



Difference
makes
Innovation

www.jfe-advantech.co.jp/

Technical Report

TR-C05

Kỹ thuật chẩn đoán thiết bị bằng phân tích rung Các loại máy, hệ thống chẩn đoán rung của JFE Advantech (Nhật Bản)

1. Giới thiệu
 - ②Vài ứng dụng thực tế
 - ③Nâng cao chức năng chẩn đoán
 - ④Nâng cao hiệu quả việc kiểm tra
 2. Khái niệm về chẩn đoán thiết bị
 - 2.1 Các yêu cầu chẩn đoán thiết bị
 - 2.2 Phân loại phương pháp bảo trì
 - ①Bảo trì sửa chữa
 - ②Bảo trì định kỳ
 - ③Bảo trì dự phòng
 3. Phép đo rung - từ quá khứ đến hiện tại
 - 3.1 Triển khai ứng dụng tại các nhà máy
 - 3.2 Đo rung thừa ban đầu
 - 3.3 Sự ra đời kỹ thuật phân tích dạng sóng
 - 3.4 Tiêu chuẩn chẩn đoán rung hiện nay
 - 3.5 Các bước chẩn đoán thiết bị
 - 3.6 Hình thức vận hành chẩn đoán thiết bị
 - 3.7 Hiệu quả của chẩn đoán thiết bị
 4. Các máy và hệ thống đo rung tiên tiến
 - 4.1 Máy đo rung cầm tay MK-21
 - 4.2 Máy phân tích rung cầm tay trang bị đầy đủ mọi chức năng chẩn đoán MK-220
 - ①Cấu hình hệ thống và tính năng
 - ②Đo tuần tra chỉ định
 - ③Chẩn đoán chuyên sâu ngay tại chỗ
 - ④Cài đặt bộ lưu giữ tại hiện trường
 - 4.3 Thiết bị chẩn đoán hiệu suất cao trang bị thông tin vô tuyến model MK-220HG
 - ①Ứng dụng thông tin vô tuyến ICT
 - 4.4 Hệ thống chẩn đoán thiết bị online
 - ①Cấu hình hệ thống Super CMS-10000
 - ②Phân tích rung (Vibration Diagnoser)
 - ③Cải thiện giao diện người-máy
 - 4.5 Thiết bị online nhỏ gọn CMU-10000
 - 4.6 Thiết bị giám sát MK-64 (MITARO64)
5. Kết luận

1. Giới thiệu

Đo rung là phương pháp được sử dụng để cung cấp thông tin quan trọng cho các mục đích khác nhau như quan trắc động đất, kiểm tra môi trường và chẩn đoán thiết bị có chuyển động quay. Báo cáo này thảo luận về các vấn đề đo rung chủ yếu từ quan điểm quản lý và chẩn đoán máy móc và thiết bị có chuyển động quay. Hơn 40 năm đã trôi qua kể từ khi phương pháp đo rung được đưa vào chẩn đoán thiết bị có chuyển động quay, đã được sử dụng trong hầu hết các thiết bị quay, và các dữ liệu đo được trở thành cơ sở căn bản quan trọng để hỗ trợ quản lý và bảo trì thiết bị. Mặt khác, hoàn cảnh xung quanh việc quản lý và bảo trì thiết bị cũng thay đổi, máy móc và thiết bị có chuyển động quay ngày càng tiên bộ, phạm vi sử dụng ngày càng mở rộng, vì vậy *yêu cầu đo rung cũng trở nên đa dạng*.

2. Khái niệm về chẩn đoán thiết bị

Cơ thể chúng ta xuống cấp theo thời gian, từ ấu thời, thanh thiếu niên, trung niên đến cao tuổi, vì vậy kiểm tra sức khỏe tổng quát định kỳ được sử dụng để phát hiện sớm các tổn thương và điều trị sớm để kéo dài tuổi thọ. Cũng có thể suy luận tương tự đối với các thiết bị trong các ngành sản xuất sản phẩm, nhà máy thép, nhà máy điện, khu khai thác dầu mỏ v.v. Nói cách khác, trong một thời gian sau khi bắt đầu vào hoạt động, thiết bị có thể hoạt động với chất lượng cao, nhưng do lão hóa dần dần các bộ phận cấu thành thiết bị bị hư hỏng, vì vậy nếu phát hiện sớm các dấu hiệu bất thường và sửa chữa kịp thời có thể ngăn ngừa sự cố bất ngờ

làm ngưng trệ kế hoạch sản xuất và kéo dài tuổi thọ của thiết bị. Ngoài ra, việc tìm kiếm và tu sửa các bộ phận "yếu" của thiết bị có thể góp phần vận hành ổn định, nâng cao năng lực sản xuất nhà máy và cải tiến thiết bị. Kỹ thuật phân tích định lượng tình trạng của thiết bị cùng với việc thực hiện các biện pháp đối phó chính xác và cải tiến thích hợp được gọi là "*kỹ thuật chẩn đoán thiết bị*".

2.1 Các yêu cầu chẩn đoán thiết bị

Các yêu cầu chẩn đoán thiết bị đại khái được chia thành (1) định lượng trạng thái thiết bị, (2) làm sáng tỏ nguyên nhân của sự bất thường của thiết bị, (3) lập kế hoạch đối phó khi thiết bị có sự bất thường và các cải tiến thiết bị.

Trong các yêu cầu này, yêu cầu (3) là kỹ thuật để cải thiện cơ sở vật chất và lập kế hoạch các biện pháp khi thiết bị bất thường nên tùy thuộc vào các tính chất cá biệt và cụ thể từng loại thiết bị. Vì tính phổ biến, báo cáo này sẽ chỉ đề cập đến yêu cầu (1) và (2).

Kết quả nhiều cuộc khảo sát về kỹ thuật chẩn đoán thiết bị sử dụng tại các nhà máy cho thấy:

(1) Phương pháp đo rung thiết bị được áp dụng rộng rãi,

(2) Có nhiều áp dụng vào chuyển động quay như động cơ, trục quay, vòng bi, bạc đạn, hộp số, máy bơm, tua bin, quạt v.v.

2.2 Phân loại phương pháp bảo trì

Phân loại các phương pháp bảo trì và tính năng từng loại được mô tả như dưới đây.

① Bảo trì sửa chữa (sau khi thiết bị hỏng)

Sửa chữa hoặc thay thế các bộ phận sau khi

thiết bị hỏng. Nói chung, áp dụng cho các thiết bị có ảnh hưởng rất nhỏ đến toàn bộ hoạt động nhà máy ngay cả khi thiết bị đó bị hỏng và phải bảo đảm có sẵn các phụ tùng để có thể thay thế ngay.

② Bảo trì định kỳ

Đây là hoạt động bảo trì được áp dụng cho thiết bị trong đó khoảng thời gian hỏng hóc của thiết bị gần như không đổi hoặc tuổi thọ của các bộ phận chỉ có thay đổi nhỏ. Thiết bị luôn được kiểm tra và sửa chữa theo định kỳ.

Bên cạnh đó, hoạt động ổn định của thiết bị là điều vô cùng quan trọng, và cũng được áp dụng cho các trường hợp trong đó hoạt động ổn định là cần thiết cho dù phải trả giá bằng chi phí.

Tuy nhiên, nói chung, khoảng thời gian kiểm tra và sửa chữa được đặt phải an toàn (sẽ ngắn hơn thời gian tối đa dùng được), như vậy ngay cả khi thiết bị không có bất kỳ sự bất thường nào cũng phải được tháo rời và thay thế các bộ phận, do đó chi phí bảo trì có xu hướng gia tăng.

Ngoài ra, ngay cả các thiết bị hoạt động trơn tru mà vẫn phải yêu cầu làm mới lại một cách thường xuyên, do đó, việc làm thêm không cần thiết này có thể tạo ra yếu tố làm cho thiết bị tạm thời không ổn định.

③ Bảo trì dự phòng

Phương pháp này được áp dụng cho các thiết bị mà khoảng thời gian hỏng hóc của thiết bị và tuổi thọ linh kiện rất khác nhau và rất khó để dự đoán khi nào xảy ra sự cố. Đây là hoạt động bảo trì đánh giá tình trạng của thiết bị một cách định lượng, và nếu ở trạng thái bình thường nó sẽ hoạt động bình

thường, chỉ cần kiểm tra và sửa chữa khi phát hiện có dấu hiệu bất thường. Tuy nhiên, cài đặt sai mức báo động để đánh giá chất lượng thiết bị dẫn đến nguy cơ " cho thuốc quá liều", hoặc ngược lại bỏ sót cơ hội khám phá ra dấu hiệu bất thường.

Đối với phương pháp bảo trì được mô tả ở trên, điều quan trọng là cân nhắc tổn thất xảy ra khi thiết bị hỏng, dự trù chi phí cho các bộ phận thay thế cũng như kinh phí cần thiết cho các hoạt động bảo trì, để có thể chọn lựa phương án nào sao cho có hiệu quả nhất.

3. Phép đo rung - từ quá khứ đến hiện tại

3.1 Triển khai ứng dụng tại các nhà máy

Những năm đầu thập niên 1970, với sự phát triển các nhà máy, việc giám sát thiết bị trong các nhà máy sản xuất thép có chuyển động quay như máy bơm, quạt và máy cuộn, bằng cách đo rung đã trở nên ngày càng phổ cập sang các nhà máy sản xuất sản phẩm nhiều lãnh vực khác nhau.

Đến đầu thập niên 1980, cảm biến gia tốc (pickup) dựa vào nguyên lý "áp điện" chủ yếu để chẩn đoán ổ trục vòng bi, bằng cách đo dịch chuyển (chuyển vị) và đo vận tốc, được sử dụng thường xuyên hơn rộng rãi hơn các cảm biến khác vì giá thành thấp hơn và chịu đựng được hoàn cảnh, với đặc trưng tần số từ vài Hz đến vài chục kHz thích ứng phát hiện hư hỏng của ổ trục vòng bi v.v.

Ngoài ra khi gắn lắp các cảm biến, hầu hết các loại cảm biến khác, ngoài cảm biến gia tốc (pickup) này, cần đo độ rung giữa bộ phận rung và bộ phận để được cách ly về

phương diện cơ học. Cảm biến gia tốc (pickup) có đặc điểm là chính nó có thể tự đo rung được trong trạng thái gắn liền vào đối tượng rung, với điều kiện là khối lượng của chính cảm biến đủ nhỏ hơn vật cần đo rung. Đây là một trong những nguyên nhân cho thấy cảm biến này được sử dụng rộng rãi hơn các loại cảm biến khác

3.2 Đo rung thừa ban đầu

Từ xưa nhân viên kiểm tra lão luyện nhiều kinh nghiệm thường hay dùng một thanh "thính âm" nghe âm thanh phát ra bởi sự quay của ổ trục để kiểm tra thiết bị. Cách đo rung được thực hiện bằng việc con người tiếp cận đối tượng, nhân cảm biến trực tiếp vào vị trí cần điều tra, đánh giá trực tiếp hoặc thu thập dữ liệu. Phương pháp đo và chẩn đoán này đã phân dựa trên kinh nghiệm của người thực hiện, bao gồm cả cảm giác, thính giác.

Dần dần với thời gian, việc chẩn đoán dựa trên các chỉ tiêu như RMS của dịch chuyển, vận tốc và gia tốc đo bằng các cảm biến rung, giá trị cực đại của dạng sóng rung v.v. trở thành xu hướng chính.

Tuy nhiên trên thực tế, việc thực hiện đo rung trong nhà máy thường được thực hiện ở những nơi có nhiều rung động hoặc nhiều điện nên không đạt được kết quả chính xác vì tùy thuộc vào tình huống lắp ráp, chẳng hạn như cảm biến không ổn định vì cầm tay nên không cố định.

Nhiều phương pháp cài đặt phù hợp cho từng trường hợp đã được đề xuất và sự khác biệt giữa các số liệu đo được gây ra bởi sự cài đặt khác nhau cũng đã được kiểm chứng.

Việc khai thác định lượng tính năng chỉ ra tổn thương cho máy móc quay đã được thực hiện với sự hợp tác của người dùng và nhà sản xuất.

Nhờ vào những nỗ lực này, các điều kiện hoàn cảnh sử dụng, đặc tính độ nhạy của chính cảm biến đo rung đã được cải thiện, do đó độ tin cậy của số liệu để giám sát thiết bị cũng được nâng cao. Ngoài ra, có nhiều trường hợp không an toàn cho con người khi làm việc tại các vị trí cần đo, gọi ra ý tưởng đưa đến cải thiện lắp đặt cảm biến cố định và trích xuất tín hiệu bằng dây cáp.

Một trong những yếu tố đưa đến việc hệ thống chẩn đoán rung tự động phát triển nhanh là việc cài đặt nhiều cảm biến để giám sát nhiều thiết bị đưa đến hiệu quả giảm bớt số lượng nhân viên quản lý.

3.3 Sự ra đời kỹ thuật phân tích dạng sóng

Đối với các chuyển động quay lẩn, vòng bi lẩn nhấp nhô tạo ra tiếng ồn và rung động đã được biết đến từ lâu, đến thập niên 1970 phương pháp đo gia tốc rung và phân tích tần số đã được nghiên cứu và phát triển. "FFT" (Fast Fourier Transform) là một trong những phương pháp phân tích phổ tần số, cho phép chẩn đoán tại chỗ bằng cách thực hiện lấy mẫu thích hợp tương ứng với tốc độ quay. Theo cách này, chẩn đoán và quản lý thiết bị dựa trên dữ liệu khách quan bằng phân tích tần số đã thay thế cho "thế giới chẩn đoán" dựa vào cảm giác và trực giác của con người.

Vì vậy việc đánh giá rung bằng phân tích tần số, sử dụng phân tích FFT như một công cụ rất hữu hiệu đã được triển khai rộng rãi

từ 1980 cho đến nay. Từ quan điểm thiết kế công cụ đo lường, cần phải lưu trữ một số lượng lớn dữ liệu thông số kỹ thuật của đối tượng rung với mục đích cung cấp các thông tin chẩn đoán chính xác hơn. Hơn nữa vì cần thiết phải phát hiện sớm sự tổn thương xảy ra cho thiết bị, trong nhiều trường hợp chức năng chẩn đoán FFT được bổ sung vào hệ thống đo lường trực tuyến, và ngay cả trong các thiết bị di động cầm tay nhỏ gọn nhờ sự tiến bộ của linh kiện điện tử như CPU, FPGA v.v.

3.4 Tiêu chuẩn chẩn đoán rung hiện nay

Vận tốc rung	2.5	D	D	D	D
	2.0				C
cm/sec	1.5	D	C	C	C
	1.0				B
0.5	C	C	B	B	B
	B				A
Phân loại máy	CLASS I	CLASS II	CLASS III	CLASS IV	A
	Máy nhỏ Động cơ điện dưới 15 kW hoặc máy nhỏ	Máy trung bình Động cơ điện 15-75 kW hoặc máy trung bình dưới 300 kW	Máy lớn Máy móc thiết bị lớn trên nền vững chắc	Máy lớn Máy móc thiết bị lớn trên nền mềm	

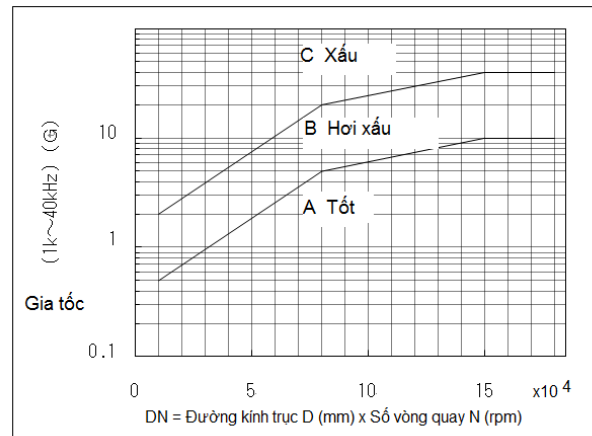
A: Tốt B: Dùng được C: Cảnh báo D: Xấu, cần thay đổi

Hình 1 Tiêu chí đánh giá (Chẩn đoán bằng tốc độ)

Hiện tại, chẩn đoán thiết bị dựa trên phương pháp rung được áp dụng rộng rãi bao gồm "chẩn đoán cơ bản" và "chẩn đoán chuyên sâu". Trong tiêu chuẩn ISO 10816 quốc tế, giá trị tham chiếu cho mỗi thiết bị được phân loại là tiêu chí đánh giá RMS tốc độ rung. Hiện tại không có tiêu chuẩn nào cho chẩn đoán gia tốc và các nhà sản xuất thiết

bị chẩn đoán hoặc người dùng đặt ra các tiêu chí riêng. Hình 1, 2 cho thấy điển hình các tiêu chí dựa trên ISO và JIS.

3.5 Các bước chẩn đoán thiết bị bằng phương pháp đo rung



Hình 2 Tiêu chí đánh giá (Chẩn đoán bằng gia tốc)

Chẩn đoán thiết bị có thể được chia ra *chẩn đoán cơ bản* và *chẩn đoán chuyên sâu*, chẩn đoán định kỳ cơ bản để kiểm tra xem thiết bị có dấu hiệu bất thường hay không và nếu phát hiện bất kỳ dấu hiệu bất thường nào, sau đó sẽ thực hiện chẩn đoán chuyên sâu để tìm nguyên nhân.

Chúng ta có thể trực giác ngay có vẻ như có gì đó không ổn nếu thiết bị đang hoạt động yên lặng ổn định cho đến thời điểm đó và đột ngột bắt đầu phát ra tiếng động tiếng rít tiếng ồn. Thông thường, trong chẩn đoán cơ bản, cần phải đo các thông số như biên độ rung (mm), vận tốc rung (mm/s), gia tốc rung (mm/s²), rồi từ đó đối chiếu với thông số quy định từ nhà sản xuất để biết được thiết bị đang hoạt động bình thường hay ở trạng thái báo động, trạng thái nguy hiểm.

Mặt khác, trong chẩn đoán chuyên sâu, phân tích phổ tần số của dạng sóng rung (biên độ dịch chuyển, vận tốc và gia tốc) được dùng để *phỏng đoán nguyên nhân* làm tăng các thông số rung. Đặc biệt trong các máy quay, nếu trục quay không cân bằng bị lệch, hoặc nếu vòng bi, bạc đạn, hộp số bị hỏng, các bộ phận rung tỷ lệ với tần số quay của trục quay sẽ xuất hiện nổi bật trong phổ tần số. Nói cách khác, nguyên nhân sự bất thường của thiết bị có thể phỏng đoán được dựa trên thành phần tần số nào xuất hiện.

3.6 Hình thức vận hành chẩn đoán thiết bị bằng phương pháp đo rung

Hình thức vận hành chẩn đoán có thể được phân loại thành (1) chẩn đoán thiết bị bằng *công cụ ngoại tuyến (offline)*, nhân viên kỹ thuật, bảo trì sử dụng máy chẩn đoán cầm tay để đo rung của thiết bị trong khi tuần tra và (2) chẩn đoán bằng *hệ thống trực tuyến (online)*, cảm biến rung được cài đặt sẵn trong thiết bị và rung được đo và phân tích tự động.

Nói một cách tổng quát, nếu sự cố của thiết bị chỉ ảnh hưởng nhỏ đến toàn bộ nhà máy, hình thức chẩn đoán thiết bị offline thường được chọn lựa. Ngược lại, nếu sự cố của thiết bị có thể đưa đến việc đình chỉ sản xuất toàn bộ nhà máy hoặc khi số lượng lớn thiết bị cần được chẩn đoán, kinh phí lao động trở nên tốn kém nếu dùng hình thức offline, trong trường hợp này, hình thức chẩn đoán online thường được chọn lựa. Hệ thống chẩn đoán online cũng là phương án khi thiết bị lắp đặt ở khu vực nguy hiểm hoặc trong môi trường nhiệt độ cao, độ ẩm cao, các nhân

viên kỹ thuật, bảo trì khó có thể trực tiếp cầm máy đi đo.

3.7 Hiệu quả của chẩn đoán thiết bị

Có thể nêu ra hiệu quả của chẩn đoán thiết bị như: (1) ngăn ngừa sự cố đột ngột có thể làm ngưng trệ kế hoạch sản xuất, (2) giảm chi phí bảo trì bằng cách chuyển từ bảo trì định kỳ sang bảo trì theo dõi trạng thái và (3) sắp xếp trước để thay thế các linh kiện mà khi đặt mua mất nhiều thời gian. Thêm vào đó, hiệu quả gián tiếp là có thể thu thập được các gợi ý để cải tiến thiết bị.

4. Các máy và hệ thống đo rung tiên tiến

4.1 Máy đo rung cầm tay MK-21



Hình 3 Máy đo rung MK-21

Máy đo rung cầm tay gọn nhẹ đơn giản MK-21 (Hình 3), với đặc điểm:

(1) Các chức năng chẩn đoán cần thiết được tích hợp vào một bộ điều khiển nhỏ gọn với ba chế độ đo gia tốc, vận tốc và chuyển vị.

(2) Tự động chẩn đoán tình trạng của máy quay tuần thủ tiêu chuẩn ISO 10816-1 (JIS B 0906)

(3) Chẩn đoán vòng bi dễ dàng và cho kết quả ngay tại chỗ, tiêu chí đánh giá được hiển thị ở mặt sau máy.

(4) Kết hợp với cảm biến rung có gắn nam châm (loại bỏ các yếu tố lỗi do cảm tay) để đảm bảo ổn định khi đo, đạt được kết quả chính xác

4.2 Máy phân tích rung cầm tay trang bị đầy đủ mọi chức năng chẩn đoán MK-220

Máy đo rung thường có thiết kế nhỏ gọn và có nhiều dạng, dạng cơ bản gồm bộ điều khiển (kích thước: 85 (W) x 30 (D) x 155 (H) mm, có bộ thu thập dữ liệu data logger) và được kết nối với dây cáp có phần đầu là cảm biến đo rung, cùng với phần mềm cài đặt PC (Hình 4).



Hình 4 Máy phân tích rung MK-220

Với MK-220, các điều kiện đo lường và thông số kỹ thuật của đối tượng thiết bị cần phải chẩn đoán được nhập trước vào PC, các thông tin này được chuyển đến MK-220, sau đó các nhân viên kỹ thuật, bảo trì sẽ thu thập dữ liệu của đối tượng thiết bị theo các bước được chỉ định bởi máy đo rung một cách dễ dàng.

Khi dữ liệu rung thu thập được nhập vào PC, PC sẽ tự động cập nhật cơ sở dữ liệu (database) bằng cách liên kết dữ liệu đó với dữ liệu đã đo trong quá khứ và thực hiện chẩn đoán chuyên sâu dựa trên giám sát xu hướng giá trị rung và phân tích tần số.

Cần nhấn mạnh rằng MK-220 tự nó có thể thực hiện từ chẩn đoán cơ bản đến chẩn đoán chuyên sâu, *đánh giá kết quả ngay lập tức tại hiện trường*, với các tính năng như được miêu tả trong Hình 5 :

- (1) Lập danh sách đối tượng thiết bị và điễm đo
- (2) Đánh giá kết quả chẩn đoán cơ bản so với mức báo động
- (3) Biểu thị xu hướng thay đổi (trend graph)
- (4) Kết quả đánh giá tình trạng thiết bị theo tiêu chuẩn ISO 10816 hoặc tiêu chuẩn của Hãng
- (5) Biểu thị dạng sóng và phổ tần số
- (6) Kết quả đánh giá nguyên nhân của sự bất thường bằng cách phân tích phổ tần số

Tất cả tính năng trên đều được hiển thị trên màn hình của MK-220.



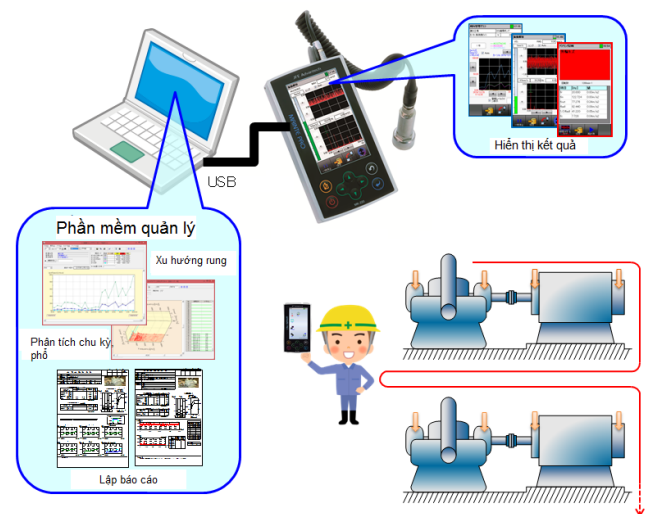
Hình 5 Các màn hình biểu thị

① Cấu hình hệ thống và tính năng

Thiết bị chẩn đoán rung cầm tay model MK-220 bao gồm bộ điều khiển, cảm biến rung và phần mềm quản lý dữ liệu (Hình 6). Bộ điều khiển máy chẩn đoán được sử dụng tại hiện trường có màn ảnh màu LCD độ phân giải cao với bảng điều khiển cảm ứng (touch panel) cho cảm giác như đang sử dụng điện thoại thông minh.

Sản phẩm có tính di động rất tốt, kích thước nhỏ gọn, nhẹ nhàng có thể bỏ vào túi, với cấu trúc chống bụi và chống thấm nước (IP67) có thể chịu được trong môi trường nhà máy khắc nghiệt và trong thời tiết ngoài trời mưa.

Phần mềm phân tích quản lý thực hiện *chẩn đoán cơ bản* bằng cách phân tích xu hướng thay đổi số liệu rung theo thời gian và *chẩn đoán chuyên sâu* có thể xác định nguyên nhân lỗi thiết bị bằng cách phân tích tính định kỳ dạng sóng rung, ngoài ra có thể tự động lập và in các báo cáo kết quả chẩn đoán và xuất tệp dạng dùng cho các phần mềm bảng tính như excel.



Hình 6 Cấu hình cơ bản MK-220

② Tận dụng lợi thế việc cài đặt "đo tuần tra chỉ định"

Chế độ "đo tuần tra chỉ định" được sử dụng để kiểm tra hiệu quả nhiều thiết bị nằm rải rác trong khu vực nhà máy.

Điều này có nghĩa là các điểm cần phải đo được hiển thị dưới dạng danh sách, trong đó các thông tin như thứ tự tuần tra, vị trí thiết bị trên tuyến tuần tra, thông số phải đo, mức báo động, v.v. từ phần mềm quản lý dữ liệu của PC được chuyển sang bộ điều khiển cầm tay trước khi bắt đầu tuần tra (Hình 7, bên trái).



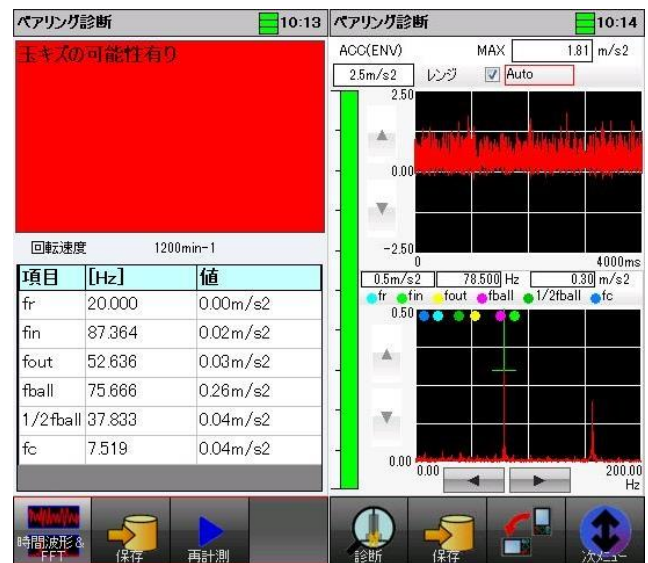
Hình 7 Danh sách các đối tượng chỉ định và kết quả chế độ "đo tuần tra chỉ định"

Tại mỗi vị trí được lựa chọn trong danh sách đối tượng tuần tra, bộ điều khiển tự động thực hiện việc đo các thông số yêu cầu, hiển thị số liệu đo được, kết quả so sánh với mức báo động (được gọi là đánh giá so với giá trị tương đối), kết quả so sánh với "tiêu chuẩn độ rung" hoặc "tiêu chuẩn vòng bi" (được gọi là đánh giá so với giá trị tuyệt đối) (Hình 7, bên phải).

Trong quá trình vừa tuần tra vừa đánh giá được mức độ báo động tại từng vị trí, có thể xúc tiến việc kiểm tra tuần tự một cách hiệu quả các thiết bị trong danh sách các điểm cần phải đo.

③ Chẩn đoán chuyên sâu ngay tại chỗ

Trong trường hợp một trang thiết bị nghi ngờ có sự bất thường, cần phải phân tích nguyên nhân tại chỗ, có thể thực hiện chẩn đoán tự động bằng cách sử dụng chức năng "chẩn đoán chuyên sâu".



Hình 8 Kết quả chẩn đoán chuyên sâu và hiển thị dạng sóng, phổ

Bằng cách nhập thông tin tốc độ quay và thông số kỹ thuật thiết bị đối tượng vào bộ điều khiển. Bộ điều khiển từ đó có thể tính đặc tính tần số khi có sự bất thường để sẽ tự động so sánh với số liệu thành phần tần số rung thực tế được đo tại chỗ và hiển thị kết quả "chẩn đoán chuyên sâu" (Hình 8, bên trái). Ngoài ra, cũng có thể xác nhận trên màn hình LCD dữ liệu dạng sóng, đó cũng là cơ sở đã đưa đến các kết quả "chẩn đoán chuyên sâu" (Hình 8, bên phải).

Thêm vào đó, ngay trong trường hợp chưa biết thông tin thông số kỹ thuật của thiết bị đối tượng, chỉ cần chọn tốc độ quay trục gần với thực tế và bắt đầu đo thử, bộ điều khiển sẽ tự động chẩn đoán các bất thường của hệ thống cơ học, tổn thương hư hỏng ổ trục, v.v. . Nhờ tăng cường chức năng " *Hãy để tôi giúp bạn làm*", khi nghi ngờ có bất thường nào bộ điều khiển sẽ hiển thị hướng dẫn đề nghị các bước chẩn đoán nên rất hiệu quả cho người mới bắt đầu chưa có kinh nghiệm đến nhân viên bảo trì đã có nhiều kinh nghiệm.

④ Cài đặt bộ lưu giữ dữ liệu (Data Logger) tạm thời tại hiện trường

Ngay cả khi tìm thấy bất thường trong quá trình "đo tuần tra chỉ định", không thể dừng thiết bị ngay lập tức để bảo trì, trong một số trường hợp, phải tiếp tục vận hành vài ngày đồng thời cần phải đo liên tục rung, cũng như tập trung theo dõi những thay đổi tình trạng thiết bị.

Trong trường hợp như vậy, chỉ cần cài đặt tạm thời bộ điều khiển tại hiện trường, có thể tự động đo 1ch dữ liệu rung và dữ liệu được ghi trên vào thẻ nhớ SD tích hợp trong bộ điều khiển.

Bằng cách kiểm tra dữ liệu được ghi lại này tại hiện trường chẳng hạn mỗi ngày một lần, có thể nắm bắt các thay đổi chuyên sâu của sự rung động.

4.3 Thiết bị chẩn đoán hiệu suất cao trang bị thông tin vô tuyến model MK-220HG

Phần này giới thiệu các tính năng của MK-220HG (Hình 9), trong khi vẫn kế thừa các chức năng của MK-220 nhưng lại được

tăng cường thêm, tận dụng lợi thế của ICT, như thông tin vô tuyến và các chức năng giúp nâng cao hơn nữa hiệu quả làm việc của khách hàng.



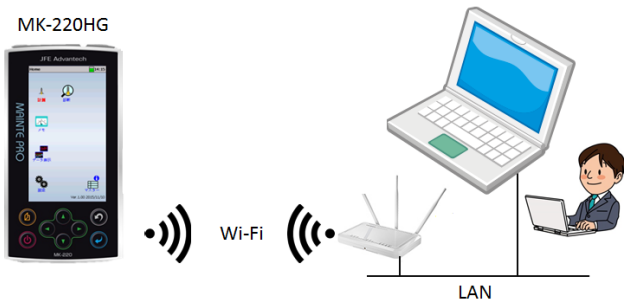
Hình 9 Ngoại hình máy MK-220HG

① Ứng dụng thông tin vô tuyến ICT

MK-220HG kết hợp Wi-Fi thực hiện các chức năng thông tin vô tuyến khác nhau, có thể được áp dụng cho các nhà máy ở xa mà không cần xây dựng một mạng chuyên dụng riêng bằng cách sử dụng VPN, LTE hoặc Internet.

(1) Truyền tin dữ liệu qua vô tuyến từ xa

Việc truyền dữ liệu cũng như lịch kiểm tra lưu giữ trong thẻ nhớ SD của MK-220 được thực hiện bằng cách rút thẻ SD tích hợp trong bộ điều khiển ra rồi lắp vào PC hoặc kết nối PC với bộ điều khiển bằng cáp USB. Với MK-220HG, ngoài việc truyền dữ liệu như trên bằng cách sử dụng Wi-Fi có thể điều khiển từ xa, không cần quay lại văn phòng kết nối PC với bộ điều khiển (Hình 10).

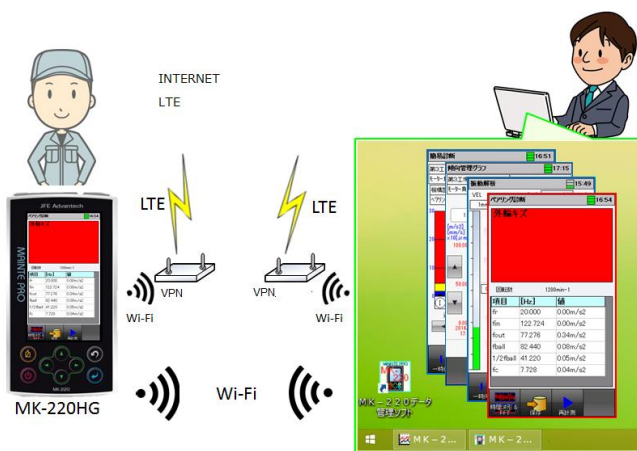


Hình 10 Truyền tin dữ liệu qua vô tuyến từ xa

(2) Đo lường và điều khiển vô tuyến từ xa

Từ một PC được kết nối với mạng thông qua Wi-Fi, có thể điều khiển màn hình bộ điều khiển được được cài đặt tại một địa điểm xa với PC (Hình 11).

Với chức năng này, trong khi đang ở văn phòng mà có thể thực hiện việc đo lường và chẩn đoán như thể đang có mặt tại hiện trường.



Hình 11 Điều khiển bằng vô tuyến từ xa

(3) E-mail thông tin cảnh báo

Ví dụ Model MK-220 được cài đặt tạm thời tại một địa điểm nào đó để thực hiện giám sát liên tục, ngay cả khi có báo động cũng không thể nắm bắt thông tin hiện đang xảy ra nếu không đi đến hiện trường để xác

nhận màn hình bộ điều khiển.

Trong khi đó thì MK-220HG được trang bị mail server để khi phát hiện độ rung bất thường, thông tin cảnh báo có thể được gửi qua e-mail cho biết trạng thái thiết bị mà không cần có mặt ở hiện trường (Hình 12).



Hình 12 E-mail thông tin cảnh báo

(2) Vài ứng dụng thực tế

Phần này giới thiệu vài ứng dụng thực tế thông tin vô tuyến được giới thiệu trong phần trước

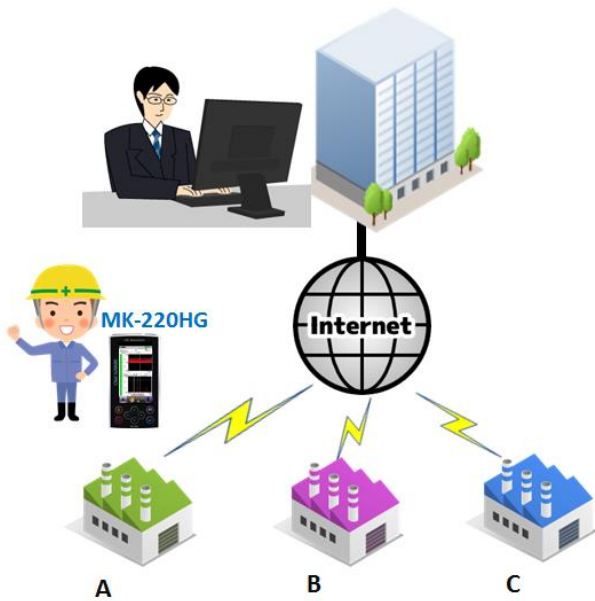
(1) Thống nhất công việc chẩn đoán

Đối với doanh nghiệp có nhiều nhà máy trên toàn quốc, đa phần tại mỗi nhà máy, nhân viên tại chỗ thực hiện việc đo lường và nhân viên chẩn đoán tại chỗ khác thực hiện việc chẩn đoán.

Bằng cách tận dụng mạng lưới Internet, sử dụng thông tin vô tuyến của MK-220HG, có thể thu thập và quản lý dữ liệu đo lường từ mỗi nhà máy vào máy chủ dùng chung đặt tại trụ sở chính, nhân viên chẩn đoán tổng hợp và quản lý dữ liệu đo lường của từng nhà máy, thực hiện các hoạt động chẩn đoán và các hoạt động hỗ trợ cho toàn thể các nhà máy (Hình 13).

Bên cạnh đó, cũng có thể sử dụng dịch vụ

đám mây, để chia sẻ dữ liệu và thuê chuyên gia chẩn đoán các tổ chức, công ty chuyên môn bên ngoài làm công việc chẩn đoán này.



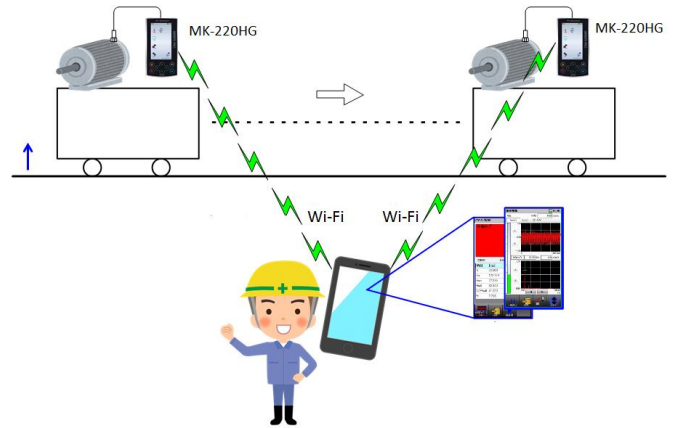
Hình 13 Thống nhất các dịch vụ chẩn đoán từ nhiều nhà máy (A, B, C) về trụ sở trung ương

(2) Giám sát từ xa các thiết bị di động

Có nhiều yêu cầu cho việc cần phải giám sát rung của các thiết bị được đặt trên một cơ sở vật chất di động như cần cẩu hay xe đẩy vận chuyển như một đối tượng chẩn đoán thiết bị máy quay.

Khi phải giám sát bằng máy đo rung hiện có trên thị trường, rất khó nối dây từ cảm biến đến máy đo vì đối tượng luôn luôn tự mình di động. Nhưng nếu giám sát bằng thiết bị chẩn đoán cầm tay thì có vấn đề về an toàn thao tác.

Với MK-220HG, có thể giám sát từ xa một cách an toàn bằng cách cài đặt cảm biến cùng với bộ điều khiển vào đối tượng di động, kết nối nó qua Wi-Fi với một máy tính bảng có thể thao tác một cách an toàn từ một vị trí cách xa đối tượng (Hình 14).



Hình 14 Giám sát thiết bị di động từ xa

③ Nâng cao chức năng chẩn đoán

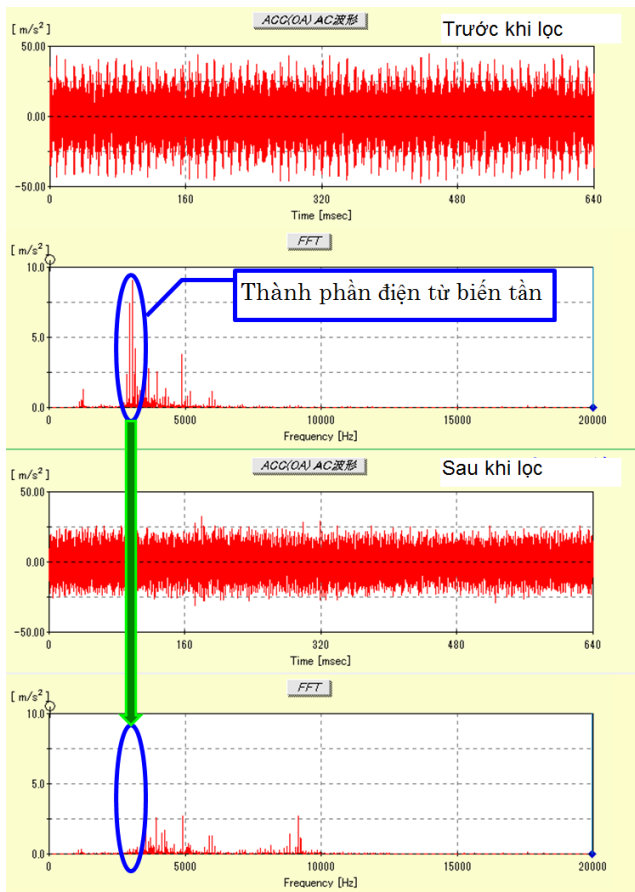
Inverter gây ra rung động điện từ tần số cao, cho nên khi chẩn đoán xu hướng rung của ổ trục động cơ, rất khó để nắm bắt trạng thái hỏng vì ảnh hưởng của thành phần rung này.

Do đó, một công nghệ mới đã được JAC phát triển để tự động trích xuất lọc rung động do inverter gây ra, và phân biệt rõ thành phần rung ổ trục để có thể xúc tiến việc chẩn đoán một cách dễ dàng.

Hình 15 cho thấy dữ liệu trước và sau khi ứng dụng công nghệ mới. Thành phần rung của ổ trục, đã không thể xác định được vì ảnh hưởng của thành phần rung điện từ trước khi qua bộ lọc, có thể phân biệt rõ ràng để thực hiện chẩn đoán chuyên sâu, dĩ nhiên, cũng có thể chẩn đoán cơ bản để quản lý xu hướng thay đổi.

④ Nâng cao hiệu quả việc kiểm tra

Từ xưa nhân viên kiểm tra lão luyện nhiều kinh nghiệm thường hay dùng một thanh "thính âm" nghe âm thanh phát ra bởi sự quay của ổ trục để kiểm tra thiết bị. Trong MK-220HG, âm thanh do ổ trục phát ra



Hình 15 So sánh đo rung trước và sau khi lọc thành phần điện từ biến tần inverter

được quy đổi dựa trên đo rung và có thể nghe được với một tai nghe tùy chọn (Hình 16). Như vậy, khi kết hợp với các chức năng đo liên tục của các phép đo phân tích rung, có thể thực hiện kiểm tra đối chiếu âm thanh rung với các dạng sóng rung, thời gian thực, hiển thị trên màn hình của bộ điều khiển.



Hình 16 Sử dụng đầu ra âm thanh rung

4.4 Hệ thống chẩn đoán thiết bị online Super CMS-10000

Có nhiều hệ thống chẩn đoán thiết bị online, từ phức tạp kết hợp nhiều công nghệ và thiết bị khác nhau đến công cụ đơn giản tập trung vào các chức năng cần thiết tối thiểu. Báo cáo này giới thiệu hai trong số các thiết bị chẩn đoán online tiêu biểu của JAC và chuyên sâu một số công nghệ tiên tiến gần đây.

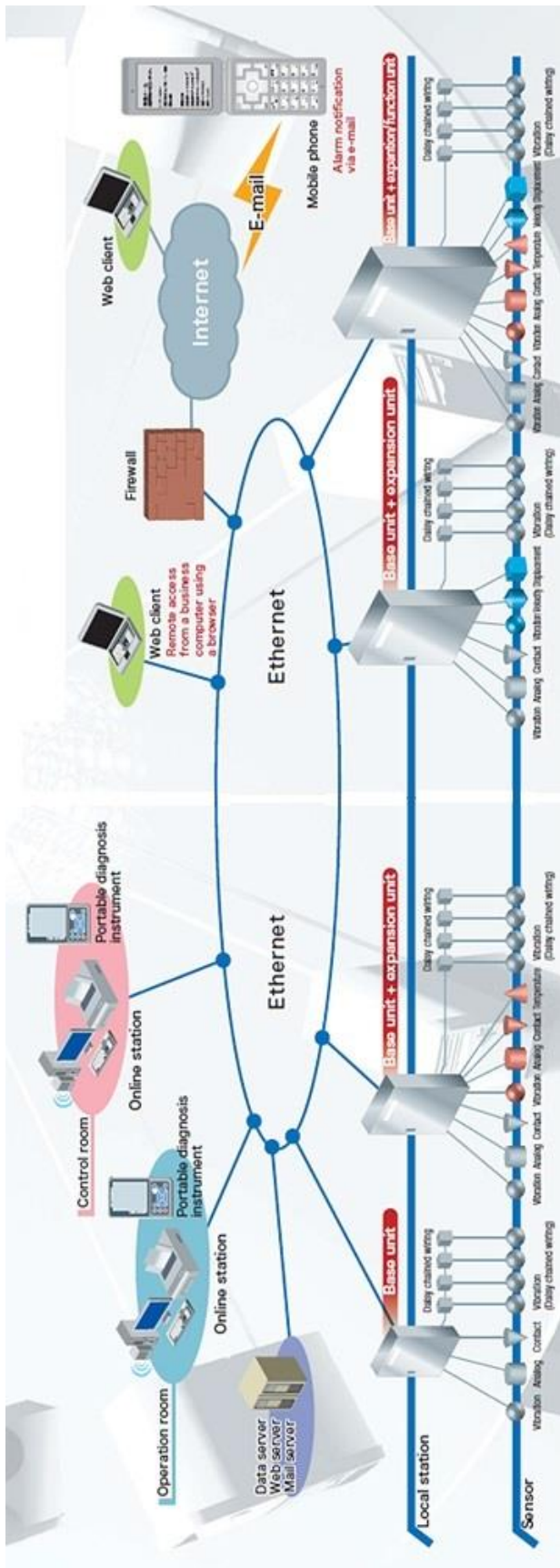
① Cấu hình hệ thống Super CMS-10000

Như trong Hình 17 hệ thống chẩn đoán thiết bị online bao gồm các thành phần chính:

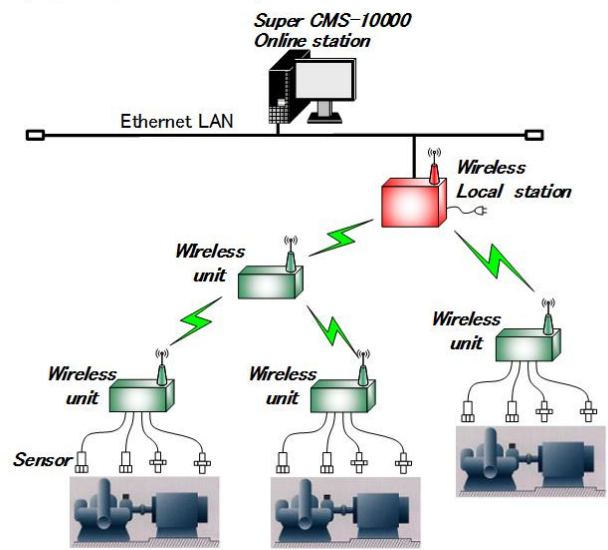
- (1) Các cảm biến được gắn vào đối tượng thiết bị cần chẩn đoán như máy quay để đo rung.
- (2) Bộ điều khiển để thu thập tín hiệu từ các cảm biến và thực hiện các tính toán định lượng, phân tích.
- (3) Giao diện người - máy (Man-machine interface) cung cấp kết quả phân tích cho nhân viên kỹ thuật, bảo trì.

Trong các hầm mỏ, nhà máy dầu khí, hóa chất, khi mà thiết bị được đặt trong khu vực nguy hiểm, cảm biến rung (an toàn chống cháy nổ) được lắp đặt trong cùng khu vực, nhưng bộ điều khiển, các giao diện, hệ thống phân tích lại có thể được đặt ở nơi an toàn ngoài vùng nguy hiểm.

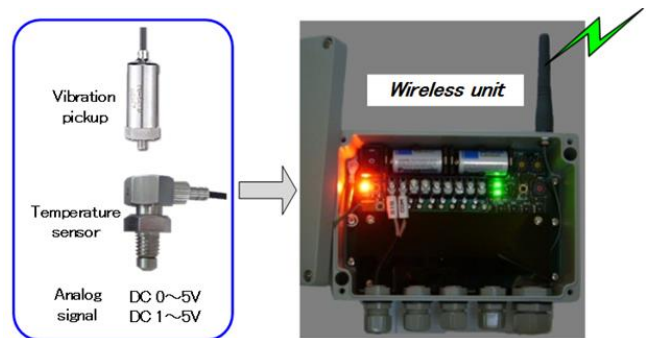
Hệ thống chẩn đoán thiết bị online tự động xử lý tất cả các các chuỗi quy trình từ đo rung, theo dõi xu hướng, đánh giá tình trạng thiết bị, chẩn đoán chuyên sâu bằng phân tích tần số và in ra kết quả chẩn đoán.



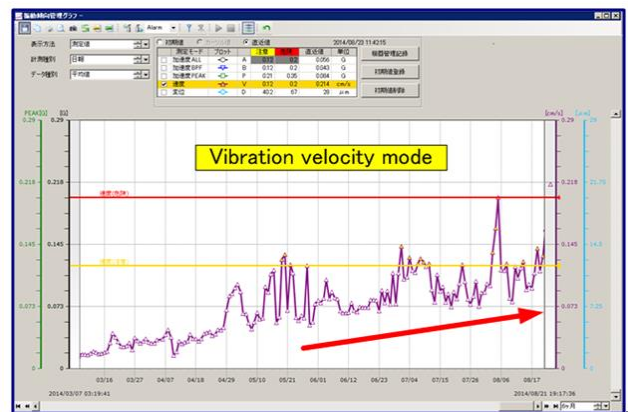
Hình 17 Cấu hình hệ thống Super CMS-10000



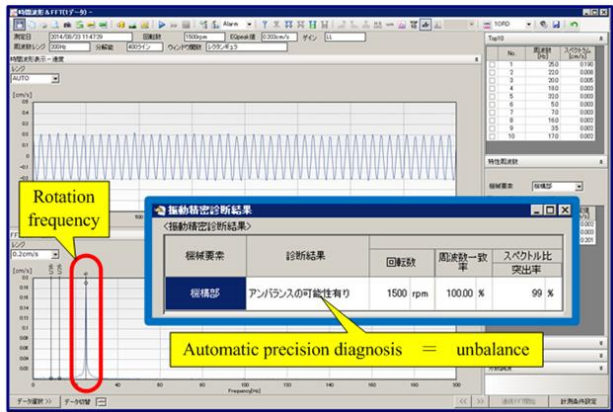
Hình 18 Cấu hình hệ thống vô tuyến (1)



Hình 19 Cấu hình hệ thống vô tuyến (2)



Hình 20 Xu hướng sóng rung



Hình 21 Phân tích tần số và phổ

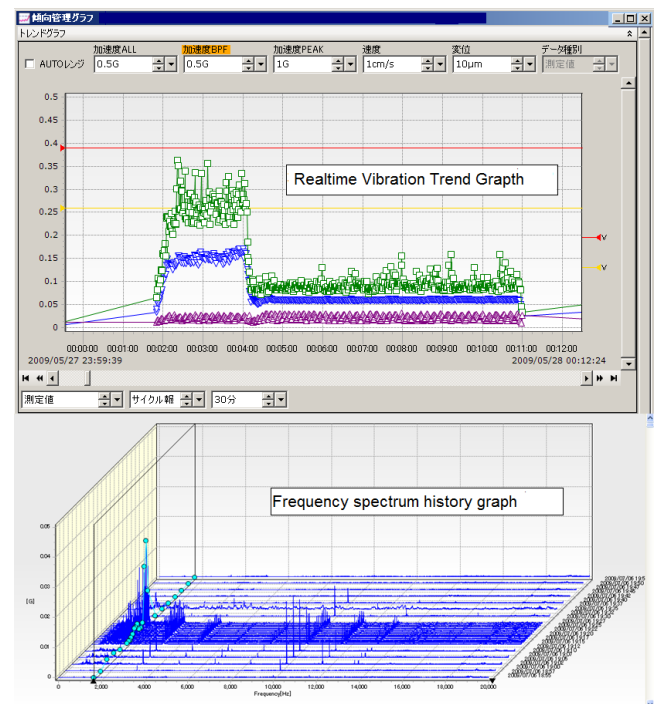
Trước đây chỉ có thể theo dõi trạng thái thiết bị bằng máy tính chủ chuyên dụng được cài đặt trong phòng bảo trì nhà máy, nhưng hiện tại có thể theo dõi, kiểm tra trạng thái thiết bị bằng PC của kỹ thuật viên bảo trì thiết bị hoặc nhân viên nhà máy được trang bị trình duyệt mạng.

Hệ thống Super CMS-10000 tăng cường thêm chức năng *đa ngôn ngữ*, nói cách khác có thể tự do *chọn tiếng Nhật, Anh, Trung, Hàn*, tại trạm online hiện trường nhà máy như trong Hình 17, nhân viên tại chỗ có thể theo dõi trạng thái thiết bị của nhà máy ở Hàn quốc trên màn hình biểu thị tiếng Hàn, đồng thời tại Nhật Bản cũng có thể giám sát trên màn hình biểu thị tiếng Nhật. Ngoài ra, thông tin cảnh báo khi phát hiện bất thường có thể được gửi đến PC và điện thoại di động bằng E-mail.

② **Nâng cao chức năng phân tích và tăng độ phân giải để có thể sử dụng như một máy phân tích rung (Vibration Diagnoser)**

Thông thường việc tự động hóa đo lường và chẩn đoán đủ để thỏa mãn yêu cầu của hệ thống chẩn đoán thiết bị online. Tuy nhiên,

JAC đã nâng cao chức năng phân tích và tăng độ phân giải của hệ thống Super CMS-10000, đo độ rung và độ phân giải tần số theo thời gian thực có thể đảm nhiệm vai trò như một máy phân tích rung (Vibration Diagnoser). Hình 22 cho thấy một ví dụ về kết quả đo.

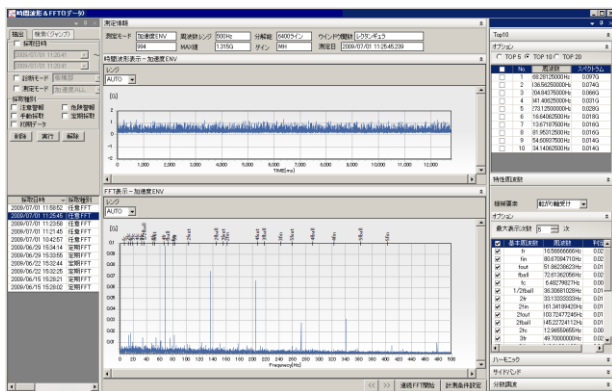


Hình 22 Màn hình sóng rung và phổ hiển thị theo quá trình thời gian (Super CMS-10000)

Nếu chỉ muốn phát hiện sớm sự hư hỏng vì suy thoái lão hóa của vòng bi, phát hiện sớm các dấu hiệu bất thường trục quay ổ trục, có thể đạt được mục đích bằng cách đo rung trong một khoảng thời gian cách nhau vài phút. Tuy nhiên, đối với thiết bị sau khi tu sửa hoặc sau khi sửa chữa quy mô lớn, đối với những thiết bị vô tình không may xảy ra sự cố đáng tiếc, đòi hỏi phải điều tra sự thay đổi rung theo thời gian thực, trước và sau khi hỏng. Chức năng xử lý tốc độ

cao của Super CMS-10000 là những gì đã được phát triển để đáp ứng với yêu cầu này. Ngoài ra, có thể cùng một lúc đo nhiều cảm biến tại nhiều điểm bằng cách sử dụng các chức năng xử lý tốc độ cao. Ví dụ như rung của trục quay có thể được nắm bắt một cách linh hoạt bằng cách kiểm tra rung được tạo ra ở hai đầu của trục quay.

Super CMS-10000 đạt được độ phân giải lên đến 51.200 dòng trong phân tích phổ tần số rung. Đồng thời cũng có các chức năng hỗ trợ phân tích như phóng to phổ tần số, phân tích hài hòa (harmonic analysis), phân tích dải biên (sideband analysis) v.v. (Hình 23).



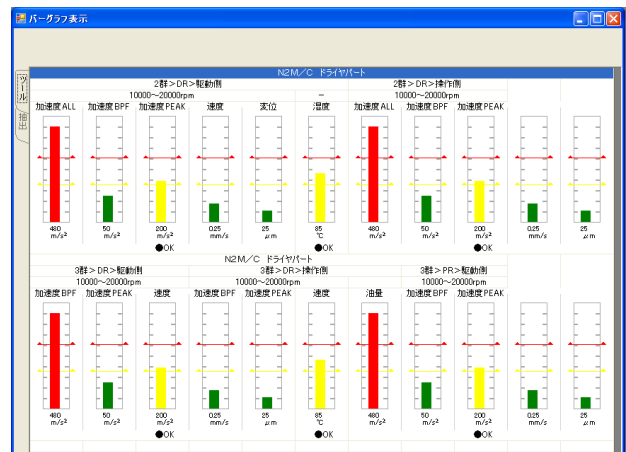
Hình 23 Màn hình phân tích tần số và phổ (Super CMS-10000)

Việc chẩn đoán vòng ngoài vòng trong các yếu tố của vòng bi lăn, sự mất cân bằng sai lệch của trục quay, có thể đạt được mục đích với độ phân giải tần số 400 dòng và 800 dòng. Tuy nhiên, trong khi chẩn đoán bộ giảm tốc, độ phân giải tần số có thể không đủ để xác định, trong trường hợp như vậy, đôi khi phải mang máy phân tích rung chuyên dụng (vibration diagnoser) đến hiện trường để đo lường và phân tích. Super CMS-10000 online có lợi điểm bằng cách sử

dụng một cảm biến rung đã được cài đặt sẵn có thể phân tích tần số chuyên sâu mà không cần phải có mặt ở hiện trường.

③ Cải thiện giao diện người-máy

Super CMS-10000 đã cải thiện tính năng hoạt động so với trạm trực tuyến trước đây.



Hình 24 Màn hình biểu thị đồng hồ mức (Super CMS-10000)

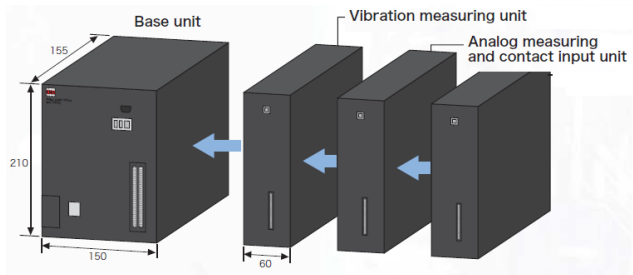
a) Ngoài biểu đồ xu hướng rung, được thêm vào đồng hồ đo mức như trong Hình 24. Đồng hồ đo mức cho biết số liệu gần đây nhất và nếu đồng hồ của các thiết bị có cùng thông số kỹ thuật (tương tự) được sắp xếp gần nhau, các thiết bị có số liệu bất thường có thể được nắm bắt trong nháy mắt.

b) Tại cùng một thời điểm các dạng sóng rung, phổ tần số đo đồng thời (tối đa 4 cảm biến rung) và như tốc độ quay, tín hiệu analog, có thể được hiển thị song song trên một màn hình, giúp so sánh với nhau dễ dàng hơn.

c) Tùy mục đích của người dùng, có thể được đặt và chuyển đổi nhiều màn hình bằng thao tác tab.

d) Nếu có nhiều đơn vị cùng sử dụng, các điểm đo và thông tin cảnh báo có thể được gom lại với nhau cho từng đơn vị.

e) Tự phát hiện và hiển thị thông tin trạng thái của hệ thống, như các bất thường của cảm biến rung (ngắt kết nối, kết nối ngược, chạm mạch), các bất thường của trạm cục bộ và các bất thường mạng.

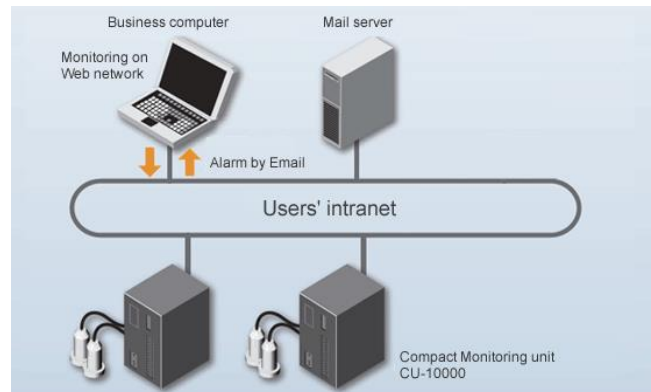


Hình 25 Thiết bị giám sát CMU-10000

4.5 Thiết bị giám sát nhỏ gọn CMU-10000

Nếu chỉ muốn theo dõi liên tục, giám sát 4 máy bơm và tích lũy tạm thời vài tháng số liệu rung của trang thiết bị vừa mới được lắp đặt xong hoặc vừa mới được tu sửa xong, hệ thống chẩn đoán thiết bị online nhỏ gọn CMU-10000 (Hình 25) là một chọn lựa kỹ thuật thích hợp. Thiết bị giám sát nhỏ gọn CMU-10000 là một hệ thống chẩn đoán thiết bị online phong phú có tính di động cao được phát triển để đáp ứng các yêu cầu như vậy.

Hình 26 cho thấy một ví dụ về cấu hình hệ thống chẩn đoán thiết bị sử dụng CMU-10000. CMU-10000 có thể nhập 16 tín hiệu cảm biến rung, 8 tín hiệu analog (chẳng hạn như tốc độ, nhiệt độ, v.v.), và 8 đầu vào tiếp điểm vận hành. Ngoài việc theo dõi xu hướng của các số liệu rung và tín hiệu analog, có thể đặt hai mức báo động (Max, Min) cho tín hiệu cảm biến rung, hai mức (Max, Min) cho tín hiệu analog và hai mức cho tích lũy thời gian (hoặc số lần) thiết bị vận hành. CMU-10000 cũng tự động thu thập và ghi lại phổ tần số khi xảy ra báo động, có hai đầu ra tiếp điểm để gửi báo động đến các thiết bị bên ngoài và bằng gửi e-mail.



Hình 26 Cấu hình hệ thống CMU-10000

Ngoài ra, chính bản thân CMU-10000 có chức năng của máy chủ Web (Built-in Web Server) vì vậy không cần có máy tính chủ chuyên dụng, vẫn có thể kiểm tra dữ liệu rung và trạng thái báo động một cách đơn giản dễ dàng giống như xem các trang nhà từ bất cứ PC nào, cũng có thể xem được phân tích phổ tần số của dạng sóng rung. Khi kết hợp với hệ thống quản lý dữ liệu rung MK-220, có thể thực hiện một chẩn đoán chuyên sâu. Bằng cách chuyển dữ liệu được CMU-10000 thu thập và ghi lại vào hệ thống quản lý dữ liệu, có thể xác định những yếu tố (nguyên nhân) tạo ra rung của vòng bi lăn, bánh răng, động cơ, máy bơm và quạt v.v.

4.6 Thiết bị giám sát MK-64 (MITARO64)

Thiết bị đo rung trực tuyến phát hiện chính xác các bất thường của thiết bị. Tích hợp đồng hồ kỹ thuật số dễ đọc



Hình 27 Thiết bị giám sát MK-64 (MITARO64)

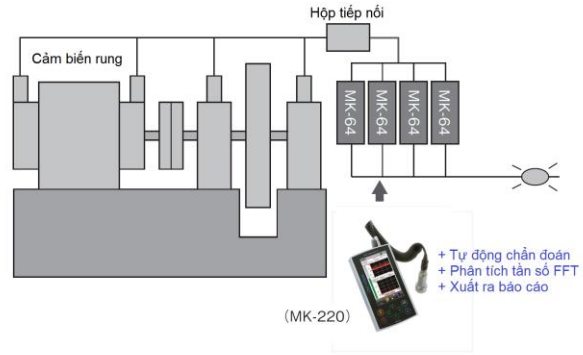
Đặc trưng

1. Sử dụng màn hình đồng hồ kỹ thuật số dễ đọc, thấy mức tín hiệu trong nháy mắt
2. Dễ dàng cài đặt cảnh báo, đặt bất kỳ giá trị nào với khoảng tăng 1%
3. Đầu ra tín hiệu mức (4 ~ 20 mA DC) và đầu ra cảnh báo (role)
4. Có thể chẩn đoán chính xác bằng cách kết nối với thiết bị chẩn đoán di động. Bằng cách kết nối với máy đo rung cầm tay MK-220/HG và MK-210HE II, có thể chẩn đoán chuyên sâu (chi tiết) như phân tích tần số, xuất ra báo cáo, v.v...
5. Nguồn điện 85 đến 264 VAC, được sử dụng trên toàn thế giới.

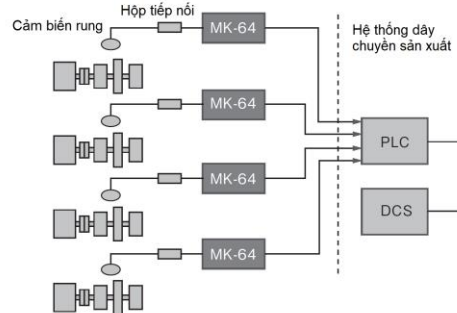
5. Kết luận

Báo cáo đã lược sử phát triển kỹ thuật đo rung các thiết bị có chuyển động quay từ quá khứ đến hiện tại, trình bày một số gợi ý

Giám sát liên tục thiết bị quay và chẩn đoán chuyên sâu



Nhập dữ liệu rung vào hệ thống điều khiển dây chuyền sản xuất



Hình 28 Cấu hình hệ thống giám sát thiết bị MK-64 (MITARO64)

cho việc định hướng tương lai. Trong lĩnh vực đo rung, để nâng cao độ tin cậy kỹ thuật đo và mở rộng phạm vi ứng dụng, kinh nghiệm thực tế cho thấy, điều quan trọng là phải tăng cường chặt chẽ mối quan hệ giữa các ngành nghề không phân biệt phạm vi chuyên môn. Nhưng dù sao đi nữa con người vẫn phải thiết lập một mối tương quan đặc trưng giữa các giá trị thu được từ "đánh giá trường hợp hư hỏng, suy thoái" với "số liệu đo rung" đã đo được. Với sự tiến bộ nhanh chóng vượt bậc của công nghệ AI hy vọng việc này sẽ được AI giải quyết thay cho con người càng sớm càng tốt đáp ứng yêu cầu thời đại công nghệ 4.0, khi thiết bị sản xuất trở nên nhanh hơn, thông minh hơn và phức tạp hơn./.