạ tải vận tốc V1	74
chuông kêu trong suốt hành trình hạ tải.....	74
Hình 4-13. PLC S7-300 CPU 313C trong mô hình	75
Hình 4-15. Cảm biến hành trình trên đường ray.....	76
Hình 4-16. Biến tần M440 trong mô hình.....	76
Hình 4-17. Goòng tải trong mô hình	77
Hình 4-18. Hình ảnh mô hình thực sau khi xây dựng xong.....	78
Hình 4-19. Hình ảnh mô hình thực sau khi xây dựng xong.....	79

MỞ ĐẦU

1. Tính cấp thiết của đề tài

Hiện nay ngành công nghiệp khai thác và chế biến than đang được thiết kế và xây dựng ngày càng có công suất lớn hơn, biên giới mỏ được mở rộng, các mỏ than hầm lò thì ngày càng xuống sâu và trình độ trang bị cơ giới hoá cao hơn. Đồng nghĩa với việc đó là nhu cầu sử dụng điện năng cho các khâu: thông gió, bơm thoát nước mỏ, vận tải, máy khai thác ... ngày một gia tăng. Vì vậy vấn đề sử dụng điện năng một cách có hiệu quả, đáp ứng các chỉ tiêu kinh tế kỹ thuật, an toàn là rất cần thiết.

Từ vấn đề trên để triển khai chương trình từng bước tự động hoá các khâu trong sản xuất, đặc biệt là tiết kiệm điện năng, ngày 22/08/2005 Tổng giám đốc Tập đoàn Công nghiệp than và khoáng sản Việt Nam đã ban hành chỉ thị số 08/CT- CDM về việc sử dụng năng lượng tiết kiệm và hiệu quả trong sản xuất, và công văn số 1166/CV- CL ngày 26/02/2007 thông báo kết luận của Tổng giám đốc về sử dụng biến tần và khởi động mềm nhằm tiết kiệm điện năng.

Chương trình đầu tư, phát triển sản xuất than tập đoàn than khoáng sản Việt Nam hiện nay đang tập trung giải quyết các vấn đề giảm chi phí đầu vào, nâng cao hiệu quả sản xuất kinh doanh. Đồng thời tiết kiệm điện năng nâng cao năng lực sản xuất là vấn đề cấp bách khi sản lượng khai thác ngày càng tăng.

Giải pháp ứng dụng biến tần để điều khiển hệ thống vận tải băng tải, máng cào, trục tải; hệ thống bơm thoát nước chính, hệ thống quạt thông gió chính... thay thế cho hệ thống điều khiển cũ không chỉ giúp cho hệ thống chạy ổn định, dải điều chỉnh rộng, nâng cao tuổi thọ động cơ, tuổi thọ hệ thống, nâng cao năng suất và đơn giản trong quá trình vận hành, mà còn tiết kiệm được điện năng.

2. Mục tiêu của đề tài

“Nghiên cứu thay thế hệ thống điều khiển truyền động cho tời trục mỏ than Khe Chàm” nhằm giải quyết các vấn đề sau:

+ Tự động hoá việc điều khiển công nghệ vận tải băng tời trục qua giếng nghiêng.

+ Tiết kiệm điện năng, đáp ứng yêu cầu điều khiển mềm dẻo theo công nghệ.

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

- Đối tượng nghiên cứu của đề tài là hệ truyền động điện Biến tần - Động cơ truyền động cho trục tải vận tải người và thiết bị vật liệu qua giếng nghiêng .

- Phạm vi nghiên cứu trục tải vận tải qua giếng nghiêng vùng mỏ Quảng Ninh.

4. Nội dung nghiên cứu

- Khảo sát thực trạng các hệ điều khiển hiện nay của tời trục mỏ tại khu vực khai thác mỏ hầm lò vùng than Quảng Ninh .

- Mô phỏng hệ thống truyền động điện Biến tần - Động cơ cho trục tải giêng nghiêng bằng phần mềm SIMULINK - MATLAB.

- Nghiên cứu ứng dụng hệ điều khiển logic khả trình (PLC) - Biến tần - Động cơ để tự động hoá trục tải giêng nghiêng.

- Xây dựng giám sát hệ điều khiển bằng WinCC

5. Phương pháp nghiên cứu

Trong phạm vi đề tài sử dụng các phương pháp nghiên cứu tổng hợp sau:

- Phương pháp thực nghiệm: Khảo sát thực trạng tại các mỏ than để nắm rõ về mức độ vận tải sử dụng trục tải.

- Phương pháp mô phỏng phân tích: nhằm mô phỏng hệ truyền động điện cho trục tải giêng nghiêng.

- Phương pháp tính toán lý thuyết: dựa trên kết quả mô phỏng để từ đó tự động hoá hệ truyền động điện cho trục tải mỏ.

6. Ý nghĩa khoa học và thực tiễn

- Kết quả nghiên cứu có thể triển khai áp dụng cải tiến hệ truyền động điện của các trục tải đang sử dụng hiện nay để nâng cao năng lực, an toàn và hiệu quả của vận tải ở các mỏ than hầm lò vùng Quảng ninh.

- Xây dựng giám sát hệ điều khiển bằng WinCC

- Nghiên cứu và xây dựng mô hình điều khiển hệ truyền động điện Biến tần - Động cơ bằng PLC cho tời trục mỏ trong các mỏ than hầm lò tại phòng thí nghiệm.

Chương 1
TỔNG QUAN VỀ HỆ ĐIỀU KHIỂN TRUYỀN ĐỘNG ĐIỆN
CỦA TÒI TRỤC MỎ TRÊN THẾ GIỚI VÀ VIỆT NAM

1.1. Tình hình sử dụng tời trục trên thế giới và Việt Nam

1.1.1. Tình hình sử dụng tời trục trên thế giới

Vận tải bằng tời trục là hình thức vận tải phổ biến ở các nước trên thế giới. Vận tải bằng tời trục có nhiệm vụ giải quyết vấn đề đi lại ở các khu vực khai thác mỏ, vận chuyển vật liệu, khoáng sản trong các hầm mỏ.

Ở các mỏ hầm lò trên thế giới, do những tính chất rất riêng biệt của khâu vận chuyển nên tời trục vẫn là phương tiện vận tải quan trọng và hiệu quả để vận chuyển đất đá, khoáng sản, thiết bị vật tư và con người phục vụ sản xuất.

Theo thống kê trên thế giới hiện nay một số nước vẫn sử dụng tời trục trong khai thác mỏ hầm lò điển hình là Trung Quốc và Nga.

Một số thiết bị tời trục Trung Quốc sản xuất được thống kê trong bảng 1.1.

Bảng 1.1

STT	Mã hiệu tời	Công suất động cơ (KW)	Tốc độ nâng (m/s)	Lực kéo lớn nhất (KN)	Chiều dài làm việc (m)	Tổng trọng lượng (Kg)
1	JD - 1	11.4	0,43 - 1,03	10	400	550
2	JD - 1.6	25	0.6 - 1.2	20	400	1460
3	JD - 2.5	40	1.115-1.632	25	400-650	2800
4	JD - 3	45	1.115 - 1.632	30	400-650	2800
5	JH - 8	7.5	0.1	80	80	650
6	JH - 14	18.5	0.1	140	120	1400
7	JH - 20	22	0.124	200	170	2500
8	JH - 30	45	0.13	300	31	4460
9	JH - 8E	7.5	0.115	80	80	650
10	JTK - 1600	130	2.5	45	865	11080
11	JK - 2/20A	255	3,75	60	1000	11250
12	JK - 2.5/20A	570	4.7	90	1300	12750

Một số loại tời trục của Nga sản xuất được thống kê trong bảng 1.2

Bảng 1.2

Mã hiệu	Số tang	Đường kính tang (mm)	Chiều rộng (mm)	Đường kính cáp lớn nhất	Tốc độ chuyển động (m/s)	Công suất động cơ (kW)	Trọng lượng máy (KG)
BM-2000/1530 - 3A	1	2000	1500	25	2,5	140	22700
BM-2000/1520 - 3A	1	2000	1500	25	3,7	225	22700
2BM-2000/1020 - 3A	2	2000	1000	25	2,5	90	31300

2BM-2500/1230 - 4A	2	2500	1200	31	2,5/3,15	115/140	34050
2BM-2500/1211- 4A	2	2500	1200	31	5,45/6,6	250/300	34055
BM-3000/2030 - 4A	1	3000	2000	37	3,0/3,7	260/325	40600
BM-3000/2030 - 4A	1	3000	2000	37	4,5/5,6	345/450	40920
2BM-3000/1511- 4A	2	3000	1500	37	4,5/5,7	350/460	48050
БЛ - 800/630- 2M	1	800	600	15,5	1,5	15	1504
БЛ - 1200/1030- 2M	1	1200	1000	17,5	2,0	60	7200
2БЛ - 1200/830- 2M	2	1200	800	18,5	2,0	35	8400
ППК - 4/500	1	850	600	21,5	0,24	20	4540

1.1.2. Tình hình sử dụng tài trực mỏ ở Việt Nam

Ở các mỏ than vùng Quảng Ninh, do tính phức tạp của công nghệ khai thác, khối lượng công việc vận chuyển lớn, thiết bị vận tải đa dạng, giá thành vận tải chiếm từ 40% đến 50% trong tổng chi phí chung. Vì vậy để giải quyết tốt nhiệm vụ vận tải vừa đáp ứng được yêu cầu khai thác vừa mang lại hiệu quả kinh tế cần phải lựa chọn công nghệ vận tải hợp lý đồng thời phải lựa chọn các thiết bị vận tải phù hợp nhằm phát huy hiệu quả và năng lực vận tải.

Vận tải bằng tài trực có ưu điểm là năng suất vận tải lớn, làm việc với độ tin cậy cao, dễ bảo quản sử dụng và điều khiển, chi phí sản xuất nhỏ, không ồn, không gây bụi, đầu tư ban đầu không cao so với đầu tư xây dựng các tuyến băng chuyền cỡ lớn nên hầu hết các mỏ than khai thác hầm lò ở nước ta đều sử dụng tài trực làm phương tiện vận chuyển. Theo số liệu khảo sát thực tế tại các mỏ than lớn và trung bình vùng Quảng Ninh đang hoạt động với số lượng được trình bày trong bảng 1.3.

Bảng 1.3

TT	Tên đơn vị	Mã hiệu	Nước SX	Tổng S.lượng (chiếc)	C.suất đ.cơ (kW)
1	Công ty than Khe Chàm	JK - 2.5/20A	T.Quốc	01	570
		SJ - 1600		01	130
		JD -4	T.Quốc	01	55
		Ц1,6 x1,2Б	Nga	01	125
		ПГЛ-1200		01	75
2	Công ty than Hà Lâm	JTK - 1.6		01	130
		JD - 4	T.Quốc	03	55
		BM-2000	Nga	01	140
		ЛПК-4		01	20
3	Công ty than Mông Dương	2 Ц-3,5x1,7-17	Nga	01	400
		2 Ц-3,5x1,7-11		01	320
		JD - 4	T.Quốc	09	55
		JTK -1.6		02	130