

BẢO TRÌ CÔNG NGHIỆP VIỆT NAM

Vinamain.com



GIÁO TRÌNH:

CHẨN ĐOÁN RUNG ĐỘNG MÁY



Vũng Tàu 08-2010

MỤC LỤC

| | Trang |
|--|-------|
| CHƯƠNG 1: LÝ THUYẾT VỀ RUNG ĐỘNG MÁY | |
| 1.1 Rung động máy là gì? | 4 |
| 1.2 Nguyên nhân gây ra rung động máy là gì? | 6 |
| 1.3 Các lực lặp lại gây rung động cho máy | 6 |
| 1.4 Tại sao phải theo dõi rung động máy? | 10 |
| 1.5 Rung động máy được mô tả như thế nào? | 12 |
| 1.6 Rung động máy được đo như thế nào? | 19 |
| 1.7 Những máy nào cần phải theo dõi rung động | 20 |
| 1.8 Các thiết bị đo làm việc như thế nào? | 20 |
| 1.9 Cảm biến gia tốc kế được gắn như thế nào? | 21 |
| 1.10 Cách cài đặt thông số đo | 25 |
| 1.11 Dữ liệu được thu thập như thế nào? | 32 |
| CHƯƠNG 2: CHẨN ĐOÁN HU' HỒNG BẰNG PHÂN TÍCH RUNG ĐỘNG | |
| 2.1 Giới thiệu về chẩn đoán rung động của máy | 35 |
| 2.2 Các dữ liệu cần thiết cho việc chẩn đoán máy | 35 |
| 2.3 Kỹ thuật phân tích chẩn đoán rung động máy | 36 |
| PHỤ LỤC 1: | |
| Kết hợp phân tích rung động và phân tích dầu trong chương trình bảo trì dựa trên tình trạng thiết bị | 59 |
| PHỤ LỤC 2: | |
| Phần mềm quản lý giám sát máy System1- Giải pháp quản lý tình trạng máy quay | 61 |
| PHỤ LỤC 3: | |
| Thiết bị phân tích tình trạng máy csi 2130 của Emerson | 64 |

1. MỤC ĐÍCH

Giáo trình này sẽ giúp các kỹ sư nhà máy nắm được tổng quan về rung động của máy, kỹ thuật phân tích và chẩn đoán rung động của máy hỗ trợ công tác bảo trì ở nhà máy công nghiệp.

2. PHẠM VI ÁP DỤNG

Giáo trình này để tham khảo cho các kỹ sư cơ khí, điện và điều khiển tự động hóa bảo dưỡng trong nhà máy công nghiệp.

3. TÀI LIỆU THAM KHẢO

- Fundamentals of Vibrations, L Meirovitch
- Vibration spectrum analysis: a practical approach, Steve Goldman
- Machinery vibration: measurement and analysis, Victor Wowk
- Theory of Vibration with Applications, Willia Thomson
- Mechanical and structural vibrations, Demeter G. Fertis
- Vibration problems in engineering, William Weaver, Stephen Timoshenko, Donovan Harold Young

CHƯƠNG 1: LÝ THUYẾT VỀ RUNG ĐỘNG MÁY

Sau khi đọc phần này bạn sẽ nắm được các vấn đề sau:

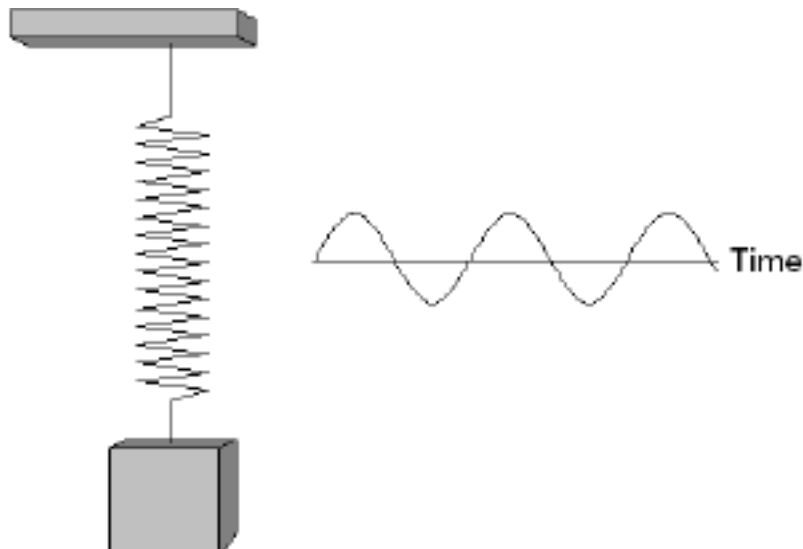
- Hiểu được cụm từ rung động của máy (machine vibration).
- Nêu một số nguyên nhân chủ yếu gây rung động máy.
- Giải thích lý do cần thiết phải theo dõi rung động máy
- Tìm hiểu cách thức tiết kiệm chi phí khi thực hiện theo dõi rung động máy.

1.1 RUNG ĐỘNG MÁY LÀ GÌ?

Hầu hết trong chúng ta đều quen thuộc với rung động hay dao động, một vật đang rung động sẽ di chuyển qua lại hay đi tới và đi lui. Chúng ta từng bắt gặp các ví dụ về rung động trong đời sống hàng ngày: một quả lắc đang dao động qua lại, một dây đàn được gảy đang rung, một chiếc xe tải rung động khi chạy trên địa hình gồ ghề và các hoạt động về địa chất gây ra sự chấn động lớn hay còn gọi là động đất.

Có nhiều cách thí nghiệm để thấy hay cảm nhận một vật đang rung động. Chúng ta có thể chạm vào một vật đang rung và cảm nhận sự rung động, chúng ta cũng có thể nhìn thấy một vật rung động đang chuyển động qua lại.

Rung động cũng có thể tạo âm thanh mà tai ta có thể nghe thấy hay nhiệt mà ta có thể cảm nhận. Bạn thử trà đi trà lại bàn chân trên tấm thảm nhà bạn bạn sẽ thấy âm thanh và nóng ở bàn chân.



Ảnh một hệ dao động điều hòa đơn giản



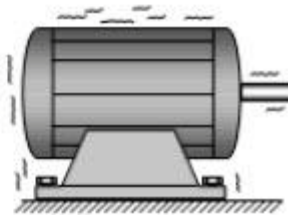
TRONG CÁC NHÀ MÁY CÔNG NGHIỆP CÓ MỘT KIỂU RUNG ĐỘNG MÀ CHÚNG TA MUỐN ĐỀ CẬP ĐẾN: RUNG ĐỘNG CỦA MÁY (MACHINE VIBRATION)

Vậy rung động máy là gì? Đơn giản là sự di chuyển qua lại của máy hoặc các bộ phận máy. Tất cả các thành phần máy di chuyển qua lại hay dao động qua lại là đang rung động.

Rung động máy có thể có nhiều dạng khác nhau. Một thành phần máy có thể dao động một khoảng cách lớn hoặc nhỏ, nhanh hoặc chậm và có thể cảm nhận được âm thanh và nhiệt. Rung động máy thường có thể cố ý được tạo ra nhờ thiết kế của máy và tùy vào mục đích sử dụng của máy như sàng rung, phễu nạp liệu, băng tải, máy đánh bóng, máy đầm đất, v.v.... Nhưng hầu hết, rung động máy là không mong muốn và nó thường gây ra những hư hỏng cho máy. BÀI VIẾT NÀY CHỦ YẾU NÓI VỀ THEO DÕI RUNG ĐỘNG MÁY KHÔNG MONG MUỐN. Hãy xem các ví dụ về rung động máy không mong muốn.



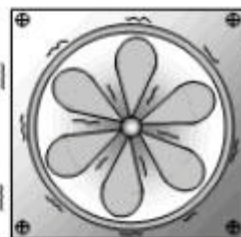
Bơm đang rung



Mô tơ đang rung



Dây đai đang rung



Quạt đang rung

1.2 NGUYÊN NHÂN GÂY RA RUNG ĐỘNG MÁY LÀ GÌ?

Hầu hết các rung động máy là do một nhiều nguyên nhân sau:

- a) Có các lực tác động lặp đi lặp lại
- b) Sự lỏng (looseness)
- c) Sự cộng hưởng

(a) Có các lực tác động lặp đi lặp lại

Hình ảnh một chiếc thuyền đang neo ở một vịnh. Sóng đánh bên mạn tàu, và những cơn sóng dài liên tục đánh vào mạn thuyền, thuyền lắc lư mạnh.

Thuyền lắc lư mạnh là do sóng tác động một lực lặp đi lặp lại nhiều lần vào thuyền.



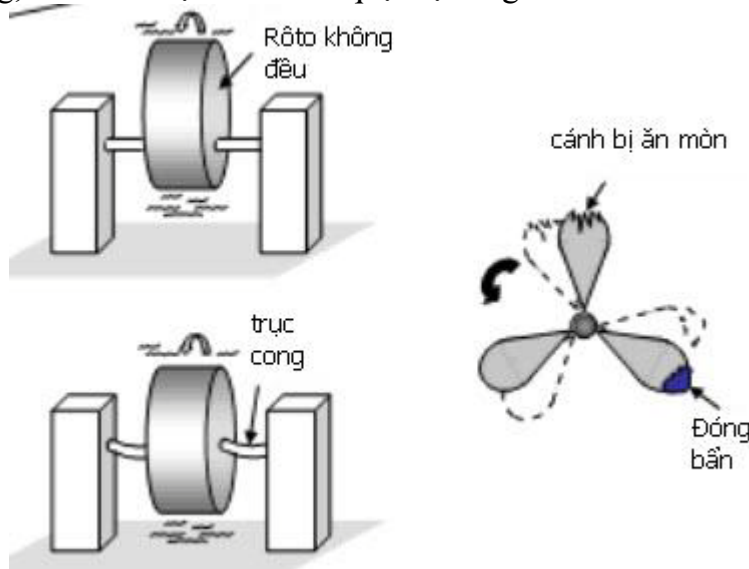
Hầu hết rung động máy là do các lực lặp lại giống như nguyên nhân gây ra lắc lư mạnh cho thuyền. Các lực mà lặp lại như thế sẽ tác động lên các thành phần của máy và gây cho máy rung động.

1.3 CÁC LỰC LẶP LẠI GÂY RUNG ĐỘNG CHO MÁY NÀY ĐẾN TỪ ĐÂU?

Hầu hết là do: sự mất cân bằng động, mất đồng tâm trục, sự mài mòn, các bộ phận máy được dẫn động không hợp lý. Xem 4 ví dụ về 4 loại lực tác động lặp lại:

Sự mất cân bằng động

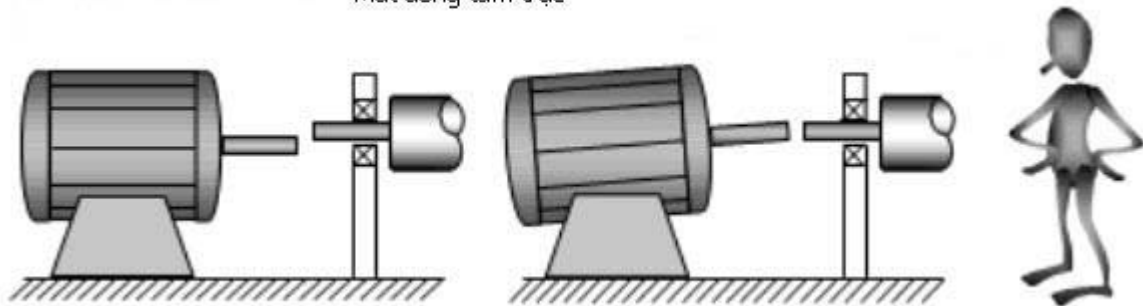
Các bộ phận máy bị mất cân bằng động do chứa một điểm nặng “heavy spots” dẫn đến khi quay xuất hiện một lực tác động lặp lại trên máy. Sự mất cân bằng này thường gây ra do mật độ vật liệu phân bố không đều, sự thay đổi kích cỡ bulong, sự xâm thực bên trong, mất cân bằng về trọng lượng, cân bằng sai, cánh mô tơ điện không đồng đều, bị gãy, bị biến dạng, ăn mòn hoặc các cánh quạt bị đóng bẩn.



Mất đồng tâm trục

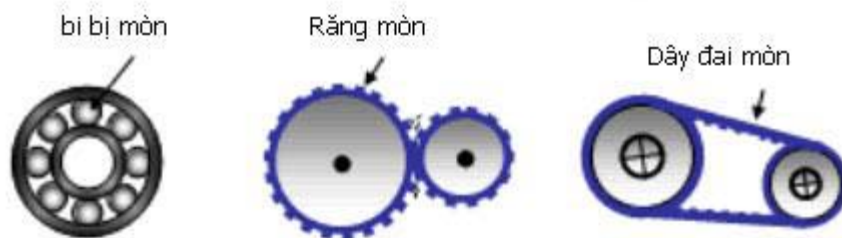
Các thành phần của máy không đồng tâm dẫn đến tạo các lực tác động lặp lại trên máy khi quay. Sự mất đồng tâm thường do lắp ráp sai, do sàn bê đặt máy không phẳng, do sự giãn nở nhiệt, tạo sự xoắn do xiết quá chặt và do gắn khớp nối sai.

Mất đồng tâm trục



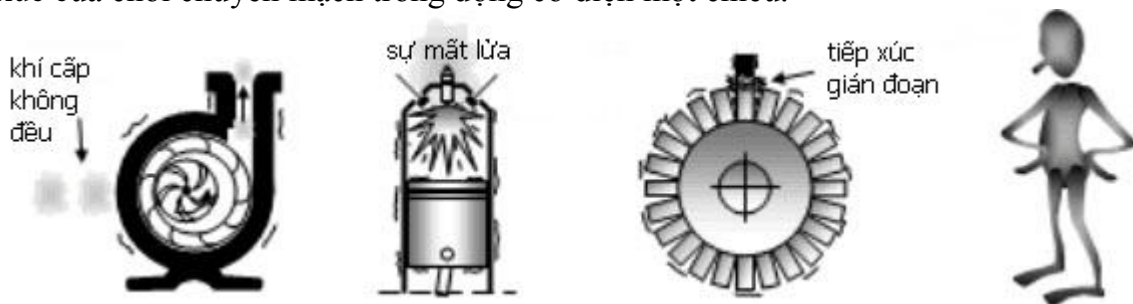
Sự mài mòn

Sự mài mòn gây ra một lực lặp lại trên máy bởi sự cọ xát của các bề mặt bị mài mòn. Sự mài mòn của vòng bi, các bánh răng, dây đai thường do sự lắp ráp không đúng, bôi trơn kém, khuyết tật trong quá trình sản xuất và do quá tải.



Các bộ phận máy được dẫn động không hợp lý

Điều này gây ra một lực lặp lại trên máy do sự cung cấp năng lượng gián đoạn. Ví dụ bơm hút không khí theo từng xung, động cơ đốt trong mất đánh lửa, sự gián đoạn tiếp xúc của chổi chuyển mạch trong động cơ điện một chiều.

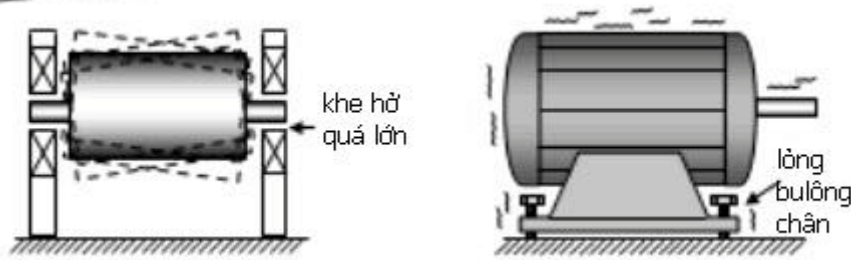


(b) SỰ LỎNG LOOSENESS

SỰ LỎNG của các chi tiết máy gây ra rung động máy. Nếu các chi tiết máy trở nên lỏng, sự rung động đang đang ở mức cho phép có thể trở nên quá mức và không thể kiểm soát.

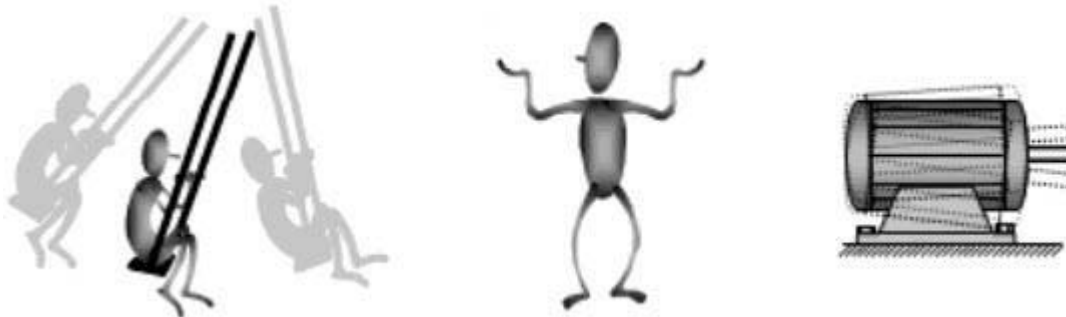
SỰ LỎNG có thể gây ra rung ở máy quay và cả máy không quay. Nguyên nhân thường là do khe hở vòng bi quá lớn, lỏng bulong móng, sự tách rời của các chi tiết lắp

ghép, sự ăn mòn và sự nứt của các kết cấu kim loại.



(c) SỰ CỘNG HƯỞNG

Hình ảnh một em bé đang đánh đu tự do trên một cái đu mà không có sự đẩy của ai đó. Nếu chúng ta quan sát gần, chúng ta sẽ thấy cậu bé đang đu với một tốc độ riêng. Qua ví dụ, chúng ta có thể thấy rằng cậu bé mất 3 giây mới hoàn thành một chu kỳ đu.



Vận tốc đu của cậu bé thực tế là một tính chất vật lý của hệ đu của cậu bé, nhiều như chính trọng lượng của cậu bé, là một đặc tính vật lý của cậu bé. Đó là tốc độ mà lúc đó cậu bé có khuynh hướng đu qua lại khi đang ngồi trên chiếc đu đó. Đó là vận tốc đu riêng (hay tự nhiên) của cậu bé trên cái đu này và chỉ có một cách duy nhất để cậu ta có thể thay đổi nó là giao thoa với sự đu tự nhiên bằng cách tự cậu ta đẩy bằng chân để thay đổi tình trạng, hay trà xát chân cậu ta trên mặt đất hay bằng cách khác nào đó. Máy cũng có khuynh hướng rung ở các vận tốc dao động xác định. Vận tốc dao động khi một máy có khuynh hướng rung được gọi là vận tốc dao động riêng. Vận tốc dao động riêng của một máy là vận tốc rung động của các dao động tự nhiên của máy. Đó là vận tốc để máy có rung động. Một máy duy trì rung động tự do sẽ có khuynh hướng rung ở vận tốc riêng dao động tự nhiên.

Hầu hết các máy đều có từ hai vận tốc dao động riêng trở lên. Ví dụ một máy bao gồm 2 nền móng với các vận tốc dao động riêng khác nhau sẽ có ít nhất hai vận tốc dao động riêng. Nói chung, máy càng nhiều thành phần tổ hợp thì càng có nhiều vận tốc dao động riêng.

Bây giờ xem xét lại trường hợp cậu bé đang đu. Nếu chúng ta tác động lực đẩy lặp lại vào cậu bé nhằm cho cậu ta đu qua thời gian cao hơn và cao hơn nữa.



Tuy nhiên chúng ta chỉ làm cho cậu bé đu ngày một cao hơn nếu chúng ta đẩy cùng với nhịp đu. Nếu nhịp đẩy của chúng ta không đúng, tức là khi cậu ta đi lên ta lại đẩy xuống, cậu bé sẽ không đu như ta mong muốn. Để đạt được điều đó nhịp đẩy của chúng ta phải hòa cùng nhịp vận tốc dao động riêng của cậu bé. Ví dụ chúng ta đẩy vào thời gian mà cậu bé đạt đến điểm cao nhất, như thế cậu bé sẽ đu nhanh hơn và cao hơn.

Điều gì sẽ xảy ra nếu máy của chúng ta, “bị đẩy” bởi một lực lặp lại với nhịp điệu trùng với vận tốc dao động riêng của máy?

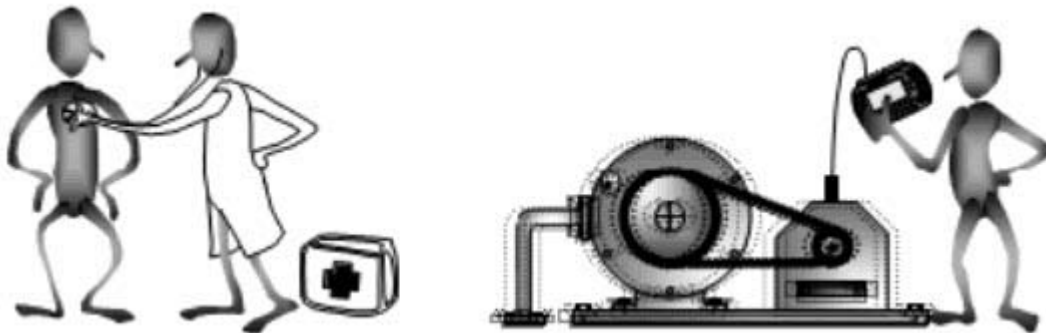
Máy sẽ rung động ngày một tăng do lực lặp lại kích thích máy rung ở một vận tốc gần với vận tốc riêng. Rung động máy sẽ ngày càng mãnh liệt và quá mức cho phép. Một máy rung động theo cách thức trên được cho là đã bị cộng hưởng.

Một lực lặp lại gây ra sự cộng hưởng có thể nhỏ và có thể do xuất phát từ một chuyển động của một thành phần tốt của máy. Một lực lặp lại nhỏ có thể sẽ không gây một vấn đề gì cho đến khi bắt đầu gây ra sự cộng hưởng. Tuy nhiên sự cộng hưởng nên luôn tránh khi nó gây ra phá hủy nhanh chóng và khốc liệt. Ví dụ toàn bộ cầu sẽ sụp đổ do vận tốc dao động riêng bị kích thích và hài hòa với nhịp điệu điều binh của tập lính.

1.3 TẠI SAO PHẢI THEO DÕI RUNG ĐỘNG MÁY?

Để làm tốt công việc theo dõi rung động máy và thu được nhiều lợi ích cho doanh nghiệp, chúng ta phải hiểu và trả lời các câu hỏi trên.

Theo dõi các đặc tính rung động của máy cho chúng ta nắm được tình hình sức khỏe của máy. Chúng ta có thể sử dụng thông tin này để theo dõi các vấn đề hư hỏng có thể đang tiến triển.



Tại sao lại chú ý đến tình trạng của máy? Tại sao không chạy máy liên tục cho đến khi hư hỏng và sửa chữa?

Vận hành máy cho đến khi hư hỏng có thể chấp nhận được nếu máy đó dùng một lần, tuy nhiên hầu hết các máy đều không dùng một lần vì giá thành cao.

Nếu chúng ta theo dõi liên tục tình trạng máy, chúng ta có thể nhận thấy bất cứ các vấn đề đang tiến triển, vì thế chúng ta có thể sửa chữa khắc phục vấn đề đó khi nó vẫn đang tiến triển.

Trái lại nếu chúng ta không theo dõi máy để theo phát hiện các rung động không mong muốn thì máy sẽ vận hành giống như vận hành cho đến khi hư hỏng.

Bởi vì theo dõi rung động máy tìm ra các rung động gây hư hỏng tiềm tàng, nên chúng ta có thể ngăn ngừa các những hư hỏng đó và tiết kiệm thời gian, tiền bạc và sự hư hỏng. Vậy làm cách nào?

Dưới đây chúng ta liệt kê các vấn đề phổ biến mà có thể tránh nhờ việc theo dõi rung động máy.

(a) MÁY BỊ PHÁ HỦY NGHIÊM TRỌNG

Các rung động máy nếu không được theo dõi đúng mức sẽ dẫn phá hủy máy nghiêm trọng, đòi hỏi chi phí cao trong sửa chữa hoặc thậm trí thay toàn bộ máy. Tuy nhiên nếu tình trạng máy được theo dõi thường xuyên, các hư hỏng tiềm tàng có thể được theo dõi và khắc phục sớm, khi đó công việc sửa chữa sẽ đơn giản hơn, nhanh hơn và rẻ hơn.

(b) MÁY TIÊU THỤ NĂNG LƯỢNG MỨC CAO

Một máy đang rung thì tiêu thụ năng lượng cao hơn, ví dụ như tải cao hơn thì tiêu thụ điện lớn hơn. Chúng ta có thể tối thiểu vấn đề này bằng cách theo dõi và bảo dưỡng máy thường xuyên.

(c) MÁY KHÔNG SẴN SÀNG

Bởi vì máy không được theo dõi thì giống như vận hành cho đến khi hư hỏng, thì lúc đó máy sẽ thường xuyên phải ngừng đột ngột, không có kế hoạch để sản xuất.

(d) CHẬM TRỄ TRONG VIỆC GIAO HÀNG

Bởi vì máy không được theo dõi thì giống như vận hành cho đến khi hư hỏng, thì lúc đó máy sẽ thường xuyên phải ngừng đột ngột, không có kế hoạch làm mất sản phẩm hoặc chậm ra sản phẩm, thời gian giao hàng sẽ bị ảnh hưởng.

(e) Ứ TRỆ SẢN PHẨM Ở MỘT CÔNG ĐOẠN SẢN XUẤT

Bởi vì máy không được theo dõi thì giống như vận hành cho đến khi hư hỏng, thì lúc đó máy sẽ thường xuyên phải ngừng đột ngột, không có kế hoạch một công đoạn nào đó, làm sản phẩm bị ứ trệ.

(f) BẢO TRÌ KHÔNG CẦN THIẾT

Máy đang chạy tốt mà tiến hành sửa chữa hoặc thay mới chi tiết khi vẫn còn tốt sẽ dẫn đến lãng phí. Để tránh điều đó cần phải theo dõi tình trạng máy thường xuyên và chỉ sửa chữa khi cần thiết.

(g) CHẤT LƯỢNG SẢN PHẨM KÉM

Máy đang chạy có thể có những hư hỏng mà không ảnh hưởng lắm tới chức năng bình thường của máy của máy, nếu không được phát hiện sớm thì hư hỏng này có thể làm giảm chất lượng sản phẩm. Đây là một trường hợp nguy hiểm. Nếu máy được theo dõi thường xuyên thì ít khi dẫn tới tình trạng này.

(h) LÀM XẤU HÌNH ẢNH CỦA CÔNG TY

Bởi vì máy không được theo dõi thì giống như vận hành cho đến khi hư hỏng, thì lúc đó máy sẽ thường xuyên phải ngừng đột ngột, không có kế hoạch làm mất sản phẩm hoặc chậm ra sản phẩm, thời gian giao hàng sẽ bị ảnh hưởng, làm mất lòng tin của khách hàng.

(i) TĂNG RỦI RO VỀ SỨC KHỎE CHO CON NGƯỜI

Vì khi máy rung cao sẽ gây ra tiếng ồn và lắc mạnh làm người công nhân mất đi sự thoải mái và cảm thấy không khỏe để tạo ra sản phẩm cho công ty. Và khi sự ngừng máy đột ngột không kế hoạch làm người công nhân không có việc làm và làm phá sản kế hoạch sản xuất.

1.4 Rung động máy được mô tả như thế nào?

Để phân tích chính xác tình trạng máy, đầu tiên bạn phải mô tả chính xác các trạng thái hay các triệu chứng của máy.

Làm sao để có thể mô tả chính xác các trạng thái rung động?

Sự phân tích rung động mô tả tình trạng của một máy như thế nào?

Phần này chúng ta sẽ trình bày các phương pháp cơ bản mô tả rung động máy.

Sau khi đọc phần này chúng ta sẽ:

- Biết hai phương pháp quan trọng nhất để mô tả rung động máy.
- Tìm hiểu các thuật ngữ “biên độ”
- Tìm hiểu các thuật ngữ “tần số”
- Tìm hiểu biểu đồ phổ tần số (spectrum) và tín hiệu dạng sóng (waveform) là gì?

Rung động máy được mô tả như thế nào?

Bằng cách xem, cảm nhận và lắng nghe rung động máy, có lúc chúng ta có thể xác định được độ mạnh của rung động một cách tương đối. Chúng ta có thể quan sát các loại rung động máy xuất hiện rất mạnh hoặc đáng chú ý hoặc không đáng kể. Chúng ta cũng có thể chạm vào vị trí vòng bi đang rung và cảm nhận sức nóng hoặc nghe thấy tiếng ồn, và từ đó kết luận rằng có vấn đề với vòng bi.

Tuy nhiên việc mô tả rung động chung chung như thế là không chính xác và phụ thuộc vào sự đánh giá chủ quan của mỗi người. Có thể người này cho là mạnh quá người khác lại cho là có thể chấp nhận được. Sự mô tả bằng lời nói thường không đảm bảo độ tin cậy.

Để phân tích chính xác một rung động, nó cần thiết phải mô tả sự rung động theo một cách thức nhất quán và đảm bảo độ tin cậy. Sự phân tích rung động dựa trên sự mô tả bằng con số hơn là sự mô tả bằng lời nói, giúp cho việc phân tích và truyền đạt được chính xác.



Có hai con số quan trọng nhất mô tả rung động máy là biên độ (amplitude) và tần số (frequency).

Biên độ mô tả mức độ rung động và tần số mô tả tốc độ dao động của rung động. Cả biên độ và tần số rung động cung cấp cơ sở cho việc xác định nguyên nhân gốc rễ của rung động.

Biên độ là gì? (Amplitude?)

Biên độ rung động là độ lớn của sự rung động.

Một máy với biên độ rung động lớn thì sẽ có một chuyển động dao động mạnh, nhanh và lớn. Nếu biên độ càng lớn thì chuyển động này càng lớn hoặc ứng suất gây ra bởi máy càng lớn và khả năng dẫn đến hư hỏng máy càng lớn.

Vì thế mà biên độ cho thấy mức độ “khốc liệt” của rung động.

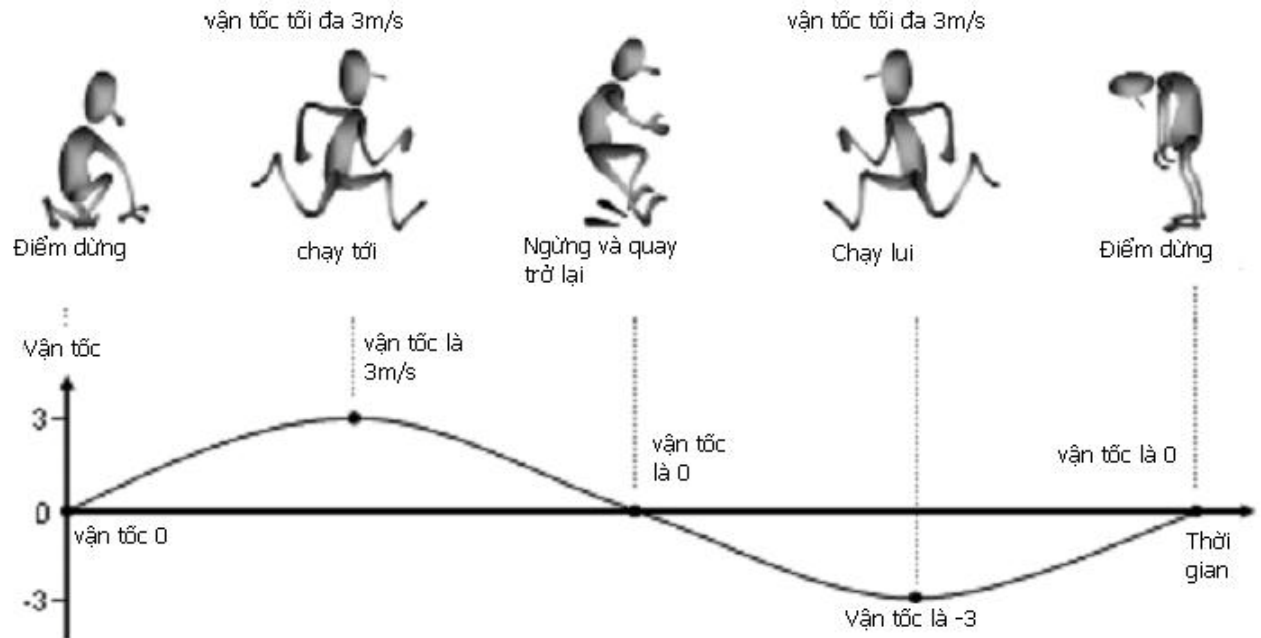
Nói chung, mức độ hay biên độ của rung động còn liên hệ tới:

- (a) khoảng chuyển động rung động
- (b) tốc độ của chuyển động

(c) lực kết hợp với chuyển động

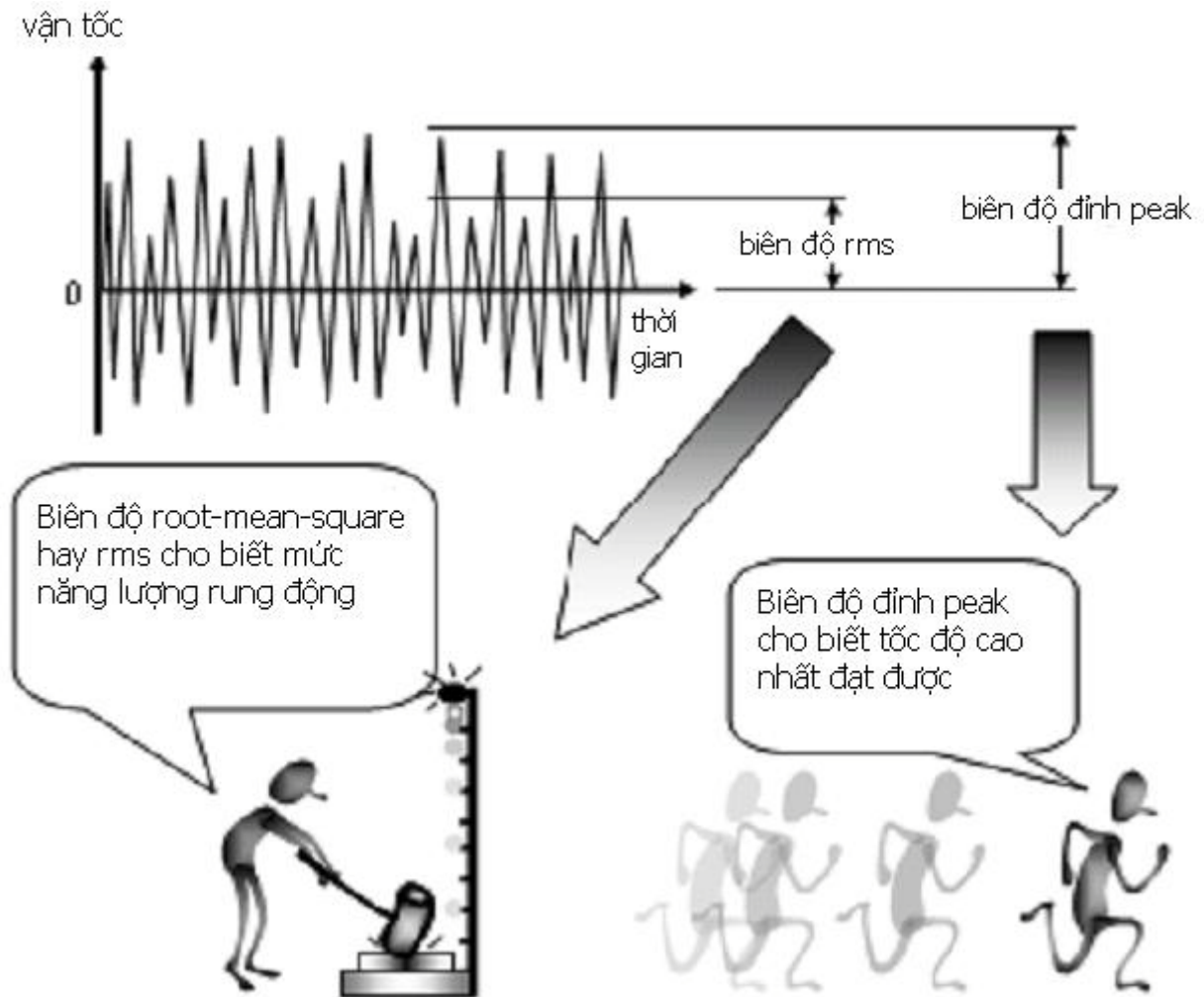
Nhưng trong hầu hết các trường hợp, tốc độ và biên độ vận tốc (velocity amplitude) của máy cho thông tin hữu ích về tình trạng của máy.

Vậy vận tốc là gì? Nó đơn giản là tốc độ được đo theo một chiều xác định. Xem hình:



Biên độ vận tốc có thể biểu diễn theo các thuật ngữ như peak value (giá trị đỉnh) hoặc RMS (root-mean-square value – giá trị hiệu dụng).

Biên độ vận tốc tối đa hay đỉnh (peak) của một máy đang rung động đơn giản là giá trị tốc độ rung động maximum (peak) có được của máy trong một chu kỳ thời gian. Xem hình:



Trái ngược với biên độ vận tốc tối đa, biên độ vận tốc RMS của rung động máy cho chúng ta biết năng lượng rung động của máy. Năng lượng rung động càng cao, biên độ RMS càng lớn.

Cụm từ 'root-mean-square' thường viết tắt là rms và nên nhớ rằng biên độ rms luôn luôn thấp hơn biên độ tối đa hay biên độ đỉnh (peak amplitude).

Làm sao để quyết định chọn đơn vị biên độ đỉnh hay biên độ rms để sử dụng? Nó chỉ là vấn đề mang tính cá nhân. Tuy nhiên chú ý nếu đã chọn một đơn vị nào thì phải sử dụng giống nhau giữa các lần đo để có thể thực hiện so sánh các số đo.

Hai đơn vị biên độ vận tốc được sử dụng phổ biến là inches/second (in/s) và millimeters/second (mm/s).

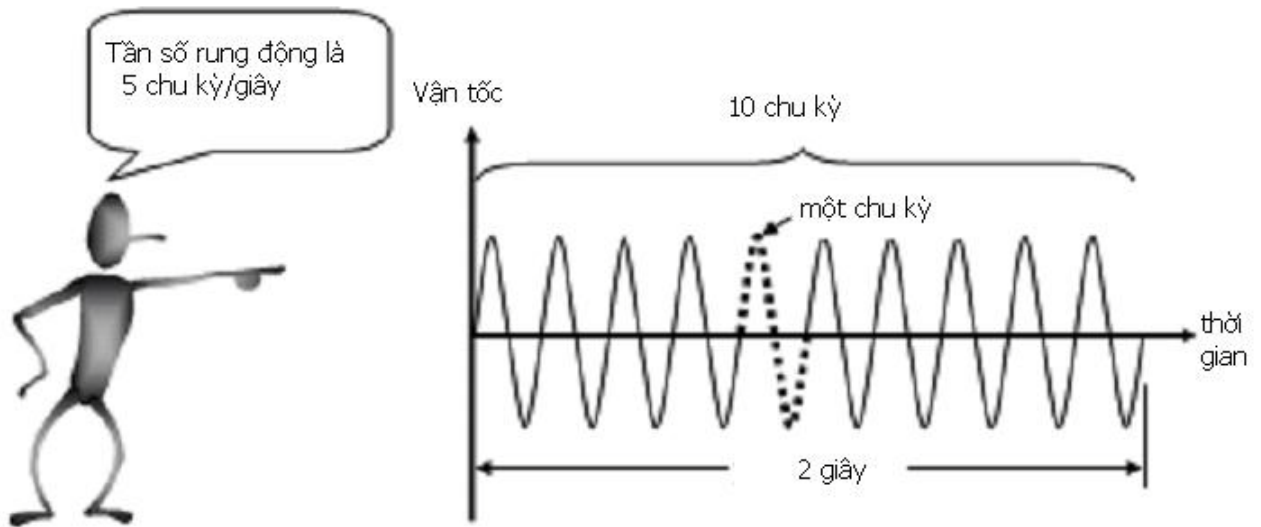
Tần số là gì? (Frequency?)

Khi một thành phần của máy đang rung động nó sẽ lặp lại các chu kỳ chuyển động. Phụ thuộc vào lực gây ra sự rung động, thành phần của máy đó sẽ dao động nhanh hay chậm.

Ở tốc độ mà một thành phần của máy dao động được gọi là tần số dao động hay tần số rung động. Tần số rung động càng nhanh thì dao động càng nhanh.

Bạn có thể xác định tần số của một thành phần đang rung động bằng cách đếm số chu kỳ dao động sau mỗi giây. Ví dụ, một thành phần đi qua 5 chu kỳ trong 1 giây có nghĩa là nó đang rung động ở một tần số 5 chu kỳ/giây (5cps). Như hình vẽ dưới đây,

một chu kỳ tín hiệu, đơn giản là hoàn thành một đoạn đồ thị mà mô tả tín hiệu.

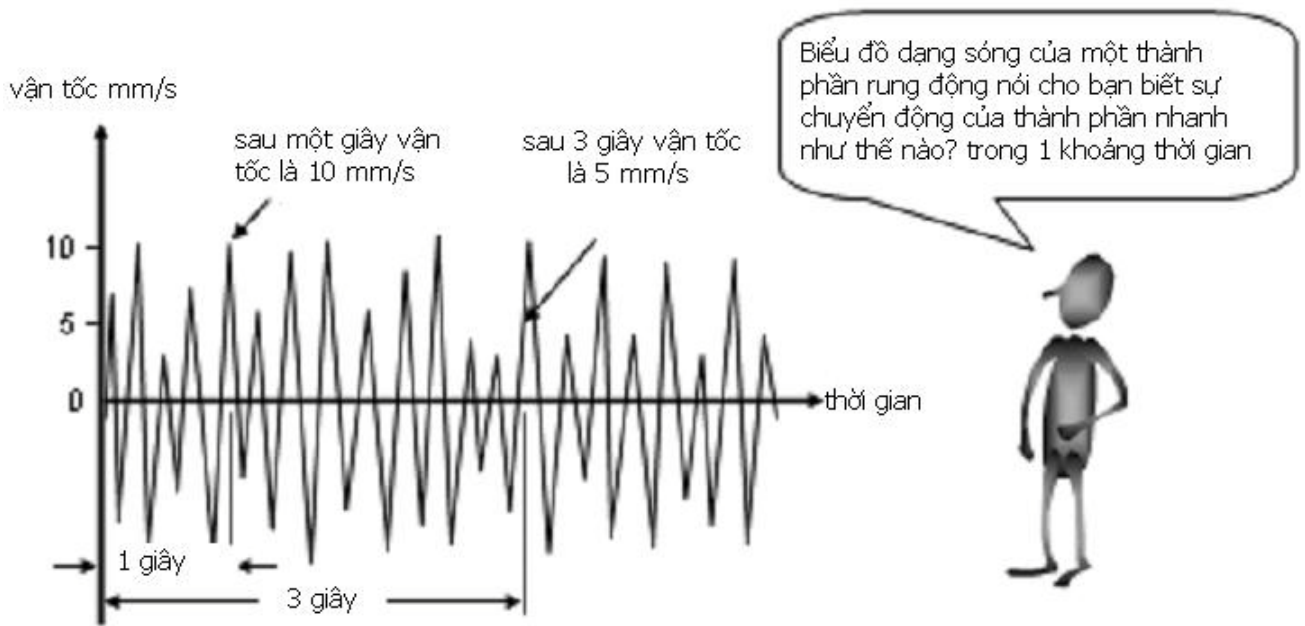


Giống như nhịp mạch của con người hay tần số cho thấy tình trạng mạch kích thích của con người hay tình trạng sức khỏe tổng quát, tốc độ rung động hay tần số của một thành phần rung động của máy rất hữu ích vì cho thấy được tình trạng của máy. Tần số cùng với biên độ, luôn luôn được biểu diễn với cùng một đơn vị. Thường đơn vị của tần số là cps (cycles per second), Hz và cpm (cycles per minute):
 $1\text{Hz} = 1\text{ cps} = 60\text{ cpm}$

Thế nào là một biểu đồ dạng sóng (Waveform)?

Biểu đồ hiển thị các tín hiệu điện của một quả tim đang đập của một người (biểu đồ điện tim hay điện tâm đồ electrocardiogram ECG) rất hiệu quả trong việc phân tích tình trạng sức khỏe quả tim của con người. Với cách làm tương tự như vậy, biểu đồ hiển thị rung động của là công cụ hữu ích để phân tích sự rung động tự nhiên của máy. Chúng ta có thể tìm thấy các manh mối về nguyên nhân và mức độ của rung động trong biểu đồ biểu diễn rung động.

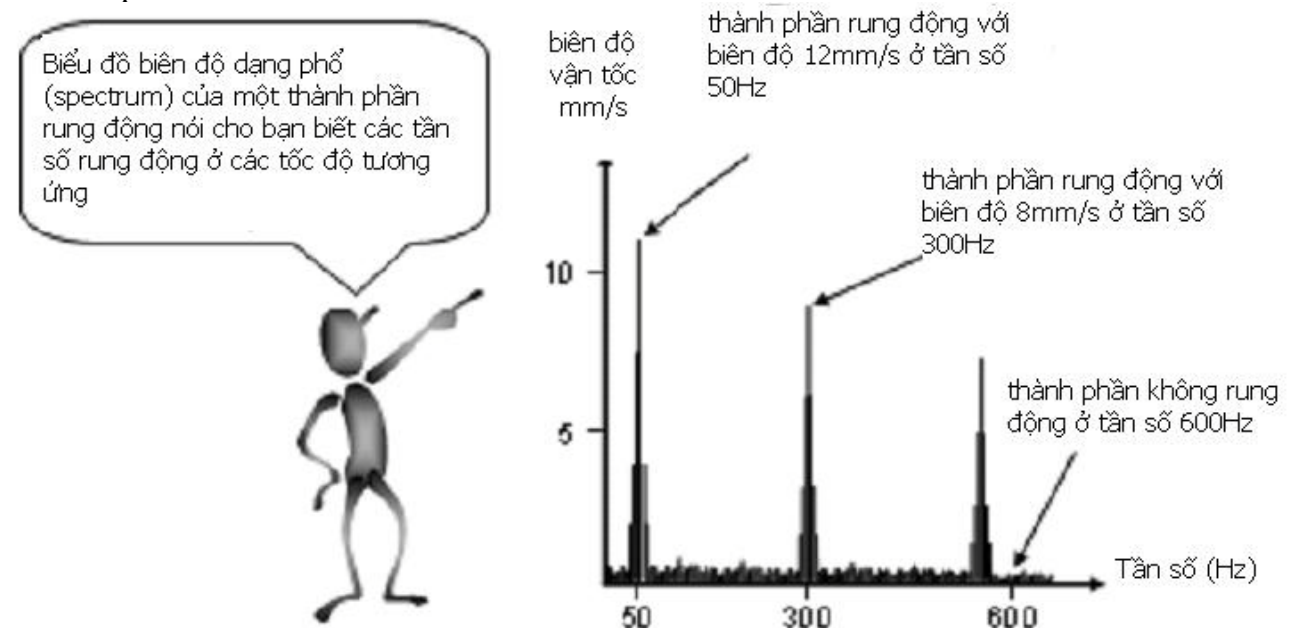
Sự biểu diễn này thường sử dụng để phân tích rung động được gọi là waveform (biểu đồ dạng sóng). Một waveform là một sự biểu diễn mang tính đồ họa về mức độ rung động thay đổi theo thời gian. Hình dưới đây cho ví dụ về một biểu đồ waveform vận tốc. Một biểu đồ waveform vận tốc đơn giản là một đồ thị cho thấy vận tốc của một thành phần đang rung động thay đổi theo thời gian.



Những thông tin mà một waveform cho biết, phụ thuộc vào thời khoảng và độ phân giải của một waveform. Thời khoảng của một waveform là tổng chu kỳ thời gian qua đi mà có thể biết được từ một waveform. Trong hầu hết các trường hợp, một vài giây là đủ. Độ phân giải của một waveform là một số đo mức độ chi tiết trong waveform và được xác định bằng số điểm dữ liệu mô tả hình dạng của một waveform. Nếu càng nhiều điểm thì biểu đồ waveform càng chi tiết.

Thế nào là một spectrum (biểu đồ dạng phổ)?

Một loại biểu diễn khác thường được sử dụng phổ biến trong phân tích rung động là biểu đồ spectrum. Một spectrum là một biểu đồ biểu diễn các tần số ở một thành phần máy đang rung động cùng với các biên độ ở mỗi tần số đó. Hình dưới đây là một ví dụ về một spectrum vận tốc.

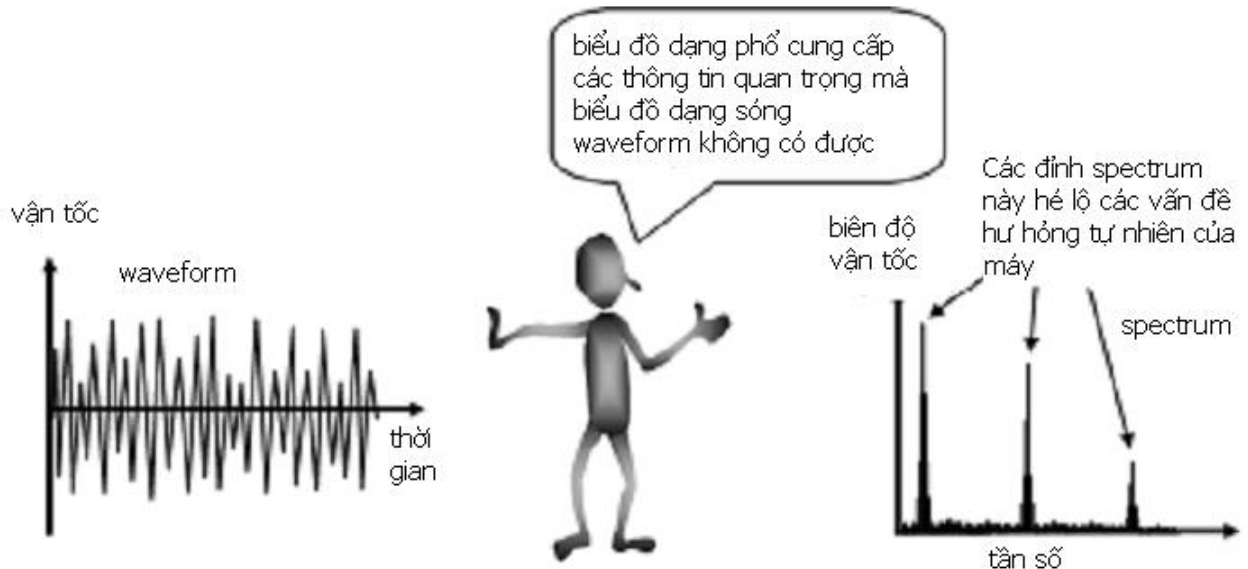


Nhưng tại sao một thành phần máy duy nhất mà lại có đồng thời rung động ở nhiều hơn một tần số.

Trả lời nằm trong thực tế rằng, sự rung động máy, khác với sự chuyển động dao động đơn giản của một quả lắc, nó không chỉ có một chuyển động rung động đơn giản mà thông thường nó bao gồm nhiều chuyển động rung động xảy ra đồng thời.

Lấy ví dụ, spectrum vận tốc của một gói đỡ thường cho thấy rằng vòng bi đang rung động không chỉ ở một tần số mà ở nhiều tần số khác nhau. Sự rung động ở một vài tần số có thể là do chuyển động của các chi tiết trong vòng bi, ngoài ra còn ở các tần số khác là do sự tác động của các răng của bánh răng hoặc có các tần số khác là do sự quay tròn của cánh quạt làm mát motor.

Một spectrum cho thấy các tần số mà ở đó xảy ra sự rung động nên nó là 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, và chúng ta có thể tìm ra có sự liên hệ với nguyên nhân gây ra rung động và tình trạng của máy. Ngược lại, một waveform lại không cho thấy một cách rõ ràng các tần số mà ở đó xảy ra sự rung động. Thay vào đó, một waveform lại chỉ biểu diễn giá trị tổng thể overall. Cho nên sẽ không dễ dàng khi chẩn đoán hư hỏng bằng biểu đồ waveform.



Cho nên ngoại trừ có một vài trường hợp đặc biệt, các spectrum đóng vai trò là công cụ quan trọng cho việc phân tích rung động máy.

Các thông tin mà một spectrum chứa đựng phụ thuộc vào giá trị F_{max} (tần số maximum) và độ phân giải (resolution) của spectrum đó. F_{max} là giới hạn tần số của một spectrum có thể biểu diễn. Giá trị F_{max} này bao nhiêu phụ thuộc vào tốc độ vận hành của máy. Tốc độ vận hành càng cao thì F_{max} càng phải cao. Độ phân giải của một spectrum là một số đo mức độ chi tiết của spectrum, và được xác định bởi số đường phổ mô tả hình dạng của biểu đồ spectrum. Càng nhiều đường phổ thì mức độ chi tiết của spectrum càng cao.

1.5 Rung động máy được đo như thế nào?

Trong phần trước, chúng ta đã nhận ra một công cụ phân tích rung động rất quan trọng đó là spectrum (biểu đồ dạng phổ). Khi chúng ta đo rung động máy chúng ta thường đo các spectrum rung động, khi mà spectrum của một thành phần rung động nói cho

chúng ta biết một sự liên hệ với tình trạng máy cũng như nguyên nhân gây ra rung động. Nói một cách tự nhiên, spectrum đóng vai trò sống còn, vì những thông tin có giá trị và đạt được độ chính xác.

Những điều gì cần phải chú ý để đảm bảo các số đo được chính xác?

Cách đo nên được thực hiện như thế nào và nên đo cho những máy nào?

Trong phần này chúng ta sẽ đi trả lời cho các câu hỏi này.

Sau khi đọc phần này, chúng ta sẽ có thể:

- (a) Nhận ra những máy nào cần phải theo dõi rung động
- (b) Tìm hiểu các cảm biến đo rung động được gắn như thế nào
- (c) Xác định được cần cài đặt các thông số đo nào
- (d) Cách lấy số đo một cách có hệ thống

1.6 NHỮNG MÁY NÀO CẦN PHẢI THEO DÕI RUNG ĐỘNG

Khi quyết định máy nào cần theo dõi, các máy thiết yếu critical nên được ưu tiên so với các máy khác. Cũng giống như theo dõi sức khỏe của con người. Là không đúng nếu ta thường xuyên theo dõi sức khỏe của một người hoàn toàn khỏe mạnh mà lại không chú ý đến người thực sự cần thiết. Áp dụng tương tự với việc theo dõi tình trạng của các máy móc.

Nói chung, việc lựa chọn các máy thiết yếu cần được theo dõi dựa trên các quy tắc cơ bản sau đây để tránh sự tổn kém không cần thiết:

- (a) Các máy đòi hỏi việc sửa chữa khó khăn, lâu dài và tốn kém khi bị hư hỏng.
- (b) Các máy thiết yếu đối với việc tạo ra sản phẩm và sự vận hành chung của cả nhà máy.
- (c) Những máy mà có tần suất hư hỏng cao.
- (d) Những máy mà đang được đánh giá về độ tin cậy.
- (e) Những máy mà ảnh hưởng tới an toàn sức khỏe con người và môi trường sống.

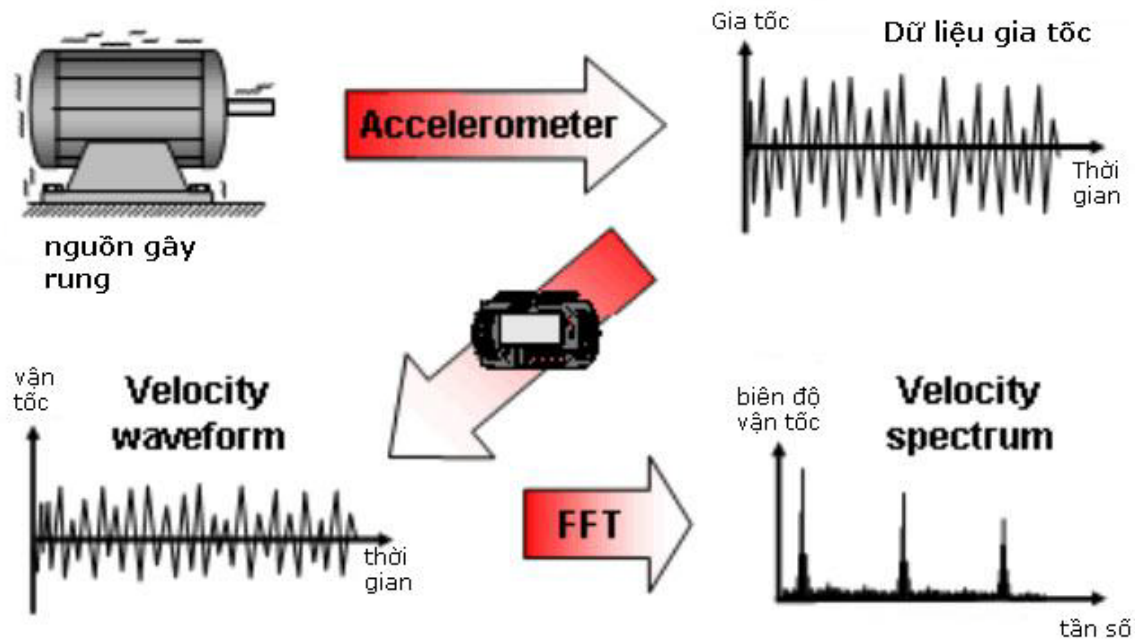
1.7 CÁC THIẾT BỊ ĐO LÀM VIỆC NHƯ THẾ NÀO?

Trước khi lấy số đo rung động, bạn phải gắn một cảm biến mà có thể theo dõi rung động của máy được đo. Có nhiều loại cảm biến đo rung động khác nhau. Tuy nhiên loại gia tốc kế accelerometer thường được sử dụng nhất vì có nhiều ưu điểm hơn các loại khác. Gia tốc kế là một cảm biến mà tạo ra một tín hiệu điện mà tỉ lệ với sự gia tốc của thành phần rung động.

Vậy gia tốc của một thành phần rung động là gì? Nó là một số đo về lượng thay đổi của vận tốc của thành phần rung động.

Tín hiệu gia tốc được tạo ra bởi gia tốc kế gắn trên thiết bị đo rung động và lần lượt chuyển đổi tín hiệu thành một tín hiệu vận tốc. Phụ thuộc vào sự lựa chọn của người sử dụng, tín hiệu có thể biểu diễn thành biểu đồ dạng sóng vận tốc (waveform vận tốc) hay một biểu đồ phổ vận tốc (spectrum vận tốc). Một spectrum vận tốc được chuyển đổi từ biểu đồ waveform vận tốc bằng một công thức toán học gọi là Fast Fourier Transform hay FFT (gọi là chuyển đổi Fourier).

Sơ đồ dưới đây giải thích đơn giản cách thu thập dữ liệu rung động.



1.8 CẢM BIẾN GIA TỐC KỂ ĐƯỢC GẮN NHƯ THẾ NÀO?

Hầu hết các máy đều có các cơ cấu quay. Moto, bơm, máy nén, quạt, băng tải, hộp số, tất cả đều liên quan đến các cơ cấu chuyển động quay và thường sử dụng xuyên sử dụng trong các máy.

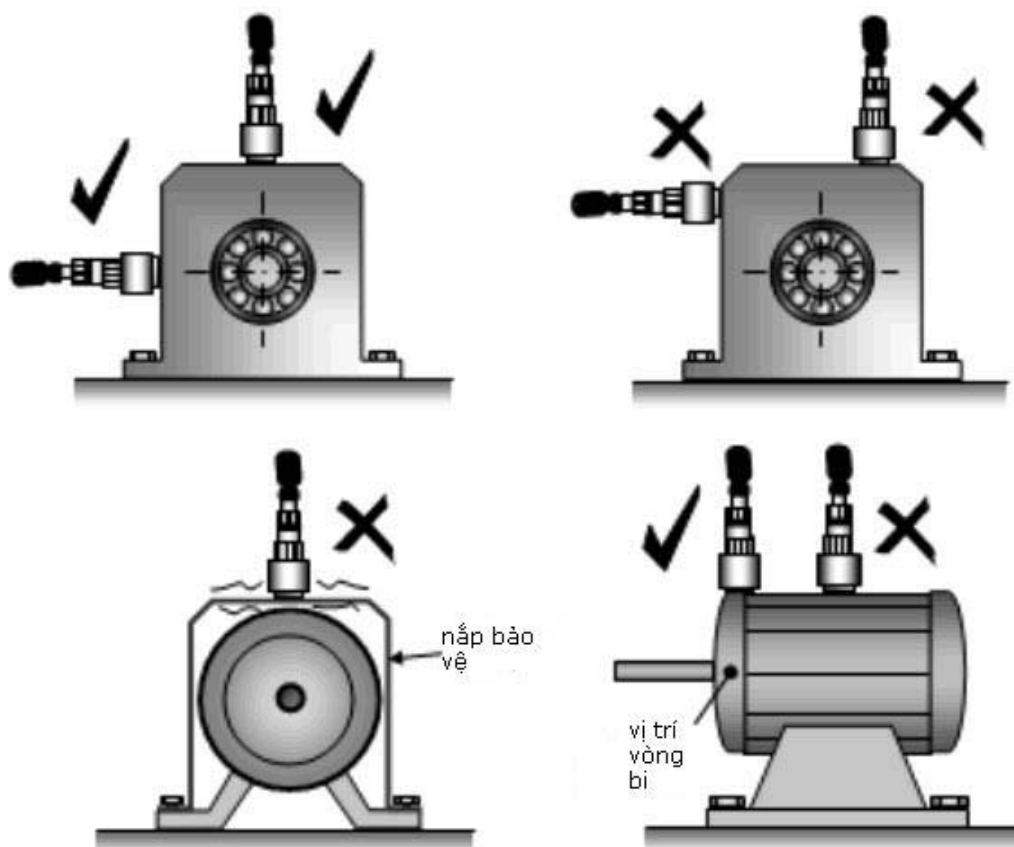
Hầu hết các cơ cấu quay đều có ổ đỡ đỡ đỡ toàn bộ trọng lượng của các bộ phận quay và chịu các lực tổ hợp của chuyển động quay và rung động. Nói chung, một lượng lớn lực được đỡ bởi ổ đỡ. Và cũng không ngạc nhiên hư hỏng luôn xảy ra tại ổ đỡ và đây là nơi xuất hiện và phát triển các hiện tượng hư hỏng.

Vì vậy các số đo rung động thường được lấy ở vị trí ổ đỡ của máy, với cảm biến gia tốc gắn tại hoặc gần vị trí các ổ đỡ.

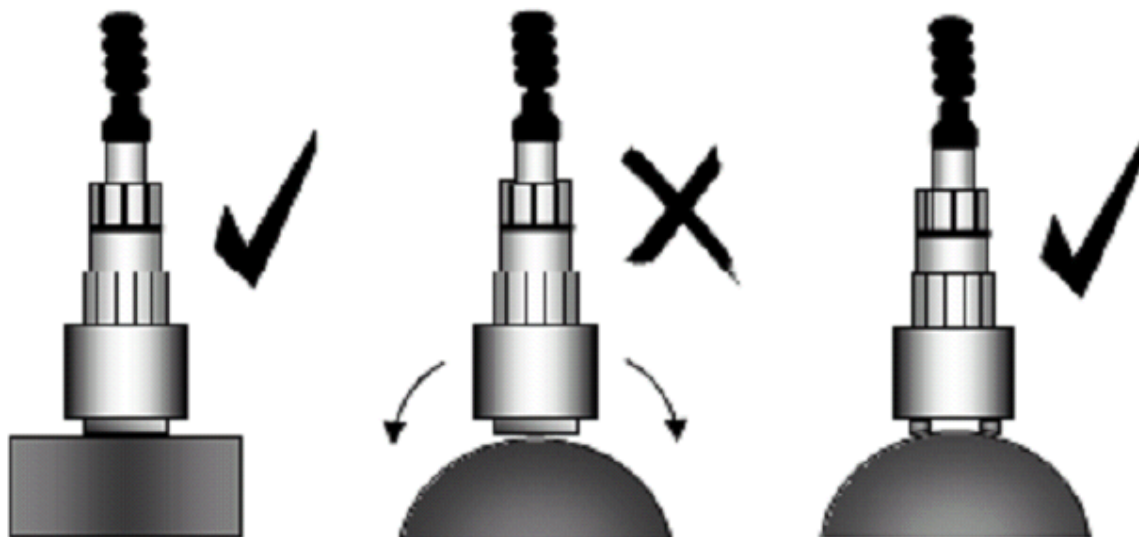
Khi kết luận về tình trạng máy, phụ thuộc vào độ chính xác của số đo, cách chúng ta lấy số đo phải chú ý cẩn thận. Và nên nhớ rằng, cách chúng ta gắn cảm biến đo rung động phụ thuộc rất nhiều tới độ chính xác của phép đo.

Vậy gắn cảm biến gia tốc như thế nào để đảm bảo độ chính xác của số đo và sự an toàn. Sau đây là vài hướng dẫn:

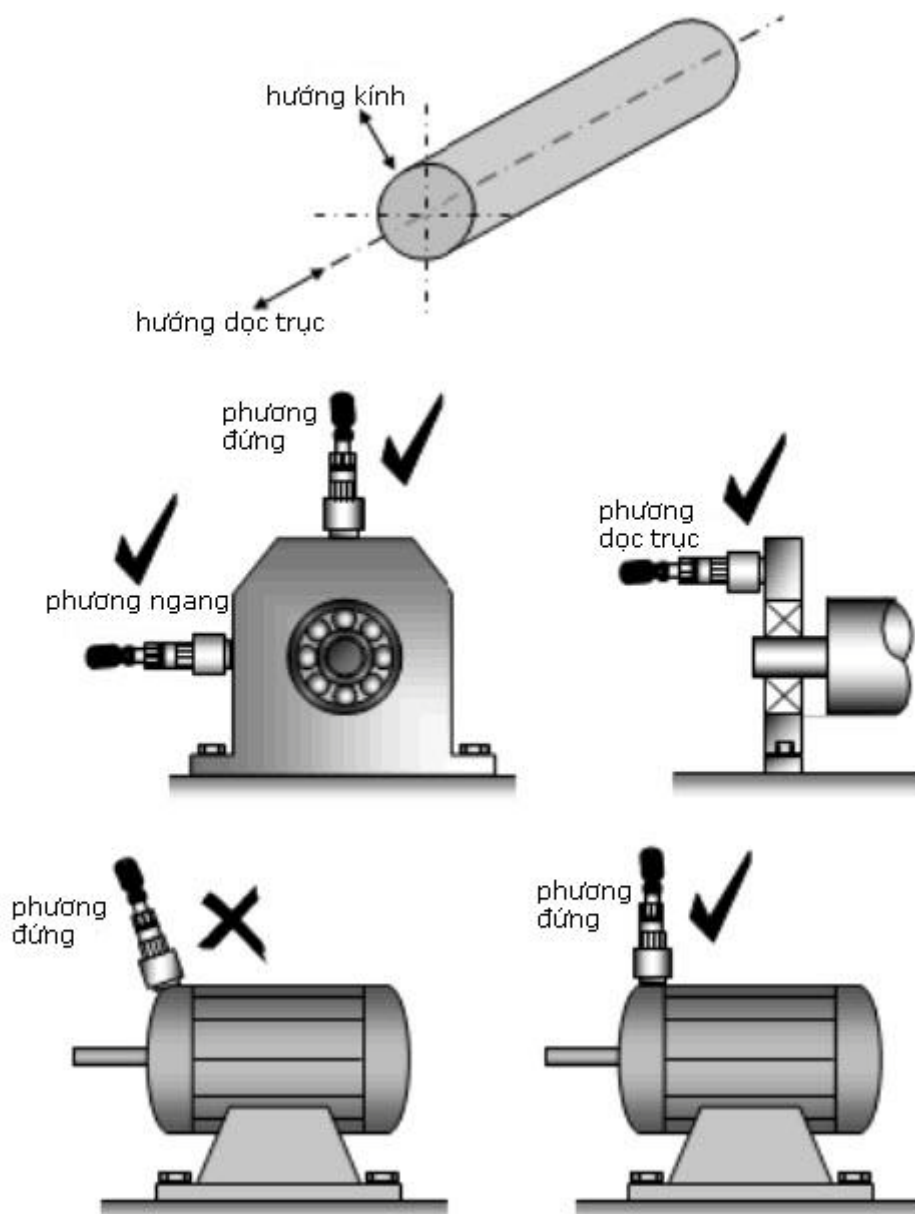
(a) Gắn càng gần với vị trí ổ đỡ càng tốt



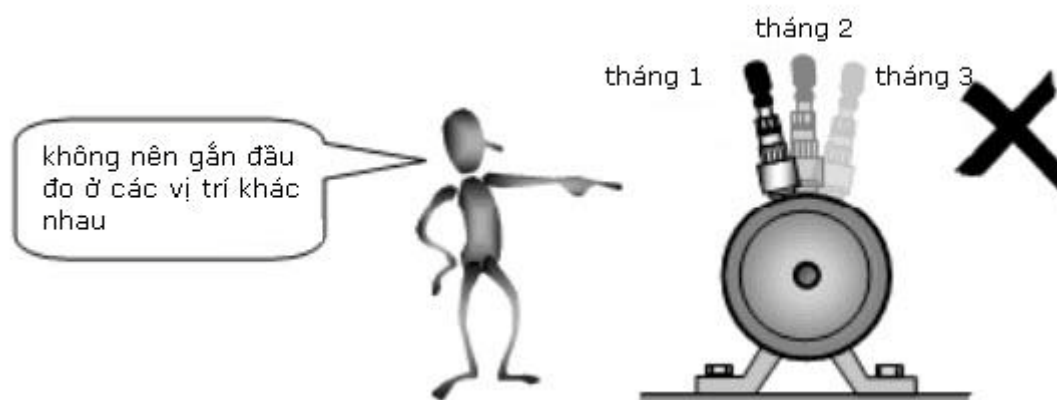
(b) Gắn đầu đo gia tốc phải đảm bảo vững chắc



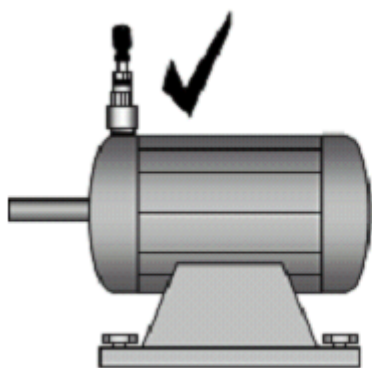
(c) Đảm bảo gắn đúng chiều



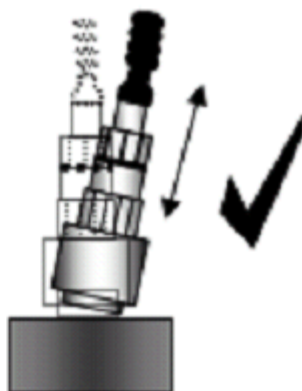
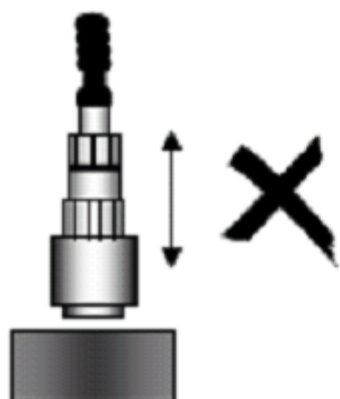
(d) Chỉ gắn cùng một đầu đo gia tốc cho cùng một vị trí đo



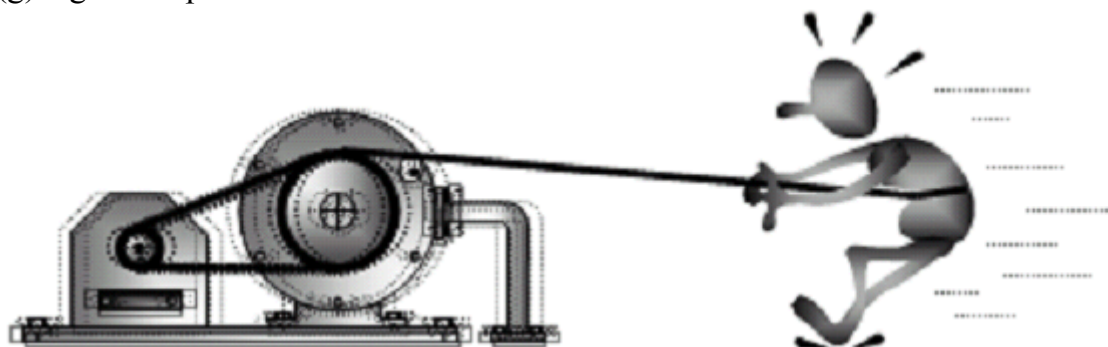
(e) Vị trí gắn của máy được đo phải đảm bảo độ vững chắc



(f) Thao tác sử dụng cần thận tránh làm hư hỏng đầu đo và dây cáp kết nối



(g) Người đo phải đảm bảo an toàn khi đo



1.9 CÁCH CÀI ĐẶT THÔNG SỐ ĐO

Các thông số đo là gì?

Các thông số đo là xác định chi tiết cách thực hiện lấy số đo. Bằng việc xác định các thông số đo, chúng ta xác định cách mà dữ liệu được thu thập và được xử lý trước khi hiển thị cho chúng ta xem. Trước khi lấy một số đo rung động chúng ta cần xác định các thông số nào được sử dụng.

Các thông số của số đo rung động có thể được giống với những chi tiết “cái gì và bằng cách nào” mà một bác sĩ phải xác định trước khi tiến hành kiểm tra sức khỏe.

Bây giờ chúng ta sẽ xem các thông số đo được cài đặt như thế nào khi chúng ta đo một spectrum.

Một vài giá trị thông số đo và chúng có ý nghĩa như thế nào?

Các thông số được sử dụng để đo các spectrum rung động có thể chia ra 4 loại, cụ thể là các thông số đo xác định:

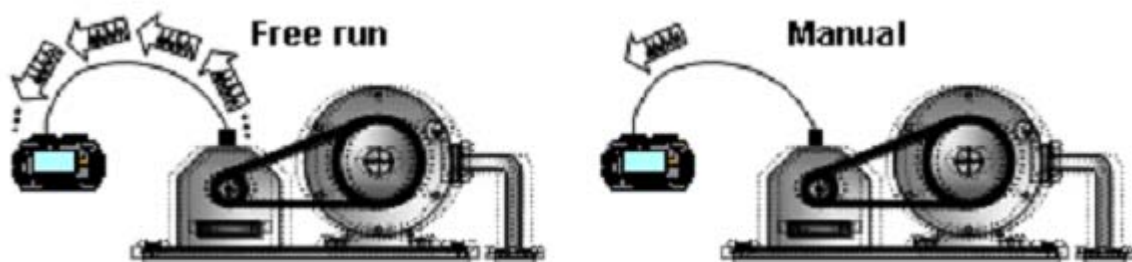
- Việc thu thập dữ liệu bằng cách nào?
- Bao nhiêu dữ liệu và thời gian bao lâu cho việc thu thập dữ liệu?
- Dữ liệu được xử lý bằng cách nào?
- Dữ liệu được hiển thị như thế nào?

(a) Việc thu thập dữ liệu bằng cách nào?

Các thông số mà xác định cách thu thập dữ liệu là ‘trigger type’ và các thông số được lập danh sách trước trong ‘sensor setup’.

‘Trigger type’ là thông số mà nói lên cách để thiết bị bắt đầu đo. Nếu cài đặt chế độ ‘free run’, thiết bị sẽ lấy số đo liên tục, nếu cài đặt chế độ ‘single’, chỉ một số đo cho một lần đo được lấy. Thông thường cài đặt trong thiết bị là ‘free run’.

Thông số trong chế độ ‘sensor setup’ cho biết loại cảm biến gia tốc nào được sử dụng để đo. Nếu loại cảm biến gia tốc ICP được sử dụng trong thiết bị. ‘Drive current’ cần được mở và độ nhạy ‘sensitivity’ của cảm biến gia tốc phải phù hợp với card trong thiết bị. ‘Settling time’ là thời gian cần thiết để cảm biến và thiết bị nhận ra nhau trước khi tiến hành đo. Bạn cũng có thể sử dụng cài đặt giá trị ‘settling time’ mặc định của máy (mà thay đổi cùng với giá trị Fmax) để bảo đảm số đo chính xác.



(b) Bao nhiêu dữ liệu và thời gian bao lâu cho việc thu thập dữ liệu?

Các thông số mà xác định bao nhiêu dữ liệu và thời gian bao lâu cho việc thu thập dữ liệu? là thông số ‘Fmax’, ‘spectral line’ và ‘Overlap percentage’.

Trong phần 2 chúng ta đã lưu ý rằng Fmax càng cao thì giới hạn tần số trong spectrum càng lớn và lượng thông tin thu được trong spectrum cũng nhiều hơn.

Vì vậy nếu giá trị Fmax cao, dữ liệu sẽ hiển thị lên biểu đồ được ở tần số rung động cao. Để có thể thu thập thông tin liên quan đến các tần số rung động cao, tần số đo hay

tốc độ thu dữ liệu cũng cần phải cao, và do đó tốc độ đo sẽ cũng nhanh lên. Tần số Fmax cao không tạo ra thêm nhiều dữ liệu phải thu thập mà chỉ tạo ra khoảng tần số rộng hơn.

Có càng nhiều spectral line cho một spectrum, thì sẽ có được nhiều thông tin hơn. Điều này có nghĩa là, có càng nhiều spectral line, thì có nhiều dữ liệu cần phải thu thập, tạo thêm nhiều thông tin hơn (chất lượng dữ liệu cao hơn) và vì thế việc thu thập số đo sẽ lâu hơn. (giống như bức ảnh số có độ phân giải càng cao thì càng nét).

Giá trị Fmax nên sử dụng là bao nhiêu?

Tốc độ vận hành của máy càng cao, thì các tần số rung động của nó cũng sẽ cao theo và Fmax cũng phải cao để bắt được các tần số rung động này ở các tần số cao đó.

Rung động không bao gồm các phần tử cánh hay vấu quay như răng của bánh răng, các cánh dẫn hướng của quạt, bơm và các phần tử lăn (bi), giá trị Fmax bằng 10 lần tốc độ quay thường là đủ để bắt tất cả các thông tin quan trọng.

Ví dụ, nếu tốc độ quay là 10 000 vòng/phút, thì giá trị Fmax là 100 000 cpm (100kcpm) là đủ.

Đối với rung động bao gồm các phần tử cánh hay vấu như bánh răng, quạt, bơm và vòng bi, giá trị Fmax bằng 3 lần số phần tử cánh hay vấu nhân với tốc độ quay là đủ để bắt tất cả các thông tin quan trọng.

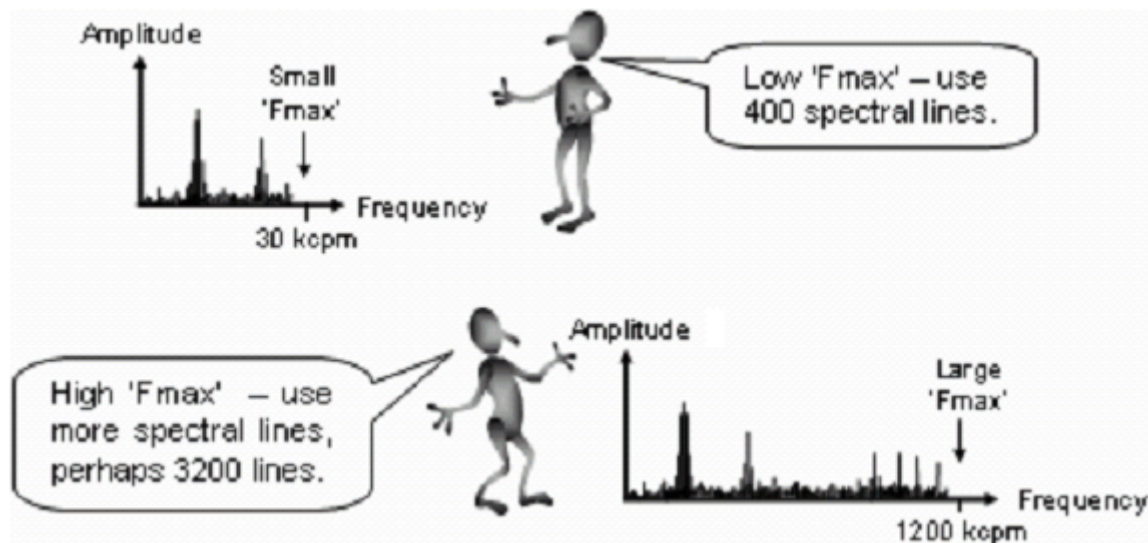
Ví dụ, cặp bánh răng có bánh răng dẫn có 12 răng quay ở 10000 vòng/phút, giá trị Fmax sẽ là $3 \times 12 \times 10\,000 = 360\,000$ cpm (360 kcpm) là đủ. (cpm: chu kỳ/phút).

Nếu giá trị Fmax yêu cầu rất lớn thì độ phân giải của spectrum sẽ thấp đi, và các thông tin ở các tần số rung động thấp sẽ bị mất. Vì thế cũng cần lấy một số số đo có giá trị Fmax thấp cùng với các số đo có giá trị Fmax cao.

Nên sử dụng độ phân giải bao nhiêu?

Trong hầu hết trường hợp độ phân giải 400 là đủ (400 spectral lines). Tuy nhiên, nếu giá trị Fmax càng cao thì các line này sẽ phải trải ra một dải tần số lớn, tạo ra khoảng gap lớn giữa các line. Vì vậy giá trị Fmax càng lớn, số đường phổ (spectral lines) càng lớn để tăng độ chi tiết của biểu đồ rung động dạng phổ và tránh mất thông tin.

Tuy nhiên cũng nên chú ý rằng nếu tăng số độ phân giải này thời gian lấy số đo sẽ lâu hơn, thiết bị sẽ tốn nhiều bộ nhớ để lưu trữ. Vì vậy, một giá trị Fmax cao hay số đường phổ lớn chỉ được sử dụng khi nào cần thiết.



Nên sử dụng dữ liệu chồng lấp overlap bao nhiêu?

Dữ liệu chồng lấp ‘overlapping data’ là một cách sử dụng lại phần trăm của waveform đo được trước đó để tính toán một spectrum mới. Phần trăm chồng lấp ‘overlap percentage’ càng cao, dữ liệu thu thập mới để tạo một spectrum càng ít và vì vậy biểu đồ dạng phổ spectrum sẽ hiển thị nhanh hơn. Giá trị chồng lấp overlap 50% là lý tưởng cho hầu hết trường hợp.

(c) Dữ liệu được xử lý như thế nào

Các thông số mà xác định cách mà dữ liệu được xử lý là 3 thông số ‘Average type’, ‘Number of average’ và ‘window type’.

Tương tự bạn phải đo chính xác bề rộng của trang giấy của cuốn sách. Do bề rộng của mỗi trang có thể thay đổi một chút, bạn có thể đo không chỉ một trang mà nhiều trang và sau đó lấy giá trị trung bình.

Tương tự như vậy, khi đo rung động sẽ có nhiều spectrum được đo và sau đó lấy trung bình để được một spectrum trung bình. Một spectrum trung bình biểu diễn cách thức rung động tốt hơn khi mà phép xử lý trung bình làm tối thiểu các ảnh hưởng của các thay đổi ngẫu nhiên hay các xung nhiễu thường có trong rung động máy.

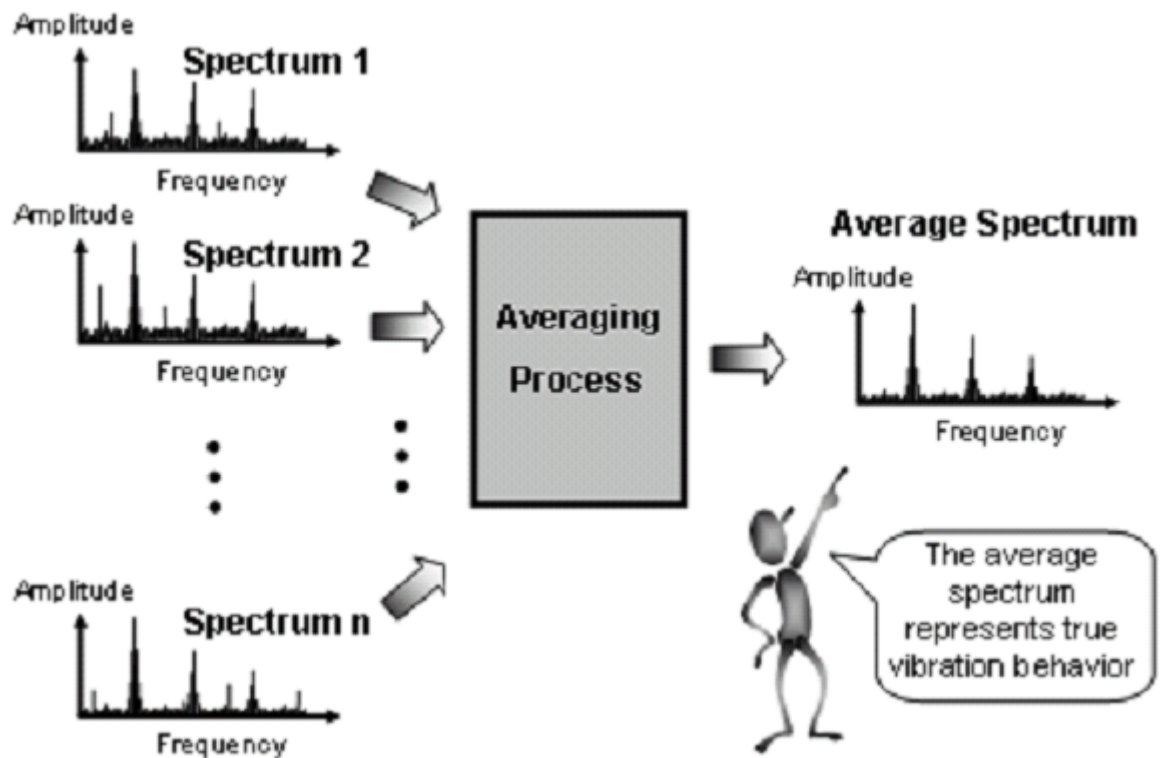
Thông số ‘Average type’ xác định bao nhiêu spectrum được lấy trung bình. Giá trị trung bình tuyến tính ‘Linear’ được đề nghị cho hầu hết các trường hợp. Giá trị trung bình số mũ ‘exponential’ thường được sử dụng chỉ khi cách thức rung động thay đổi đáng kể theo thời gian.

Thông số ‘Number of average’ xác định số các spectrum liên nhau sử dụng để tính trung bình, các spectrum sử dụng càng lớn, các xung nhiễu sẽ giảm và các spectrum sẽ biểu diễn chính xác hơn.

Tuy nhiên, nếu ‘Number of average’ càng lớn thì dữ liệu cần thu thập càng nhiều, và vì thế sẽ mất thời gian để có được biểu đồ spectrum trung bình. Number of average bằng 4 là đủ cho hầu hết các trường hợp.

Dữ liệu được thu thập không được sử dụng trực tiếp để tạo ra một spectrum mà thường được sửa chữa trước để phục vụ cho yêu cầu nào đó của quá trình xử lý FFT (Fast Fourier Transform là quá trình chuyển đổi dữ liệu thành một biểu đồ spectrum). Dữ liệu thường được sửa chữa bởi phép tính nhân của một cửa sổ hiệu chỉnh. Điều này ngăn ngừa các đường phổ không bị nhòe hay rò sang cái khác.

‘Window type’ là thông số mà xác định loại cửa sổ nào được sử dụng. ‘Hanning window’ thường được sử dụng. Nếu cửa sổ chữ nhật được sử dụng, dữ liệu sẽ không được sửa chữa một cách hiệu quả.



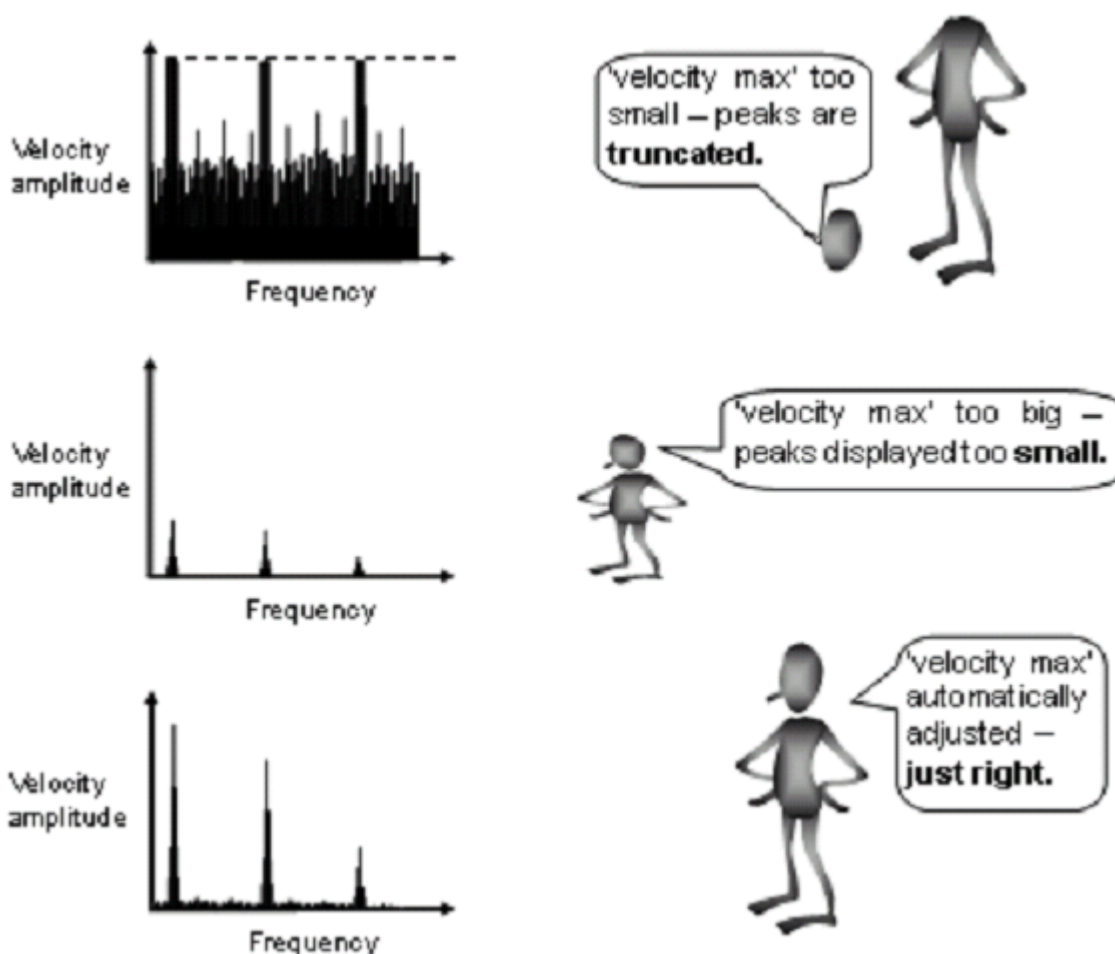
(d) Dữ liệu được hiển thị như thế nào?

Thông số mà xác định cách thức mà spectrum được hiển thị được kê ra với ‘Display unit’.

Để xác định được cách spectrum biểu diễn, tỉ lệ chia của spectrum cần được xác định. Tỉ lệ chia của spectrum xác định cách chi tiết của các spectrum có thể được thấy dễ dàng và được xác định bằng thông số ‘Amplitude scale’ tỉ lệ biên độ, ‘vdB reference’, ‘log range’ và ‘Velocity max’.

Trong hầu hết trường hợp, ‘Amplitude scale’ có thể là tuyến tính ‘Linear’. Nếu sử dụng một tỉ lệ biên độ tuyến tính thì các thông số ‘vdB reference’, ‘log range’ là không quan trọng (và vì thế không cần cài đặt).

Nói chung, bạn nên set thông số ‘Velocity max’ thành ‘automatic’ để cho phép thiết bị tự động lựa chọn một thông số tỉ lệ biên độ lý tưởng mà cho phép các peak của các spectrum rõ ràng hơn.

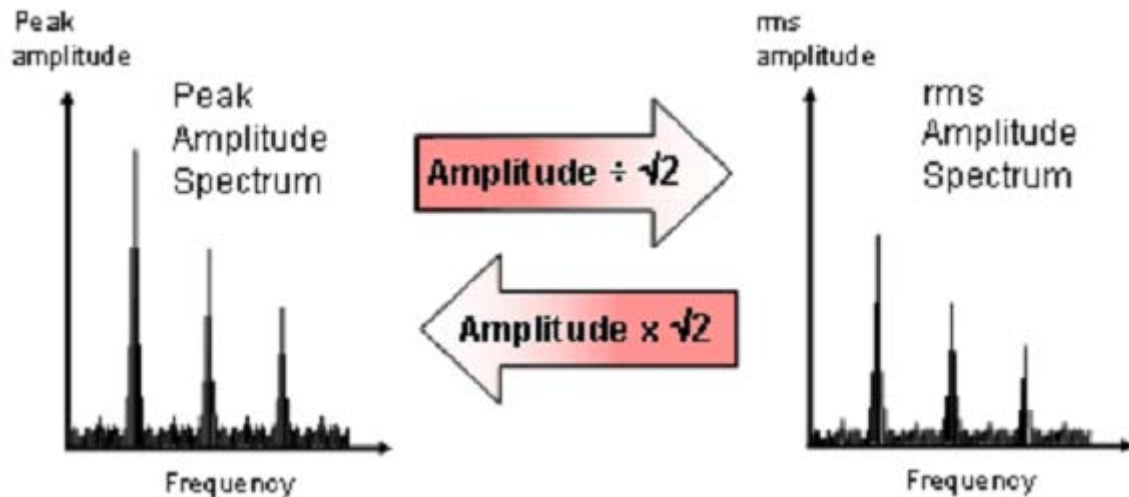


Để xác định cách mà spectrum hiển thị, cần xác định loại biên độ được sử dụng. Ở phần trước chúng ta đã xác định có 2 loại biên độ là biên độ đỉnh ‘peak’ và biên độ hiệu dụng rms.

Nếu sử dụng biên độ đỉnh hay biên độ ‘0-peak’, thì spectrum sẽ biểu diễn tốc độ tối đa đạt được bởi thành phần rung động ở các tần số rung động khác nhau.

Mặt khác, nếu sử dụng biên độ hiệu dụng ‘rms’, thay vào đó sẽ biểu diễn một lượng năng lượng rung động ở các tần số khác nhau.

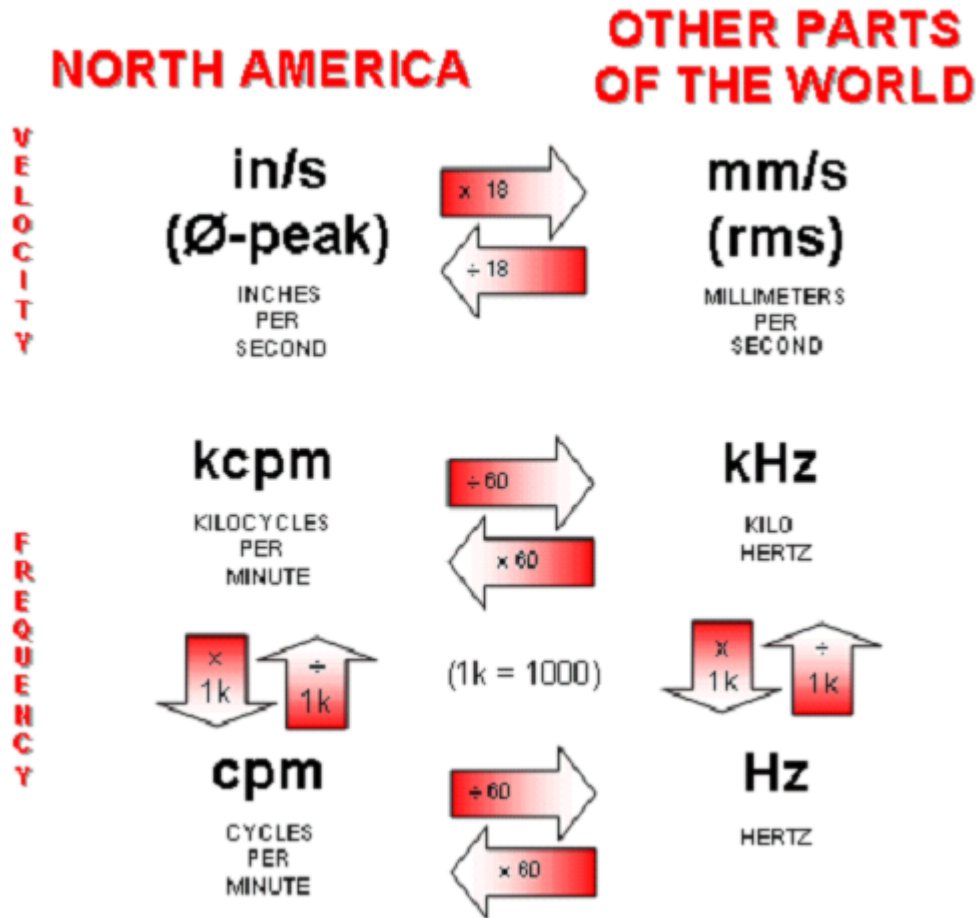
Đối với các spectrum rung động, biên độ đỉnh ở một tần số riêng chính xác là căn bậc hai của 2 lần (1,4 lần) biên độ hiệu dụng rms ở tần số đó. Vì vậy loại biên độ nào được sử dụng là không thật sự quan trọng khi mà có thể thực hiện chuyển đổi đơn vị nhanh chóng. (Đối với spectrum, biên độ đỉnh bằng căn bậc hai của 2 biên độ hiệu dụng rms. Mối quan hệ này không có giá trị đối với biểu đồ dạng sóng waveform).



Chúng tôi đề nghị các bạn nên sử dụng cùng loại biên độ cho các điểm đo để tránh sự hiểu sai. Một sự chuyển đổi từ biên độ rms sang biên độ đỉnh gây ra sự gia tăng của biên độ rung động mà có thể được lý giải sai như là sự hư hỏng của máy. Mặt khác, một sự chuyển đổi từ biên độ đỉnh sang biên độ hiệu dụng rms có thể che dấu đi một sự gia tăng thực của biên độ rung động.

Tóm lại, đơn vị của biên độ và tần số sử dụng trong spectrum cũng cần phải xác định. Đơn vị nào được sử dụng, đó thật sự là vấn đề lựa chọn của cá nhân, hoặc thông thường hơn là theo vùng địa lý. Ở Nam Mỹ, đơn vị vận tốc thường sử dụng (cho tỉ lệ vận tốc tuyến tính) là in/s, và đơn vị tần số sử dụng phổ biến là kcpm (kilocycles per minute).

Các vùng khác của thế giới dùng đơn vị vận tốc và tần số lần lượt là mm/s và Hz. Xem mối quan hệ giữa các đơn vị dưới đây:



Nhiều máy phân tích rung động thích đơn vị vận tốc logarit là vdB (volt dexiben).

Ở hình trên chúng ta làm tròn chuyển đổi in/s 0-peak, mm/s rms thành 18 (tỉ số đúng là 17,96).

1.10 DỮ LIỆU ĐƯỢC THU THẬP NHƯ THẾ NÀO?

Khi xung quanh các máy có nhiều rủi ro và không thuận lợi, phân tích rung động thường được thực hiện cách xa máy. Để thực hiện điều này, số đo thường được ghi lại bằng thiết bị, sau đó truyền tới văn phòng để được phân tích ở môi trường yên tĩnh và an toàn. Ở văn phòng, dữ liệu có thể truyền tới máy tính để phân tích sâu hơn.

Trong hầu hết các nhà máy, có nhiều máy thiết yếu cần được theo dõi. Hơn nữa, để có thể phân tích triệt để, mỗi máy cần được theo dõi ở nhiều điểm đo. Mỗi điểm đo cần theo dõi với các chiều lắp gia tốc kế (cảm biến gia tốc) khác nhau và đôi khi cũng sử dụng các thông số đo khác nhau. Vì thế, trong mỗi loạt thu thập dữ liệu, một lượng lớn số đo được thực hiện.

Để tránh sự di chuyển lặp đi lặp lại giữa văn phòng và nơi đặt máy, tiến hành đo cho tất cả các máy trước khi đưa về văn phòng để phân tích.



Điều quan trọng khi thu thập dữ liệu là đảm bảo đo chính xác và có hệ thống. Khi bạn có phương pháp tổ chức hợp lý cho việc thu thập dữ liệu thì sẽ tránh được sự nhầm lẫn các spectrum của các máy và tránh dẫn đến các kết luận sai.

Để tránh nhầm lẫn, bạn phải đo một vị trí duy nhất trên máy bằng cách đánh dấu vị trí đo và khi đo phải đảm bảo đúng chiều đặt đầu đo.

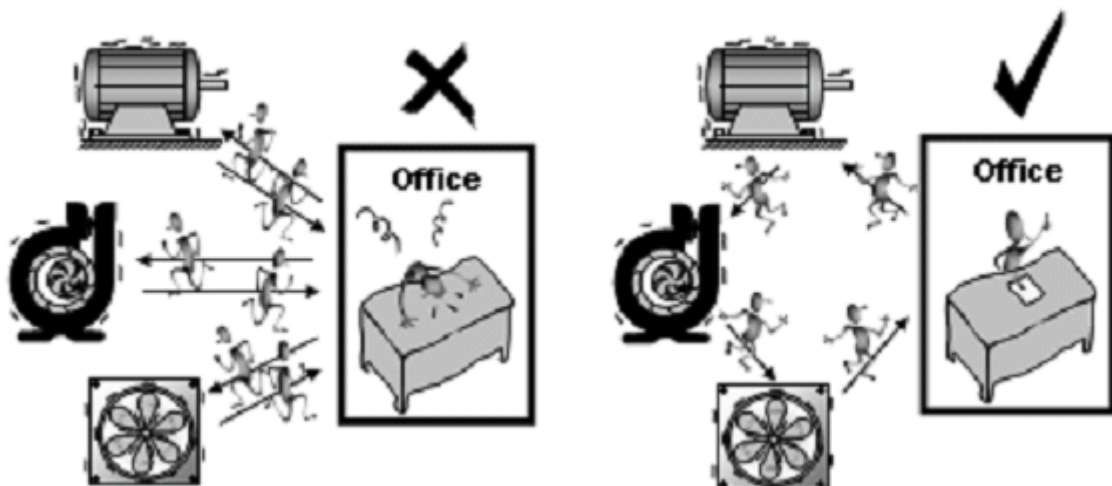
Đa số các máy, việc thu thập dữ liệu mỗi tháng một lần. Đối với máy quan trọng, cần phải thu thập mỗi tuần, còn những máy ít quan trọng thì mỗi tháng một lần. Tuy nhiên, chúng tôi khuyên bạn nên tuân theo một thời biểu và sau đó điều chỉnh lại phù hợp theo kinh nghiệm.

Bạn cũng cần lưu ý kiểm tra dung lượng pin và bộ nhớ thiết bị đo đủ cho hoàn thành một tour thu thập dữ liệu.

Hầu hết các vấn đề rung động được theo dõi trong khi máy đang chạy ổn định và vì thế cách thức rung động cũng ổn định.

Nếu máy vừa mới khởi động, hay tốc độ của máy vừa mới thay đổi thì bạn cần chắc chắn máy đã đủ thời gian để chạy ở vận tốc ổn định trước khi thu thập dữ liệu.

Khi hoàn thành một tour thu thập dữ liệu, bạn nên truyền dữ liệu vào máy tính cùng với phần mềm tiện ích được cung cấp cùng với thiết bị thu thập rung động và bạn có thể xóa dữ liệu trong máy để giải phóng bộ nhớ máy để phục vụ cho tour thu thập dữ liệu khác.



CHƯƠNG 2: CHẨN ĐOÁN HƯ HỎNG BẰNG PHÂN TÍCH RUNG ĐỘNG

2.1 Giới thiệu

Tất cả các thiết bị động đều tạo ra rung động hay tín hiệu mà phản ánh tình trạng làm việc của nó. Điều này có liên quan tới tốc độ, kiểu làm việc chuyển động quay, chuyển động tịnh tiến hay tuyến tính. Phân tích rung động có khả năng áp dụng cho tất cả các thiết bị cơ khí, thường là các thiết bị có tốc độ quay trên 600 vòng/phút. Phân tích rung động là công cụ hữu ích cho bảo trì dự đoán, chẩn đoán hư hỏng và nhiều tác dụng khác.

Có nhiều kỹ thuật bảo trì dự đoán được sử dụng để theo dõi và phân tích các hệ thống thiết bị, máy móc quan trọng trong một nhà máy. Những kỹ thuật này bao gồm phân tích rung động, siêu âm, đồ thị nhiệt, phân tích mài mòn, bôi trơn, theo dõi quá trình, kiểm tra bằng mắt và các kỹ thuật phân tích không phá hủy. Trong các kỹ thuật này, phân tích rung động là một kỹ thuật bảo trì dự đoán hiệu quả nhất được sử dụng trong các chương trình quản lý bảo trì.

Bảo trì dự đoán trở thành bộ phận đồng nhất việc theo dõi các đặc tính rung động của các thiết bị động để theo dõi các hư hỏng phát sinh ngay từ ban đầu và chặn đứng các hư hỏng phát triển tới nguy hiểm. Tuy nhiên, phân tích rung động không cung cấp các dữ liệu yêu cầu để phân tích thiết bị điện, các khu vực mất nhiệt, tình trạng dầu bôi trơn và các thông số khác để giúp đánh giá hư hỏng trong một chương trình bảo trì. Một chương trình bảo trì dự đoán nhà máy toàn bộ phải bao gồm nhiều kỹ thuật, mỗi cái được thiết kế để xác định một vấn đề riêng cho thiết bị của nhà máy.

2.2 Các dữ liệu phụ cần thiết cho việc chẩn đoán máy

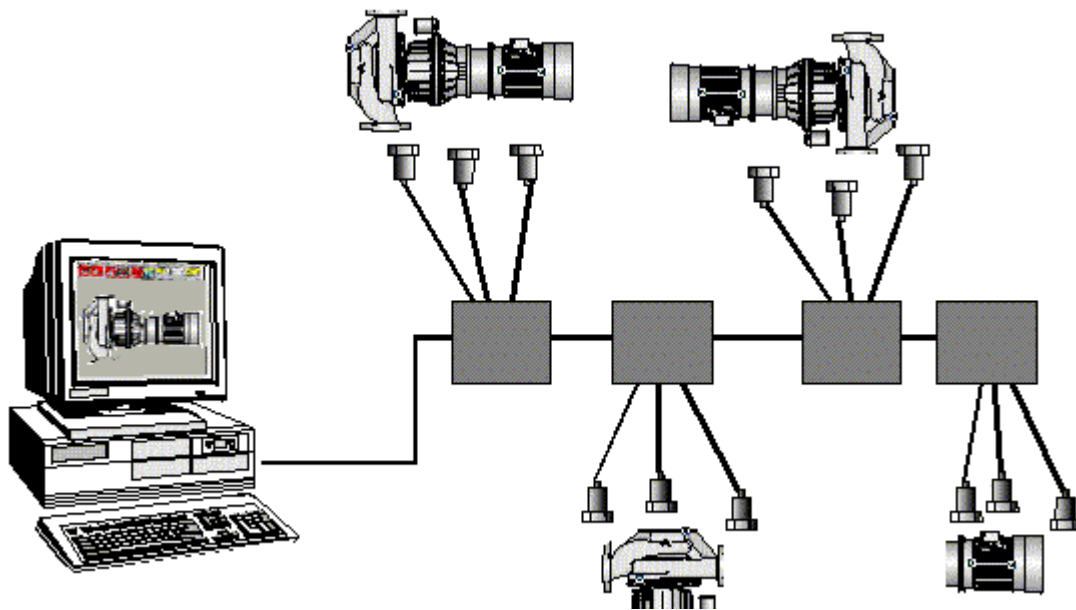
Để có thể chẩn đoán máy tìm ra nguyên nhân gốc rễ để có các biện pháp khắc phục kịp thời đòi hỏi cần phải có các dữ liệu tổng hợp về thiết bị.

Sự chẩn đoán chính xác và hiệu quả cao phụ thuộc rất nhiều vào kinh nghiệm của các kỹ sư chẩn đoán. Một kỹ sư chẩn đoán giỏi là người biết mổ sẻ và phân tích các dữ liệu mà họ có được, cho nên các dữ liệu càng đầy đủ thì việc chẩn đoán sẽ nhanh và chính xác hơn.

Dưới đây là các dữ liệu cơ bản cần chuẩn bị tốt:

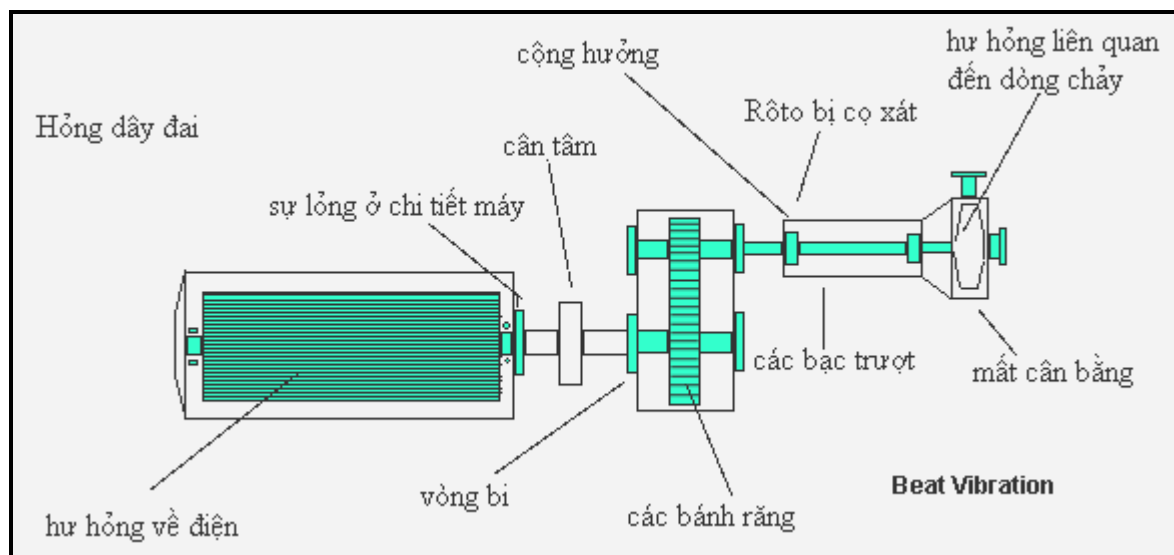
Dữ liệu về máy:

- Loại bearing, khe hở bearing bao nhiêu.
- Đường kính trục
- Số cấp, số cánh trên một cấp
- Tải của máy
- Loại dầu bôi trơn, thành phần bôi trơn và kiểu bôi trơn.
- Vị trí gắn cảm biến
- Các thông số vận hành trên DCS
- Các thông số công nghệ: thành phần khí
- Nhật ký vận hành
- Nhật ký và hồ sơ sửa chữa và bảo dưỡng máy
- Các tài liệu, sổ tay vận hành và bảo dưỡng
- Bản vẽ lắp của máy
- Các bản vẽ mặt cắt các cụm chi tiết
- Nhiệt độ, độ ẩm môi trường



2.3. Kỹ thuật phân tích chẩn đoán rung động máy

Để chẩn đoán thành công và xử lý sự cố của máy móc, các phân tích độ rung phải đảm bảo chính xác và chất lượng dữ liệu thu thập phải có tính lặp lại và có một sự hiểu biết chi tiết về thiết kế của máy và động lực vận hành để giải thích một cách chính xác các dạng hư hỏng và các triệu chứng điển hình.

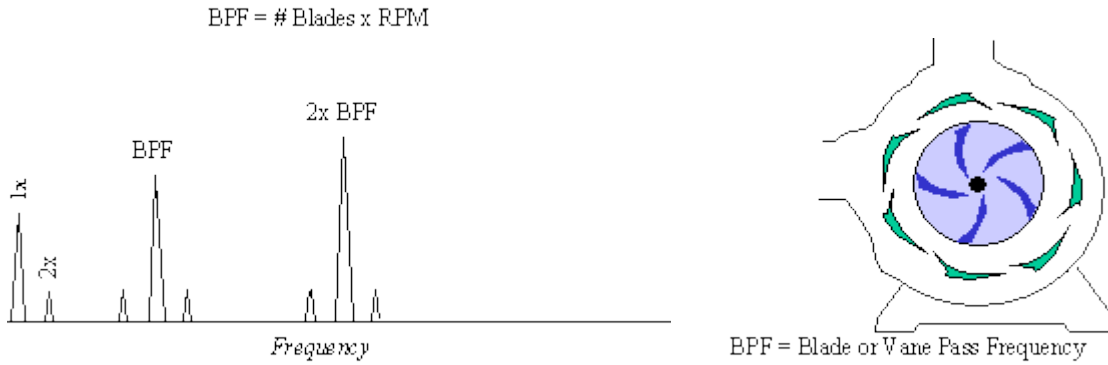


Các trường hợp rung động do nguyên nhân thủy lực & khí động lực học

❖ Rung động cao tại tần số Blade Pass & Vane Pass

Biểu đồ dạng phổ tiêu biểu

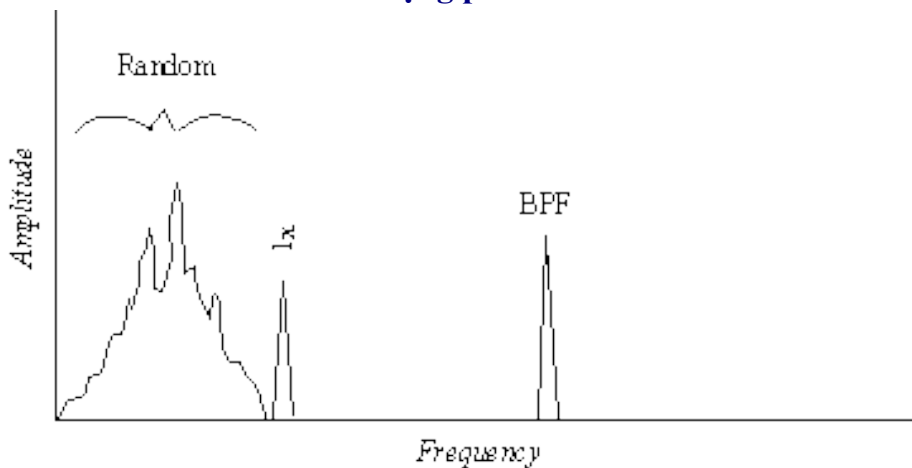
Máy bơm



Blade Pass Frequency (BPF) = (số cánh của bánh công tác) x (số vòng quay/phút). Đây là tần số vốn có trong máy bơm, quạt và máy nén và thông thường nó không gây ra vấn đề gì. Tuy nhiên, với BPF biên độ lớn (và các sóng hài) có thể được tạo ra trong bơm nếu khoảng cách giữa các cánh quay và rãnh khuếch tán cố định không giữ bằng nhau ở tất cả các đường vòng tròn xung quanh. Hơn nữa, BPF (hoặc sóng hài), đôi khi trùng với với một tần số tự nhiên của hệ thống làm rung động cao. BPF cao có thể được tạo ra nếu vòng Wear ring cọ xát trên trục hoặc nếu hư mối hàn các rãnh khuếch tán. Ngoài ra, BPF cao có thể do hệ thống ống bị uốn cong đột ngột, vật cản trở mà nhiều loạn dòng chảy, hoặc nếu rôto máy bơm hoặc quạt được định vị không đồng tâm với vỏ máy.

❖ **Rung cao do dòng chảy rối**

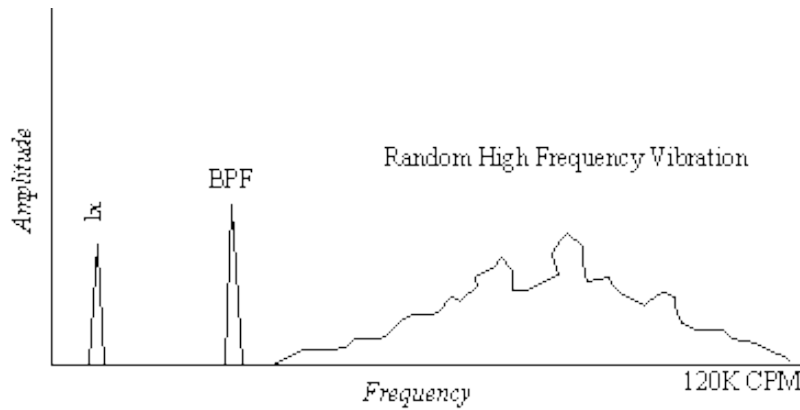
Biểu đồ dạng phổ tiêu biểu



Dòng chảy rối thường xảy ra trong các quạt gió do sự biến đổi áp suất hoặc vận tốc của không khí đi qua quạt hoặc đường ống kết nối. Điều này làm gián đoạn dòng chảy gây ra nhiễu loạn, lúc đó sẽ tạo ra rung động ngẫu nhiên tần số thấp, thường trong khoảng 20-2000 CPM.

❖ **Rung cao do xâm thực**

Biểu đồ dạng phổ tiêu biểu

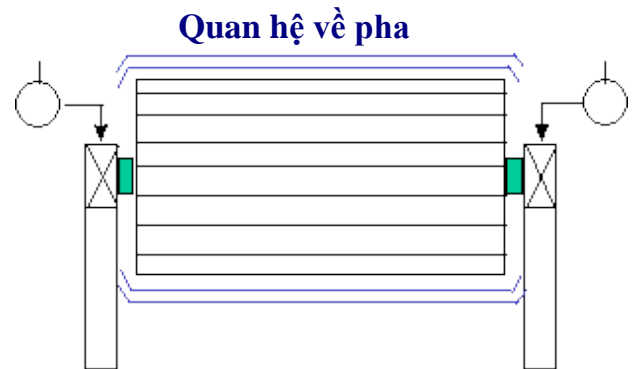
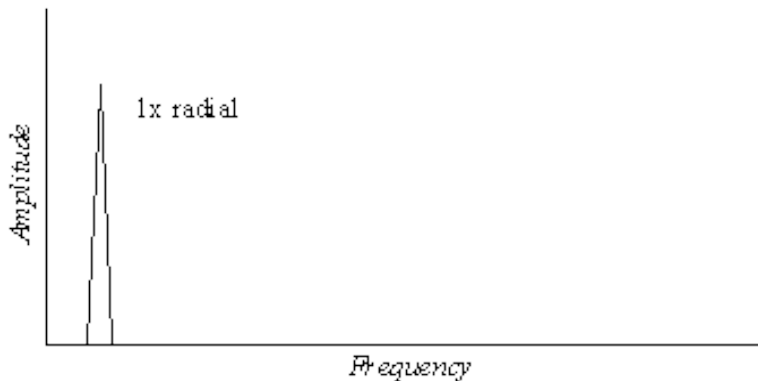


Hiện tượng xâm thực (khí thực) thường tạo ra ngẫu nhiên, năng lượng dải tần rộng cao hơn mà đôi khi xếp chồng với sóng hài tần số BPF. Bình thường nguyên nhân là do áp lực hút không đủ (vì thiếu lưu chất). Xâm thực có thể khá phá hoại các bộ phận trong bơm. Đặc biệt là có thể xói mòn các cánh của bánh công tác. Khi xảy ra xâm thực, ta thường nghe âm thanh như có "sỏi" đi qua bơm.

Các trường hợp do sự mất cân bằng khối lượng

❖ Sự mất cân bằng lực

Biểu đồ dạng phổ tiêu biểu

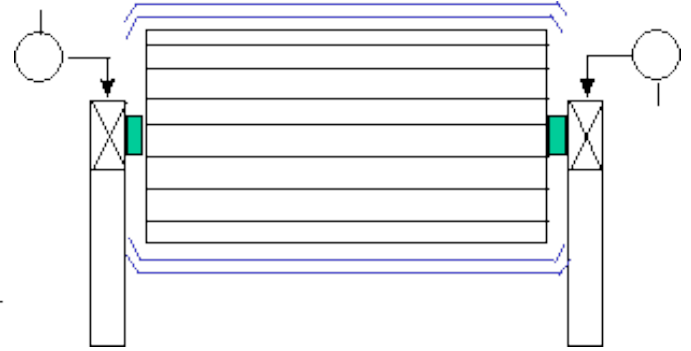
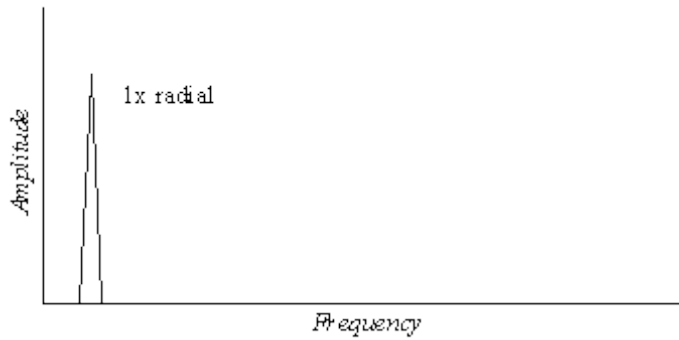


Sự mất cân bằng lực sẽ cùng pha và ổn định. Biên độ rung do sự mất cân bằng sẽ tăng bằng bình phương tốc độ (nếu rung tại tần số 3X thì biên độ rung động cao hơn 9 lần). Biên độ rung tại tần số 1x RPM luôn luôn hiện diện và thường cao nhất trong biểu đồ dạng phổ. Có thể được sửa chữa bằng cách chỉ đặt một khối nặng cân bằng tại một mặt phẳng ở trọng tâm của Rôto.

❖ Sự mất cân bằng ngẫu lực (couple unbalance)

Biểu đồ dạng phổ tiêu biểu

Quan hệ về pha



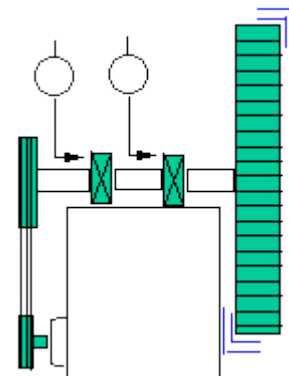
Rung động có sự lệch pha 180° trên cùng một trục. Rung động tần số 1x luôn hiện diện thông thường cao nhất trong biểu đồ phổ. Biên độ thay đổi với bình phương tốc độ gia tăng. Có thể rung cao theo cả hai phương dọc trục và hướng kính. Khi hiệu chỉnh đòi hỏi phải đặt khối nặng cân bằng tại ít nhất 2 mặt phẳng. Lưu ý rằng nên duy trì sự lệch pha xấp xỉ 180° giữa gô trong và ngoài (theo cả hai phương đo dọc trục và hướng kính).

❖ Sự mất cân bằng ở Rotor công xôn

Biểu đồ dạng phổ tiêu biểu



Quan hệ về pha



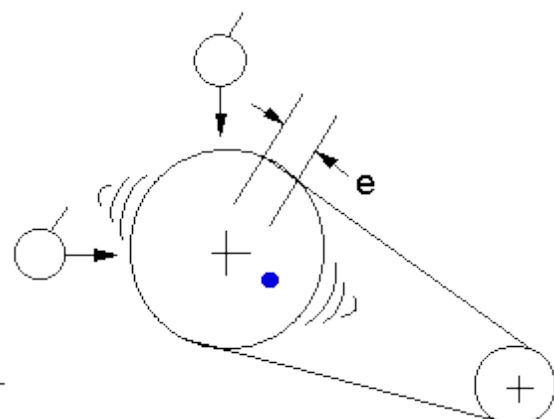
Sự mất cân bằng ở Rotor công xôn gây ra rung động cao tại tần số 1X ở cả hai phương hướng kính và dọc trục. Số đo dọc trục có thể không ổn định. Rotor công xôn thường có sự mất cân bằng lực và ngẫu lực, vì vậy cần loại trừ hai nguyên nhân này.

❖ Rotor bị lệch tâm

Biểu đồ dạng phổ tiêu biểu

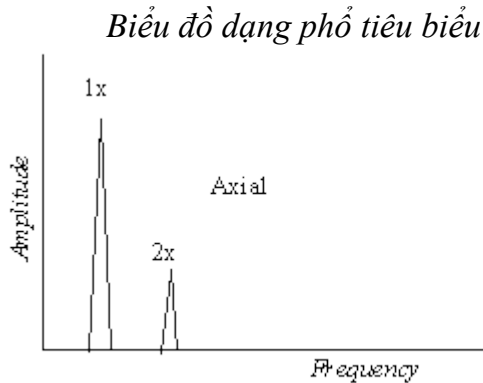


Quan hệ về pha

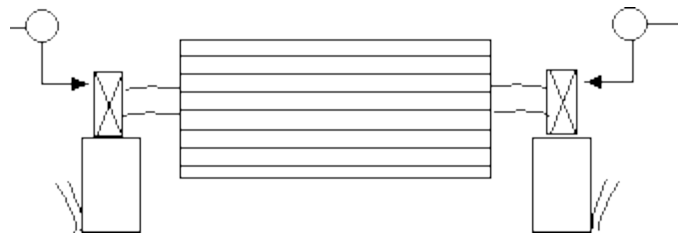


Sự lệch tâm xảy ra khi tâm quay lệch khỏi đường tâm hình học của một puli, bánh răng, gối đỡ, phần ứng motor, v.v.... Rung động lớn nhất tại tần số 1X của thành phần lệch tâm theo chiều vuông góc với hai đường tâm rotor. So sánh pha của số đo theo phương ngang và dọc trục thường lệch nhau 0° hoặc 180° . Nếu cố gắng cân bằng động lại cho một rotor lệch tâm sẽ giúp giảm rung động theo 1 chiều nhưng sẽ làm gia tăng độ rung theo một chiều hướng kính (phụ thuộc vào lượng lệch tâm).

❖ Cong trục - Bent Shaft



Mối quan hệ về pha

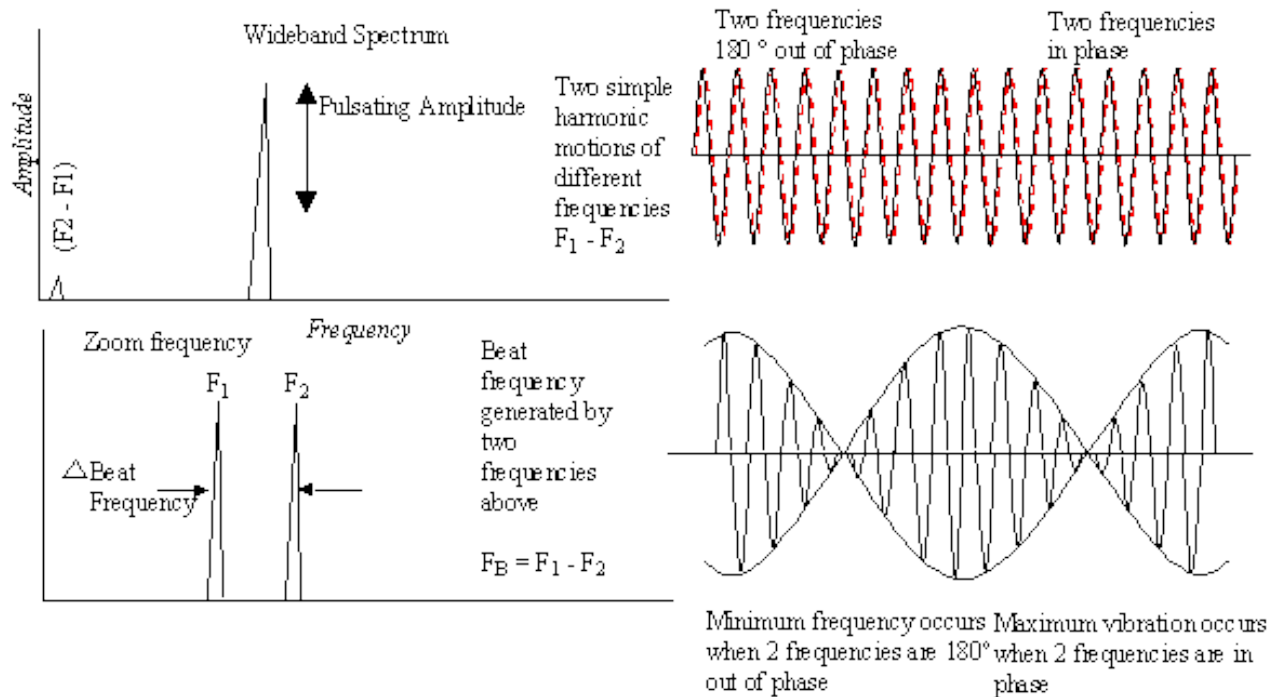


Vấn đề cong trục gây ra rung cao theo phương dọc trục với lượng lệch pha khoảng 180° trên cùng một bộ phận máy. Rung cao thường ở tần số 1X nếu vị trí cong gần tâm trục, nhưng nếu cong gần khớp nối thì rung cao ở tần số 2X. (Cẩn thận khi tính toán đối với phương của của cảm biến đo khi đo dọc trục nếu đặt ngược chiều đầu dò đo).

Các trường hợp rung động tần số biến thiên (Beat Vibration)

❖ Rung động do cộng hưởng

Biểu đồ dạng phổ tiêu biểu

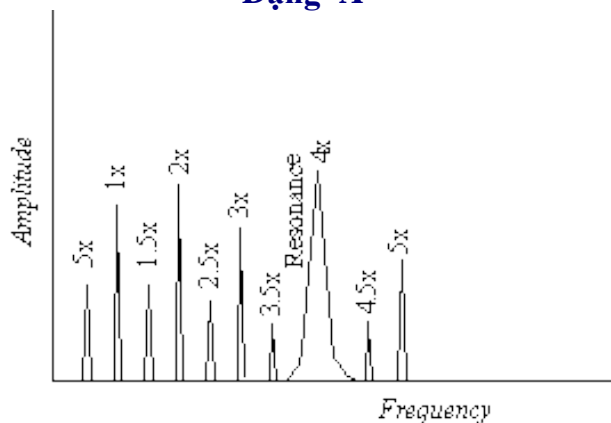


Một Tần số biến thiên là kết quả của hai tần số gần nhau đi vào và ra khỏi sự đồng bộ hóa với nhau. Dải Phổ thông thường sẽ hiển thị một đỉnh có xung lên và xuống. Khi bạn phóng to vào đỉnh này (quang phổ dưới), nó thực sự cho thấy hai đỉnh gần nhau. Sự khác biệt ở hai đỉnh này ($F_2 - F_1$) là tần số biến thiên mà chính nó xuất hiện trong dải phổ tần số. Tần số biến thiên không thường thấy trong các phép đo có mức giới hạn tần số bình thường vì nó vốn đã tần số thấp. Thông thường, giới hạn tần số từ khoảng 5-100 CPM.

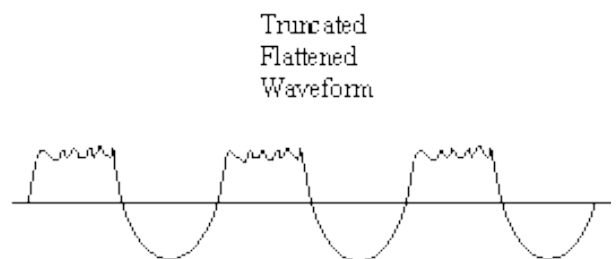
Rung động max sẽ cho kết quả khi biểu đồ dạng sóng của một tần số (F_1) trung pha với tần số khác (F_2). Rung động min xảy ra khi sóng của hai tần số lệch pha 180° .

❖ Rotor bị chà xát

Biểu đồ dạng phổ tiêu biểu Dạng 'A'



Quan hệ về pha



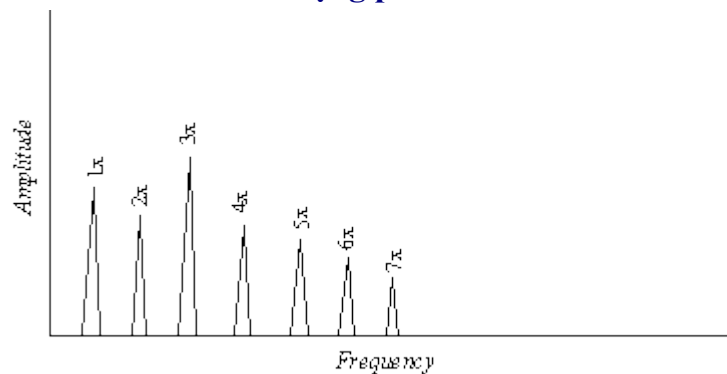
Rotor bị chà xát tạo ra phổ tần số tương tự như lỏng cơ khí khi các bộ phận quay cọ xát với các bộ phận tĩnh. Sự cọ xát có thể từng điểm hoặc cả vòng quay. Thông thường

tạo ra một loạt các tần số, thường kích thích một hoặc nhiều tần số cộng hưởng. Thông thường kích thích phần số nguyên tần số hòa âm dưới của tốc độ quay ($1/2, 1/3, 1/4, 1/5, \dots, 1/n$), tùy thuộc vào vị trí của tần số tự nhiên rotor. Rotor bị chà xát có thể kích thích nhiều tần số cao hơn. Nó có thể rất nghiêm trọng và trong thời gian ngắn có thể gây ra tiếp xúc trực với bề mặt bạc babit, nhưng ít nghiêm trọng hơn khi trực cọ xát với bộ phận làm kín, một cánh khuấy cọ thành bồn, hoặc nắp bao che khớp nối cọ với trục.

Rung động đối với loại bạc trượt (Sleeve Bearing)

Các vấn đề do mài mòn hoặc khe hở

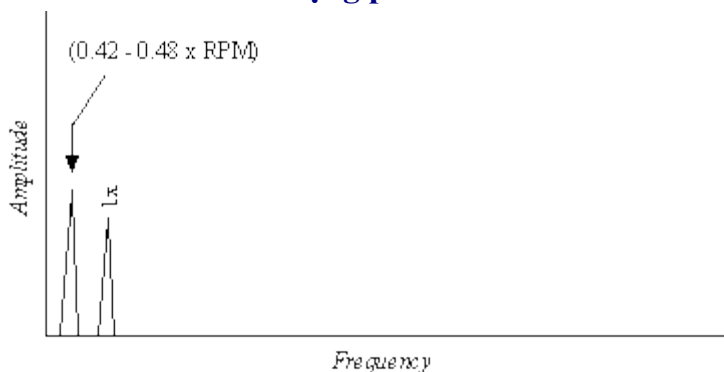
Biểu đồ dạng phổ tiêu biểu



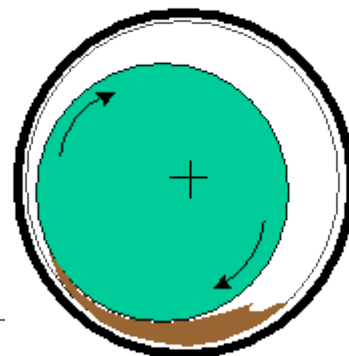
Sau giai đoạn bạc trượt bị mòn thường cho thấy bằng sự hiện diện của toàn bộ dãy tần số sóng hài theo tốc độ quay (lên đến 10 hoặc 20). Bạc trượt thường cho phép biên độ phương đứng cao so với phương ngang. Khe hở bạc trượt quá lớn có thể gây ra sự mất cân bằng nhỏ và / hoặc sự lệch tâm sẽ gây ra rung động cao, rung sẽ thấp hơn nếu khe hở nằm trong tiêu chuẩn.

Hiện tượng màng dầu xoáy cuộn không ổn định (Oil Whirl)

Biểu đồ dạng phổ tiêu biểu



Shaft Diagram



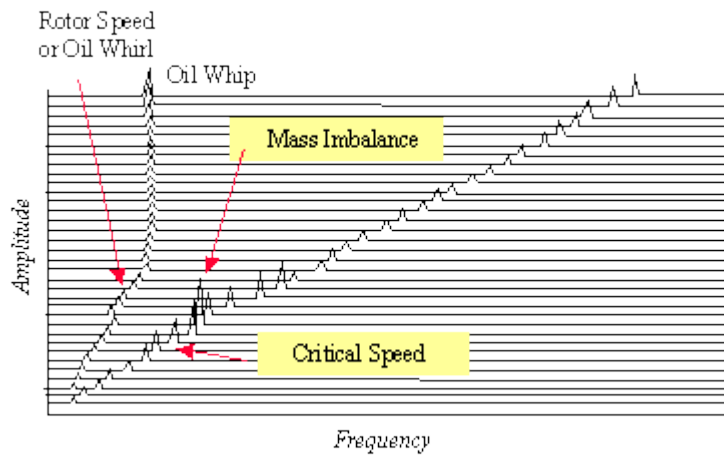
Hiện tượng này xảy ra ở tần số $0.42 - 0.48 \times \text{RPM}$ và thường khá dữ dội. Cần lưu ý nếu biên độ rung vượt quá 50% khe hở bạc. Oil whirl là hiện tượng màng dầu bị dao động do kích thích do sự vận hành nằm ngoài điều kiện vận hành bình thường (góc độ và tỉ số lệch tâm) gây ra nêm dầu đẩy trực lăn xoay trong ổ bạc. Lực không ổn định theo chiều quay gây ra sự xoáy cuộn. Hiện tượng này vốn sẵn không ổn định một khi

nó làm tăng lực ly tâm mà làm tăng lực xoáy cuộn. Khi đó làm cho dầu mất đi khả năng nâng trục hoặc mất sự ổn định khi tần số xoáy cuộn trùng với tần số tự nhiên của rô to. Sự thay đổi độ nhớt hay áp suất và dự ứng lực bên ngoài có thể ảnh hưởng tới vấn đề này.

❖ Hiện tượng Oil Whip

Biểu đồ dạng phổ tiêu biểu

Một biểu đồ các dải phổ rung động cho thấy Oil Whirl chuyển thành Oil Whip khi tốc độ trục đạt hai lần tốc độ cộng hưởng.

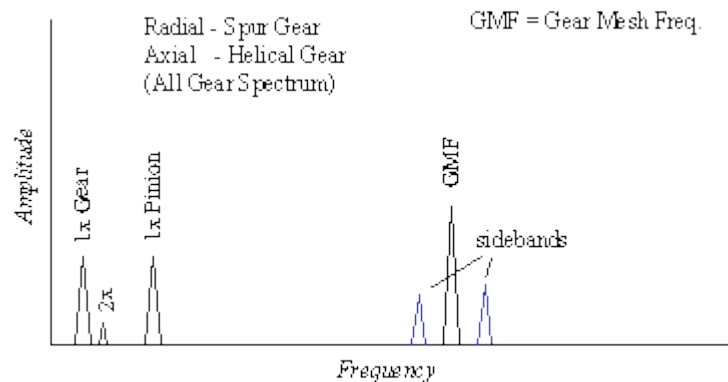


Oil Whip có thể xảy ra khi một máy vận hành tại hoặc trên tần số cộng hưởng 2X của rô to. Khi đó, hiện tượng xoáy cuộn sẽ chuyển sang hiện tượng whip và có thể gây ra rung quá mức và nêm dầu mất đi khả năng nâng đỡ trục.

Các hư hỏng ở bánh răng

❖ Biểu đồ phổ bánh răng bình thường

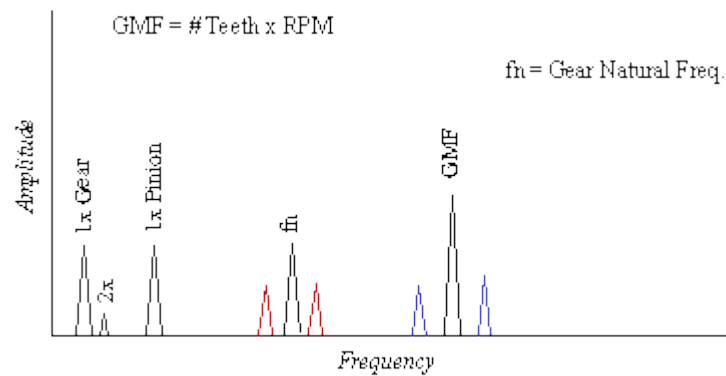
Biểu đồ dạng phổ tiêu biểu



Biểu đồ phổ bình thường cho thấy hiện diện tần số rung 1x and 2x RPM, cùng với tần số Gear Mesh (GMF). GMF thường sẽ có tần số dải biên ở xung quanh nó liên quan tới tốc độ trục lắp bánh răng.

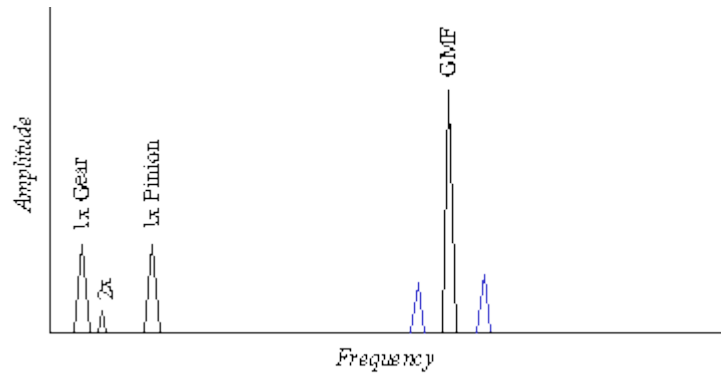
❖ **Mài mòn các răng của bánh răng**

Biểu đồ dạng phổ tiêu biểu



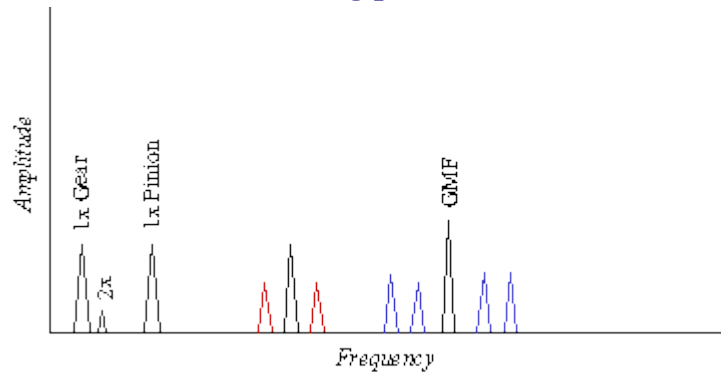
❖ **Tải tác động trên răng**

Biểu đồ dạng phổ tiêu biểu



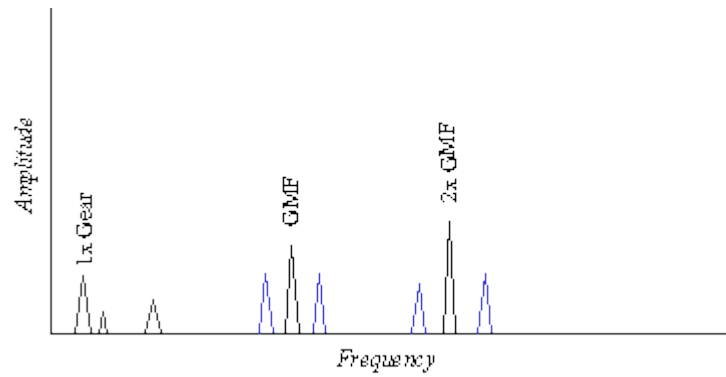
❖ **Sự lệch tâm và độ rơ của bánh răng**

Biểu đồ dạng phổ tiêu biểu



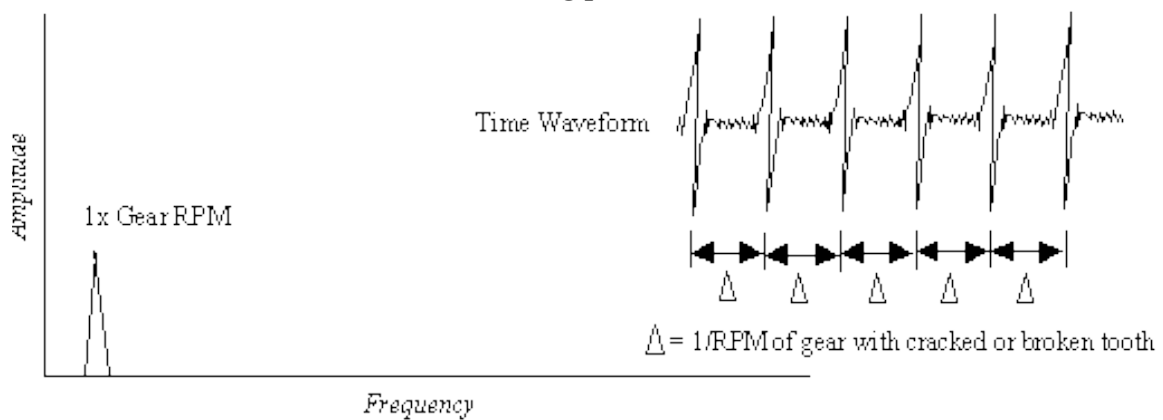
❖ **Cặp bánh răng lệch tâm**

Biểu đồ dạng phổ tiêu biểu



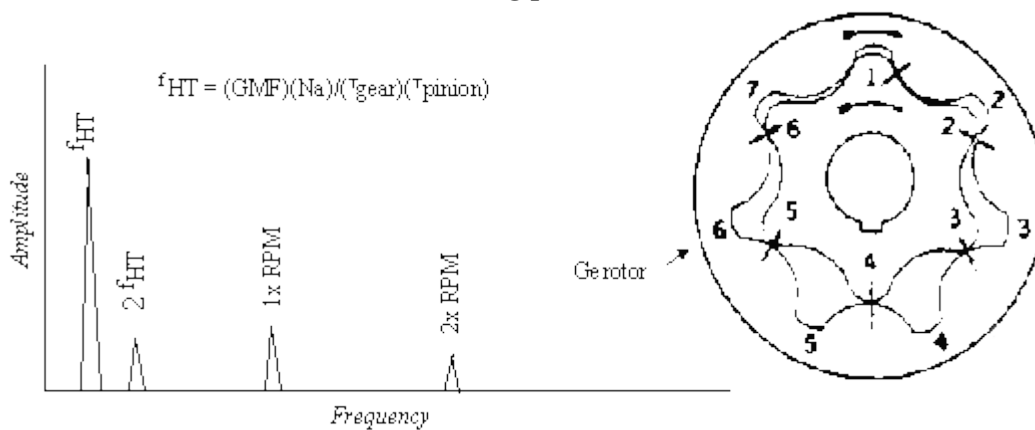
❖ Răng bị nứt hay vỡ

Biểu đồ dạng phổ tiêu biểu



❖ Các vấn đề dao động của răng

Biểu đồ dạng phổ tiêu biểu

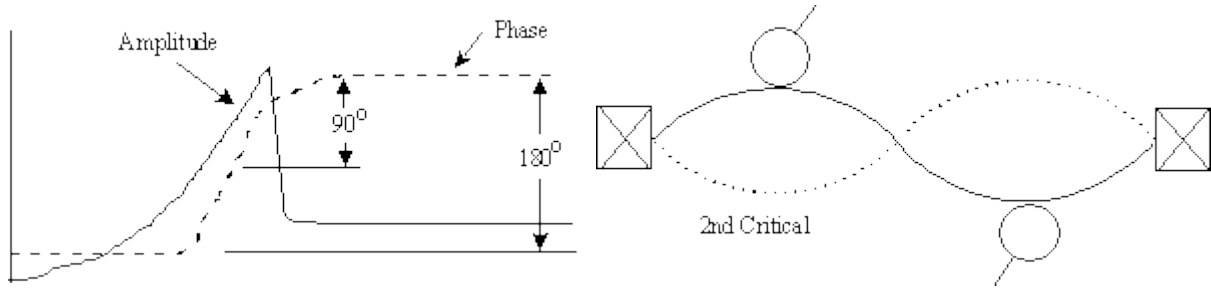


Hiện tượng cộng hưởng

❖ Cộng hưởng

Biểu đồ dạng phổ tiêu biểu

Quan hệ về pha

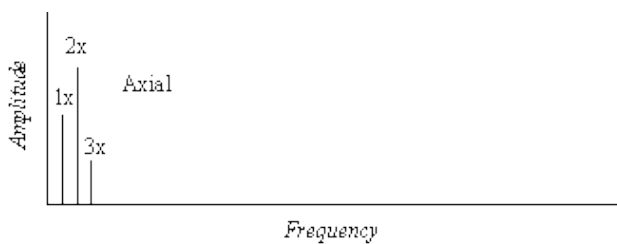


Cộng hưởng xảy ra khi một tần số lực trùng với tần số tự nhiên của một hệ thống, và có thể gây ra sự khuếch đại biên độ mà có thể dẫn đến hư hỏng sớm hoặc phá hủy đột ngột. Đây có thể là tần số tự nhiên của rô to nhưng thường có thể bắt nguồn từ một bộ máy, nền móng, hộp số hoặc thậm chí dây đai. Nếu một rotor ở tại hoặc gần với tần số cộng hưởng, nó sẽ hầu như không thể cân bằng do sự dịch chuyển pha khi nó đi qua tốc độ cộng hưởng (góc pha 90° ở tốc độ cộng hưởng; góc pha gần 180° khi nó đi qua khỏi). Thường đòi hỏi phải thay đổi tần số tự nhiên. Tần số tự nhiên không thay đổi với một sự thay đổi về tốc độ, điều này sẽ giúp tạo điều kiện xác định của chúng.

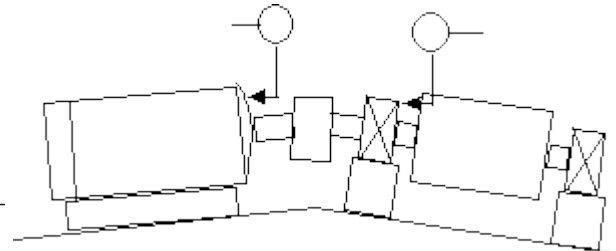
❖ Mất đồng tâm trục

Sự lệch góc

Biểu đồ dạng phổ tiêu biểu



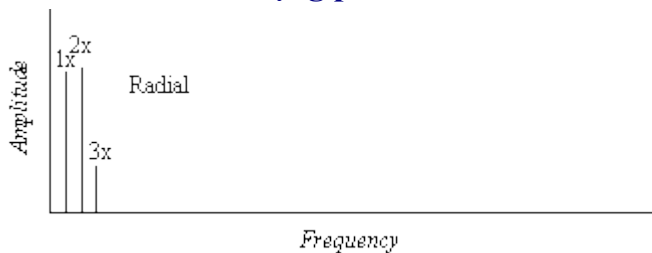
Quan hệ về pha



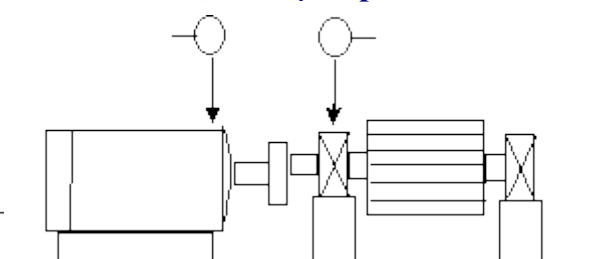
Sự lệch góc chi tiết được biểu hiện bởi sự rung động cao theo phương hướng trục, lệch pha 180° ở hai vị trí đo như hình vẽ. Thông thường sẽ có độ rung cao theo phương hướng trục ở cả 1x và 2x RPM. Tuy nhiên, cũng có lúc bất thường biên độ cao hơn hẳn tại tần số 1x, 2x hay 3x. Những triệu chứng này cũng có thể cho biết có vấn đề với khớp nối.

❖ Lệch theo phương song song với đường chuẩn

Biểu đồ dạng phổ tiêu biểu



Quan hệ về pha

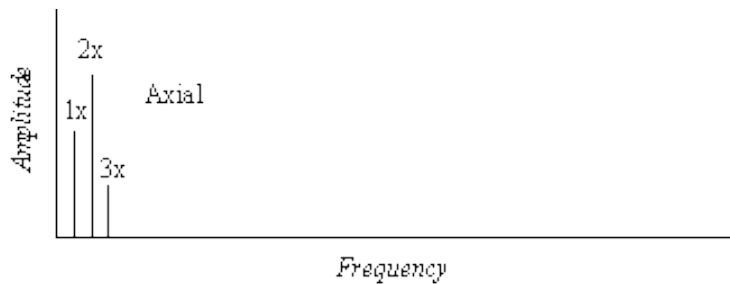


Lệch theo phương song song với đường chuẩn có triệu chứng rung động tương tự như sai lệch góc, nhưng là rung động hướng kính cao, lệch pha 180° ở 2 vị trí đo như hình

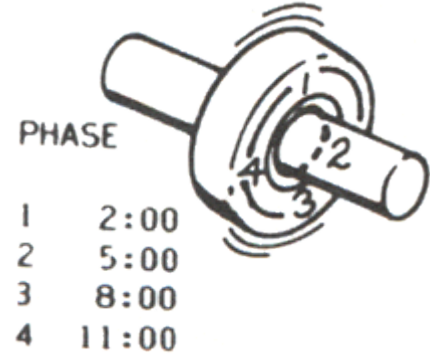
trên. 2x thường lớn hơn 1x, nhưng chiều cao của nó so với 1x thường được quyết định bởi loại khớp nối và kết cấu. Khi có lệch góc hoặc lệch hướng kính trở nên khắc nghiệt, nó có thể tạo ra các đỉnh biên độ cao ở các sóng hài nhiều hơn (4x - 8x) hoặc thậm chí một một dải sóng hài tần số cao tương tự như tình trạng rung do lỏng cơ học. Kết cấu khớp nối sẽ thường ảnh hưởng rất nhiều đến hình dạng của biểu đồ phổ khi lệch tâm nghiêm trọng.

❖ Vòng bi không thẳng hàng

Biểu đồ dạng phổ tiêu biểu



Quan hệ về pha

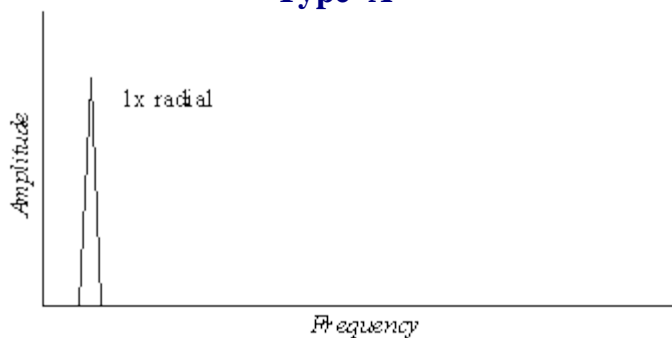


Khi các vòng bi không thẳng hàng sẽ tạo ra rung động phương hướng trục đáng kể. Sẽ gây ra chuyển động xoắn với khoảng góc pha 180 ° chuyển đổi từ trên xuống dưới hoặc hai bên được đo theo hướng trục của cùng một gối đỡ. Những nỗ lực cân chỉnh đồng tâm khớp nối hoặc cân bằng rotor cũng không giảm bớt được vấn đề này. Vòng bi phải được tháo ra và lắp ráp lại chính xác.

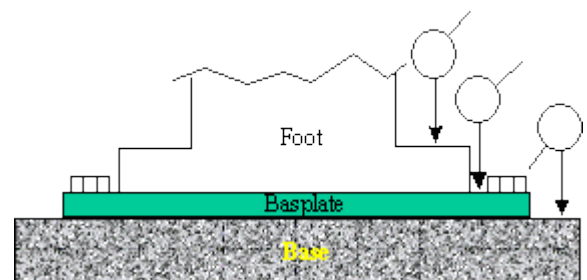
Sự lỏng các chi tiết cơ khí

❖ Sự lỏng cơ học

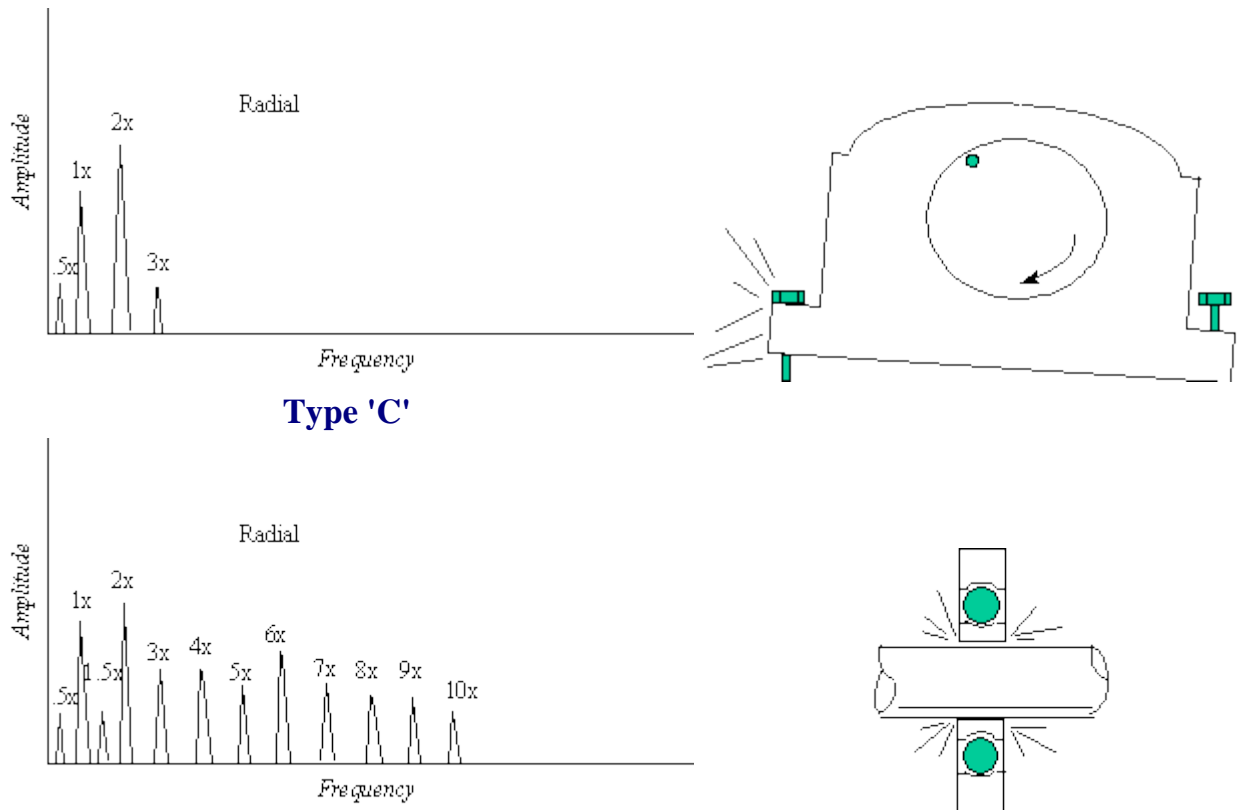
Biểu đồ dạng phổ tiêu biểu Type 'A'



Quan hệ về pha



Type 'B'



Sự lỏng cơ khí cho thấy qua biểu đồ phổ loại A, B hoặc C.

Loại 'A' là do lỏng kết cấu, sự yếu của các chân máy hay bộ máy hoặc phẩm chất xấu của vữa xi măng, lỏng bu lông giữ ở chân và biến dạng của khung máy hay bộ máy (tức là chân kênh). Phân tích pha có thể cho thấy lệch pha khoảng 180° giữa các vị trí đo theo phương đứng trên chân máy và bộ máy.

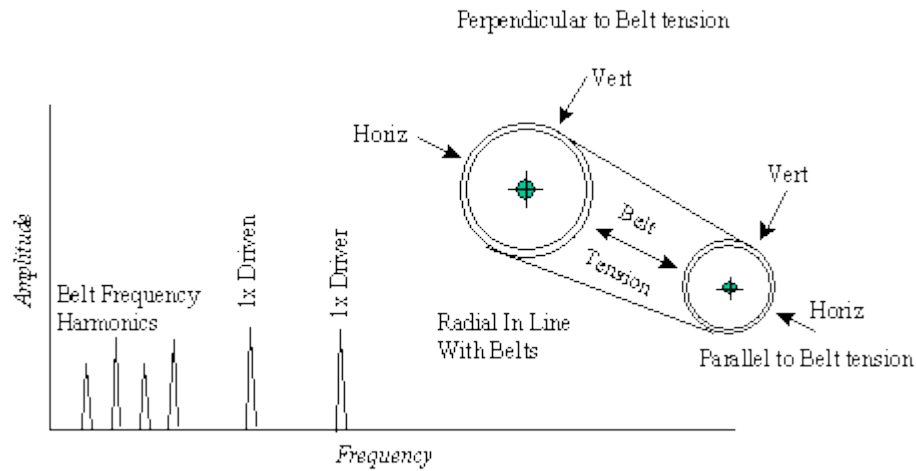
Loại 'B' thường gây ra bởi bu lông gối đỡ lỏng, vết nứt trong cơ cấu khung hoặc bộ gối.

Loại 'C' là bình thường được gây ra bởi chế độ lắp ghép không phù giữa các bộ phận khi đó sẽ gây ra nhiều sóng hài do đáp ứng không tuyến tính của các chi tiết lỏng tạo ra các lực động học từ rô to. Loại 'C' thường được gây ra bởi hở lưng gối bạc đỡ, khe hở quá lớn trong một ổ bạc trượt hoặc ổ lăn hoặc lỏng bánh công tác với trục. Pha ở loại C thường không ổn định và rất khác nhau giữa các lần đo, đặc biệt nếu thay đổi vị trí đo trên trục ở lần khởi động kế tiếp. Lỏng cơ khí thường có tính định hướng cao và có thể gây ra số đo khác nhau đáng chú ý nếu bạn so sánh các số đo ở các lần thay đổi góc đo 30° lần lượt theo hướng kính vòng tròn xung quanh một gối đỡ. Cũng lưu ý rằng chùng thường sẽ gây sóng hài bậc lẻ tại $1/2x$ rpm hoặc $1/3$ rpm ($0,5x$, $1,5x$, $2,5x$, v.v...)

Các hư hỏng ở dây đai truyền động

Dây đai mòn, lỏng hoặc không thẳng hàng

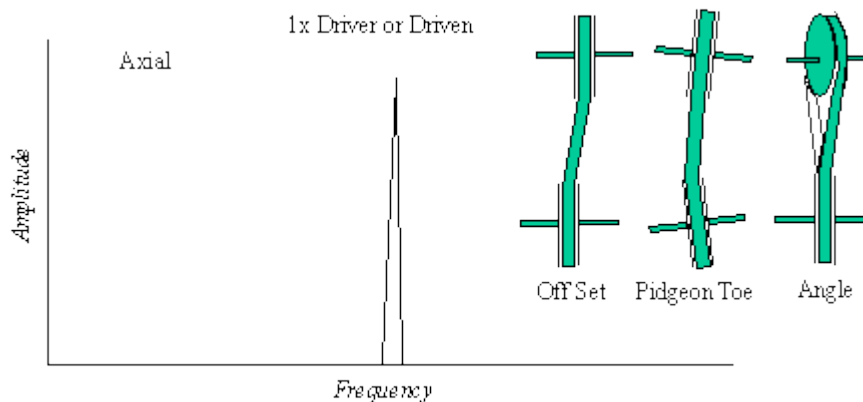
Biểu đồ dạng phổ tiêu biểu



Các tần số dây đai là dưới RPM của động cơ điện hoặc máy dẫn động. Khi đai mòn, lỏng hoặc không ăn khớp, nó thường gây ra 3-4 lần tần số dây đai. Thông thường tần số đai 2x là đỉnh cao hơn cả. Biên độ thường không ổn định, đôi khi tạo xung với tốc độ quay của máy dẫn động hoặc máy được dẫn động. Đối với đai dẫn động trực cam, sự mài mòn hoặc puli không thẳng hàng, biên độ sẽ cao tại tần số đai.

Puli hoặc dây đai không thẳng hàng

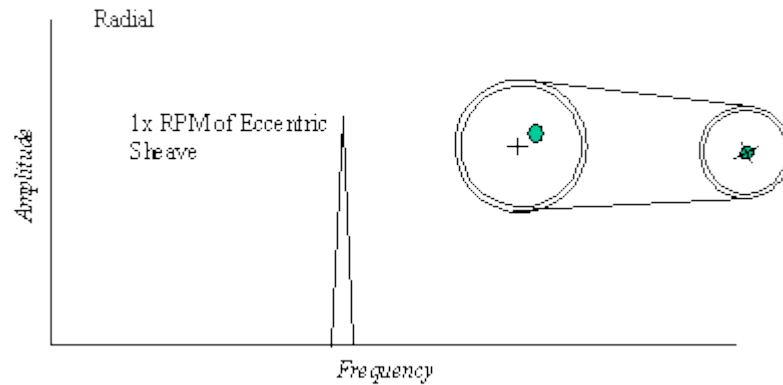
Biểu đồ dạng phổ tiêu biểu



Sự không thẳng hàng của hai puli tạo độ rung cao tại 1x RPM, rung chủ yếu theo chiều hướng trục. Tỷ lệ biên độ của máy dẫn động tới máy được dẫn phụ thuộc vào nơi lấy dữ liệu cũng như sự liên hệ giữa khối lượng và độ cứng bộ máy. Thông thường với puli không thẳng hàng, rung động theo phương dọc trục sẽ cao nhất.

Puli lệch tâm

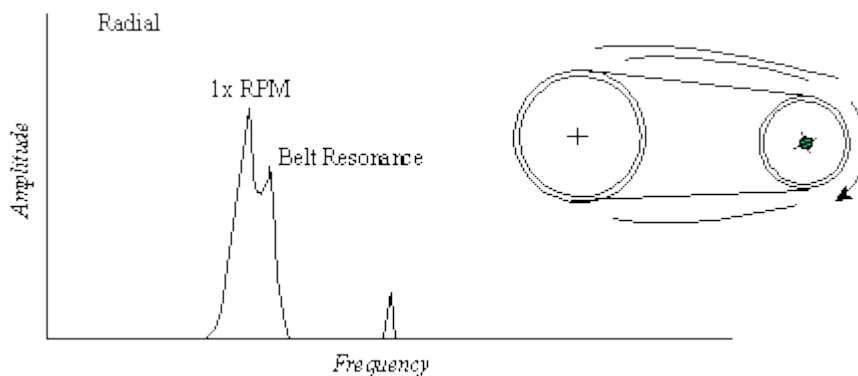
Biểu đồ dạng phổ tiêu biểu



Puli lệch tâm hoặc không cân bằng gây ra rung động cao tại 1x RPM. Biên độ rung bình thường cao nhất ngay tại vị trí đai, và cả vị trí gối đỡ phía dẫn và không dẫn động. Có thể cân bằng puli lệch tâm bằng cách gắn 1 con long đền lên bu lông khóa ren. Tuy nhiên, ngay cả khi đã cân bằng, lệch tâm của puli vẫn sẽ gây ra rung động và gây ứng suất phá hủy môi cho đai.

Hiện tượng cộng hưởng dây đai

Biểu đồ dạng phổ tiêu biểu

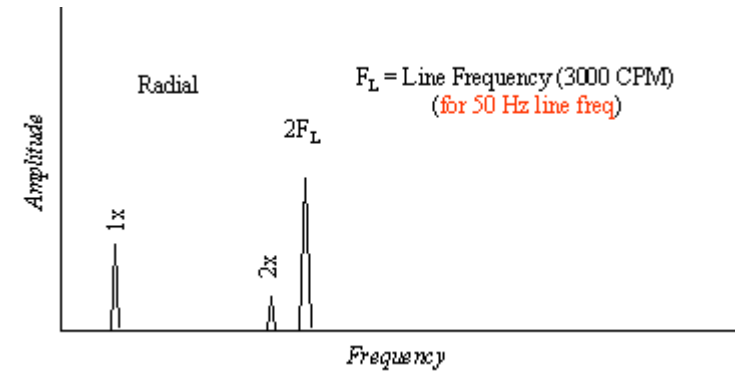


Cộng hưởng dây đai có thể gây ra biên độ cao nếu tần số dây đai tự nhiên nên xảy ra gần với hoặc trùng với tốc độ động cơ điện hoặc máy dẫn động. Tần số tự nhiên dây đai có thể thay đổi được bằng cách thay đổi sức căng đai hoặc có chiều dài đai. Có thể phát hiện sức căng quá mức và xả bớt trong lúc đo ứng lực trên puli hoặc vòng bi.

Hư hỏng về điện

❖ Stator lệch tâm, lõi thép stato bị lỏng hoặc bị ngắn mạch

Biểu đồ dạng phổ tiêu biểu



Các hư hỏng của Stator tạo ra rung động cao tần số $2x$ tần số lưới ($2F_L$). Stator lệch tâm sẽ làm khe hở không khí không đồng đều rotor và Stator mà tạo ra rung động định hướng. Khe hở không khí chênh lệch không được vượt quá 5% đối với động cơ cảm ứng và 10% cho các động cơ đồng bộ. Chân bộ máy kênh và biến dạng có thể gây ra Stator không đồng tâm. Các lá thép Stator ngắn mạch gây không đồng đều, gia nhiệt cục bộ có thể phát triển theo thời gian hoạt động.

❖ Khe hở không khí không đồng tâm

Biểu đồ dạng phổ tiêu biểu

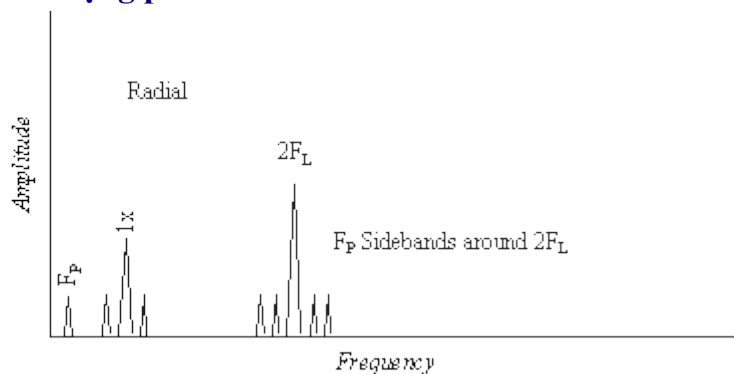
$F_L = \text{Electrical Line Frequency}$

$N_s = \text{Synch Speed} = 20F_L/P$

$F_s = \text{Slip Freq} = N_s - \text{RPM}$

$F_p = \text{Pole Pass Freq} = F_s * P$

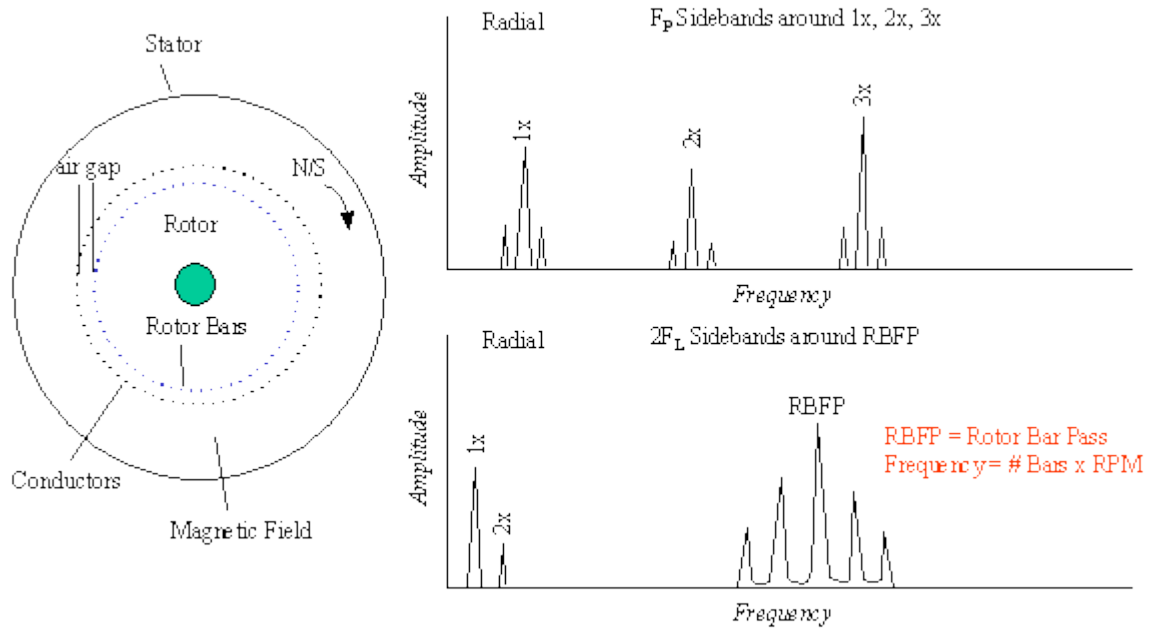
$P = \text{Number of Poles}$



Rotor lệch tâm tạo ra một khe hở không khí giữa rotor và Stator biến thiên sẽ tạo ra xung rung động (thông thường giữa ($2F_L$) và gần với tốc độ hài hòa). Rotor lệch tâm tạo ra ($2F_L$) bao quanh bởi các tần số cực Pole Pass frequency (F_p) cũng như tần số biên F_p sidebands khoảng tốc độ chạy F_p xuất hiện bản thân ở tần số thấp (Pole Pass frequency = Tần số trượt x # Poles). Các giá trị phổ biến của F_p dao động từ khoảng 20-120 CPM (0,30-2,0 Hz)

❖ Rotor hư hỏng

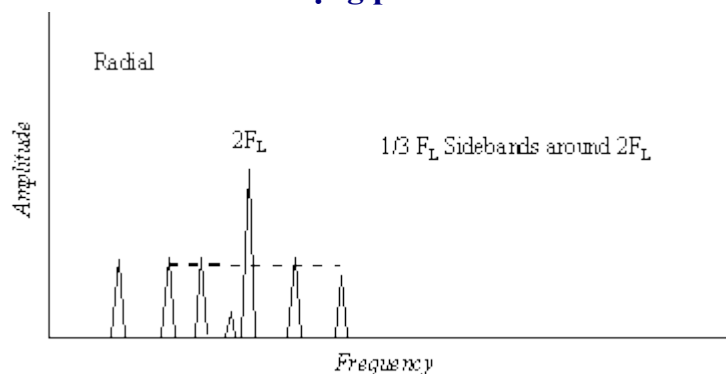
Biểu đồ dạng phổ tiêu biểu



Thanh dẫn rotor bị nứt vỡ hoặc vòng bị ngắn mạch, kết nối không tốt giữa các thanh dẫn và các lá thép, hoặc các lá thép kỹ thuật của rotor bị ngắn mạch sẽ tạo ra rung động tại tần số 1x với dải tần số biên là tần số cực (FP). Ngoài ra, nứt các thanh dẫn rotor thường sẽ tạo ra F_p sidebands xung quanh, các sóng hài tần số 3X, 4X và 5X. Lồng thanh dẫn rotor khi xuất hiện tần số 2x tần số lưới (2F_L) xung quanh tần số thanh dẫn rotor (Rotor Bar Pass Frequency RBPF) hoặc các sóng hài của nó (RBPF = Số lượng các thanh dẫn x RPM). Thông thường sẽ gây ra mức độ cao tại 2x RBPF với biên độ nhỏ ở 1x RBPF.

Các vấn đề về pha

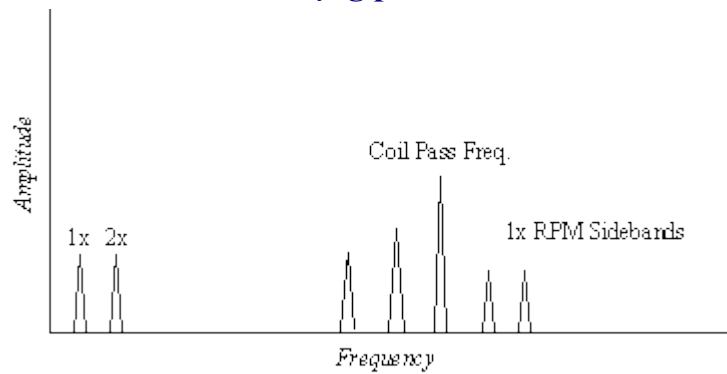
Biểu đồ dạng phổ tiêu biểu



Hư hỏng về pha do mất kết nối đứt hoặc bị hỏng có thể gây ra rung động quá mức ở tần số lưới 2x (2F_L) sẽ có tần số biên xung quanh nó ở 1/3 tần số lưới (1/3 F_L). Mức rung động tại (2F_L) có thể vượt quá 25 mm / s (1in / s). Điều này sẽ gây ra hư hỏng nếu lỗi kết nối chỉ thỉnh thoảng xảy ra và không định kỳ.

Động cơ điện đồng bộ

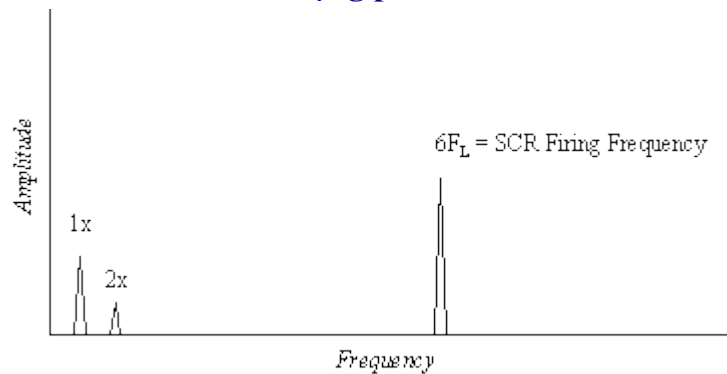
Biểu đồ dạng phổ tiêu biểu



Lỗi cuộn dây Stator trong động cơ đồng bộ sẽ tạo ra rung động khá cao tại tần số Coil Pass (CPF) bằng số lượng các cuộn dây Stator x RPM (# cuộn dây Stator = số cực x # cuộn dây/ số cực). Tần số CPF sẽ được bao quanh bởi dải tần số biên 1x RPM.

Các hư hỏng của động cơ điện một chiều

Biểu đồ dạng phổ tiêu biểu



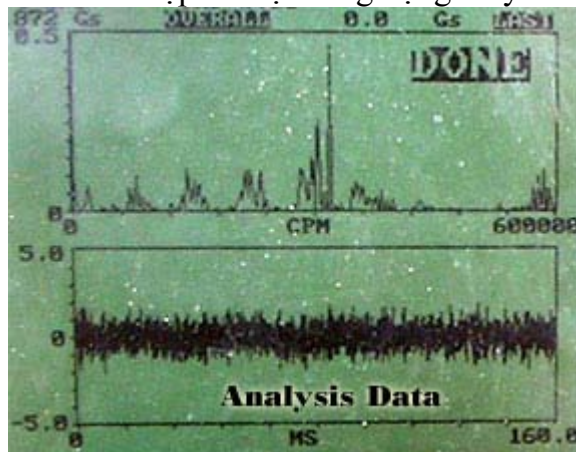
Hư hỏng ở động cơ DC có thể được phát hiện khi biên độ rung cao động cao hơn biên độ bình thường như Tần số cháy của bộ chỉnh lưu bán dẫn SCR (Silicon Controlled Rectifiers) ($6F_L$) và sóng hài. Những hư hỏng này bao gồm các cuộn dây từ trường bị hỏng, SCR hư và kết nối lỏng lẻo. Các vấn đề khác bao gồm cả cầu chì lỏng hay bị nổ và card điều khiển bị ngắn mạch có thể gây ra biên độ đỉnh cao ở 1x đến 5x tần số lưới từ (3.600 - 18.000 CPM).

PHỤ LỤC 1: KẾT HỢP PHÂN TÍCH RUNG ĐỘNG VÀ PHÂN TÍCH DẦU TRONG CHƯƠNG TRÌNH BẢO TRÌ DỰA TRÊN TÌNH TRẠNG THIẾT BỊ

Lâu nay người ta đã nhận ra rằng, bảo trì dựa trên tình trạng thiết bị (condition-based maintenance) là phương pháp mang lại hiệu quả nhất, nhất là hiệu quả về chi phí, trong việc tối đa tuổi thọ của các máy công nghiệp. Phân tích rung động và phân tích mảnh vụn kim loại do mài mòn lẫn trong dầu bôi trơn là hai thành phần chủ yếu của bất cứ chương trình theo dõi tình trạng thiết bị thành công và có thể được sử dụng như là công cụ bảo trì dự đoán và bảo trì tiên phong để xác định sự mài mòn và chẩn đoán các hư hỏng xảy ra bên trong máy. Khi các kỹ thuật này được tiến hành độc lập thì chỉ một phần trong các lỗi hư hỏng của máy được chẩn đoán. Tuy nhiên các kinh nghiệm thực tế đã chỉ ra rằng sự kết hợp của hai kỹ thuật này lại trong một chương trình theo dõi tình trạng thiết bị sẽ cung cấp các lượng thông tin lớn hơn và đáng tin cậy hơn, mang lại lợi ích đáng kể về kinh tế cho sản xuất công nghiệp.

Phân tích rung động nói riêng đang ngày càng trở thành phổ biến như là một quy trình bảo trì dự đoán và như là một công cụ hỗ trợ ra các quyết định bảo trì máy. Như là một quy tắc chung, máy khi hư hỏng sẽ có các dạng cảnh báo mà cho thấy bởi một mức rung động tăng cao. Bằng việc đo và phân tích rung động máy, có thể xác định được cách thức và mức độ hư hỏng và từ đó có thể dự đoán các hư hỏng của máy. Tín hiệu rung động tổng overall từ một máy được tổng hợp từ nhiều thành phần và kết cấu máy được kết nối với nhau. Tuy nhiên các hư hỏng máy tạo ra đặc tính rung động ở các tần số khác nhau mà có liên hệ đến các tình trạng hư hỏng xác định. Bằng việc phân tích biểu đồ dạng phổ spectrum và biểu đồ quan hệ của tần số theo thời gian và sử dụng các kỹ thuật xử lý tín hiệu thì có thể xác định được các tần số khi hư hỏng và tần số tự nhiên hay tần số riêng của các thành phần kết cấu máy khác nhau.

Thu thập dữ liệu rung động máy



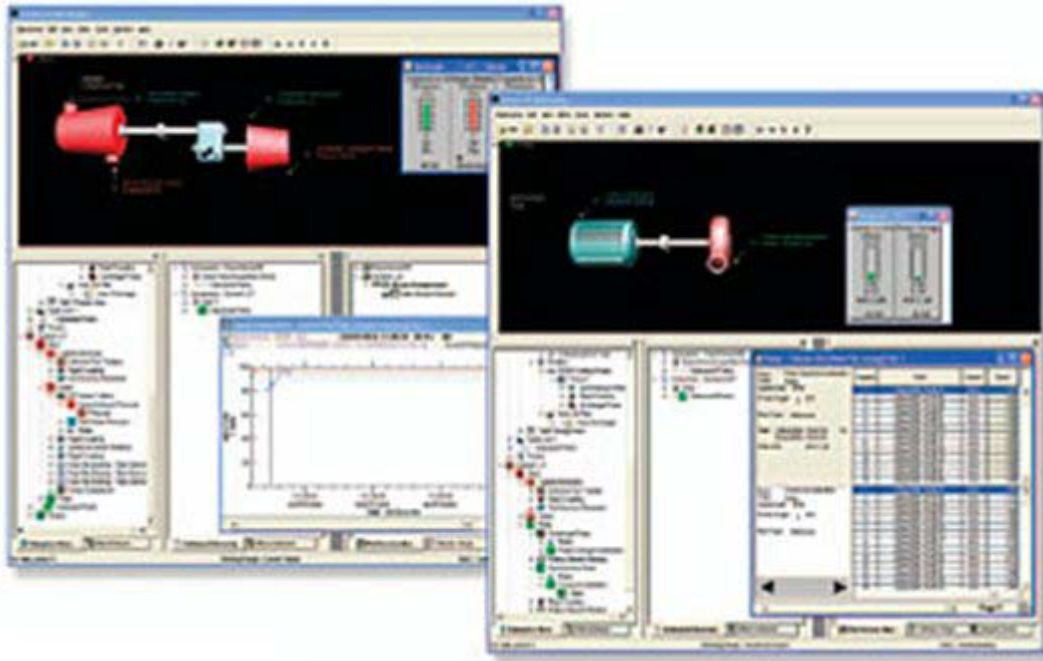
Biểu đồ rung động dạng phổ spectrum và dạng sóng waveform hữu ích trong chẩn đoán hư hỏng máy

So với phân tích rung động, phân tích dầu và hạt bẩn có những thuận lợi đáng kể khi mà nó cung cấp trực tiếp và sớm các thông tin về các kiểu mài mòn và tình trạng của máy. Trên thực tế, nhiều trường hợp đã chứng minh phân tích dầu là một công cụ hàng đầu cho biết tình trạng mài mòn bên trong máy. Ngoài ra phân tích dầu có thuận lợi trong việc theo dõi tình trạng của các máy tốc độ thấp (dưới 5 vòng/phút), mà thường cho khó hoặc không thể áp dụng kỹ thuật phân tích rung động. Tuy nhiên, kỹ thuật

phân tích mảnh vụn kim loại do mài mòn trong dầu không thể hoàn toàn hiệu quả trong tất cả các kiểu hư hỏng của các cơ cấu cơ khí. Chính vì lý do đó mà cả hai kỹ thuật phân tích dầu và phân tích rung động đều cần thiết và là thành phần sống còn của một chương trình bảo trì hiệu quả.

Cả hai kỹ thuật phân tích hạt vụn kim loại trong chất bôi trơn và phân tích rung động được tổ hợp với nhau liên quan đến các yêu cầu phân tích của chúng và đòi hỏi của người có chuyên môn và kinh nghiệm. Các chuyên gia trong hai lĩnh vực phân tích này thường tách biệt thành hai mảng. Do đó sự kết hợp hiệu quả của hai kỹ thuật theo dõi tình trạng có thể là thách thức trong môi trường làm việc, đặc biệt là trong ngành công nghiệp như khoan thăm dò ngoài biển, khai thác mỏ và các ngành khác. Trong những năm gần đây, các nghiên cứu hướng tới mục tiêu này đã đang được tiến hành nhưng kết quả còn rất hạn chế. Tuy nhiên, những thuận lợi của sự cải tiến công nghệ, bao gồm kỹ thuật phân tích máy tính tiên bộ và trí tuệ nhân tạo đã tạo ra sự lạc quan về triển vọng của vượt qua khó khăn để phát triển một phương pháp thống nhất mới trong theo dõi tình trạng máy.

PHỤ LỤC 2: PHẦN MỀM QUẢN LÝ GIÁM SÁT MÁY SYSTEM1- GIẢI PHÁP QUẢN LÝ TÌNH TRẠNG MÁY QUAY



System 1 - Giải pháp cho quản lý giám sát cho các loại máy quay trọng yếu trong một nhà máy: turbine, máy phát, máy nén, bơm cấp nước lò hơi, bơm nước làm mát, v.v.

Hệ thống giám sát liên tục và bảo vệ thiết bị của Bently Nevada đã được cài đặt và sử dụng nhiều nhất trên thế giới, giải pháp giám sát và bảo vệ tối ưu của Bently Nevada đã trở thành một phần thiết yếu của chiến lược quản lý tài sản là các thiết bị quay quan trọng trong các nhà máy điện, dầu khí, hoá dầu, giàn khoan... như turbine, bơm cấp nước lò hơi, bơm cấp nước làm mát...

Bently Nevada đã mở đầu trong một ngành công nghiệp còn mới mẻ bằng thiết bị giám sát và bảo vệ thiết bị trực tuyến với sản phẩm được giới thiệu đầu tiên là máy thăm dò vào những năm đầu thập kỷ 60. Từ đó, Bently Nevada đã trở thành nhà tiên phong trong các ngành công nghiệp với việc mở rộng sản xuất những công cụ công nghệ cao, phần mềm và các dịch vụ khác nhằm cung cấp các thông tin về thiết bị và các tài sản khác để đảm bảo nhà máy hoạt động liên tục và hiệu quả.

Có thể nói rằng Bently Nevada không có đối thủ cạnh tranh về chất lượng và luôn được coi là hãng dẫn đầu không chỉ ở số lượng hệ thống bảo vệ thiết bị đã được thiết lập trên toàn thế giới mà còn trong tất cả các sản phẩm và dịch vụ khác. Những giải pháp của Bently Nevada luôn đem lại sự an toàn, hiệu quả, các thiết bị đáng tin cậy, và hơn thế Bently Nevada luôn làm hài lòng khách hàng với những lợi ích kinh tế mà họ mong muốn.

Là một thành viên của tập đoàn GE Power Systems, Bently Nevada đang nâng cao chất lượng phục vụ với việc thực hiện theo các phương pháp và công cụ "Six sigma" của GE.

Bently Nevada 3500 series- Hệ thống giám sát bảo vệ máy



Bently Nevada 3500 series - Là hệ thống giám sát bảo vệ cho các máy quay (là hệ thống phần cứng). Hệ thống bảo vệ 3500 - Hiện đang chiếm thị phần khoảng hơn 85% trên toàn thế giới và khoảng 98% tại thị trường Việt Nam trong hai ngành công nghiệp điện và dầu khí.

Các máy quay trọng yếu nhất trong nhà máy như máy nén khí, tuốc bin, máy phát điện... bắt buộc phải dùng hệ thống bảo vệ vì các máy này khi có sự cố sẽ ảnh hưởng nghiêm trọng nhất tới hoạt động của nhà máy. Thông qua hệ thống đầu dò độ rung gắn trên các máy quay để đo đầy đủ các thông số quan trọng nhất như: đo khoảng cách, đo gia tốc, đo áp suất, đo độ nhớt,...thì thông tin chuyển về hệ thống bảo vệ 3500 để giám sát tình trạng máy đạt được độ chuẩn xác cao nhất. Các thông số được cài đặt ban đầu chỉ ra rằng khi nào máy quay rung cao hoặc vượt quá mức cho phép để hệ thống đưa ra các cảnh báo hay thông qua Hệ Thống Điều Khiển Phân Tán -DCS của nhà máy để thực hiện lệnh dừng máy.

Lịch sử của hãng Bently Nevada

Bently Nevada là một tên dài tổ hợp của các dịch vụ và đo lường theo dõi tình trạng, đặc biệt là hầu hết các Sensors, hệ thống, các dịch vụ chẩn đoán và giám sát rung động các máy móc thiết bị . Các dịch vụ chủ yếu là dành cho việc đánh giá các tình trạng cơ khí của các các thiết bị máy móc được thường thấy trong các ngành công nghiệp như: dầu khí & sản xuất, chế biến hydrocarbon, máy phát điện, bột giấy & giấy, nước và xử lý nước thải, khai khoáng.

Bently Nevada đã được một tập đoàn tư nhân Hoa Kỳ thành lập và hoạt động từ giữa 1961 đến 2002, là thời gian mà họ đi tiên phong trong sản xuất cảm biến không tiếp xúc (hay cảm biến tiệm cận) bằng nguyên lý dòng điện xoáy (cảm ứng điện), một cảm biến mà tạo nên cuộc cách mạng hóa trong việc cho phép đo rung động ở tốc độ cao ở máy tuốcbin bằng cách cho phép các giám sát trực tiếp sự quay của rô-to. Công ty còn thực hiện nghiên cứu đáng kể trong lĩnh vực động lực rôto (rotordynamics), nghiên cứu sâu về các lỗi hư hỏng ở máy móc thiết bị như nứt trục và sự không ổn định dòng chất lỏng. Các nghiên cứu cũng giúp làm hiệu chỉnh các phương trình được sử dụng để mô tả các hành thái rung động trong hệ thống rotordynamic .

Công ty được mua lại bởi GE Energy vào tháng hai năm 2002, và tiếp tục thiết kế, sản xuất, và tiếp thị các sản phẩm và dịch vụ mà vẫn sử dụng tên Bently Nevada.

PHỤ LỤC 3: THIẾT BỊ PHÂN TÍCH TÌNH TRẠNG MÁY CSI 2130 CỦA EMERSON

Các phòng quản lý bảo trì ngày nay đòi hỏi phải ít nhân viên và ngân sách ít hơn so với trước đây. Với điều kiện ít người mà phải giải quyết công việc nhiều hơn, các nhân viên bảo trì không thể có sự cố gắng liên tục để đuổi theo các hư hỏng liên tiếp. Họ cần phải xác định nhanh chóng và chính xác các lỗi hư hỏng để tìm ra các nguyên nhân gốc rễ gây ra hư hỏng máy.

Một giải pháp công nghệ hiệu quả phải sử dụng đơn giản, giảm thời gian đào tạo và cung cấp các thông tin nhanh để ưu tiên các hoạt động bảo dưỡng. Emerson đã phát triển thiết bị phân tích sức khỏe của máy CIS 2130 đáp ứng yêu cầu này.

The CSI 2130 ngoài việc thu thập dữ liệu mà còn có khả năng sau:

- Phân tích rung động nâng cao -Advanced Vibration Analysis
- Phân tích kênh chéo - Cross-Channel Analysis
- Phân tích dữ liệu tức thời - Transient Analysis
- Cân bằng động - Dynamic Balancing
- Cân tâm laser
- Theo dõi mô-tơ



Ảnh: màn hình giao diện của CSI 2130 của Emerson