

# Nghiên cứu dao động của máy rotor đặt trên gối đỡ vòng bi khi thay đổi trạng thái cân bằng và không đồng trục

Research the vibration of rotor machine that is laid on roll bearing in case of unbalanced and non shaft - alignment

ThS. TRẦN TIẾN ANH

Khoa Máy tàu biển, Trường ĐHHH VN

## Tóm tắt

Dao động là một hiện tượng vật lý luôn đồng hành với các máy móc cơ khí, trong đó có thiết bị quay kiểu rotor (Động cơ điện - Bơm) khi chúng thực hiện chức năng của mình. Tác giả đã sử dụng phần cứng của hãng NI kết hợp với phần mềm LabView để đo dao động của máy rotor đặt tại Trung tâm nghiên cứu hệ động lực tàu thủy, Trường Đại học Hàng Hải Việt Nam khi thay đổi trạng thái cân bằng và không đồng trục từ đó đánh giá trạng thái kỹ thuật hiện tại của máy rotor bằng phân tích dao động.

## Abstract

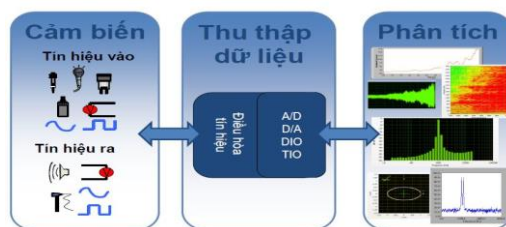
Vibration is a physics phenomenon of machines including rotor machines (Electric motor - Pump) when they carry out their previous function. Author used NI hardware and LabView software to measure vibration the rotor machine that is equipped in the Marine propulsion plant researching center - VMU in case of un-balanced and non shaft alignment. The result is used to assess the technical condition of the machine.

## 1. Đặt vấn đề

Dao động là một hiện tượng vật lý, ảnh hưởng không tốt tới chất lượng làm việc, tuổi thọ và độ bền các chi tiết. Trong thiết kế, chế tạo, tính toán dao động để đưa ra sản phẩm có mức độ dao động, rung động nhỏ hơn mức cho phép. Tuy nhiên trong khai thác do trạng thái kỹ thuật của chi tiết, cụm chi tiết chính xác bị thay đổi, khe hở lắp ráp tăng lên, điều đó làm cho mức độ rung động, dao động tăng lên. Dẫn đến việc đo, kiểm tra mức độ dao động trong quá trình khai thác có ý nghĩa quan trọng để giám sát, kiểm soát và điều chỉnh mức độ dao động nằm trong giới hạn.

## 2. Giám sát, chẩn đoán dao động máy rotor

Để đánh giá chất lượng sản phẩm một máy rotor nói chung với mục đích trả lời câu hỏi máy có “chất lượng tốt”, “làm việc tốt” thì chúng ta cần giám sát và chẩn đoán máy trước tiên về phương diện tổng thể. Theo tiêu chuẩn đánh giá, mức độ dao động cần nằm trong vùng cho phép. Giới hạn của máy rotor nằm trong 3 mức dao động khác nhau: Mức dao động thấp (mức 1); mức dao động cao (mức 2) và mức dao động cao nguy hiểm (mức 3).

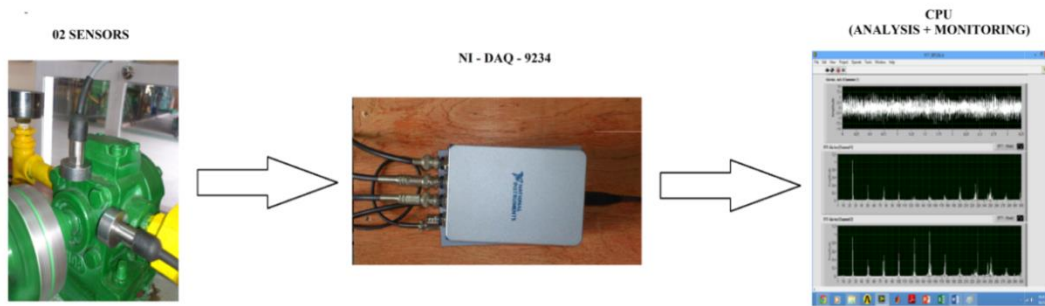


Hình 1. Sơ đồ nguyên lý thiết bị giám sát dao động

Theo hồ sơ kỹ thuật của thiết bị đo, giám sát dao động, chúng ta biết được thiết bị có khả năng đo dạng dao động nào (gia tốc, vận tốc hay chuyển vị), số lượng kênh, số lượng mẫu và tốc độ lấy mẫu, độ nhạy, dải tần đo của tín hiệu, các khả năng phân tích và xử lý tín hiệu,... Hơn nữa, thiết bị có khả năng lưu trữ dữ liệu hay không, có bộ nhớ lưu trữ dữ liệu với dung lượng lớn hay nhỏ để người sử dụng có kế hoạch định kỳ đo đạc và lưu trữ thông tin. Thiết bị giám sát, chẩn đoán dao động máy rotor có thể là hệ thống tĩnh (lắp đặt trực tiếp trên máy rotor bằng máy PC công nghiệp) hoặc PC di động (Laptop hoặc Desk PC). Sơ đồ nguyên lý một hệ thống đo, giám sát dao động cho máy rotor được thể hiện trên hình 1:

Hệ thống giám sát dao động gồm khối đầu đo (SENSORS, có thể thêm cả thiết bị xuất báo thông tin), khối thu thập dữ liệu (DAQ) và khối xử lý thông tin, hiển thị thông tin tại Bộ xử lý trung tâm (CPU). Từ sơ đồ nguyên lý để xây dựng chương trình đo dao động của máy rotor, tác giả đã sử dụng hệ thống đo

kiểm và phân tích dao động bằng ứng dụng công nghệ mới của hãng National Instruments và phần mềm LabView. Hệ thống đo được chỉ trên hình dưới đây:



**Hình 2. Hệ thống đo, giám sát dao động trên cơ sở công nghệ National Instruments và LabView**

Phần mềm nền được xây dựng phần mềm lập trình bằng đồ họa LabView. Bộ đầu đo được kết nối với góp NI - DAQ 9234 và tới CPU qua chuẩn USB. LabView tự động nhận dạng và cài đặt cấu hình hệ thống đo.

Tín hiệu đo đưa tới CPU và được xử lý trong LabView với modul lý đặc trưng về dao động và âm thanh.

**3. Thuật toán giải quyết quá trình giám sát dao động**

Sơ đồ thuật toán quá trình giám dao động được thể hiện trên hình 3.

**4. Thực nghiệm**

Hệ thống đo bao gồm: 02 đầu đo tốc, kết nối với bộ góp NI- DAQ 9234 hãng National Instruments qua cổng USB cắm vào máy tính để bàn hoặc Laptop.

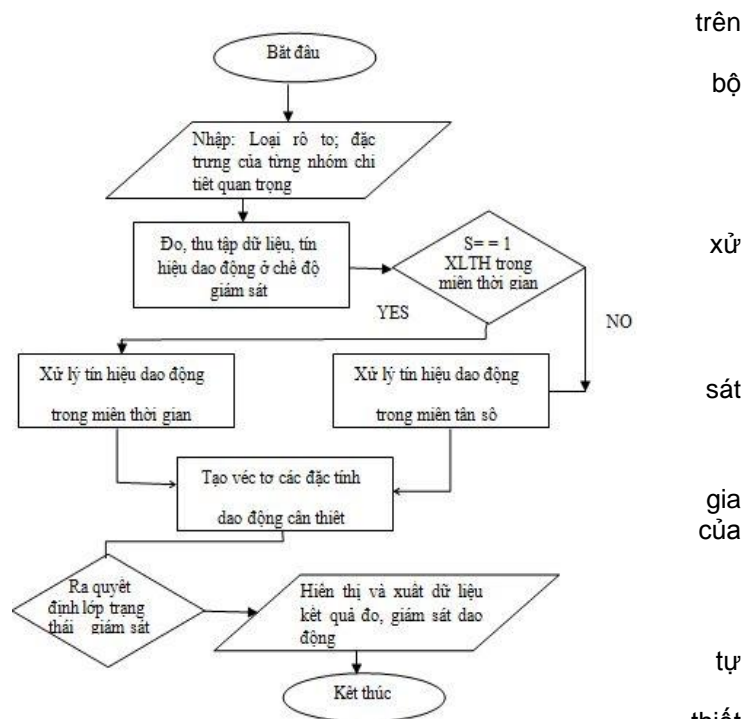
Các đầu cảm biến sau khi kết nối động nhận dạng cấu hình qua bộ góp DAQ - Assistant. Sau khi nhận dạng bị ngoại vi, chúng ta có hệ thống đo sẵn sàng hoạt động. Tín hiệu đo được qua đổi nhanh FFT (Fast Furier Transform) từng kênh để thu được phân tích phổ tần. Tín hiệu cũng có thể qua phân tích thống kê để thu được các thông số dao động trong miền thời gian.

Thông số kỹ thuật của máy rotor (động cơ-bơm) khi tiến hành thí nghiệm để xác định mức độ dao động thể hiện tại bảng 1:

**Bảng 1. Thông số kỹ thuật của máy rotor được tiến hành thí nghiệm**

Stt	Thông số kỹ thuật	Giá trị, đặc điểm	Đơn vị đo
<b>Động cơ điện</b>			
1	Động cơ điện 3 pha, ký hiệu: M30855, hãng TOSHIBA	Động cơ điện 3 pha, Serial Number: 41214643	
2	Điện áp sử dụng	200 - 240	Vôn
3	Dòng điện	3,7 - 3,4 - 3,3	Ampe
4	Vòng quay	1410 - 1700 - 1720	Vòng/phút
5	Công suất	0,75	Kilowatt

**Bom**



**Hình 3. Sơ đồ thuật toán quá trình giám sát dao động**

trên  
bộ  
xử  
sát  
gia  
của  
tự  
thiết  
biến

1	Loại bơm	Bơm bánh răng ăn khớp ngoài	
2	Tỷ số truyền	1	
3	Loại gối đỡ đầu trục	Vòng bi	

Kết quả thí nghiệm được ghi lại khi tác giả thực hiện và lập bảng tín hiệu đo dao động dưới dạng số sau (bảng 2, 3).

Trên bảng tổng hợp số liệu đo và phân tích phổ tần dao động, chúng ta dễ dàng phân biệt mức độ dao động gia tốc tại các tần số  $f$  (Hz) - Tương ứng vòng quay trục rotor và  $2f$  (tần số điều hòa bậc 2). Trong các lần thí nghiệm, tần số  $f$  được giữ hầu như không đổi (tần số do động cơ điện 3 pha sinh ra).

**Bảng 2. Ảnh hưởng lượng mất cân bằng đến dao động gia tốc ( $m/s^2$ )**  
(Thí nghiệm được tiến hành với điều kiện thiết bị có độ đồng trục tốt)

- Tại phía động cơ điện

Vị trí đo	F, Hz	Cân bằng tốt	MCB, 4 gam <sup>(1)</sup>	MCB, 4 gam <sup>(2)</sup>	MCB, 15.5 gam <sup>(1)</sup>
ĐC, (V) Đứng	f	0,15	0,25	0,2	0,3
	2f	0,15	0,2	0,2	0,15
ĐC, (H) Ngang	f	0,2	0,26	0,25	0,3
	2f	0,15	0,2	0,15	0,2
ĐC, (A) Dọc	f	0,1	0,15	0,12	0,2
	2f	0,05	0,1	0,05	0,1

- Tại phía bơm bánh răng

Vị trí đo	F, Hz	Cân bằng tốt	MCB, 4 gam <sup>(1)</sup>	MCB, 4 gam <sup>(2)</sup>	MCB, 15.5 gam <sup>(1)</sup>
B, (V) Đứng	f	0,3	0,35	0,31	0,45
	2f	0,15	0,2	0,2	0,25
B, (H) Ngang	f	0,2	0,25	0,22	0,3
	2f	0,05	0,1	0,1	0,15
B, (A) Dọc	f	0,05	0,1	0,07	0,15
	2f	0,05	0,05	0,05	0,1

**Nhận xét:** Mức độ dao động do mất cân bằng thay đổi (giữ nguyên vòng quay) thay đổi rõ ràng, dễ nhận biết theo tần số  $f$  (Hz) tại các vị trí đo theo phương đứng, phương ngang và phương dọc ở cả hai phía (động cơ, bơm) thông qua giá trị bằng số liệu ở bảng trên. Khi mất cân bằng, dao động gia tốc đo được thay đổi theo dạng điều hòa bậc nhất.

**Bảng 3. Ảnh hưởng sự không đồng trục đến dao động gia tốc ( $m/s^2$ )**  
(Thí nghiệm được tiến hành trong điều kiện thiết bị có độ cân bằng tốt)

- Tại phía động cơ điện

Vị trí đo	F, Hz	Không đồng trục	Đồng trục tốt
ĐC, (V) Đứng	f	0,3	0,2
	2f	0,15	0,1
ĐC, (H) Ngang	f	0,3	0,15
	2f	0,2	0,05
ĐC, (A) Dọc	f	0,2	0,1
	2f	0,1	0,05

- Tại phía bơm bánh răng

Vị trí đo	F, Hz	Không đồng trục	Đồng trục tốt
B, (V) Đứng	f	0,45	0,2
	2f	0,25	0,05

B, (H) Ngang	f	0,3	0,2
	2f	0,15	0,05
B, (A) Dọc	f	0,15	0,1
	2f	0,1	0,05

**Nhận xét:** Mức độ dao động do không đồng trục thay đổi (giữ nguyên vòng quay) thay đổi rõ ràng, dễ nhận biết theo tần số  $2f$  (Hz) ) tại các vị trí đo theo phương đứng, phương ngang và phương dọc ở cả hai phía (động cơ, bơm) thông qua giá trị bằng số liệu ở bảng trên. Khi không đồng trục giữa tổ hợp rotor, dao động gia tốc đo được thay đổi theo dạng điều hòa bậc hai.

## 5. Kết luận

Bài báo đã đưa ra được cơ sở lý thuyết đo lường và giám sát máy rotor bằng việc ứng dụng công nghệ mới do hãng National Instruments cung cấp, kết hợp với phần mềm LabView làm nền tảng để thu được số liệu đo trên mô hình số tín hiệu dao động tại các dải tần số  $f$ ,  $2f$ ,  $3f$ ,... Kết hợp với thực nghiệm thực tế để từ đó đánh giá tình trạng hiện tại của thiết bị (máy rotor) bằng dao động.

## TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1]. Đỗ Đức Lưu, *Động lực học và chẩn đoán kỹ thuật bằng dao động Diesel tàu thủy*, NXB Giao thông vận tải, Hà Nội. 2009
- [2]. Trần Tiên Anh, Đỗ Đức Lưu, Nguyễn Hữu Dũng, *Ứng dụng công nghệ LabView - NI trong giám sát dao động máy rotor tàu thủy*, Đề tài nghiên cứu khoa học cấp trường 6/2014, Trường ĐH Hàng Hải, Hải Phòng.
- [3]. Chris K Mechefske, *Machine condition monitoring and fault diagnostics*, Mechanical Engineering - Queen's University, United Kingdom. 2010