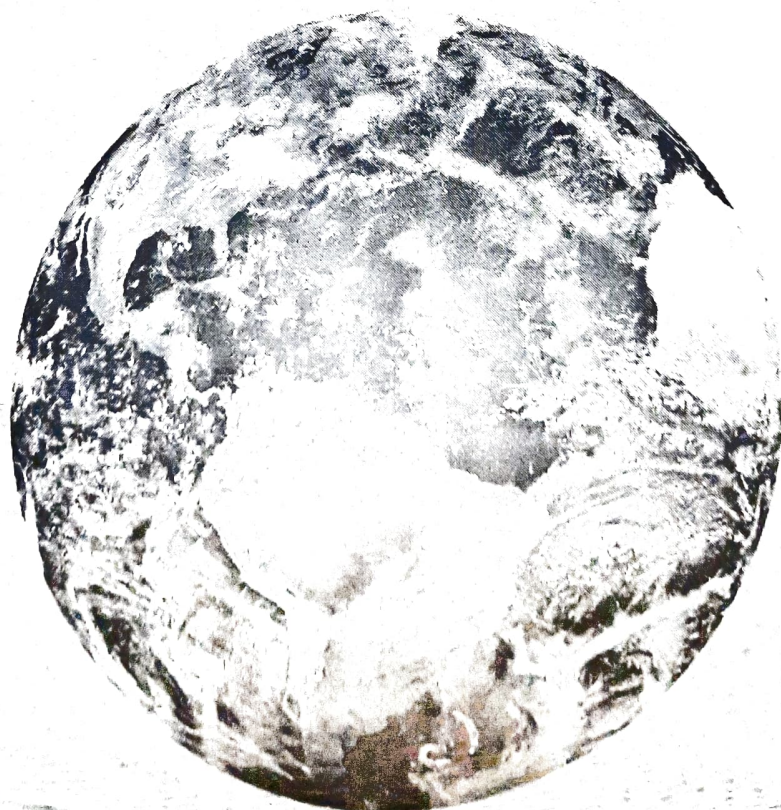


TUYỂN TẬP BÁO CÁO HỘI NGHỊ TOÀN QUỐC
KHOA HỌC TRÁI ĐẤT VÀ TÀI NGUYÊN
VỚI PHÁT TRIỂN BỀN VỮNG



MỤC LỤC

TIÊU BAN CƠ KHÍ, ĐIỆN VÀ TỰ ĐỘNG HÓA

Hệ thống thông tin vô tuyến và ứng dụng <i>Tống Ngọc Anh, Nguyễn Tiến Sỹ, Hà Thị Chúc</i>	1
Nghiên cứu ứng dụng thiết bị LoRa IoT Gateway để thiết kế hệ thống giám sát từ xa trên Web Server <i>Đặng Văn Chí, Nguyễn Đức Khoát, Nguyễn Thế Lực</i>	8
Nghiên cứu thiết kế và xây dựng bộ điều khiển bù mờ để điều khiển hợp lý tốc độ quay và lực ấn ty khoan nhằm giảm rung động trên máy khoan xoay cầu CBIII-250T <i>Lê Ngọc Dũng, Đặng Văn Chí, Thái Hải Âu</i>	15
Error! Reference source not found. <i>Đào Hiếu, Ưông Quang Tuyền, Không Cao Phong</i>	21
Tính dòng điện rò trong các mạng điện mô hình lò có sử dụng các bộ biến đổi bán dẫn <i>Kim Ngọc Linh, Nguyễn Trường Giang, Kim Thị Cẩm Ánh</i>	28
Thiết kế hệ thống giám sát, cảnh báo trượt lở đất dựa trên nền tảng Android <i>Phạm Thị Thanh Loan, Nguyễn Thế Lực</i>	35
Nền tảng Data-Logger cho ứng dụng quan trắc môi trường sử dụng công nghệ NB-IoT <i>Nguyễn Tiến Sỹ, Cung Quang Khang, Nguyễn Trường Giang</i>	41
Thiết lập mô hình và giải bài toán tối ưu trong sản xuất với ví dụ áp dụng sắp xếp container lên tàu thủy nhằm tối ưu hóa lợi nhuận vận tải <i>Nguyễn Đăng Tấn</i>	47
Phân tích cơ cấu tay quay con trượt kết hợp cơ cấu cam để dẫn động cho máy mài lưỡi cưa vòng tự động <i>Nguyễn Đăng Tấn</i>	54
Phân tích ảnh hưởng của biên dạng rotor kiểu elip tới khả năng làm việc của máy tách bùn <i>Phạm Thị Thủy, Đoàn Kim Bình, Phạm Tuấn Long, Nguyễn Thanh Tùng</i>	61
Nghiên cứu chế tạo trạm thu thập dữ liệu sử dụng cho hệ thống giám sát và xác định quy luật phân bố độ ẩm, độ khô hạn đất trên nền tảng Raspberry Pi <i>Ưông Quang Tuyền, Đào Hiếu, Không Cao Phong</i>	67

Nghiên cứu thiết kế và xây dựng bộ điều khiển bù mờ để điều khiển hợp lý tốc độ quay và lực ấn ty khoan nhằm giảm rung động trên máy khoan xoay cầu CBIII-250T

Lê Ngọc Dũng¹, Đặng Văn Chí^{2*}, Thái Hải Âu²
¹Trường Đại học công nghệ Đồng Nai
²Trường Đại học Mở - Địa chất

TÓM TẮT

Bài báo giới thiệu thuật toán điều khiển bù mờ dựa trên công cụ logic mờ (fuzzy logic) để điều chỉnh tốc độ quay và lực ấn ty khoan trong máy khoan xoay cầu CBIII-250T. Giải pháp được đề xuất bao gồm sử dụng công cụ mạng nơron nhân tạo (neural network) thay thế cho cảm biến cứng (sensor) để nhận diện được biên độ và tần số rung trên máy khoan. Biên độ rung, tần số rung và giá trị đặt (setpoint) về tốc độ quay và lực ấn ty khoan đóng vai trò là các biến đầu vào cho bộ logic mờ. Chức năng suy luận của bộ logic mờ sẽ quyết định được giá trị cần bù hợp lý với mục tiêu giảm rung động cho máy khoan. Kết quả đánh giá được kiểm chứng thông qua mô hình hóa bằng công cụ Simulink matlab hứa hẹn có thể nhúng được vào hệ thống điều khiển hiện tại để cải tiến và nâng cao chất lượng điều khiển hiện có với mục tiêu giảm rung cho máy khoan xoay cầu CBIII-250T đang được sử dụng phổ biến trên các công trường khai thác lộ thiên vùng Quảng Ninh).

Từ khóa: Điều khiển bù mờ; máy khoan CBIII-250T; neural network ; fuzzy logic.

1. Đặt vấn đề

Máy khoan xoay cầu CBIII-250T đang được sử dụng rất phổ biến hiện nay trên các công trường khai thác lộ thiên vùng Quảng Ninh. Quá trình khoan phá vỡ đất đá, mũi khoan liên tục tiếp xúc với đất đá có độ cứng và cấu tạo địa chất khác nhau. Công việc nghiên cứu tìm được quy luật hoặc một thuật toán phù hợp để điều chỉnh thông số chế độ khoan (tốc độ quay và lực ấn) trong điều kiện địa chất phức tạp, môi trường khai thác đặc thù ở Việt Nam đã và đang được nhiều nhà khoa học thuộc lĩnh vực khai thác mỏ quan tâm nghiên cứu.

Một số các công trình nghiên cứu trước đây trên Thế giới cũng đã đề cập đến vấn đề điều khiển tối ưu thông số chế độ khoan dựa trên độ cứng của đất đá (B.Y. Lee, H.S. Liu, Y.S. Tarng, 1998) (Alexei A. Zhukovsky, 1982). Tuy nhiên do hạn chế về kỹ thuật, công nghệ cũng như về phương tiện mà việc đo lường trực tiếp độ cứng đất đá trong môi trường làm việc của máy khoan gặp nhiều khó khăn. Vì vậy ý tưởng đề xuất dùng phương pháp gián tiếp ứng dụng mạng nơron nhân tạo để nhận diện độ cứng đất đá thông qua việc đo các tham số quan trọng của quá trình như tốc độ quay, lực ấn ... hứa hẹn mang lại được những kết quả mong đợi.

Dựa trên thông tin được dự báo từ mạng nơron nhân tạo có thể xây dựng được một thuật toán bù mờ nhằm can thiệp tự động vào hệ thống điều khiển hiện tại nhằm mục đích điều chỉnh lại tốc độ quay và lực ấn ty khoan cho phù hợp với tính chất đất đá thực tế. Giải pháp đề xuất được đánh giá thông qua mô hình hóa hệ thống điều khiển trên phần mềm mô phỏng, cho kết quả khẳng định hệ thống điều khiển hoàn toàn thích nghi và đáp ứng tốt với môi trường khai thác hiện tại, giảm độ rung cho máy, nâng cao chất lượng hệ thống điều khiển mà vẫn đảm bảo được tốt năng suất và hiệu quả làm việc của máy khoan.

2. Hệ thống điều khiển tốc độ quay và lực ấn ty khoan đề xuất.

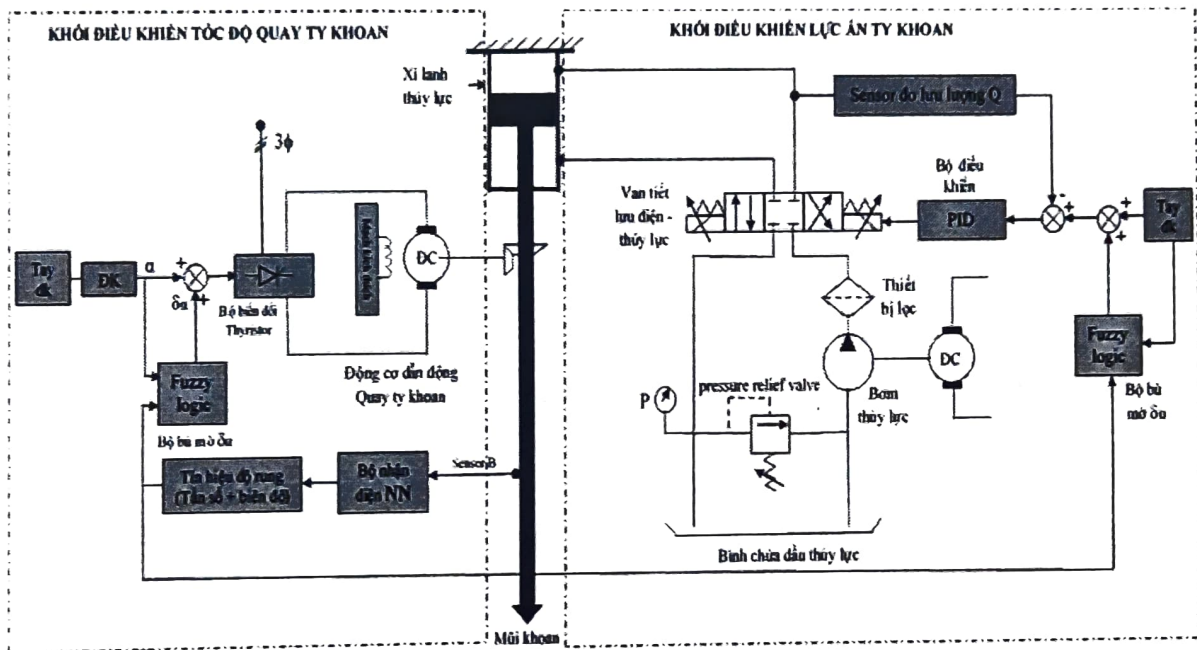
2.1. Sơ đồ nguyên lý đề xuất cho hệ thống điều khiển tốc độ và lực ấn ty khoan.

Sơ đồ nguyên lý điều khiển tốc độ quay và lực ấn trên máy khoan CBIII-250T (Nguyễn Chí Tình & nnk, 2013); (Nguyễn Thạc Khánh, 2003) cho như hình 1.

Sơ đồ nguyên lý điều khiển trên máy khoan CBIII-250T bao gồm 2 kênh: điều khiển tốc độ quay và lực ấn ty khoan (Эксплуатационная документация, 2003) Trong sơ đồ sử dụng chung khối Sensor đo độ rung và đề mô hình hóa tác giả đề xuất thay thế tương đương bằng khối NN(Neural Network) với chức năng nhận dạng biên độ và tần số rung sau khi đã huấn luyện mạng thành công.

+ Kênh điều khiển tốc độ: tín hiệu setpoint U_{dk} được đặt trực tiếp từ tay điều khiển bởi người vận hành máy ngồi trong cabin lái, qua bộ điều khiển ĐK để thay đổi góc mở α . Trong hệ thống đề xuất, góc mở α sẽ được bù bởi một lượng $\delta\alpha$ thông qua bộ suy luận mờ (fuzzy – logic). Bộ fuzzy – logic có chức năng thu thập tín hiệu biên độ và tần số rung từ sensor đo độ rung để ra quyết định góc mở α cần bù ($\delta\alpha$) phù hợp nhằm giảm rung.

+ Kênh điều khiển lực ấn ty khoan: tín hiệu setpoint U_{dk} được đặt trực tiếp từ tay điều khiển bởi người vận hành máy ngồi trong cabin, qua bộ điều khiển PID để điều khiển độ mở van tiết lưu điện - thủy lực. Trong hệ thống đề xuất, tín hiệu điều khiển U_{dk} sẽ được bù bởi một lượng δu_{dk} thông qua bộ suy luận mờ (fuzzy – logic). Bộ fuzzy – logic có chức năng thu thập tín hiệu biên độ và tần số rung từ sensor đo độ rung để ra quyết định tín hiệu điều khiển cần bù δu_{dk} phù hợp nhằm giảm rung. (Ngô Đức Thọ, 1971).



Hình 1. Sơ đồ nguyên lý điều khiển tốc độ quay và lực ấn ty khoan CBIII-250T

2.2. Xây dựng khối neural network để nhận diện tần số và biên độ rung.

Mạng nơron là một công cụ rất hữu hiệu cho việc nhận dạng và điều khiển với những đối tượng, những hệ thống phi tuyến và bất biến. Khả năng tự học, tự update tri thức và thông tin dữ liệu của chúng là một thế mạnh của nó làm cho mạng ngày càng giàu tri thức và trở nên thông minh hơn. Đó là cơ sở để xây dựng và phát triển một bộ công cụ thông minh có khả năng suy luận và dự báo được độ cứng, tính chất đất đá trong thực tế và từ đó cũng đánh giá được khả năng rung động của máy.

Sự thành công trong việc phát triển một mạng nơron phụ thuộc nhiều vào chất lượng và số lượng mẫu trong quá trình huấn luyện. Các biến của quá trình khoan như tốc độ, lực ấn ty khoan mô men cần là những biến quan trọng và được chọn làm đầu vào cho mạng nơron. Đại lượng ra là biên độ và tần số rung động.

Bảng số liệu đầu vào cho quá trình huấn luyện mạng (Lê Ngọc Dũng & nnk, 2018) , bảng 1.

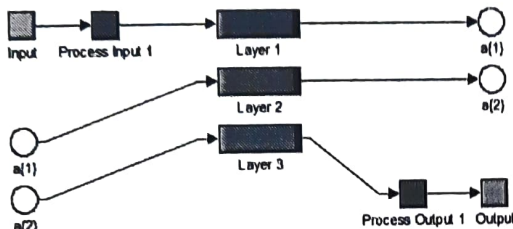
Bảng 1. Bộ dữ liệu vào ra của mạng cho công tác huấn luyện sơ bộ

STT	Độ cứng đất đá	Spectrum (FFT)		Amplitude	Tốc độ quay ty khoan	Lực ấn ty khoan F	Mô men cần Mc
	f_c	(rad/s)	(Hz)	(m/s^2)	(vòng/ph)	(tấn)	(Nm)
1	13	1	0.16	0.3	50	30	260
2	12	3	0.48	0.65	63	27.5	218
3	11.5	5	0.8	0.35	70	25	185
4	11	10	1.6	0.15	75	24	183

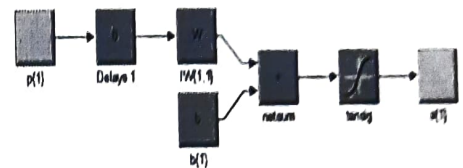
5	10.5	15	2.4	0.23	78	23	172
6	10	18	2.88	0.2	84	20	165
7	9	26	4.16	0.75	90	17	156
8	8.5	31	4.96	0.25	96	15	153
9	8	35	5.6	0.2	102	13	134
10	7	40	6.4	0.15	107	12	121
11	6.5	55	8.8	0.1	110	10	102
12	6	60	9.6	0.02	123	9	91
13	5	82	13.12	0.05	132	8	83
14	4.5	100	16	0.03	138	7	82
15	4	120	19.2	0.05	145	6	75
16	3	140	22.4	0.03	150	5	67

+ Thiết kế và huấn luyện mạng:

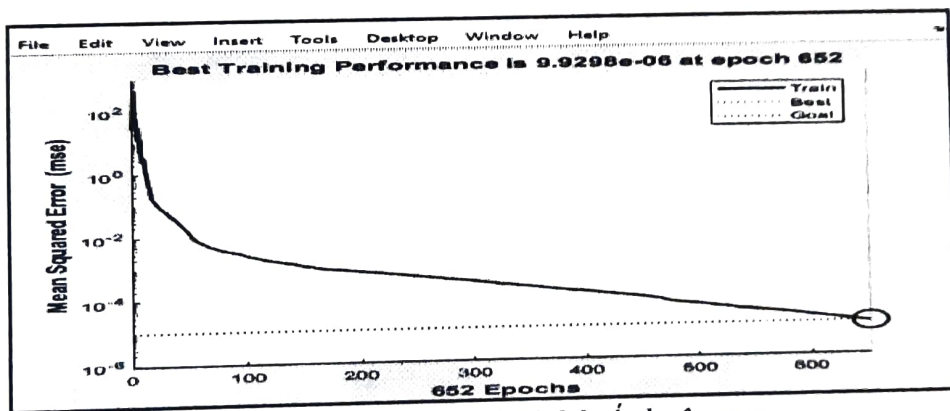
Mạng được xây dựng dựa trên bộ công cụ NN_Tool hoặc có thể lập trình trong m_file trong cửa sổ của Matlab. Sau khi khai báo các yêu cầu về cấu trúc mạng, số lớp nơron, số lượng nơron trong các lớp, hàm truyền, sai lệch ... thực hiện quá trình huấn luyện. Kết quả huấn luyện cho hình ảnh mạng và đồ thị sai lệch quá trình huấn luyện như hình 2, hình 3 và hình 4



Hình 2. Cấu trúc rút gọn 3 lớp của mạng



Hình 3. Cấu trúc rút gọn lớp vào của mạng



Hình 4. Sai lệch trong quá trình huấn luyện mạng

Kết quả kiểm tra trên các tập dữ liệu vào ra của mô hình mạng 3 lớp [16 x 36 x 2] cho thấy tập dữ liệu nhận dạng đều bám theo tập dữ liệu mẫu. Cho kết luận rằng mạng nơron truyền thẳng vừa thiết lập đã học được bộ mẫu tín hiệu vào - ra. Sai lệch giữa giá trị thực và giá trị mục tiêu là 10^{-5} đạt được sau 652 thế hệ (epochs) huấn luyện.

2.3. Ứng dụng fuzzy_logic để thiết kế bộ điều khiển mờ cho 2 kênh;

+ Kênh điều khiển tốc độ quay $[\omega_1]$:

Định nghĩa các biến ngôn ngữ vào-ra: căn cứ vào dải điều chỉnh các tham số bảng 1.

Biến vào:

1. Tần số f của tín hiệu rung, dùng 5 tập mờ: từ (0.08 – 22.4) Hz .
2. Biên độ rung, dùng 5 tập mờ: từ (0.003 – 1.14) m/s^2 .
3. Góc điều khiển α , dùng 5 tập mờ: từ (53.2° – 88.2°) .

Biến ra: góc bù $\delta\alpha$, dùng 5 tập mờ từ (-35° – +35°).

+ Kênh điều khiển lực ấn ty khoan[F]:

Định nghĩa các biến ngôn ngữ vào-ra: căn cứ vào dải điều chỉnh các tham số bảng 1.

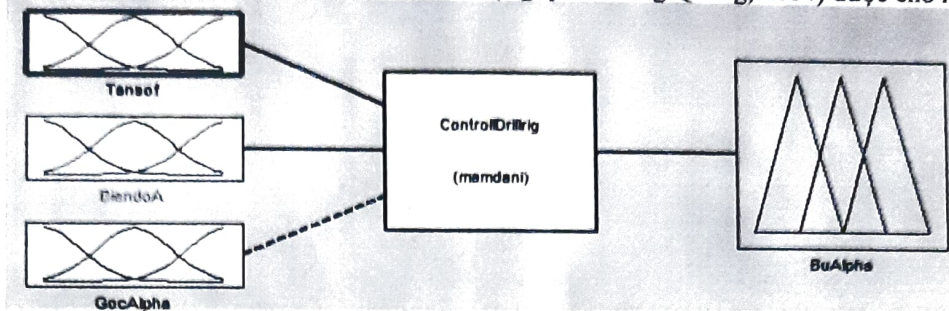
Biến vào:

1. Tần số f của tín hiệu rung, dùng 5 tập mờ: từ (0.08 – 22.4)Hz
2. Biên độ rung, dùng 5 tập mờ: từ (0.003 – 1.14)m/s²
3. Điện áp điều khiển, dùng 5 tập mờ U_{dk} từ [0 ÷ 24]V

Biến ra: điện áp bù du_{dk} , dùng 5 tập mờ từ (-24 – 24)V

+ Sơ đồ cấu trúc chung cho bộ suy luận mờ fuzzy- logic:

Được thiết lập và phát triển trong Simulink-Matlab (Nguyễn Phùng Quang, 2004) được cho như hình 5



Hình 5. Sơ đồ cấu trúc cho bộ suy luận mờ

+ Xây dựng luật hợp thành và phương pháp giải mờ:

Quan hệ truyền đạt phi tuyến của bộ suy luận mờ với 3 biến vào và 1 biến ra được căn cứ trên cơ sở thu thập số liệu chuyên gia, số liệu đo thực tế vận hành máy khoan và các số liệu được kiểm chứng qua mô phỏng. Theo bảng dữ liệu mỗi kênh sẽ có tổng số 125 mệnh đề hợp thành theo luật mờ:

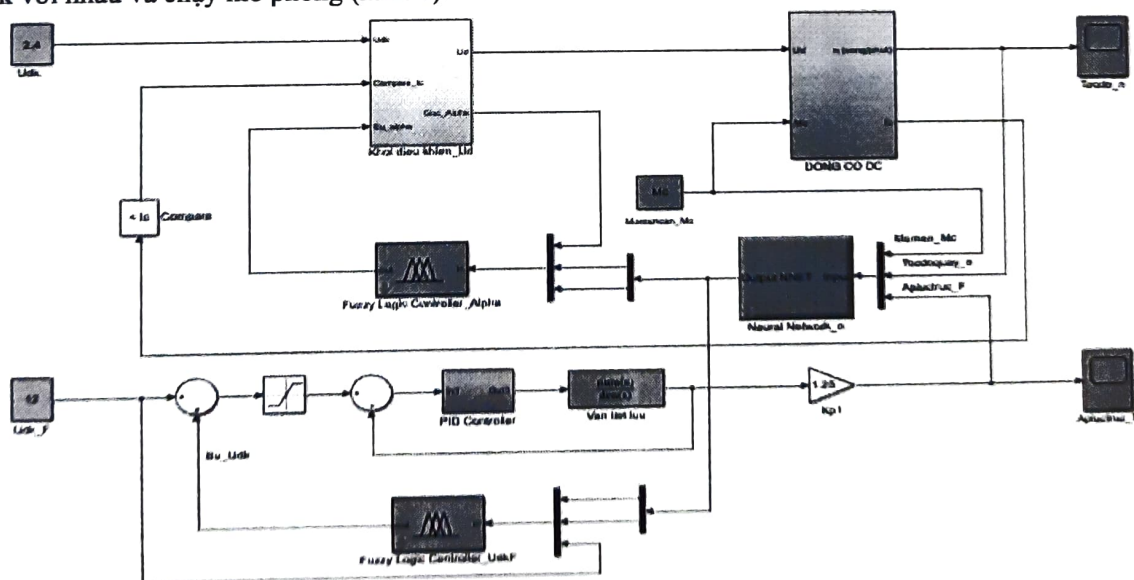
Kênh ω : If Tansof=Tansof_i and BiendoA=BiendoA_i and Alpha=Alpha_i then Bualpha=Bualpha_i

Kênh F: If Tansof=Tansof_j and BiendoA=BiendoA_j and Udk=Udk_j then Buudk=Buudk_j

Bộ suy luận mờ được cài đặt với thiết bị hợp thành Max-Min, phép suy diễn được thực hiện với luật Min và phép hợp mờ được thực hiện theo luật Max. Mờ hoá đơn trị và giải mờ theo phương pháp trung bình trọng tâm.

3. Ứng dụng Neural network và Fuzzy logic để mô hình hóa hệ thống điều khiển kênh quay ty và áp lực trục trên máy khoan xoay cầu CBIII-250T

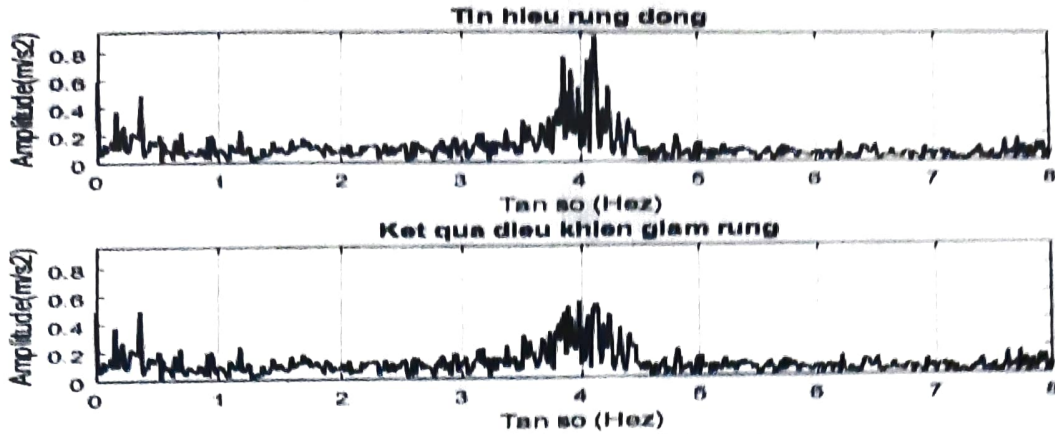
Sau khi phát triển thành công 2 bộ công cụ Neural network và Fuzzy logic, chúng sẽ được lưu trong thư viện của Simulink-matlab để phục vụ cho quá trình nghiên cứu và mô hình hóa. Từ sơ đồ nguyên lý đề xuất (hình 1), thực hiện quá trình mô hình hóa hệ thống điều khiển, trong đó mô hình toán của khối động cơ đã được tác giả thực hiện và phát triển mô hình, được cài sẵn trong Simulink-matlab, thực hiện việc link các block với nhau và chạy mô phỏng (hình 6).



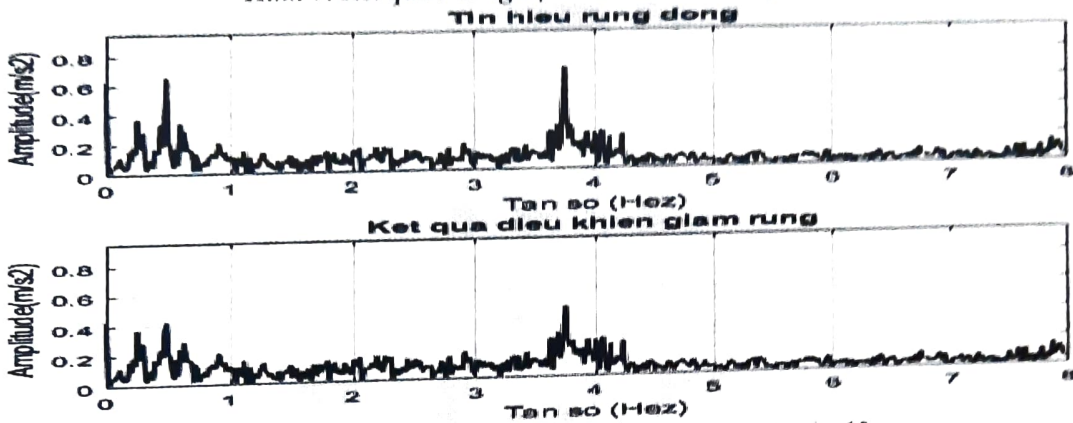
Hình 6. Mô phỏng kênh quay ty trên máy khoan CBIII-250T

Kết quả chạy thử ở các điều kiện vận hành với tải đá có độ cứng khác nhau, hệ thống không có bộ bù mờ và hệ thống có bộ bù mờ cho kết quả đáp ứng được các yêu cầu đặt ra về chất lượng điều khiển và mục tiêu giảm rung động cho thiết bị (hình 7,8). Trong đó hình màu đỏ là biên độ và tần số rung với bộ điều khiển hiện tại, màu xanh là biên độ và tần số rung với bộ điều khiển có bù mờ. Quan sát các biên độ đỉnh

ở các dải tần khác nhau: 0.3Hz, 3.7Hz, 4.1Hz (độ sâu 6.5m) và 0.5Hz, 3.8Hz, 4Hz (độ sâu 13m) đều cho kết quả tương đương với độ giảm rung đạt được trong khoảng từ 20% đến 60%.



Hình 7. Kết quả thử nghiệm trên mô hình ở độ sâu 6.5m



Hình 8. Kết quả thử nghiệm trên mô hình ở độ sâu 13m

4. Kết luận

Bài báo đề cập đến các nội dung nghiên cứu phát triển 2 bộ công cụ là neural network và fuzzy logic với mục đích là xây dựng một bộ điều khiển bù mờ tác động vào hệ thống điều khiển hiện tại để điều khiển hợp lý tốc độ quay và áp lực trục với mục tiêu giảm rung cho máy khoan xoay cầu bao gồm:

+ Huấn luyện thành công một mạng neural network để xác định được tính chất đất đá thông qua biên độ và tần số rung động.

+ Phát triển bộ logic mờ (fuzzy logic) để xác định được giá trị cần bù thực tế.

+ Tổng hợp và mô hình hóa hệ thống điều khiển tốc độ quay và áp lực trục sử dụng bộ điều khiển bù mờ, so sánh đánh giá với bộ điều khiển hiện tại đang sử dụng.

+ Kết quả nghiên cứu được kiểm tra trên mô hình mô phỏng, được đánh giá bởi các chỉ tiêu chất lượng của hệ thống điều khiển, các tiêu chí giảm rung động trên máy hứa hẹn khả năng ứng dụng của bộ điều khiển vào thực tế vận hành máy khoan.

+ Kết quả nghiên cứu khẳng định việc ứng dụng 2 bộ công cụ neural network và fuzzy logic để cải tiến, nâng cao chất lượng điều khiển và giảm rung cho máy khoan là một giải pháp phù hợp trong điều khiển các hệ truyền động điện phi tuyến có tính đến các điều kiện địa chất phức tạp và đặc thù của ngành khai thác mỏ.

+ Đề xuất tiếp tục đánh giá tính ổn định và bền vững của hệ thống điều khiển bù mờ thông qua việc nhúng thuật toán này vào hệ thống điều khiển hiện tại trong vận hành, hiệu chỉnh và điều khiển máy khoan. Giải pháp sẽ góp phần nâng cao chất lượng hệ thống điều khiển, hiệu suất làm việc và tuổi thọ của các thiết bị trên máy khoan xoay cầu CBIII-250T đang được sử dụng phổ biến trên các mỏ vùng Quảng Ninh.

Tài liệu tham khảo

B.Y. Lee, H.S. Liu, Y.S. Tarn (1998), "Modeling and optimization of drilling process", *Journal of Materials Processing Technology*, 74 (1998) 149-157.

Bài báo hội thảo:

Lê Ngọc Dũng, Đặng Văn Chí (2018), "Ứng dụng Matlab để nghiên cứu và phân tích phổ tần số rung động cho máy khoan xoay cầu CBIII-250T trong công nghiệp khai thác mỏ", *Kỷ yếu hội nghị toàn quốc Khoa*

- học trái đất và tài nguyên với phát triển bền vững, nhà xuất bản giao thông vận tải, Hà Nội.
- Nguyễn Phùng Quang (2004), *Matlab & Simulink dành cho kỹ sư điều khiển tự động*, NXB Khoa học & kỹ thuật, Hà Nội.
- Thái Duy Thức (2001), "Cơ sở lý thuyết truyền động điện tự động". Nhà xuất bản Giao thông vận tải - Hà Nội.
- Эксплуатационная документация (2003). ВБПРЯМИТЕЛЬ ТПЕ-200-460-У2.1. (Tài liệu kỹ thuật về máy khoan xoay cầu – Cty CP than Cao Sơn cung cấp).
- Alexei A. Zhukovsky (1982), "Rotary Drilling Automatic Control system". *United States Patent Luận văn tốt nghiệp, Luận văn Thạc sĩ, Luận án Tiến sĩ*.
- Nguyễn Thạch Khánh (2003), "Nghiên cứu cải tiến sơ đồ hệ thống điều khiển quay máy khoan xoay cầu CBШ-250T ở các mỏ lộ thiên Việt Nam". *Luận văn thạc sĩ kỹ thuật*, Trường đại học Mỏ - Địa chất, Hà Nội.
- Nguyễn Chí Tình & nnk (2013), "Mô hình hóa hệ thống điều khiển tự động tốc độ quay của máy khoan xoay cầu CBШ-250T". *Báo cáo tổng kết đề tài nghiên cứu cấp cơ sở 2013*, Trường Đại học Mỏ - Địa chất, Hà Nội.
- Ngô Đức Thao (1971), "Nghiên cứu và đề xuất hệ thống tự động hóa các quá trình khoan các hố khoan phục vụ công tác khai mỏ lộ thiên", *Luận án Tiến sĩ kỹ thuật*, Trường đại học Mỏ Moskva.
- Claude E. Aboujaoude (1991), *Modeling, Simulation and Control of Rotary Blasthole Drills*, Masters of Engineering, Department of Electrical Engineering McGill University, Montreal.

ABSTRACT

Research and design a fuzzy compensation controller to reasonably control the rotating speed and force to reduce vibration on the CBШ-250T drilling machine

Le Ngoc Dung¹, Dang Van Chi², Thai Hai Au²

¹*Dong Nai University of Technology*

²*Hanoi University of Mining and Geology*

The paper introduces the compensation control algorithm based on fuzzy logic to control the rotation speed in CBШ-250T drilling machine. The proposed solution uses an artificial neural network instead of a vibration measuring sensor to identify the amplitude and vibration frequency on a rotary drill. The vibration amplitude, vibration frequency and set values of rotation speed and drilling force are input variables for the fuzzy logic unit. The inference function of the fuzzy logic unit will determine the compensation value with the goal to reducing the vibration of the drilling machine. The results were tested through modeling with Simulink_matlab tool, which can be applied to the current control system to improve control quality in order to reduce vibration of the CBШ-250T drilling machine, used on coal mines in Quang Ninh area.

Keywords: compensating - fuzzy controller; drilling machine CBШ-250T; neural network; fuzzy logic.