



Tạp chí Khoa học Kỹ thuật Mỏ - Địa chất

Trang điện tử: <http://tapchi.humg.edu.vn>



Ứng dụng card NI-Myrio - 1900 để giám sát và phân tích rung động cho các thiết bị công nghiệp

Đặng Văn Chí^{1,*}, Thái Hải Âu¹, Hà Văn Thủy¹, Lê Ngọc Dùng²

¹Khoa Cơ điện, Trường Đại học Mỏ - Địa chất, Việt Nam

²Phòng thanh tra và đảm bảo chất lượng giáo dục, Trường Đại học Công nghệ Đồng Nai, Việt Nam

THÔNG TIN BÀI BÁO

TÓM TẮT

Quá trình:

Nhận bài 15/6/2017
Chấp nhận 20/7/2017
Đăng on line 28/2/2018

Từ khóa:

Đo độ rung thiết bị công nghiệp
Phân tích rung động
Card NI-MyRIO-1900
LabVIEW-software

Bài báo đề xuất nghiên cứu ứng dụng Card NI-MyRIO-1900 để thực hiện việc đo và giám sát độ rung cho các máy móc, các thiết bị trong sản xuất công nghiệp. Nhóm tác giả đã nghiên cứu cơ sở lý thuyết, thông số kỹ thuật và các đặc tính làm việc card-NI-MyRIO-1900, từ đó đề xuất thuật toán đo và giám sát độ rung cho thiết bị công nghiệp. Các thông tin về độ rung của thiết bị được thu thập bởi card NI MyRIO-1900, giám sát bởi phần mềm LabVIEW. Kết quả đo được ghi lại trên cơ sở dữ liệu Excel. Sử dụng phép biến đổi Fourier nhanh (FFT) trong Matlab để xử lý tín hiệu rung động. Biểu đồ rung dạng phổ Spectrum được sử dụng vào việc phân tích rung động cho các máy móc thiết bị đang làm việc và vận hành trong sản xuất công nghiệp. Với việc đo, giám sát và phân tích rung động có thể xác định được cách thức, mức độ hư hỏng của thiết bị. Đây là giải pháp mang lại hiệu quả nhất về chi phí, lợi ích và kinh tế, đồng thời kéo dài được tối đa về tuổi thọ, thời gian làm việc cho các thiết bị trong sản xuất công nghiệp.

©2018 Trường Đại học Mỏ - Địa chất. Tất cả các quyền được bảo đảm.

1. Mở đầu

Hiện nay trong các Nhà máy, xí nghiệp công nghiệp đang vận hành với một số lượng rất lớn các thiết bị máy móc với nhiều hình thức chuyển động: chuyển động quay, chuyển động tịnh tiến...Tất cả các thiết bị này trong quá trình hoạt động đều tạo ra độ rung và tiếng ồn theo các mức độ khác nhau. Có rất nhiều nguyên nhân khác nhau gây ra rung động cho máy móc và thiết bị công nghiệp (Nguyễn Thanh Sơn, 2010):

- + Các lực tác động lặp đi, lặp lại:
- Sự mất bằng động: do chứa một điểm nặng

dẫn đến khi quay xuất hiện một lực tác động lặp lại trên máy, hoặc do mật độ vật liệu phân bố không đều, sự thay đổi kích cỡ bu lông, cánh mô tơ không đều....

- Sự mất đồng tâm của trục: sàn bệ máy không phẳng, lắp máy sai, sự giãn nở nhiệt...

- Sự mài mòn: Vòng bi, bánh răng, dây đai, bôi trơn, khuyết tật trong quá trình sản xuất, do quá tải...

+ Do lỏng cơ khí (looseness):

Lỏng các chi tiết, khe hở của vòng bi, lỏng bu lông máy, lắp ghép, sự ăn mòn kết cấu kim loại...

+ Sự cộng hưởng:

Việc nghiên cứu ứng dụng card NI-MyRIO-1900 để đo độ rung và ứng dụng phần mềm Matlab để phân tích rung động sẽ thu được nhiều

*Tác giả liên hệ

E-mail: dangvanchi@humg.edu.vn

lợi ích cho doanh nghiệp. Trên cơ sở biểu đồ dạng phổ rung động, sẽ biết được tình hình sức khỏe của máy, sử dụng thông tin này để theo dõi các vấn đề hư hỏng có thể đang tiến triển, từ đó có thể có những phương án sửa chữa, khắc phục những vấn đề đó khi nó vẫn đang tiến triển.

Vì vậy có thể ngăn ngừa được những hư hỏng xảy ra trong quá trình vận hành, nhờ vậy mà tiết kiệm được thời gian, chi phí, mang lại nhiều lợi ích đáng kể cả về phương diện kỹ thuật và kinh tế trong sản xuất công nghiệp.

2. Card NI-MyRIO-1900 và kỹ thuật đo rung động cho các thiết bị công nghiệp

2.1. Card NI-MyRIO-1900 (<http://www.ni.com/myrio/>)

Card NI myRIO-1900 (Hình 1) là một thiết bị có cấu trúc giống với các thiết bị khác của National Instruments (NI) dùng trong công nghiệp với hiệu năng Realtime, có khả năng cấu hình lại các chân In/Out. Với thiết kế nhỏ gọn, khả năng chạy độc lập thích hợp cho các dự án nghiên cứu triển khai ứng dụng trong nhiều lĩnh vực: cơ điện tử, điều khiển, tự động hóa và các hệ thống nhúng.

Các thông số kỹ thuật cơ bản

Khả năng lập trình FPGA & Real-time, tích hợp kết nối không dây Wireless, Led, nút nhấn, gia tốc kế, digital - analog In/Out, 5/3, 3V. Vi xử lý ARM Cortex-A9 & Xilinx. FPGA; PWM 100kHz, Ngõ vào Encoder 100kHz. Lập trình bằng LabVIEW và C/C++; Cổng USB, AI 12 bit.

Trong đó: 1- NI myRIO-1900; 2- Cổng mở rộng của myRIO(MXP); 3- Nguồn; 4- Cáp USB_PC ; 5- Cáp chủ USB; 6- Đèn LED; 7- Terminal (MSP); 8- Line cho âm thanh In/Out.

2.2. Kỹ thuật đo rung động với NI-MyRIO-1900

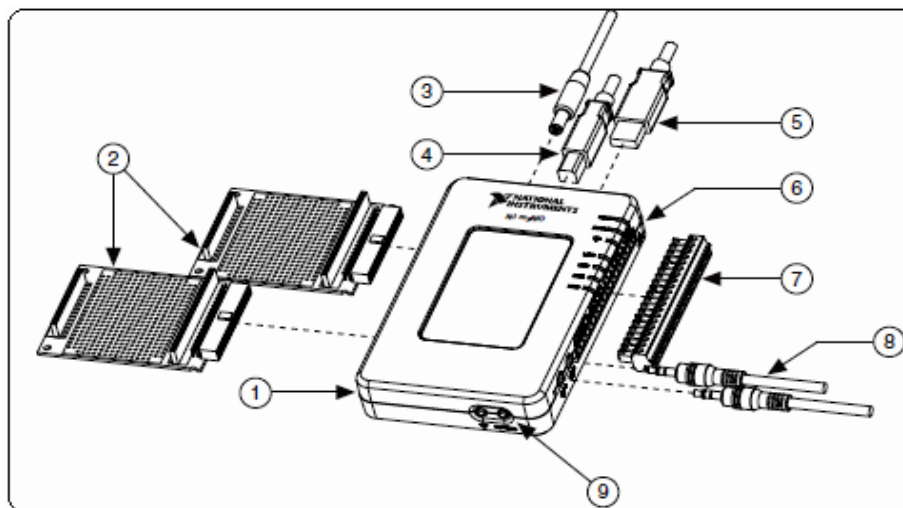
2.2.1. Cảm biến gia tốc kế

Một trong những thuận lợi khi dùng Card NI-MyRIO-1900 để đo độ rung cho các thiết bị đang làm việc trong công nghiệp là nhà sản xuất và cung cấp thiết bị NI đã tích hợp sẵn cảm biến gia tốc accelerometer vào bên trong NI-MyRIO. Accelerometer là một cảm biến gia tốc, tạo ra tín hiệu điện tỉ lệ với gia tốc của thành phần rung động. Tín hiệu gia tốc được tạo ra bởi một gia tốc kế gắn bên trong NI-MyRIO và lần lượt chuyển đổi tín hiệu thành một tín hiệu vận tốc (Lê Văn Doanh và nnk, 2001).

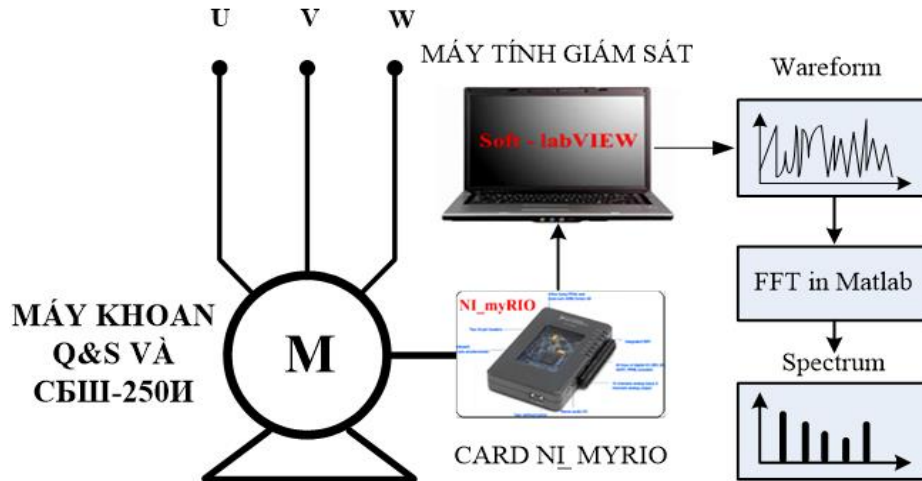
Lắp đặt và gắn cảm biến gia tốc kế: hầu hết các thiết bị trong công nghiệp như các mô tơ bơm, máy nén, quạt, băng tải, hộp số... đều có các cơ cấu quay. Tất cả đều có các ổ bi để đỡ toàn bộ khối lượng các bộ phận quay của thiết bị và chịu các lực tổ hợp của chuyển động quay và rung động. Vì vậy đo độ rung được lấy ở vị trí ổ đỡ và đây là nơi xuất hiện và phát triển các hiện tượng hư hỏng. Khi đó người ta gắn bộ đỡ của Card MyRIO tại đúng vị trí ổ đỡ đó.

2.2.2. Thu thập dữ liệu rung động

Để phân tích và chẩn đoán được chính xác độ rung trên các thiết bị, vấn đề là cần phải xác định



Hình 1. Card NI myRIO-1900.



Hình 2. Sơ đồ nguyên lý hệ thống đo và phân tích độ rung cho máy điện quay.

được số lượng dữ liệu cần lấy mẫu và khoảng thời gian thu thập mẫu.

Có ba thông số quan trọng cần lưu ý trong quá trình phân tích và khảo sát:

- Tần số cực đại: F_{max}
- Số đường phổ: Spectral lines
- Dữ liệu chồng lấp: Overlap percentage.

Khi F_{max} càng cao thì giới hạn tần số trong spectrum càng lớn và lượng thông tin thu được trong spectrum cũng nhiều hơn. Dữ liệu hiển thị lên biểu đồ được ở tần số rung động cao.

Khi đó tần số đo hay tốc độ thu dữ liệu cũng phải càng cao, vì vậy tốc độ đo cũng nhanh lên.

Khi càng nhiều Spectral line cho một Spectrum thì sẽ nhận được càng nhiều thông tin hơn (tức là chất lượng dữ liệu cao hơn). Giá trị F_{max} càng lớn thì số đường phổ cũng càng phải lớn để tăng độ chi tiết của biểu đồ rung động dạng phổ và tránh mất thông tin.

Dữ liệu thu thập được sẽ qua một quá trình chuyển đổi dữ liệu thành một biểu đồ dạng Spectrum thông qua quá trình xử lý FFT (Fast Fourier Transform).

3. Thực nghiệm đo độ rung máy khoan bàn Q&S và khoan xoay cầu CBIII-250II

3.1. Sơ đồ nguyên lý

Sự phát triển không ngừng của khoa học kỹ thuật đã tạo ra những thiết bị đo chuyên dụng, các card đo lường đa năng có độ chính xác cao, khả năng ghép nối máy tính.

Kết hợp với các phần mềm SCADA có khả năng điều khiển giám sát thu thập dữ liệu đáp ứng

được hầu hết các yêu cầu thực tế.

Với mục tiêu nắm bắt kịp thời xu thế phát triển chung trong kỹ thuật đo, chủ động trong công nghệ, phục vụ công tác đào tạo thực hành, nghiên cứu khoa học và chuyển giao công nghệ. Các tác giả đã đề xuất sơ đồ nguyên lý thực nghiệm đo (Đặng Văn Chí, 2016) và phân tích độ rung trên máy khoan bàn Q&S và máy khoan xoay cầu CBIII-250II (Hình 2).

3.2. Mô hình thực nghiệm

Các tác giả đã xây dựng mô hình thực nghiệm tự động xác định độ rung 3 chiều trên máy khoan bàn Q&S trong phòng thí nghiệm (Hình 3).

Bên cạnh đó các tác giả cũng đã đo và khảo sát độ rung cho máy khoan xoay cầu CBIII-250II trên công trường khai thác của Công ty CP Than Cao Sơn. (Ernest O. Doebelin, 2003).

3.3. Kết quả giám sát đo độ rung



Hình 3. Mô hình thực nghiệm đo độ rung cho máy khoan Q&S trong phòng thí nghiệm.

Chương trình thu thập dữ liệu và giao diện giám sát độ rung được phát triển bởi phần mềm LabVIEW, trong đó Hình 4 là giám sát độ rung cho máy khoan bàn Q&S và Hình 5 là giám sát độ rung cho máy khoan xoay cầu CBIII-250H tại mẫu103951-104974.

3. 4. Lưu trữ các số liệu đo

Các dữ liệu đo về độ rung được tự động ghi lại dưới dạng cơ sở dữ liệu excel để phục vụ cho công tác nghiên cứu, phân tích và xử lý tín hiệu sau này. (Hình 6).

3. 5. Ứng dụng Fourier nhanh (FFT) để xử lý dữ liệu và phân tích rung động

Biểu đồ dạng sóng waveform thu được khi đo độ rung 3 chiều trên máy khoan CBIII-250H thể hiện vận tốc (mức độ rung của cần khoan) thay đổi theo thời gian, Hình 7, 8, 9.

Dữ liệu thu thập quá trình đo độ rung tạo ra một spectrum, qua xử lý FFT (Fast Fourier Transform). FFT là một quá trình xử lý và chuyển đổi dữ liệu từ miền thời gian sang miền tần số dưới dạng biểu đồ spectrum(Nguyễn Quang Dũng, 2013a). Đo rung động có nhiều Spectrum, sau đó lấy một spectrum trung bình. Spectrum trung bình sẽ biểu diễn cách thức rung động tốt hơn do phép xử lý trung bình làm tối thiểu các ảnh hưởng của các thay đổi ngẫu nhiên và các xung nhiễu trong rung động.

Hướng rung động được gắn trên thiết bị của nhà sản xuất quy ước như Hình 10.

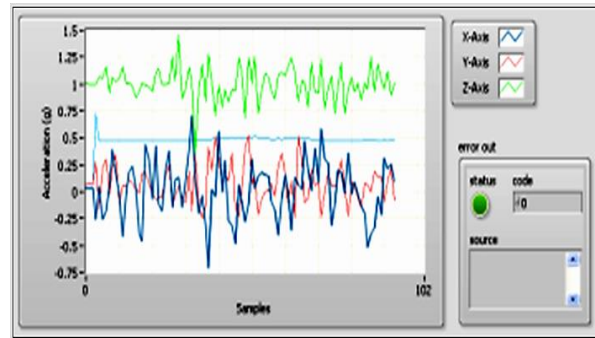
Biểu đồ dạng phổ spectrum qua xử lý FFT từ các waveform, xem các Hình 11, 12, 13 biểu diễn các tần số ở một thành phần rung động cần khoan với các biên độ ở tần số đó.

Phân tích kết quả

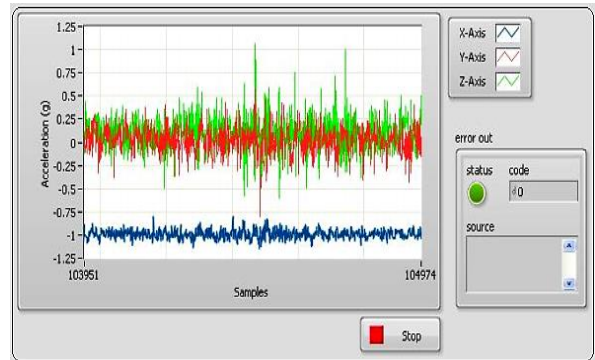
- FFT trục X: phổ tần <10rad/s có biên độ lớn =0, 5m/s², nhỏ hơn nhiều so với tốc độ quay động cơ khoan. Khi phổ tần >10rad/s thì biên độ dao động nhỏ.

-FFT trục Y: rung theo phương hướng kính với nhiều các thành phần sóng hài 1x, 2x, 3x, 4x...Phổ tần này được sinh ra là do sự lỏng lẻo các chi tiết về cơ khí, khe hở, ổ đỡ bi, bánh công tác...tạo ra các lực động học từ rôto.

- FFT trục Z: rung chủ yếu theo phương hướng trục ở phổ tần max = 80rad/s = 13Hz,



Hình 4. Giám sát độ rung máy khoan bàn Q&S.



Hình 5. Giao diện giám sát độ rung máy khoan xoay cầu CBIII-250H.

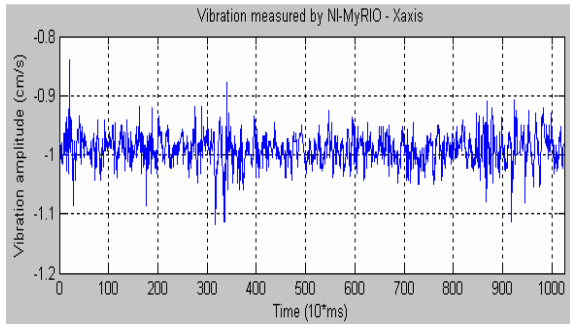
	A	B	C	D	E	F
1	Samples - X-Axis	Acceleration (g) - X	Samples - Y-Axis	Acceleration (g) - Y	Samples - Z-Axis	Acceleration (g) - Z-Axis
2	26804	-0.529687	26804	0.136719	26804	0.328125
3	26805	-1.01563	26805	0.132812	26805	0.25
4	26806	-0.957031	26806	0.121094	26806	0.0351562
5	26807	-0.921875	26807	0.0273437	26807	0.105469
6	26808	-0.992187	26808	0.0898437	26808	-0.21875
7	26809	-0.996094	26809	-0.132812	26809	0.140625
8	26810	-1.12891	26810	-0.11875	26810	0.253906
9	26811	-1.02344	26811	-0.398437	26811	-0.0507812
10	26812	-0.992187	26812	-0.0859375	26812	-0.277344
11	26813	-0.992187	26813	0.113281	26813	0.179687
12	26814	-0.984375	26814	0.242187	26814	0.0195312
13	26815	-0.96875	26815	0.359375	26815	0.359375
14	26816	-1.08203	26816	-0.0664062	26816	0.171875
15	26817	-0.894531	26817	-0.0585937	26817	0.015625
16	26818	-0.941406	26818	0.28125	26818	-0.0507812
17	26819	-0.972656	26819	0.257812	26819	-0.167969
18	26820	-1.00391	26820	-0.03125	26820	0.179687
19	26821	-0.992187	26821	-0.191406	26821	0.101562
20	26822	-1.01172	26822	0.121094	26822	0.167969
21	26823	-0.984375	26823	0.203125	26823	-0.113281
22	26824	-1.07422	26824	0.0273437	26824	0.148437

Hình 6. Lưu số liệu về độ rung máy khoan CBIII-250H.

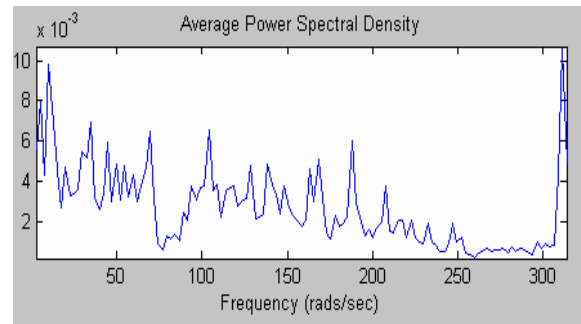
(≈750vg/ph). Biên độ rung cao tại 1xRPM, được cho là phổ tần tiêu biểu do dây đai mòn, bị lỏng lẻo và puli không thẳng hàng.

4. Kết luận

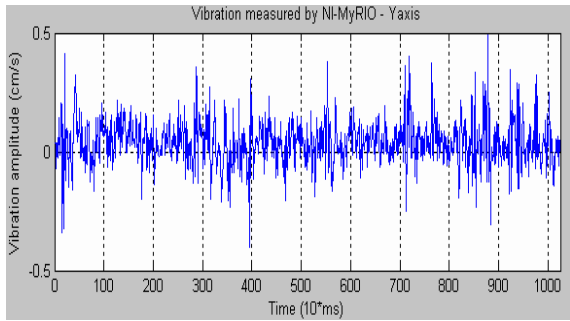
Việc nghiên cứu ứng dụng Card NI-MyRIO, phần mềm LabVIEW để giám sát và phân tích độ rung cho các thiết bị trong công nghiệp đã đáp ứng được các yêu cầu kỹ thuật và mục tiêu đặt ra.



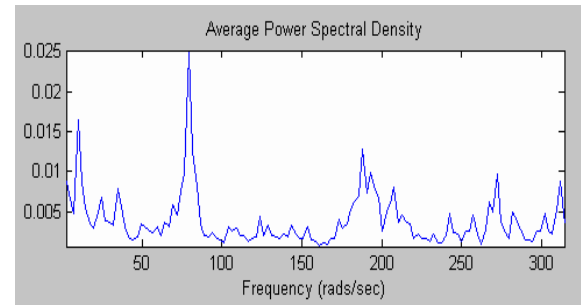
Hình 7. Biểu đồ dạng sóng waveform - X_{axis}.



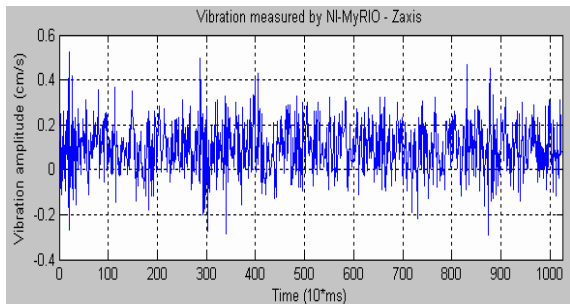
Hình 12. Biểu đồ dạng phổ spectrum - Y_{axis}.



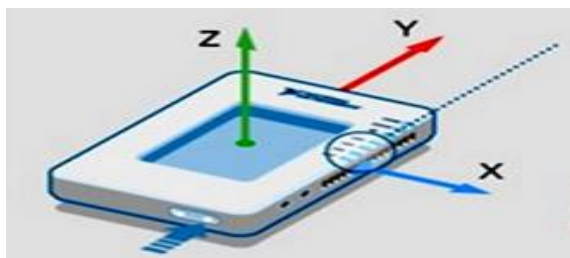
Hình 8. Biểu đồ dạng sóng waveform - Y_{axis}.



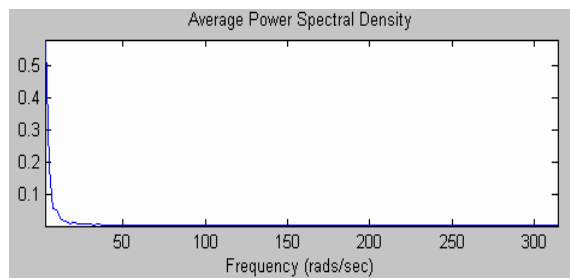
Hình 13. Biểu đồ dạng phổ Spectrum - Z_{axis}.



Hình 9. Biểu đồ dạng sóng waveform - Z_{axis}.



Hình 10. Hướng rung theo 3 trục X-Y-Z.



Hình 11. Biểu đồ dạng phổ spectrum - X_{axis}.

Các tác giả đã thực hiện việc đo trên máy khoan bàn Q&S và trên máy khoan xoay cầu CBIII-250H.

Giao diện giám sát độ rung bằng LabVIEW trên máy tính với các tính năng kết nối giám sát trực tuyến, truyền nhận dữ liệu không dây bằng sóng Wifi. Khả năng lưu trữ các số liệu đo trên thiết bị đã đáp ứng được các yêu cầu của hệ thống giám sát độ rung cho các thiết bị công nghiệp.

Từ các dữ liệu đo thu thập được, các tác giả đã sử dụng công cụ FFT trong phần mềm Matlab để thực hiện việc chuyển đổi từ biểu đồ dạng sóng waveform sang biểu đồ dạng phổ spectrum.

Các spectrum cho thấy các tần số mà ở đó xảy ra sự rung động nên nó là một công cụ phân tích rung động rất hữu ích. Bằng việc phân tích các tần số riêng của một thành phần máy đang rung động cũng như các biên độ tương ứng với mỗi tần số đó có thể tìm ra mối quan hệ giữa nguyên nhân gây ra rung động và tình trạng của máy.

Từ các kết quả nghiên cứu bước đầu này, nhóm tác giả sẽ tiếp tục phát triển và nâng cấp phần mềm theo hướng hệ thống có thể tự động phân tích, đánh giá và chẩn đoán tức thời tình trạng hoạt động của thiết bị. Từ đó có thể đưa ra những cảnh báo cần thiết nhằm ngăn chặn các sự cố có thể xảy ra, đáp ứng các yêu cầu ngày càng cao trong thực tế vận hành thiết bị trong công nghiệp.

Tài liệu tham khảo

Đặng Văn Chí, 2016. Nghiên cứu xây dựng đặc tính động cơ không đồng bộ dựa trên nền hệ thống nhúng. Mã số T16-03. Đề tài nghiên cứu khoa học cấp cơ sở - 2016. 21-26.

Ernest O. Doebelin, 2003. *Measurement System: Application and design*. Mc Graw Hill.

<http://www.ni.com/myrio/>.

Lê Văn Doanh, Phạm Thượng Hàn, Nguyễn Văn Hòa, Đào Văn Tân, 2001. Các bộ cảm biến trong kỹ thuật đo lường và điều khiển. *Nhà xuất bản Khoa học Kỹ thuật*.

Nguyễn Quang Dũng, 2013a. Nghiên cứu rung động và biện pháp giảm rung động trong nền

do khai thác hệ thống tàu điện ngầm. *Luận án tiến sỹ kỹ thuật*, chuyên ngành KT xây dựng công trình đặc biệt. Học viện KTQS - 2013.

Nguyễn Quang Dũng, 2013b. Ứng dụng phương pháp phổ biên độ Fourier xác định tần số dao động riêng của nền đất, *Tạp chí Khoa học và Kỹ thuật Học viện Kỹ thuật Quân sự*, chuyên san tuyển tập công trình Hội nghị khoa học các nhà nghiên cứu trẻ, số 154/04-2013.

Nguyễn Thanh Sơn, 2010. *Giáo trình chẩn đoán rung động máy*. Vinamain.com, 04-10.

Wolfgang Georgi, Ergun Metin, 2006. *Einfuehrung in LabVIEW 2.*, aktualisierte Auflage; Fachbuchverlag Leipzig im Carl Hanser Verlag.

ABSTRACT

Application of NI-MyRIO-1900 card to monitor and analyze vibration for the industrial equipment

Chi Van Dang ¹, Au Hai Thai ¹, Thuy Van Ha ¹, Dung Ngoc Le ²

¹ *Faculty of Electro - Mechanics, Hanoi University of Mining and Geology, Vietnam.*

² *Inspection and Quality Assurance, Dong Nai University of Technology, Vietnam.*

This article proposes the application of the NI-MyRIO-1900 Card to perform vibration measurement and monitoring for industrial equipment. The authors have studied the theory, specifications and performance characteristics of the card-NI-MyRIO-1900, proposed measuring algorithms and vibration monitoring for industrial equipment. The vibration of the device is collected by NI MyRIO-1900 card, monitored by LabVIEW software. Measurement results are recorded on the Excel database. Use Fast Fourier Transform (FFT) in Matlab for Vibration Signal Processing. Chart vibration spectrum is used for vibration analysis of machines and equipment in industrial production. Vibration monitoring and analysis can determine how equipment is damaged. This is a most effective solutions and economic cost, improve longevity, working time for equipment in industrial production.