امتحان میان ترم پایش: [redacted]
۱۴۰۳، ۱۰، ۱۲

«پایش»

Condition monitoring (CM) = پایش وضعیت → (حذفی) میان ترم

Fault diagnostices (FD) = متدهای عیب یابی → پایان ترم

Reference: @queen's University Mechanical engineering

Mashine condition Monitoring and fault diagnotices

۶۰٪ امتحان هم انگلیسی است. بارم بندی: میان ترم ۴۰٪ و پایان ترم ۶۰٪

more Reference: Practical machinery Vibration ---→ Handbook
Analysis and Predictive maintenance

CM: ابزاری برای تغییر و نگهداری است همچنین در واحدهای کنترل کیفیت و همچنین در فرآیند کنترل ساخت یک محصول و همچنین در پایش فرآیند.

برای جلوگیری از یک حادثه فاجعه بار (Catastrophic failure) باید CM را انجام داده اگر هیچ کدوم از این ها متقاعد باشند مسائل رخ می دهد.

FD برای [redacted] یاتاقان ها بیشتر زیاد است زیرا در معرض نیروی بیشتری است. (نسبت به چرخ دنده)

اجزای اصلی یاتاقان = Cage - Inner race - outer race - ball
↳ نگه دارنده

در CM استاندارد ما همان Iso است.

در این جلسه انتخاب حوانیم و پارامترها باید بر اساس پارامترهای فیزیکی و ابزارهای ماشین و بهره برداری ماشین انتخاب شود (یعنی یک عیب خودرا در نحوه عملکرد (Operation) نشان می دهد. فقط هم پایه ارتعاشی ندارد اما ارتعاش حدود ۰.۱٪ الی ۱٪ عیوب را در بر دارد.

دو نوع روش شناخت عیب: ارتعاشی ← غیر ارتعاشی

تستهایی در مورد NDT و بو و حرارت و صدا

- دارویی که پایه / تعاملی ندارند:
- آبالیز روغن (از لحاظ مقدار و آلودگی ها)
- با تغییرات در سایده (Fe) متوجه می‌شویم که مشکل در حال پیشرفت است (یا تاخیر ما از چقدر پیش رفته است)
- پرتقالی اندازه‌گیری نیرو (Stress Analasys)
- براساس صدا (عقب)
- به کمک دوربین‌های ترموگرافی که می‌توانند عیب را نمایان کنند (براساس گرما) مثلا در حرارت بالا که خطرناک است که مقاومت مدار بالا رفته است که باعث بالا رفتن گرما می‌شود یا یکی از اتصالات شل (Loose connection) یا کثیف (Dirt connected) که باعث بالا رفتن حرارت می‌شود است)
- خروجی از دستگاه‌ها را بررسی می‌کنند تا ببینیم خروجی در حد استاندارد است یا نه (Performance monitoring) اگر تغییر کرد باید فکری کنیم
- تست کیفی از محصول خروجی را از لحاظ ابعاد یا سطح ظاهری بررسی می‌کنیم)

Product quality → بررسی عملکرد اجزاء

- بررسی بو
- بررسی با بازرسی چشمی و ...

Machinery failure ها و علت‌ها:

برای اینکه بتوانیم CM و FD را در ابعاد بزرگ ببینیم

مثلا ما میخواهیم یک کارخانه یک توقعی که تو بینه امکان پذیر و مجاز نیست اینها را احتیاج

پیدا می کنند در ماشین های دوار

(Operating Condition): شرایط کاری

- سرعت کاری (Operating Speed)
- توزیع بار (Load Profiling)
- انتظار ما از ماشین داریم یعنی استاندارد کیفیت محصول ← MWatt
- بعضی از ماشین ها می توانند تا حدی overspeed, overload را هم تحمل کنند البته برای زمان کم. (Load Profile بستگی دارد)

on the Present Condition

هدف از استفاده از CM و FD پیدا کردن دقیق اطلاعات در وضعیت فعلی ماشین.

Quantitative accurate

خروجی CM و FD چیست و چه چیزی را بهتر می دهد؟

۱- اینکه از ماشین فقط کار بکشیم یا اگر خرابی می آید ۲MW است تا چه حدی تحمل کند

۲- یا ماشین در بازه ی overload را تحمل کند

۳- اینکه آیا تجهیزات الان نیاز به تعمیر دارد یا نه؟

۴- زمان در دسترس تا رسیدن به خرابی چه؟

۵- حالت و اتمام خرابی چگونه است مورد نظر چگونه است؟

Design failure mode Effect analysis = DFMEA → طراحی

Manufacturing failure mode Effect analysis = MFMEA → ساخت

روز قوه قضاییه

Failure is machinery Specific

۱۴۰۱

(DFMEA) : یعنی اینکه ما کلیه شکست را که ما در طراحی محصولات خود داریم شناسایی کرده و دلایل شکست و وجه بحرانی بودن روی سیستم دارد.

(MFMEA): یعنی اینکه ما کلیه شکست را که ما در ساخت محصولات خود داریم شناسایی کرده و واقعیت از کجا دلایل شکست و وجه بحرانی بودن روی عملکرد سیستم می‌گذارد.

Machinery failure: عدم توانایی ماشین به منظور انجام عملکرد مورد انتظار شده.

مثلا موتور یک خودرو یکی از ماشین‌آلات دیگر ما در ادامه کار نیست.

بنابراین Failure به نحوه عملکرد (Function) ربط دارد.

Failure انواع مختلفی دارد که مجموعه نیست بلکه می‌توانند Subcategory داشته باشند

مثلا: Overal Failure" مثلا: "یعنی یک ماشین دیگر اصلا کار نمی‌کند و تمام اجزای دیگر ماشین به کار خود ادامه فعالیت نمی‌دهند"

عوامل موثر بر این دو بحث می‌شوند CM و FD انجام دهیم:

۱- اقتصادی (پایان دوره محصول = Obsolescence) (استفاده تا زمانی که خراب شود مثلا لامپ = Run to Failure) (تعویض زودرس یا زودتر از موعد = Premature replacement)

۲- اینکه در بعضی موارد اجبار به اقتصادی هم دارد (مثلا در رساندن ریسک مواد آتشی مثل متقال - هواپیما و اتومبیل)

پس ما حالت در CM و FD نوع از خروجی آنها.

All failures pass through an incipient phase - even if they do so quickly.

تیر | ۹ | 30 Jun 2022
پنجشنبه | ۳۰ ذی القعده ۱۴۴۳

Causes of failure (failure Analysis) : بررسی علت

بررسی عیب و نقص

- نقص و ضعف طراحی ← مرتبط با سازنده
- ضعف تولید و فرآیند تولید ← مرتبط با سازنده
- ضعف مواد ← مرتبط با سازنده
- استفاده نامناسب
- تعمیرات نامناسب ← مرتبط با مشتری
- نگهداری نامناسب ← مرتبط با مشتری

Fault = defect = عیب → Scuffing = خط افتادن روی چیزی

Fraction = شکست

انواع Failure:

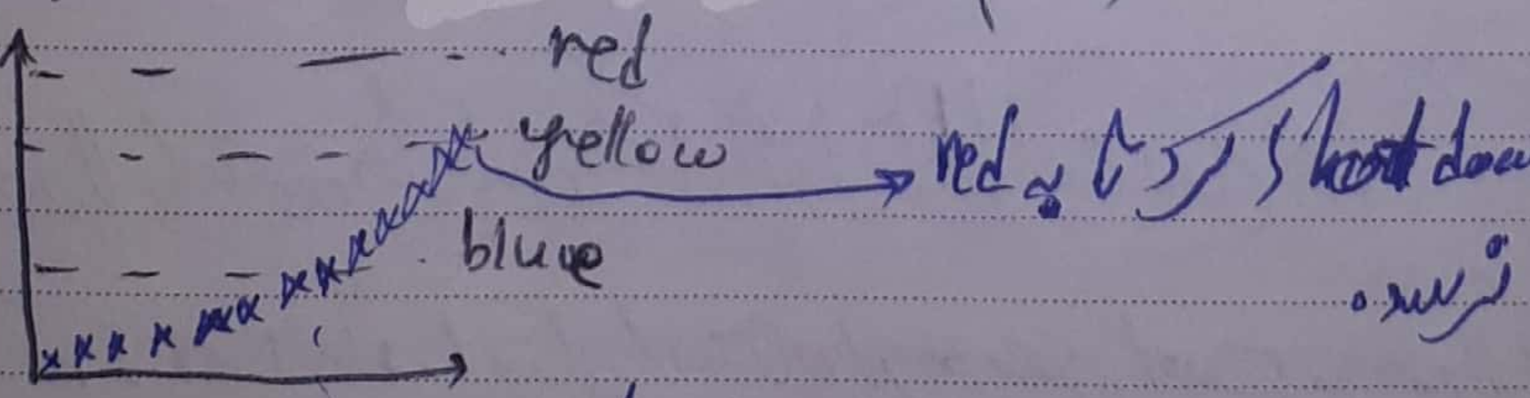
- ناگهانی و کامل (sudden and complete)
- تدریجی (جزئی) (Incipient) (با گذشت زمان) ← Partial, usually gradual

onset = start of occurence
شروع رخداد یک عیب

تیر | ۱۰ | جمعه
1 Jul ■ ۱ ذی الحجه

* در هر حالت شکست چه به تدریج رخ دهد یا به طور ناگهانی ما می‌توانیم در این بازه زمانی که از بررسی و بازرسی و غیره گرفته تا زمانی که شکست رخ داده است، عوامل و علائم رخداد شکست را پیدا کنیم و جلوی آن را بگیریم.

* عموماً می‌توان بر اساس "Trend" و علائم عیوب و عوامل شکست را پیش‌بینی کرد.



در اینجا باید عیب را رفع کرد

در اینجا باید shut down کرد یا به red نرسید.

شهادت امام جواد (ع) (۲۲۰ هـ ق)

سالروز ازدواج امام علی (ع) و حضرت فاطمه (س) (۳ هـ ق) - روز ازدواج - روز صنعت و معدن

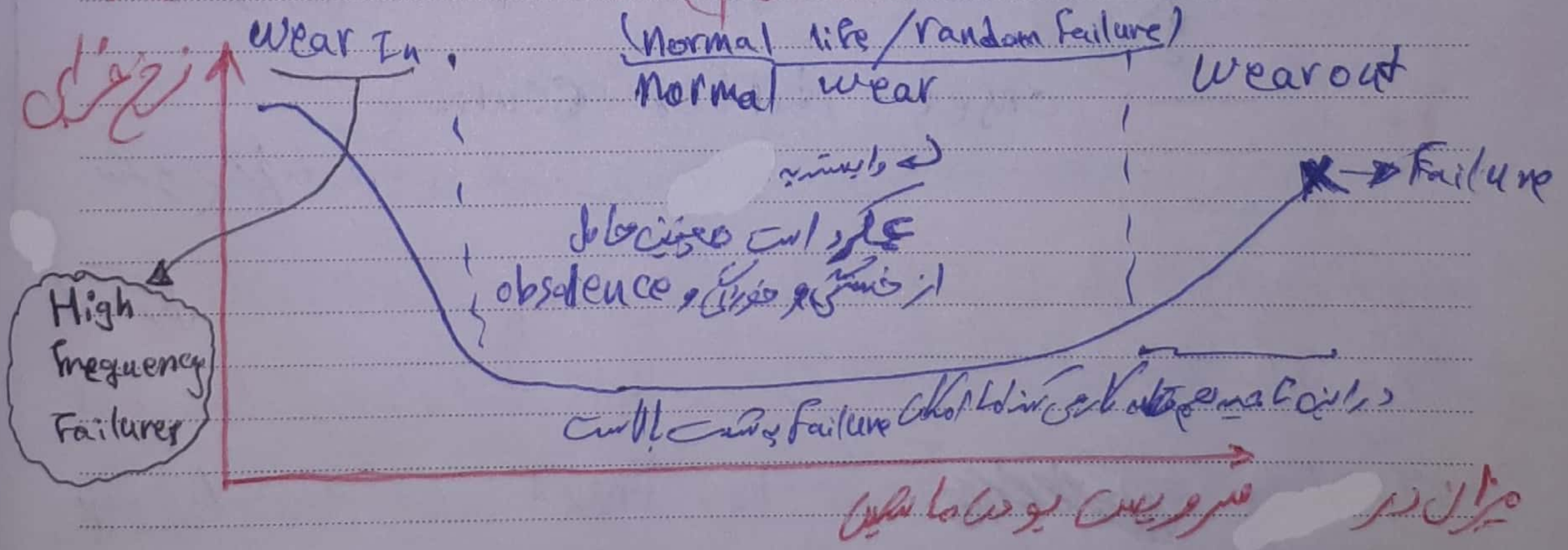
* اگر یک ماشین به خوبی مالش شود یا برقرار (Load) کمی بر آن وارد شود یقیناً نرخ خرابی در قسمت Wearout آن کم خواهد بود اما در کل افزایش (مثبت) است (نه کاهش).

هدف CM و FD (پایش و عیب یابی):

- تشخیص لحظه وقوع و شروع عیب و زوال (Detect / onset)
- تشخیص علل / حالات (Diagnose the condition)
- رفتار یا پیشرفت (وضعیت) در طول زمان (Trend)
- پیش بینی اینکه تا Failure چه وضعیتی فعلی ماشین را داریم یا خواهد داشت (پیش عیب) ← Prognose
- برنامه ریزی برای انجام تعمیرات

این موارد، هدف برای رفتارهای ماشین قابل استفاده است نه موارد غیر قابل پیش بینی مثل زلزله.

Bath-tub curve (منحنی وان حمام)



معمولا ماشین ها با این منحنی کار می کنند (یا باید این منحنی کار کند)

"Wear In" در ابتدای استفاده از ماشین است. معمولا اگر عیب ماشین مربوط به

همان زمان های اولیه استفاده از ماشین است به خاطر نصب نادرست:

- عیب طراحی - عیوب ساخت - عیوب سرهم کردن
- مشکلات نصب کردن - عیوب راه اندازی (Commissioning errors)

در حذف طراحی سه قطعه یا محصول اشتباه قدم هارا داریم:

Validation ① (اعتبار سنجی) → روی کاغذ → هرچه قدر هم که زمان ببرد

Verification ② (ارائه آزمایش) → در واقعیت → همه محصولات پایانی تست را بگذرانند

(routine test) روتین تست

serial test

تست واقعی

تست عملی (type test)

تست راه اندازی

عمر اصلی قطعه یا ماشین در این بازه است (طولانی تر است) بر اساس random failure Normal wear

عمر مفید این بازه طولی می کشد که می توانیم با استفاده و برنامه ریزی تا مناسب

ترمیم و تعمیرات متعدد را هم تقریبا وظیفه می آمر بر اساس مشخصات طراحی در این بازه

عملکرد خوبی از عملکرد ترمیم و عمر ماشین استفاده کرد

(nominal work age) دوره پایانی آخر عمر کاری ماشین است. عمر اسمی

بر اساس خستگی یا Fatigue است. باری متغیر یا

alternative

Failure دائمی بازه بعدی

همچنین باعث عوامل دیگر:

(obsolescence) فرسودگی - پایان کار قطعه - wear mechanics -

یک بحث جدید سوم وابسته به تاریخچه نحوه کار و ماشین است (history dependent)

یعنی وابسته به تاریخچه خودما شین و نحوه کارکرد آن است:

Operation and Machine history → slope of the wearout

یک جمله ای می خواهیم بگوییم که فیلی نرم باشد

با افزایش machine duty نرخ خرابی ها در هر سه بازه تغییر می‌کند اما با آهنگ متفاوت:

machine duty ↑ ⟶ Δ(wear out) > Δ(normal wear) > Δ(wear in)

(صفحه ۲۵)

تیر | ۱۳ | 4 Jul 2022
دوشنبه | ۴ ذی الحجه ۱۴۴۳

normal wear در

۱۴۰۱

wear out در هنگام بازه‌ی مناسب Load Profile استفاده می‌کند از بیشتر

بازه استاندارد را با شتاب بیشتر می‌کند از Load Profile سخت استفاده می‌کند

عمر محصول هم بیشتر می‌شود.

شیب دو بازه‌ی wear out وابسته به فاکتورهای طراحی دستگاه و نحوه‌ی

normal wear و normal life است. معمولا normal wear را می‌خواهیم کم باشد زیرا

وابسته به طراحی است. اما با نحوه کار در این بازه می‌توان نرخ تغییرات در wear out

هم کاهش داد که به صرفه هم باشد بهتر است.

تئوری‌های طراحی:

① infinite limit: $\sigma < \sigma_y$; $\sigma_a < \sigma_{el}$ → endurance limit (عدد واحد)

① Safe life ② Failsafe ③ Damage tolerance

Load Profile = machine duty

هر چه duty cycle بالا رود نرخ و تغییرات wear out, wear in و

normal wear هم تغییری کند و سریع‌تر دچار failure می‌شود.

تاریخچه انتقال از تغییرات:

۱- ابتدا فرض می‌کردیم هزینه کم

۲- برای ۳ مورد ← افزایش عمر قطعه و سیستم

افزایش زمان در دسترس بودن قطعه

نسل دوم (۱۹۶۰ - ۱۹۸۰)

نسل اول: (۱۹۴۰ - ۱۹۶۰)

RAMS - Reliability Availability Maintenability safety

نسل سوم (۲۰۰۰ - ۱۹۸۰)

۳- برای موارد زیر:

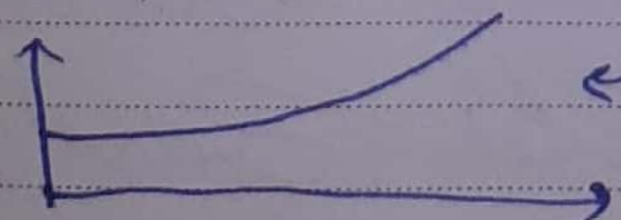
- افزایش خدمات در دسترس و اطمینان پذیری
- افزایش امنی
- افزایش کیفیت محصول
- حداقل آسیب به محیط زیست
- افزایش طول عمر قطعه
- کاهش بیشتر هزینه‌ها

در مورد اول نیازی نیست کاری کنیم.

اما در مورد دوم نیاز است کمک برنامه‌ای داشته باشیم و بر اساس آن عمل کنیم و همچنین داشته سیستم برای تشخیص خطا. در نسل سوم کامپیوتر عالی پرورش داده شده

در نسل سوم: علاوه بر موارد فوق باید AI و ملزمی را اضافه کنیم که عیب‌یابی و تعمیر پذیری را بهبود بخشد - در نظر آن حفظ را داریم - پیش‌بینی و مدیریت failure و اثرات آن را داریم - داشته سیستم‌های پیچیده مثل AI - کامپیوتر باید به صورت پیشگیرانه عمل انجام دهد.

نسل اول مناسب برای آن دسته‌ای که Bath-tub در ناحیه اول و دوم نرخ یکسانی دارد



مثل لامپ

نسل دوم برای سیستم‌هایی است که نرخ معقول

نسل سوم به شکست وابسته است

روز قلم

(Rotary) Dynamics Components مثل

age related

1401

Normal wear برای اجزای مکانیکی مرتبط با نحوه عملکرد آن در Bathtub - است که تحت تاثیر Fatigue, Corrosion, wear است.

normal wear برای اجزای الکترونیکی مرتبط با نحوه عملکرد آن در Bathtub نیست یا age related نیست مگر اینکه تحت تاثیر زمان دچار obselescence شود که آنهم معمولا قابل پیش بینی است.

عوامل موثر

melting temp

Temperature (T) به

Temperature + Constant load + time

Creep life ②, Fatigue life ①

عمر بعضی قطعات مکانیکی به گونه ای است که قطعات بیشتر می روند

No monitoring

Reactive

Breakdown

روش های اصلی و استراتژی های اصلی در فعالیت های تعمیراتی:

① Run to failure - ② Scheduled (time base maintance) → Preventive

③ Condition Based (CBM) base maintance)

run to failure ← Predictive

reactive:

مثل یاتاقان که خراب شد تعویض میکنیم

مزیت این روش این است که نیاز به کار و هزینه ای ندارد اما ضرر آن این است که امکان دارد خیلی بار خرابی رخ دهد.

Scheduled maintenance:

دوره ای باید عوض کرد اما مشخص نیست که دیگر چه خرابی رخ میدهد و ما میدانیم اما هزینه میکنیم - همچنین باید بعضی کارها را زودتر از موعد و قبل از خرابی انجام دهیم.

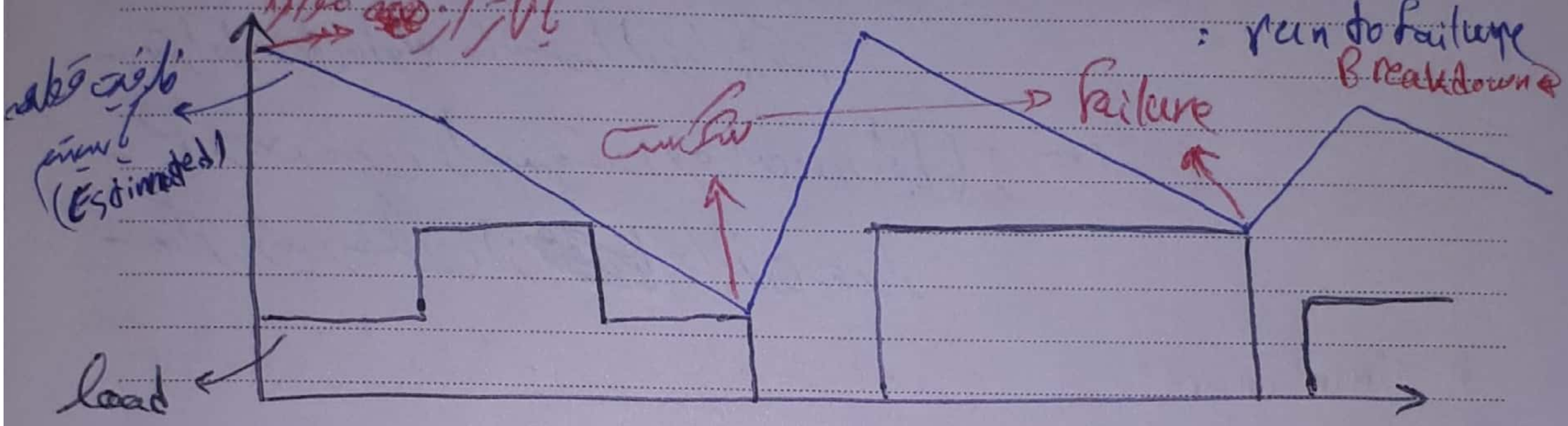
مثل آب را عوض کنیم

تیر | 16 | 7 Jul 2022
پنجشنبه | ۷ ذی الحجه ۱۴۴۳

Condition Base : مزیت اینکه نسبت به حالت
قبل پیش بینی بهتری از عمر ها با به صورت میکنیم و اگر نیاز بود تعمیرات انجام دهیم. اما هزینه
را بالاتری برده و نگاه به دانش بالاتر دارد (CM).

Condition Base نسبت به حالت قبل پیش بینی بهتری از عمر ها با به صورت میکنیم و اگر نیاز بود تعمیرات انجام دهیم. اما هزینه را بالاتری برده و نگاه به دانش بالاتر دارد (CM).

: run to failure
Breakdown



ظرفیت تحمل = load + حاشیه ایمنی

شهادت امام محمد باقر (ع) (۱۱۴ هـ ق)

تیر | 17 | 8 Jul
جمعه | ۸ ذی الحجه

Scheduled :

سیستم ساعت - مسافت یا هر پارامتر دیگری که مشخص کنیم سیستم را
"می گذاریم که در آن زمان از این دستگاه
Interval
ها Fatigue است.

- هدف ما در این روش باید فاصله بین ظرفیت تحمل و load را تعیین کنیم و اگر به این فاصله
یا زه ای رسید آن را تعمیر یا تعویض کنیم.

* این محصولات باید "Routine Test" شوند.

Scheduled (Preventive)

روش های تعمیر و نگهداری متفاوت مثل:

می توانند بر اساس عوامل زمانی، کیلومتر یا سیکل باشد. همیشه برای انجام روش باید بتوانیم ظرفیتی

Combinations of strategies may be required within a given Plant on different machines.

تیر | ۱۸ | 9 Jul 2022
شنبه | ۹ ذی الحجه ۱۴۴۳

۱۴۰۱

از لحاظ فواصل گشتها تا آخرین مقدار یکی استفاده نکرد (Safety Margin)

البته باید سعی کرد بینهم باشد. در این حالت این حداقل یک مقدار ثابت است

Condition based (Predictive) (CBM):

پیشگیرانه است. وقتی حالت سنج است بر روی قطعات اصالی باشد.

- شرایط فعلی و اولیه ماشین را ارزیابی می کند
- آن را حد مرزی را پیش بینی کند (قبل از این مورد باعث)
- حداکثر تولید و جلوگیری از خرابی های چند جهته

Minimum margin = بر اساس اقتصادی بودن و امنیت است

مثال: تایر اتومبیل که برخی عابر تایر را بررسی می کنم و از حدی یا نمونه کار را بر اساس ملاحظات ایمنی و اقتصادی تعویض می کنم (قبل از خرابی Failure)

* برای یک مسئله می توان از دو یا چند روش برای تعمیر انتخاب داد. بیشتر در شرایطی که مثلا روشی گران است و تعویض آن مقرون به صرفه نیست سعی بر آن است تا تعمیر کنیم. در نهایت یکی از این ها تعمیر بینهاست.

Justifying action = عمل توجیه

یکی از مسائلی که در استراتژی تعمیر می بایست Operation condition است که شامل Velocity و Load با ماشین آلات می باشد و سعی که مقدار آن

Reliabity

↳ centered maintenance = RCM

Failure ها از Failure ها موجب

تعمیر یا قابلیت اطمینان

روز عرفه (روز نیایش) - روز ادبیات کودکان و نوجوانان

البته اطمینان هیچگاه ۱۰۰٪ نمیشود

run to failure : برای قطعاتی مهم اهمیت، هزینه تعمیر و تعویض آن ها بیشتر از هزینه تعمیر است.

Scheduled : برای قطعاتی که اطلاعات و data های MTBF آن ها مشخص و دارای ثبت به حالت استاندارد انواع خطی می دارند.

Condition : برای قطعاتی که به صورت دوره ای مورد بازرسی قرار می گیرند و قطعات بعدی و مهم

برای قطعاتی که بازرسی آن ها برای ما هزینه ارزش نگه داشتن دارد

برای آن که خیلی اقتصادی است مثلا یک لامپ

MTBF = Maintenance Time Between Failure

← تعدادی که پیش از Failure انجام می شود. اگر زیاد باشد یعنی قطعه سالم تر است و مشکل دارد

Asset = دارایی — قطعه

well documented = به خوبی مستند باشد

on condition

↑

قبل از این که Failure رخ دهد، اقدامی انجام شود تا قطعه سالم بماند Action Required

(مثل تعویض قطعه در حال کار تعمیر و شناسایی می شود)

مشکل آن: هر اتفاقی به عنوان حادثه می تواند برای آن رخ دهد این خوب نیست

مطلوب آن است که Proactive باشد وقتی (CM) است که حتما رخ داده (روش پیش وقتی) عیب را متوجه می شود (نه FO)

اهمیت و ذات قطعه تعیین کننده پایه زود تر از موعد خرابی آن را بررسی کرده

Proactive: در این روش از داده های پیشین آماده بررسی کرده و تلاش می شود تا

همچنین نسخه جدیدی دهیم که بیشتر از حد به آن load وارد نشود یعنی همان

Condition monitoring که می تواند باعث تعویض سریال، loading، دستورالعمل یا ... شود

برروی آن load وارده بر قطعه زیاد باشد زودتر خراب می شود بنابراین این ها را هم تغییر دهیم.

تعاریف در این روش: CM: این روش دنبال علت شکست هم می رویم.

هدف این روش: کم کردن نرخ Failure ها.

redundancy: زایایی از قبل موجود بوده است. توزیع load را کم می کند و عمر قطعه بالا

active share load
or stand by redundant

عید سعید قربان (تعطیل)

MTTF : میانگین زمانی که انتظار می رود تا به اولین خرابی قطعه یا سیستم که غیرقابل تعمیر است برسیم گفته میشود

این نوع قطعات را باید عوض کرد. می توان تعمیری انجام داد.

MTTF: کل زمان کارکرد ماشین / تعداد خرابی ها

منظور تعداد واحد هایی که خراب می شوند

تیر | ۲۰ | 11 Jul 2022 | ۱۱ ذی الحجه ۱۴۴۳ | دوشنبه | ۱۴۰۱

می رود بنابراین قطعه خراب شده هم کم می شود. بدنه ها و یا کل اینجوری است.

RCM این مورد: برای قطعات حساس که هیچ یک از استراتژی های قبلی مناسب نیست.

قطعات

عواملی که روی نحوه تعمیر و نگهداری اثر می گذارد:

- این دستگاه یا قطعه برای ما مهم است یا نه (خرابی اش کل سیستم را خواباند)
- هزینه جایگزینی یا اسپیر
- زمان مورد نیاز برای تعمیر (Long lead time)
- قوانین حاکم بر سازنده
- تاریخچه failure قطعه

میانگین زمان رسیدن به خرابی

mean time do failure = MTTF

mean time beteen failure = MTBF

یعنی از زمان خراب شدن تا خراب بعدی

(یعنی طول عمر کلی قطعه یا دستگاه)

- ریسک

HSE

- از لحاظ ایمنی آن قطعه چقدر اهمیت دارد (ریسک خانواده - محیط زیست)

- قیمت و هزینه (Direct cost) ← قیمت خود قطعه

- قیمت پنهان (هزینه تعمیرکار - هزینه قطعات تعویضی و آسیب های احتمالی بعدی)

- هزینه های بهره برداری (Running cost)

LCC = life cycle cost ← مورد بالا مهم است برای قطعات

یعنی بر روی آن چند سال برای ما کار می کند و چه مقدار هزینه تعمیر و نگهداری دارد.

عواملی که بر روی نحوه تعمیر و نگهداری تاثیر می گذارد:

Run to failure = Breakdown maintenance

Guideline

یکی از تفاوت های MTTF و MTBF توجه به این است که MTTF برای قطعاتی است که طول عمر قطعه قبل از رسیدن به خرابی را بدانیم اما در MTBF توجه بر آینده ممکن و قابلیت اطمینان سیستم یا قطعه است.

MTBF : میانگین زمان بین دو خرابی برای یک سیستم قابل تعمیر است.

Consecutive = پشت سر هم / متوالی

MTBF = کل زمان کارکرد ماشین / تعداد خرابی ها

کل زمان کارکرد بین دو خرابی ماشین متوالی

تیر | ۲۱ | 12 Jul 2022 | ۱۴ ذی الحجه ۱۴۴۳ | سه‌شنبه

برای هر اجزا زیر از دو بعد Runtofailare استفاده می‌کنیم:

- آیا زیاست که موجود باشد
- آیا زیاست ها باهزینه کم موجود باشد

- قابلیت توقف داشته باشیم در انبار موجود باشد.

Stock Pile ←

- خرابی آن ارزش باشد

- MTBF ، MTTF (توضیح دقیق این موارد کمی مشکل است)

- قطعاتی که تعمیر پذیر هستند: MTBF یا MTTR

time Base ← هستند

Schuale

- برای قطعاتی که تعمیر ناپذیر هستند: MTTF داریم.

MTTR = min time to Repairable.

- خرابی آن باعث توقف کار شود در یک بازه ۱۰۰۰hr فقط ۵ بار خرابی داشته باشد

$\frac{1000}{5} = MTTF$

- خرابی آن هزینه های ثانویه نداشته باشد (low cost secondary damage)

- بازسازی و یا جایگذاری آن آسان و سریع باشد.

(Schaulale) (time Base) (Preventive maintenance):

- از لحاظ آماری نرخ خرابی آن معلوم باشد (مثلا بعد از فلان ساعت تعداد خرابی ها معلوم باشد) statistical

- میزان خرابی کم باشد (کم خراب شود) (خرابی آن محدود باشد)

- بعد از تعمیر به وضعیت کامل (سلامت کامل) برسد ← وابسته به اندازه تعداد خرابی ها است

روز عفاف و حجاب

- تکرار Reduced number of breakdowns

batch = operation

Unexpected interruptions to Production expensive but scheduled interruptions not so bad in Time base

- نحوه های خرابی ای محدود و کم باشد (قابل پیش بینی باشد) ← نوع خرابی مهم است
- هزینه تعمیر و نگهداری کم باشد (مثل های LCC)
- توقف های ناگهانی تا حد است برای ما هزینه بالایی داشته باشد یا غیر مجاز نیست (run to failure برای چه قطعه بهتر است)
- زمان های ارزان موجود باشد (البته الزامی نداره) چون معمولا برای قطعاتی این روش را استفاده می کنیم که هزینه زمان بالاست
- میزان از کار افتادگی را کاهش دهیم
- خرابی قطعه باعث خرابی ثانویه با هزینه بالایی نشود (برعکس آن که درباره Run to Failure گفتیم)

معاوری که باعث می شود از ConditionBase استفاده شود:

- برای قطعاتی که بحرانی و گران هستند
- زمان نیابی برای تعمیر نیاز باشد (زمان کم)
- قطعاتی که نمی توانند متوقف شوند چه خواسته چه ناخواسته (هزینه و هزینه اقتصادی ندارد)
- ماشین های بزرگ و پیچیده
- هزینه Merhael بالاست (تفاوت البته مورد به مورد فرق می کند) چون می خواهیم استراتژی را پیدا کنیم بیش از قبل که بیشتر استفاده می کنیم / هزینه تعمیر و به کار گرفتن تجهیزات بالا باشد

- تعداد پرسنل با تجربه و با دانش را کم کنیم

این دو مورد پیشنهاد می کند

TimeBase ، Condition Base ← تفاوت های بین

نکاتی درباره اینکه چه مواقعی از CM استفاده می‌کنیم:

- هزینه تعمیر اضطراری انسانی زیاد باشد و فعالیت به سرعت باشد
- ایمنی اهمیت داشته باشد (اجرای آن حیاتی باشد)
- قطعه در جایی خود کار که از راه دور کنترل می‌شود. (Remote control)
- خرابی قطعه به صورت ناگهانی رخ می‌دهد ← مثلا خرابی یا پارگی که در این مورد CM کارآمد است اما نگهداری حائز اهمیت می‌شود
- خرابی‌های ناشی از هزینه بالایی به بار می‌آورد

* هر قطعه و ماشین باید تک تک بررسی شود.

* اصولی که مبنا عملکرد می‌شوند باید بر اساس سود آوری اقتصادی هم بررسی شوند

* ملاحظات اقتصادی و تصمیمات مدیریتی اگر بودجه نبود نکته و چیزی نمی‌شود

مزایای CM:

- ایمنی و اطمینان به ماشین بالا می‌رود
- کارایی را بالا می‌برد

روز گفت و گو و تعامل سازنده با جهان

- هزینه‌های تعمیرات کم می‌شود
- به اندازه کمک نیاز است برای عملیات
- حداقل دستمزد زمان خرابی
- اجرای ایمنی
- براساس داشتن جزئیات و وضعیت کار می‌توان خرابی‌های آینده را پیش‌بینی کرد
- اجرای ایمنی با زمان خرابی‌های تعمیراتی
- با پیشرفت در زمان توسعه داده‌ها ← حل مشکل
- سرعت عمل بیشتری می‌توان خدمات داد
- در CM قابلیت
- کاهش خرابی‌های مزمن ← یعنی مشکلات هم رفع می‌شوند اما باز تکرار می‌شوند

Chronic Failure

ولادت امام هادی (ع) (۲۱۲ هـ ق)

← دوباره می‌توان رشته عمر را ادامه داد
و سپس با خیز اصلاحی آن را تغییر داد

اولین مرحله در Monitoring و Trend Analysis: ... trend را بیشتر آموزش.

Postoverhaul

۱۴۰۱

- کاهش خرابی‌های بعد از تعمیرات با مناسب یا reassemble

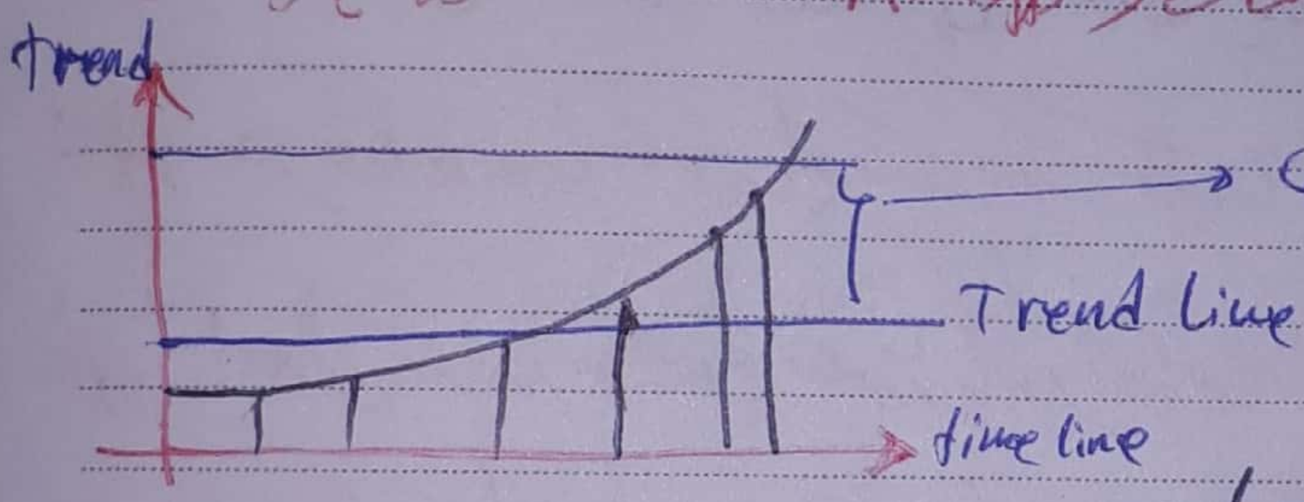
مناسب ها در تلرانس Tolerance گرفتیم و خراب نمی‌شود.

هایپر CM:

- هزینه بالا برای تجهیزات
- افراد باتجربه مورد نیاز است
- فرد خاص معرفی باید کنار هم
- زمان زیادی برای دستیابی اطلاعات و Trend Analysis مورد نیاز است

- کاهش هزینه در این روش
- دشوار است نسبت به بقیه روش‌ها

مزایا:



زمان مورد نظر برای تعمیرات

خود به صورت ممتد یا بیشتر و آنالیز شد

Operation و هزینه‌های استفاده

اطلاعاتی که باید در CM داشته باشیم:

تعمیرکار - سطح تعمیر - مدیریت

data = داده خام ← روی کاغذ نوشته

Information = تجزیه و تحلیل و بررسی‌های data به حال ارزشمندی شود

اطلاعات را به لیدر در لحظه باید ارائه داد. اعم از سطح ارشد سازمان و مدیریت و مسئولین

اطلاعات مورد نیاز تعمیرکار باید داشته باشد: اطلاعات خام - روندها - فرکانس‌ها به صورت هفتگی و ماهانه

اطلاعاتی که باید به مدیر ارشد ارسال شود: هزینه‌ها و درآمدها و تاریخچه تعمیرات و نرخ خرابی (quarterly سه ماه یکبار)

معمولا نیاز از تیم‌های هستیم علاوه بر آن: دقت آنالیز روغن و آنالیز فرکانس

نوع اطلاعاتی که باید به دست بیاوریم (gleaned):

وضعیت موجود - روند - زمان مورد نظر برای خرابی را پیش‌بینی کنیم - نوع نقص یا میزان نقص

روز بهزیستی و تأمین اجتماعی

glean جمع کردن

Postmortem= کالبدشکافی

MCMAD= Model-Based Condition Monitoring And Diagnosis

ایجاد شده و در حال گسترش است و در آخر عیوبی که باعث Failure را بالایی برد

CM+FD= اینها موارد را باید انجام دهد:

MCMAD tasks ① Detection (تشخیص) ② Diagnosis (تشخیص)

③ Prognosis (تخمین عمر باقی مانده / پیش آگهی)

④ Postmortem (کالبدشکافی و آنالیز علل)

⑤ Prescription (تجویز / نسخه نویسی)

البته همه موارد فوق باهم انجام می شود مثلا در CM

① Detection: هنوز کوچک است ولی داریم اطلاعاتی می گیریم

② وضعیت فعلی یا وضعیت

③ سطح نوسانات در

④ سری Trend

با گذشت زمان

کارهایی که در Diagnosis: ① تشخیص نوع عیب

انجام می شود

کارهایی که در Prognosis انجام می دهیم: ① سری داده های در دسترس برای پیش بینی و آینده

② پیش بینی وضعیت در آینده ③ پیش بینی ④ برنامه ریزی برای تعمیر یا وقفه

در سیستم (برای ماشین های "Time Base")

کارهایی که در Post mortem انجام می دهیم:

① آنالیز مشکلات و شکست های رخ داده

② داده ها را برای ماشین آلات و محیط های مختلف بررسی می کنیم تا نوع شکست یا خرابی را بیابیم

③ مدل کردن و مدل سازی سیستم و آنالیز آن ها

Brittle ← نوع شکست

Ductile ← همان نوع مایل و تغییر شکل

۱۴۰۱

Elongation بالای Ductile و پایین Brittle

Elongation > ۸-۱۰٪ → Ductile است.

Elongation < ۳-۵٪ → Brittle

Ductile به خاطر ε_{max} (تنش بیش از حد) و Brittle به خاطر σ_{max} (تنش بیش از حد) می‌شکند.

کارهای یک Prescription انجام می‌دهم (ابتدا اطلاعات را باید جمع‌آوری کنیم):

① در هر سرایل می‌تواند انجام بشود

② تسفه نویسی می‌تواند مداخله Operation هم داشته باشد

③ تغییر روش یا پیش‌گویی که آیا بعد از چه زمانی خرابی به هم عمیق‌تر و طولانی‌تر می‌شود

④ تغییر طراحی ساخت و تجهیزات

* این یک سری مقدار اطلاعات جمع‌آوری می‌شود مقدارهای بهتر را تعیین کنیم

انتخاب روش CM است.

Monitoring Strategy ← انتخاب روش

Machine condition monitoring and Diagnosis = MCMAD *

حالت‌های این مورد را تعیین می‌کند: حالت اول، احتمالی، اهمیت، هزینه و ...

① Run to Failure (No monitoring Breakdown): برای قطعاتی از این نوع هستند. از آن‌ها استفاده می‌کنیم - مقدار Load وارده بر آن‌ها کم است - می‌دانیم که نوع خرابی آن‌ها کم است. Failure mode یعنی نوع خرابی و محل وقوع خرابی آن‌ها را می‌دانیم.

عید سعید غدیر خم (۱۰ هـ ق) (تعطیل)

rigorous = different

CM:

(۲) Periodic mode Monitoring:

- برای ماشین‌آلاتی که بحرانی نیستند — تاریخچه تغییرات وابسته است
- نوع خرابی مشخص است — سطح روند و شکل آن‌ها را بررسی می‌کنیم
- برای مشکلاتی که با مدل مشکلات متفاوت دیگری دارند — سطح روند یا Trend خرابی را مشاهده می‌کنند

(۳) Continues Monitoring (online)

- همواره و دائمی ماشین در حال پایش است مثل ژیروسکوپ‌ها. به صورت قطعی بعلت ارتعاشات را مورد بررسی قرار می‌دهند
- ماشین‌آلاتی که بحرانی هستند و توقف آن هزینه زیادی به بار می‌آورد.
- به دلیل روند و Trend تغییر کرده باید به صورت پیوسته بررسی شود و در صورت نیاز

خاموش می‌شود.

مدل سوم

* سوم که بیشتر به اندازه‌گیری می‌پردازد: ارتعاشات جهت ساخت سنسور - آنالیز و غیره.
* دو مبحث اول مفاهیمی که تست بالا بسیار اهمیت دارد.

فایل دوم:

Basics of Mechanical Vibration

تعریف ارتعاشات: ارتعاشی بر اساس زمان است که توصیف شده و تکرار و نوسانات یک ماشین است به صورت تکرار شونده، زیاد یا کم و یا صفر است. ارتعاشات بر اساس مرجع تعادل پایدار شناسایی می‌شود

ارتعاشات به چند نوع دینامیکی است که موجب حرکت ماشین می‌شود.

سه عامل مهم در ارتعاشات: دامنه - فاز - فرکانس

* ارتعاشات موجب Wear و Fatigue می‌شود که این موارد عوامل اصلی Failure است. البته ارتعاشات در بعضی موارد بسیار خوب هستند مثل ژنراتور

benign = غیر مخرب

Non_intrusive = غیر مداخله‌ای

چرا از تماس‌ها بررسی می‌کنیم (چرا CM می‌کنیم)؟

- بدون این که کوچکترین خللی به عملکرد دستگاه وارد شود و بدون این که نیاز به تعمیر شود می‌توان خرابی‌ها را پیدا کرد.
- نتایج زیادی از تست‌ها را می‌توان با این روش تست کرد و حتی انجام داد.
- می‌توانه عیوب زیادی را هم از همان اول معلوم کند - غیر پالایی و شکست و - پیدا کند
- تجهیزات اندازه‌گیری ارتعاشات معمولا اقتصادی و قابل اطمینان است. همچنین این تجهیزات در صنعت متداول‌اند و نحوه استفاده از آن‌ها آسان و راحت است.
- همه نمادها می‌توان ارتعاشات را آنالیز کرد و ذخیره کرد برعکس آنالیز روغن که همه‌ی

کاربرد ندارد

پیک ارتعاشات

Dominant = غالب - برجسته

- نسبت به بقیه دوره‌ها سرآمد است
- مناسب برای حرکات دوار و ماشین‌های سیکلی مثل موتور پمپ
- انواع سطوح آنالیز:
- broadband trending ← برای طیف کامل فرکانسی
- Narrow band trending ← برای فرکانس‌های خاصی از فرکانس
- Spectrum analysis ← برای عیب‌یابی

ارتعاشات به عنوان علت یک سری از مشکلات ماشین‌آلات دوار شناخته شده‌اند. اندازه‌گیری و آنالیز ارتعاشات ماشین‌آلات دوار یکی از مهم‌ترین وظایف نگهداری و تعمیرات است. با توجه به اینکه ارتعاشات ماشین‌آلات دوار در حین Operation تولید می‌شوند، لذا با آنالیز ارتعاشات ماشین‌آلات دوار می‌توان به اطلاعات بسیار ارزشمندی در مورد وضعیت ماشین‌آلات دوار دست یافت.

ولادت امام موسی کاظم (ع) (۱۲۸ هجری)

اندازه و سطوح ارتعاشات

است

High frequency vibration
Pitting Corosion → Cavitation
علت آن

تیر | ۳۰ | 21 Jul 2022
پنجشنبه | ۲۹ ذی الحجه ۱۴۴۳

موقعیت فیزیکی توسط این فرمول مشخص می‌شود

Location اختلاف فاز بین

Imbalance اولین علت ارتعاشات

بودن: عدم هم محوری بیش از آن: رزونانس: نزدیک شدن فرکانس تحریک با فرکانس طبیعی

آسیب دیدن از آن به طوری که نیرو هم نیست اگر دائمی و یا به صورتی که تایم زیاد در آن

باشد خطرناک است

Location = f(A, ω, φ) = X(t) = A sin(ωt + φ)

ارتعاشات هارمونیک: حالتی که سینوسی یا کسینوسی است

Acceleration ② Velocity ① Displacement : پارامترهای ارتعاشی

Phase: فاز و اختلاف فاز دو سیگنال یا ارتعاشاتی اهمیت دارد که هم دو فرکانس

یا بیشتر اگر با هم اختلاف فاز دارند بحثی از اختلاف فاز و موقعیت دارند.

دامنه می‌تواند ۳ بعدی باشد

Phase lead: جلوتر بودن از ارتعاش

Phase lag: عقب‌تر بودن از ارتعاش

تیر | ۳۱ | جمعه
22 Jul | ۲۲ ذی الحجه

Phase می‌تواند relative یا absolute باشد.

نسبت مرجع ثابت ← بایس برحسب

اختلاف دو نقطه ← با دو تا برحسب

مرجع ثابت نیازی نیست

trigger: به فاصله بین هر دو پالس. صرف آن‌ها

trigger: در است. (T)

Trigger: یک دور در ثانیه (rpm) حالا دو

Phase lag + Phase lead = ۳۶۰°

$\Phi_1 + \Phi_2 = 360°$

tachosensor: سرعت سنج دور سنج. معمولا key way یا همان خار شفت را می‌بیند

reflacted tape برای نوار است که روی شفت می‌چسبد و فرار می‌کند.

Phase measurement related to a trigger = محاسبه اختلاف فاز نسبت به یک مرجع ثابت

آنالیز ارتعاشات با استفاده از trigger می‌شود

به نوعی triggerPoint برای لحظه‌هایی که موج ثابت در یافتن فازهای مختلف است.

Phase: The Time relationship between vibrations at the same frequency but at different locations

۱۴۰۱

فازی تاریم از این صفحه مدل حسب فرز رتک برای مرجع استفاده

* زاویه بین keyPhaser و high spot برابر ۱۸۰ است.

فقط عدم توزیع کنواخت جرم

* Phase نسبت به پیک ها محاسبه می شود. براساس این نقطه پیدا می شود

* MarkySpot برای انجام بالانسینگ انتخاب می شود نسبت به این نقطه محاسبه

(High spot) که حداکثر دامنه

triggering: هماهنگ کردن پارامترها با هم - مثلا تنظیم کند با این دور چقدر نیرو

چه جنسی حساب کند یا نرخ با هر چه دوری کی حساب کند.

Triggring = هماهنگ کردن پارامترها با هم

KeyPhaser: پالس ای فرستنده

Vibration Signals: حرکات ارتعاشی:

① حرکت هارمونیک: $x(t) = A\sin(\omega t)$ یا $x(t) = A\cos(\omega t)$

② حرکت دوره‌ای (متناوب) (Periodic): حرکت دوره‌ای را توسط سری فوریه بی نهایت

حرکت هارمونیک تبدیل می‌کنیم.

برای عیب یابی ۸۰٪ قطعات دوار (ها) اشکالاتی دارد مربوط به این است

③ حرکت رندوم (Random motion) (Non deterministic) Non repeatable

یعنی توسط مدل های $x(t)$ نمی‌توان موقعیت دقیق شوفان و یا ارتعاش را حساب کرد.

این نوع حرکت رندوم کاربردی هم نیست تا جایی و سطح ارتعاشی مشخص نباشد

برای این مورد اشراف محیط و یا سیگنال متوسط تعریف می‌کنند. یعنی می‌توان توزیع آماری

→ Statistics

فرکانس ارتعاشات را بدست می‌آورند

لی ها (Loseness) ها نوعی ارتعاش رندوم هلاستیک

یا نه؟ یعنی این نوع ارتعاشات خیلی زیاد است ضرایب فرکانسی می‌است.

* در این نوع حرکت تا وقتی که حرکت اصلی حرکت به خوبی معلوم است اما موقعیت ارتعاشات جسم به تابعی

از زمان باشد قابل دستیابی و یافتن نیست.

در ارتعاشات آزاد: نوسان با فرکانس طبیعی رخ می‌دهد

مثل سرسره

به هر ارتعاشی غیر از موارد قبل و مواردی که شامل ارتعاش آشوبی می‌شود. مثل ضربه در طبیعت اگر به صورتی

④ ارتعاشات گذرا (Transient motions) ← این نوع ارتعاشات قابل اندازه‌گیری و قابل محاسبه هستند. منظم تکرار می‌شوند

* غیر از حرکات رندم باقی حرکات قابل اندازه‌گیری و قابل محاسبه هستند. Deterministic

حرکات آشوبی (Chaotic motions):

⑤ ترکیب حرکات رندم و دوره‌ای می‌شود حرکات آشوبی. این نوع حرکات غیرخطی اند.

ذرات فرکانسی پی نیست. باند بالایی دارد.

* معمولا ارتعاشات غیرخطی موجب ارتعاشات آشوبی می‌شوند.

Not inequal Proportions

می‌توان به دو دسته دیگر هم سیگنال‌ها را تقسیم کرد:

① Stationary: معمولا تکرار شونده (ترکیبی از فرکانس‌های مختلف)

② Non-Stationary: Asinkroth (نامتقارن) ماهیت بالایی دارد.

Stationary → Deterministic → سیگنال‌هایی که سینوس‌ها - چرخنده‌ها

Stationary → Random → سیگنال‌هایی که بیشتر رفتار تصادفی دارند

Non-Stationary → Continuous → ماهیت بالایی پیوسته است

Non-Stationary → Transient → ماهیت بالایی گذرا و حذف شدن

تمامی موارد خود همان Fft است.

هدف از بررسی ارتعاشات آن است که بدانیم خود سازه طبیعی و مکانیکی است.

خودکاری - خودمرتعش: خودش انرژی تولید می‌کند و سیستم خود را دمپ می‌کند.

مثل Flatter هواپیما - ژنراتور تابعی از $\dot{x}$ و $\ddot{x}$ است در این موارد انرژی الان تابعی از زمان نیست بلکه از خود سیستم انرژی می‌گیرد

در این موارد sin و A نداریم اما مقادیر $\dot{x}$ و $\ddot{x}$ موجب ارتعاش می‌شود.

اجزای اصلی یک سیستم ارتعاشی = جرم - المان ذخیره‌کننده - المان اتلاف‌کننده

Stable
Unstable
(فقط $\dot{x}$ و $\ddot{x}$)

روز مباهله پیامبر اسلام (ص) (۱۰ هـ ق)

نوسان با فرکانس طبیعی

در حالت ($\zeta > 1$): دامنه به صورت $e^{-\zeta\omega_n t}$ کاهشی یابد

در حالت ($\zeta = 1$): نوسان سریعا به حالت پایداری برسد

در حالت ($0 < \zeta < 1$): نوسان به صورت $e^{-\zeta\omega_n t}$ نوسان به حالت پایداری برسد

طبقه بندی ارتعاشات براساس منابع تحریک:
① ارتعاشات آزاد
② ارتعاشات اجباری
③ ارتعاشات خود القاء

* هرصیب یک ($A\sin(\omega t+\phi)$) می‌شود.

هر سیستم را می‌توان با یک جرم و فنر و دمپر معادل جایگزین کرد پس می‌توان یک سیستم تک درجه آزادی را به یک درجه آزادی یا دو درجه آزادی تبدیل کرد.

چند درجه آزادی بیشتر بگیریم ← با معادل قرار دادن از یک یا از دو مدار معادل ← دقیق‌تر است

Frequency response function = FRF

گام‌های حل مسئله جواب جابجایی:

مشخص

مجهول یا سئوال کلی ارتعاشات استهلاکی می‌شود اما یا سئوال خصوصی است یعنی حداکثر اهمیت خواهد بود.

پس A یا دامنه نوسانات تابعی از فرکانس می‌شود. (A دامنه را می‌توان با X یا $|X|$ نشان داد)

اختلاف فاز شتاب با جابجایی: 180°

اختلاف فاز شتاب با سرعت: 90°

روش‌های محاسبه حرکت هارمونیک:
① جابجایی ② سرعت ③ شتاب

* می‌توان از شتاب به سرعت و سپس به جابجایی رسید (توسط انتگرال‌گیری) اما نمی‌توان (توسط مشتق) جابجایی به سرعت و شتاب رسید زیرا مشتق گرفتن ایجاد نویز می‌شود و فرکانس را تشدید می‌کند.

دامنه تابعی از فرکانس: $x(t)=A\sin(\omega t+\theta) \rightarrow A \propto F$

پس از مشتق از جابجایی برای رسیدن به سرعت فاز (90°) جابجایی شده (اختلاف فاز کسینوس با شروع اعداد موهومی در اعداد مختلط است) (مشتق گرفتن از سینوس ← کسینوس)

* در واقعیت یک سیستم هارمونیک ساده نداریم بلکه چندین سیستم با شکل‌های متفاوت است بنابراین نیاز به داده‌های آماری داریم: اولین پارامتر:

میانگین: $x_{av}=\frac{1}{T}\int_0^T |x(t)|dt$ $\quad \phi=\tan^{-1}\left(\frac{c\omega}{k-m\omega^2}\right)$

$$X=\frac{F_0}{(k-m\omega^2)+ic\omega} \Rightarrow |X|e^{-i\phi},\ |X|=\frac{F_0}{\sqrt{(k-m\omega^2)^2+c^2\omega^2}}=\frac{2.34}{1-4^2}$$

روز خانواده و تکریم بازنشستگان

* Active suspension: c و k با توجه به وزن خودروشان را کم و زیاد می‌کنند مثل خودروهای
* Passive suspension: در حوزه زمان فقط Trend Analysis انجام می‌شود
در این حالت برخی (۲-) هم به صحبت تبدیل می‌شوند

- Peak value: فاصله بیشینه سیگنال از محور تعادل (Peak to zero) نمایه‌ها را نمی‌شمرد
$x_p = \max[x(t) - \bar{x}]$
- Peak to Peak: فاصله بیشینه سیگنال تا کمینه‌اش
- Root mean square / RMS: محاسبه انرژی سیگنال (قدرت سیگنال) است
$\bar{x} = \frac{1}{T}\int x(t)dt$ ← میانگین ریاضی

$$x_{RMS} = \sqrt{\frac{1}{T}\int [x(t)]^2 dt}$$

$x_{RMS} > x_{av}$

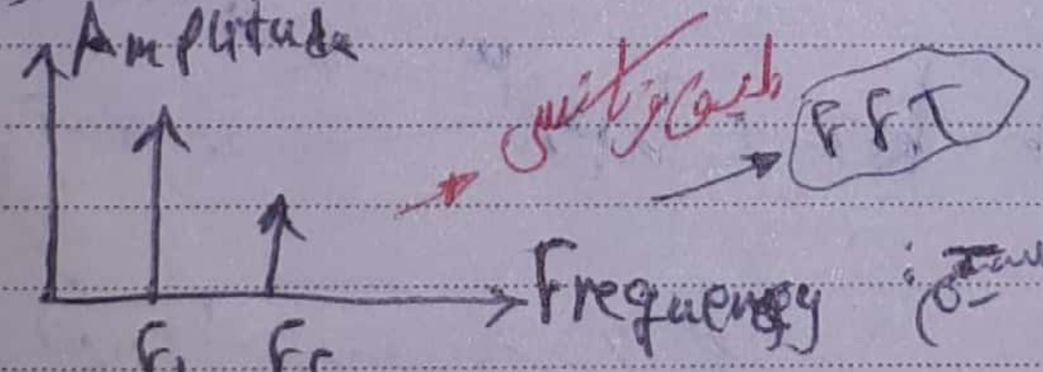
- $x_{p-p} = \max[x(t)] - \min[x(t)]$ نشان دهنده توسان کل در یک سیگنال
سیگنال به توان ۲ = انرژی یا قدرت سیگنال

انرژی خالص است یعنی نویز ندارد و فقط غلظت‌های کمینه و بیشینه است بلکه ... حالت‌های هم هست بلکه انرژی کل را حساب می‌کند.

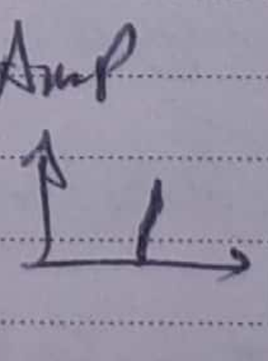
جابجایی - فرکانس: در عیب‌یابی (FD) کاربرد دارد
جابجایی - زمان: برای رفتارسنجی کاربرد دارد

فرمول‌های سیگنال‌های هارمونیکی توان از RMS به دامنه‌پیک ← $x_{RMS} = 0.707 A$ ← فرمول‌های عکس

در عیب‌یابی با Domain Frequency انجام داد یعنی از یک سیگنال کلی به هر سیگنال سازنده‌اش



Dominant = بزرگ‌ترین
در عیب‌یابی دینامیکی (FD) Dominants: هماهنگ‌ها و فرکانس بزرگ‌ترین هماهنگ



برخی فرکانس‌های عدم بالانس است
اگر فرکانس‌ها مربوط به یک فرکانس دورانی (متناوب) است

اجزاء درون سیستم خودرو: Driver_Driving_Transmission box
گیربکس ← انتقال حرکت
هر یا تا چند فرکانس دارد.
هر سفت‌افزار چند فرکانس دارد.

$$|X| = \frac{\frac{F_0}{k}}{\sqrt{(1-r^2)^2 + (2\zeta r)^2}}$$

فنر: وقتی کشیده یا فشرده شود انرژی را ذخیره می کند و در جهت خلاف متناسب با موقعیت عمل می کند

دمپر: انرژی را از بین می برد (ذخیره نمی کند) و در جهت خلاف متناسب با سرعت عمل می کند.

سرعت صفر زمان صفر
که حالت ایده آل

domain
FFT یا Frequency توسط

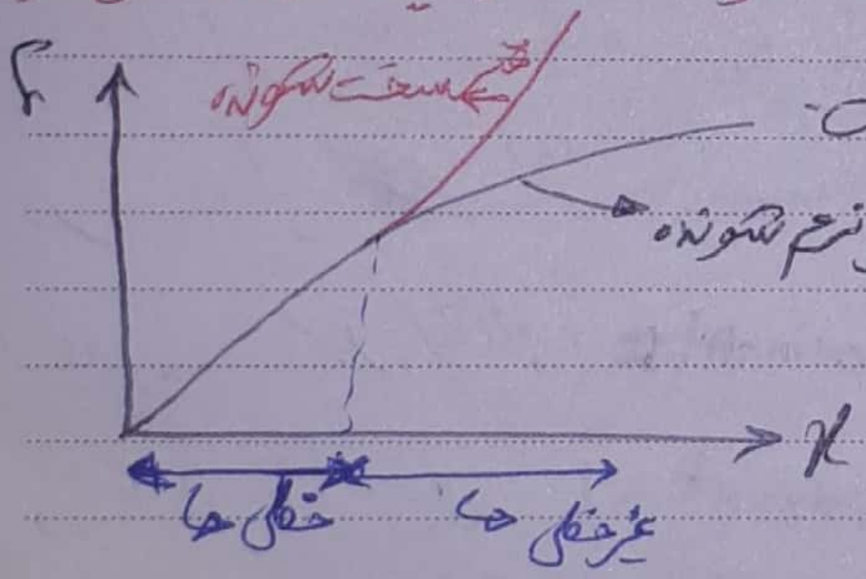
۱۴۰۱/

در عیب یابی خرابی ها یک راه مهم و پایه به اجزاء تشکیل دهنده ماشین آلات است
در MS خرابی ها یک مورد استفاده قرار می گیرد. (Time trend)

خروجی FFT: به ما بیشترین خرابی های موجود در یک سیستم نشان می دهد و حتی شدت خرابی ها را هم نشان می دهد (خروجی ها از FFT به دست می آید)

ورودی های ارتعاشی می توانند: باد - صفحه دستیر - نیروی موتور - اجزاء موتور و عدم تعادل ها و عدم یا الاین بودن سیستم کوپلینگ باشد.
وجاده
موتورهای اغتشاشات است

در MS: هدف سیستم های مکانیکی که عمل دورانی یا حرکت دورانی دارند هدف هستند. نیروهای وارد بر سیستم ماشین یا حرکت خودش و حرکت اجزاء آن موجب ارتعاش می شود.



فنر: ذاتا غیرخطی است مگر در یک بازه ای خطی است.

$F = k_1 x \pm k_2 x^3$ (+) شدت شکننده، (-) شدت نرم شکننده

فرضیه اول: بدون جرم و خطی
اگر بخواهیم حالت واقعی را آنالیز کنیم روش حل پیچیده می شود اما اگر یکی دو تا محاسبات را کم کنیم می توان آن را به راحتی حل کرد مدل خطی کرد.
اگر بگوییم سیستم خطی است یعنی ما روشنه داریم خروجی های ما روشنه است.

یعنی سیستم خطی: خروجی و ورودی = روشنه است (خرابی ثابت)
ها دامنه ها را تغییر می دهد. نسبت ورودی به خروجی تغییری نکند (Gain)
اسلاید (۷۸) سمت چپ: ورودی
راستی: خروجی

Amp

سالروز عملیات افتخار آفرین مرصاد (۱۳۶۷ هـ ش)

* ارزیابی وضعیت ورودی و خروجی ها و gain و تغیرات خازن را می دهد.

* اگر نمودار Board Plot در حالت کلی حسب فرکانس رسم شده باشد برای یافتن ω_n یا همان اولین ω که $\varphi = -\pi/2$ شود کافی است خطی در $-\pi/2$ رسم کنیم تا محل برخورد آن با فرکانس را بیابیم. سپس فرکانس طبیعی است بنابراین ω_n هم بدست می‌آید.

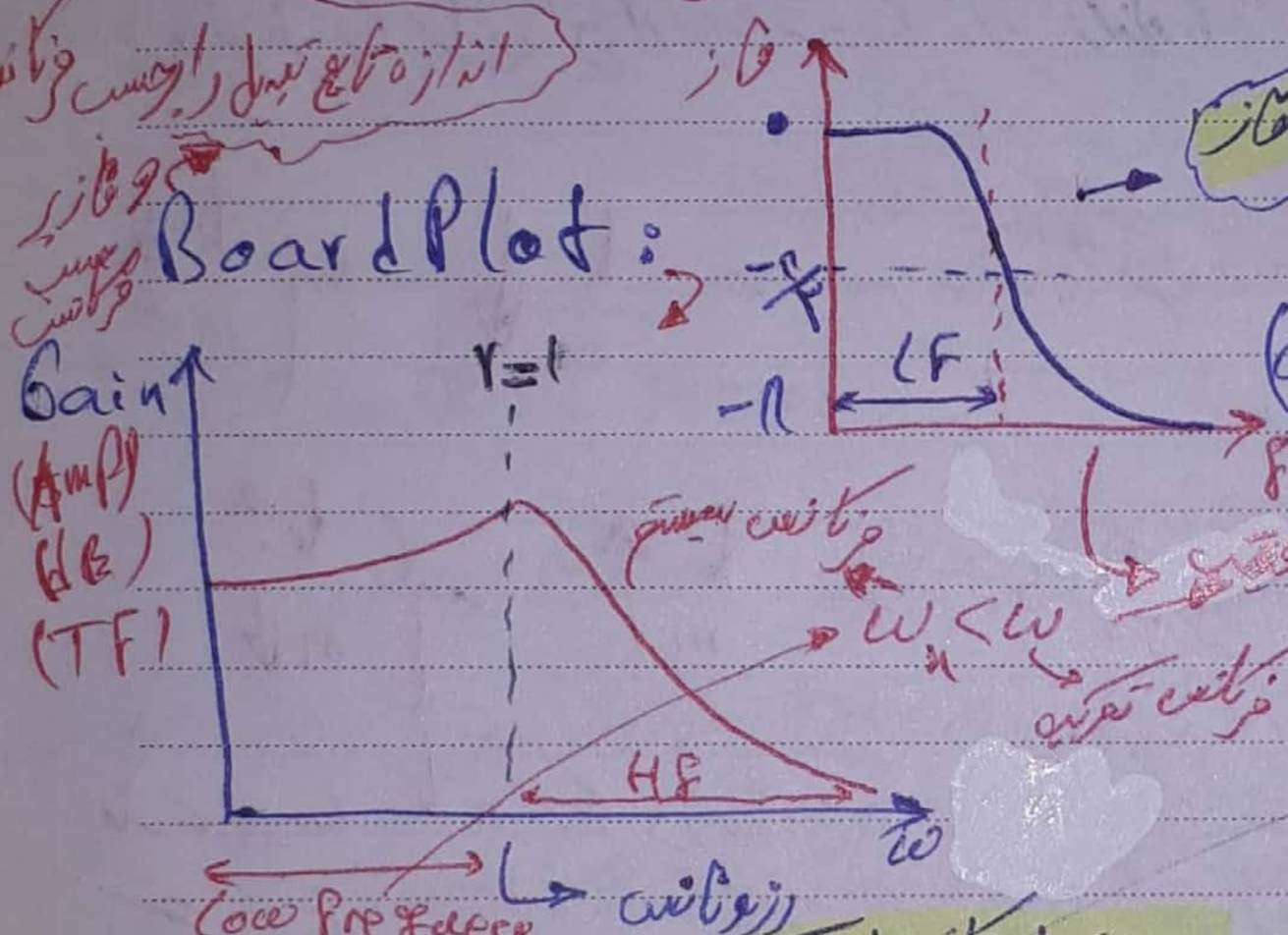
* برای فاز هم Gain داریم.

$$\text{Gain} = \frac{\text{دامنه خروجی}}{\text{دامنه ورودی}} \quad \text{برای سیستم ارتعاشی} \rightarrow \text{(برای هر سیستمی متفاوت است)}$$

$$\text{Gain} = \frac{\text{خروجی} \rightarrow \text{اندازه}}{\text{ورودی} \rightarrow \text{اندازه}}$$

گین‌ها جمع می‌شوند و دامنه‌ها ضرب می‌شوند. * وقتی ورودی‌ها هارمونیک به سیستم خطی وارد می‌شود (time invariant) برای سیستم خطی که وابسته به زمان نباشد (مثلا دیفرانسیل با ضرایب ثابت) خروجی هارمونیک که دامنه‌اش با دامنه ورودی اختلاف دارد و فاز هم با ورودی اختلاف دارد هم به وجود می‌آید.

Board Plot: (اندازه تابع تبدیل را حسب فرکانس و فاز را حسب فرکانس رسم می‌کنیم)



تغیرات فاز → یعنی تغیرات موقعیت ($\zeta = 1$)

(فاز بر اساس فرکانس Plot می‌شود)

Gain تقریبا ثابت ← ورودی خروجی را تقویت می‌کند

فرکانس کم را عبور می‌دهد و در فرکانس‌های بالا (حدود فرکانس تشدید) ضعیف می‌کند

* تعداد دیک‌ها متناسب با مرتبه سیستم است. هر تعداد فرکانس طبیعی یعنی تغیر فاز ایجاد می‌شده (اختلاف فاز)

قبل از ($\zeta = 1$) فاز صفر است. ورودی در فرکانس کم (شکل موج ورودی) در ($\zeta = 1$) فاز تغیر می‌کند (Phase shift) و شکل موج خروجی در آخر یک تغیر فاز را می‌دهد (180°) می‌چرخد.

برای ایجاد رزونانس ارتعاشات: $\zeta < 1$ مناسب است و ω_n یا f_n یعنی (سیستم سنگین و دارای جرم زیاد) و وزن بالا ← جدا کردن سیستم از منبع ارتعاشی ($\omega_n = \sqrt{\frac{k}{m}}$)

آنگاه می‌خواهم چه فرکانسی تحریک شده و ارتعاش پیدا کند ($\zeta < 1$) رخ دهد.

Phase: (Phase shift) ← نمودار فاز

Freq ← $\omega_n = \omega$

Gain ← مقدار Gain که می‌شود

Phase: LPF (Low Pass Frequency) ← به این نوع سیستم‌ها می‌گویند که فقط فرکانس‌های کم را عبور می‌دهند

High Frequency

* سیستم های مکانیکی هوایی به صورت (PF) دهنده و تقویت می نمایند به طوری که Gain برای فرکانس های کم بیشتر از یک و برای فرکانس های بالا کمتر از یک می باشد.

مرداد | ۸ | 30 Jul 2022 | ۱ محرم ۱۴۴۴ | شنبه

۱۴۰۱

در (۲۷۱) مقدار "Gain" تعریف می شد یعنی سازه خیلی قوی است و هر نیروی وارده بر آن را بدون تغییر وارد می کند (یعنی هر نیروی وارد شده را تقویت می کند)

* وقتی به یک سیستم مکانیکی ایده آل ورودی (هم) فرکانس های فرکانس مراد دارد اما داده و خروجی تغییر می کند.

* هر قدر برای از بین بردن سازه از فرکانس بالا میسازیم

فرکانس بالا

$\omega \gg \omega_n$ ← دینامیک سیستم سازه از فرکانس ← $\frac{k}{m}$ ↓ ← $\begin{cases} k \downarrow \\ m \uparrow \end{cases}$

تعریف

$\omega \ll \omega_n$ ← دینامیک سیستم سازه از فرکانس ← $\frac{k}{m}$ ↑ ← $\begin{cases} k \uparrow \\ m \downarrow \end{cases}$

تعریف

سیستم های سازه و سیستم هایی است که m در اختیار ماست (نه k)

سیستم های مکانیکی در قاعده CPF قرار دارند تا بتوانند ارتعاشات فرکانس های بالا را تضعیف کرده (به دو دلیل)

High frequency

دلیل اول

در سیستم های CPF سیستم Damping مکانیکی ندارد

فرکانس های بالا نیاز به بیرت نوسان بالا دارند تا به دامنه ی بیشتر برسند

* در حالت ایده آل Damp در قاعده $\omega = \omega_n$ است.

* از صفر تا ۰.۱۵ = ζ یک داریم.

* فرکانس طبیعی را از دست نمی دهد

* هر چه Damping زیادتر شود دامنه ارتعاشی کم می شود اما نیروی وارده به افزایش پیدا می کند

غیر از فرکانس طبیعی وجود دمپر ضروری نیست.

روی سازه دینامیکی تاثیری ندارد اما کار ما را تقریبی می دهد ← Dynamic Vibration absorber:

در این روش متناسب و نزدیک به سیستم اصلی اضافه می کنند (به سیستم فرعی) به حساب

* در ($\omega = \omega_n$) مقدار تغییر فاز معادل (-۹۰) است.

آغاز سال ۱۴۴۴ هجری قمری

* با وجود دمپر حداکثر Gain تابعی از دمپر "ζ" است.

باعث تغییر دامنه و فرکانس

* Gain در فرکانس های بالا (f > f_c) یا فرکس ثابت (شریع) کم می شود.

* Gain عددی مثبت است. دارای اندازه و فاز

attended = تضعیف

* Gain (PF): فرکانس بالا را تضعیف می کند. فرکانس پایین را عبور می دهد

(Gain = 1) ←

مرداد | ۹ | 31 Jul 2022 | ۲ محرم ۱۴۴۴ | یکشنبه

می آید) حالا این ورتد و فنر اضافی یکدیگر را خنثی می کنند

فرکانس طبیعی سیستم عوض نمی شود و بنابراین با فرکانس تحریک یکی می شود و رزونانس نداریم.

* مثلا اضافه کردن یک [redacted] و المونیوم به مجموعه (...) دامنه را (یا تغیری دهد) هم تغیری دهد

* پایه نوع Passive Vibration می تونیم "m" و "k" ثابت است

باید یک جابجایی وجود داشته باشد تا F = kx تولید بشود

Active Vibration: حالتی که هم فنریت (k) و هم جرم (m) تغیری کند مثلا نوع

ارتعاشات و نوسان با انجام می دهیم

ولتاژ یا جریان می دهیم

Piezo electric ها: Active Vibration

برای اندازه گیری ارتعاشات به ما ولتاژ می دهد

دو نوع Piezo electric داریم:

Actuator, sensor

یک ولتاژی عبور از مود سنسور را اجرا می دهد

Piezo electric ها در تست NDT از این استفاده می شود.

در این حالت مستقل از ایجاد جابجایی فقط بر اساس ولتاژ خودش میزان ارتعاشات را بدست می آورد (در حالت Passive) باید جابجایی درست بشود و سیستم ما را (یا تغیری دهد) انجام داد)

اثر این Damp باعث کم شدن سطح خیز فاز در نواحی (ω_n) می شود

به خاطر وجود وزن و لختی ("I" یا "m") هر سیستم یا قطعه ای حدی برای سرعت نوسان (ω) دارد. وقتی به این سرعت رسیدیم و بخواهیم با فرکانسی بالاتر نوسان کنیم باید دامنه نوسانات را کم کرد.

دلیل دوم

اجرا اصلی دمپ در فرکانس حدود (ω_n) است.

اندازه گیری روی سیستم ورودی نیست

بلکه فقط خروجی را اندازه گیری می کنیم

در CMS ما با ۴ حالت خروجی هستیم و بر اساس آن موقعیت دستگاه را بدست می آوریم

* به اندازه حاصل ضرب [redacted] تعداد ورودی ها و تعداد خروجی ها، توابع تبدیل داریم.

ارتعاشات → فقط اندازه گیری → از روی همه یا Output ها سراغ سیستم می رویم

رفع می دهد

* مقدار یک نوسانات در کمی از (γ = 1) یا همان رزونانس [redacted] بیشتر و بیشتر نمی شود.

* ولی اگر بخواهیم آن نوسانات اولیه را ایجاد کنیم در (FD) به دردمون خورد

به خاطر وجود Damp حداکثر (پیک) Gain در کمی پایین تر از (γ = 1) رخ می دهد

در واقعیت در سرعت صفر هم نیروی Damping داریم. با خطی مماس آن را صفر می‌گیریم.

در اکثر مواقع سیستم در مقابل یک ورودی ارتعاشی متناسب با فرکانس ورودی است.

۱۴۰۱ در طبیعت

در واقعیت خود Damping هم جرم دارد بنابراین خطی نیست.

اتصالات پیوسته و غیرخطی است.

به خاطر عدم تحرک جرم در نقطه اتصال فرض می‌کنیم جرم در نقطه

است بنابراین ارتعاشی که محاسبه می‌کنیم تا پیوسته است)

در بررسی ارتعاشات (Vibration Analysis) ورودی و ویژگی های دستگاه (اجزای تابع تبدیل) اهمیت دارند

پاسخ خصوصی که از ورودی است که باقی می‌ماند. پاسخ عمومی گذرا است و در نتیجه

وجود فنریت و Damping با گذر زمان از بین می‌رود.

روش های یافتن ω_n: ① محاسباتی ② (Modal Analysis)

توسط نمودارهای ارائه شده توسط Experimental ← توسط سنسورهای Piezoelectric

قدم های حل:

① تحلیل های رایانه ای (Performance)

② محاسبات ترمودینامیکی و انتقال حرارت

③ انتخاب مواد (Material selection)

④ طراحی ابعاد و شکل سیستم ها انتقال یافته و ابعاد آن (Manufacturing) ← فرآیند تولید

⑤ بررسی مطابقت قطعه طراحی شده با اجزای دیگر (دچار رزونانس نشود)

⑥ آنالیز ارتعاشی

* در (MM) با استفاده از خروجی به سراغ طراحی سیستم کنترلی (PID) می‌رویم که ورودی نداریم

An Increase in gain and dramatic Phase Shift occur at the freqeuency of mechanical resonance.

از نمودار دامنه-زمان وقتی FFT بگیریم ← به نمودار دامنه-فرکانس می‌رسیم.
(Fast Fourier transform)

Time wave form

* معمولا از خود نمودارهای (دامنه - زمان) اطلاعات زیادی به دست نمی‌آوریم بلکه باید از اون اطلاعاتی مثل (RMS) و Peak to Peak رو به دست آوریم. (به دست آوردن انرژی) (اعداد ماها مثل Index)

* هر نوع ورودی و در هر محیطی از سازه‌ها دارای طیف فرکانسی و دامنه‌ای تشکیل شده
Broad Band

* طیف فرکانسی "Chaotic" و "Random" یعنی هیچ وقت تکرار نمی‌شود

* ورودی ضربه: باید چند تا فرکانس باهم جمع بشوند تا بتوانند ضربه را بسازند

در پارامترهایی که بستگی وجود دارد مثل بحث صدا از dB استفاده می‌شود (مقیاس خطی نگاریتمی). مزیت این حالت: مقدارهای زیاد و مقدارهای کم را می‌توان با هم نمایش داد.
و ارتعاشات

در این روش یاد گرفتیم چیزی هم هست تا بر اساس آن بسنجیم

dB: مقیاسی برای اندازه‌گیری دامنه ارتعاشات
مثلا نمایش A (با عدد ۱۰۰) کار هم اشتباه پذیر است

$$dB = 20 \log_{10}\left[\frac{A_{rms}}{A_{ref}}\right] = 10 \log_{10}\left(\frac{a^2}{a_{ref}^2}\right)$$

A: هر پارامتری می‌تواند باشد مثل دامنه
مقدار ارتعاش
ref
حاصل از ۱۰

واحد زلزله هم لگاریتمی است: یعنی ۵ ریشتر (۱۰) برابر ۴ ریشتر است.

در logscale دو مقیاس بزرگ و کوچک را می‌توان راحت با هم نمایش داده ضریب (۲۰) چون اگر انرژی‌ها توان دو دارند و این (۲۰) از اینجا آمده.

هر ۶dB معادل ۲ برابر شدن مقیاس است.

پارامتری در حالت خطی ۳ برابر شود در حالت "log" حدود ۱۰ می‌شود
واحد اضافه (جمع)
اگر نسبت $\left(\frac{A_{rms}}{A_{ref}}\right)$ ۲ برابر شود به اندازه ۶ دسی بل روی مقدار اولیه اضافه می‌شود

مزیت نمایش لگاریتمی: ① رنج‌های بسیار مختلف یک پارامتر نسبتاً ثابت است.
② روشی بسیار برای نمایش محدوده‌ی عمومی (Dynamic range) بزرگ.

فصل ۳:

Vibration transducers:

مبدل ها Gain دارند.

مبدل یا تبدیل کننده می‌تواند هر ورودی را به خروجی که ولتاژ است.

برای هر پارامتری که اندازه‌گیری می‌کنیم (جابجایی، سرعت، شتاب) این مبدل داریم.

مبدل چیست: پارامتر فیزیکی را اندازه‌گیری می‌کند و به سیگنال الکتریکی مثل ولتاژ تبدیل می‌کند (مثل ارتعاشات، دما، فشار و...)

خروجی متناسب با متغیرهای که اندازه‌گیری است. در استفاده صنعتی است بخش آرایه مبدل‌ها دنیای خطا دهدتا آخر تمام محاسبات خطا خواهد بود (شنجیره‌ای) و نمی‌توان اطلاعات از دست رفته را بازیابی کرد.

معمولاً برای سیگنال مبدل فاکتور (Gain) داریم تا بتوان خروجی که سیگنال ضعیف است را به حدی که بتوان توسط مبدل رکوردر تبدیل کرد معمولاً یک ژنراتور یک واحد هم دارد. (Conversion)

مبدل‌ها باید: ① برای آن وظیفه‌ی خاص انتخاب شود مبدل متناسب با دمای بالا قابلیت تحمل داشته باشد

② درست متصل شود ③ کالیبره شود ④ تمام پارامترهای مورد نیاز را (پایه ۸) ویرایش شود

working order

۴. Eddy current / Proximity probe: Non contact

نیرو و فرکانس عوامل مهم در اندازه‌گیری توسط مبدل است که مطالعه می‌کند

از چه نوع مبدلی باید استفاده شود. (ملاحظات در انتخاب مبدل)

* برفرض با مبدل اندازه‌گیری سرعت می‌توان توسط انتگرال‌گیری جابجایی را بدست آورد ولی باز بهتر است که توسط خود مبدل اندازه‌گیری جابجایی کنیم تا خطرات خطا کم شود.

انواع مبدل ها: ① مبدل های جابجایی: الف) اتصالی (با عدم اتصال) (Proximity Probe) ب) Piezoelectric
② مبدل های سرعت: الف) الکترومکانیکی ب) Piezoelectric (پرکاربردترین)
③ مبدل های شتاب (شتاب سنج): Piezoelectric

معمولا سرعت بهترین پارامتر برای پیمایش بهترین نوع مبدل است. چون دامنه سرعت ("Aw ni") حاصلی از دامنه و فرکانس است)
اما هرچه شتاب: $-Aw^2 ni$ ← دارای فرکانس بالایی بوده که کوچک می شود
هرچه جابجایی: Ax ← حالت ایده آل اما در واقعیت دامنه تابعی از فرکانس است

سرعت ← در فرکانس های متوسط Gain ثابتی دارد ← خود دامنه تابعی از فرکانس است
$A = A(w)$
بنابراین نمودار جابجایی هم بایستی فرکانس تغییر کند
Gain = sensitivity

(دامنه نسبی)
Amp
Gain بالا ← در فرکانس های بالا مشکل دارند
f
verylow frequency و low frequency ← مناسب برای Displacement
برای تحلیل خرابی از این مبدل ها استفاده می شود
یک پارامتر اندازه گیری حاصل ها و Gap هاست
(در فرکانس های بالا تاثیر دارد)

شتاب سنج ها در فرکانس های بالا بسیار خوب اند. البته در محدوده فرکانس های medium هم قابل قبول اند
(دامنه نسبی)
Accelerometers ← مبدل سرعت حالت بینابینی است و هم تاثیر فرکانس و هم تاثیر دامنه را لحاظ می کند و هم تابع gain است
تقریبا ثابت است

انواع حرکت ها:
مبدل های جابجایی: حرکت نسبی را اندازه می گیرند.
مبدل های سرعت و شتاب: حرکت مطلق را اندازه می گیرند.

اگر از سنسور روی مجموعه یا تاقان و بدنه استفاده شود، حرکت نسبی را می بینیم.
تقریبا ثابت است (Casing یا تاقان)
گاهی اوقات پیمایش سرعت مطلق امکان پذیر نیست مثلا روی بدنه هواپیما.
برای بدنه مطلق است سرعت نسبی و سرعت خود جسم نسبی را باید بدانیم.

ملاحظات مهم در انتخاب مبدل: ① بازه فرکانسی ← ابتدا باید سیستم و محدوده فرکانسی آن را بررسی کنیم و بعد
② نسبت سیگنال به نویز (SNR) ← هرچه بزرگتر ← تشخیص نویز
SNR بالا خوب است یعنی قدرت سیگنال از نویز
براساس آن مبدل پیدا کنیم (با شناسایی دقیق سیستم)

بازه کل برای مبدل ها (حالت بینابینی است): مبدل سرعت بازه کاری ← الکترومکانیکی: 10-1000 Hz
(یکی که بازه کاری را عنوان می کند): 10-2000 Hz: Piezoelectric
مبدل جابجایی: بازه کاری زیر 1000 Hz (تا حدود 1500 Hz) مبدل شتاب سنج: از 1 Hz به بالا

باند فرکانسی مبدل‌ها: باند فرکانسی مبدل سرعت: تقریبا ثابت
باند فرکانسی مبدل جابجایی: کاهشی
باند فرکانسی مبدل فشار: افزایشی

Constant Percentage bandwidth (CPB): باند فرکانسی

6 Aug 2022
۸ محرم ۱۴۴۴
۱۵ مرداد شنبه ۱۴۰۱

ویس چی میشود (یا بیشتر)

۳) حساسیت: مثلا در اثر تغییر دما تغیر خروجی چه قدر است
Gain ←

۴) معدوده فرکانسی طبیعی: به هیچ عنوان نباید در ناحیه کاری ما قرار گیرد

Gain ↑ — این ناحیه مطلوب نیست

Gain خیلی بالا هم خوب نیست

f

این ناحیه مطلوب است

$F = kx \rightarrow k = Gain$

۵) قدرت شیشال (اسلوپ شیشال) کم تر به خود آلوده شود

۶) اندازه و وزن مبدل

چون Gain در این ناحیه ثابت است

۷) محدودیت‌های محیطی و حساسیت بدنه

۸) واحدهای اندازه‌گیری و واحدهای مطلوب

مهم‌ترین ویژگی‌های مواردفوق: بازه فرکانسی (ما مورد اول)

* مبدل باید بتواند تمامی فرکانس‌های موجود در سیستم را با حساسیت بسیار زیاد حس کند

Range = معدور افقی

dynamic range = معدور عمودی

دنیای معیوب

برش Clipping: اگر بازه دامنه سنجی کم‌تر از حداکثر فرکانس یا دامنه آن فرکانس حذف یا نادیده گرفته شود

هرچه بازه فرکانسی مبدل بیشتر باشد کیفیت و Resolution آن بیشتر می‌شود

فقط این بازه فرکانسی بالا هم خوب نیست بلکه همیشه آن نیاز است

بنابراین بهترین حالت این است که بازه طیف فرکانسی را به نحوی متناسب کنیم تبدیل کردیم دقت و کیفیت بالاتر برود و هم دیتاهای اضافی نداشته باشیم

یعنی یک سنسور برای هر فرکانس - یک محدوده فرکانس بالا برای هر فرکانس

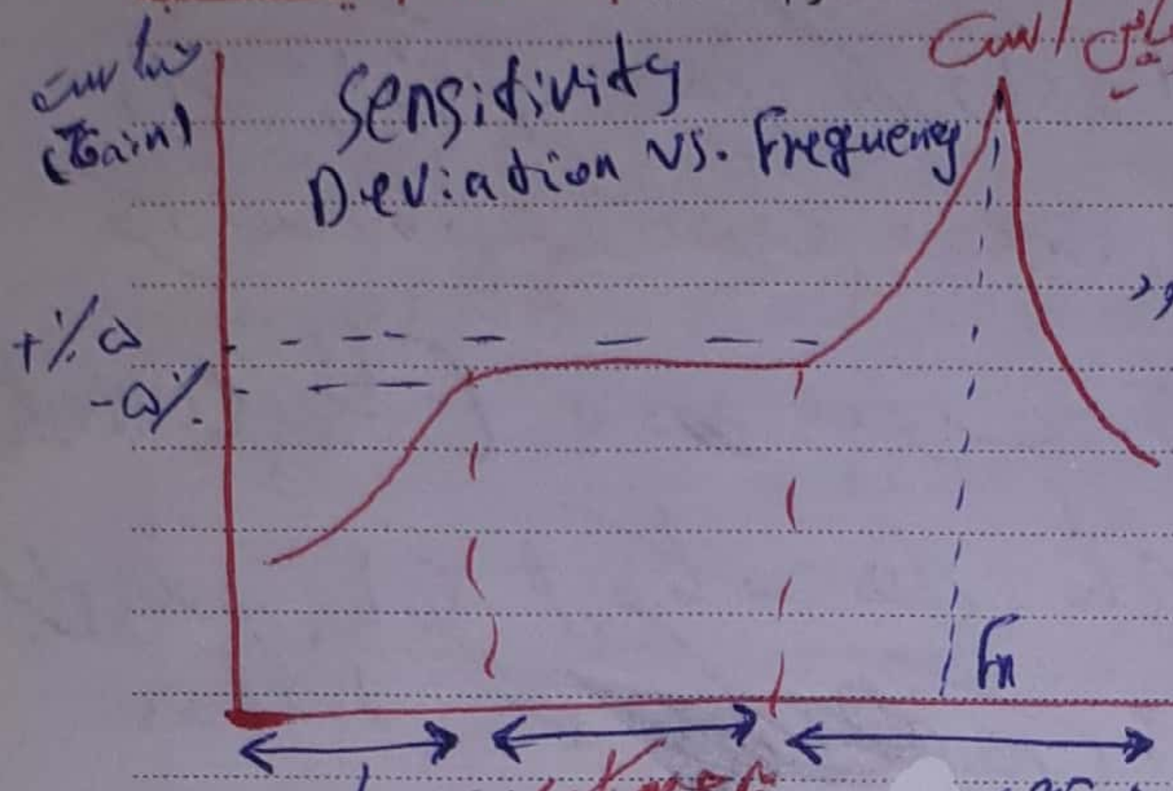
Constant Percentage bandwidth (CPB): باند فرکانسی

در اثر تغییر شرایط مثلا تغییر فشار یا دما یا ... خروجی تغییر کند. اگر حساسیت (Gain) کم باشد در ۱۴۰۱ اثر زیادی بر خروجی ندارد

Gain

Gain ثابت یعنی انواف خروجی از ورودی خیلی کم است یعنی ۰.۱ ٪ است.

(ادامه ۹): پاسخ فرکانسی سنسور: مشخصه کاربردی سنسور مایین است



Gain ثابت است:

یعنی اگر مقدار نمایی قلمت ثابت Gain که باشد بازه را در حدود ۱.۰۵ و ۰.۹۵ در نظر می گیرند

خروجی ۱۰٪ از Gain ثابت

تعیین کاری: راهنمایی دهد

دقیق زیادی دارند

Electric

* سنسورهای Piezo ها فرکانس های زیادی را مانیتور می کنند اما

بهترین حالت آن ها در فرکانس بالا است.

Proximmity Probe

* سنسورهای Eddy current: این سنسورها در فرکانس های پایین و متوسط کار می کنند به همین آن ها در باره فرکانس پایین حدود ۰.۲ الی ۲۰ هرتز

* سنسورهای Velocity Traducer: این نوع سنسورها حد وسط هستند یعنی اگر هیچ دید و اطلاعاتی از سیستم نداشتیم از این سیل ها استفاده می کنیم. و نقطه راحتی دارند

ولی در نهایت از Piezo Electric بیشتر استفاده می شود چون هم ساده و هم کوچک اند و

اگر وزن سنسور زیاد باشد: باعث می شود برای ماشین های غیر ساکن هم از خود سنسور هم می شود

سیگنال اطلاعات دقیق نمی دهد. (وزن بالا خود سنگ جرم و ضد انتقالی می شود)

جریان پایین گشتاور حاصل از قطعه را اندازه

میدل جایی:

سنسورهای جابجایی Eddy current با پایه عدم تماس:

پلین با سیم پیچ دوربین داریم • نزدیک رسانا به آن جریان ایجاد می کند که با این میدان اولیه

مخالفت می کند (Net Flux) تابع رسانایی جسم است (Conductivity)

برای Material sorting به درد می خورد ← هر فلزی جریان خاص را دارد

سپس بر اساس جریان تولیدی است می توان نوع فلزی با انجام

تاسوعای حسینی (تعطیل) - تشکیل جهاد دانشگاهی (۱۳۸۹ هـ ش)

دامنه نوسانات تولید شده توسط کویل در قطعه در بازه‌ی می باشد پراب با قطعه رابطه خطی دارد.

Eddy current induced at the surface of the material.

پراب را تحریک فعال می‌کند و باعث ایجاد جریان دوران ثانوی می‌شود.

هرگاه سیم بالا: عمق نفوذ کم می‌شود، رسانای بالا: عمق نفوذ کم می‌شود.

Eddy current به دو صورت معلوم می‌شود.

برای عیوب سطحی از فرکانس‌های بالای Medium frequency استفاده می‌شود.

برای عیوب Subsurface از فرکانس‌های پایین استفاده می‌شود.

Surface

AM modulation است Am در سال ۲۳ و یک ۲۳ ماه موج

فرستنده Am می‌فرستد و گیرنده آن را demodulate می‌کند حال demodulate آن چیست؟ (۹ بیت)

شدت این پروسه منفی خواهد شد و از آن خروجی می‌گیریم (نوسانی دارد)

برای سطوح Eddy current:

بهترین کاربرد: محاسبه ضخامت بین Shaft و Bearing (برای 6 ماه)

یا ضخامت فیلم (Thickness film) (Gap Filler) توسط امپدانس‌متر برای ما

الکترونیک میدان داخلی سنسور برای ما هم میدان مغناطیسی تولید می‌کند و سپس اختلاف میدان را اندازه‌گیری می‌کند.

Eddy current:

علاوه بر NDT برای یافتن ضخامت (Thickness measurement) هم

می‌خورد. توسط UT هم می‌توانه ضخامت اندازه بگیره

این نوع پراب‌ها شکل انتهایی خاصی ندارند سیم خودساز تهیه می‌کنیم و

آن‌ها را از ابتدا متصل کرده با سیم‌پیچ آن‌ها خودمان بخواهیم سوئیچ کار می‌کنیم و

آن‌ها را مرکب می‌کنیم. مرکز تحقیق نوعی دستگاه به Stress Analysis دارد.

خروجی سنسور شکل Am است و ما چون این نوع

را پست می‌آوریم و آنالیز می‌کنیم.

عاشورای حسینی (تعطیل) - روز خبرنگار

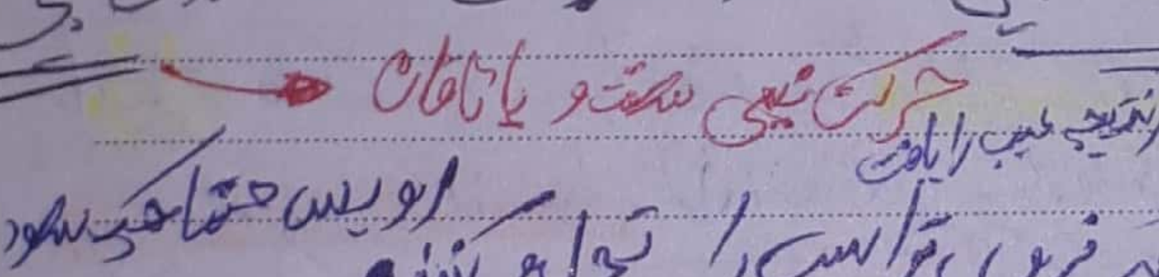
Demodulate توسط

Contact Static
Contact Dynamic
Filmofoil ← (Sliding) یاتاقان ها: ۱- لغزشی
roller -
Ball -
Barrel -
Cone -
۲- غلتشی (گردشی)

Bead frequency:

وقتی دو شیء کاملا غیر یکسان های با اختلاف خیلی کم در فرکانس این نوع شکل را می سازند
از لحاظ ظاهری Anti Am است. ولی کاملا متفاوت است. Am سینوسی است

Bead frequency ای وجود دارد:



منبع صوتی یا منبع ارتعاشی دارد

در Eddycurrent هم deadzone داریم. بازه‌ای که قبل و بعد از آن با حساسیت یا توسعه پراب به وجود می‌آید اما جریان تولید نمی‌شود

ارتعاشاتی که در Eddy از نوع جابجایی است. و حساسیاتی که به سرعت نسبی Current است* از نوع ارتعاشاتی که می‌توان آن‌ها را اندازه‌گیری کرد حرکت نسبی سطح و یاتاقان

یاتاقان‌های تراست: یاتاقان‌هایی که نیروی تراست را تحمل می‌کنند (و بیشتر متداول هستند)

Fluid film radial = axial load

زاویه پین = 90° → می‌توان فرضیه سطح بالا است یا نه

مهم‌ترین فاکتور طراحی و محاسبات ماینیمم ضخامت فیلم روغن برای طراحی است minimum film thickness

تحلیل مداری (تحلیل orbit analysis):

فقط با سنسورهای EC و یا سنسورهای (Proximity sensor) می‌توان تحلیل مداری کرد. مکان هندسی پیمودن شکلی که شفت در داخل بوشینگ ایجاد می‌کند

مکان هندسی دو سنسور که بر هم عمود هستند را اسلو می‌کند که پیمودن است

Thrust Probe: Axial clearance را محاسبه می‌کند

تحلیل مداری زمان‌هایی که فقط حرکت در راستای X و Y وجود دارد است

orbit ها برای آنالیز هستند.

Y Axis	X Axis
Radial Probe	Radial Probe

تحلیل مداری

خود پره توربین نیروی محوری تولید می‌کند. چرخنده‌ها هم نیروی محوری تولید می‌کنند

یک سنسور تکی: برای محاسبه خود از یاتاقان است (Keyphasor Probe)

سفتی (Stiffness) چه‌جوری واقعی را بیشتر می‌کند

جابجایی در (x) کم یعنی سفتی از زیاد است جابجایی زیاد یعنی سفتی کم است

با فرکانس متغیر ← اما ما با فرکانس ثابت ۱,۵kHz کار می‌کنیم

۱۴۰۱

توسط ولتاژ خارجی تحریک می‌شود. ← سنسورهای Active

سنسورها را باید حتماً کالیبره کرد و گرنه خطای دارد (سنسورهایی که برخی از Gain استفاده می‌شوند باید کالیبره شوند)

جریان القایی درون قطعه توسط میدان اعمالی از قاعده فاراده تابعی از فاصله قطعه تا پراب است

انواعی ولتاژ صفر و فاصله غیر خطی دوز deadzone هستند.

پراب سنسوری حفره

خروجی 1 Volts/mm

V

۲٫۲۵

۲٫۲۵

x (فاصله پراب تا قطعه) (mm)

اگر پراب به سطح بچسبد و فاصله صفر شود (deadzone) قرار می‌گیرد.

gap مثبت: پراب سنسوری حفره gap

روی سنسوری که مثلاً جنسی یا فاصله‌ای دارد با یک توسط EC تعیین می‌شود. (استفاده‌ی برای اندازه‌گیری فاصله‌ها)

با تغییر فاصله نوک پراب با قطعه ولتاژ DC متناسب با فاصله تولید می‌شود

این ناحیه خطی است

حسن کالیبراسیون GM خیلی هم دارد: ① اتصال پراب با قطعه خیلی هم (خروجی صفر ولتاژ DC)

② ناحیه خطی ③ ناحیه دور (خروجی برابر منبع تغذیه)

ناحیه خطی در استاندارد صنعتی: 1 Volts/mm

Gain = Sensitivity = تغییرات در خروجی / تغییرات در ورودی

به جنس رسیتور ولتاژ تغذیه بستگی دارد تناسب تا چقدر را نشان می‌دهد.

هر چه Gain بالا برود حساسیت بالا می‌رود اما چون نویز هم زیاد می‌شود برایش حدی دارد.

↑ Gain ← ↑ نویز

فرکانس را تقریباً ثابت می‌گیریم (1,5 kHz)

رشته زدن = Rust

حفره = Pit

خطی بودن پراب ← میانگین اجسم مورد تحلیل است)

رسانایی - تحلیل - وضعیت سطح (ترک - زنگ زدن - حفره و ...) است

قطعه

Gain پراب ها متاثر از نوع جنس پراب است. زیرا روی رسانایی تاثیر می‌گذارد (Al Gain ← رسانایی بالا)

البته عرض هم اهمیت دارد ولی ما ثابت می‌گیریم.

دما و فشار رسانایی را تغییر می‌دهد بنابراین تغییرات دما و فشار باید خنثی شود Gain را هم تغییر دهد

شهادت امام سجاد (ع) (۹۵ هـ ق)

static measurement = حالت (ثابت)

dynamic measurement = حالت دینامیک

سنسورهای EC قابلیت اندازه‌گیری دینامیک و استاتیک دارند

بیشترین رسانایی و Gain : مس

یک هزارم اینچ = Mil

لوله‌کشی:

۱۴۰ : نوع آلیاژ

$\frac{40}{100} = 0.4$ = کربن (مقدار کربن)

فولاد

سمت کربن

سمت مس

ویژگی‌های آلیاژها:

Making Alloys - Cold warking - Heat treatment

ساختار را تغییر می‌دهد

سنسورهای CC:

- باید به‌خوبی وامین نصب شوند تا خودشان مانع ارتعاشات اضافی نشوند.

(k بزرگ) → واسط

- adaptor useful: برای زمانی که می‌خواهیم سنسور را کار دهیم از این استفاده می‌شود (اسلاید ۴۶ مکانیک)

screw adjustable

- فاصله پراب تا قطعه باید حداقل دو برابر آن مقداری که می‌خواهیم اندازه بگیریم باشد. اگر نزدیک شود خیلی حساس می‌شود و تغییرات فاصله قابل تشخیص نیست.

- بررسی فرکانس رزونانس خود سنسور

- پراب‌ها نزدیک هم نباشند (جلوگیری از تداخل)

- مراقب حمل کردن و نصب کردن پراب باشیم

سنسور سیم پاسخ‌گوی بالاخره اسپرینگ

نزدیک بودن پراب به قطعه بیشتر از حد موجب تقویت جریان در قطعه و پراب می‌شود

۲۱ | مرداد جمعه | 12 Aug | ۱۴ محرم

فرکانس طبیعی تغییر کرد

اگر دورتر باشد هم صحیح کند و القای جریان گویا می‌شود

خود adaptor یا به‌صورت سنسور باید بزرگ و m کوچک، قطعه و rigid

Transducer سنسور یا

سنسورهای اندازه‌گیری فاز: KeyPhasor

* برای محاسبه فاز نسبت به خصوص برای بالانس کردن باید از اندازه‌گیری فاز

* از Keyway می‌توان برای محاسبه فاز مطلق استفاده می‌شود (مرجعی ثابت است)

اگر برعکس شده باشد: بالانس منفی (-۵۷) | اگر درست شده باشد: بالانس مثبت (+۵۷)

روز حمایت از صنایع کوچک

* برای محاسبه فاز نسبی از دو سنسور استفاده می‌شود با دو شکاف بررسی و باهم مقایسه می‌کنیم

فاز (بالانس منفی) Slot = فرورفتگی ، (+۵۷) بالانس مثبت : Key = (بالانس مثبت)

Keyway : شیب تحریک

(Trigger) تحریک شود : مثبت
Leading Edge از شیب برای Key تحریک
Trailing Edge از شیب برای Key تحریک

(Trigger) تحریک شود : منفی

از Proximity Probe ها هم می‌توان سرعت را بدست آورد

$\omega = \frac{2\pi}{T}$ دوران دور را با سرعت زاویه‌ای (ω) جابجا می‌کند

با هر بالس دور (T) را می‌دهد

Gap (فاصله) ← ارتعاشات

① حرکات دینامیکی و استاتیکی را می‌گوید. RPM=CPM

② برای اندازه‌گیری تا حدود 1.5 kHz (90000 rpm) مناسب است
البته با این عدد اعوجاج در توربین‌های با سرعت بالا بیشتر است.
صفحه‌های که در توربین یا سرعت بیشتر هستند حالت را دارند

③ ناحیه Gain حالتی است که بهترین عملکرد را در سرعت بالا دارد

④ راحت کالیبره می‌شود. بر اساس استاندارد مقدار فاصله را بر حسب حرکت می‌دهد
بر اساس ای هامی توان کالیبره کرد. فاصله را با یک کالیبره کرد بعد با یک کالیبره می‌شود

⑤ مدارهای الکترونیکی آن حالت جامد و ... دارد.

⑥ ساختمان این‌ها قابل اطمینان و سفتی دارد (Rugged = سفت / محکم)

⑦ با محل‌های مختلفی در دسترس است. خوردگی و ... (Marsh environment)

⑧ برای محیط‌های با رطوبت بالا و یا ... هم مثل بدنه استفاده می‌شود)

⑨ انواع مختلف و سایزهای کابل‌های متنوعی وجود دارد.

معایب:

Imperfection

① هر چیزی که ... را عوض کند (مغناطیس بودن سطح و ...) (با ... های سطح این را هم تحت تاثیر می‌گذارد)

② حساس به خصوصیت های مواد (خواص مواد)

③ سطح نباید ... (وجود چسب یا رنگ یا خوردگی یا زبری سطح مشکل ساز است)

آشکارساز از Leading Edge فرورفتگی (Slot) تحریک شود (Trigger)
آشکارساز از Trailing Edge فرورفتگی (Slot) تحریک شود (Trigger)

مرداد ۲۳ 14 Aug 2022
یکشنبه محرم ۱۶ ۱۴۴۴

۴) در فرکانس‌های بالا حساسیت کاهش (Gain) تغییر می‌کند
Gain = Dynamic signal response
۵) مقاومت به ضربه خارجی است (برای تولید و القای میدان)
۶) امپدانس کابل به کابل سنسور هم است (باید امپدانس‌ها یکسان باشد)
اگر امپدانس بالا باشد ← افت ولتاژ زیادی می‌شود (کابل اهمیت دارد) تا افت ولتاژ حداقل شود
۷) حساسیت به دما دارند (سنسورهای قدیمی از ۱۹۹۰)
۸) دو لایه کنار هم تداخل دارند
۹) پایه‌ها یا Racket کنایه رفتار غیرخطی ایجاد کند (حساسیت به رزونانس پایه و خود پایه)
۱۰) فقط سیگنال سرعت و شتاب

مبدل‌های ارتعاشی لیزری برای مبدل‌های جابجایی پایه غیر ارتعاشی دارند که تا ۲۰۰m را هم بررسی می‌کنند (تا ۷۰۰ هرتز)

Velocity Transducer:

جرم و فنر و دمپر ← حرکت نسبی

ارتعاشات را از جابجایی سرعت به معادلات محاسبه می‌کند

انواع آن: ① الکترومغناطیسی ② Piezoelectric

الکترومغناطیسی دارد: آهن ربای دائمی (نقش M را دارد) ← سیم پیچ دارد (ولتاژ القایی می‌کند)

حرکت نسبی بدنه ورودی سنسور است با سرعت متناسب است

و همراه با یک فنر برای انتقال ارتعاش از یک به بالا ← خروجی است به صورت ولتاژ می‌دهد

Piezoelectric انواع: Pressure ④ tension ③ Shear ② Bending ①

نقش Piezoelectric: ① سنسور ② عملگر

حساسیت انتقال به تغییرات Base strain است

M بزرگ و m کوچک مناسب برای کاربردهای ارتعاشی پایه

M بزرگ و m کوچک مناسب برای شتاب سنج‌ها خلاف ارتعاشی پایه

جابجایی دامنه

$\frac{Z}{Y} = \frac{r^2}{\sqrt{(1-r^2)^2 + (2\zeta r)^2}}$

در فرکانس (۷) دامنه‌ای خواهیم

$\frac{Z}{Y} = 1 \leftarrow (r \to \infty) \leftarrow$

روز مقاومت اسلامی

$(\frac{\omega}{\omega_n})\uparrow \rightarrow \omega \downarrow \rightarrow \begin{cases} k \downarrow \\ m \uparrow \end{cases} =$ Seismometer (از نوع شتاب)

زلزله نگار ← ω_n کم

ساختمان بلند ← ω_n بالا

جابجایی ← متناسب با ω_n برعکس است

اگر (۲) برقرار باشد:

$$\frac{2}{\gamma} \simeq \gamma^2 = \left(\frac{\omega}{\omega_n}\right)^2 \rightarrow \gamma\omega^2 = 2\omega_n^2$$

سخت پایه ↑

$\rightarrow \frac{\omega}{\omega_n} \downarrow \rightarrow \omega_n \uparrow \rightarrow k \uparrow, m \downarrow$ ⟶ مناسب برای سخت سنج

موارد مختلف مناسب برای الکترومکانیکی هاست.

ساختار و عملکرد الکترومکانیکی:

- شامل المنت‌های فنری و جرم میراکننده و سیم پیچ است.
- به نحوی طراحی شده است تا مرتبه کلیبی پایین داشته باشد. ← محدوده کاری از 10 Hz به بالا
- حساسیت و Gain خوبی از 10 Hz به بالا دارد. ← وجود جرم و لختی (نهایتا 150 Hz)
- فرکانس بالای آن هم معنی دارد به خاطر لختی مناسب فرکانس بالا نیست
- توسط عرکت آهنربا دروی مدار سیم پیچ
- این مدار وقتی میدان انرژی در سیم کنه همزمان امپدانس می‌کند که بتوان این تبادل را به Signal conditioning (تقویت - فیلتر و ...) فرستاد.

- نسبت سختی دارد

حافظه‌دار هم نوع دیگری از مواد هوشمند هستند.

Smart material ها مواد هوشمند هستند Piezo Electric ها

نسبت به دو مثال بالا برای ماکرو می‌کنند

با کمک مدل جرم - فنر - میرایی ولتاژ را سنسور می‌کند. مدل سنسوری

مشخصه‌های سنسوری: "ω_n" ها فرکانس پایینی است. محدوده کاری مناسب

Gain ثابت بوده از 10 Hz به بعد است و در فرکانس‌های بالا افتاد و Gain ثابت دارد. (مناسب برای سخت سنج)

محدودیت‌های سنسورهای سرعتی: ① فقر باکار خستگی می‌شود ② دمپر داخل دما کالیبراسیون خود را از دست می‌دهد ③ اجزای داخل دما ← کاهش لزجت و جوشکاری کردن

حرکت ← حرکت نسبی بین دو جسم

حرکت موربه ثانیه ارزنده

معرف دقت سایشی بهتره ④ حرکت اصلی میله
عمومی که هاکم است ⑤ محدوده کاری کم در رنج 10 Hz الی 1.5 کیلوهرتز
⑥ در فرکانس های پایین کار میکنه (حدود 50 Hz زیر)

مزایای مشعور سرعت:

① روی Casing نصب میشود سیم [redacted] رابطه و [redacted] ربای دهد.
② به تجهیزاتی مثل لطدو عطاات خارج و صل میشود (به صورت مستقیم یا با واسطه)
③ محدوده کاری این 10 هرتز تا 1.5 kHz است که بهتر است 10 Hz الی 10 kHz باشد
④ برخلاف Proximity Probe ها منبع تحریک برق نمی خواهند
900 - 90000 RPM
⑤ چون منبع برق ندارد بنابراین کابل کشی هم ندارد
⑥ به شکل ها و سایزهای مختلف متناسب با فرکانس موجود هستند.

معایب مشعور سرعت: ← اکثر خرابی ها به خاطر Fatigue های حرکت اجزاء

① حساسیت به حالت و حرکت: عمودی یا افقی خوب است ولی مایل خوب نیست
② عضو [redacted] گردنده را نمی توانند چک کنند باید جای کابل نصب شود (کار Proximity Probe ها را انجام می دهد)
③ کالیبره سخت - چون اجزائی داخل است که گیر دارند و خلاف کار ها را انجام می دهد
④ Gain در بازه فرکانس 1 Hz (60 CPM) و در بازه بالای 1.5 kHz (90000 CPM)
⑤ به خاطر حرکت در معرض سایش و خستگی و استهلاک هستند
⑥ باید بالای فرکانس طبیعی مبدل یعنی 1 Hz یا 60 CPM کار کرد.
⑦ حساسیت بعد ماکزیمم از حرکت دیگر نمی کند 30 Hz الی 250 Hz محدوده کاری

← حتی بالاتر تیز tolerance هم می شود

در CM بیشتر از [redacted] سنج (Accelerometer) استفاده داریم:

- جنس Piezo Electric دارند (طبیعی یا دست ساز)
- ولتاژ می دهد (منبع) ← ولتاژ می گیرد (عملگر)

← متناسب با نیروی اعمال

natural
↑
Crystalline Quartz = Piezo electric material
Ceramics → man made

حالت Built-in شتاب سنج ها توسط خاصیت پیزوالکتریک Piezoelectric جریان شتاب با امپدانس بالا را به ولتاژ سیگنال امپدانس پایین تبدیل می کنند به راحتی (Readily) قابل انتقال است.

۱۴۰۱

"m" در این سنج ها در حد میکرو یا بالاست و معادل هزارم شتاب های ماشین کار می کنیم

Analysis

چیپ درون شتاب سنج یک تقویت کننده m را می دهد ۷ Modules

- سازه ها و توربین ها و روبات های صنعتی مختلف مناسب با خود سیستم و قطعه از این سنسور وجود دارد.

نوع - PCB و ICP : برند سنسور

ICP های بحث امپدانس خروجی پایین مقاومت خازن کم می شود و مدار جریان بازخورد می شود

یا در خروجی با مقاومت سلف کم می شود پس مدار باز می شود

Accelemeter ها نیاز به منبع تغذیه دارند البته حال Built-in هم دارند که خود سیستم تقویت را انجام می دهد و منبع خارجی به آن وصل می شود. (از نوع DC ای از ضعف ها)

سنسور شتاب سنج ها در محدوده بالایی کاربرد دارند اما بیشترین کاربرد در حالت محدوده پایین است.

Wide range : مستلزم

۰٫۵Hz تا ۲۰kHz : معمول صنایع

۰٫۰۵kHz تا ۵۰kHz : ویژه صنایع

Broad dynamic amplitude range = محدوده عمودی بالا

میزان شتابی که می توان اندازه گرفت

محدوده عمودی بزرگی دارند ها

پیچیده در نمودارهای فرکانس Broad

را انجام می دهند

- توسط انتگرال گیری می توان به سرعت و جابجایی رسید
- مقاوم در برابر تغیرات دما
- عدم وجود قطعات متحرک در حالت عمر بالاتر و قابلیت اطمینان بالاتر
- می تواند سیگنال خروجی را ایدوه منبع تغذیه بسازد (در حالت Built in)

کاربرد:

- در اندازه های مختلف وجود دارد (میلیاتوری تا ابعاد خیلی بزرگ)
- کانال های اندازه گیری ارتعاشات از هم جدا هستند یعنی اگر در راستای x ارتعاشات بررسی

آغاز بازگشت آزادگان به میهن اسلامی (۱۳۶۹ هـ ش)

می کنم و در راستای y ارتعاشی وجود داشته باشد نباید تا ۳٪ روی محاسبات ما تاثیری بگذارد

۲۷ | مرداد پنجشنبه | 18 Aug 2022 | ۲۰ محرم ۱۴۴۴

- در هر محیط استفاده از آن ها امکان پذیر است (یعنی هم خودی هم افقی و هم مورب (بر خلاف مبلی ها))

- دارد دیگر:

- سایزهای متفاوت دارد

- برخی از آن ها دارای ۲ نصب بوده و در رابطه ی با یکدیگر دارای دو محور حساسیت عمود بر هم می باشند (یعنی آن ها قرار می گیرد)

- هر جسمی می توان ریلم کرد (عقب است)

note: طیف زیادی از فرکانس اجزاء را دارد.

* چندین اطلاعات و Info وجود دارد اما امکان دارد استخراج این اطلاعات دشوار باشد.

انواع Accelerometer:

۲۸ | مرداد جمعه | 19 Aug ■ ۲۱ محرم

استفاده کلی: (General Purpose)

- از بالا تا پایین می تواند نسب شود

- حساسیت Gain حدود ۱۰ الی ۱۰۰ mV/m/s² است

- وزن ۱۰ الی ۵۰ گرم است

- محدوده فرکانسی ۰ تا ۱۲ کیلوهرتز (التبه این است که با سخت افزارهای مختلف متفاوت است)

مینیاتوری: (Miniature)

- حساسیت و Gain ۰٫۰۵ الی ۰٫۳ mV/m/s² است

- وزن ۰٫۴ الی ۲ گرم

حساسیت با حجم و وزن Gain یا حساسیت کم می شود

- محدوده فرکانسی ۱ الی ۲۵ کیلوهرتز است (افزایش یافت ۱۴۰۱)
- مناسب برای سازه پاسکال پیچیده و ظریف (delicated) - ماشینهای با فرکانس های بالا - مناسب برای جایی که حساسیت برای نصب کم است
- موارد و کاربردها: (خاص منظوره) (Specials)
- سنگ سنجها ۳ محور (یا یک سنسور می تواند ۳ محور را اندازه بگیرد)
- مقاومت دمای بالا
- حساسیت بالا
- در فرکانسهای پایین Gain کم داشته باشد
- مقاوم در برابر ضربه و شوک
- عملکرد: (ولتاژ) (پایین ۱۰) (آخر ویس)
- برخی سنسورها دارد = Crystal
- توسط Fema مناسب برای تست سازه ها در برابر زلزله
- ویس به عنوان خروجی سنسور و مدولی ها ولتاژ تولید می شود که ما توسط تقویت کننده آن را در حد مطلوب بزرگ می کنیم و نمایش می دهیم که معادل شتاب است
- Piezo Electric ها شامل جرم و سرامیک و خاصیت سنسوری و یک ساختمان داخلی دارند
- Piezo Electric حرکت مطلق را اندازه گیری می کند بنابراین برای اندازه گیری حرکت و سرعت و ارتعاشات شکست مناسب نیست.

Flexure Mode Accelerometer:

- Cm/Bending مدل خوشی یا هات (Piezo Electric) سنسور

Sensitivity (Gain): (V یا I)

- برای افزایش حساسیت یا Gain باید اندازه Piezo Electric را افزایش داد
- موجب افزایش Gain محدودی وزن بالا مناسب نیست (وزن بالای جرم)

نکته: محدوده دینامیکی روی حد بالا و پایین هست و قابل اندازه گیری تاثیری ندارد:

حد پایین: توسط نویز از کابل ها و اتصالات و آمپلی فایر ها مطلوب می شود ($0.01\ m/s^2$)

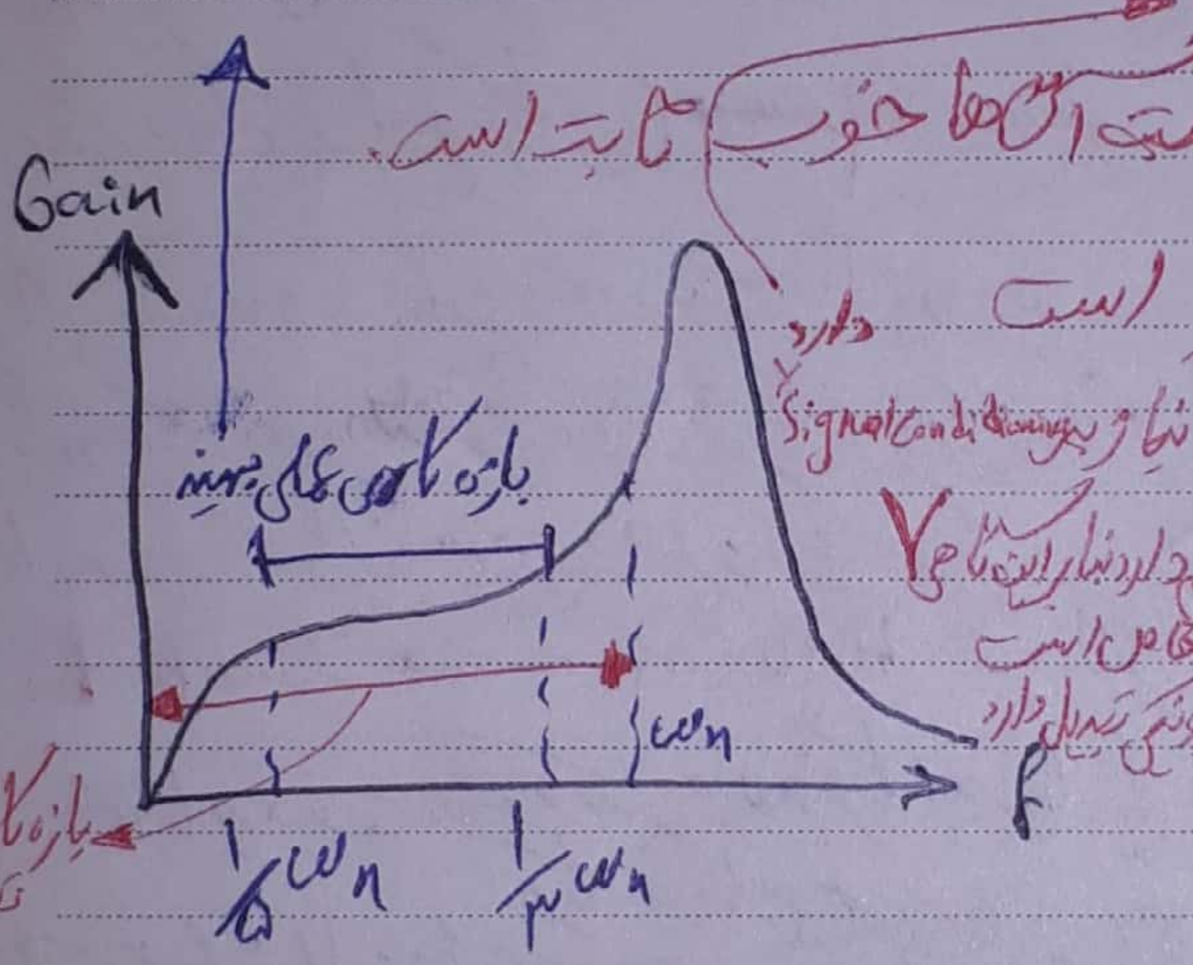
حد بالا: توسط استحکام و قدرت سازه ای شتاب سنج مطلوب می شود ($100k\ m/s^2$ الی $0.1k$)

* در سنسورهای Orbit زمان حذف می‌شود و فقط بار استاتیک x و y گزارش می‌شود.
* سنسورهای Piezoelectric برخلاف سنسورهای Electromechanical ها خودشان امپدانس بالا هستند یعنی ولتاژ کمی تولید می‌کنند برای این که عیب‌هایشان جبران شود است.

- آمپلی فایرهای توانند باعث افزایش (Gain) شوند ولی باعث نسبت سیگنال به نویز هم افزایش می‌دهند نیست پس آمپلی فایر هم جدی دارد.
- وزن بالا خودش موجب Mass loading می‌شود پس دینامیک سیستم عوض می‌شود.

- وزن شتاب سنج حداکثر ۱۰٪ وزن جرم مورد آزمایش باشد. (برای جداکثر تغییرات)
- شتاب سنج‌ها در زیر فرکانس طبیعی کار می‌کنند (برعکس فیلترها)
- شتاب سنج‌ها فقط فرکانس‌های پایین‌تر از ω_n را عبور می‌دهند. ($\omega < \omega_n$ فرکانس طبیعی)

حساسیت: خیلی مهم سیگنال آشکارساز متناسب است ($\frac{1}{s^2}$ یعنی PF) چون Gain ثابت است.



- در باند قبل از فرکانس طبیعی ناحیه خاصیت آن‌ها خوب ثابت است.
- باند کاری عملی: از $\frac{1}{5}\omega_n$ تا $\frac{1}{3}\omega_n$ است
- باند کاری تئوری: $\omega < \omega_n$
- ولتاژ خروجی حتی DC خالص نیست بلکه نوسانی هم دارد بنابراین سیگنال
- فرکانس‌های پایین‌تر از ۰.۰۰۳ Hz برای سنج‌های خاص است
- سیگنال خروجی امپدانس بالا است و نیاز به تقویت الکترونیکی (Signal Conditioning) دارد

حساسیت:

نیازمند تجهیزات الکترونیکی (Electronic) هستند و نوع سیگنال را (Internal/External) می‌سازند یا (Building) می‌گیرد

- نیازمند تجهیزات الکترونیکی هستند
- معمولاً ارزان قیمت‌اند و تا ۱۲۵°C می‌توانند کار کنند. هزینه اتصال دهنده‌ها و کابل‌ها کم است.
- محدوده باند دینامیکی دارند نوعی "۱۰٪" را می‌توانند حس کنند. بدون ولتاژ

کابل‌های امپدانس بالا: افت پتانسیل و نویز بالا

- برای پیچیدگی و افزایش نویز و افت پتانسیل می‌شوند و گران می‌شوند.
- هرچه کابل اضافه شود: افزایش نویز + امپدانس) افت ولتاژ
- نیازمند برای سنسورهای متصل به کابل کوتاه و امپدانس پایین باشند.

حساسیت: می‌توانند ورودی‌ها را به ولتاژ یا جریان تبدیل کنند. ولی معمولاً ولتاژ را استفاده می‌کنیم ولی خروجی جریان این است که افت ولتاژ نداریم اصطکاک حرارتی به حاصل (I^2) دارد.

روز جهانی مسجد

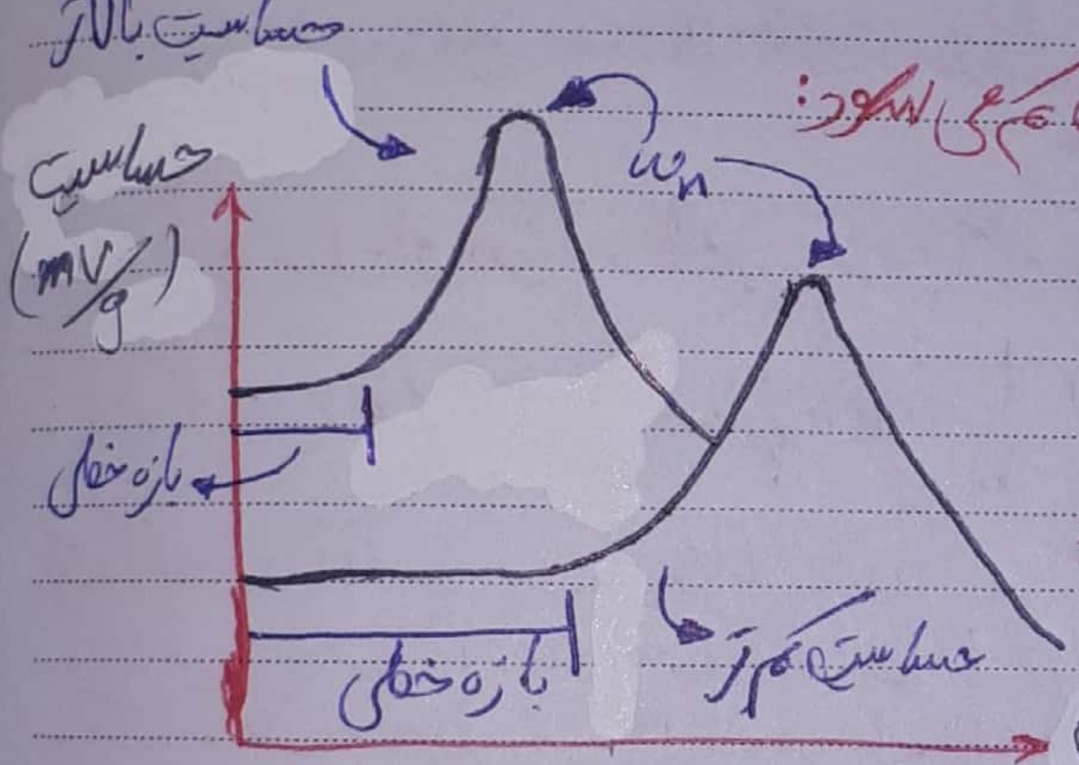
خروجی جریان = Charge type
خروجی ولتاژ = Voltage type

حساسیت استاندارد: 100 mV/g
فرکانس هم: (با Gain بالا) 500 mV/g
فرکانس پایین: (با Gain) 10 mV/g

Charge type = I = current جریان

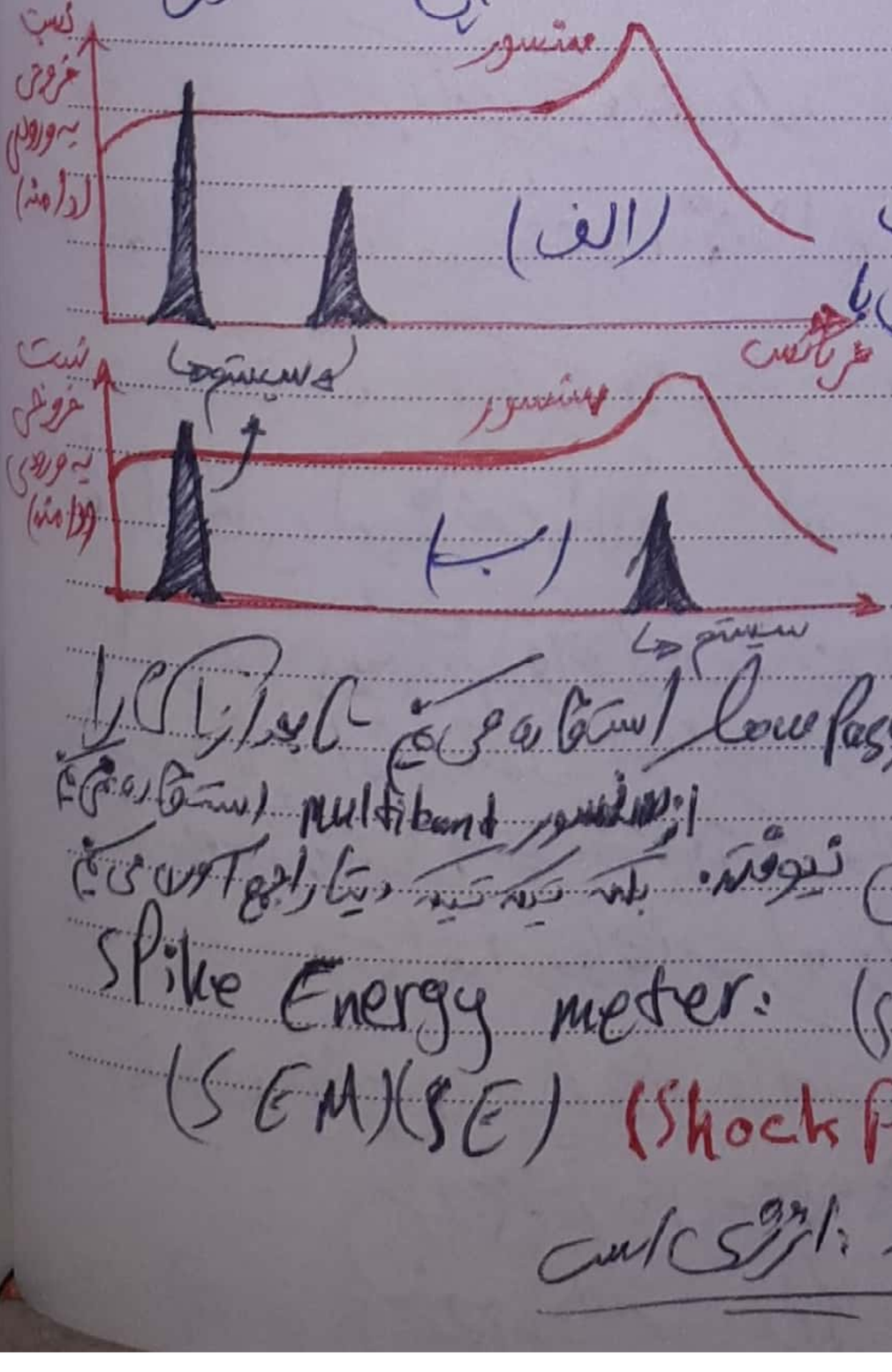
۱۴۰۱
- مدل خروجی جریان (Charge type) پیچیده‌تر است بنابراین کمتر خواهید دید حساسیت یا همان "Gain" در این مدل مستقل از طول کابل بین شتاب‌سنج و مبدل است. (مناسب برای فواصل طولانی)
- مدل خروجی ولتاژ (Voltage type) نسبتاً آسان‌تر و ارزان‌تر است اما حساسیت یا "Gain" به طول کابل وابسته است.

حتی مدل ولتاژ خود کابل با مدل افت ولتاژ و نویز می‌شود.



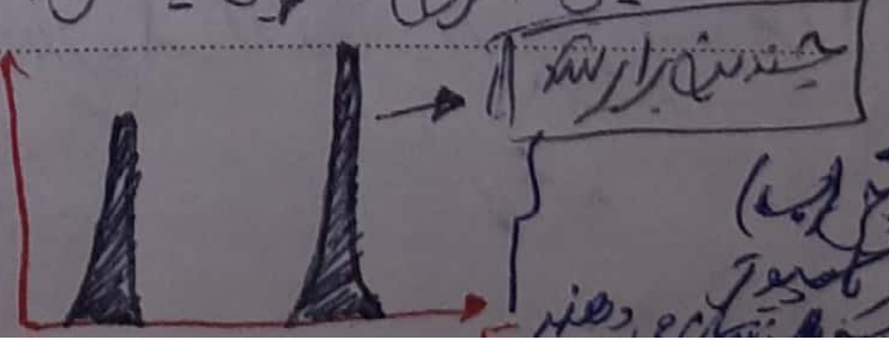
* با افزایش Gain معمولاً باند کاری کم می‌شود:
رفتار دینامیکی (پاسخ فرکانسی) شتاب‌سنج:
هرچه Gain زیاد می‌شود دقت بالاتری دریافت می‌کنید ولتاژ زیادی تولید می‌شود
با کمک گرفته ارتعاش ولتاژ زیادی تولید می‌شود
اما حوزه‌ی باند را از دست می‌دهیم و برعکس)
High Gain ⟷ low bandwidth

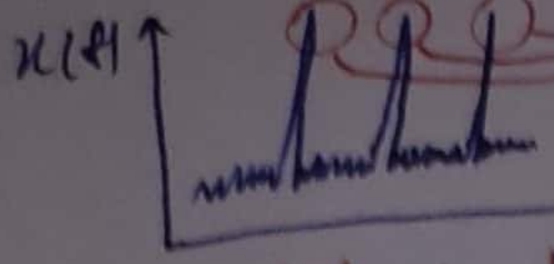
* باید دقت شود که پاسخ فرکانسی یا فرکانس طبیعی شتاب‌سنج با فرکانس حاصله از سیستم یکی نشود و گرنه اشتباها سیستم را خطا تشخیص می‌دهد: زیرا گاه فرکانس حاصل از سیستم کم‌تر از فرکانس طبیعی یا نوع فرکانسی شتاب‌سنج است مثلاً داریم (حالت الف) اما اگر فرکانس حاصل از سیستم حتی با دامنه کم‌تر از باند فرکانسی حادث شود شتاب‌سنج واکنش می‌دهد و موجب می‌شود تشخیص اشتباهاً خطا بدهد (حالت ب):



بنابراین نوع باند فرکانسی مورد نظر از Low Pass Filter استفاده می‌کنیم تا بتوانیم از شتاب‌سنج Multiband استفاده کنیم و در نظر نگیریم ورودی فرکانس طبیعی نیوفتد. یک نمونه دیتا را جمع‌آوری می‌کنیم

Spike Energy meter: (Spike): یعنی انرژی تکانه‌ای یا ضربه
(SEM)(SE) (Shock Pulse) انرژی است: SE





Spike حاصل از Energy meter (SE)

تجهیزی حساس به (ms/s) با Gain بالا

شهریور | ۱ | 23 Aug 2022
سه‌شنبه | ۲۵ محرم ۱۴۴۴

در جاهای مطل یا تاقان از این (SE) استفاده می‌شود

در این روش برای تمایز راحت‌تر سیگنال خودمان با سیگنال نویز فرکانس طبیعی سنسور تنظیم می‌کنیم بنابراین عیب راحت‌تر پاسخ ارتعاشات به‌شدت پیشتر نمایش می‌دهد و به‌راحتی شناسایی می‌شود (عیب را اندازه‌گیری می‌کنیم بلکه صرفاً آن را تشخیص می‌دهیم) (Magnify می‌کنیم)

Set/Tune کردن ← حدود ۳ kHz است

* عیب‌یابی در یاتاقان‌ها کمی سخت‌تر از چرخ‌دنده‌ها است (عیب‌یابی یاتاقان Straightforward است)

عیب سنسورها: اثری نمی‌گذارد: صفر ⟹ در صورت بستن می‌شود → k = ∞ → rigid (سفت است)

باتوجه به موقعیت نصب و فواستها:

کلیپ دوسر رزوه

① اتصال صلب (توسط Stud یا پیچ):

- کاربرد دائمی دارد و برای همیشه استفاده می‌شود. خودسازنده به این روش مراجعه می‌دهد.
- بهترین نحوه نصب است. نزاهای فرکانس سیستم را به ما منتقل می‌کند (مثل سیستم ارتعاشی جدید از بین نمی‌رود) - مناسب برای اندازه‌گیری‌های فرکانس بالا

② اتصالات آهنربایی (این مورد Mobile است):

توسط نیروی مغناطیسی به سطح می‌چسبد. از خاصیت آهنربایی در سطح تماس خودمان (پیچ‌ها) مثل پولکی می‌چسبانیم و توسط آن سنسور را وصل می‌کنیم.

بسیار سریع و خوب است پس دینامیک سیستم را به هم نمی‌زند.

مواردی که آهنربایی می‌شوند: آهن - فولادها (البته همه فولادها) - نیکل - کبالت

مناسب برای فرکانس‌های کم هستند

③ اندازه‌گیری دستی (Hand Held) (از همه ضعیف‌تر است) (Rough) (یک کیفیت روش) برای یافتن ارتعاشات به‌صورت جدولی. چون خودش kg m جابه‌جا است. صرفاً برای بررسی اولیه مناسب است (آزمایشی)

شهادت امام سجاد (ع) به روایتی - روز بزرگداشت ابوعلی سینا - روز پزشک

بنابراین مدت زمان اتصال هم پاسخ فرکانسی را تغییر می دهد هرچه طیف پاسخ بیشتر (k=۵) باشد میزان (k=۰) در صورت بیشتر شدن (k=∞) نتیجه چنین است: $\frac{1}{\infty} + \frac{1}{k_2} + \frac{1}{k_1} \rightarrow$ یعنی اثر نمی کند

از پدیده می رود (تاثیر روی Dynamic response ندارد)

اما اگر m آن هم زیاد باشد (mag) را هم افت می کند بنابراین سیستم عمومی میشود.

* وقتی سازه اتصال دهنده جسم باشد (Isolated stud) پاسخ فرکانسی تغییر می کند اما اگر اتصال دهنده ضعیف باشد مثل چسب (Cement) خودش پاسخ فرکانسی را عوض می کند به نحوی که فرکانس طبیعی را کم می کند بنابراین بهتای باندکاری به شدت کم می شود.

نوع اتصال از صلب به نرم تبدیل می شود پاسخ فرکانسی تغییر می کند و پهنای باندکاری کم می شود.

General Gain = ۱۰۰ mV/g

بازه فرکانسی اتصالات متداول:

Hand Held : ۵۰۰ Hz

Adhesive: ۲۵۰۰ - ۴۰۰۰ Hz

Magnetic : ۲۰۰۰ Hz

Bee Wax : ۵۰۰۰ Hz (موم)

Threaded Stud: ۶۰۰۰ - ۱۰۰۰۰ Hz

* هرچه با سطح تماس عوض کرده چسب پاسخ فرکانسی می شود (هرچه برای اتصال دهنده)

* سنسورهای مغناطیسی ضاف هستند بنابراین روی سطح انحنادار مناسب نیستند بنابراین باید از واشرهای ضاف هم جنس استفاده کرد که خود این جسب باعث تغییر پاسخ فرکانسی می شود. (سنسور مغناطیسی باید مورد نظر باید سازگار باشد)

* سنسورهای مغناطیسی مناسب نیست برای سطح های با دامنه بیشتر از (۲۰g).

کاربرد خوب سنسورهای مغناطیسی برای کاربردهای موقعیت ویژه می است.

* اگر خودرو ساز نده مدل استاندارد (standard) را از اول قرار نداده باشد خودمان نمی توانیم آن را بعدا زیاد کنیم و این کار به سود او Destructive است و باعث از بین رفتن و افزایش هزینه می شود. فقط می توان توسط Hand Held یا با چسب خودمان را اضافه کرد (اگر سنسور قبلا نصب شده باشد)

* با یک مگنت هم امکان دارد و باعث افزایش نویز و امبدانس می شود.

* علاوه بر مقاومت سنسور در برابر نویز باید خود مکانیکی و جزء های مکانیکی باید مقاومت در برابر EMF هم بکنند (Electro Magnetic Force) موجب تداخل و ایجاد اختلال در سنسور می شود.

معروف ترین های ها روی بازار سنج ها:

- تا دمای ۲۵۰°C با حالت های خاص مخصوص (۴۰۰°C)

کاربرد دارند

- با افزایش دما Depolarize ها Piezo Electric می شوند و حساسیت خود را از دست می دهند (خاصیت Piezoelectric را از دست می دهد یعنی در اثر ارتعاشات ولتاژ تولید نمی کند.)

می دهند و "Gain" تغییر می کند

- با تغییرات و افزایش دما حساسیت و یا "Gain" تغییر می کند (به صورت دائمی تغییر می کند)

- با تغییرات دما نیاز به کالیبره کردن دوباره داریم (بعضی از سنج ها اگر از دست بروند هم کالیبره نیاز دارد)

- تغییرات لحظه ای و گذرا دما موجب تاثیر روی خروجی هم می شود

- تاثیر دما و تغییرات دما روی مدل Shear type حداقل است.

۱۴۰۱

* در بعضی موارد می توان برای جلوگیری از اثر تغذیه دما از (Heat Sink) یا (Mica washer) استفاده کرد که موجب ایزوله کردن و عایق می شود بنابراین تغذیه خیلی روی سنسور اثر نمی گذارد. * خود بدنه سنج مساس به رطوبت هست اما به خاطر Seal شده است.

* محدودیت های رطوبتی برای بدنه سنج ها:

* معمولا داخل بدنه سنج خیلی تاثیر از رطوبت نمی گیرد چون به خوبی (Seal) هستند اما کابل ها و اتصالات صدمه خورده و تاثیر بیشتری از رطوبت هستند.

* محدودیت های تونیزی کابل های بدنه سنج ها:

از آنجا که هر اختلاف ولتاژی برای ما جریان الکتریکی تولید می کند در اثر خرابی کابل به علت رطوبی به بدنه سنج و زمین اختلاف ولتاژ شکل می گیرد جریانی از سنسور به زمین می رود و هر Drain را تخریب می کند که اصلا خوب نیست (ساخت یک حلقه با زمین یا Ground loop) (یا ایجاد تونیزی بدنه)

برای جلوگیری از ایجاد جریان بین بدنه سنج و زمین باید به صورت الکتریکی سنسور را ایزوله و عایق بندی کرد. * Ground loop با ایجاد تونیزی بدنه

* روشهای درست کابل ها - عدم خم شدن - عدم ورود رطوبت

* برای جلوگیری از ایجاد Ground loop می توان سیستم و سنسور را به یک زمین و مدار ولتاژ هم پتانسیل بدنه بلکه جریان از زمین عبور نکند

* سنجش های Ground loop بسیار سخت است و توسط دیتاهای گرفته شده از سنسور نمی توان آن ها را متوجه شد بنابراین حتما باید تمهیدات لازم برای عدم شکل گیری این جریان را از قبل انجام داده باشیم.

روز بزرگداشت زکریای رازی - روز داروسازی - روز کشتی

* آنرا زوایای بحرانی یا عایق الکتریکی استفاده نمی‌شود groundloop تکمیل می‌شود
* اما اگر توسط کابل به صورت فیزیکی سنسور و خطا مورد نظر را به هم وصل نمی‌کنیم groundloop تکمیل می‌شود.

* برای جلوگیری از ایجاد Groundloop می‌توان

توسط کابل به صورت فیزیکی سنسور (Indicator) را به هم وصل کرد یا به صورت بی‌سیم (k) انرژی دارد عمل ایزوله الکتریکی را انجام دهیم. (k) انرژی برای این مدل دینامیک سیستم اثر نخواهد داشت.

* کابل شل یا سگم داده باعث نویز می‌شود بنابراین با "Clamp" حتما باید به هم دیگر وصل شوند

The cable should leave the specimen at the Point of lowest vibration.

محدودیت‌هایی که میدان‌های مغناطیسی برای سنسور تولید می‌کنند:

- میدان مغناطیسی قوی از اطراف کابل می‌تواند موجب القای نویز در درون کابل و اختلال در آن شود.
- برای جلوگیری از این مسئله باید کابل‌ها را (Double shield) کرد.

محدودیت‌های تغییر طول و تغییر شکل باید اتصالات در بدنه سنجه‌ها (Base strain):

- با تغییر شکل و کشش آمده باید سنسور (strain) خروجی متناسب (شکل سنجه) تغییر کند.
- با افزایش ضخامت باید بدنه سنجه می‌تواند این را کاهش دهد (هر چه نازک‌تر باشد بهتر است)
- مدل بدنه سنجه حساسیت کمتری به این Base strain دارد.

thick

تشخیص‌های مختلف سنجه‌ها:

ارتعاشات کوچک تا ۱۰۰۰۰ Rad/h (تا ۲۰۰۰۰۰ Rad)

محدودیت‌های میدان مغناطیسی:

خود Piezo Electric ها به میدان مغناطیسی حساسیت کمی دارند (کمتر از ۰.۰۱ mG بهازای 1000 Gaus). اما روی خود کابل‌های سنسور به شدت تاثیر دارند

حرکت خمیری کابل باعث تولید نویز در مقاطع سنج های میشود.
Triboelectric noise

۱۴۰۱ محدودیت های معمولی بر روی شتاب سنج ها:

- صوت خورنده (معمولا Casing شتاب سنج ها مقاوم اند)

- نویز حاصل از صدا: معمولا صدا تاثیری ندارد مگر اینکه بتواند باعث حرکت کابل و موجب آن تغیری در خروجی شکل گیرد و گرفته به خودی خود نویز تولید نمی کنند.

- بیشتر روی سازه های منعطف اثر دارد.

* محدودیت حاصل از ارتعاشات در راستای دیگر: Transverse Vibrations

main channel

- اگر ارتعاشی در راستای غیر از راستای مورد نظر ما (برروی x) را بررسی می کنیم (مثلا y یا z ارتعاشی داریم) وجود داشته باشد نهایتا تا ۳ الی ۴ درصد روی محاسبات ما تاثیر می گذارد.

- اگر در راستای دیگری رزونانس شکل گرفته باشد نهایتا به اندازه ۱/۳ (۳۳٪) روی محور مورد بررسی ما اثر می گذارد (ارتعاشات رزونانس کانال y کمتر است تا ۲۰٪ به کانال x منتقل شود)

کالیبراسیون شتاب سنج های "Piezo Electric":

* برخلاف مبدل های سرعتی که نوع الکترومکانیکی که متداول باید کالیره شوند این سنسورهای شتاب سنج تا مدت زیادی بدون نیاز به کالیبراسیون هستند.

مگر در شرایطی که در معرض دماهای بالا و تغیرات دما قرار گرفته یا از حادثه ای زمین بیوفتند

برای کالیبراسیون از منبعی با فرکانس و دامنه معلوم استفاده می شود یا یک شتاب سنج دقیق برای مقایسه با شتاب سنج قدیمی.

* برای یک کالیبراسیون سریع یک شتاب سنج می تواند شتاب سنج مورد نظر را با یک شتاب سنج

به یک پایه سالم وصل کرد. با ایجاد نوسان توسط (Shaker) تفاوت نوسان حاصل از این دو را می‌توان یافت و کالیبره کرد.

مزایای ست سنج‌های "Piezo Electric":

① اندازه‌گیری حرکت مطلق سازه و یا Casing

② براحتی به ماشین‌ها، لوله‌ها، پایه‌ها (Base Plates) و سازه‌ها وصل می‌شوند.

③ پاسخ فرکانسی مناسب بین ۹۰۰ الی ۶۰۰۰۰۰ CPM (۱۵ Hz تا ۱۰۰۰۰ Hz)

④ پاسخ فرکانسی با Gain ثابت در بازه کاری ماشین‌ها

⑤ استفاده از بدنه‌های الکترونیکی با ساختمان مقاوم و قابل اطمینان

⑥ عمل کرده در فرکانس‌های زیر فرکانس طبیعی

⑦ خاص منظوره‌هایی با محدوده دمایی بالا (تا دمای حدود ۱۲۰۰ °F)

معایب ست سنج‌های "Piezo Electric":

① از آنجا که حسگرهای متفاوتی می‌توانند نصب شوند بنابراین به روش نصب هم حساس اند (این مورد‌ها است که در باقی سنسورها وجود ندارد و نصب داریم. (حساس به وضعیت سطح)

② می‌توانند حرکات بیشتر یا ارتعاشات آن را به دست آورند.

③ مدل‌های سنگین (حدود ۱۰ kg) نیاز به منبع تغذیه خارجی دارند

④ در فرکانس‌های کم "Gain" به شدت کمی دارند (زیر ۱۰ Hz یا ۶۰۰ CPM اصلا خوب نیستند)

⑤ کابل مدل‌ها حساس به نویز، حرکت و تداخلات خارجی هستند.

⑥ محدودیت دمایی مدل‌های معمولی کم است تا ۲۵۰ °C (۴۰۰ °C)

⑦ ارتعاش‌های با فرکانس بالا روی حرکت طبیعی حرکت می‌گیرند بنابراین نیاز به فیلتر دارند.

روز مبارزه با تروریسم

۸) در فرکانس های پایین انتگرال گیری مناسب نیست چون b مشتق تعریف می‌شود. ۱۴۰۱

~~انتگرال گیری~~ مناسب تر است برای فرکانس های بالا چون دامنه کم می‌کند.

همچنین دوبار انتگرال گرفتن ← در فرکانس های پایین

موجب تضعیف می‌شود ← $V(t) = 1000 \sin(50t) \rightarrow x(t) = \int V(t)\,dt \rightarrow$

$$x(t) = 1000 \int \sin(50t)\,dt = -\frac{1000}{50} \cos(50t) = -20 \cos(50t)$$

انتگرال دامنه را (۰٫۰۲) برابر کرد اما اگر فرکانس کم می‌بود دامنه کم می‌شد.

triggering مدل های متفاوت:

- هدف از triggering مدل ها با وقفات دوار و متحرک ها تشخیص ارتعاشات و دیتا هاست
- اطلاعات در یک نقطه ثابت در هر دوران کسب می‌شوند.
- فرکانس سنگ ← دریافتی با سرعت دورانی متناسب است.
- همچنین می‌توان اختلاف فاز پیشرفته جرم ارتعاش را به دست آورد.

* از Optical Pickups برای دریافت سیگنال در هر یک دور و یا فاصله زمانی تعیین شده بین نشانه روی شفت دوار در هر یک دور است.
* از Magnetic Pickups در تجهیزات triggering استفاده می‌شود. در حساسیت ارتعاشات پیچشی هم کاربرد دارند (torsional)
* از Strobelight برای اندازه‌گیری سرعت یا اختلاف فاز در تطابق با سنسور ارتعاشی استفاده می‌شود.

$$\Delta\theta = \left[\frac{T_{MA} - T_{TTL}}{T_{REV}}\right] \times 360^\circ$$

۵۵ : زاویه اختلاف فاز

(Timing of Tach Reference) زمان بندی مرجع سرعت : T_{TTL}

(Timing of Heavy Angle) زمان بندی زاویه یاتاقان : T_{HA}

(Time for 1 revolution) زمان مورد نیاز برای یک دور : T_{rev}

محل نصب سنسورهای ارتعاشی:

-یکی از موارد با اهمیت مکان های مختلف با جهت های مختلف می توان رسم کرد اما سنسور را باید پیدا کرد (البته در صورتی که نصب پرسنیه امکان پذیر نیست) زیرا هم بحث هزینه و هم بحث سلامت سیستم اهمیت دارد.

در حالت کلی تا جایی که امکان پذیر است باید سنسورها از سه کمیت جابه جایی یاتاقان ها نصب شوند چون تمام رفتارهای نیروهای تحریک یاتاقان ها وارد می شوند علاوه بر مورد خود که نزدیک یاتاقان ها است سنسور دیگر باید در جهتی که

حرکت محور کمتری دارد نصب شود که به آن Load zone گفته می شود.

* Close to Bearing as possible and within the load zone.

پیشنهاد محل نصب سنسورها

بسته به نوع ارتعاشی که می خواهیم اندازه گیری کنیم جهت و موقعیت نصب سنسور فرق می کند برای مثال برای اندازه گیری نیروهای بحرانی مثل عدم بالانس (و ناتوانی) ها باید سنسورها را به صورت شعاعی نصب کرد.

برای اندازه گیری نیروهای محوری مثل عدم انطباق (Misalignment) باید سنسورها را به صورت محوری نصب کرد.

loadzone در چرخ دنده: بیش بازه نیروی اینرسی و نیروی چرخ دنده است.
loadzone در تسمه: بیش بازه نیروی اصطکاکی و نیروی تسمه است.

پس نیاز است که تحلیل استاتیکی کرده بدانیم تا بدانیم کدام جزء چه نوع نیرویی تولید می‌کند. ۱۴۰۱

* برای تحلیل ارتعاشات روی هر یاتاقان نیاز به ۳ سنسور داریم (نیروی محوری وجود ندارد پس نیاز به ۲ سنسور کافی است. (این مورد حداقل هستند)

بنابراین برای یک شفت که دو تا یاتاقان داریم حداقل ۶ سنسور نیاز است.

loadzone: محل تماس نیروها می‌گذرد (یاتاقان، تسمه، چرخ دنده و ...) همگی loadzone دارند. در چرخ دنده‌ها جهتی پیدا نمی‌کند که Driven یا Driver است. هرکدام برای خودشان جهت دارند.

Week 4: Vibration Signal Measurement and display (۲ جلسه)

Context is everything — انتخاب سنسور برای هر ماشین آلاتی نیز اینگونه است:

موارد با اهمیت برای تحلیل CM:

- نوع ماشین یا ماشین وضعیت موجود ماشین
- تاریخچه خرابی‌ها
- پارامترهای حالت: سرعت، بار، وظیفه و مقدار کار (Duty Cycle)

مود های عملیاتی (حالت های عملیاتی): معمولا چهار نوع هستند (در یکی از این چهار حالت دیتا برداری صورت می‌گیرد): ① خاموش (استاتیک) ② حالت پایدار (Steady state) که عموما بخش زیادی از کار کرد ماشین برای این حالت است ③ بالا رفتن (Runup) ④ خاموش شدن (Coast down)

* مهم‌ترین فاز برای تحلیل حالت Steady state است از نظر CM.
* در حالت پایدار فرکانس دورانی اندازه‌گیری می‌شود که پارامترهای انرژی جنبشی ثابت اند.

* از اطلاعات به دست آمده از حالت Steady State برای یافتن اطلاعات بازه‌ای یا کاهان "Base line" استفاده می‌شود (اطلاعات با ماشین آلات)

Run up (استارت گیری):

* از لحظه استارت و شتاب گیری تا رسیدن به حالت "Steady state" می‌گوییم
* قطعات یا ماشین هایی که تازه از تعمیرات می‌آیند یا تازه ساخته شده‌اند باید Runup شوند و پس دوباره بعد از رسیدن به حالت پایدار شروع به کار می‌کنند.
* در این بازه احتمال داریم به حالت رزونانس یا هماهنگی فرکانس طبیعی برسیم.
* نکته: از نظر پسندی به هیچ عنوان نباید در بازه‌ی رزونانس باشیم در دوره گذری یا کاهان Steady state باشد دلیل نمی‌شود که این دور بعرانی در بازه‌های دیگر مثل Runup نباشد
* پارامترهایی که از Run up به steady state می‌رسند پارامترهایی که از steady state به Run up می‌رسند متفاوت هستند

* تحلیل Runup نیاز به محاسبات بیشتری برای اندازه‌گیری ارتعاشات دارد

Run down (Coast down) (deceleration): Cascade / Water Fall display

به این نمودارها نمودار آبشاری می‌گویند (پاسخ سوال ۳)

- زمانی که از حالت پایدار Steady state خاموش می‌کنیم وارد حالت "off" می‌شویم.
- نمودارهای آبشاری رسم شده صفحه ۱۲ شکل ٤: پیک‌ها نشان‌گر فرکانس طبیعی اول و دوم هستند که معادل آن‌ها سرعت بحرانی یک و سرعت بحرانی دو است (Critical speed)
- در شکل‌ها باید توجه به تغییر تعداد و تاثیر هارمونیک‌ها یا تغییر اعراج روی آن‌ها و فرکانس طبیعی آن‌ها هم تاثیر می‌گذارد
- نمودار سمت راست صفحه ۱۲ شکل ٤: نمودار (۱X) یعنی یک برابر دور ($\omega = 2\pi f$)

نمودار ( ) یعنی ($\omega = \pi f$)

۱۴۰۱

off:

خیلی از اطلاعات مدل Experimental modal Analysis حالت خاموش در دستگاه Shaker همانطور که می‌بینید برای دست یابی به اطلاعات در حالت off توسط

یا قطعه مورد نظر که در حالت خاموشی است ارتعاشی ایجاد می‌شود و پارامترهای مانند مشخصات طبیعی سیستم یا قطعه را بدست می‌آوریم. (مثل آنالیز بال هواپیما توسط تعدادی Shaker)

* در حالت خاموشی دستگاه خودمان توسط از آزمایش‌های مدل جدیدتر می‌توانیم تست ضربه یا Im Pact Test / Bump test را به این صورت که قبلا انجام دهیم بنابراین که ماشینی که در حالت خاموشی است را می‌توان توسط ورودی ضربه‌ای تحریک کرد. هر دو مقدار ورودی و خروجی اندازه‌گیری می‌شوند بنابراین تابع تبدیل سیستم و در نتیجه پاسخ آن به دست می‌آید.

↳ Impulse test

* نکته: اطلاعاتی که از دستگاه می‌آید پیوسته هستند اما اطلاعاتی که ما جمع‌آوری می‌کنیم منقطع و با پیوسته هستند به این کار "Sampling" می‌گویند (فاصله برداشت اطلاعات هرچه Sampling را افزایش دهیم (کاهش) فواصل برداشت اطلاعات) دقت سخت‌افزار بالا می‌رود اما به هزینه‌ها نیز هزینه و دیسک‌های آنالیز هم بیشتر می‌شود.

انواع Sampling:

① Uniform Time Sampling ($\Delta T = cte$) → آنچه ما در واقع این روش کار می‌کنیم

② Uniform Position Sampling ($\Delta \theta = cte$)

"Δ" ثابت یعنی این که در هر بازه مقدار زاویه خاصی از دوران داشت اطلاعات جمع‌آوری می‌شوند (مثلا هر ۱°)

Uniform Time sampling: این روش برداشت اطلاعات متداول‌ترین و رایج‌ترین روش است

اطلاعات در فواصل زمانی مساوی برداشت می شوند به عنوان

مثال: نرخ برداشت اطلاعات: 5000 Hz ← $\Delta t = 0.0002$ (s) ($\frac{1}{5000} = 0.0002$)

از این روش برای اطلاعات برداری برای حالت پایدار (Steady state)، حالت خاموش یا off و (Im Pulse test) استفاده می شود. (حالتی که شتاب وجود ندارد)

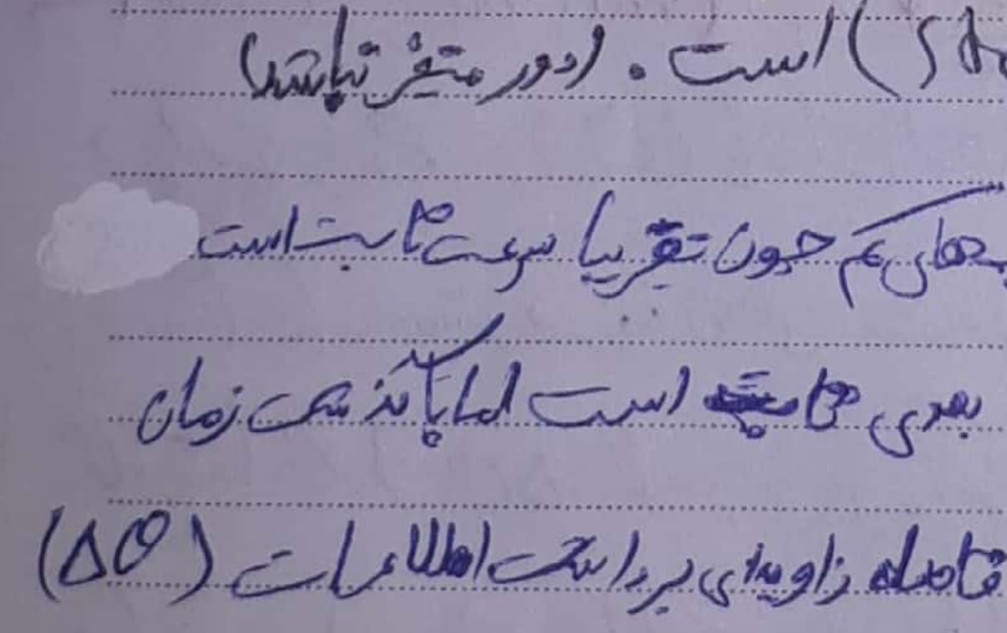
در حالت پایدار (Steady state) هردوی $\Delta\theta$ و ΔT ثابت اند زیرا (w) ثابت است.

$\Delta\theta = w\Delta T$

در حالت هایی که چنین نیست مثلا جایی که ΔT ثابت است نمی توانیم بگوییم $\Delta\theta$ هم ثابت است زیرا (w) ثابت نیست.

* آزمون تغییرات سرعت (شتاب) در مراحل شتاب گیری (Run up) یا کاهنده شتاب (Run down) باید می توان از اطلاعات برداری با زمان مساوی (Δt) استفاده کرد اما کاربرد اصلی نمونه برداری در حالت (Δt = cte) برای حالت پایدار (Steady state) است. و دور متغیر نباشد.

* زمانی که بر اساس زمان ثابت اطلاعات را می گیریم در شتاب های کم چون تغییر یا سرعت ثابت است فواصل زاویه‌ای به دستور یک Data می گیرد تا Data بعدی ثابت است اما با تند شدن زمان و یا افزایش شتاب چون سرعت در حال افزایش است فاصله زاویه‌ای برداشت اطلاعات ($\Delta\theta$) زیاد می شود یعنی دستور به جای اخذ افزایش سرعت در زمان مساوی زاویه بیشتری را طی می کند



مثال اگر از موقعیت های پشت سر هم از Data

در فواصل زمانی مساوی (با استفاده از روش FFT)

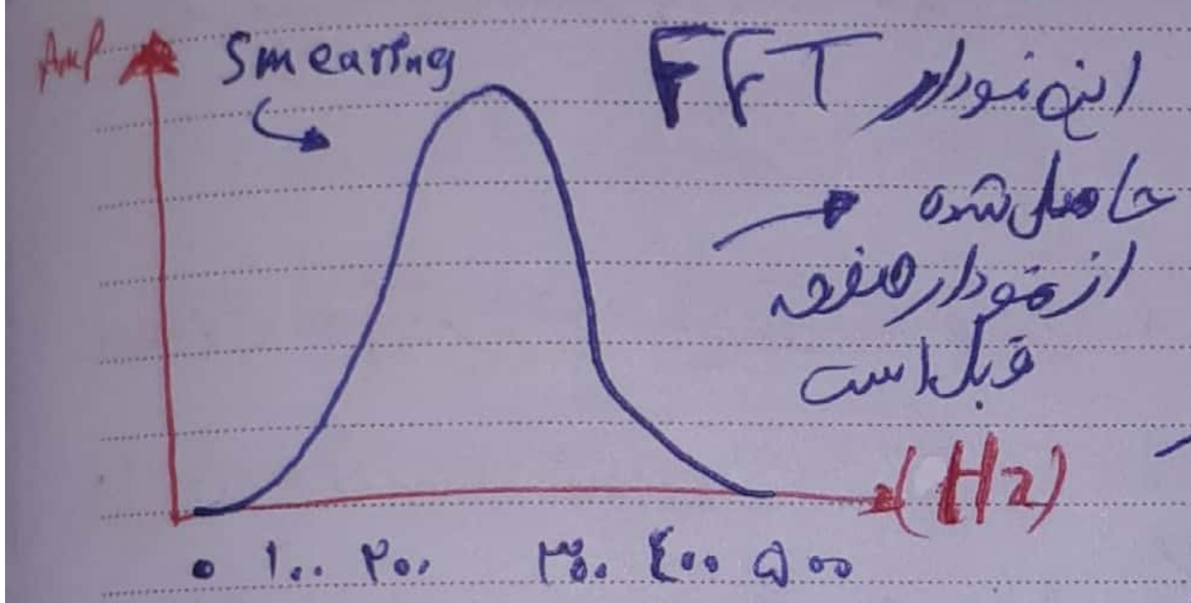
یک سیگنال (برگردانده حوزه فرکانس) به دست آید

یک سیگنال Sine با فرکانس

براساس نقشه برداری فرکانس این موج سینوسی در حال تغییر است

FFT = Frequency domain

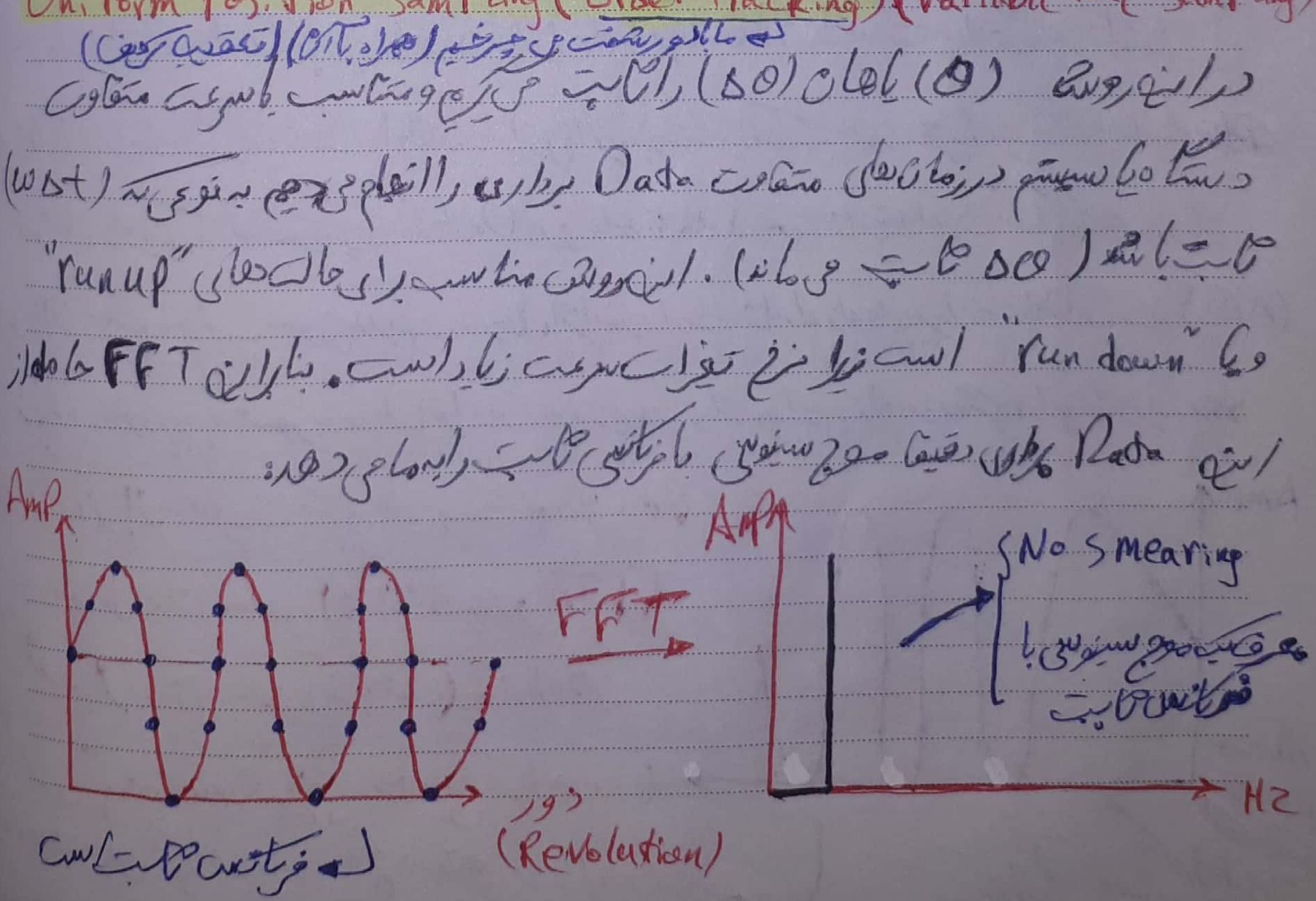
بهتر است آمده از FFT با فرکانس واقعی فرق دارد. و برای ما مشکل ساز است زیرا اساس (۱۴۰۱
آنالیز محاسبات را ادامه می دهیم و در واقعیت نمودار صفحه قبل همان (Amp - t
را نداریم. این روش بر سرعت های متغیر (Nyquist Criteria) ما حاکم نکرده یعنی
وقتی سرعت زیادی میشود باید (Δt) ها را کم کرد اما چون کم نشده است نتوانسته است
سیگنال را به درستی تخمین بزند.



این نمودار FFT حاصل شده از نمودار صفحه قبل است

* از نمودار FFT روبرو نتیجه می شود که سیگنال اصلی نوسانات ما از فرکانس های صفر تا ۵۰۰ هرتز هستند بیشترین فرکانس هم حدود ۲۵۰ هرتز هستند که غلط است و Smearing رخ داده است

Uni form Posi tion Sam Pling (order Tracking) (Variable time sam Pling):
(به ما بگوید چقدر چرخیدیم (همراه با آن) (تعقیب کردن)
در این روش (Δθ) یا (Δα) را ثابت می گیریم و متناسب با سرعت متغیر
دستگاه یا سیستم در زمان های مختلف Data برداری را انجام می دهیم به نوعی که (Δt)
ثابت باشد (Δθ ثابت می ماند). این روش مناسب برای حالت های "run up"
و یا "run down" است زیرا فرق تغییرات سرعت زیاد است. بنابراین FFT حاصل از
این Data ها دقیقا موج سینوسی با فرکانسی ثابت را ایجاد می دهد:



Smearing: پهن ریختگی (در اینجا پهن ریختگی فرکانس)

* بنابراین هم سنسور مهم است و هم Sampling که آیا Sampling زیاد یا کم دقت بالا برود و هزینه و حجم اطلاعات بیشتر بالا می رود.

در روش Data برداری با (DAQ) ثابت می توان با دو روش ① سخت افزاری ② نرم افزاری نرخ برداشت Data یا همان Sampling را کنترل کرد.

روش سخت افزاری: روش جدیدتر و البته می تواند این روش خود را با تغییرات سریع سرعت ها هنگ نکند.

روش نرم افزاری: از سیگنال اصلی در فواصل زمانی Data برداری صورت می گیرد. سیگنال توسط نرم افزار میانگین یابی به زاویه تبدیل می شود.

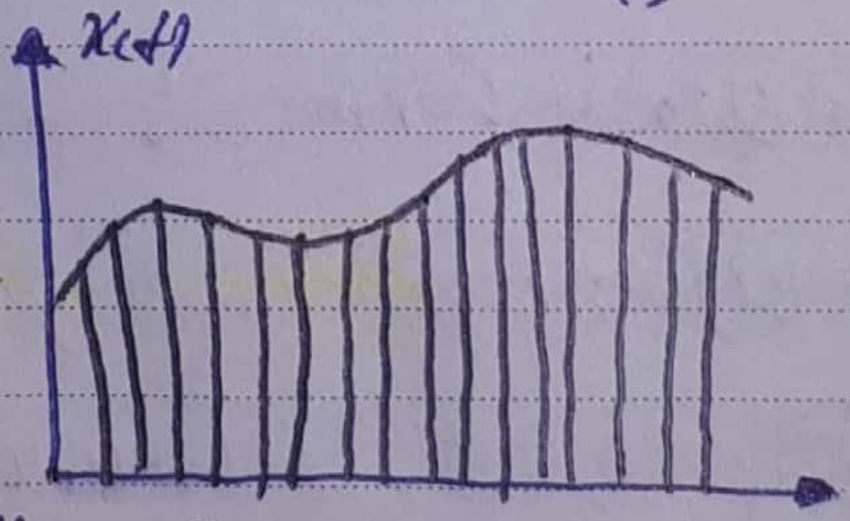
Time Domain Instruments (تجهیزاتی که برای تحلیل دامنه زمانی استفاده می شوند):

قیام ۱۷ شهریور (۱۳۵۷ هـ ش)

۱۸ | شهریور جمعه | 9 Sep ■ ۱۲ صفر

Time Wave Form ←

Time Wave Form



مهم ترین پارامتری که در تحلیل زمانی داریم است:

ابتدا از این نمودار می توان اطلاعات دقیق و مفیدی

"Mean", "Pz", "Pp", "RMS" مثل ... است و بنابراین با یادآوری مباحثی

Data های مفید را استخراج کنیم.

* برای رسم Trend حتما به یک ماخذ نیاز داریم.

FFT Analyser: اطلاعات ورودی زمانی را جمع کرده و به ما داده را بر حسب فرکانس می دهند.

overall Vibration = Time Wave Form

۱۴۰۱

Oscilloscopes : برای ترسیم سیگنال استفاده می‌شود

Shaft displacement : موقعیت، سمت و ارتعاشات آن توسط سنسورهای مماسی مثل سنسور

های Orbit بدست می‌آیند

Fluid Film bearing analysis : اندازه‌گیری لایه روغن و بررسی پارامترهای آن

(Negative averaged Synchronous time averaging) : از این روش برای بررسی و

آنالیز چرخ دنده‌ها استفاده می‌شود برای زمانی که چندین ارتعاش روی هم سوار می‌شوند

Oscilloscopes:

- خود اسیلوسکوپ نوعی مبدل است. سیگنال ولتاژ را می‌گیرد و به روی صفحه نمایش می‌دهد
- مبدل است که ارتعاشات مکانیکی را به یک سیگنال الکتریکی متناسب با آن به سیگنال ولتاژ تبدیل می‌کند
- سیگنال الکتریکی می‌تواند واحدهای مختلفی (CD) و سطح یک عاملی تبدیل کرد (مثل mV/g)
- توسط اسیلوسکوپ می‌توان Time wave form را رسم کرد (ولتاژ بر حسب زمان)
- ولتاژ را هم اندازه‌گیری کرد و هم نمایش می‌دهد (رسم سیگنال زمانی)
- علاوه بر Time wave form می‌توان نمودارهای Orbit و Makers را هم نمایش داد

* برای رسم نمودارهای Orbit حتما باید two channel باشیم. در این حال دو سنسور عمود بر هم با یکدیگر در یک زمان خروجی می‌دهند.

تنظیمات روی اسیلوسکوپ:

Triggering : می‌توان هماهنگ (set) کرد که با چه مقدار دامنه یا چه مقدار زمانی شروع به رسم

دیتا برداری انجام نمود بنابراین از Triggering برای
همزمان Data برداری در زمان خاصی یا دامنه خاصی استفاده کرد. از "Triggering"
می‌توان برای کنترل Data برداری هم استفاده کرد.

- از Triggering اتومات برای نمونه برداری (Sampling) پیوسته می‌توان بهره گرفت.
- می‌توان سیگنال را بر آیند ارتعاشات خاصی را هدف قرار داد و با رسیدن به آن میزان خاصی که ما از پیش تعیین می‌کنیم Data برداری (Sampling) شروع می‌شود (این کار را می‌توان توسط "Triggering" انجام داد)

- External intensity input:

منظور وارد کردن پارامتری از خارج به داخل سیستم است.

- توسط این پارامتر یا سیگنال که وارد می‌کنیم می‌توان فرآیند کنترلی را انجام داد.
- برای محاسبه فاز و ارتباط دادن اطلاعات سیستم با اطلاعات سخت‌افزار مورد نظر.

Vibration meters (Pocket types):

- سطح کلی ارتعاشات مواجی دهنده (موج نمودار دامنه بر حسب زمان)
- دستی (Hand held)، مجزا از باطری (Self-Contained)
- برای تحقیقات اولیه و میدانی (General Health) هستند
- برای محاسبه سرعت و یا شتاب کاربرد دارند.
- دارای حافظه (Shock Pulse) Spike Energy هستند
- کلیک، قابل حمل، ارزان، آسان برای استفاده هستند
- عدم توانایی در عیب‌یابی (FD) زیرا طیف و معیاری ندارند.

۱۴۰۱ Electronic Data Collectors:

* بسته به آپشن هایی که دارند می توانند خیلی ساده یا به حالت پیشرفته که برای ما آنالیزهم میکنند، جا شده، کارهای تحلیل و ذخیره سازی را می توانند انجام دهند (صرفا کار ذخیره سازی نمی کنند) بلکه می توانند کارهای FFT و عملیات عیب یابی (FD) را هم انجام دهند.

* توسط Data collector ها می توان "Trend" (روندهای هم به دست آورد)

Shock Pulse (Spike Energy) Meter (SPM):

* سنسورش حتما باید شتاب سنج باشد و فرکانس Tuning آن ۳۲ kHz است.

۳۲ kHz تقریبا فرکانس طبیعی است. از این فرکانس طبیعی استفاده می کنیم برای دیده شدن یک پیک متوسط انرژی طراحی (Base) و ناگهانی یک ضربه ای یا یک انرژی زیادی وارد آن می شود (Pulse).

* ۳۲ کیلوهرتز فرکانس ایده آل کریتی برای ارتعاشاتی را که توسط شوک پالس یا ضربه به وجود آمده اند است.

* موج گیری: موج های نوسانی که دارای پیوستگی هستند. به این پیوستگی موج های نوسانی موج گیری می گویند.

— این مدل نسبت به مدل قبلی کمی قوی تر، راحت و ارزان هستند.

— "SPM" فقط مناسب عیب یابی (FD) هستند. با "SPM" می توان Trend Analysis انجام داد. (SE که توسط SPM نمایش داده می شود انرژی است)

* برمبنای SE دریاتاقان های توان فرسوده در چه فازی قرار گرفته است:

① Before Fault ② Starting of Fault

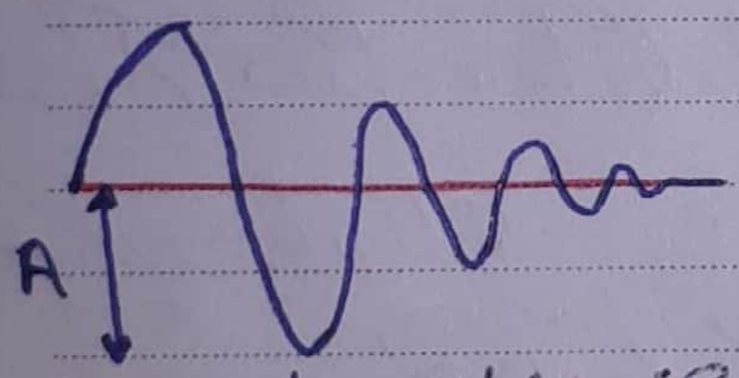
③ Middle Fault ④ Near Catastrophic Failure

روز سینما

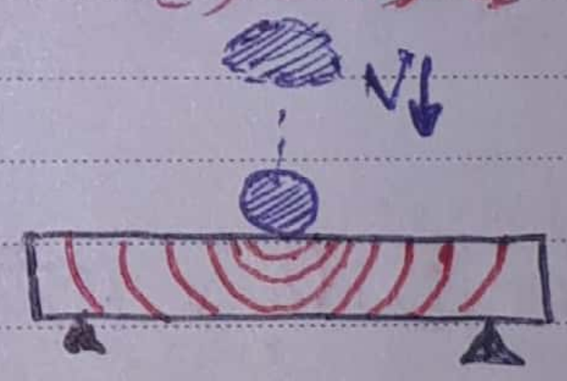
Max. Value of analog Pulses ≡ Shock Value

Tren d Analysis و CM در کاربردی در "SPM"
دارد و می‌تواند آن‌ها را انجام دهد. (فقط مثبت را به‌ما می‌گوید)
- "SPM" مناسب است اجزای دوار با سرعت بالا برای کهنه یا ناقان.
- "SPM" تابعی از وزنی است که بر قطعه مثل یاتاقان وارد می‌شود است. (Load dependant)

Shock Pulse Method (SPM):
از این روش برای "CM" اجزای دوار یاتاقان و تعمیر و نگهداری ماشین آلات استفاده می‌شود.
تفاوت بین ارتعاشات و یک پالس شوک مانند (ضربه‌ای):
در شوک مثل برخورد یک توپ به یک صفحه یا برخورد اجزای داخلی یاتاقان که در این حالت بعد از چند نوسان اولیه دامنه نوسانات رفته رفته کم می‌شود. دامنه هم تابعی از سرعت است.



A = F(v)



ارتعاشات: این مورد پیوسته است مثل یک روتور که دچار نامتعادلی است. مثل دیسک توپر. ابتدای کار ارتعاشات نداریم و بعد از آن ارتعاشات پایدار و متناوب

(steady state) رخ می‌دهد.

* در روش "SPM" روی پالس‌های انرژی متمرکز داریم و کاری با ارتعاشات پایه‌ای سیستم (Basic Vibration) نداریم.
* در پدیده‌های ارتعاشی متداول این را داریم که یک ارتعاش پایه‌ای ناشی‌ان یک انرژی زیادی وارد نمی‌شود اما در حالتی که یک عیب به صورت متناوب (Periodic) اتفاق می‌افتد داریم.

۱۴۰۱
اصلاح بزرگی نمای کلی عیب (Amplification) برابر با است که عیب را در تا حد
رزونانس تحت بتج می بیند (فرکانس طبیعی)

Data Collectors:
* کلکتورها وسیله‌ای هستند که برای ما اندازه‌گیری، ذخیره‌سازی و ارسال داده و تحلیلات FFT انجام می‌دهند
* از لحاظ هتماری به دو نوع هستند
* عمل عیب‌یابی هم انجام می‌شود و دقیقا عیب را به ما می‌دهد (Spot diagnostics)
- معمولا این دستگاه‌ها حافظه معدود دارند بنابراین می‌توان به کامپیوتر و مدل کروسکوپ حافظه کامپیوتر ذخیره‌سازی و محاسبات را مثلا توسط MATLAB انجام داده
- با آن دستگاه‌ها سازگار باشد
- کاربری راحتی دارند (Multi use) مثل آنالیزگر، بالانسینگ، کالیبره کردن (KeyPhasor)
- قدرت و دقت آنالیزها بیشتر به نرم‌افزار مورد استفاده برای Data collector است
بردهای الکترونیکی این وسایل جمع‌آوری اطلاعات، اطلاعاتی اعم از ارتعاشات کلی (Time wave Form) برای سرعت RMS و برای شتاب Peak را به صورت فرکانسی و یا ریز نمودارهای متفاوت را برای ما ذخیره‌سازی و جمع‌آوری می‌کند.
(Orbit analysis) ← مدل
توسط این وسایل جمع‌آوری اطلاعات می‌توان Trend Analysis و مقایسه کرد (اطلاعات با داده‌های جمع‌آوری شده قبلی را انجام داده و حافظه دارد)
* اکثر Data Collector ها برای ما نمودارهای FFT را هم رسم می‌کنند

دربحث رزولوشن (Resolution) ، خط یا "Line" معرفی میشود. خط: تفکیک فرکانسی ← خط بیشتر: Resolution ↑

* این Data collector ها دارای Resolution ای بین ۱۰۰ الی ۲۰۰۰ خط هستند.

* البته Data collector هایی هم وجود دارند که فقط برای ما وظیفه جمع آوری (ذخیره) را انجام می دهند و کاری با تحلیل های FFT و یا "Trend Analysis" ندارند

PC Based:

مناسب برای تحقیقات با دقت معمولی. پروژه های دانشجویی که به یک سنسور و یک برد کامپیوتر نیاز است. باقی موارد برای آنالیز ها توسط برنامه های مبتنی بر کامپیوتر امکان پذیر است.

- منعطف - مقرون به صرفه - آسان و یک پارچه

* FFT Analysis → برای ما اهمیت دارد زیرا → تحلیل فرکانسی می دهد

خروجی اصلی آن ← طیف یابی (FD)

ها معمولا یک سیگنال ارتعاشی دارای مولفه های دامنه - سرعت دورانی (یا) و فاز است

۲۵ | شهریور جمعه | 16 Sep | ۱۹ صفر

از دامنه ارتعاشات برای Trend Analysis به درد ما می خورد (دامنه می تواند خود جداگر توسان باشد یا RMS باشد)، سرعت دورانی یا "n" از لحاظ مبنا یابی یاهای (FD) کاربرد دارد (که توسان و اوایلی برد)، و یا فاز برای ما از لحاظ تفکیک ارتعاشات کاربرد دارد یعنی توسط فازی توان قسمت بین چند ارتعاشی که هم فرکانس هستند کام مد نظر ماست و تاثیر بیشتری دارد.

کار FFT : توسط کامپیوتر بصورت دیجیتال انجام می شود. اولین کار برای این که بتوان سیگنال را FFT کرد باید آن سیگنال آنالوگ را به سیگنال دیجیتال تبدیل کرد (ADC)

۱۴۰۱

بعداز آن تبدیل فوریه (FFT) را انجام می دهیم تا یک طیفی را ببینیم.

* از بلوک اطلاعاتی که دیجیتالی شده است می توان ارتعاشات کلی یا همان Time Wave Form را به دست آوریم.

آنالیزورهای FFT:

- تجهیزات کلیدی برای نیروگاه ها هستند
- کاربرد آزمایشگاهی دارند
- نرم افزارها و Data Collector ها قابلیت گسترش دارند
- Resolution فرکانس ها بستگی دارد به تعداد خط های نمایش و فیلتر ← LPF / HPF
- Aliasing (یک مشکل از sampling کم و کند است) (همان smearing را ایجاد می کند) برای رهایی از آن باید نمونه برداری (sampling) را سریع و از فیلترهای LPF استفاده کنیم.
- برای جلوگیری از نشتی (Leakage) از Weighting Functions خاصی استفاده می کنیم منظور از نشتی زمانی است که بخشی از سیگنال در سری تازه مورد بررسی به جوی sense یا آنالیز نشده باشد. برای رفع این اشکال این نواحی را از بازه مورد بررسی خارج می کنیم.

* در اثر "Aliasing" فرکانس FFT به درستی وجود دارد با این فرکانس های کاذبی که همانند می آویزم فرق دارد

* Envelope detection ← عملیاتی که روی سیگنال انجام می شود و بیشتر برای Ball Bearings است.

Demodulation = "Am" ←

Cascade همان نمودارهای آبشاری منظور است.

waterfall !

خروجی Modal analysis: ماژول فرکانس طبیعی و شکل مدار تقاطعی است.

Broadened Reference spectrum = طیف مرجع پهن شده

Spectrum soon after Installation = طیف بعد از نصب

Tracking Analysers:

از این نوع آنالیزورها برای عالائی استفاده می شود که ماشین سرعت متغیر دارد مثل عالائی که در فاز run up و یا Coast down هستیم.

Tracking mode: فرکانس دنبال کردن (ف) تابعی از پیمای پایه ضلع است. بنابراین مقدار اطلاعات و دیتایی که در یافت می کنیم تابعی از پیمای پایه شعور و فیلد است.

- نیاز به یک سیگنال یا موقعیت مرجع برای یافتن سرعت دنبال کردن (Tracking) و یا (ه) دارد.

- حساسیت به متغیر ورودی

- مقدار دامنه یا Dynamic range (محدوده) زیاد

Tape recorders (مثل نوار ضبط) (Historical information):

: Direct recording مدل

قابلیت ذخیره اطلاعات دارند اما برای حساسیت (Gain) کم در فرکانس های پایین دارند (مثلا برای اندازه گیری Displacement مناسب نیستند)

* برای فرکانس های بالا نیاز به سرعت (سرعت نوار یا) بالا دارند که در این زمینه هم محدودیت دارند.

* پایه مناسب با محدوده فرکانسی Amplification را انجام دهیم تا راندمان و کارایی بالا برود.

مدل Tape recorder از FM recorder:

- پرکاس مدل مناسب برای فرکانس های پایین (نزدیک 0 kHz)

- قسمت Gain ثابت بیشتری دارند

- خطای دامنه در این مدل کم تر از (1 dB) است.

- این مدل ها اکثرا آنالوگ هستند.

۱۴۰۱
Tape recorders → DAT (Digital Audio Tape):
- دیجیتال هستند
- محدوده‌ی دینامیک (dynamic range) حدود ۷۰ dB
- دقت بالاتر
- کوچکتر هستند
- داخل خودشون فیلتر دارند (built in filter)
- پاسخ فرکانسی خوبی دارند

Amplifiers:
* برای ماشین یک Gain عمل می‌کند. (هر پدیده‌ای مثل ولتاژ را تقویت می‌کند)
* در تمامی مسایلی که با ارتعاش سروکار داریم، از Vibration meter ها، DAT recorder ها و tape recorders استفاده می‌کنیم.
* از آمپلی فایر باید پاسخ فرکانسی اسکرا بدانیم. زیرا خود Amplification هر سیستم با توجه به بازه‌ی باید بیشترین و کمترین قدرت یا دامنه‌ی سیگنال را انتخاب کند.
* تا حالا لازم است که Amplification یکی از مسایل اصلی انجام دهیم
* نکته: در tape recorder Gain برای یک است.

Calibration:
باید هر چیزی را با یک قطعه یا سیستم نوعی مقایسه کنیم.
در ارتعاشات از ابزارآلاتی مثل multimeter ها، Signal generator ها، Envelope detector ها و filter ها، shaker ها برای کالیبراسیون استفاده می‌شود.
* از shaker ها برای تحریک اولیه و یا ایجاد ارتعاشات اولیه استفاده می‌شود. برای دینامیک Analysis ها حتما نیاز داریم به shaker ها.

از reference transducer ها برای کالیبره سنسور ها استفاده می‌شود.

* نکته: عملیات تبدیل آنالوگ به دیجیتال قبل از وارد شدن اطلاعات به مرحله FFT انجام می‌شود

* تعداد اطلاعاتی که ذخیره سازی می‌شوند (Sampling) در analyzer buffer بستگی دارد به تعداد خطاها (تفکیک فرکانسی) یا همان Resolution. تعداد خطا بیشتر دقت و کیفیت بیشتر اما هم اطلاعات و هزینه و محاسبات بیشتر و بالا می‌رود.

* کامپیوتر اطلاعات و مقادیر را به صورت خطای استقلال یافته مساوی (Equally-Spaced) برای Y (دامنه) و X (زمان/موقعیت) ذخیره می‌کند.

Sampling time = t_s → $F = \frac{1}{t_s}$ = تعداد نمونه‌گیری که در هر ثانیه چندبار نمونه برداری انجام می‌شود

مشکل Resolation:

توسط زمان نمونه برداری (Sampling time) و نوع Resolation رابطه بدین صورت است:

$$F = (\text{Sampling rate}) = \frac{1}{T_s}$$

هرچه Sampling rate بالاتر برود دقت و پیوستگی بالاتر می‌رود، برخی نمونه برداری با 1000 Hz بهتر از 100 Hz است. (آنالوگ‌تر است) (سیگنال واقعی‌تر است)

البته تا یک جایی هرچه زیاد شود واقعی‌تر و بهتر می‌شود بلکه از آن جایی به بعد اینطور نمی‌شود و دیگر فایده‌ای ندارد بلکه حجم اطلاعات را فقط بالا می‌برد. (اطلاعات اضافی می‌دهد)

۱۴۰۱
در فرکانس های پایین تر از $(\frac{1}{T_s})$ را می توان تفکیک فرکانسی و تحلیل کرد.
برفرض اگر بازه فرکانس ۲ تای است و بازه ۲ و ۴ و ۶ و ... را ذخیره کرده ایم
دیگر می توانیم برای زمان ۲،۵ را تحلیل کنیم.

* Resolution در حوزه فرکانس توسط تعداد خطا (bins) بیان می شود
تعداد خط ها یا همان (bins) برای ما تعداد نمونه برداری (samples) محاسبه می کند:
حداقل پایه: (تعداد نمونه برداری = ۲ × تعداد خط ها) $(N_{Samples} = 2N_{lines})$
یعنی برفرض اگر ۱۲ هزار خط داریم پایه حداقل ۲۴ هزار نمونه برداری انجام دهیم

* نرخ نمونه برداری پایه حداقل ۲ برابر حداکثر فرکانس مورد بررسی باشد (این مورد همراه لازم است ولی کافی نیست) (یعنی اگر برود بالا می گوید "aliasing" داریم)
(Nyquist criteria) $(f_s = 2 f_{max})$

* برفرض حداکثر عیبی که داریم 10kHz است. بنابراین پایه حداقل با 20kHz نرخ نمونه برداری کم (یعنی در هر ثانیه حداقل ۲۰۰۰۰ نمونه برداری) البته همیشه این امکان پذیر نیست بنابراین تقسیم بندی می کنیم و برای فرکانس های بالاتر پایین میاوریم Sampling انجام می دهیم.

* زمان اطلاعات برداری (Data acquisition time) $= \frac{\text{تعداد خط ها}}{f_{max}}$
تمامی این موارد در حالت Steady state هستند و محاسبات در این حالت انجام می شود (Steady State در حالت FFT)

مثال: رنج فرکانسی که پوشش می دهیم 10 kHz است و می خواهیم ۱۰۰۰ نمونه برداری

انجام دهیم تعداد خط‌ها باید چه‌قدر باشد؟

جواب: 0

Number of bins = 10(kHz) × 10(s) = 10000

* "Datasampling" توسط ADC سیستم انجام می‌شود یعنی سیگنال را به دیجیتال تبدیل می‌کنیم.

Analog transducers: آنالوگ است: سنسورها

در قسمت Signal conditioning کارهایی مثل فیلتر، تقویت و ... مدارهای برای این که سیگنال سالم وارد سیستم شوند انجام می‌شود.

Multiplexer: برای ترکیب سیگنال‌ها با قسمت‌های مختلف حتی می‌توان از بین چند سیگنال تعدادی سیگنال مورد نظرمان را انتخاب کنیم.

* تا قبل از Analog-to-digital Converter ماهیت سیگنال‌ها آنالوگ است

آغاز جنگ تحمیلی (۱۳۵۹هـ ش) - آغاز هفته دفاع مقدس

بعد از آن از حالت پیوسته به صورت مقطعی تبدیل می‌شود

ماهیت سیگنال قبل و بعد از آن تغییر می‌کند (مقدارها الزاماً روی منحنی نیست بلکه روی خط است)

مهر ۱ جمعه
23 Sep ■ ۲۶ صفر

سیگنال در "Buffer" ذخیره می‌شود.

* نرخ نمونه برداری تعیین می‌کند که هر چند ثانیه تبدیلات انجام می‌شود (در واحد هرتز بیان می‌شود)

$F_s = \frac{1}{\delta t}$; δt: اختلاف زمان بین دو نمونه‌گیری

* "Resolution" میزان کوچک‌ترین Increment ولتاژ است که موجب تغییر بیت می‌شود (در واحد ولتاژ بیان می‌شود).

۱۴۰۱ $(2^N - 1)$

* بزرگ‌ترین عددی که توسط (n) بیت می‌توان نمایش داد:

* برای افزایش Resolution یا میزان تغیرات ولتاژ کوچک‌تر شود تا نمایش بهتری داشته باشیم هرچند افزایش Resolution موجب افزایش اطلاعات جمع‌آوری شده می‌شود بنابراین باید به "Compromise" یا "balance" انجام داد.

توسط ۳ بیت می‌توان ۸ مقادیر (۱,۲۵) و نمایش داد بنابراین عرض ولتاژ (۱,۲۵) و دیگر نداریم. (برای محدوده فرکانسی 10 Hz)

$$Q = \frac{E_{FSR}}{2^M}$$

Resolution = Q دو واحد ولتاژ

E_{FSR} = محدوده ولتاژ یا اندازه (Scale) کل

M = تعداد بیت‌ها

عرض محدوده فرکانسی مورد نظر ما 10 Hz است یعنی از صفر تا ۱۰ هرتز فرکانس داریم.

* هرچه تعداد بیت (M) بالا برود مقدار Q به سمت صفر می‌رود (که صفر است زیرا Resolution ما می‌خواهد دقت بالایی برود اختلاف‌ها ریز و به هم نزدیک‌تر بیوسته (پیوسته) می‌شوند (البته هیچ‌گاه پیوسته کامل یا تمام نمی‌شوند))

در مقوله صفحه ۶۸ در (Week 4): ۳ بیت داریم و محدوده فرکانسی 10 Hz

است بنابراین:

$$Q = \frac{10}{2^3} = 1,25$$

فاصله بیت‌ها هر چقدر بزرگ‌تر شود خط (Line) بزرگ‌تر می‌شود

روز وقف

دقت بالاتر ← Q ↓

مهر | ۳ | 25 Sep 2022
یکشنبه | ۲۸ صفر ۱۴۴۴

یعنی تفکیک

* زمانی که مقدار Resolution را بر حسب درصدی از Full scale می دهند منظور:

$$\frac{Q}{FSR} = X\%$$

مثال: تعداد بیت‌های مورد نیاز برای نمایش Resolution ۰٫۰۰۰۰۱ از Full scale؟

$$\rightarrow 0.00001 = \frac{1}{2^M} \rightarrow M = 16.6 \rightarrow M = 17$$

(تعداد بیت باید طبیعی باشد)

همواره به سمت بالا گرد می‌شود (تعداد بیت)

* بر اساس بیت آنالوگی "Dynamic Range" یا محدوده‌ای که می‌توان نمایش داد، محاسبه می‌شود.

بیت بالاتر ← Dynamic Range بالاتر

مثال: محاسبه Dynamic Range برای یک مبدل ADC دارای ۱۲ بیت:

بزرگ‌ترین عددی که می‌توان توسط ۱۲ بیت نمایش داد: $2^{12} - 1 = 4095$

حال محاسبه بزرگ‌ترین Dynamic range توسط بزرگ‌ترین عدد قابل نمایش بر اساس مرجع که در این‌جا مرجع را یک می‌گیریم محاسبه داریم:

$$\text{Dynamic Range} = 20 \log\left(\frac{4095}{1}\right) = 72\ dB$$

یعنی حداکثر تا ۷۲ دسی‌بل را می‌توان نمایش داد (بیشتر از آن را نمی‌توان نشان داد.)

* کار "Multiplexer" در فرآیند (Data Sampling) چیست؟ دارد.

یعنی فرض (۲۰) تا کانال ورودی اطلاعات از سنسورها داریم و در هر لحظه همه‌ی نخواهیم نخواهیم این سنسورها اطلاعاتی را بفرستند حال برای کاهش حجم حافظه مورد نیاز و هزینه‌ها می‌آن توسط Multiplexer از بین کانال‌های به اطلاعات ارائه می‌دهند

۱۴۰۱
یا اصلا به اطلاعات آن‌ها نیازی نداریم را وارد کنیم و فقط از کانال‌های مورد نیاز دوره‌ای نمونه‌برداری (Sampling) Data انجام دهیم.

* کنترل کانال‌های مختلف توسط MultiPlexer به صورت هم زمان.

* بنابراین اگر چندین کانال داریم و به تعدادی از سیگنال‌های این کانال‌ها در لحظه نیاز داریم یا غرضمان روابط بین این کانال‌ها باشد در این موارد می‌توانیم از MultiPlexer استفاده کنیم: ① اطلاعات را جمع‌آوری و نگه‌داری می‌کنیم (توسط MultiPlexer) و به یک مبدل ADC می‌دهیم) ② برای هر کدام از کانال‌ها مدار نمونه‌برداری جدا ایجاد می‌کنیم و سپس MultiPlexed Sample and Hold:

- تمامی اطلاعات در لحظه جمع‌آوری و نگه‌داری می‌شوند (در این مرحله هنوز ADC نمی‌شوند)
- مدار MultiPlexer هر کدام از ولتاژهای جمع‌آوری شده را اسکن و بررسی می‌کند. حال اگر اطلاعات مورد نیاز در کدام اسکن دریافت شده باشد فقط همان اطلاعات را از کانال (بعد از آن) به دیجیتال (ADC) تبدیل می‌کند. اطلاعات و داده‌های مورد نیاز شبیه‌سازی وارد مرحله ADC می‌شوند.

Channels are scanned sequentially and Passed to DAC.

مثال محاسبه و کنترل فاز انجام می‌شود زیرا گاهی به کنترل فاز هم نیاز داریم.

* خود "MultiPlexer" حافظه هم دارد.

(پایین ۱۴): کار "MultiPlexer": مدیریت اطلاعات سیگنال Digitize شده. همچنین عمل ترکیب "Data" ها هم انجام می‌دهد.

* توسط "MultiPlexer" کانال‌هایی که اطلاعات نداریم را اسکن می‌کند بنابراین سرعت اطلاعات

برداری بالاتر رود. (Faster acquisition rate)

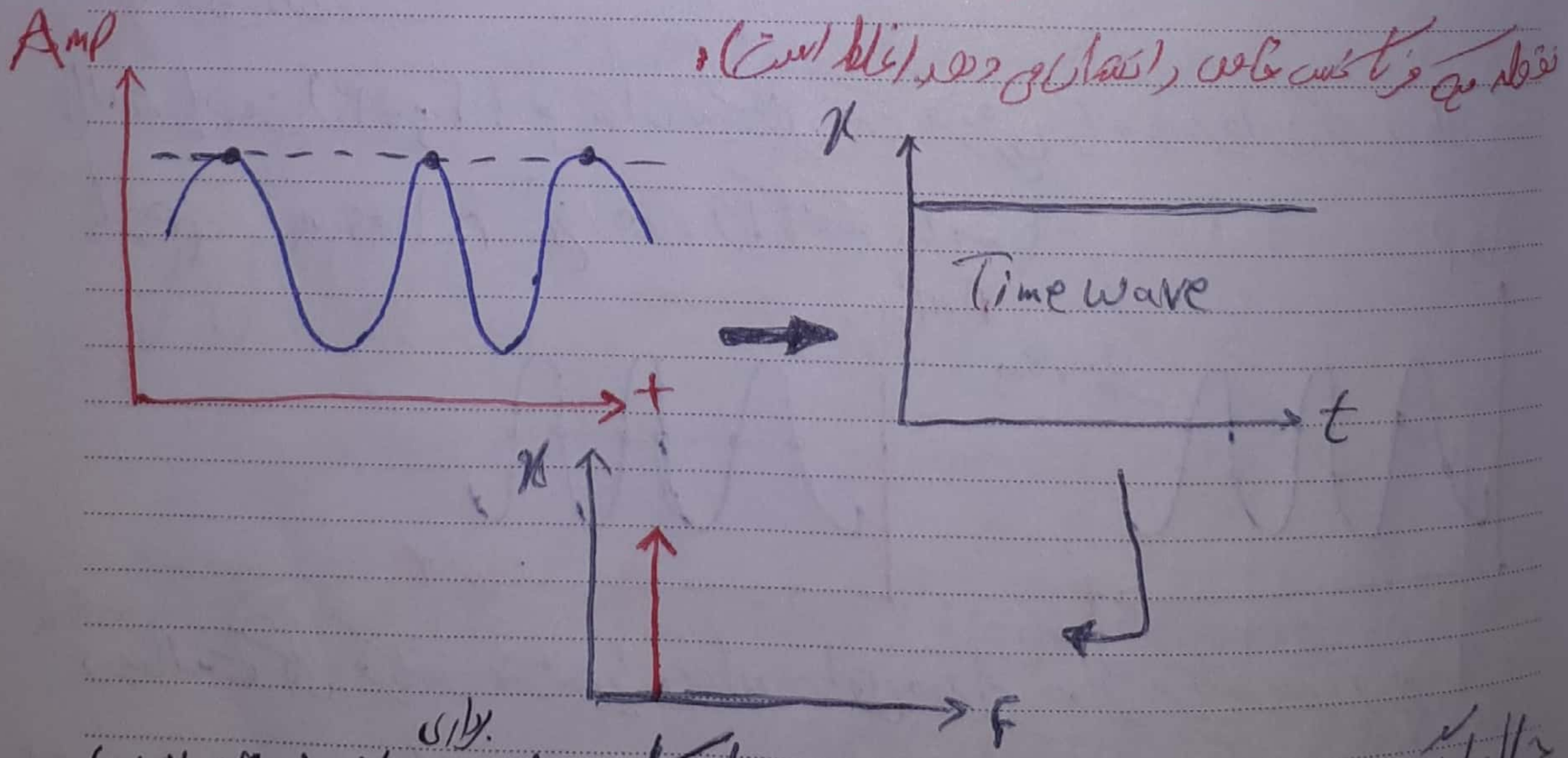
هم بودن "Data acquisition time" به این معنی است که خود تجهیزات واقعی علاوه بر این زمان برای پردازش اطلاعات، زمان واقعی (Real time) یا "Delay" یا تاخیر انجام فرمان‌های متفاوت دارند.

"Aliasing":

زمانی که از یک سیگنال آنالوگ نمونه‌برداری دیجیتال انجام می‌دهیم بحث (aliasing) اهمیت پیدا می‌کند.

* فرکانس نمونه‌برداری (f_s): به‌ازای نمونه‌برداری با زمان مساوی، نمونه‌برداری در نرخ خاصی باعث کم شدن زمان انجام می‌شود، به این زمان فرکانس نمونه‌برداری می‌گوییم.

اگر از موج سینوسی زیر در هر ثانیه (1Hz) نمونه‌برداری کنیم فرکانس پایه (Principal Frequency) نمودارهای "Time wave form" و "FFT" هنگی اشتباه آنالیز می‌شود زیرا طبق نمونه‌برداری ما فرض می‌شود موج سینوسی به همین شکل است در FFT آنالیز به نقطه‌ی فرکانس خاص را نشان می‌دهد (اشتباه است).



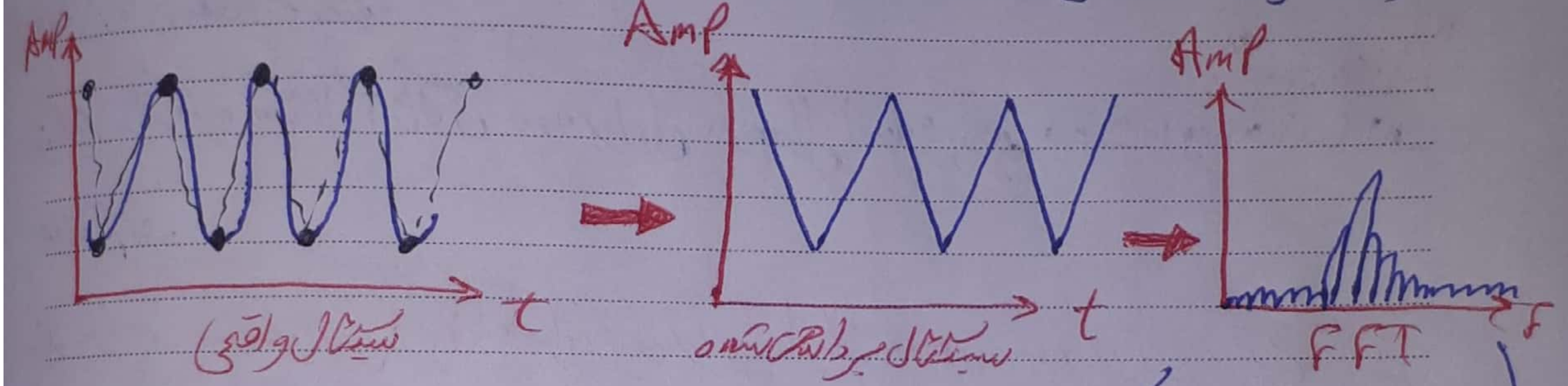
حال اگر نمونه‌برداری را افزایش دهیم، یعنی با فرکانس نمونه ۲Hz (هر ثانیه ۲ نمونه) برداری

* زمانی که شرط نایکوئیست رعایت نشود فرکانس اندازه گیری شده (f_m) مطابق فرکانس واقعی نمی‌شود ولی احتمال دارد که (Time wave form) درست رسم نشود.

→ Principal Frequency

۱۴۰۱

انجام دهیم تا حدی به حالت واقعی موج سینوسی نزدیک می‌شویم اما باز هم دقیق نیست زیرا در این حالت "Time Wave form" به شکل موج مقداری ارزیابی می‌شود اما می‌FFT درست مقدار داده می‌شود (تا حدی فرکانس پایه به حالت واقعی نزدیک شده است).

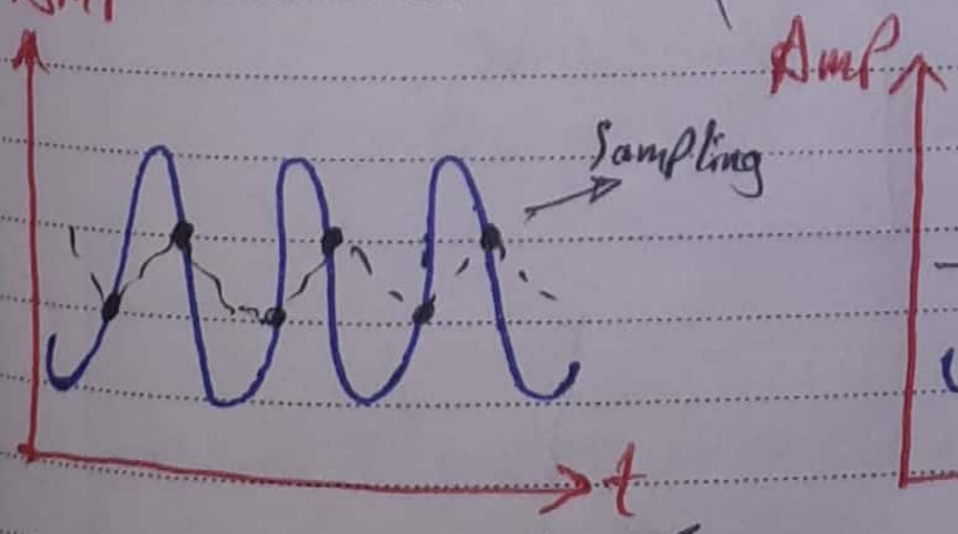


دنباله ارزیابی تشکیل شده از نمونه‌برداری موج سینوسی

* محدوده فرکانسی این موج (2Hz) است بنابراین طبق ($f_s = 2f_m$) چون $f_s = 2Hz$ نمونه‌برداری انجام دادیم تا حدی جواب درست در آمد اگر نمی بازهم مشکل دارد

* در این حالت فرکانس اندازه گیری شده (f_m) با فرکانس سیگنال واقعی تطابق دارد

البته با هیچ ($f_s = 2$) می‌توان سیگنال یک هرتزی را نمونه‌برداری کرد به طوری که بازهم "Aliasing" رخ دهد. (با کمی دامنه)



در حالت کلی فرکانس نمونه‌برداری باید حداقل دو برابر حداکثر فرکانس مورد بررسی باشد:

(Sampling frequency) ← $f_s \geq 2 f_m$ → (Maximum measured frequency)

هجرت پیامبر اکرم (ص) از مکه به مدینه

→ Nyquist frequency

* اگر خود را از آن استخراج کرده (FD) و (CM)

البته این شرط مرحله لازم است (کافی نیست) یعنی

می‌تواند "Aliasing" رخ نده "Timewaveform" اما اگر رعایت نشود قطعا "Aliasing" اتفاق می‌افتد و "Timewaveform" ما

دچار تشکل می‌شود. (حالت تئوری) (Nyquist Freqeuncy)

* طبق تجربیات آزمایشگاهی فرکانس نمونه‌برداری چند تا "Aliasing" رخ نده

۸ الی ۱۰ برابر حداکثر فرکانس مورد بررسی باشد تا

البته این عدد بستگی به پیچیدگی سیگنال دارد یعنی امکان دارد با ۴ برابر هم کار درست انجام شود)

اگر این موارد به خوبی رعایت شوند سیگنال تا حد زیادی درست آنالیز می‌شود بنابراین

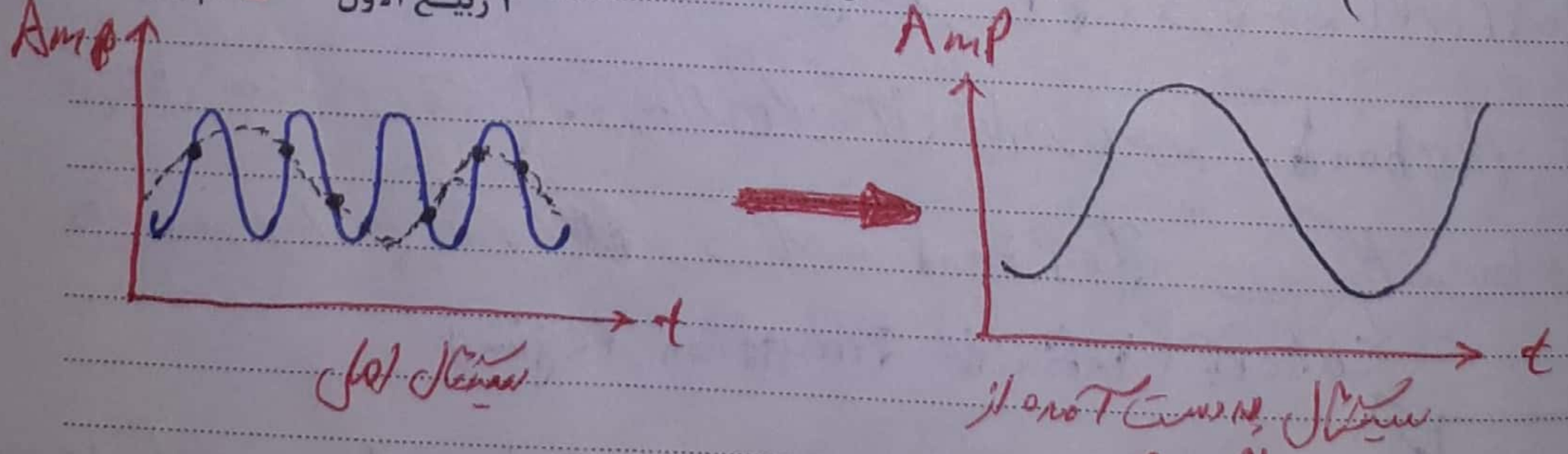
با دقت خوبی به دست می‌آید و شکل موج و فرکانس آن "FFT" و "Time Wave Form"

سیگنال اولیه تعیین می‌شود.

* اگر نمونه‌برداری زیر فرکانس Nyquist باشد به طور کلی اطلاعات

بعضی دهنده طوری که هم فرکانس و هم شکل موج (Shape) تغیر

می‌کند:



" " Aliasing کمتر از ($F_s \geq 2F_m$) باشد (Nyquist Freqeuncy)

* با رعایت شرط وجود دارد که شرط لازم ولی کافی نیست)

سوال: حال می‌دانیم باید حداقل شرط Nyquist freqeuncy برقرار باشد اما چگونه می‌توان

۱۴۰۱

این است که سنسورهایی که ما در اختیار داریم توانایی برخورد این سیگنال‌ها و نمونه‌برداری با این سرعت را ندارند بنابراین باید چه اقدامی انجام دادیم؟

پاسخ: با تفکیک کردن سیگنال فرکانس‌های بالا توسط فیلتر پایین‌گذر (استفاده از فیلتر) البته این حذف فرکانس‌های بالا توسط فیلتر پایین‌گذر قبل از "digitize" کردن سیگنال رخ دهد. (Signal Conditioning)

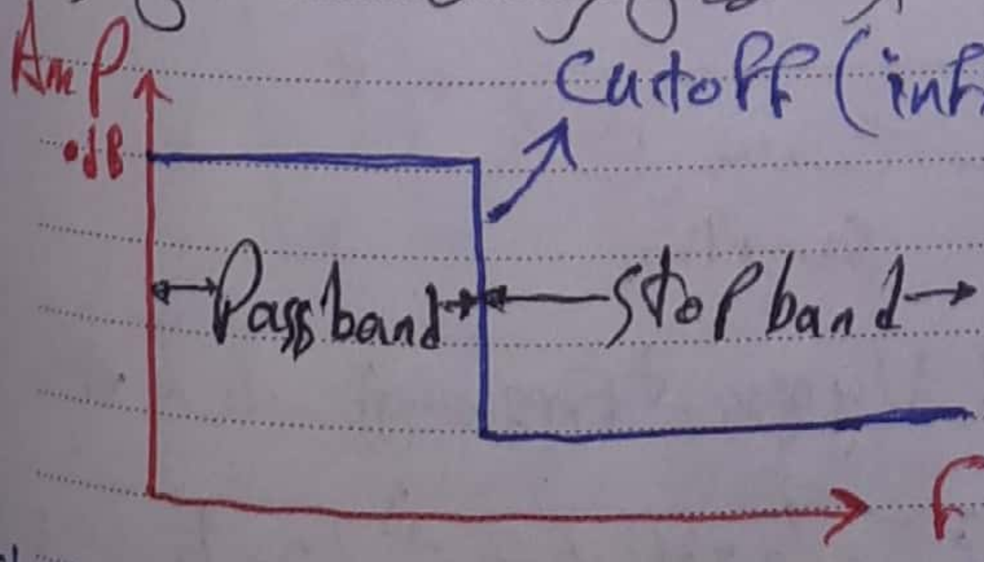
برای بررسی این که پدیده‌ی مبوب به چه فرکانسی رخ می‌دهد باید آنالیز سرعت انجام دهیم.

* به این فیلترها برای حذف و تفکیک فرکانس‌های مختلف "Anti-aliasing" می‌گوییم.

* نکته: توسط ارتعاشات و بررسی آن می‌توان از وقوع "Cavitation" یک پمپ هم متوجه شد.

* نام "Anti-aliasing Filter" یک (LPF) است. البته یک (LPF) به صورت ایده‌آل وجود ندارد و واقعیت ندارد.

* واقعیت تابعیتی نداریم بنابراین هرچه ناحیه (Cutoff) به ۹۰° نزدیک‌تر شود به ایده‌آل نزدیک‌تر است. در حالت ایده‌آل فیلتر LPF در ناحیه بالای Cutoff، ۱۰۰٪ سیگنال حذف می‌شود). در حالت ایده‌آل ذیل در ناحیه "Passband" تمامی فرکانس‌ها عبور داده می‌شوند و در ناحیه "Stopband" تمامی فرکانس‌ها حذف می‌شوند.



∴ Ideal Anti-aliasing filter (Ideal LPF)

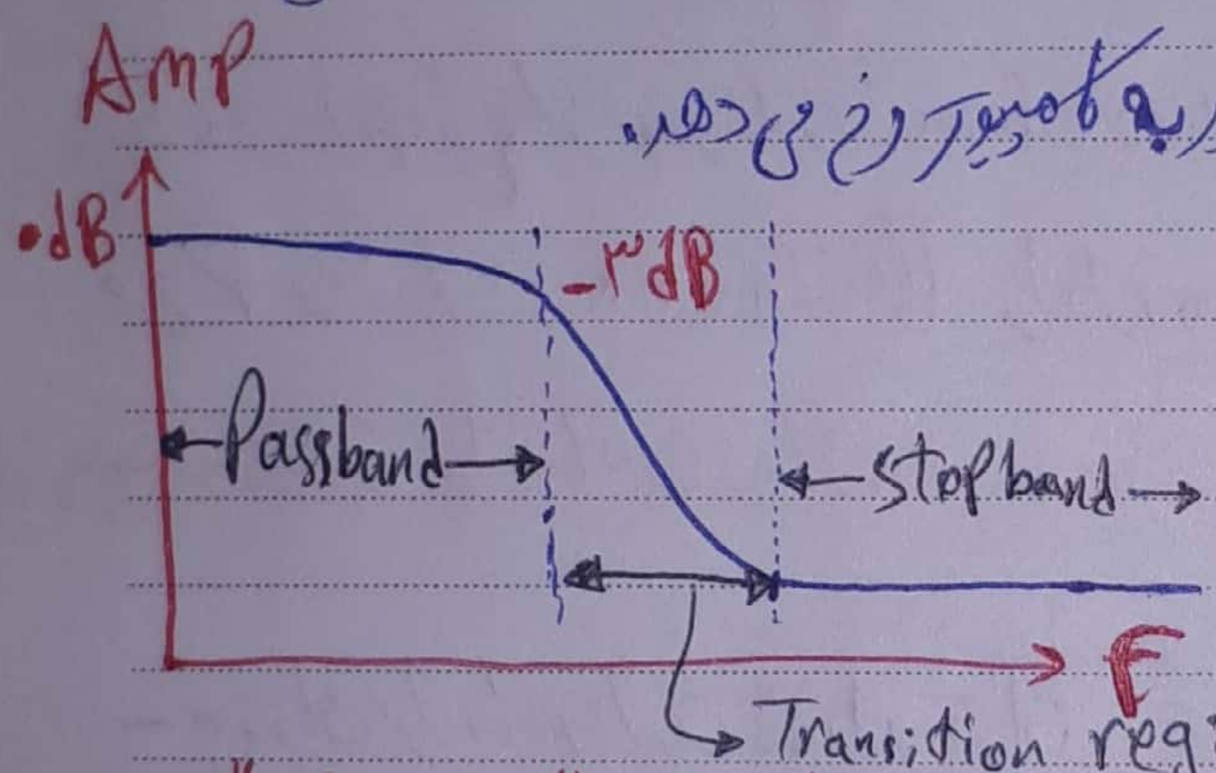
* در واقعیت فیلترهای ایده‌آل نداریم بنابراین ناحیه‌ی گذر بین Stopband و Passband

به وجود می آید. معمولا فیلترهای ضد "aliasing" در واقعیت روی (٪۸۰) خروجی نمونه برداری پیاده شده اند (تکمیل شده اند) تا تاخیر گذرا شروع شود.

معمولا Cut off در فیلتر واقعی در (-۳dB) تعریف می کنم برای شروع تاخیر گذرا.

* برای سیگنال های آنالوگ فیلتر توسط مدارات (RLC) ساخته می شود.

در حالت دیجیتال، فیلتر کردن توسط دستور به کامپیوتر داده می شود.



: Real Anti-aliasing filter
(Real LPF)

* در فرکانس های نزدیک تاخیر گذرا (بالا و پایین) فرکانس های خواسته "aliasing" شوند بنابراین این تاخیر گذرا برای مقاصد آنالیزی و بررسی غیر قابل اعتماد است.

* قبل از (-۳dB) فرکانس ها قابل قبول اند.

در اکثر مواقع تاخیر Cutoff فیلترها به نحوی در فرکانسی پایینتر از فرکانس Nyquist قرار گرفته است بنابراین فرکانس های به دست آمده از این فیلتر بدون aliasing است.

* Band limited : سیگنال "Band limited" سیگنالی گفته می شود که از داخل یک فیلتر "Anti-aliasing" (LPF یا HPF یا BPF) عبور کرده است.

(Band Pass filter) BPF ③ HPF ② LPF ① انواع فیلترها:

↳ معیار تمامی این فیلترها (-۳dB) است.

۱۴۰۱
* هرچه "Gain" فیلتر در ناحیه "Passband" کامپ و شیب در ناحیه "CutOff" ۹۰ دسیبل تر باشد آن فیلتر ایده آل تر است.

Modal Domain: فرکانس و شکل مد

Quefrency Domain: برای آنالیز جرقه دنده ها و قطعاتی که متناوب یا تکرار می شوند استفاده می شود

Time Domain:

- در این نوع از نمودارها Time wave form و شاخص هایی مثل RMS، PP، ... و Index ها) را داریم. برای یافتن Trend مورد نظر

- موجعیت براساس زمان

Frequency Domain:

- می توان براساس این نمودار توان یا قدرت سیگنال های ارتعاشی را در فرکانس های مختلف بدست آورد (Vs دامنه)

- معمولا محور دامنه در این نمودارها براساس (dB) بیان می شوند

- توسط "Frequency domain" می توان هارمونیک های یک ارتعاش را بدست آورد: Frequency domain highlights Periodic nature of time waveform.

از یک سیگنال Periodic، هارمونیک ها را بیرون می کشیم. تا ببینیم تشکیم یک ماشین است

Modal Domain:

- پاسخ سازه ها و سیستم ها در ارتعاشات اجباری و آزاد (فرکانس طبیعی)

- پاسخ عملکردی فرکانس ها (FRF) (Frequency response function) یا ماهیت قرار دادن (سنج) جای (ی) در تابع تبدیل.

* Quefrency domain highlights Periodic nature of frequency spectra (FFT) (Frequency domain)

مهر | ۱۲ | 4 Oct 2022
سه‌شنبه | ۷ ربیع الاول ۱۴۴۴

Quefrency domain:

Fourier transform:

* یک سیگنال "Periodic" انتگرال فوریه دارد اما فقط یک سیگنال "Periodic" سری فوریه دارد.

- طیف توان یا قدرت تابع به مقیاس "log" دارد.

- تناوب (Periodic) طبیعی یک طیف مرتبی را نشان می‌دهد.

Time wave form Analysis:

- بازرسی چشمی از تاریخچه زمانی

- شناسایی دهنده طبیعت تکی یک سیگنال

- سیگنال‌های (تست ضربه، ابزار حرکات لرزنده)

- توابع گسسته (چرخ دنده شکسته شده race یا ناهمواری خورده)

- مراحل غیر از حالت پایدار (coast down, run up)

از Time waveforms برای Trending و مقایسه‌ها استفاده می‌شود.
indices

Time base = Time waveform

* "RMS" در کاربردهای پایدار (Steady state) مفید است و با عدد کاهش ۱۴۰۱
از اثر پیک های کاذب (جعلی) می شود.
Spurious = کاذب - جعلی
* از ماخص های "Time domain" در بحث "Trend analysis" استفاده می شود

برای رصد کردن وضعیت عیب

"Peak to Peak"، "RMS level"، "Mean level"، "Peak level" نکته: تمامی موارد
بیانگر شدت قرارگیری ماشین تحت عیب هستند بلکه به وسیله سطح ارتعاشات ایجاد شده
تغییر کنند. در کل فاکتورهای Time base، تجهیزاتی اند برای عیوب روتور هم جمع
می کنند و ما نتیجه را می بینیم اما می توان تشخیص کرد که عیب از چه عضوی باید
بیشتر از هرکدام است * برای تشخیص باید Time waveform را به FFT تبدیل کرد

* اجزای پرانرژی با سرعت بالا می توانند که جزء با سرعت پایین و قدرت کم تر را
پوشش دهند به صورتی که دیگر می توان از آن سیگنال قطعه هم انرژی را دید. (در یک سیگنال)

Crest Factor:

Crest Factor = Peak level / RMS level

- پارامتری برای رصد کردن "Time Trend".
- دو تا شخص با هم بررسی می شوند (هر دو عدد هستند)
- شروع زود هنگام عیب را رصد و بررسی می کند (monitoring) مانند سیگنال های فرکانس
و هرچه "RMS" به خاطر اثر ایستگاه باید این کسر کم می شود (قطعه ای به خراب
می شود سطح انرژی این جا بالا می رود ما تشخیص دهیم که سطح ارتعاشات انرژی این
از حالت طبیعی خیلی بالاتر می رود بنابراین "RMS" آن هم زیاد می شود)
* رفتار "RMS" به نحوی است که در طول زمان مشخص می شود و باید به ارتقا

$$\text{Crest factor} \geq 1 \xrightarrow{\text{چون}} X_{Peak} \geq X_{RMS}$$

مهر | ۱۴ | 6 Oct 2022
پنجشنبه | ۹ ربیع الاول ۱۴۴۴

زمان داد و بیش از آن انتگرال گرفت اما بیشه
تا کمین لحظه‌ای و موقتی است (لحظه‌ای) ← Crest factor : اطلاعات پیوسته
و در طول زمان را با اطلاعات در لحظه و موقت بررسی می‌شوند.

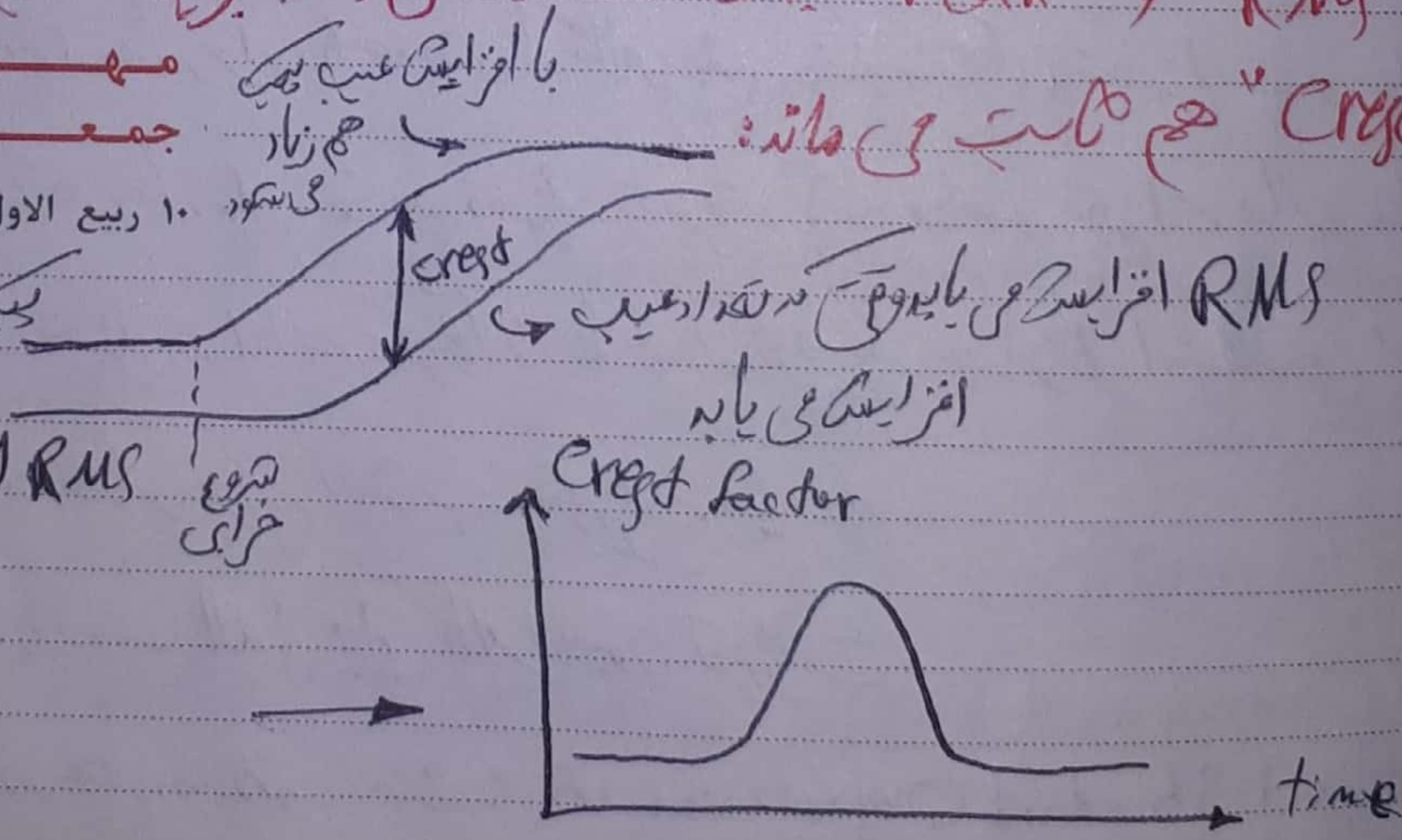
* از لحظه شروع عیب تا وخیم‌تر شدن آن:

در ابتدای شروع خرابی یا یک عیب فقط انرژی را متوجه می‌شود و افزایش می‌یابد
بنابراین شیب افزایشی آن مثبت است اما "RMS" نیاز دارد تا همی زمان بگذرد تا صفحه
انرژی ارتعاشی بالا برود و آن را متوجه بشود. وجود دهیت تاخیر "Delay" در عدم این
خرابی را عدم می‌شود (Crest Factor) در یک بازه‌ای افزایش یابد، اما از یک زمانی به
بعد مقدار افزایش پیدا کم می‌شود این در حالی است که مقدار افزایش "RMS" خیلی بیشتر
است. بنابراین کم (Crest Factor) کاهش می‌یابد و در نهایت با ۱ حالی می‌رسد که
عیب بزرگ شده است.

روز دامپزشکی

مرجوعی "RMS" و "Peak" به حالت ثابت می‌رسند بنابراین نیست
مرجوعی "Crest Factor" هم ثابت می‌ماند:

مهر | ۱۵ | 7 Oct
جمعه | ۱۰ ربیع الاول



دلیل استفاده از شاخص‌های Timewave form این است که به خوبی بیما اطلاعات می‌دهند.

روز روستا و عشایر

۱۴۰۱
Week 5: Machine Vibration Standards and Acceptance Limits (Condition Monitoring):

استانداردها توافق مستندشده‌ای هستند که حاوی مشخصات فنی یا معیارهای دقیق که به‌صورت سازگار استفاده می‌شوند به‌عنوان قانون‌ها، Guideline یا تعاریف مشخص برای اطمینان از این‌که مواد، محصولات و فرآیندها و خدمات مناسب کار هدف‌شان هستند.

یک استاندارد خوب:

- اتفاق نظر کلیدایده‌ها است. Consensus = اتفاق نظر
- از لحاظ فنی مهم و استفاده ساده است.
- هیچ مسئله غیرقابل‌فهم و یا تفسیر نداره. ambiguities = غیرقابل‌فهم

استانداردها ساخته شده‌اند برای:

- برای ایجاد یک معیار برای طبقه‌بندی یا گزارش‌دهی داده‌های تجهیزات و مواد.
- برای ساخت یک معیار برای مقایسه تجهیزات تعمیرشده با یک قطعه و تجهیزات سالم و مشابه.
- برای تست تجهیزاتی که ادامه عملکرد آن‌ها جدا از نگرانی‌های فنی از نظر امنی عمومی اهمیت دارند.
- برای ایجاد یک معیار برای انتخاب تجهیزات و یا مواد.
- برای ایجاد یک دستورالعمل برای کالیبراسیون تجهیزات.

International Standard Organization: سازمانی است که استانداردهای تعریف‌شده

با نام "ISO" است که شامل موارد زیر است:

① پذیرش آن بین تمامی اعضای آن ② بخش بزرگ و مهمی از صنایع را پوشش می‌دهد

(۳۰) دارای اعضای داوطلبانه

* استانداردها به صورت کلی داوطلبانه هستند (به صورت توصیه هستند نه الزامی و اجباری)

برخی از استانداردهای متداول:

برای قطعات الکتریکی: IEC: International Electrical Commission

ANSI: American National Standards Institute (استانداردی ملی است)

NEMA: National Electric Manufacturing Association: الکتریکی سیستم‌های

API: American Petroleam Institute: صنایع نفت و گاز

"ISO" شامل: (۱۳۰۰) کشور به عنوان عضو است که مرکز این استاندارد "ISO" در کانادا قرار دارد. "ISO" خط مشی و جهت و روی استانداردهای خود را از تکنولوژی و محاسبات دقیق مهندسی می‌گیرد.

هر عضو "ISO" شامل بخش‌بندی‌های مختلف تحت عنوان (Technical Committee) با نام "TC" است که "ISO TC 108" مرتبط با ارتعاشات مکانیکی و شوک

ISO TC 108: Mechanical Vibration and Shock: است

هر کمیته علاوه بر بخش‌های متعدد زیر مجموعه هم دارد که به آن‌ها (Sub_Committee) یا (SC) می‌گویند و بخش "SC_5" که پایش و عیب‌یابی است:

SC 5 = Condition Monitoring and Diagnostics of Machines

ISO TC 108: تقسیم‌بندی‌های داخلی:

SC1: Balancing

SC2: Measurement and Evaluation

SC3: Measuring Instruments

SC4: Human Exposure

مهر | ۱۸ | دوشنبه

10 Oct 2022
۱۳ ربیع الاول ۱۴۴۴

۱۴۰۱ → ۱۴۰۲

SC 5 : Condition Monitoring SC6: Vibration Generating systems

محدوده و زمینه مورد تقل (Iso TC 108): استاندارد سازی در حوزه های ارتعاشات مکانیکی و شوک ها و پایش و شناسایی و تشخیص عیب یابی است. وقتی ارتعاشات مکانیکی را می گوییم منظور تمام مباحث اندازه گیری ارتعاشات، طریقه نمایش و سنسورها و ... است.

ISO TC 108 :(Scope). به طور خیلی خلاصه و کمی دقیق تر:

- Terminology (واژه شناسی)
- Excitation (منابع تحریک و نیرو)
- Vibration Control
- human Exposure
- measurement and Calibration
- test methods
- Condition monitoring and diagnostics

ساختار کمیته Iso TC 108 SC 5 به صورت زیر است:

WG1 : Terminology

WG2: Data Interpretation and diagnostic Techniques

WG3: Performance Monitoring and Diagnostics

WG4: Tribology (تریبولوژی) (برای روغنکاری و ساییدگی)

WG5: Prognostics

مهر | ۱۹ | 11 Oct 2022
سه‌شنبه | ۱۴ ربیع الاول ۱۴۴۴

WG6: Formats and methods for Presenting Data

WG7: Training and certification

WG8: M and O machines

WG10: M and O of electrical equipment

WG11: Thermal Imaging

ISO 7919:
این استاندارد مناسب است برای ارتعاشات مکانی ماشین های غیر رفت برگشتی و اندازه گیری
است که محاسبات و ارزیابی معیارها بر اساس اندازه گیری ارتعاشات روی خود شفت دوار است
(اندروی "Casing") (بنابراین اگر روی "Casing" باشد نمی توان از این استاندارد استفاده کرد)
(یکی از های مختلف از صفحه ۱۴ در Week 5)

مهم ترین استاندارد برای کار ما: (Iso 10816) است که برای اندازه گیری ارتعاشات مکانی
مخصوص ارزیابی و محاسبه ارتعاشات برای اجزای غیر دوار و ثابت است (قطعه ای که دوران
دارد متناسب این استاندارد نیست بلکه باید ثابت باشد) (بخش های مختلف: صفحه ۱۵)

اولین قدم تعیین اهمیت نوع ماشین است تا بتوان براساس آن استاندارد را یافت:

① ماشین های رفت و برگشتی: اجزای گردنده دارند اما خروجی از آنها عمدتا رفت و برگشتی می آید.

② ماشین های دوار: دو نوع های مهم (بخش عمده برای ما):
هم حرکت و قطعات دوار دارند و هم رفت و برگشتی (مثل لنگ و پیستون) مثل موتورهای دیزل
مانند موتورهای الکتریکی، پمپ های تک طبقه ای، میکسر های سرعت پایین
مهم: از نام این جا به رتور صلب است هر چیزی که سفت تولید می شود خوب به یک نگاه متعادل می شود.

۱۴۰۱
بنابراین اندازه گیری ارتعاشات پایه و گسترده منعکس شده همان ارتعاشات سطح ساختمان
ماشین های Hanging دارای k ی نهایی است و اثری روی ارتعاشات سطح منتقل نمی کنند.

(۳) ماشین های دوار - روتور متعادل:

مانند توربین های بخار بزرگ، پمپ های چند طبقه و کمپرسورها

* در این موارد سرعت بحرانی مطرح می نشود. متناسب با دوری از سطح است که در
خرنگاس طبیعی حرکت می کند بین سرعت بحرانی اول، سرعت بحرانی دوم و ... متناسب با
خرنگاس طبیعی اول، خرنگاس طبیعی دوم و ... به ترتیب است.

* در روتورهای متعادل برخلاف روتورهای صلب عموما دور بحرانی اول را داریم.

* عموما به دور بحرانی دوم می رسیم مگر اینکه دور خیلی بالا و سخت سبک باشد. همچنین طول
سطح هم اهمیت دارد.

* به خاطر وجود سرعت های بحرانی متعادل در اثر خرنگاس طبیعی متعادل در روتورهای
متعادل، مشکل ارتعاشی متعادل هم داریم.

* در روتورهای متعادل می توان از ارتعاشات یاتاقان ها به ارتعاشات سطح رسید چون
خود آن روی ارتعاشات اثر می گذارد. بنابراین باید ارتعاشات سطح را مستقیما
از خود روتور پیدا کرد.

(۴) ماشین های دوار - روتورهای نیمه صلب (بین صلب و متعادل):

مثل توربین های بخار فشار پایین، کمپرسورهای جریان محوری و فن ها.

در این حالت در حدی از ارتعاشات وارد یاتاقان می شود.

روز بزرگداشت حافظ

Journal= یاتاقان لغزشی ، Pedestal= پایه

Broad band: در این حالت محدوده فرکانسی را تفکیک نمی‌کنیم

بلکه کل ارتعاشات ماشین را با هم بررسی می‌کنیم

مهر | ۲۱ | 13 Oct 2022 | ۱۶ ربیع الاول ۱۴۴۴ | پنجشنبه

* فلوچارت صفحه ۱۶ در Week 5 دروس

(42:10) در دقیقه: (بایس 19)

استاندارد بر اساس شدت ارتعاشات: (Vibration severity)

- محدوده فرکانسی ارتعاشات یعنی یکی از محورها حتما دور ارتعاش یا (s) یا های بر ثانیه است

- اندازه و نوع ماشین هم مهم است

- خدمات مورد انتظار از ماشین هم در آن لحاظ شده است

- نحوه نصب سیستم و یا ماشین هم در این استاندارد اهمیت دارد (چهار چوب k و m)

- برای تولید و صادرات این استاندارد اهمیت دارد

استاندارد بر مبنای شدت ارتعاشات کامل چه اجزائی است؟: Highest value of Broad band

در طیف Broad band (اندازه آن) و یا همچنین RMS را در طول زمان است و

چون معروف تری هم هست) سرعت (از سرعت RMS می‌گیریم همه‌ما در این روش

مهر | ۲۲ | جمعه | 14 Oct ■ ۱۷ ربیع الاول

بر اساس آن سنجش می‌کنیم. محدوده طیف فرکانسی ۱۰ الی

۱۰۰۰ هرتز (یا های ۶۰۰ الی ۶۰۰۰۰ RPM)

* برای ماشین های دورانی که سرعت دورانی آن ها بین ۶۰۰ الی ۱۲۰۰ RPM

است مقدار RMS سرعت این ماشین ها بیشتر به شدت ارتعاشات

را دارد. های بعدی آن است که مزیت سرعت A و B است و در آن هم فرکانس و هم دامنه

اثر مضربی یکسانی دارند)

* در کلاس بندی و طبقه بندی ماشین ها هر چه از class 1 به سمت class 4 می‌رویم

با زیاد شدن ماشین ها از نوع مورد بحث و البته ارتعاشات بیشتر در آن مجاز است در حالی که

ولادت پیامبر اکرم (ص) - ولادت امام جعفر صادق (ع) (۸۳ هـ ق) (تعطیل) - روز جهانی استاندارد

روش های کنترل ارتعاشات: ① Passive ② active ③ Semiactive

در کلاس های پایین تر دامنه آن مقدار ارتعاش مجاز نیست. مثلا کلاس یک متناسب با ماشین نو و جدید اما کلاس ۴ متناسب است با ماشین کارکرده و مستهلک و یا فونداسیون (۱) برای یک ماشین کوچک است که انتظار ارتعاش کم از آن را داریم اما یک ماشین سنگین و بزرگ انتظار می رود که در حالت سالم هم باز ارتعاش داشته باشد (کلاس ۴)

بنابراین یک سطح از ارتعاش می تواند در یک کلاس بندی مجاز باشد در حالی که در حالی دیگر مجاز باشد (بنابراین استاندارد توصیه ها باید واقع بینانه باشد)

کلاس یک: قطعات کلی، از دور شدن اجزای ماشین به هم و مثل فنر (موتورهای الکتریکی تا 15kw)

کلاس دو: ماشین های سبک یا متوسط (موتورهای الکتریکی تا 15kw 75)

کلاس سه: محرک های سنگین (مثل توربین های بزرگ) روی پایه صلب

کلاس چهار: محرک های سنگین روی پایه های نسبتا نرم و صلب

* ملاحظه می شود که با افزایش وزن و قدرت ماشین (kw) سطح ارتعاش هم بالا می رود.

در استاندارد "Iso 3945" درجه ای از Satisfactory می گذریم باید و اکسچنج بشان داد

نوع ماشین (CM) انجام داد و طبیعتا بنیان براین اساس که ماشین صلب است یا منعطف

منظور از ماشین های کوچک - متوسط) از لحاظ اندازه در استاندارد ها این موارد است:

- دور ماشین: 600 RPM الی 12000 (یا 10 الی 200 هرتز)

- روتورهای صلب (ارتعاشات روی یاتاقان ها معرف همان ارتعاشات اجزا است)

روز جهانی نابینایان

* آن بالانس در هوا در دور سنگفت رخ می دهد (1X)
* عدم انطباق در (1X الی 3X) دور سنگفت رخ می دهد.

مهر | ۲۴ | 16 Oct 2022 | یکشنبه
۱۹ ربیع الاول ۱۴۴۴

- تکنیک مورد اندازه گیری (سرعت)
- تکنیک مورد اندازه گیری سرعت است که نتیجه آن RMS در حداکثر مقدار Broad band است (در محدوده فرکانس ۱۰ الی ۱۰۰۰ هرتز) این تکنیک اغلب اوقات پیشگیری آنچه به دور سنگفت با طیف فرکانسی عیب یکی نیست مثلا زمانی رخ می دهد که دور سنگفت از ۱۰ الی ۲۰۰ هرتز باشد اما بر فرض در این سنگفت یک Misalignment رخ می دهد بنابراین این عدم انطباق در دوری حدود یک الی ۳ برابر دور خود سنگفت رخ می دهد بنابراین فرکانس این عدم انطباق از حداکثر فرکانس خود سنگفت هم بیشتر است. مثلا خرابی ملخ فن زدن (۵۰) برابر دور سنگفت هم وجود دارد بنابراین برای همین است که مقدار Broadband خرابی این امکان را دارد از (۱۰) الی (۱۰۰۰) هرتز باشد درحالی که خود سنگفت دوری در حدود ۱۰ الی ۲۰۰ هرتز دارد)

- اندازه گیری ارتعاشات یا شتاب در سه جهت (محوری - افقی - عمودی)

منظور از ماشین های بزرگ:

- دور سنگفت حدود ۶۰۰ الی ۱۲۰۰ RPM
- تکیه گاه های صلب: فرکانس پایه ای رزونانس ماشین بالاتر از فرکانس تحریک اصلی است.
- تکیه گاه های منعطف: فرکانس پایه ای رزونانس ماشین پایین تر از فرکانس تحریک اصلی است.

استاندارد ISO 2373 مربوط به موتورهای الکتریکی است:
این موتورهای الکتریکی طبقه بندی اندازه هستند. هر چقدر اندازه گیری ها پایه زمانی انجام بشود که نیرو یا load وارد نشود.
در این استاندارد معیار اندازه گیری ارتعاشات بر اساس مقدار RMS برای سرعت در بازه ی

روز ملی پارالمپیک

این نمودار نشان می دهد که ناحیه دامنه مجاز

در فرکانس های بالا کاهش می یابد زیرا (Aw^2) کل حاصل بسیار متاثر از فرکانس

بالاتر است بنابراین با می تغیر دامنه به همه مجاز می رسیم هر چه از فرکانس بالا به

فرکانس های پایین می آییم بازه مناسب برای دامنه (تغیرات دامنه) افزایش می یابد.

* ناحیه زیر این نمودار مقدار مجاز (خود خط مرز) سرعتی همیشه در و بالای آن غیر مجاز است.

* اگر (Gain) فرکانس های میانی ثابت باشد مقدار اندازه گیری سرعت بوده است

و اگر (Gain) در نواحی فرکانس بالا ثابت باشد بقیه مقدار اندازه گیری کاهش یافته.

استاندارد برای ماشین آلات دقت و پرکشی:

استاندارد بیشتر به نوع و اندازه دارد. همچنین نرم و نحوه اتصال اهمیت دارد. RPM حدود از یر

۳۰۰۰ و محدوده فرکانسی ۱۲ الی ۳۰۰ هرتز است.

انواع دیگر استانداردها:

- مجموعه ژنراتور و خودروها

- ماشین های توربو ماشین صنعتی (دور بالا)

- موتور گیربکس اتومبیل — چرخ دنده ها

نمودار صفحه ۳۶ مرجع سرعت است.

هرچه ست مرزها تر دیگری شویم وضعیت ارتعاشی و سطح ارتعاشی بیشتر می شود اما

وقتی پایین تر و دورتر از آن قرار داریم میزان ارتعاشات کم تر است.

** نکته: وقتی مرجع محاسبات سرعت است محدوده مجاز تغیرات دامنه در فرکانس های

کم هم مثل فرکانس های بالا کاهش می یابد و با می تغیرات تا حد مجاز ارتعاشی را

کاویتاسیون زا می توان توسط ارتعاشات متوجه شد.

۱۴۰۱ این ابزار کالا معرف استفاده در اینو
فرکانسی ۱۰ الی ۱۰۰۰ هرتز است. این ابزار کالا معرف استفاده در اینو
استاندارد ISO 2373 برای اندازه گیری ارتعاشات پایه مطابق استاندارد
ISO 2954 باشند.

نکته ها:

- باید در حالت عدم تشکیل Cavitation کار کند.
- جهت محکم کردن لوله ها باید به گونه ای تعبیه شده باشد که جریان مستقیم وارد شده
- لوله گیری باید به گونه ای متصل شده باشد که مانع از تغییر طول ناخواسته لوله در شکل شود.
- کوپلینگ شکست باید مطابق با توصیه های سازنده باشد.

نمودار صفحه ۳۴:

بسته به این که معیار اندازه گیری جابجایی، سرعت و یا شتاب باشد (Gain) هم متناسب با آن ثابت می شود و باقی قسمت های نمودار متناسب با آن (Gain) با همین متفاوت می گیرند. هنگامی که معیار اندازه گیری جابجایی است بنابراین (Gain) که در ناحیه فرکانس های پایین است ثابت است ($X(t) = A\sin(\omega t + \theta)$) یعنی خطی با (امند (A) ثابت (این خط همان Gain است) حال ($\dot{X}(t) = A\omega$) خطی متناسب با ($\omega = \frac{\dot{X}(t)}{A}$) البته با شیبی منفی (عدی منفی و ثابت) برای فرکانس های متوسط به وجود می آید و برای ($\ddot{X}(t) = -A\omega^2$) به ما خطی با ($\omega = \sqrt{\frac{\ddot{X}}{A}}$) خطی با شیب منفی تر به عنوان شتاب برای فرکانس های بالا می دهد.

ناحیه زیر این مجموعه خط ها منطقه قابل قبول (Acceptable) را می سازد.

ارتعاشی

دهم دی ۱۴۰۱ نمودارها کمک میکنند با مرجع قرار گرفتن هرکدام از ۲۰ پارامتر برای باقی پارامترها چه اتفاقی رخ می دهد)

absolute

نکته: بر اساس استاندارد (ISO 7919) محاسبات روی خود شفت صورت میگیرد اما در استاندارد (ISO 10816) محاسبات بر اساس "Casing" است.

* معمولا برای اندازه گیری سرعت (مرجع سرعت) محاسبات بر اساس RMS است و برای اندازه گیری جابجایی (مرجع جابجایی) چون حس فیزیکی درگیر محاسبات بر اساس Peak to Peak است.

نمودار صفحه ۳۹: استانداردها را مثل یک (Trending) تحلیل داده است. در زیر خط Warning هرایا مصاعد است ولی در بالای خط Warning تا Alarm باید یک عملی (action) انجام دهیم و خط Trip setting که ماشین باید خاموش شود یعنی سطح ارتعاشی بسیار بالا رفته)

* توسط فرآیندهای "CM" به هیچ عنوان نباید اجازه دهد که اصلا به خط "Alarm" برسیم
* از همان ابتدا که خط "Change in Vibration warning" را دیدیم باید عملیات عیب یابی (FD) را انجام دهیم تا بفهمیم چه عاملی موجب افزایش ارتعاشات شده است.

* البته قبل از خط "warning" هم باید "CM" انجام دادو لی با فواصل زمانی زیاد. هرچقدر تعداد نقاط اندازه گیری را افزایش دهیم

* هرچه کلاس ماشین بالاتر می رود ارتعاشات بیشتر و بزرگتری از آن انتظار داریم و

استانداردها Guideline هستند نه الزاماری ندارند

Standards are intended as an aid to judgement But don't replace it.

مهر | ۲۸ | 20 Oct 2022
پنجشنبه | ۲۳ ربیع الاول ۱۴۴۴

ناحیه مجاز ارتعاشی OT هم اخراً بیان می‌شود.

* حد "Alarm setting" و "TripSetting" در واقعیت خیلی به هم نزدیک هستند و باید

نواحی به طور کلی باید ماشین را خاموش کرد

* در یک نمودار از همان اول تا بالا (ارتعاشات بالا) باید "آلارم" انجام شود فقط در نواحی

پایین نمودار تعداد دفعات "آلارم" کم است (عوامل زمانی نوشته برداری و سپس بالاستا

و هرچه ارتعاشات بالاتر رود باید عوامل زمانی "آلارم" کم شود

Change in Vibration ۷ (FD) از خط warning عیب یابی شروع و استارت عملیات

است که در اثر افزایش سطح ارتعاشات از حد مجاز تعیین شده توسط استانداردها این هشدار

را دریافت می‌کنیم بنابراین باید عیب یابی کنیم

* نمودار Rathbone نشان گر میزان عدم بالانس است. (بعد از Slightly rough باید کاری کرد (FD))

اولین عیب در ماشین آلات دوار همان عدم بالانسی است. اولین چیزی که ظاهر می‌شود مربوط

به عدم بالانسی است حتی آن چیزی که هیچ باشد.

مهر | ۲۹ | جمعه

21 Oct | ۲۴ ربیع الاول

استاندارد (Iso_1483) بر اساس ارتعاشات نسبت بر اساس

سرعت سطح (Tribology) (مانیتورینگ سطح)

قضاوت سطح ارتعاشات کن:

• شناسایی تغییرات وضعیت ماشین و Trend بر اساس زمان

• پرهیز و استفاده از محدودیت های مجاز (خطی که مجاز و غیر مجاز را تعیین می‌کند

نیز کند در یک بازه باشد) صفر و یک نیست)

• مجارهای مجاز یا عدم مجاز بودن که ارتعاش باید به مقادیر واقعی نزدیک باشند تا در اثر تغییرات

روز صادرات

* معیارهای تقسیم‌بندی ماشین‌آلات براساس: ① نوع ماشین (Machinery type)
② نسبت ارتفاعات
↓ عام‌تر

تقسیم‌بندی ماشین‌آلات

مهر | ۳۰ | 22 Oct 2022
شنبه | ۲۵ ربیع الاول ۱۴۴۴

۱۴۰۱

پارامترها و واحدشان متوجه آن‌ها شویم

• بازه‌ی بین مجاز و غیرمجاز باید به گونه‌ای باشد که اگر یک پالس اشتباه هم وارد سیستم شد را به عنوان خطا برداشت نکند.

انواع این بازه مجاز برای تحمل یا رد ارتعاشات (همان Tereshold):

① مطلق (مفروض): در این حالت می‌توان از روی جدول مجاز حادثه‌ای ماشین‌آلات را پیدا کرد که معیاری که در این نوع ملاحظات ما را راهی می‌سازند: ملاحظات فیزیکی و حد مجاز حرکت و نوسان تحمل از بروز خطا باعث "Casing" است (مثلا برای یک پره توربین که بازه مجاز حرکت‌های آن به شدت محدود است)

② نسبی (محدوده‌ای که تغییرات در آن مجاز است):

در این حالت نیز از نسبت به حالت مجاز قابل قبول است باید حتما یک از تغییرات بیش از هشدار ارسال شود. انتخاب این بازه‌های مجاز می‌تواند براساس استانداردها و یا بر اساس تجربیات خودمان باشد. در مرحله مشخص کردن این بازه ارتعاشی مجاز حتما باید سطح کل ارتعاشی خود سیستم در حالت کار کرد نرمال را پیدا کنیم زیرا اگر بروز ارتعاشات عادی خود سیستم در حدهای بیش، طرتعاشات می بالاتر از آن را خرابی در نظر گیریم یک حد مجاز ارتعاشات برای هر سیستم باید به صورت مشخص خرد معلوم شود.

* شناسایی و خشیدن زود هنگام یک خرابی و شروع زوال یک سیستم فکته بکنی و یا اهمیت برای پیشگیری آن است. مثال خود این شناسایی زود هنگام به چه زمان مطلع می شود پارامتر می است.

آبان
یکشنبه

۱

23 Oct 2022
۲۶ ربیع الاول ۱۴۴۴

* نرخ تغیرات سطح ارتعاشات هم مربوط محدوده‌های مجاز ارتعاشی اهمیت دارد. (بعضی‌تنها هم)

* زمان باقی مانده برای رسیدن به حدنصاب ارتعاشات مجاز.

نکات حائز اهمیت درباره "Rate" نرخ تغیرات ارتعاشات:

- سطح ارتعاشات کلی بالا نیست و هم خطرناک از سطح ارتعاشی داشته ولی با تغیرات بسیار زیاد است.
- هیچ‌شیء در سطح یک مساوی تغیرات کم در ارتعاشات بالا خطرناک تر و با اهمیت تر از تغیرات بزرگ در ارتعاشات کم است.

به عنوان مثال: قسمت دوار یک یاتاقان: علائم و نشانه‌های خرابی مشخص و معلومی دارند همچنین نرخ افزایش سطح ارتعاشی هم دارند (آرام آرام ارتعاشات بالا می‌رود) بنابراین تا حدی جلو خرابی (Trend levels) را به توان انتظار می‌کنیم که حداکثر مقدار ممکن در عین حال بتوان از خرابی، از یاتاقان استفاده نمود. هرچند به طور کلی مثل ① از دست دادن روغن یا روغن کاری ② کثیف شدن روغن یاتاقان و ③ اعمال زیاد (Load) ناگهانی احتمال دوار و خرابی و افزایش سریع سطح ارتعاشات وجود دارد.

* تغیرات متناسب با Operating Condition (سرعت و Load Profile است) بنابراین تغیرات در Operating Condition مجاز نیست زیرا (Trend) را جمع می‌زند. (می‌کند)

* تغیرات سرعت زیاد باعث تغیر "Trend" می‌شود. (این مورد برای ملاحظات اضافی باید)

بنابراین تغیرات باید براساس "Load Profile" یا سرعت ماشین انجام شود.

محدودیت‌های آماری:

تا جایی که امکان دارد باید اطلاعات ارتعاشی جمع آوری کرد.

*Standards Based on Vibration severity are more accurate for trending and diagnostics.

آبان | ۲ | 24 Oct 2022
دوشنبه | ۲۷ ربیع الاول ۱۴۴۴

۱۴۰۱

* میانگین یا متوسط کل این اطلاعات را بدست آورید.
* خط هشدار را در ۲٫۵ برابر خط استاندارد یا خط میانگین قرار می دهیم.
* سطح هشدار خیلی بالا باشد به حدی که تغییرات کوچک را متوجه نشویم.
* از محاسبات اشتباه و مقادیر حاصل از محیط را در هشدار در نظر نگیریم.
* محاسبات باید بر اساس شرایط واقعی انجام بگیرند (بر اساس Load Profile واقعی)
* شرایط ولیوم ماشین آلات را حتما بگیرید (آیا سالم است یا نه - تعمیر شده یا نه)

Baseline ←
نکته: هر فرکانس حاصل یکی از عیوبی است که اتفاق می افتد (طبق فرکانسی که بدست آمده)
از "FFT" می توان برای "Trend" و هم برای "FD" استفاده کرد.
برای "Trend" بعد از عیب یابی و رفع عیب از آن "Timewave" farm می گیریم تا حتما کار
درست انجام شده است یا نه.
با کمک "FFT" می توان عیب یابی زودتر از موعد انجام داد
* "Trend" به ما می گوید که رفتار خراب می شود یا نه.
* "FFT" به ما می گوید که کدام مورد رفتار را خراب می کند.
* از "FFT" در آنالیزهای دامنه فرکانسی استفاده می شود (یکی از بخش های دامنه فرکانسی "FFT" است)

ماینتنس یا بررسی با استفاده
- طبق دیاگرام به قسمت های متفاوت تقسیم می شوند
- در هر قسمت حداکثر دامنه (ارتعاش) در Trending مورد بررسی قرار می گیرد (حداکثر از

ارسال نداره روی بحث "Trend Analysis" از داره "
برای ایجاد کردن این محدوده‌های متفاوت (Band limit) (تجربه استفاده می‌شود.
* در کل بهتر است تعداد بازه بندی هایمان (Band limit) حداکثر (۱۰) تا شوند.
* با این بازه بندی می‌توان تغیرات هر بخش را بصورت دیده (قابلیت آنالیز کردن پیدا می‌کند)

- عرض (پهنای) باندها و محدوده‌ها براساس ماشین و نوع و موضوعیت سنسور مشخص می‌شوند.

حالت‌های متفاوت برای ایجاد "Band limit" ها (تابعیت از فرکانس ماشین هستند)

① Narrow Band Monitoring: "Band limit" هستند با این تفاوت که کوچک‌تر و ریز هستند.

② Constant Band width (CBW):

فاقد از بازه و موضوعیت و وقار فرکانس هستند (تابعیت از فرکانس ندارند)

در فرکانس‌های بالا و پایین محدوده‌ها بازه مساوی دارند. مناسب برای ماشین‌های با دور ثابت.

شکل صفحه ۷۲ در Week 5 : بحث Trending در حوزه فرکانس است. یعنی علاوه بر (Trending) عیب‌یابی هم انجام می‌شود.

③ Constant Percentage Band width (CPB):

پهنای باند محدوده‌ها تابعی از موضوعیت مرکزی آن‌ها از لحاظ فرکانسی است. در یک پهنای باند هر قسمت درصدی ثابت از فرکانس مورد بررسی می‌شود (اما در هر ناحیه فرق می‌کند مثلاً در کل می‌گیریم ۵٪ فرکانس اما در فرکانس‌های بالا این ۵٪ یک عددی بزرگ‌تر و در فرکانس‌های پایین است)

((ادامه در جزوه‌ای دیگر))

چهارشنبه
۲۰
اردیبهشت
۱۹ شوال ۱۴۴۴

Wednesday
10
May
2023

۱۴۰۲/۰۲/۲۰ ((ادامه جلسه پیش))

در مورد ۱/۵ صحبت Constant Percentage Bandwidth یا

این نحوه قسمت بندی مربوط ماشین هایی با تغذیه سریع مناسب هستند.

در کل در صدبندی تک بازه ها ثابت است اما هرچه محدوده فرکانسی در فرکانس های بالا است پهنای باند محدوده ها بیشتر می شود.

* انتخاب اینکه بازه بندی ها چگونه باشد متاثر از ماشینی و اجزای آن است

پس اگر حسگر نویز زیادی دارد نباید فرکانس های موجود در بازه های بالا قرار

گیرند. اما مشکلات ها عدم یکنواختی و دقت فرکانس های متوسط و

همچنین تعداد فرکانس های پایین هستند (مثل ژنراتورها)

* مشکل اصلی ما فرکانس های بالا است که موجب می شود پهنای باند

مورد بررسی ما بزرگ تر باشد. همچنین باید زمانی که برای تربیتی

داشته باشیم تا "aliasing" رخ ندهد.

تولید استاندارد برای ماشین هایی که با هیچ یک از استانداردهای قبلی تطابق ندارند (روش های متفاوت)

۱ بهترین ماشین را بعنوان مرجع انتخاب کنیم و آن مناسب است برای همه ماشین ها

هم فرکانس. بهترین ماشین متناظر ماشینی است که نوسان کم است و فرکانس و تعداد

درستی هم دارد.

۲ هرچند ماشین بدهیم را از تمامی ستونی کنیم و فکر از نوع ماشین ها میانگین

ارتعاش های OA ها را مرجع قرار دهیم.

۳ ایجاد یک مرجع برای هرکدام از ماشین های که داریم (مناسب برای حالتی که

پنجشنبه
۲۱
اردیبهشت
۲۰ شوال ۱۴۴۴

Thursday
11
May
2023

۱۴۰۲/۰۲/۲۱

برایاس [redacted] صاحب آماری

تعداد ماشین از یک نوع مورد دسترس زیاد باشد بنابراین

برای هرکدام یک مرجع پیدا می‌کنیم. برای این حالت تمامی نمونه‌داری

ها باید در شرایط خوب ماشین به دست آمده باشند (عقب دریس - ماشین

سالم و ...) همچنین در شرایط کاری عادی و معمولی ماشین باید نمونه‌داری

انجام بشود (مثلا در حالت overload یا overspeed نباشیم)

حداقل مقدار مجاز برای بازه بندی در مودهای "Trend":

برایاس این Threshold ها شکل یافتن Trend و سطح

ارتعاشی هستیم. حد پایین این سطح ارتعاشی کمتر مجاز و عدم

مجاز ارتعاش را برای ما تعیین می‌کند و می‌تواند تغزلات زیادی

داشته باشد (هرچه نیست از زاویه حالت پیشه و حداقل رساندن

"Margin" هستیم) حداکثر بهره از ماشین و حداقل خطا. همچنین باید

ارتعاشات زاویه بازه مجاز را به طور کلی نادیده بگیریم که این مسئله و یافتن

این Threshold نیازمند [redacted] دانش کافی از ماشین و دانستن

نحوه عملکرد ماشین است.

فصل ۶:

هر چه سیگنال در (Time wave form) بازه زمانی کوچکتری

داشته باشد FFT آن سریع‌تر است زیرا ترکیبات زیادی باید رخ دهد تا آن

سیگنال مثلا ضربه یا پالس را برای ما تولید کند.

هر چه سیگنال در (Time wave form) تغییر کند باید در حوزه فرکانس

جمعه
۲۲
اردیبهشت
۲۱ شوال ۱۴۴۴

Friday
12
May
2023

۱۴۰۲/۰۲/۲۲

با ابزار FFT و تحلیل ارتعاش و تعداد فرکانس مشخص خواهد داشت.

فصل ۷: Machinery Vibration Testing and Trouble Shooting

هدف از CM همین "Trouble shooting" است بدون اینکه ماشین را متوقف و پیاده کنیم.

* مهم ترین شاخصه یک ماشین دوار رزونانس است.

تست ماشین ها علاوه بر مانیتورینگ دوره ای برای به دست آوردن اطلاعاتی از قبیل اطلاعات طراحی و وضعیت ماشین انجام می شوند.

عمل تست ماشین ها شامل:

① به دست آوردن معیار ، ② به دست آوردن خط مبنا برای بررسی دوره ای

③ وضعیت سنجی (ارتعاش و فرکانس طبیعی) ④ تحلیل یابی و ارزیابی شرایط

⑤ بالانسینگ (بیشترین عیب موجود در شفت ها)

موارد مورد تست:

① توضیحاتی درباره ماشین ② انواع تست ها

③ اطلاعات دریافتی ④ نیرو

⑤ سرعت ⑥ پیکربندی و چیدمان اجزاء ماشین

⑦ خروجی و شرایط دستگاه

* محرک شده (Driven) ، تولید کننده (Driver)

* در یک سیستم حداقل ۲ تا یاتاقان داریم.

Velocity —Vesta→ RMS

Displacement —Vesta→ Peak to Peak

۱۴۰۲/۰۲/۲۳

شنبه ۲۳ اردیبهشت ۲۲ شوال ۱۴۴۴

Saturday 13 May 2023

در نمودار طیف (FFT) در (week 7) :

"X" و "Y" و "Z" حرف جهت هایی هستند که باید اندازه گیری شده.

منظور از Purpose : حالت استفاده از آن سنسور است.

این نمودار به ما می گوید که هر سنسور با چه نوعی می خواهیم. همچنین

محل نصب سنسورها - جهت نصب سنسورها و اینکه هدف هر کدام چی

هست را انجام می دهد

* فردی که می خواهد "CM" انجام دهد این نمودار را تهیه و ایجاد

می کند. بر اساس این نمودار می توان آزمایش را انجام داده

* هدف او بررسی ها و اندازه گیری های انجام شده روی ماشین و نمودار هل

Orbit و نمودار Time wave Form، طیف ها و فازها

های هارمونیک (Synchronous time) و همچنین آنالیزهای

Cross channel است.

چگونگی هریک از نقاط مورد بررسی:

Trigger: برای آنالیزهای فازی و برای ماشین کاری و خیلی حرکت روی

توربین ها و شفت جنراتورها در یک برابر دور (1x) اندازه گیری می شوند.

No.1: برای اندازه گیری Governor های توربین ها و انتهای شفت ها

برای محاسبات افقی و عمودی و محوری کاربرد دارند.

No.2: برای آنالیز تیر بکس کاربرد دارند در یک برابر دور شفت (1x)

برای ایجاد سرعت و (Gear mesh)

یکشنبه
۲۴
اردیبهشت
۲۳ شوال ۱۴۴۴

Sunday
14
May
2023

۱۴۰۲/۰۲/۲۴

No.3:
به سنسور یاد بدای واولیه برای ترنزاکتورهای پرداز شده

No.4 and 5:
برای سنسور Orbit بروی توسینه ترنزاکتور و سکت گردنده ارتعاشات را اندازه گیری میکنند.

9:00
No.6:
برای سنسور کریستال ارتعاشات شفت و Casing را اندازه گیری میکنند.

10:00
No.7 and 8:
برای سنسور های دوکاناله و Cross sensitivity کاربرد دارند.

11:00
No.9:
اطلاعای مناسب سرعت کاری ماشین در ۳ ماشین را برای سنسور فازی

12:00
جمع آوری میکنند.

مطالعات در جمع آوری اطلاعات:

- استفاده از Tape recorder

14:00
- از Data collector ها استفاده میشود برای ارتعاشات حساس به سرعت و فازی.

15:00
- پارامترهای تنظیمات Data collector ها باید قبل از اطلاعات برداری تنظیم شوند.

- Data collector های دوکاناله مورد نیاز اندازی سنسورهای Orbit ،
Synchronous averaging ، cross_channel .

اهداف تست های متفاوت:

تست های عیب یابی با این هدف که آیا مورد مورد انتظار ما دنبال و اجرایی میشوند
صورت میگیرند.

لغو امتیاز تنباکو به فتوای آیت ا.. میرزا حسن شیرازی

۱۴۰۲/۰۲/۲۵

دوشنبه
۲۵
اردیبهشت
۲۴ شوال ۱۴۴۴

Monday
15
May
2023

تست های سرعت کاری برای سرعت خرابی ها و ارزیابی سرایط
انجام می شوند.

تست های ضربه (Impact) و Coast down/ Startup (تست های موجودیت)

برای یافتن فرکانس های طبیعی و سرعت های بحرانی انجام می شوند.

9:00

اهداف انواع تست ها:

تست هایی که با این عنوان انجام می شوند که آیا سیستم یا قطعه جدید یا تعمیر شده
مشخصه های مورد نظر را بدست آورده است یا نه.

11:00

تست های Baseline مربوط به داده های مرجع و Refrence های ارتعاشی
است که بعداً می خواهیم براساس آن ها مقایسه کنیم.

12:00

تست های کالیبراسیون با هدف بدست آوردن اطلاعات در باره بالانسینگ و حساسیت

13:00

وزن و همچنین Phase lag در سیستم ها و ماشینه ها انجام می شود.

14:00

* انتخاب تجهیزات بستگی دارد به اهداف و برنامه و همچنین در دسترس بودن
آن ها. مواردی از انتخاب تجهیزات: مدل های خاص منظوره مورد نیاز و نه اگر

15:00

فرکانس کم یا دمای بالا مورد نظر است. آنالیزورهای Tracking برای
تست های کشاب دار مورد نیازند

* Data collector ها حدود ۹۵٪ از کل کار و فرآیند ذخیره سازی
اطلاعات را در برمی گیرند.

فارق از نحوه و برنامه اطلاعات برداری بررسی محیط و ارزیابی آن ها هم است.
عوامل محیطی حائز اهمیت مانند: پیچ، فونداسیون، لوله کشی و سایقه های

و از دو تا نیس از عیوب ملاحظ است.

۱۴۰۲/۰۲/۲۶

حرارت و صدا نصب باشد.

تو سعار و بن Time-averging می توان در زمانی که ماشین خاموش است ارتعاشات محیط را بدست آورد و بعد در حین محاسبه از نتایج سیستم فعال از و محاسبات آن بعنوان مربوط به محیط استفاده کنیم.

Non operating vibrations → obtain from time averaging

تست های قبول (Acceptance tests) بر اساس مشخصه هایی که طراح و سازنده مشخص می کنند انجام می شوند یعنی دستورالعمل ها، محیط های اندازه گیری، شرایط اندازه گیری و اندازه گیری ها و نواحی مجاز ارتعاشی.

مشخصات طراح و سازنده باید دستورالعمل ست راهنما نند سطوح مجاز ارتعاشی بر اساس "ISO" داشته باشند.

* تست های "Baseline" باید انجام و معاینه شوند با استانداردهای کلی ارتعاشات و نقایص مشخصات طراح و سازنده. از منظور زمان هایی است استانداردهای موجود (مناسب سیستم هایی نیستند بنابراتا بر اساس میانگین "RMS" یا "Peak" ها استاندارد را بدست آوریم)

* "Baseline" ها ارتعاشات پایه و اصلی ماشین هستند (ارتعاشات طبیعی و مخصوص سیستم)

* در حالت "Periodic" یکی از روش های "CM" است حتما باید قبل از انجام آن "Baseline" را بدست آورده باشیم. (در Online CM نیازی نیست)

* هرگاه سطح ارتعاشات "Baseline" تغییر کرد می توان تعمیرات را انجام داد (شروع کرد) و همچنین شرایط ماشین را بدست آورد.

۱۴۰۲/۰۲/۲۷

چهارشنبه
۲۷
اردیبهشت
۲۶ شوال ۱۴۴۴

Wednesday
17
May
2023

توسط "Baseline" می توان مشکلات طراحی و نصب از قبیل رزونانس و سرعت بحرانی و عدم تطابق و یا نرم بودن کف پایه و اعوجاج را به دست آورد.

7:00

8:00

نست های رزونانس و سرعت بحرانی:

9:00

* این تست ها را انجام می دهیم تا اطلاعاتی درباره مشخصات دینامیکی اعضای ترکانس طبیعی و شکل مد) و همچنین معادله های ساده ای و لولد کسی را بیابیم

10:00

از را اتصالات و صلبیت آن ها روی شکل مدو ترکانس طبیعی اثر دارد)

11:00

* از اطلاعات به دست آمده در این تست ها می توان عیب یابی و نقص طراحی انجام داد تا مشکلات مزمن (توسط روش "Proactive") برطرف شود.

12:00

* و رزونانس زمانی رخ می دهد که فرکانس تحریک نزدیک فرکانس طبیعی باشد.

* توسط چکش های ویبراتورها "shaker" ها به صورت مصنوعی می توان فرکانس طبیعی را بدست آورد (Modal Test)

13:00

14:00

* رزونانس به صورت مصنوعی بدست می آید.

فرکانس طبیعی را طراحی و ماشین آلات که سیستم مشخص می کند.

15:00

نکته: در یک فرکانس های طبیعی معادل از یک دیگر نیستند ($\omega_n \neq \omega_{n+1}$)

زیرا رابطه بین آن ها خطی نیست.

* هر فرکانس یک شکل مد دارد.

هنگامی که سیستمی در فرکانس طبیعی اش ارتعاش می کند، چار تغییر شکل یا جابجایی "Deflection" می شود که این به شرایط شکل مد بستگی دارد.

بنابراین شکل مد وابسته به فرکانس طبیعی سیستم است.

پنجشنبه
۲۸
اردیبهشت
۲۷ شوال ۱۴۴۴

Thursday
18
May
2023

۱۴۰۲/۰۲/۲۸

absolute

شکل مد مرتبط است با یک نقطه ثابت مثل تکیه گاه.

در یک سیستم واقعی یا بی نهایت درجه آزادی و پیوسته ی شما با خرکانس طبیعی و ی نهایت شکل مد داریم

* منبع تحریک و حرکت می تواند از منابع متفاوت و متعددی باشد اما درجه آزادی و جهت حرکت محدود به تعداد سنسور و جهت در راستای سنسورهای ما هست.

* این منبع تحریک می تواند از یک ضربه یا هفتو با یک خرکانس مثل عدم تواخت وزن موتور یا چند خرکانس مثل موتور با گیربکس باشد.

* Interference diagram = نمودارهای آبشاری

از این نمودارها استفاده می شود تا موقعیت رزونانس و سرعت بحرانی با توجه به سرعت کاری ماشین بدست آید.

(Wn) ذات سیستم است اما (w) متغیر ورودی است. علیرغم از (Wn) ما هیچ تداخل اما کاربرد در نزدیکی این خطرناک است. اگر بر رزونانس هایی بالاتر از "Wn" وقتی که آن ها را در نظر گرفته ایم اساس کار Flexible rotor است)

* محل تقاطع یک یا چند نرمال با فرکانس ماشین همان سرعت بحرانی است.

* این نمودارهای آبشاری را می توان توسط محاسبات ریاضی (همان محاسبات ارتعاشات) و یا توسط آنالیز Modal توسط Shaker بدست آورد)

* نمودارهای آبشاری که از محاسبات ارتعاشی (همان کامپیوتر) بدست می آید باید حتما اعتبارسنجی (Validation) توسط تجربیات عملی چک شوند

روز بزرگداشت حکیم عمر خیام

۱۴۰۲/۰۲/۲۹

جمعه ۲۹ اردیبهشت ۲۸ شوال ۱۴۴۴

* در نمودارهای آبشاری ترتیب مشکلات ماشین‌آلات Operating Speed است که چک کنیم و ببینیم آیا با فرکانس طبیعی اول و دوم و ... یکی شده‌ایم یا نه. عموما به خاطر این‌که دستگاه‌ها و سختی‌های ما طلب هستند به فرکانس‌های بالاتر از فرکانس طبیعی اول و یا حداکثر دوم می‌رسیم ولی دانستن این‌که با (1X) یا (2X) یا فرضا (3X) تقاطع داریم از لحاظ عیب‌یابی اهمیت دارد.

* عیوب شفت در (1X) است.

* عیوب Coupling در (2X) و (3X) رخ می‌دهد.

* این کسپت‌ها تولیدی از Rotating speed هستند برای همین (1X) یا (2X) یا (3X) اهمیت دارد.

خود شفت می‌تواند اولین عیب را برای ما بسازد زیرا در (1X) رخ می‌دهد ولی کاهی مواقع رخ می‌دهد که فرکانس کاری ما به گونه‌ای است که هنوز به فرکانس طبیعی اول نرسیدیم یا به نحوی که (1X) فعال نشود اما به حدی هست که فرکانس طبیعی دوم و یا سوم را فعال کرده است بنابراین از این جهت حائز اهمیت است.

* در هر سیستم حداقل عیوب (1X) را داریم.

کسب زرونانس و سرعت بحرانی باید برای همه قطعات حتما انجام بشود (همان بحث Verification) و همچنین این آزمایشات توسط همان آزمایشگاه‌ها Experimental modal analysis بدست می‌آید.

شنبه
۳۰
اردیبهشت
۲۹ شوال ۱۴۴۴

Saturday
20
May
2023

۱۴۰۲/۰۲/۳۰

اهمیت سرعت بدین منظور است که مرتبط با شکست و دور شکست است وقتی داریم که شکست اصلی ترین جزء یک سیستم است زیرا که اجزا روی آن سوار شده.

Timber

انجام تست رزونانس: توسط یک چکش پلاستیکی یا چوبی EKE ساخت آمریکا با نیروی نرم در جهت مورد نظر ضربه می زنیم (استفاده از چکش های سنگین برای سازه های سنگین تر)

* علت این که در جهت مورد نظر چکش را می زنیم: در واقعیت سیستم های نمایانه در جهت آزادی اند. وقتی سیستم را به یک یا چند درجه آزادی محدود می کنیم در اصل مرحله کار را برای یافتن اطلاعات نکی انجام می دهیم. در شرایطی که دنبال سرعت برای کل هستیم باید شرایط اولیه های حالت را اعمال کنیم تا باقی سرعت های برای دره حالات ظاهر نشوند بلکه این است که باید در جهت مورد نظر چکش را بزنیم تا باقی حالات لحاظ نشوند وما بتوانیم آنالیز کنیم.

اگر سازه پیچیده باشد و جهت مورد نظر را ندانیم باید در جهات متعارف ضربه بزنیم تا اطلاعات مناسب را بدست آوریم (مثلا عمودی و افقی)

حال باید سطوح ارتعاشی را در نقاط خاصی در سازه ضبط و اندازه گیری کنیم.

(به صورت تجربی یا سنسور)

بعد از این مرحله پاسخ فرکانسی (FRF) و یا طیف را رسم می کنیم.

* پیک در این طیف سطوح ارتعاشی تمایل کر فرکانس طبیعی است

(شرط لازم است ولی کافی نیست) / شرط کافی: Phase shift باید رخ دهد

روز ملی جمعیت

یکشنبه
۳۱
اردیبهشت
ذی القعده ۱۴۴۴

Sunday
21
May
2023

۱۴۰۲/۰۲/۳۱

در نقاط کار (nodal) امکان این که تحریک سنسور به فرکانس طبیعی برسد
امکان نداره.
به صورت کل باید حاصله بینه فرکانس تحریک و فرکانس طبیعی حدود ۱۵٪
باشد. (برای طراحی است) تا دچار رزونانس نشویم.

صلاحظات در تست رزونانس:

سازه و لوله کشی ها و اجزای ماشین باید نزدیک به حالت کاری ایستاده آغاز
مورد بررسی شود. این بخاطر این است که معاسبه و آنالیزهامان با واقعیت
تفاوت نداشته باشد.

هیچ وقت یا هیچوی نمی توانه به صورت دلخواه جدا کنیم و جدا کنه
تست کنیم. درگیر هم بودن اجزا برای ما از تمامی مشکلات تولیدی کنه.
مثلا: فرکانس طبیعی یک چرخ دنده که روی شفت قرار نداره با چرخ دنده ای که
روی شفت قرار داره فرق می کنه.

مراحل عملی که باید برای انجام تست رزونانس انجام دهیم:

یک یا چند مدل مناسب از ارتعاشی که می خواهیم اندازه گیری کنیم انتخاب
میشود (از اساس شکل مدی که می خواهیم بررسی کنیم انتخاب می شود نه)

* اگر خود سازنده مدل Proximity Probe را قرار داده باشد می
پرتاب پیشنهاد های Accelerometer هم حساسیت دارند (چون سنگین
و بزرگ هستند و نصب مشکل دارند)

مدل های سرعت و یا شتاب باید نزدیک با تماس باشند زیرا در ماشین

دوشنبه
۱
خرداد
۲ ذی القعده ۱۴۴۴

Monday
22
May
2023

۱۴۰۲/۰۳/۰۱

پیشترین مقدار ارتعاشات از آن نقطه عبور می کند.

در حالت بعد مدل های ارتعاشی را وصل کرده و "Trigger" کنید با Data Collector یا Tape recorder، Tracking Analyser.

* هدف از تست های Run up و Coast down یافتن فرکانس طبیعی و دور بحرانی بوده برای پاشنه دور بحرانی توسط Coast down اگر ماشین را اندازه ۱۰٪ الی ۱۵٪ دچار Overspeed (بیشتر لحظاتی که خرابی (ایجاد شده) می کنیم و سپس آن را خاموش کرده و اجازه می دهیم به حالت پایین تنها برگردد.

سیگنال را در نمودارهای FFT و یا Bode یا نمودار قطبی یا لحاظ تابع تبدیل بررسی کرده تا دور بحرانی را بیابیم.

* فرکانس طبیعی حاصله از تکرارهای ماشین آزمایشی شبیه با فرکانس طبیعی بدست آمده از تست های Run up و یا Coast down زیرا در حالت تکرارهای بازه فرکانسی متفاوت و کوچک تر است اما در حالت Run up و یا Coast down محدوده فرکانسی مورد تست بیشتر است. و آن مواردی که با دورهای تقابلی دارند اهمیت بیشتری دارند)

مثال: صفحه ۴۰ در week 7: فرکانس طبیعی برای زاویه متناسب با (۹۰-) کیلوگرم (۱۰۰-) است که جابجایی آن در دوری حدود ۱۰^۳ × ۳/۱۷ RPM رخ می دهد.

و هم پیک و هم تغییر فاز هر دو باهم باید مورد دقت

اگر از FFT Analyzer/data collector استفاده کنیم خود سیگنال قابلیت دارند که

۱۴۰۲/۰۳/۰۲

می توان با یک دکمه برای مقدار Peak را به راحی نمایش داد. برخلاف نمودار Bode. (Peakhold) البته تمامی این پیک ها نرم ما فرکانس طبیعی نیستند باید مشخصا با تخمگارهم باشند.

— استفاده از نمودار قطبی (نایکوئیست):

هر نقطه در نمودار قطبی معرف یک فرکانس است. نمودار قطبی نمایان گر دامنه و فاز ارتعاش در سرعت های متفاوت است. زاویه با محور x و طول آن اندازه بیشتر است.

Tracking Analysis ها جهت تحقیق و موضوعی دامنه در سرعت های متفاوت رسم می کنند.

* در نمودارهای قطبی حلقه [redacted] نوعی نمایان گر [redacted] سرعت بحرانی اول است (مثلا در ژنراتور حدود ۱۲۰۰ RPM است) (حلقه های بزرگتر هم داریم)

حداکثر نقطه ای که اندازه گیری می کنیم همان آخرین دور اندازه گیری است که مثلا برای ژنراتور حدود [redacted] ۲۱۰۰ RPM است.

در نمودار صفحه ۴۳: حداکثر دامنه با دور معادل ۲۱۰۰ RPM مماس است. دیده می شود که حلقه نمودار نایکوئیست فرکانس طبیعی را در همه مشخص است.

۱۲۰۰ RPM (برای ژنراتور)

۲۱۰۰ RPM ✓ دور حداکثر است ولی دور بحرانی (مشخصا فرکانس طبیعی نیست) (شرط لازم ولی کافی نیست)

چهارشنبه
۳
خرداد
۴ ذی القعده ۱۴۴۴

Wednesday
24
May
2023

۱۴۰۲/۰۳/۰۳

بهترین انتخاب برای تست‌های Runup و تست‌های Coast down است.

با توجه به محدوده‌ای که می‌خواهیم بررسی کنیم ارتعاشات دورانی تعیین شده می‌شود.

* برای استفاده از حسگرهای که نیاز به یک مرجع هم داریم باید از مرجع تولیدی توسط Optical bush یا Proximity Probe و یا حسب بازتابنده توسط Notch روی Pickup استفاده کنیم.

شرط لازم ⇐ شرط کافی

* حداکثر اینکه ارتعاشات دورانی قابل اندازه‌گیری هستند.

* از حسگرهای Collector های توان هم در تست‌های (Modal) و ضربه‌های Impact test و هم در تست‌های حوزه فرکانسی (FFT) استفاده کرد.

* Triggering می‌تواند از لحظات ابتدای ضربه زدن توسط چکش انجام شود و یا اجازه دهیم ارتعاش کاملا پخش شود و بعد "Trigger" کنیم.

(با کمک از آخر صفحه ۵) مهم نیست. صفحات (۶ تا ۵۸) خوانده شد

صفحه ۵۹:

قبل از اینکه اطلاعات برداری را روی ماشین انجام دهیم باید برنامه تست را بریزیم

(ماشین شود یا کشنده یک سری ارتعاشاتی به صورت پایه به عنوان سیگنال اولیه دارد)

ماشین‌های تست قبولی یا رد کردن تست‌های پایه (Base line) را دارند.

خرابی و عیب‌های ارزیابی وضعیت و عیوب و مشکلات ماشین‌ها و یا لاتنسی.

برنامه تست باید تکمیل توضیحی از ماشین باشد چیستی سنگی که روی آن انجام می‌شود و اطلاعات جمع‌آوری شده، نرم‌ها و سرعت و دیگر بندی ماشین

۱۴۰۲/۰۳/۰۴

پنجشنبه
۴
خرداد
۵ ذی القعده ۱۴۴۴

Thursday
25
May
2023

و مشخصه خروجی آنها (ورودی ها و خروجی ها)

برنامه جمع آوری اطلاعات باید جزئیات درباره موفقیت یا شکست و پارامترهای مورد نظر برای اندازه گیری و نحوه کار با شکست و دیگر داده ها را کاملا بگوید.

اگر می خواهیم اطلاعات را در حین عمل ماشین در کارخانه تحلیل و آنالیز کنیم تجهیزات آن را باید فراهم کنیم شامل بازه فرکانسی، تعداد خطوط برای رزولوشن، محدوده (محور عمودی) و برنامه های آنالیز و فواصل زمانی.

کارهای لازم است که اطلاعات برداری را چندین مرتبه انجام دهیم تا دانش و کیفیت مدنظر را بدست آوریم.

* استفاده از تولیدی از محیط مرکزی ماشین و همچنین ارتعاشات حاصله از اتصالات ماشین هم اثر و اثر گذاره.

* برای یک ماشین جدید و تازه تست های بازه های قبولی وجود دارد است که توسط خود سازنده به صورت کامل تحویل داده میشود

موارد که باید در Acceptance test بیاید: دستورالعمل ها، موقعیت های اندازه گیری و فرکانس و شدت، اندازه گیری ها و نحوه تحلیل آنها و سطوح ارتعاشی مجاز.

از تست های پایه ای (Base line) استفاده می شود تا سطوح ارتعاشی در حالت عادی معلوم شود تا ماشین در کار عادی و خوب عمل کرده

ملاحظاتی که تست مورد استفاده قرار می گیرند تا مطمئن شویم که

روز تجلیل از امام زادگان و بقاع متبرکه - روز دزفول - روز مقاومت و پایداری

جمعه
۵
خرد
۶ ذی القعده ۱۴۴۴
Friday
26
May
2023

۱۴۰۲/۰۳/۰۵

دستگاه باکس مطابق روی کاغذ و ملاحظات ها تکمیل دارد یا نه.

7:00

* موقعیت دوربرهای بحرانی و سطوح مجاز ارتعاشی صحیح نیست یکه یازده بیشتر است بنابراین باید واقعیت را لحاظ کرد.

8:00

* محاسبات و نحوه اتصال مناسب و دستورالعمل ها تضمین نمی‌کند درست و صحیح تجهیز است.

9:00

* اگر اطلاعاتی که بعدا می‌خواهیم بدانیم نگیریم دانسته با نمی‌توان تحلیل آسانتر نکته را انجام داد.

10:00

صفحه ۶ تا ۱۱۸ در (7) week حذف است.

11:00

Week 8a: Fault Diagnostics Based on Forcing Functions

12:00

13:00

عیوبی که معمولا وجود دارند (عیوب مکانیکی):

- Unbalance
- Misalignment (ناهم‌محوری)
- Mechanical Looseness
- Soft Foot
- Rubs (سایش)
- Resonances
- Oil whirl (چرخش روغن)
- Oil whip (شلاق روغن)
- Structural Vibration
- Foundation Problems
- Hydraulic Forces
- Aerodynamic Forces

* جدول صفحه ۴ که باید حفظ شود (مهم است)

۱۴۰۲/۰۳/۰۶

شنبه ۶ خرداد ۷ ذی القعده ۱۴۴۴

Saturday 27 May 2023

عیوب‌یابی در (IR) هستند. برای تمایز آن‌ها باید از طیف‌سنج استفاده کرد. Out of Phase : ۱۸۰ با هم اختلاف فاز ۱۸۰ می‌کنند (در جابه‌جایی در یک راستا مقارن است)

Unbalance:

چون خیلی رایج است به وجودی آمده

در تمامی تجهیزات دوار وجود دارد (عدم توزیع یکنواخت جرم حول محور دوران) ← بیان کلی

تعریف دقیق: هرگاه محور هندسی بر محور دینامیکی منطبق نباشد،

* در این حالت هنگام نیروی گریز از مرکز یا نیروی گریز از مرکز اعمال می‌شود.

* میزان عدم بالانسی بر اساس (mr) بیان می‌شود. واحد:

مثال: جرم * فاصله

مشکل عدم بالانسی

① به خاطر این‌که ($F = mr\omega^2$) و نیرو با (ω^2) متناسب است بنابراین حتی کم عدم بالانسی در سرعت بالا هم خطرناک است

② عدم بالانسی به هندسه سیستم بستگی ندارد (به ذات و درون قطعه هم ربط دارد) بنابراین به راحتی پیدا می‌شود.

* عدم بالانسی می‌تواند به صورت تک یا چندتایی باشد که برای هر کدام می‌توان ($F = mr\omega^2$) نوشت.

صفحه ۱۰: منشأ عدم بالانسی ← خطوط

* عدم بالانسی یک عیب خطی است

* Periodic time signal: سیگنالی است که در هر بازه

Fundamental Frequency = 1X
Rotational speed

۱۴۰۲/۰۳/۰۷

یکشنبه
۷
خرداد
۸ ذی القعده ۱۴۴۴

Sunday
28
May
2023

اغلب وعمدتی و شعاعی نیروی عدم بالانسی را تولید می کند

* معمولا ۳۶۰ به وجود می آید چون با (س) می خرخد.

* خصیصه ای برای عیب یابی که می خواهیم: ارتعاشی شدید در راستای شعاعی در دور (1X) یا های سرعت دورانی یاطان غرکانس اساسی

* اگر معرف کننده خارج یا تاقان حاضر کاردارد بنابراین به خاطر وجود خز شفت یک مولفه محوری هم تولید می شود بنابراین هم شعاعی و هم محوری نیرو وارد می شود در حالت overhung):

معرف کننده

overhung :

نیرو برابر است با $F=mr\omega^2$ بنابراین اگر نیرو ادامه پیدا کند با سرعت دورانی نسبت مستقیم توان دو دارد.

اثرات عدم بالانسی:

* ساییش بیشتر از حد چیزی دنده ها یا تاقان ها، Bushings و...

* خستگی در تکیه گاه ها

* تنش کفش تولید

* تنش توان

* باعث تولید ارتعاشات شعاعی بدوری یاطی دستگاه ها هم اثر می گذارد

دلایل عدم بالانسی:

* در یک سمت وزن و یا جرم بیشتر است

* نیروی گریز از مرکز به علتی که نیرو بیشتر است وجود دارد.

۱۴۰۲/۰۳/۰۸

دوشنبه
۸
خرداد
۹ ذی القعده ۱۴۴۴

Monday
29
May
2023

* مشکلات در ساخت (ریخته گری - ماشین کاری - سوراخ کردن)
(امکان دارد تک تک اجزا قسمهای بالانس باشند اما جمع همیشه بالانس نباشد) (بالانسینگ تک تک آن ها = شرط لازم و بالانسینگ کل اجزاء تکاریم شرط کافی)

* تغیرات درون مواد (هندسه سالم است ولی مشکل مواد دارد) نبش حفره - تفاغل - تاخالصی - حبابهای متفاوت و سطح ... تریبولوژی

* عدم تقارن از لحاظ هندسی و تقارن مشکل سیم پیچی و مشکل اجزاء موقعیت.

عدم تقارن هندسی ← عدم بالانسی
تقارن هندسی ← می توان انتظار داشت که بالانس است یا نه

علاوه بر ساخت و نصب و ... این ها ریشه های عدم بالانسی هستند موارد دیگری هم وجود دارند:

- عدم تقارن در استفاده مثل Distortion (تابیدگی) یا تغیرات اندازه به خاطر ... دمای بالا یا جابجایی اعضا به خاطر نیرو (Shifting Part) یا به خاطر لقی، نیروهای سیکلی نامتقارن و یا تغیرات دمایی.
- یکی از منابع اصلی عدم بالانسی در فرآیند ساخت است.
- بالانسینگ صفر بسیار سخت است و هیچ وقت به آن نمیرسیم چیست بنابراین می توان گفت عدم بالانسی صفر غیر ممکن است همواره از یک بازه مجاز استفاده می کنیم. هرچه (ω) بزرگتر محدوده

سه شنبه
۹
خرداد
۱۰ ذی القعده ۱۴۴۴
Tuesday
30
May
2023

۱۴۰۲/۰۳/۰۹

* برای یافتن اتصالات سیم کشی دستگاه از روی گذاشتن دست (Non oprating) از روش Time-averaging استفاده می‌کنیم.
* اگر چیزی خشمت دارم و فقط عیب شفت متصل دار را می‌خواهم ببینم از روش Synchronus averaging استفاده می‌کنیم.

بازه مجاز کم می‌شود

- با بالانس نکردن می‌توان چه چیزی تحمل (mrw) سخت‌تر می‌شود.

* هرچه بازه بالانس کوچک‌تر باشد یعنی کار سختی برای بالانس کردن داریم و آن قطعه حساس و دور بالایی دارد.

- دو روش برای مرحله عدم بالانس داریم. ① اضافه کردن وزن ② کاهش وزن. اضافه کردن وزن برای موقعی است که یک سمت وزن اضافه است همان روی آن وزن اضافه می‌کنیم. روش کاهش وزن هم برای مکانی است که وزن اضافی را باید برداریم. (هرکدام از این دو روش معایبی دارند)
- هر دو روش مزایا و معایبی دارند
- در آخر این مرحله باید دوباره ملاحظات بالانسینگ چک شود

* عدم بالانسینگ و نبالانسی موجب حادثه‌ای فاجعه‌بار می‌شود که برخی از نمونه‌ها را خودمان عدم بالانس داریم می‌کنیم مثل Shaker و Material sieves (حالت قیچی پاره‌ها) و خیلی از تجهیزات (transport) و همه مثل کنک (البته مثل کنک را در اتمام کار باید بالانس کرد)

* نمودار FFT فقط ۱۷ در واقعیت وجود ندارد اما هرگاه در نمودار FFT در (1X) یک سیگنال بزرگ دیدیم یعنی عمیق بالانسی وجود دارد. (بقیه سیگنال‌های 2X و 3X و ... کوچک‌تر باشند)

* اگر چیزی سخت داریم و می‌خواهیم متوجه بشویم که کار عدم بالانسینگ است یا نه می‌توانیم از Synchronus averaging استفاده کنیم و فقط آن سیگنال‌های سالم را جدا کرده و فقط آن سیگنال مشکل دار را نگاه داریم.

۱۴۰۲/۰۳/۱۰

چهارشنبه
۱۰
خرداد
۱۱ ذی القعده ۱۴۴۴
Wednesday
31
May
2023

روش های اضافه کردن وزنه برای رفع نابالانسی:

در تلاش اولیه (اگر به خوبی انجام شود) می توان دامنه ارتعاشی را حدود $\frac{1}{20}$ کرد (کم کرد)

* اگر محدودیت فضا داریم بنحوی که نمی توان همه ی وزنه ها را در یک جا اضافه کرد آن ها را به چند قسمت تقسیم می کنیم و به نحوی وصل می کنیم که برآیند حاصل آن ها با حالتی که یک وزنه اضافه شود یکی در آید.

* محل وزن اضافه کردن: امکان گذاشتن وزنه ها وجود دارد

اضافه کردن وزنه توسط ابزارها و یا (Kit) های خاصی انجام می شود:

A- استفاده از Solder (سرب یا لحیم) (خطای زیادی دارد و یا می توان آن کار را انجام می شود) و یا Epoxy (چسب های مخصوص) در این روش متعادل کننده فعال دستگاه است و همین فرآیند زمان بر است. و ... و ...

B- اضافه کردن پیچ و مهره و یا (Kit) های خاص و استانداردی که خود سازنده در اختیارها می گذارد و این قطعات اندازه، وزن و ابعاد خاصی دارند که این فرآیند زمان بر نیست. (بایستی وظیفه اندازه گیری را تعیین می کند)

* برای این روش طراح باید جای نصب را تعیین کرده باشد.

C- وزنه های مشخص با وزن مشخص و افزایشی (Incremental) که روی واشر اضافه می شود (روشی سریع)

وزنه های با وزن افزایشی و متعادل کننده Incremental size =

که شرح یک سری افزایش می یابد

ولادت حضرت امام رضا (ع)

پنجشنبه
11
خرداد
۱۲ ذی القعده ۱۴۴۴

Thursday
1
June
2023

۱۴۰۲/۰۳/۱۱

۷:00 به صورت سعی و خطا تیغه‌های از سیم و یا آهن را وزن کنیم و خودمان جوشکاری کنیم (روشی مخرب است و برای شرایطی مناسب است که هیچ یک از حالت‌های قبلی قابل استفاده نیستند)

۸:00 روش‌های کاهش وزن:

۹:00 در این روش سعی شده ارتعاشات پس از حذف وزن ($\frac{1}{10}$) می‌شود (تضعیف روشی قبلی)

a) Drilling:

۱۰:00 سوراخ کاری - دقیق و سریع چون با دریل کردن حجم و جنسش مادر معلوم است

بنابراین وزن حذف شده دقیق معلوم می‌شود. (بسیار دقیق)

۱۱:00 b) milling: (حالت قوز)

۱۲:00 برداده برداری. چون برداده برداری رفته انجام می‌شود باید متد اولاکیشن کرد برای همین

۱۳:00 دقت کمتری نسبت به Drilling دارد. برای اصلاحات بزرگ خوب است.

c) Grinding:

۱۴:00 برداده برداری ریزتر - سعی و خطای بیشتری دارد اما راحت‌تر از قبلی‌ها است.

توسط شخص دستی وزن برداشته می‌شود ولی خودکم یعنی دارد Over reduce

۱۵:00 می‌شود. (دقت خوبی در حذف وزن احساس پیچیده دارد) (نیاز به تجربه هم دارد)

* خود طراح باید معلوم کند می‌توان از این وزن کم کرد معلوم کرده یا خیر. (همچنین باید نواحی کم تنش یا شود تا دچار تمرکز تنش نشود)

Mass centering:

Casing این روش برای مسائل نامتناسب است. واقعی نمی‌شود

یا صفر یا تا حالا هم مشکل دارد (هرکدام با شرکت خودش مشکل دارد)

۱۴۰۲/۰۳/۱۲

جمعه
۱۲
خرداد
۱۳ ذی القعده ۱۴۴۴

Friday
2
June
2023

باید مرکز دوران واقعی را ایجاد کرد و شفت و Casing را به نحوی
با شیء کاری کنیم که حتی باهم منطبق شوند برای همین این روش
گران است. مناسب برای جایی که جایی یا تاقان خراب شده باشد

* به صورت تئوری می توان یک شفت را در هر سرعتی بالانس کرد.

از نظر سنتی ما ۴ نوع عدم بالانسی داریم:

① Static Unbalance ② Couple Unbalance

③ Quasi-Static Unbalance ④ Dynamic Unbalance

در مسائل عملی مورد Dynamic Unbalance بیشتر روی میدهد:

Force Unbalance / Static Unbalance:

ساده ترین نوع عدم بالانسی، معمولا هنگامی معادل محور دوران است که
شفت رخ داده است) در قطعاتی مثل Flywheel یا Turbine rotor
(یک طبقه که تمایل به حرکت موازی خود دارد)

روش تصحیح این حالت: یک نقطه را به تصحیح کنیم یا می توان با وزن
اندازه ای که می شود شفت می کند روی محور هندسی (حرکت در یک صفحه است)
(با یک اندام مشکل رفع می شود). با یک پیچ جایی مشکل حل می شود.

Center of gravity axis = محور واقعی دوران شفت = Principal Inertia Axis

* یک تعریف یک نواخت دور آن حرکتی که سنگین تر است به هیچ جای یا تاقان
وارد می شود.

Shaft axis = مرکز هندسی شفت

در شکل صفحه ۲۸ کاری است به اضافه جمان جرم مشخص شده مشکی رنگ
در مارک مقابل آن دهمان تشعاع جرم اضافه تیم و پالانس میشود.
شکل صفحه ۲۸ : دیسک و شفت بالانس هستند اما ترکیب آن ها بالانس
نیست. شکل صفحه ۲۹ : دیسک بالانس نیست اما مجموعه بالانس
است بنابراین ترکیب آن ها بالانس نیست (می توان جاهای جرم ها عوض کرد
بالانس شود) eccentric = خارج از مرکزی
شکل صفحه ۳۰ : حالت خاص است :
اگر دو صفحه را بسته باشیم و انگاه عدم بالانسی هم خاز باشد (هر دو جرم های
اضافی (سیاه رنگ) با هم بالا یا با هم پایین یا با هم جلو یا ... باشند) این
حالت (است/ two plane خریت کنند) علارغم این که in Phase
باز عدم بالانسی استاتیکی است. اگر two Phase نباشد بلکه
out of Phase باشد عدم بالانسی از نوع couple می شود
در این حالت زوجی برآیند اگر هر دو دیسک به یک اندازه عدم بالانسی داشته باشند
برابر ۲ برابر یکی از آن ها است.
عیب یابی و تحلیل ارتعاشاتی استاتیک آن بالانس:
نوع عدم بالانسی هر دو یا تا خاز هم خاز است (شکل صفحه ۳۱) در اول صفحه
این که کدام یک = بزرگتر است. Dominant
در عدم بالانسی استاتیک اول همان ارتعاشات در (1X) بزرگ است و
همچنین مقدار عدم بالانسی خیلی زیاد می شود (ثابت) و همینطور هم فاز است

۱۴۰۲/۰۳/۱۴

در این نوع افزایش دامنه به اندازه مربع سرعت دورانی است:

Amplitude will increase as the square of the speed of rotation.

شکل صفحه ۳۲: زمانی که یاتاقان ها (Soft) هستند اجازه Deflection به شفت می دهد بنابراین شفت خارج از مرکز تشکیل می شود. دو تا جرم متعادل کننده (m و m) تشکیل می شود.

شکل صفحه ۳۳: یاتاقان ها صلب یا سخت هستند در یاتاقان اجازه Deflection نمی دهد در این حالت شفت دور خط مرکز خطا حول (داخل) پدیدار می شود

سختی یاتاقان ها باید فرکانس طبیعی هم بالا برود

شکل صفحه ۳۴: در این مدل صرف کننده خارج از دو یاتاقان است. بنابراین در سمت یک صرف کننده داریم نوسانات و Deflection زیاد است. در این شکل چون یاتاقان ها سفت هستند در آن نقاط Deflection نداریم.

Moment Unbalanced Couple Unbalance):

در این حالت مرکز دوران (محور دوران) محور هندسی را در مرکز ثقل قطع می کند (تقارن داریم). زاویه ها تغییر کرده است بنابراین باید در این حالت یک وزن در یک سمت و یک وزن دیگر در صفحه دیگر تا خنثی شود در این حالت ۱۸۰ اختلاف فاز داریم) در این دو مکس تاثیر به ۱۸۰ فاز دینامیکی داریم.

یکشنبه
۱۴
خرداد
۱۵ ذی القعده ۱۴۴۴
Sunday
4
June
2023

منظور خطوط مرکز هاست

حالت خاص است

* ۳ تا از ارتعاشی هم نوع عیب دوم جزئیات تر را مشخص می کند.

۱۴۰۲/۰۳/۱۵

دوشنبه
۱۵
خرداد
۱۶ ذی القعده ۱۴۴۴

در این روش تیکز به خنثی کردن دو صفحه (Two Plane) داریم
برای همین بالانس دینامیکی می شوند. (حتی با این که نیروها برابر اند اما
باز دو تا صفحه باید خنثی کرد)
باید برای بالانس کردن در شکل صفحه ۳۶۰: به اندازه ی ۲۵۰ در بالای خط
سمت راست گذاشتیم و به اندازه ی ۲۵۰ در پایین خط سمت چپ گذاشتیم.
اگر به اندازه ۲۵۰ و یا ۲۵۰ در پایین سمت چپ یا بالا سمت راست
گذاشتیم و دیگری را خنثی کنیم روتور Dynamic Unbalance می شود.
و حالت Couple Unbalance عدم بالانسی متقارن و Out of Phase
به اندازه ۱۸۰ ← یعنی (مثلا دیگری (-۱۰) است)
عیب یابی و ستاپ ارتعاشی Couple Unbalance:
تیک در (1X) است در ارتعاشات سمت راستی نمودار
سمت شیم می دهد قطعا نیروهای معوس هم وجود دارند (High axial)
* شکل صفحه ۴۱: در این شکل می بینیم که الزامی ندارد ارتعاشات در
two plane یا شیم هر دو ارتعاش هر کدام سمت و در یک صفحه باشد.
* برای تشخیص و شناسایی نوع ارتعاشات و عدم بالانسی Overhung
باید به این نکته دقت کرد که هم در راستای شعاعی و هم در راستای محوری ارتعاش و
نیرو داریم. (1X) غالب است. برای شناسایی باید دقت کرد که
اگر در ارتعاشات محوری اختلاف فاز نداشتند باشیم (In Phase یا نزدیک)
اما ارتعاشات شعاعی ناپایدار و عدم هم فاز (Out of Phase) یا نزدیک

Unsteady

۱۴۰۲/۰۳/۱۶

از نوع (Cuple unbalance)

یعنی دیسک یا عضو دیگر سیستم overhung است.

بنابراین عدم تقارن دارد یا کتله باشیم یعنی نامتعادلی از هیچ نوع (Cuple) است و جدایی overhung است.

Quasi-static Unbalance: (یک نوع / ستاتیک)

محور دوران با محور هندسی در نقطه‌ای غیر از مرکز ثقل تقاطع دارند. ترکیبی از عدم بالانسی Cuple و static است. یا زیک حرکت (shift) و یک دوران برای تصحیح زاویه دارد.

General

(Plane motion

شکل صفحه ۴۵: حالت تک وزنه یا اساساً چند وزنه با الو یا بین و اساساً چپلم است (البته تشکیل دقت میکرد که وزنه وسطی یا الو از وزنه وسطی بزرگتر است بنابراین همان Shift و دوران روی سازه هم دارد از این شکل این است که می‌توان گفت Quasi-static را به یک عدم بالانسی (static) تبدیل کرد البته یا دو وزنه تا پذیر.

شکل صفحه ۴۶: در اغلب یاتاقان‌ها صورت اصلی با الانس هستند اما overhung تا کالانس است بنابراین هم با هر یک shift کاری می‌شود و همین چون خارج از یاتاقان‌ها است یک گشتاور (تغییر زاویه) ایجاد می‌کند بنابراین Quasi-static می‌شود. مرکز ثقل را از موقعیت اصلی منحرف کرده و تغییر مکان داده است.

سه شنبه
۱۶
خرداد
۱۷ ذی القعده ۱۴۴۴

Tuesday
6
June
2023

۱۴۰۲/۰۳/۱۷

هر کامل نصب و ساخت می تواند عدم بالانسی تولید کند.

Dynamic Unbalance:

حکامل ترین و تکمیل ترین عدم بالانسی (حالت هایی قبل حالت های خاص بودند) در این حالت محور تقارن هندسی و محور دوران متفاوت هستند. (تقاطع ندارند - موازی هم نیستند)

برای رفع آن نیاز به سه Shift داریم (برای این که بر خود شکل گردد)

اگر روی مرکز جرم بر خود شکل گرفت قطعا مرحله دیگر یا می مانند (Couple Unbalance) با یک زوج نیروی متقارن (هم اندازه تا خط دوران کند و بچرخد و متعادل شوند. اگر در مرکز جرم قطعه تقاطع ندارد با یک Shift دیگر ایجاد تا روی مرکز ثقل بیفتد و بعد سه دورانی دادن متعادل شود.

* حداقل باید در دو صفحه بالانسینگ انجام داده در کل سیستم است

* یک جرم اضافه نشود و در کنار دو جرم اضافه شده ایستا به حساب آید)

* در این حالت عدم بالانسی می توان یک محور ماشین کاری کرد

کل سیستم و تقارن را نداریم Dynamic Unbalance نامیده می شود

در این حالت نیروها تقارن ندارند (یک گشتاور و اشتقال تولید می شود)

Couple + static = Dynamic

به عبارتی:

اما در حالت قبل Quasi-static بود اما در یک Dynamic رخ شکل می گیرد (با توجه به جرم ها و فاصله هر صفحه و فاصله

۱۴۰۲/۰۳/۱۸

پنجشنبه
۱۸
خرداد
۱۹ ذی القعده ۱۴۴۴

Thursday
8
June
2023

البته لزوما ندارد که عدم بالانسی در هر دو صفحه باشد بلکه در یک صفحه عدم بالانسی Dynamic Unbalance چیست و صفحه عدم بالانسی هم می تواند به همراه بیاورد.

مثال: در یک سیستم گردان ۳ روتور داشته باشیم و دو تای آن بالانس باشند و یکی عدم بالانس دینامیک باشد و تای دیگر و مجموعه یا سیستم Dynamic Unbalance می شود.

در یک مجموعه ای از صفحات دیسک ها به عدم بالانسی دینامیک داریم هر دیسک حول یک نقطه خاص خودش دوران می کند بسیار پیچیده می شود.

حرکات روتور:

2) In Phase:

مانند حالت عدم بالانسی استاتیک.

تمامی نقاط در یک جهت و در یک فرمان نوسان می کنند. آن پیچ و یا خاصیت و حالت "Overhung" شبیه ارتعاشات تحریک شعاعی است (محوری نیست). در حالت "Coupled" هم ارتعاشات محوری هم خازنانه (و هم ارتعاشات شعاعی Out of Phase) (نه) Quasi static Unbalance محوری ها هم خازنی شعاعی ها هم خازنی متغیر (Unsteady) هستند.

برای دینامیک هم بیشتر حالت روتورها اگر "Overhung" باشد حتما محوری داریم و لزوما هم خازنی نیستند.

جمعه
19
خرداد
۲۰ ذی القعده ۱۴۴۴

Friday
9
June
2023

۱۴۰۲/۰۳/۱۹

a Pex = نقاط اکسترمم و عدالت

b) Coct of Phase:

حالت نقاط است. در این حالت Couple Unbalance

جرم‌های متقابل ۱۸۰ درجه مختلف اختلاف می‌کنند.

c) Quasi - Static Unbalance (Static and Couple):

نقاط ماکزیمم و عدالت از تقاطعی دو از مرکز نقاط ارتعاشی می‌کنند.

(ادامه ارتعاشات) ←

d) Dynamic Unbalance:

پیچیده ترین است.

Run out: (گردنبودن

← بر بوط به سطح خارجی محفظه و فلاهر آن است

تو سطحی که ساعت اندازه‌گیری تواند عمود بر خط یک سطح یا دیسک گردد و دایره است یا نه. آن پستی و بلندی یا کجی با سنجه می‌گیرد Run out دارد

بنابراین بیضی است بنا براین به احتمال خیلی بالا بالانس نیست

اما می‌توان گفت اگر مقدار Run out مساوی صفر باشد حتما بالانس هستیم زیرا صرف هندسه بالانس و مدح بالانس شکل نمی‌گیرد یک وجود خطر یا تغییر شکل و یا عوامل خارجی یا خرابی مشکلات دوران مطلقه هم عدم بالانسی را تولید می‌کند.

* Run out is the linear radial displacement of the outside surface of the rotor.

Run out ریابه هندسه دوران عدم بالانسی ریابه ذاتی و شکل گیری و توزیع جرم دارد.

highs Pot = حداکثر دامنه (x_{max})

۱۴۰۲/۰۳/۲۰

تشخیص فاز عدم بالانسی ← صفحه ۵۷

تاثیر سرعت دورانی:

* در سرعت های پایین: عدم بالانسی و جابجایی باهم هم فازند (منظور از جابجایی (Phase Shift = ۰) است) / این هم فازی بیشتر در High spot های درشت بین است)

در سرعت های بالا (بیشتر از ۷۰۰ rpm): حداکثر جابجایی (High spot) با عدم بالانسی اختلاف فاز دارد (Out of Phase).

Hot spot = Unbalance location

حکم دیگر نقطه عدم بالانسی های (Hot spot) است.

برای (۲) های بزرگتر از ۳ این اختلاف فاز به حدود ۱۸۰° می رسد

* در اولین سرعت بحرانی اختلاف فاز (lag) بین حداکثر جابجایی و نقطه عدم بالانسی (۹۰°) است و در سرعت بحرانی های ۲ و ۳ و بودن همین اختلاف فاز وجود (۱۸۰°) است.

حرکت برگشت = Migration ، Angle of lag = ϕ

Migration of Axis of rotation:

منظور همان رفتن عدم بالانسی است که محور دورانی یا محور هندسی یکی نیست.

شکل (A) صفحه ۵۹: (قبل از ۳۰۰ rpm است) که اختلاف فاز نزدیک

روز صنایع دستی – روز ملی فرش

شنبه
۲۰
خرداد
۲۱ ذی القعده ۱۴۴۴

Saturday
10
June
2023

یکشنبه ۲۱ خرداد ۲۲ ذی القعده ۱۴۴۴

Sunday 11 June 2023

HighSpot و MotSpot خیلی کم است. (هدیه را دنبال می‌کنند)

Phase lag = -90° : رزونانس *

شکل (C) : HighSpot: خم کارنخیلی کم

MotSpot: سنگین سیاه رنگ

(Phaseshift=180°) استفاده شده (3 و 3 و 4) زمان‌های *

از صفحه (60) الی (100) در فایل (week08a) حذف است.

Week08b:

از صفحه یک تا 33 حذف است.

نکته مهم: عمل بالانس کردن اگر از نوع استاتیکی باشد در یک صفحه

یا (Dynamic) انجام می‌شود ولی اگر از نوع (Plane)

(Plane) در دو صفحه (Quasi-Static) یا (Couple)

حداقل عمل بالانسی را باید انجام داد.

علت تئوری آن این است که: هم نیرو و هم کوپل عوض می‌شود برای همین نیاز به دو صفحه داریم تا هم نیرو و هم کوپل را خنثی کنیم.

Bent shaft (Bowed Rotor):

منظور شفت دارای یا همان محور خمیده است.

محور Bent shaft در حالتی که به صورت (overhung) یا نیم‌رخ می‌باشد.

محور Bowed Rotor در حالتی که بین ها می‌باشد.

۱۴۰۲/۰۳/۲۲

خمیدگی نوعی عدم بالانس است برای محور در (1X) رخ می دهد.
خمیدگی را می توان با ساعت اندازه گیری کرد.

Bent shaft = out of Plane :

مربوط شده ها از یاتاقان ها است (overhung)

* خمیدگی متداول است برای شفت های بزرگ و سنگین و محاط یاتاقان ها از هم زیاد است. مکانیزم آن: در حال ایستا یا بدون بار در حالت استاتیکی زیر جاذبه باعث انحراف و شکم دادن می شود (Deflection) یاتاقان (oil). برای جلوگیری از این اتفاق در حالت هایی که با شفت کار نداریم یا برنامه می خواهد در حالت Idle یا سیو یا خودمان شفت را با دور کم بچرخانیم تا این عدم تقارن شکل گیرد. اگر شفتی خم شود بهترین شفت است که در حالت استاندارد و سالمش برگردانیم زیرا استاندارد ها با بارهای شفت ها صدرود tight است.

* عدم گرمایش و دمای یکسان و متوازن هم موجب تابیدگی می شود. بنابراین سایش یا rubs هم موجب گرمای غیر یکنواخت می شود و می تواند خمیدگی تولید شده از welding هم رخ می دهد.

شکل صفحه ۳۴: Bowed rotor است. مشاهده می شود که شکل عدم بالانس فرم های شکلی هم فرق می کند و می تواند متعادل و کشیده یا شکل نداشته باشد.

دوشنبه
۲۲
خرداد
۲۳ ذی القعده ۱۴۴۴

Monday
12
June
2023

سه شنبه
۲۳
خرداد
۲۴ ذی القعده ۱۴۴۴

Tuesday
13
June
2023

۱۴۰۲/۰۳/۲۳

حامل از ساخت نیست

Shaft Misalignment:

یکی دیگر از عیوب رایج بعد از عدم بالانس است.
یکی از عوامل اصلی اغراق استهلاک ماشین ها است. به علت
عدم نصب و Installation درست. (عامل عدم انطباق)

* Coupling ها به علت ارتباط دادن دو شفت جدا به یکدیگر به شدت
به معرض عدم انطباق هستند. برای مواقعی که خواهیم حدی عدم انطباق
داشته باشیم یا برعکس می خواهیم عدم انطباق را تحمل کنیم باید از Coupling
های منعطف استفاده کنیم.

Coupling های صلب به هیچ عنوان نمی توانند عدم انطباق را تحمل کنند و
باعث شکست شفت می شوند.

* در بحث عوامل عدم انطباق اجتناب ناپذیر است مانند چرخ دنده ها
(به علت لقی بین چرخ دنده ها که به آن Backlash می گویند و هیچگاه
نمی توان آن را از بین برد) Backlash از نظر نصب و بهره برداری اهمیت دارد)

Backlash از نظر نفوذ دو عدد بین دندانه ها اهمیت دارد. همین امر می
عدم انطباق تولید می کند.

همچنین دو شفت که باید تا حد امکان منطبق با شند لذا این دستورالعمل آن و
تشخیص این عدم انطباق توسط آن از طریق (Vibration Analysis)
امکان پذیر است.

عدم انطباق به دو نوع است (البته ترکیب این دو هم وجود دارد):

۱۴۰۲/۰۳/۲۴

چهارشنبه
۲۴
خرداد
۲۵ ذی القعده ۱۴۴۴

Wednesday
14
June
2023

انواع عدم انطباق:

① Parallel Misalignment (Offset):

محور دو شفت با هم موازی است. موازی بودن این شفت‌ها می‌تواند در صفحه باشد (افقی یا عمودی) و یا در یک زاویه خاصی هر دو با هم موازی باشند.

② Angular misalignment:

دو محور در یک زاویه‌ای همدیگر را قطع می‌کنند. نقطه قطع کردن این محورها می‌تواند در وسط رابط انعطاف‌پذیر (محور کوپلینگ) باشد (بین محورهای شفت‌ها) و یا خارج از محور شفت‌ها)

نوع ۳ ترکیبی از ① و ②: بیشتر عدم انطباق‌ها ترکیبی از موازی و زاویه‌ای هستند (حالت متقاطع) (نه موازی و نه متقاطع)

عدم انطباق از نوع Angular نوعی توزیع جرم غیریکنواخت (مخصوصا شفت دوری) است برای همین عدم بالانس در (1X) حساسیت زیادی دارد.

غالب‌های عدم انطباق در FFT:

3X و گاها 2X ، 1X

برای عیب‌یابی عدم انطباق اندازه‌ی (-90°) اختلاف فاز بین سگنال‌های (1X) و (2X) وجود دارد.

نکته: برای عیب‌یابی اولین قدم دامنه و فاز است بعد از آن برای تفکیک کردن آن‌ها سگنال فازی است.

پنجشنبه
۲۵
خرداد
۲۶ ذی‌القعده ۱۴۴۴

Thursday
15
June
2023

۱۴۰۲/۰۳/۲۵

اختلافی ندارند (۱X) از (۲X) و (۳X) برآورد می‌شود (در FFT)

* اگر اختلاف فازی بین (۱X) و (۲X) نداشته باشیم عدم بالانسی و اگر اختلاف فاز داشته باشیم (حدود ۹۰°) عدم انطباق است.

عدم انطباق: امکان دارد بالای (۳X) هم در FFT دامنه داشته باشیم ولی نکته اصلی این است که ۱X و ۲X و ۳X دامنه بزرگی دارند.

Bearing Misalignment:

عدم انطباق یاتاقان نسبت به Nosing یا نسبت به یاتاقان‌های محور خود. یعنی یا در جای خود درست قرار نگرفته باشد یا درست قرار گرفته اما نسبت به یاتاقان دیگر درست نصب نشده است.

در این حالت سفت بودن نسبی نصب وجود دارد ولی در محل یاتاقان مشکل دارد.

* یاتاقان‌ها در یک صفحه نصب نشده‌اند (زاویه دارند) هر کدام هم با چند هارمونیک دور بالا جهت‌های ارتعاش را تشکیل می‌دهند.

یاتاقان باید نسبت به سفت دقیقا (۹۰°) باشد اما این‌گونه نیست و مشکل ساز شده است.

علت عدم انطباق یاتاقان: خود Nosing و یا یکپارچگی (Distortion) یا پایه‌ها نرم یا لق باشد (Soft foot) - یا گرمای بیش از حد (حرارت) و تنش ایجاد شده.

Guideline ها برای شناسایی عدم انطباق یاتاقان‌ها:

یاتاقان‌هایی که به درستی در محل خود قرار نگرفته‌اند (Cocked Bearing) (منظور از جای خود همان Nosing است) در جهت محوری ارتعاشات تولید می‌کنند.

CamScanner

۱۴۰۲/۰۳/۲۶

جمعه ۲۶ خرداد ۲۷ ذی القعده ۱۴۴۴

Friday 16 June 2023

* باعث ارتعاشات پیچشی می شود. اما با (۱۸۰) اختلاف فاز
برای زمانی که ارتعاشات بالا و پایین و یا برعکس عمود است
Nocesing یاتاقان را اندازه گیری می کنیم. با این روش می توان این نیرو
خود
را از عیوب دیگر تمیز داد.) محاسبات در راستای Axial است

* در حالتی که عدم انطباق از یاتاقان باشد متفاوت می شود
و coupling ها هم دیده می شود یاتاقان را جدا کرده و دوباره
به نحوه صحیح نصب کنیم.

عدم انطباق در یاتاقان در FFT: 1X و 2X و 3X دامنه دارد

الزامی هم ندارد که (3X) توجه باشد

از صفحه ۴۷ تا ۶۹ حذف است.

صفحه ۶۹:

Soft Feet:

تکیه گاه و پایه های ماشین که روی تکیه گاه سوار می شوند به سختی اهمیت دارند
زیرا رفتار دینامیکی را می توانند تغییر دهند.

هر چیزی که در مرحله نصب دچار تغییر شود در طول زمان و با کرک
ماشین به خصوص ماشین آلاتی که دینامیک دارند نمایان می کند.

در حالتی که ماشین استاتیکی است عیب های نصب مشکل ساز نیست.

* عیوب پایه معمولا حاصل از ساخت اسکلت و یا نصب اسکلت هستند. → Foot

* برای جبران اشکال پایه ها حداقل آن پاتکیه گاه می توان از قطعات
تیغ Plate استفاده کرد.

شهادت سربازان دلیر اسلام: بخارایی، امانی، صفار هرندی و نیک نژاد

شنبه
۲۷
خرداد
۲۸ ذی القعده ۱۴۴۴

Saturday
17
June
2023

۱۴۰۲/۰۳/۲۷

اینها به پایه و شاسی متصل و اجزای ماشین‌آلات در پی نصب بسته اندازی توان

توسط ساعت اندازه گیری سنجیده و حاسبه کرد و ۳ تا سطح را باید

نسبت به هم ارتعاش سنجی کرد: Foot یا پایه ماشین، Base Plate،

Base که معمولا بتنی است)

عوامل: Soft Feet: حاصل از لقی سازه - ضعف پایه ماشین -

خوب ساخته نشده یا خوب تنشسته) و یا شل بودن Base Plate

Frame و یا سست بودن (grouting) و یا سست بودن

می‌شود.

تشخیص Soft Feet توسط ET یا ارتعاش سنجی (Vibration Analysis)

به صورت محوری روی پایه (Foot) و Base Plate و Base

حدود (۱۸۰°) اختلاف فاز دریافت کنیم (دو پروب نسبت به هم) بنابراین

یا پیچ شل است یا لقی داریم. (۱۸۰° یعنی در Max خود است و دیگری در Min)

Soft Feet خود را در FFT به شکل 1x نمایان می‌کند (سنسورها

باید از نوع شعاعی Radial باشند)

صفحه ۶۸ تا انتهای (Week08b) حذف است.

Week08c:

صفحه یک حذف است.

صفحه ۲: عدم انطباق می‌تواند حاصل از شفت، حاصل از یاتاقان، محل خود شفت

و یا حاصل از یاتاقان یا [redacted] یاتاقان محل محاور باشد.

۱۴۰۲/۰۳/۲۸

یکشنبه
۲۸
خرداد
۲۹ ذی القعده ۱۴۴۴

Sunday
18
June
2023

از مشخصات عدم انطباق:

- ابعاد زوی بزرگ به صورت شکلی نیز با تاخیر
- خرابی زودرس یاتاقان ها
- FFT از 1X الی 6X دامنه بارز روی صفحه ولی بیشتر مواقع 1X و 2X و 3X است)
- معمولا 1X و 2X با ترکیبات دیگر از حالات 3X تا 6X هستند
- عدم انطباق با عدم بالانسی و اکسی یا فاصله بیش از حد ایجاد می شود
- ارتعاشات افقی نسبت به ارتعاشات عمودی اختلاف زیادی دارد مثلا حدود ۳ برابر (زیرا در یک جهت عدم بالانسی متمرکز شده است)
- ارتعاشات افقی و عمودی در عدم بالانسی یکی است (نسبت ۱:۱) زیرا یکنواخت است.
- عدم انطباق ها از عدم بالانسی متغیر است.

صفحه ۳ کامل خوانده نشود

- در عدم بالانسی عموما غیر از حالت Overhung زوی محوری خیلی کم است اما در عدم انطباق در هر حالتی زوی محوری داریم.
- در عدم انطباق اختلاف فاز 1X و 2X و 2X و 3X و 1X و 3X حدود (۱۸۰°-) است. (out of Phase)
- به خاطر سایش و وجود کوپلینگ و تغییر شکل و تغییر زاویه مقدار ارتعاشات در عدم انطباق خیلی از این دو حالت دیگر (عدم بالانسی و

دوشنبه
۲۹
خرداد
۳۰ ذی القعده ۱۴۴۴
Monday
19
June
2023

دما روی عدم انطباق تاثیر می‌گذارد
دیگر روی عدم بالانسی تاثیر می‌گذارد

۱۴۰۲/۰۳/۲۹

۱ انطباق اثر می‌گذارد. (عدم انطباق را توسط Termography هم می‌توان شناسایی کرد)

عدم بالانسی نیروی گریز از مرکز حاصل از عدم توزیع یکنواخت جرم تابعی از (ω^2) است اما در عدم انطباق نیروهای هارمونیکی هیچ ارتباطی با (ω) ندارند و حتی با تغییر RPM (سرعت دورانی شفت) باز هم ثابت می‌ماند.

قسمت‌های Highlight شده صفحات ۲۹۴، ۲۹۹ کتاب (Rao):

برخی از واژگان مرتبط با ارتعاشات:

Predominant Frequency:
فرکانس غالب در FFT، دارای دامنه بزرگ‌تر

Synchronous Frequency: ← مرتبط با سرعت
فرکانس‌های هارمونیک - فرکانس‌هایی که ربطی به سرعت دارند، مضارب دور بر ثانیه یا (1x) نیز گفته می‌شود

Subsynchronous Frequency: ← مرتبط با سرعت
$(n)\frac{1}{n}(1x)$ مضرب 1x هستند. n عدد صحیح است (مضرب خورده‌ای از سرعت) مثل $(\frac{1}{2}x)$ و ...

Fundamental Frequency: ← مرتبط با چیزی
فرکانس‌هایی که به چیزی برمی‌گردند و به سرعت ارتباطی ندارند. مثلا برای چرخ‌دنده‌ها GMF (Gear mesh Frequency) گفته می‌شود که کمترین یا اولین

۱۴۰۲/۰۳/۳۰

فرکانسی که حتماً کامل است با یک ضریب می‌گوییم.

برای مثال یک چرخ دنده با ۶۰ دندانه با ($\omega = 1000$) خواهیم داشت:

$$\text{Fundamental Frequency} = \frac{60 \times 1000}{60} = 1000\ Hz$$

برای تبدیل دور به هرتز

برای یک عدم انطباق این فرکانس‌ها ۱X است حتی اولین فرکانس

Harmonic Frequency: → مرتبط با عیب

است

Fundamental Frequency به فرکانس‌هایی گفته می‌شود که در تکرار می‌شود. (مثل $n \times 1X$) یعنی هر ضرب عدد صحیح در Fundamental فرکانس Fundamental: برای مثال برای چرخ دنده

هر چی هست اولین فرکانس‌های هارمونیک نیز است با ۲ می‌شود

است ۱X ها Fundamental برای عدم انطباق فرکانس

بنابراین ۲X فرکانس اولین فرکانس‌های هارمونیک است. (۳X

دوم‌ها هارمونیک است)

Order frequency (مرتبط با عیب)

ماند فرکانس‌های هارمونیک است البته می‌تواند ضریبی از

صحت باشد یا نباشد.

مرتبط با عیب

Subharmonic frequency:

برابر است با $(\frac{1}{n} X)$ از فرکانس Fundamental

سالروز ازدواج حضرت امام علی (ع) و حضرت فاطمه (س) - روز ازدواج

سه شنبه
۳۰
خرداد
۱ ذی الحجه ۱۴۴۴

Tuesday
20
June
2023

* برخی از عیوب به دور شفت مرتبا اند ولی برخی هیچ ارتباطی ندارند.

۱۴۰۲/۰۳/۳۱

(n) عددی صحیح است. اگر عیب بی خود دور شفت با (1X)
باشد در این صورت فرکانس های subharmonic یا فرکانس های
subsynchronous می گویند.

* نکته: الزامی ندارد که فرکانس های subsynchronous ها فرکانس
های subharmonic باشند. یعنی فرکانس می تواند مضربی از سرعت
باشد ($\frac{1}{n}$) اما مضربی از سرعت نباشد.

نکته (weekness): ضعف:

Looseness:
یعنی پایه یا قاب یا ساختمان (مسیر خودش را (housing) یا اتصال خراب دیده روی
شفت هنگ ها) looseness هستند.
در این حالت فرکانس ها مرتبط است با فرکانس Fundamental
(Harmonic ها) و مراتب بالاتر order (یعنی مضارب فرکانس
با اضافه شدن فرکانس های $\frac{1}{4}X$ یا $\frac{1}{3}X$ یا $\frac{1}{2}X$)
نمایش دهنده فرکانس های subharmonic دیده یعنی اصلی داریم

Eccentricity:
غیر هم محوری (یا عدم انطباق مرکز دارد) یعنی محور دو قطعه مدل شفت با
یاتاقان روی هم نیوفتاده. مانند Bent شفت توزیع جرم نامتقارن
تولید می کند. روشی ساده جهت بالانس است. بنابراین در FFT
1X داریم.

۱۴۰۲/۰۴/۰۱

Distortion :

(نایبدگی) - مرتبط به Casing دستگاه یا عمل یا تاقان‌ها

که بیشتر پیچیده است و اگر نایبدگی داشته باشیم کل باید case

را عوض کرد. چون معمولا در نایبدگی یک روی اشتی داخل سیستم

دیده می‌شود و موجب تولید عدم انطباق و عدم هم محوری

می‌شود (حامل از نوع Preload)

در 1X یا 2X و یا مراتب بالاتر هستند.

انواع لقی:

- یاتاقان لقی روی شفت:

موجب سیگنال AM می‌شود. (modulated time waveform)

رفتارهای موتیک دارد.

سیگنال AM می‌تواند دوره‌ی تناوب متفاوت داشته باشد چون

لقی یک رفتار رندم است.

ترکیبی از FFT و Timewave Form را می‌توانند

Truncated time signal را نمایان کنند

* لقی فرکانس‌های Subharmonic و Harmonic

تولید می‌کند. انتظار FFT نداریم ولی الزاما نیست

در FFT صفحه V به خاطر وجود 1X و 2X عدم انطباق

ممکن است. عدم بالانس هم ممکن است ولی به خاطر (1X) لقی

هم وجود دارد. برای دوران اول عدم بالانس و عدم انطباق را نمی‌توانیم

ولی چون غالب‌تر است.

زمان تبلیغ و اطلاع رسانی دیجی روز اصناف

جمعه
۲
تیر
۱۴۴۴ ذی الحجه

Friday
23
June
2023

۱۴۰۲/۰۴/۰۲

- لقی یاتاقان روی Housing :

معمولا در این حالت (EX) غالب است ( ) عمل جابجایی خرکانس هارمونیک مدنظر است)

در این حالت باید دقت کرد که در دستگاه هایی که مثلا متکسیر دمید چهار پره ای که برای ما در (EX) اهمی سازد بالتبع مورد استفاده قرار میگیرد سگنال شبیه خرکانس های rollingBearing می شود که نباید اشتباه گرفت چون از جنس لقی است فقط در FFT رفتار subharmonic دارد سه هم پارونه افزایشی. خرکانس هام وسیع هستند.

* در FFT ضرطالارم عیب یابی است اما کنار خرکانس هم مورد نیاز است

لقی یاتاقان چرخوی Housing جزء است با فاز ناپایدار یعنی یکبار فاز را اندازه می گیریم و یک مقدار است. دفعه بعد دوباره عمل میکند فاز را اندازه می گیریم و یک مقدار است. لقی (حتی اگر حرکت را متوقف کنیم و جهت روتور را عوض کنیم و اندازه بگیریم باز یکی از فاز هاست)

لقی یاتاقان روی Housing : تعداد هارمونیک ها یا همان خرکانس ها در FFT زیاد است.

لقی یاتاقان روی Housing معمولا می تواند این موارد باشد: لقی (خلی یاتاقان) یا فاصله بین هوزینگ یاتاقان یا Casing اگر زیاد باشد و یا رفتار مشابه برلی حرکت روتور تقاضای یک شفت می تواند این حالت را برای ما ایجاد کند.

یا جرقه دنده لق

در یاتاقان های لغزشی دو عیب داریم: oil whirl و oil whip

۱۴۰۲/۰۴/۰۳

وقتی جدول عیب یابی را میبینم عموما 1X داریم یعنی دور شفت زیاد میشود
مشکل یا شفت هست و حق 1X داریم یعنی مشکل از عدم یا لاتنسی
داریم. همان طور که گفته شد عدم انطباق نوعی عدم یا لاتنسی غیرمتقارن
و متقارن است.

Rubs:
سایش یا ساییدگی می تواند قطعی یا Partial و یا کامل باشد
(سایش یا ساییدگی باشد زیاد در کل دور شفت یا قطعه وجود دارد) Turn around
سایش حاصل از لقی بیش از حد یا در یاتاقان ها حاصل از خرابی
یاتاقان روغن باشد.
در سایش قطعات متحرک با قطعات ثابت تماس صورت می گیرد.
ارتعاشات سایشی شبیه لقی است (در اصل هم سایش نوعی لقی است)
به خاطر شباهت سایش با لقی در FFT خرابی های زیاد داریم با هارمونیک
(رفتار هارمونیک هم دارد) sub harmonic و wide Band است.
* آنالیز سایش تکراری یا استپ یا سیگ زمانی آن یا همان Time wave form
نوشته می شود به صورت Truncated time wave form. یعنی ارتعاشات قابل ثبت
که اغلب اینگونه پایه ها به خاطر برخورد دو سایش غیر از این نمی باشد
در کل هر گاه Truncated time wave form به
(یعنی به خاطر معروفیت هایی مانند توسانات تا حدی بیشتر می رود)
شوند های از سایش؛ اگر روتور تیز شکن دهد ها seal برخورد

شنبه ۳ تیر ۵ ذی الحجه ۱۴۴۴

Saturday 24 June 2023

نوجه شده

یکشنبه
۴
تیر
۶ ذی الحجه ۱۴۴۴

Sunday
25
June
2023

۱۴۰۲/۰۴/۰۴

کند روتور کم شده و این کم شدن نامتقارن افزایشی می یابد که موجب
کاهش سفتی می شود (Bowed) بنابراین نیروی لقی تولید می شود
و اثر سایر لقی ها مانند نقص یاتاقان یا عدم بالانس هم می شود.
برای عیب یابی سایش باید ابتدا عدم بالانس را رفع کرد و اگر هنوز هم تفاوت
دامنه نامتقارن وجود دارد متوجه می شویم که سایش وجود دارد.
* پدیده هایی مثل Rubs و Looseness رفتارشان غیرخطی است.
رفتارهای سایش مخصوص لقی های مکانیکی است.
* سایش ها معمولا فرکانس های زیادی را تولید می کنند بنابراین احتمال دارد
رزونانس ایجاد شده (مثل لقی ها)
* در سایش عموما Truncated Time Waveform آخری دهد
که یعنی ما معمولا ویژگی های فیزیکی بیشتر از یک حدی دامنه و سایگنال نداریم.
* در سایش فرکانس های Subharmonic رخ می دهد که مقدار آن ها
تابعی از فرکانس طبیعی است.
* سایش می تواند چرخشی باشد یعنی در قسمی از دوران شفت سایش داشته
باشیم یا در یک دوران باشد (turn around)
truncated ≠ Partial
یاتاقان ها دو نوع اند: لغزشی و غلتشی
غلتشی: Tapered Bearings و Roller Bearings و Ball Bearings
که یک عضو گردنده طلب دارند

دوشنبه
۵
تیر
۷ ذی الحجه ۱۴۴۴
Monday
26
June
2023

۱۴۰۲/۰۴/۰۵

یاتاقان های لغزشی (Journal Bearings) یا بوشن کار
مداوم شفت در داخل یاتاقان می چرخد و سطح شفت به طور
Whirl روغن با یاتاقان تماس پیدا می کند
روغن یاتاقان داخل شفت می چرخاند یا بدار یاتاقان پایداره
روغن بادار و چرخش روغن نداریم (oil whirl)
روغن ناپایدار: چرخش روغن داریم.

oil whirl:
علت آن: یک وضعیت ناپایدار است که در اثر چرخش یاتاقان
این روغن هم می چرخد و به یاتاقان برخورد می کند بنابراین فشار ثانویه
روغن یاتاقان باعث چرخش می شود.
یاتاقان می تواند به شفت نیروی بیشتری را برای تا کردن حال و
پایدار کند.

برای رفع این چرخش روغن باید:
از سد فشار (Pressure Dam) استفاده کرد تا فشار
اضافه تولید نشده تا این چرخش را خنثی کند. روش دیگر استفاده
از لقمه های مخصوص (Tilt Pad) است. با این کار شفت
روی فشار روغن سوار می شود. پدیده ی چرخش
روغن که خرابکار Subsynchrouns است. (حدود ۰.۴۲X)
معمولا بیشتر (۰.۴X) است. مرتبط با شفت است

۱۴۰۲/۰۴/۰۶

سه شنبه

۶

تیر

۸ ذی الحجه ۱۴۴۴

Tuesday

27

June

2023

در شکل صفحه‌ی (۱۷) : جایی که سطح روغن (فشار کم) است
نیروی اغتشاشی می‌آید (فشار بالاست)

در حالت روغن‌کاری ماشین‌های استاتیک Hydro Static Bearing

هیچ‌گاه این اختلاف فشار و خرخش روی نمی‌دهد. اما در حالتی که
Hydro dynamic است این مسئله پیش می‌آید.

در خرخش روغن در FFT آن پیک دامنه در حدود (۰٫۴۲X)
و معاسیات جسمانی است.

شکل‌های صفحه (۱۹) : این سیگنال‌ها هندسی را در داخل یاتاقان ایجاد
می‌کنیم خرخش روغن شکل گیرد و انتگرال PDA بزرگ شود و بتواند
نیروی اغتشاشی را تقویت کند و مقابل آن ایستادگی کند.

Oil Whip:

سکاف روغن - (حباب چلوب کردن)

زمانی رخ می‌دهد که فرکانس‌های Subsynchronous حاصل از
oil whirl از روی فرکانس طبیعی بیوفتد و دهد (حالتی که دهد
دهد برای اول یا دوم یا... پایین). ترکیب برای oil whip در
فرکانس ثابت می‌ماند حتی اگر دور تغییر کند (قفل می‌کند و با می‌ماند)

در شکل صفحه ۲۱: خط oil whirl ها (۴۸٪) است.
در این شکل critical speed ها (۰٫۴۲X) است.
شکل صفحه ۲۲: یک سری جی‌ها oil whip است که
در دور حدود (۰٫۴۲X) فرد داده است.

.ac/ Phenomena یا پدیده Beat

۱۴۰۲/۰۴/۰۷

Beating and Amplitude Modulations:

وقتی دو تا منبع صوت یا ارتعاشات (هر چیزی) که رفتارهای موجی دارد و فرکانس نزدیک به هم داشته باشند، اختلاف این دو فرکانس را Beat می‌گوییم.

در فرکانس (Beat) بحث Cancellation داریم. همچنین پدیده فیزیک طبیعی است. AM دست سازه است.

فرکانس Beat نتیجه دو سیگنال فرکانسی هست که به دو شکل out of Phase یا in Phase با کمی زمان هم دیگر را تداخل می‌دهند.

* شکل دوم wide band دارد. یا کمی زمان بالا و پایین می‌رود که

است.

* اگر این پیک‌ها را از نمای نزدیک هر کدام نگاه کنیم می‌بینیم که حاصل جمع یا تفریق تک تک سیگنال‌ها می‌باشد.

در مقیاس closeloop بیشتر خود فرکانس‌ها دیده می‌شوند اما در wide band می‌توان پیش رفت.

در Beat فقط دو فرکانس داریم. در AM سه فرکانس داریم.

زمانی که فرکانس‌های دو سیگنال عیناً یکدیگر هم باشند و اختلاف علامت هم‌دیگر را در Beating از بین می‌برند یا همان Cancellation رخ داده است.

روز عرفه – شهادت مظلومانه آیت ا... دکتر بهشتی و ۷۲ تن از یاران امام خمینی (ره) با انفجار بمب به دست منافقان در دفتر مرکزی حزب جمهوری اسلامی – روز قوه قضاییه – بمباران شیمیایی شهر سردشت

چهارشنبه
۷
تیر
۹ ذی‌الحجه ۱۴۴۴

Wednesday
28
June
2023

پنجشنبه
۸
تیر
۱۰ ذی‌الحجه ۱۴۴۴

Thursday
29
June
2023

SideBand-AM

۱۴۰۲/۰۴/۰۸

AmPlitude modulation:

دست ساز خودمان است. یک موج را سوار یک موج دیگر می‌کنیم.

Carrier می‌گیم. سیگنال حامل (AM) می‌گوییم.

در AM: فرکانس‌ها ثابت است ولی دامنه با زمان ثابت تغیر می‌کند (بالا و پایین می‌رود)

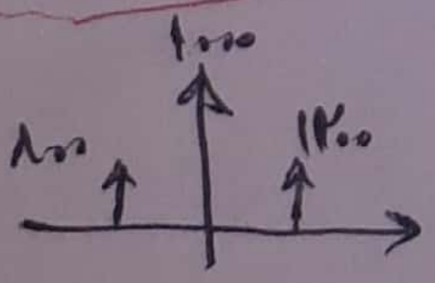
در یک مجموعه ثقلت و یا ثانیه و یا ساعت چرخ دنده، ثقلت تولید موج Carrier را ایفا می‌کند و عیب جابجایی و چرخ دنده روی آن‌ها سوار می‌شود. بنابراین با استفاده از این موج AM یا sideband های سیگنال متوجه حرکت می‌شویم.

طیف تولیدی از این AM در مرکز یک پیک دارد که همان فرکانس Carrier است و دو فرکانس اطراف آن (sideBand) های فرکانس است

modulating signal

اختلاف با Carrier مساوی هستند. همواره فقط دو sideband داریم.

به هر ۳ فرکانس تولید شده در آخر کار Modulated signal می‌گوییم



modulating signal = ۲۰۰
modulated signal = ۸۰۰, ۱۰۰۰, ۱۲۰۰

یعنی سیگنال‌ها که تولید شده‌اند.

شکل صفحه ۲۶ راستی: هرچه اختلاف فرکانس‌ها کم شوند به Beat نزدیک می‌شوند.

هرچی modulatingsignal کوچک‌تر شود به Beating نزدیک می‌شود.

اگر سیم پیچی موتورهای الکتریکی انجام نشود رفتاری مشابه AM از خود نشان می‌دهد که با فیلتر می‌توان متوجه آن شد.

در مثال‌های واقعی مقدار modulating signal به شکلی است و سیگنال‌های تولیدی خیلی نزدیک هم اند در حالت تئوری سیگنال‌های تولیدی

۱۴۰۲/۰۴/۰۹

یا همان modulated signal حالت سینوسی دارند. اما در واقعیت به شکل زیر هستند.

۲۹۰

شکل صفحه ۲۹: مقدار modulating signal زیاد است و از حالت Beating فاصله گرفته است. مقدار موج carrier هم ثابت است (۲۰۰). هر چه مقدار فرکانس carrier افزایش یابد یعنی به حدی سوار موج شده است رفتار به Beat نزدیکی می‌شود و Sideband/ در واقعیت می‌توانند مقادیر هم فاصله پیدا کنند و دچار عیب‌یابی می‌شوند.

آن فرکانس carrier نزدیک فرکانس modulating signal باشد از حالت خطی خارج می‌شود و به موج نزدیک می‌شود (شکل پایین ۳۰)

تفاوت Beating با AM:

در Beat نداریم Sideband در AM داریم.

در Beat داریم Cancellation ولی در AM نداریم مگر حالات خیلی خاص. Beating یک فرآیند خطی است و فرکانس اضافی تولید نمی‌شود.

شکل صفحه ۳۲: در AM بحث حذفیات نیست (دیده می‌شود) ولی در Beat بحث Cancellation داریم در شکل دیده می‌شود شکل ظاهری Beat در AM و Time Waveform هم‌سان است ولی در ذات تفاوت دارند.

شنبه
۱۰
تیر
۱۲ ذی الحجه ۱۴۴۴

Saturday
1
July
2023

۱۴۰۲/۰۴/۱۰

* در زمانی که Beat کامل ترکیبی دهد که Cancellation فاز ۱۸۰° (-۱۸۰°) یا همان Phase change رخداده است. چون حاصل صفر است.

week 9: (Fault Diagnostics Based on Specific Machine Components)

اجزای مورد بررسی و بالا هست:

Rolling Element Bearings

Gears and Belts

Rolling Element Bearings:

در همه ماشین ها موجود است. در پمپ ها و موتورها و گیربکس ها

بیشترین عیب در یاتاقان ها: از دست دادن روغن هایشان. (جدول)

L_{10}: عمر عادی یاتاقان ها

$L_{10} = \left(\frac{C}{P}\right)^m$ → Roller Ball بستگی به این است که

C: dynamic Capacity load

$P = XP_r + YP_a$

محیط های سخت: Hostile environment:

۹۰٪ احتمال دارد که یاتاقان به عمر کاملش برسد و دچار خرابی از سر خستگی بشود

و عموما در اثر یاتاقان خرابی ها این است که دچار صفحه می شود.

یاتاقان ها کارش از نوع عملکرد چه چیزهایی دارد:

Outer Race → روی Housing می نشیند

Inner race → روی شفت می نشیند

(Ball) Rolling Elements → بین Inner و outer

روز صنعت و معدن گرامی باد

۱۴۰۲/۰۴/۱۱

Cage → Ball ها را کنار هم نگه می دارند

Thrust Bearing هم دیگر نوعی تک ردیفه است.

Double row است که برای مکان هایی که نیروی زیاد است از این استفاده می شود.

با تماس های زاویه ای هم داریم که بر اساس دو نوع نیروی منتظره ها انتخاب می شوند.

Deep groove = شیاری عمیق

باقی موارد خاص منظوره اند.

عوامل مؤثر روی عمر یاتاقان اثر می گذارند:

- روغن کاری (کمبود یا کثیفی)
- زنگ زدگی (اسانسیو و خوردگی)
- ارتعاشات / عدم انطباق
- سرمه
- مشکلات تئوری و تئوری
- Fitting ها و یا زنگ ها در Mounting
- ارتعاشات
- نشت جریان الکتریکی در یاتاقان ها و یا جوش شدن آن ها می شود.

Bearing Failure modes:

Spalling: ملوکی شدن (تکه ای کنده شدن)

- یک حالت خرابی متداول است (چون در عمل کرد نرمال هم رخ می دهد)
- روی ساچمه ها و یا رینگ داخلی و خارجی این گودی یا شکاف میکروسکوپی رخ می دهد
- نتیجه آن خوردگی یا Pitting سطحی می شود.

شهادت آیت ا.. صدوقی چهارمین شهید محراب به دست منافقان

دوشنبه
۱۲
تیر
۱۴ ذی الحجه ۴۴۴

Monday
3
July
2023

۱۴۰۲/۰۴/۱۲

Pitting یعنی حالت ذره ذره ولی Spalling یعنی حالت کنده شدن کل سطح
عیب یابی یاتاقان ها بسیار راحت و straight forward است نسبت به
خرابی دنده ها زیرا در اثر خرابی ساچمه یا رینگ داخلی یا خارجی اثرات آن ها
(Spike Energy) به سادگی مشخص می شود، به خصوص توسط ISE
← منظور منفی از ۱۹,۸۱ است
راحت عیوب یاتاقان می شوند.

در مرحله اول شروع خرابی Sub surface crack تشکیل
می شود یا کمی زمان می برد و آنها (Surface Crack) سطح و
در اثر تنش های سطحی (Fatigue surface) سطح دچار Spalling
و Pitting می شود. از این پس سطح ارتعاشات بیشتر بالا می رود و به
صورت غیر پیوسته از بین می رود و آزاد می کند.

باعث حالت های خرابی یاتاقان:

Brinelling:

در اثر اعمال نیروی بیش از حد به حالت استاتیکی

False Brinelling:

حامل از ثابت شدن دائمی یک ماشین یا وزنه سنگین روی قطعات دوار بر
یاتاقان اعمال می شد آن هم برای مدت طولانی (این حالت از Brinelling
واقعی تواتسیم پیشگیری شود ولی نحوه ای که ما می توانیم برای جلوگیری آن را False و نامیدیم
نتیجه این است که روی سطح حلقه بار تریک ها و یا خرابی های دیگر

به موجود حس کنید.

۱۴۰۲/۰۴/۱۳

سه شنبه
۱۳
تیر
۱۵ ذی الحجه ۱۴۴۴

Tuesday
4
July
2023

خرابی های خرابی یا ناقان ها:

- خرابی موضعی
- تغییر شکل راه گاه ساچمه ها
- خرابی نگهدارنده ساچمه ها
- ریختن هلی ترک خورده

تمامی موارد فوق تحت نیروی Fatigue هستند و از مهمترین دلایل شکست هم تحت Fatigue است.

علائمی که عموما همراه می شود با خرابی یاتاقان:

- ارتعاشات بیشتر از حد.
- نویز و صدا
- دمای یاتاقان بیشتر از حد
- کم کردن بین ویبره های دستگاه و فاصله
- در نهایت به حادثه ای فاجعه بار می رسد.

یاتاقان ها را در Overhaul معمولا عوض می کنند. تعمیر آن هم انجام می شود زیرا ارزان ولی می تواند حادثه ای فاجعه بار میوجود آورد.

* خوبی CM و عیب آن زود هنگام این است که می تواند از رخ دادن یک حادثه ای فاجعه بار پیشگیری کرد.

روشهای مانیتور و آنالیز یاتاقان ها (معمولا ارتعاشات نیست):

- Ultrasonic monitoring (برای عیوب عمقی هم مفید است)
- انتشار صوتی (Acoustic Emissions)
- مانیتور کردن دما (البته با به دماهای بالا آمده با شدت زیاد)

ولادت حضرت امام علی النقی الهادی (ع)

۱۴۰۲/۰۴/۱۴

به دو روش Thermocouple و Infrared

- بهتر از روش های

یاتاقان ها را با روش های این روش های توان آنالیز و مانیتور کرد.

خرابی های اجزای یاتاقان نیروهای ضربه یا Pulse یا ترکیبی از

فرکانس های یاتاقان تولید می کنند.

سطح ارتعاش در خرابی یاتاقان ها تابعی از طراحی ماشین و نیرو وشکل

خرابی است.

شرایط یاتاقان ها تابع دو پارامتر است: هندسه و سرعت کاری یاتاقان.

فرکانس یاتاقان ها معمولا نمایه ای ۱۰۰۰ Hz است.

اندازه گیری سرعت بهترین پارامتر برای آنالیز یاتاقان ها است.

در اثر خراب تر شدن خرابی ها، شدت خرابی ها تدریجی می شود به نحوی که دامنه ارتعاش

شاخص می یابد و نویز در حالت Broadband افزایش می یابد. وقتی

عیب هویدا می شود سراغ Broadband می رویم.

زمانی که عیب جایی وجود ندارد یا به طوری که بتواند روی عیب اصلی

اثر بگذارد و آن را آلوده کند (Contaminate) و یا بخشی از آن

را بپوشاند (Mask) توسط عواملی مثل Crest Factor و یا

kurtosis می توان به خوبی عیب اصلی را مانیتور و آنالیز کرد. این موارد

شاخص های سنتی Trend هستند.

روز قلم

۱۴۰۲/۰۴/۱۵

پنجشنبه
۱۵
تیر
۱۷ ذی الحجه ۱۴۴۴

Thursday
6
July
2023

روش های اندازه گیری خرابی های یاتاقان ها:

- توسط مبدل های سرعت و شتاب می توان اندازه گیری کرد (شتاب بهتر است و با انتگرال می توان به سرعت و جابجایی رسید)
- تمامی اندازه گیری ها باید فقط یاتاقان ها در حدوده Load zone باشد.
زیرا تمامی نیروهای یک سیستم دورانی از یاتاقان ها عبور می کند.
- اندازه گیری های ساده ای باید توسط یاتاقان های ساده ای انجام بشوند.
حدود ۱۰ تا ۱۵ ٪ یاتاقان ها از نوع ساده ای هستند.
- یاتاقان های Thrust نیز معمولی هم تحمل می کنند. نیروهای عمود
باید توسط یاتاقان هایی با تماس زاویه ای اندازه گیری بشوند.

دستورالعمل برای آنالیز:

- محاسبه فرکانس های یاتاقان ها
- اندازه گیری و آنالیز سیگنال های ارتعاشی
- مشخص کردن Sideband ها و فرکانس مرکزی (در یاتاقان های فرکانس ها از نوع AM هستند)

Centre Freqeuncy = Carrier

* هر چه Sideband ها بیشتر شوند Beat می شود.

- ارزیابی طیف فرکانسی و Time waveform برای سیگنال و اندازه گیری دامنه خرابی یاتاقان ها. (RMS سطح انرژی را نشان می دهد)

در هر نمونه گاه یا یاتاقان ۳ نیرو داریم: افقی - عمودی - محوری

برای این که بتوانیم کدام یک موجود هستند باید آنالیز را شناسی انجام دهیم.

جمعه
۱۶
تیر
۱۸ ذی الحجه ۱۴۴۴

Friday
7
July
2023

۱۴۰۲/۰۴/۱۶

Phirat gears ها چرخ‌دنده‌های مخروطی تولید می‌کنند.

Bevel gears یا Helical gears چرخ‌دنده‌های محوری تولید می‌کنند.

پیستون چرخ‌دنده محوری تولید می‌کند.

* موقعیت Roadzone ها حرکتی نیست بلکه یک محدوده یا بازه است.

Bearing defect frequency:

فرکانس‌های عیوب یاتاقان:

BPFO (Ball Pass Frequency of the Outer race):

(برخورد توپ‌ها از حرکت ساچمه‌ها روی رینگ خارجی)

BPFI (Ball Pass Frequency of the Inner race):

(برخورد توپ‌ها از حرکت ساچمه‌ها روی رینگ داخلی)

BSF (Ball Spin Frequency):

عیوب ساچمه یا قسمتی که حرکت دورانی یاتاقان به حول خودش دوران و حرکت می‌کند و عیب تولید می‌کند (خود ساچمه)

FTF (Fundamental train Frequency):

حرکت کل ساچمه‌ها حول محور که باعث خرابی "Cage" و یا از حرکت افتادن باعث ایجاد مشکل برای گشتاورهای ساچمه‌هایی شده. (برای Cage و یا casing)

عید سعید غدیر خم (تعطیل)

۱۴۰۲/۰۴/۱۷

شنبه ۱۷ تیر ۱۹ ذی الحجه ۱۴۴۴

Saturday 8 July 2023

در فرمول های BPFI و ... مقادیر توان ها Bd و Pd را از منحنی یاتاقان ها در استانداردها بدست می آوریم.

صلاحظه می شود که در این فرمول ها فرکانس های یاتاقان ها تابعی از هندسه و دور هستند.

جدول صفحه ۳۸: مقادیر ضرایب و Trend آخر ستون مهم است.

* وقتی $\frac{FTF}{RPM}$ را حساب می کنیم در اصل مقابل هندسه هستیم.

باقی پارامترها در تمام ساچمه ها تقلیل کرده ایم هدف بدون بعد کردن است (یعنی از تعداد ساچمه ها ارتعاش کرده است)

رفتار ارتعاشی یاتاقان ها:

- در حالتی که عیبی نداشته باشند سطح ارتعاشی آن ها خیلی کم است.
- معنی وقتی یاتاقان سالم است از ارتعاشات آن ها پیش بینی در فرکانس های صفحه قبل خاصیت به بافی فرکانس ها نیست ولی اندازه و شکل دامنه آن ها نسبت به حالت عیبی متفاوت است.
- از فرکانس های عیبی یاتاقان ها در صفحه قبلی می توان ردیابی کرد یا دو تا یا تک تک از آن ها را در حالت عیبی یاتاقان پیش فرکانس ها نیز اعوجاج هستند از شکل دیگر.
- در کنه سطح ارتعاشات بیشتر به کارهای ماشین و نیروها و عیبی های دارد.
- عیوب اجزای حوار و محرک (ساچمه ها) یاتاقان ها به مرور زمان بدتر و خراب تر می شود (از شروع های یاتاقان ها است) زیرا می تواند

یکشنبه
۱۸
تیر
۲۰ ذی الحجه ۱۴۴۴

Sunday
9
July
2023

۱۴۰۲/۰۴/۱۸

از ایرادهای دیگر زمان اجرا می‌باید در Time wave form دیده این دستگاه است که می‌توان چند بار برای هفته را جهت تعداد Time wave form پیکربندی و متوجه شده.

دستگاه‌هایی که قدرت هستند یا توان دارای از حالت Periodic monitoring استفاده کرد ولی در حالت خرابی چند بار مجبور از استفاده از Online monitoring هستیم تا آن دارنده توسط بالا رفتن اتومات متوقف شود.

عیوب یاتاقان‌ها از استفاده معمولی عموماً از یک خرابی دیده می‌شود که هم به علت خستگی فلز (metal Fatigue) در سطح فلزات شکل‌گیرنده روی یکی از این اجزا: راسته‌های (Race way) و یا ساچمه‌ها.

خرابی‌های خرابی یاتاقان‌ها می‌توان منحصر فرد است (برخلاف کدام انتظار) چند بعضی از هندسه و سرعت کاری یاتاقان دارند. (Distinctive)

عیوب یاتاقان‌ها مانند Pulse Forces هستند یعنی در اثر ضربه Spalling یا Pitting یاتاقان یا چک‌هایی برخورد می‌کند و یک ضربه ایجاد می‌کند. چون اوقات هم خرابی‌ها از یکی از FFT متوجه نمی‌شوند. با تحلیل با Time wave Form متوجه این‌ها می‌شویم. (ترکیب یا به آشکار) (مثل شکستگی خرد شده‌ها) در یک سطح ارتعاش دارند و مکانیک به پزشکی در ارتعاش‌های صنعتی یک (در اثر ضربه) خرابی یاتاقان‌ها در محدوده متوسط (Medium Freguency) هستند. شکل صفحه ۴۱ FFT است.

ولادت حضرت امام موسی کاظم (ع) – روز ادبیات کودکان و نوجوانان

دوشنبه
۱۹
تیر
۲۱ ذی الحجه ۱۴۴۴

Monday
10
July
2023

۱۴۰۲/۰۴/۱۹

موارد دی از عیوب Loco Frequency: عدم انطباق - عدم بالانس

- عدم هم محوری.

BSF، BPFI و BPFO نشانه: یاتاقان های سالم هم دارند

یا FTF را تولید می کنند ولی اندازه آن ها قابل توجه نیست ۱/۱۰ دامنه فرکانس

ها یا این که عطفه سالم است نسبت به باقی فرکانس ها هنوز بیک مسیر

می سنجند ولی در یک هم هستند

* اندازه ی sideband های قله ی فرکانسی که از تقاطع ها حاصل میشود

حضور sideband در FFT به این معنی است که یکی از یاتاقان ها دارای

آسیب دیدگی در یک محدوده ی خاصی یا یاتاقان افتاده است و یا هم ترکیب

شده اند.

از آنجایی که خرابی یاتاقان ها تدریجی است بنابراین پازه های مختلفی

برای خرابی یاتاقان ها داریم.

در خرابی یاتاقان ها ۴ گام داریم:

Stage 1 (Prefailure):

یاتاقانی خواهد خراب شود (هنوز خراب نیست) توسط فلاهر یا صدا یا

میزان ارتعاشات متوجه این مرحله را متوجه شویم که

- تنها توسط UT می توان Micro defect را متوجه شد ولی

این هم امکان پذیر نیست چون یاتاقان روی کار است.

- این فرکانس ها توسط SPike Energy (gSE) و یا توسط

سه شنبه
۲۰
تیر
۲۲ ذی الحجه ۱۴۴۴

Tuesday
11
July
2023

۱۴۰۲/۰۴/۲۰

(9) HFD (High frequency detection) و یا ارتعاش

(dB) Shock Pulse ارزیابی می‌شوند.

Guideline: GSE به توسط کتاب سبز از تکنیک‌های شنوده در اولین فایل مورد

حدود (25gSE) در این مرحله شناسایی می‌شود.

(تفاوتی که از لحاظ مواد (material) می‌افتد: ترک‌های میکرو و یا Spall های میکرو (فلوکه کم شدن) - عیوب زیرسطحی (برای همین از UT استفاده می‌شود) - وضعیت بیرینگ در این مرحله عادی است. عمر یاتاقان دست نخورده است و هنوز کاری نکرده در این مرحله)

Low Frequency : Zone A : 0.2 عیوب

در این مرحله دستگاه‌ها Defect Frequency عمومتاً نشان می‌دهند.

فقط 3 تا 9 gE ها که خیلی نزدیک هستند به هم را می‌سنجند.

Function از نظر یاتاقان خرابی

Stage 2 : (failure) :

در این مرحله عیب روی سطح آشکار می‌شود ولی هنوز به کلامر یا صدا شناسایی می‌شود

- عیب کوچک تولید شده فرکانس طبیعی یاتاقان را تحریک می‌کند.

- این بازه‌ی فرکانسی در دوری حدود 30k الی 120k (PM) است.

- حول فرکانس طبیعی در ارتعاش، پیام Side band به وجود می‌آید

(ارتعاش‌هایی که به اینگونه برسیده‌اند برای خرابی آن کرده‌اند)

- به صورت Guide line energy حدود 0.05gE - 20 اندازه‌گیری می‌شود.

مشخصات یاتاقان از عیوب: فلوکه کم شدن سطوح یا ساچمه‌ها و یا خرابی Cage

سنگین

سبک

چهارشنبه
۲۱
تیر
۲۳ ذی الحجه ۱۴۴۴

Wednesday
12
July
2023

- در این مرحله فرکانس Carrier های فرکانس طبیعی است.
۱۴۰۲/۰۴/۲۱
- در انتهای گام دوم می صدا افزایش می یابد.
- در انتهای گام دوم دماهم می افزایش می یابد.
در شکل ۵ که مربوط به گام دوم است در Zone A های فرکانس
کاتاکان داریم. در فرکانس های طبیعی Sideband ها تحریک شده اند.
و همچنین Strike Energy هم در این مرحله فرکانس های غیر تحریک
تحریک شده اند.

Stage 3 (Catastrophic Failure):

می تواند صنعت گیربکس یا قیر خیلی کم کردن (تولید صدای زیاد) شود.
خرابی قطعه رخ می دهد.
- خرابی خیلی سریع رخ می دهد
- افزایش چشمگیر صدا و نویز
- افزایش دما و overheat
- سایش سریع: در اثر سایش افزایش لقی و به هم خوردن بازده ها و احتمال
برخورد روتور با قسمت ثابت
هان ها و موتین ها
- ارهاها با فرکانس بالا را می توان توسط Self-Peening از بین برد.
Shot Peening: ساچمه ای را به سطح قطعه با فشار می زنیم و باعث تشکیل
فشار در قطعه می شود بنابراین مقابل تنش کششی که موجب ترک می شود ایجاد می کند
و جلوی رشد ترک را در قطعه می گیرد.
- در این مرحله فرکانس های غیر یا تاکان ها ۴ مورد اول و هارمونیک
های آن تشکیل می شود.

پنجشنبه
۲۲
تیر
۲۴ ذی الحجه ۱۴۴۴

Thursday
13
July
2023

۱۴۰۲/۰۴/۲۲

- در این مرحله علاوه بر هارمونیک ها sideband ها هم به وجود می آیند
در اثر خرابی و ساییدگی یاتاقان.

- در این مرحله سایش قابل دیدن و شنیدن است و احتمال دارد که در سطح وکل یاتاقان توسعه یابد.

- مقادیر Spike Energy در این مرحله (gSE) از مرحله ۱ (Zone A) است.

- در FFT این مرحله علاوه بر فرکانس های خود یاتاقان، فرکانس روتاسیون (Zone C)، فرکانس خرابی به وجود آمده همراه با sideband ها (Zone B) هم شنیده (Zone D) بالا رفته است.

با افزایش و بالا رفتن مرحله انرژی و (gSE) یاهای تشخیص افزایش می یابد

Stage 4 (Failure or Post Failure):

→ در این مرحله فرکانس در FFT از حالت Pulse like و مشخص (Discrete) خارج شده و به حالت نویز یا Broad band در آمده است.

noise Random (هم دارم)

(ارتعاشات رندم هم اضافه شده اند) (در اثر خرابی ساچمه ها و حلقه ها)

(ارتعاشات مانند نویز کف (پایه) (Floor) است)

- هر چه خرابی گسترش یابد، ارتعاشات با دور (Hz) هم به وجود می آیند

خود یاتاقان در ادامه موجب تولید عدد بالاتری هم می شود.

- در این مرحله احتمال دارد به علت افزایش تعداد ارتعاشات برخی از این ارتعاش ها همدیگر را خنثی کنند بنابراین در این مرحله gSE یا انرژی کل کمی از مرحله قبل کاهش می یابد و در مرحله چهارم شاهد

جمعه
۲۳
تیر
۲۵ ذی الحجه ۱۴۴۴

Friday
14
July
2023

۱۴۰۲/۰۴/۲۳

GSE [redacted] صرد اطمینان بالا برای کاربرد نیست.

- قبل از مرحله ٤ یا ۵ ثانیه ابتدای مرحله ۳ است که GSE افزایش می یابد.

در شکل صفحه ۵۸: علاوه بر وجود دوره های بالا تا ۵ ثانیه (Zone A) و Sideband ها در (Zone B) مشاهده می شود که مقدار (GSE) نسبت به مرحله قبل کاهش یافته و هیچ نقطه یا بازه به عنوان Random noise Floor به وجود آمده است (و کاهش روند است) و در مرحله ٤ از روند کاهش

* عدم تشخیص عیب یاتاقان ها (غیر از BPFI) در فرکانس های پایین و میانی

حساسیت روش های آنالیز ها در محدوده فرکانس بالا است بنابراین

برای این که عیوب فرکانس های بالا و فرکانس پایین با هم قابل تشخیص باشند

تکنیکی را برای خرد کردن اجزای دوار یاتاقان ها (ساچمه ها) استفاده

می کنیم که به آن High Frequency detection methods

یا Enveloping یا Amplitude demodulation (HFD یا

استخراج پوش) می گویند. با این کار عیوب فرکانس بالا را تشخیص می دهیم

در این فرکانس پاسخ فرکانسی (BPFI) را غیر کرده و سپس تقویت

(Amplified) و demodulated انجام می دهیم.

پوشش سیگنال را درمی آورد تا سیگنال اصلی را از AM بفهمیم.

هدف این روش: اعلام عیبی که به صورت تکرار شونده هستند را

نمایان و قابل رصد کنیم.

۱۴۰۲/۰۴/۲۴

توسط شتاب سنج ها باید مماسیان را انجام داد. به طور کلی

توسط شتاب سنج انجام می شود. demodulating

در شکل صفحه ۶۱: صنعتی مرسوم یک: همان سیگنال اصلی (Base) است

و یک مرتبه با (تماشای Ring type) این سیگنال حالت AM دارد.

اینها همان آشنه خرابی است که گفتیم (در Time waveform

دیده می شود می خواهیم آنرا در FFT پیدا کنیم)

به علت مرای خود بسته و این خرابات از بین می روند.

در هر بار که از این خرابات یا خرابی ها می کنند صدا (Bell) می دهد.

- در این روش (HFD) مرحله اول این است که فیلتر فرکانس بالا

به کار ببریم (HPF) یعنی فرکانس های پایین را حذف کنیم تا عیوب

فرکانس کم در تحلیل ما مداخله نکنند. فرکانس های بالای ۲kHz را عبور

می دهد (Cutoff frequency = ۲۰۰۰ Hz) تاثیر تداخل بالا فرکانس (دهیم تا فاصله نشوند.

خروجی: فرکانس های بالا را بدست آورده ایم ولی فرکانس های بالا با دامنه بالا

به فاصله فرکانس های Ring type پس این را هم باید حذف کنیم.

آنرا از نمودار Time waveform صفحه ۶۳ FFT گرفتیم حاصل نمودار ۶۴ است.

صفحه ۶۵: نمودار سیک: همان فرکانس های اولیه به صدای نواحی موجود در

نمودار ۲: فیلتر اعمال شده و فرکانس های پایین را حذف کردیم (Pband Stop = فرکانس های پایین)

مثل عدم بالانس، عدم انطباق و لق، شیفت و soft foot

در نمودار ۳: علاوه بر فرکانس های Ring type فرکانس های دیگری هم وجود دارند.

شنبه
۲۴
تیر
۲۶ ذی الحجه ۱۴۴۴

Saturday
15
July
2023

یکشنبه
۲۵
تیر
۲۷ ذی الحجه ۱۴۴۴

Sunday
16
July
2023

ذات ارتعاشات یا تاخیر ها: AM signals

۱۴۰۲/۰۴/۲۵

خودارزی: یک مرحله demodulate انجام می دهیم تا بتوانیم سیگنال اصلی یعنی سیگنال Carrier سینوسی را بیابیم.

خودارزی ۵: در این مرحله از یک فیلتر پایین گذر (LPF) استفاده می کنیم تا صرفا فرکانس های اول صفحه نگونه ها را مورد بررسی قرار دهیم (حذف می کنیم امواج Highpass را نادیده بگیریم)

Highlight

مرحله ۶: در این مرحله فرکانس های مربوط به باتاقان ها را می گیریم یعنی Sideband یا همان پدیده ها را تا دیده می گیریم.

مرحله ۷: در شناسایی این مرحله فقط فرکانس های باتاقان ها را داریم در یک جمع توان گفت که: اول ما (HPF) داریم و سپس یک سیگنال (یا موج) داریم تا فرکانس های باتاقان ها را ببینیم و سپس یک (LPF) استفاده می کنیم تا فرکانس های بالا هم حذف شوند.

نواحی مشخص شده در ۶۶: نواحی پیشنهادی هستند (Envelope) تا فقط مربوط به باتاقان ها را ببینیم. در مرحله ۶ در ۶۶ دامنه ارتعاشات کم است. رفته رفته دامنه زیاد می شود.

مرحله ۳: شروع خرابی ها مرحله ۴: همان مرحله Post failure است

ارتعاشات به حالت Wide band noise تبدیل می شود است

* بنابراین وقتی یک سیگنال را پیش بینی (Envelope) می کنیم برای فقط این است فقط فرکانس های کم را می بینیم یا می گذاریم فرکانس های بزرگ حذف می شوند.

دوشنبه
۲۶
تیر
۲۸ ذی الحجه ۱۴۴۴

Monday
17
July
2023

۱۴۰۲/۰۴/۲۶

نمودار صفحه ۶۸ : Baseline Data و پیکهای.

یکی دیگر روش ها غیر از اندازه گیری معمولی است (الخصوص بیشتر مرحله دوم)

یاتاقان ساده = SKF 6203

هر کدام از یاتاقان ها برای خودشان فرکانس صوتی دارند (نمودار صفحه ۶۹)

پاتاقان ها حرکت دورانی دارند و قطعه ساچمه مخلوط می شوند (به سرعت زیاد نیاز دارد)

فرکانس صوتی خرابی های یاتاقان ها (همان فرکانس مورد) از خرابی خود المان های هم کمتر است.

در یک خرابی معمولا ابتدا از ساچمه و سپس خود شیار و نهایتا قطعات می شکنند.

* از نمودارهای صفحه ۷۰ و ۷۱ نمایان است که وقتی که خرابی load زیادی می شود دامنه نوسانات هم در حال خرابی هم کم می شود. یعنی کاهش دامنه نوسانات به معنی خرابی است که نوسانات را مضمحل می کند

Week 09 : Gear Failures:

چرخ دنده ها جزو اعضای انتقال دهنده قدرت هستند که دائم استفاده می شوند.

مزایای چرخ دنده ها:

نسبت به وقتی که انتقال می شوند قدرت و بالی را انتقال می دهند

صلب هستند (کمتر شکل می شوند) بنابراین به صورت ۱۰۰٪ می توان روی

نسبت تبدیل یا افزایش قدرت حساب کرد. همچنین لغزشی ندارند و دقیق هستند

به مزایای که دارند متعادل کننده ارزان هستند. همچنین در سرعت های بالا

هم می توانند کار کنند برخلاف چرخ ها و زنجیرها یا تسمه ها.

در دور بالا بیدا خرابی گیربکس از جا یاتاقان می شکند

(در سرعت های بالا)

سالروز تاسیس نهاد شورای نگهبان

۱۴۰۲/۰۴/۲۷

عیوب چرخ دنده ها:

• بسیار حساس به روغنکاری

• حساسیت بیشتر به نصب و انطباق درست. اگر درست نصب نشود پرسروصدا و عمرشان هم به شدت کم می شود.

• نسبت به سایر انتقال دهنده های قدرت پرسروصداتر هستند

چرخ دنده ها انواع زیادی دارند:

مطابق چرخ دنده های مخروطی ها به کوتاهی کاردر نزدیکی قله شیب پیکان دارند

مدل های تیغه: Planetary:

خورشید چرخ دنده sungear است (مناسب برای چرخ دنده ای که نسبت تبدیل بزرگ با چند شروع) دارای چند sums چرخ دنده سیاره ای یا (Planet) یا (moon gears) چرخ دنده های کناری تمام دیگر پیکان Carrier است.

ساده ترین چرخ دنده ها: Spur gears

این دو شکل معمولی کاربرد دارند. دندانه هایشان صاف است

یکی از داده های مهم برای تحلیل (طراحی) یک چرخ دنده ها دانه تقاسیمان روی آن است: دایره گام (Circular Pitch)

دایره سر دندانه ها = Addendum circle

دایره ته دندانه ها = Dedendum circle

منحنی که پایه چرخ دنده ها طبق آن ریخته شده (Involute)

۱۴۰۲/۰۴/۲۸

Profile Involute:

روشی است که سرعت زاویه‌ای دنده‌ها را با دندانه‌های قبل درگیری می‌شود نسبت تبدیل ثابت می‌زند (یعنی $\omega_1 = \omega_2$) ولی در عمل این صورت نسبت تبدیل به درستی اجرا نمی‌شود و دور ثابت نمی‌ماند.

تضمین کننده نسبت تبدیل در کل تماس یکسان باشد.

در یک جفت چرخ دنده: یک pinion داریم که است driver و یک gear داریم که است driven (و $R_6 \beta$)

است: هر چرخ دنده با ۳ مشخصه معلوم می‌شود:

دور = ω ، تعداد دندانه = N ؛ d_p و N_p و ω_p

↳ pinion ← ← قطر = d

اگر چرخ دنده‌ها ساده باشد:

$$\frac{\omega_g}{\omega_p} = \frac{d_p}{d_g} = \frac{N_p}{N_g}$$

gear

بنابراین دور با قطر و تعداد دندانه رابطه عکس دارد

این روابط از سرعت خطی بین دو چرخ دنده بدون لغزش آمده است

$$r_1 \omega_1 = r_2 \omega_2 \quad (r = d/2)$$

$d = m \times N$ → تعداد دور

قطر ← ↳ مدول

دو چرخ دنده که با هم در تماس هستند مدول یکسانی دارند.

m → in metric

۱۴۰۲/۰۴/۲۹

GMF = Gear mesh frequency :

برای یک جفت چرخ دنده‌ای که باهم درگیری میکنند است.

$GMF = N.w$ ($Npinion = N_{gear}$)

N فرقی ندارد برای gear یا pinion

مثال: $w_p = 1200\ rpm$ و 40 teeth

$\rightarrow GMF = 40 \times \frac{1200}{60} = 1200\ Hz$

برای تبدیل به ثانیه

نسبت تبدیل چرخ دنده‌ها چون محور یا هم‌گذرنده است یعنی:

مثلا ۲ به یک : سرعت را نصف می‌کند (می‌کاهد)

- از spacer ها در بین دو محور موازی استفاده می‌شود.

- دنده‌ها موازی هستند یا محور ثابت

- تک چرخ دنده در جاهایی که طول درگیری هست

- وقتی برخورد دنده‌های یک و دو باهم درگیر و در حال انتقال فرکانس غالب هست

پینیون ۵ تا دنده‌ها و دنده‌های ۳ و ۴ باهم درگیر می‌شوند.

- چرخ دنده‌ها را توسط تریبولوژی سرد درگیر می‌کنند. بنابراین استحکام چرخ دنده وابسته است به استحکام دنده‌ها است. (بیشترین نیرو و تنش روی انتهای دنده است.)

معمولا چرخ دنده‌ها را surface hardening هم می‌کنند و زیاد جای خراش سطحی و همچنین سایش می‌شوند.

- تماس روی یک نقطه است.

مثال

Tooth Profile = Involute

۱۴۰۲/۰۴/۳۰

انواع صدمه‌های نرمال چرخ دنده‌ها: (Failure modes)

- Surface fatigue
- Bending fatigue → چرخ دنده کشیده می‌شود

بیشتر به‌کار می‌رود یا Overload یکی از موارد خوب زودتر خرابی می‌دهد.

- به هر دلیلی اگر چرخ دنده استحکام کافی نداشته باشد یا در اثر کار زیاد تغییر شکل دهد

- مدل تست تیبل را بسیار می‌زند و میزان شکست و عیوبی را محاسبه می‌کند.

- 6 مدل‌های فرسایش‌های یا تاقان‌ها است که در آن ارتعاشات رخ می‌دهد. تا برای ارتعاشات شدید در 6 MF رخ می‌دهد

Friday 21 July 2023

جمعه ۳۰ تیر ۳ محرم ۱۴۴۵

Helical type:

مثل گیربکس ماشین (خودرو)

دو قابل دنده‌ها زاویه دارند. در شرکت‌های صنعتی کاربرد دارند

به زاویه آن ψ یا helix angle می‌گویند. این زاویه باعث

می‌شود چرخ دنده‌ها که با هم در تماس‌اند باید هم اندازه و متحالف هم باشند تا جفت با هم

حرکت و درگیر شوند.

خط تماس در این نوع شکل زاویه دار است (slanting line)

تک دندانه Pinion روی Gear می‌آید و شروع به خلیدن می‌کند تا آن را تمام کند.

چرخ دنده‌های "Helical" برعکس "Spur"ها چون درگیری آن‌ها

در یک خط تماس کامل است (روی یک نقطه نیست) بنابراین صدای کم‌تری

دارند و همچنین نسبت تبدیل بالاتری را می‌توانند انتقال دهند.

۱۴۰۲/۰۴/۳۱

شنبه
۳۱
تیر
۴محرم۱۴۴۵

Saturday
22
July
2023

نسبت تبدیل مماسی برای Spur ها نسبت ۱ / ۱ است ولی
برای Helical ها تا (۱.۰) هم می‌تواند اعمال کند.
- این مورد را Helical ها می‌توانند نیرو و تنش بیشتری را تحمل کنند.
تفاوت با Spur ها: چرخ دنده ساده (Spur) دو نیروی تحمل
تماس دارند (۱ مماسی (یا محیطی) و ۱ شعاعی) و نیروی شعاعی به
خاطر Pressure angle وارد می‌شود که سبب تحمل می‌شود.
اما در Helical ها علاوه بر مماسی و شعاعی نیروی محوری
یا axial هم داریم. (به خاطر وجود شیب تماس با خط
meshing و ارتفاعات بالایی را ایجاد می‌کند)
در Spur ها نیروهای شعاعی زیاد است اما در Helical
ها نیروی شعاعی کم است (در Helical نیروی محوری بیشتر است
و در Spur شعاعی)
ذات یاتاقان‌ها حیوری است که نیروی محوری را تحمل نمی‌کند مگر اینکه
یاتاقان مخصوص این کار باشد حال یک ترکیب برای چرخ دنده‌ها
وجود دارد که در آن مجموعه ۴ چرخ دنده متصل به هم داریم که زوایا
مخالف دارند بنابراین مجموعه چرخ دنده‌های یک دو نیروی محوری
خلاف تقابلی چرخ دنده‌های مجموعه جبران می‌شود. به این طراحی
Double helix یا Herring bone می‌گویند که نیروی محوری
را خنثی می‌کند.
net thrust یا

۱۴۰۲/۰۵/۰۱

worm gear: (چرخ دنده حلزون)

یه پیچ روی worm و یه یا چند gears می‌رونند. (دنده‌ها عمود بر هم متقاطع هستند)

worm: خط که پیچ باهش هندایست.

برای مواقعی که نسبت تبدیل بالایی خواهیم استفاده می‌شود (مثلا ۴۰)

در این حالت باقی چرخ دنده‌ها را نمی‌توان استفاده کرد.

کاربرد: شل آسانسور (دور پایین کم باشه) - همزن شیمی (دور بالاست ولی باید روی این حالت هم باشه)

در این مورد بسیار / فلاف توان داریم (Sliding wear)

روی دنده‌هایی با زاویه ۹۰° عرضه می‌کنند (باقی حالت هم می‌شود ولی ۹۰° است) (دنده worm با Gear ۱۹۰° اختلاف دارد)

- در این مورد نسبت تبدیل با نسبت حکم برابر نیست. $\left(\frac{\omega_2}{\omega_1} \neq \frac{d_1}{d_2}\right)$

Bevel gears:

Right angle ←

تقریبا شبیه Spiral gears هستند ولی روی دنده‌های عمود بر هم کاربرد دارند

معمولی دنده‌های موازی کاربرد دارند

نسبت تبدیل بالایی را تحمل نمی‌کنند. (سطح تماس کمی دارند)

کم‌تر از Spiral gear ها قدرت را انتقال می‌دهند (ضعیف‌تر)

شباهت یک به دو هستند.

Conical shape

مناسب برای دنده‌های عمود بر هم و متقاطع‌اند.

دو مخروط‌های ساده و نشیب‌دار هستند (مدل منحنی‌وار نیست (دارد) دندانه‌های Spiral Bevel ها helix هستند (مدل منحنی‌ست (به جای خط‌ها))

backlash = لقی چرخ دنده

۱۴۰۲/۰۵/۰۲

در یک دور Bevel ها (چه مشکی چه صاف) : تست تعادل دینامیکی

تست دندانه است (کاری به فک ندارد)

gears Failure modes:

Pitting : خوردگی سطحی

Corrosion : Scuffing

شکست دندانه : Tooth breakage

سوراخ دیدن دندانه : Tooth damage

ترک خوردن Cracking

Surface Fatigue / خستگی سطحی : General wear

→ Indirect یعنی عمده ای از خرابی چرخ دنده ها به خاطر یاتاقان هاست

زیرا اگر شفت روی یاتاقان درست قرار نگیرد به چرخ دنده آسیب وارد میشود

backlash اگر بیش از حد زیاد و چه کم آسیب زا است.

لقی چرخ دنده باعث چرخ دنده صدا میکند.

عیب Directly مرتبط با چرخ دنده ها : عدم انطباق چرخ دنده ها

عدم هم محوری چرخ دنده با شفت و معیوب ساخت چرخ دنده ها

یا عدم یکسان بودن مدول / باید برای یاتاقان

تماس ناصحیح (ناشی از نقص ساخت) Uneven wear =

سه شنبه
۳
مرداد
۷ محرم ۱۴۴۵
Tuesday
25
July
2023

۱۴۰۲/۰۵/۰۳

دلایل دیگر به وجود آمدن عیوب را در دستگاه‌های چرخ دنده بررسی کنید:

- سن و کارکرد زیاد (سال‌های قدیمی)
- overload
- کمبود روغن‌کاری
- آلودگی روغن
- چرخ دنده‌ها چون سر روغن‌کاری خیلی خشک هستند علاوه بر اصطکاک می‌تواند توسعه آثار روغن‌کاری آن‌ها را بررسی کرد. با روغن خوب پاسخ می‌دهند)
- انتخاب مواد یا مشکل ساخت (مثال Premature در بلبرینگ‌ها) wear خواهد شد
- تکنیک‌های آنالیز چرخ دنده‌ها:

Oil Analysis: چرخ دنده‌ها معمولاً steelbase هستند برای همین آهن و کروم (برای استحکام) - نیکل - وانادیوم دارند پس مقدار خرد شده می‌تواند آن‌ها را شناسایی کند.

Wear Debris: با آنالیز هندسه و تعداد می‌توانه تعداد و اندازه و نوع خرابی را نشان دهد.

Vibration Analysis: ارتعاشات سینوسی (شناسایی از شتاب‌سنج) توسط تئوری تبدیل فوریه می‌توان ارتعاشات سینوسی را تعریف کرد. توسط اختلاف فاز تولیدی بین Key Phasor معیار سنجش است برای اندازه‌گیری.

چهارشنبه
۴
مرداد
۸محرم۱۴۴۵

Wednesday
26
July
2023

۱۴۰۲/۰۵/۰۴

Bump test (Impact test) : analysis
Experimental modal آنالیز مودال تجربی
خروجی آن : شکل مود و فرکانس طبیعی

Gear box Casing Vibration :
ارتعاشات جعبه دنده یکی از مشکلات زیادی دارد زیرا در اکثر
چرخ دنده ها ارتعاشات را تقویت و سطح های زیادی صدا تولید میکنند
برای کنترل ارتعاشی هر چرخ دنده باید ابتدا کنترل
داد یعنی دور مشخص تعداد دندانه ها و شکست ها را بررسی کنیم
معمولا در گیربکس GMF هستیم (N و n) فقط دندانه ها را نگاه
در Helical ها فقط باید تعداد دندانه ها را داریم (صفحه ۲۲)
GMF ربطی به چرخ شفته ندارد به روح چرخ دنده ها ربط دارد.
چرخ دنده ها و محور های گیربکس های ما در فرکانس های بالا است
بنابراین سنج پرای چرخ دنده ها مناسب است
جهت اندازه گیری هم اهمیت دارد در محاسبات ارتعاشی . نوع چرخ دنده
جهت اندازه گیری را مشخص می کند. SPUR ها محوری ندارند
Helical ها و Bevels ها و worm gear ها نیروی محوری
خنثا وجود دارد .
سوال جهت اندازه گیری : در چرخ دنده ها ترجیحا از کدام جهت چرخ دنده را
کل خط هم بررسی کنیم (اما همیشه امکان پذیر نیست)
خط انتقال قدرت هم در چرخ دنده ها مهم است . در این صورت

روز بزرگداشت شیخ صفی الدین اردبیلی

پنجشنبه
۵
مرداد
۹ محرم ۱۴۴۵

Thursday
27
July
2023

۱۴۰۲/۰۵/۰۵

ترجیحا باید سنسور را قرار داد تیروقدرت در این جا بیشتر است)

* تشریح یاتاقان ها

در شکل ۲۵ ، نیروهای محاسبه شده یاتاقان ۴۰۶۱ و ۴۰۶۲ به ترتیب

یاتاقان ها را تولید می کنند محاسبه برداره کامل هستند (نه بزرگی)

عیب یابی خرابی دنده ها دشوار است زیرا:

- دستیابی و تعمیب در شرایط خرابی دنده سخت است

- ارتعاشات خرابی دنده توسط یاتاقان انتقال داده می شود.

زیرا گشتاور محرکه در بین خرابی دنده ها هستند (Debris)

که موجب ارتعاشات جانبی می شوند (Tooth Vibration)

- صدا از نیروهای یاتاقان مراحل خرابی دنده است (صدا دارد)

صدا می تواند حاصل از یاتاقان ها نیز باشد (۳ و ۴)

صدا خرابی دنده دارای انواع زیر می باشد:

- عیوب حاصل از طراحی یا ساخت (Transmission errors) و

نیرو و بار (load) و تعداد دنده ها

عوامل غیر از خرابی روی ارتعاشات تاثیر می گذارند:

سرعت: به صورت فرکانس وارد شده هستند

نوع: نوع گشتاور و نیروها (توانی که مشتقاتی کند) غیر از (wormgear) صدا (انتقال یافته خرابی دنده ها

حدود ۹۸٪ الی ۹۹٪ فرکانس ($T_1\omega_1 = T_2\omega_2$)

نسبت گشتاورها خلاف دور است.

۱۴۰۲/۰۵/۰۶

جمعه
۶
مرداد
۱۰ محرم ۱۴۴۵

Friday
28
July
2023

شرایط ایده آل برای اندازه گیری:
شرایط پایدار (یعنی اثرات موقتی نباید باشد)
برای هر دوره خاص باید شرایط عامی انجام برای همه ی اندازه گیری ها انجام شود

Duty cycle: بستگی به رژیم کاری دارد (صفحه ۱۲۸)

Excavator swing = بیل مکانیکی

full Bucket = بیل پر

High load, low speed نواحی عرض صفحه ۲۹: رژیم

Backlash = فاز خلاص یا حالت پایدار است

Windup = فاز خاموش کردن پیل است

موارد مورد بررسی برای عیب یابی:
عمده عیوب غیر مستقیم مرتبط با یاتاقان ها است. بنابراین فرکانس های یاتاقان ها و هارمونیک های آن ها را می یابیم. خود شفت هم دوره ای Rotational speeds و هارمونیک های آن ها را مساوی گیریم GMF (N x W) و هارمونیک های آن ها

sideband ها هم در عیب یابی کاربرد دارند که اطراف هارمونیک های آن ها

* خود چرخ دنده مو یا دیسک روی شفت هایشان میزان

چرخ دنده ها در حال انحراف k و m جدید است. (wobble)

* چرخ دنده های مارپیچ هم بیشتر با این کار درگیر نسبت به حالت

* تغییر شکل و تغییر طول یاتاقان ها به خاطر نیروی اعمالی بر دندانه ها

عاشورای حسینی (تعطیل)

۱۴۰۲/۰۵/۰۷

برخی از معیوبی که در Time Domain Analysis به خوبی دیده می‌شوند

برخی از عیوب مربوط خود دنده‌ها (شکستگی یا ترک) به صورت

پیکی در Time Domain وارد می‌شوند)

در خود آن سوء محکمیت وارد می‌شوند. توسط Kurtosis به خوبی نمایان می‌شوند

Time Domain Averaging:

پایین‌ترین از اشکالات است. زیرا شکست یا خرابی دنده دیگری

شکست دیگری ارجحی ندارد با این کار (Baye) از اعتماد کم تا پنجم

هزاری خود شکست است یا شکست دیگری.

(Accentuated) برجسته‌تر

* برای مفید بودن باید تعداد صاف‌کنندگی هم لحاظ شود.

ارتعاشات جایی مثل رنده و ارتعاشات شفت خنثی می‌شوند.

پاسخ برای سیگنال‌های تکراری و دوره‌ای است مثل چرخ‌دنده‌ها

برای Data collector ها باید Triggering انجام دار

هر عیبی مربوط به اتصال دو چرخ دنده (چرخ) پاسخ در GMF خود را نمایان می‌کند

برخی‌ها برای عیوب هم‌صوری چرخ‌دنده‌ها دنبال GMF و Sideband های آن

می‌رویم (درخواست عدم هم‌صوری (نمودار صفحه ۳۷)

* اگر چرخ‌دنده‌ها (Backlash) اضافه باید روی یک محدوده‌ای

تلرانس داشته باشد (مجازیه تغییر شیفت)

Backlash ↑ → صدا

Backlash ↓ → سایش و خوردگی

orders = Harmonic

روز تجلیل از اسرا و مفقودان

۱۴۰۲/۰۵/۰۸

یکشنبه ۸ مرداد ۱۲ محرم ۱۴۴۵

برای اینکه به پیدایش عیب مربوطه برسیم از sideband استفاده می‌کنیم. (sideband از یک سیگنال اصلی جدا می‌شود) به chipped gear, cracked, broken و ... Time waveform نمایش می‌دهد (از عیب عدم پایانی هستند بنابراین کاری با GMF نداریم) (فرکانس طبیعی)

در این مورد از دو طیف استفاده می‌کنیم (کپستروم) یکی هم Time wave form و FFT

Tolerance (بوست) gear box داده‌ها جهت تعریف

خطوط GMF و همچنین شفت‌ها هم تعریف شده (فرکانس طبیعی)

در این صفحه دامنه‌ها متداول‌ترین شاخص در Time waveform

GMF: متناسب هستند به سایش، خستگی، Backlash، Scoring و عدم هم محوری.

Scoring یک نوع سایش روی دندانه‌ها است که در آن دندانه‌ها مرتب خورده شده‌اند.

در FFT: پرشدن هارمونیک‌های GMF (پیک) همراه با sideband‌ها

می‌بینیم (فاصله‌ای sideband‌ها یک برابر Pinion و یا یک برابر gear است)

* سایش به اشکال عدم روغن‌کاری مناسب است:

ارتعاش‌های بر خود GMF نداشته باشیم اما در NGMF

شهادت حضرت امام زین العابدین (ع) - روز بزرگداشت شیخ شهاب الدین سهروردی

Sunday 30 July 2023

SMF Common ... running speed

۱۴۰۲/۰۵/۰۹

باید sideband های GMF را بدست بیاریم. (بازخوانی)
(بیشتر حرف زدن همان زیاد است)

در یک صفحه ۳۹:

low speed shaft: 1X gear (reduction)

high speed shaft: 1X Pinion

Intermediate frequency: فرکانس های یاتاقان ها و یا فرکانس های X۵ و X۶ ها

Gear mesh frequency: مربوط به درگیری دندانه ها و هارمونیک ها یشان (و sideband هایشان)

Guideline برای عیب یابی:

ارتعاشات وبا وجود یک نشانگر گزارش در ISO ۱۰۸۱۶ نیست اصولا.

در ارتعاشات عادی (نرمال): تمامی پیک ها دامنگی دارند و بخصوص فرکانس طبیعی وجود ندارد

در شرایط عادی دامنه ارتعاشات ضرایب هارمونیک ها (harmonic multiples) عموما کمتر از 1/. نسبت به fundamental هستند.

در مواقعی که ارتعاشات نرمال است پیک ها و sideband ها هم از لحاظ تعداد و هم از لحاظ اندازه متعادل هستند.

* اگر تعادل ها بهم نخورده باشد (هم اندازه و هم تعداد) فقط همین اندازه ها یا کم شده باشد ← به حالت نرمال است (دقت

روز اهدای خون

در سیگنال‌های OFDM و اطراف آن Side band Spacing FFT قرار دارد.

سه شنبه
۱۰
مرداد
۱۴محرم۱۴۴۵

Tuesday
1
August
2023

۱۴۰۲/۰۵/۱۰

در حوزه فرکانس زمانی بیشتری می‌شود به علت بیشتر و بیشتر ارتفاعات [redacted] می‌یابد تا حدی فرکانس افزایش [redacted] می‌شود.

بر اساس Spacing در Side band های توان فرستاده شده جزء موجب عیب سیگنال است.

عیب یابی:

سایکل پرفیکس: بسیار متداول است. می‌تواند به صورت زمان دار و فرکانسی و یا ترکیبی از هر دو باشد (با گام بود روشن یا نصب ناقص باشد)

حالت اول: خرابی کلیدی اتفاق می‌افتد (Fix).

Spacing ها اگر بیشتر از دوره هر کدام از سیگنال‌ها Side band با هم نیز همانیک مربوط به آن خراب شده است. برای همین می‌توان فرستاده شده خرابی شده است)

Side band ها بیشتر از اندازه‌ی GMF ها موجب ایجاد ناهمانی می‌شود.

زمانی که سایکل پرفیکس دیده می‌تواند که GMF ها تغییر نکنند ولی وجود دارد Side band ها خنثی‌سازی سایکل است.

البته زمانی Side band های بزرگ‌تر از GMF زمانی مشخص می‌شوند که سایکل افزایش یافته است.

سایکل [redacted] دندانه‌ها و تغییرات لبه‌ها موجب تغییرات

چهارشنبه
11
مرداد
۱۵محرم۱۴۴۵

Wednesday
2
August
2023

۱۴۰۲/۰۵/۱۱

در FFT این خواص را اندازه می‌گیریم.

* در Spacing برای sideband ها می‌شود.

* معمولا ۴۹: افزایش sideband ها اگر نزدیک شده باشد نمایانگر افزایش سایش است.

خارج بودن از مرکز و Backlash: در GMF نمایان می‌شوند

* در GMF، sideband ها هم ظاهر می‌شوند که بیولایه سخت روی حرف هفتم هستند

* معمول عدم هم‌محوری با Backlash: این تماس معمولا

GMF و هر تماس طبیعی را تشکیل می‌شده هر دو در

* sideband ها معمولا بنابراین در سگنال ۵۰: طیف فرکانسی

و هم از راست به (Fn) هم دارد backlash است و

طیف فرکانسی اول از راست که Fn ندارد بیولایه عدم هم‌محوری است.

* در GMF معمولا تا هفتمی یابد با افزایش نیرو اگر Backlash عیب باشد

زیرا این نیرو لقی کم می‌شود.

GMF + Fn → backlash

Gear Misalignment:

عدم انطباق دو چرخ‌دنده روی هم (از راه‌بردار نه)

* شرط لازم برای عدم انطباق این است که هارمونیک‌های ۲ و یا بالاتر از GMF

به همراه Sideband های آن موجود باشند.

* معمول در این سه‌گونه 1X GMF و بیشتر گاه از 2X یا 3X برای GMF دارند

* برای مبدل لازم است که بیشتر باشد (Fmax) بهتر باشد تا 4 GMF

را بگیرد.

شناسایی دندانه‌ها و شکستگی و یا ترک دندانه‌ها موجب عدم تقارن در Sideband ها می‌شود.

۱۴۰۲/۰۵/۱۲

برای عدم انطباق چرخ دنده‌ها لزومی ندارد که سخت‌ها باهم زاویه بسازند و یا زهم عدم انطباق داریم.

* در عدم انطباق چرخ دنده‌ها خبری از شکست طبیعی نیست Cracked or broken gear teeth:

در Timewave form هم نمایان می‌شوند با ۱ دور گام با الگوی مشخص تکرار می‌شوند. علاوه بر ۱x دور سخت فرکانس طبیعی هم تحریک می‌شود. (مانند Sideband ها)

* برای مواردی که ترکیبی (یعنی هم Timewave form هم FFT) بهترین حالت است.

* برای آشکارسازی خرابی چرخ دنده باید زمان بین دو خرابی را بدانیم و عکس این زمان آنچنان دور شفت بوده یعنی فرکانس داده است. (1xRPM)

بنابراین زمان بین خرابی‌ها (Impact) متناظر است با (سرعت) چرخ دنده‌ها در آن خرابی.

* ضربه‌های خرابی در FFT ها در (1x) یا است (بزرگ است)

* بر اساس رفتار Sideband ها می‌توان تشخیص داد که شکستگی یا ترک رخ داده یا نه. بر اساس عدم تقارن Sideband ها می‌توان از لحاظ شدت و عدم از لحاظ دندانه‌ها یا نه.

لقی چرخ دنده‌ها خودشان (Gear loose fit):

جمعه
۱۳
مرداد
۱۷ محرم ۱۴۴۵

Friday
4
August
2023

۱۴۰۲/۰۵/۱۳

خرابی دنده روی شفت توسط Keyway یا خراشیدگی شفت. احتمال دارد که هارمونیک Overload یا سیدبانداهای نزدیک شود. در این شرایط در FFT در ابتدای حالت های Noise Floor و همچنین (۱X) اهمیت دارد. هر انحراف از حد عدم یکنواختی است.

Noise Floore زمانی است که ۲X، ۳X و ... دیده نشود.

Pattern زمانی که شکل موج پیوسته دیده نشود و بصورت ضربه ای باشد.

Gear assembly Problems:
(Involute Profile ساخت) مشکلات ناشی از خرابی دنده (مربوط به طراحی

Gear Assembly Phase Frequency یا GAPF زمانی که: زمانی است که GMF به همراه subharmonic

(مشخص شده روی FFT) با sideband ها همراه می شود. این subharmonic ها مطابق اندیس GAPF

Gear Hunting Tooth Problem:

حاصل از طراحی است. مشکلات مربوط به گیربکس های کاهنده است که کوچک تر از (۱X) است

زمانی است که دندانه یا گروهی از دنده ها مشکل دارد (حاصل از طراحی به

علتی که صحبت می شود (همیشه روی هم قرار می گیرند) = Mating Flaw

برای زمانی که شما همیشه دندانه های ۳ و ۴ روی هم می افتند (در هر دور)

NA = Assembly Phase Factor:

تعداد دفعاتی است که دندان خاصی از یک چرخ دنده با یک دندانه خاص

از چرخ دنده دیگری ارتباط برقرار می کند (دندانه شماره ۲ با شماره ۱۰)

۱۴۰۲/۰۵/۱۴

f_{HT} = Hunting فرکانس :

$f_{HT} = \frac{60 M F \times N_A}{T_{Gear} \times T_{Pinion}}$

f_{HT} ← فرکانس هارمونیک

N_g ← T_{Gear}

N_p ← T_{Pinion}

هر بردار حیف دکر دیده ← M

Phase factor ← F

N_A

Handbook :

Practical machinery Vibration analysis and predictive maintenance:

صفحه ۱۲۸:

عیوب Meshing می‌توانند باعث فرکانس‌های ساخت و یا مشکل حاصل از جابجایی و آسیب دیدن باشند.

تشدیدها (Beat) هم در فرکانس‌های پایین هستند

فرکانس Hunting (تشدیدها در فرکانس پایین) پایدار و زیاد است.

فرکانسی زیر 1.4Hz هستند (60 CPM)

N_A = های که کمک‌کننده عامل مشترک بین تعداد دندانه‌ها روی Gear

Pinion / است.

* اگر ($N_A = 1$) باشد یعنی در اتصال بین دو چرخ دنده تشدیدهای دندانه‌های Pinion و دندانه‌های Gear را در دوران‌های مختلف خواهند دید.

* اگر ($N_A > 1$) باشد: مثلاً اگر ($N = 3$) باشد، تعداد دندانه‌ها

شنبه
۱۴
مرداد
۱۸ محرم ۱۴۴۵

Saturday
5
August
2023

یکشنبه
۱۵
مرداد
۱۹ محرم ۱۴۴۵

Sunday
6
August
2023

۱۴۰۲/۰۵/۱۵

۳ و ۴ تا جلوی آنها یعنی مثلا او ۴ و ۷ و ۰ - و این ها با چه دندانه‌هایی درخ رنده دیگری ارتباط دارند می گیرند (یعنی دندانه های جفت این ها مثلا ۲ و ۳ و ۵ و ۶ (عملا کاری نمی کنند)

از لحاظ طراحی در بهترین حالت دنیال (Phase Factor = 1)

هستیم زیرا در این صورت تمامی دندانه ها از Pinion تمامی دندانه ها در gear را صاف کنند تا توزیع خوردگی و توسیع یزوها یکنواخت باشد.

پل محاسبه Phase Factor : دنبال بزرگ ترین عامل مشترک بین تعداد دندانه های Pinion و gear مثلا کی ۹۸ است و یکی کمتر (۹۷ = N) است

بنابراین همه دندانه ها هم دیگر را می بینند (در شرایط عادی)

اگر ها مه برداشت اطلاعات به درستی تشکیل نشود اصطلاحا (در سیکل FHT) گفته می شود

زیرا به شکست کوچک است.

ادامه فایل های CM (صفحه ۶۲) :

زمانی عیوب خیلی دندانه ها در قرنامه بالا هستند اما آنی در چرخ دنده ها حرکتش پایینه

دیدیم یعنی مشکل از طراحی و ساخت و نصب است. (های FHT)

Gear tooth shape:

منظور همان پروفیل است.

نحوه ایجاد Involute : اگر یک نخ را محکم روی محیط دایره ای قرار دهیم و

نخ را کشیده و پیوسته دایره را از راه راست باز کنیم، مسیر منتهی به انتها

۱۴۰۲/۰۵/۱۶

دوشنبه
۱۶
مرداد
۲۰ محرم ۱۴۴۵

Monday
7
August
2023

نخ ملی می کند ها / Involute Profile / است نیاز
می خواهیم (V = ۲۷) ثابت باشد
تغییرات و خطاهای کوچک در فاصله مرکز تا مرکز چرخ دنده ها عمل
meshing (حفت کاری) را مختل می کند.
۴K / تصاویر سونوگرافی که از جنین تهیه می شود
بازهم می آید.
صفحات ۶۴ تا ۶۷ را حذف کرد (ولی خوانده شود)
gear ratio = driven دنده های / driver دنده های
معمولا بزرگتر از یک است
صفحه ۶۸: برای چرخ دنده های ساده معمول
Pressure Angle ها ۲۰° است یعنی Line of Action زاویه ای که
وارد می کند دندانه ها به یکدیگر مماس بر دایره گام با آن زاویه
زاویه حدود (ϕ) می سازند.
مولفه مماسی / Common tangent : تولید گشتاور
مولفه عمودی / Normal to common tangent : تولید نیروی محوری
(Circular Pitch) این خط مماس است بر دایره گام
* در مجموعه چرخ دنده ها حتی اگر چرخ دنده ها با هم تماس
چرخ دنده ها تولید ارتعاش می کنند.
** هرچه تعداد دندانه های چرخ دنده های (gears) زیادتر

سه شنبه
۱۷ مرداد
۲۱ محرم ۱۴۴۵

Tuesday
8
August
2023

۱۴۰۲/۰۵/۱۷

باشد مرتبه‌ها پیوسته‌تر و دامنه‌شان بالاتر خواهد بود.

در کل GMF مرتبط است با سایش دندانه‌ها و Scoring و عدم هم‌محوری

* پیک‌هایی که مربوط به جفت چرخ‌دنده است یا آن هم مرتبط با سایش روی تماس آن‌ها از روی قدم‌ها بنابراین در آنالیز طیف‌های GMF

پیک‌ها را می‌بینند.

Practical machinery vibration analysis and predictive maintenance:

صفحه ۱۲۹ و صفحه ۱۳۰: Belt defects

* مشکلات انتقال قدرت با Belt ها بسته به مناسب بودن یا نبودن:

معایبی که Belt ها دارند: High center distance

متعرف بالاست) همچنین نسبت تبدیل دقیق نخواهیم. همچنین برای قدرت‌های کم مناسب. اگر نسبت تبدیل دقیق و انتقال قدرت بالا بخواهیم از زنجیر یا Chain استفاده می‌کنیم. و اگر نسبت تبدیل دقیق‌تر بخواهیم سراغ Chainbelt تسمه‌تایم می‌رویم که دندانه دارند تا لغزش تقریبا صفر شود.

عیوب Belt ها: پارگی (worn) یا ها و پوسیدگی - لقی ناشی از نصب و همچنین Mismatched که حامل از این است که معرفی شده و کشیده شده سر راستا نیستند و تحت زاویه‌اند. نشانه‌های این‌ها در spectrum sub harmonic خروجی و عدد مرتبط‌ها Belt Frequency

$\frac{1}{n} \Sigma$

روز خبرنگار

چهارشنبه
۱۸
مرداد
۲۲محرم۱۴۴۵

Wednesday
9
August
2023

۱۴۰۲/۰۵/۱۸

یعنی به سمت از حدود دوم سمت کوچک تر اند (Low frequency)
برای تحلیل این نوع عیوب چون به سمت کوچک هستند باید فرکانس
تشدید برداری و بررسی را کوچک بگیریم (Fmax) و بزرگ نمی توان
سر کار داریم.

این فرکانس ها متعلق به خرابی مثل یاتاقان هاست
غلتشی و تقدیمی که X ۰٫۴۸ الی X ۵ هرتز بودند. (یعنی Order)
غالب است. (۲X belt)

(با Synchroun فرق دارد) ← هارمونیک اول را

$$\text{Belt frequency} = \frac{\pi \times \text{Pulley rpm} \times \text{Pitch dia}}{\text{belt length}}$$

این ها را heave می گویند. ← معادله Pulleys ها

Pulley = منظور معرف شده است.

← فاصله ای بین دو محور (فاصله Pitch ها) معلوم است (پولی است)

حاصل ضرب Pulleys rpm × Pitch dia ثابت است بنابراین
می توان در آن (Pulleys) بزرگ یا کوچک عمل کرد (دور
در سیستم ها اگر لقی نداشته باشیم در حالت طول ثابت سرعت خطی
ثابت است یعنی: $r_1 w_1 = r_2 w_2$ بنابراین:

$$\frac{w_2}{w_1} = \frac{d_1}{d_2}$$

پس پولی کوچک دور بیشتری دارد و
پولی بزرگ دور کم تری دارد (به خاطر سرعت خطی)

روز بزرگداشت شهدای مدافع حرم

$$\omega_{Belt} = \frac{\pi \times d_1 \omega_1}{l_1} = \frac{\pi V}{l}$$

$\frac{V}{l}$: سرعت خطی که مرز از تسمه برای حرکت طول میکند

در صفحه ۱۲۰۰ در HandBook : (Figure 5.57)

1x Driven = پولی بزرگ

1x Driver = پولی کوچک

دورشفت ها

ردپای فرکانس تسمه مجموعه معنی خرابی تسمه است. البته تسمه های سالم هم در فرکانس تسمه خود را نمایان می کنند (حالت Guideline)

به دلیل چرخش تسمه دامنه ارتعاشات مجموعه بالا میرود. به طوری که

دو برابر فرکانس تسمه (حالت عیوب وقتی است)

پیک FFT آن مربوط به 1x Pulley بزرگ یا کوچک است.

Timing Belt = تسمه های دندانه دار

فرکانس Timingbelt در تعداد دندانه های روی تسمه ضربه می خورد (مدول چرخ دنده ها)

که بنابراین low frequency است.

Belt/sheave misalignment

حالت های Offset و Pigeon toe و Angle (ساده ترین)

Offset: زمانی که محور شفت و تولید کننده نسبت به هم shift دارند

(به جای اینکه مستقیم بخورند تحت زاویه ای میخورند) (محورها موازی اند)

Pigeon toe: علاوه بر اینکه محورها محور شفت و تولید کننده زاویه دارند

جمعه
۲۰
مرداد
۲۴محرم۱۴۴۵

Friday
11
August
2023

(Coalign ۲۰

شفت ها هم با هم زاویه دارند / محورها متقاطع نیستند یا موازی نیستند

Angle : زاویه بین محورهای شفت و تولید کننده ی متناظر است

عدم انطباق باعث خرابی و افزایش نیروهای ارتعاشی به همراه خرابی

سریع تر برای بلبرینگ ها و belt ها و Sheaves (Pulley) می شود.

عدم انطباق در Sheave ها ارتعاشات زیادی در 1xRPM

در جهت (axial) تولید می کند (است) (ارتعاش غالب در راستای محور

و عمود بر محور غالب (است) که کمتر دیده شده

دامنه ارتعاشات پولی بزرگ و پولی کوچک تابع نقطه ای است که

نزدیک به آن یک یا چند زنجیر یا تسمه در حال تماس می شوند و همچنین

جرم متمرکز بر آن نقطه و سختی شفت و پولی.

Sheave misalignment Faults=

معرف شده (پولی بزرگ مدنظر است)

بزرگ ترین دامنه ارتعاشات محوری در دو معرف شده است یعنی

جهان دو رکوچک تر را معرف شده یا تولید شده)

* زمانی که belt به روتور خارجی (overhung) وارد می شود

شرایط مان حالت عدم بالانس است و توسط سنسور فازی قابل

شناسایی و محاسبه است.

ادامه فایل های CM (صفحه ۱۲۳):

Belt ها وقتی سایده یا پاره یا کش یا mismatched می شوند

Eccentricity نوعی عدم بالانسی است.

۱۴۰۲/۰۵/۲۱

دورهای 3X و 4X و 2X --- هم حرکت می‌شوند.

اغلب (2X) غالب است.

دامنه نوسانات بستگی به نقطه‌ای که اندازه‌گیری می‌کنیم دارد.

Belt/sheave Misalignment:

۶ مشکل نصب هستند

ارتعاشات زیادی در 1X RPM در حوزه‌ی (فاز) تولید می‌کند.

در این حالت Belt frequency وجود ندارد (معرف کننده)

خدا از ارتعاشات روی دور Fan است زیرا در Pulleys

$T_1 \omega_1 = T_2 \omega_2$ (توان ورودی = توان خروجی) بنابراین

کوچک و بزرگ تر روی Pulleys بزرگ (معرف کننده) است.

بنابراین برای اکثر هم بیشتر است.

Eccentric sheaves:

در تعادل با تصحیح و ساخت، به نوعی عدم بالانسی است. بنابراین در

(1X) ارتعاشات داریم. (در این حالت ارتعاشات متناوبی مشاهده است)

برای تعیین یابی: در این نوع شکایی از ارتعاشات در 1X است.

به خاطر عدم بالانسی در طول تسمه به آن فرکانس وارد می‌شود (ارتعاشات زیاد

در طول تسمه) و در هر دو یاتاقان ها قابل مشاهده است.

برای رفع این عیب می‌توان از taper bolt یا

دقیق استفاده کرد (adding)

* حتی اگر بالانس هم کنیم باز هم سطح ارتعاشات به حد مجاز پایین نمی‌آید

شهادت حضرت امام زین العابدین (ع) به روایتی – روز حمایت از صنایع کوچک

شنبه
۲۱
مرداد
۲۵ محرم ۱۴۴۵

Saturday
12
August
2023

cm/ Belt Resonance تزریب ۶۰×RPM

۱۴۰۲/۰۵/۲۲

زیرا لزوما بالانس کردن تا بیش از همه موتور نیست بلکه ارتعاشاتی هم هست که موتور ها بهشان حساسیت پیدا کرده است (تا بالانس حادث شد)

Belt Resonance:

خود Belt دو تا مد ارتعاشی دارد: (نه محاسبه شود)

(یکیش: در کشش تسمه هست برای همین مد این حالت بالاست)

$\frac{EA}{L} = k$ ← سختی فنر ← معادل الاستیسیته

البته این ارتعاشات مرضی است که برای ما مهم نیست بلکه ارتعاشات سیستم از مرکز (جرم) مهم است. در این حالات مرکز جرم سیستم با مرکز هندسی (مرکز هندسی) تفاوت پیدا می‌کند (مرکز هندسی همان مرکز هندسی است که در شکل‌های طبیعی عمودی می‌باشد)

• در روتور ها نیز تسمه ارتعاشات جانبی هم زیادی می‌گیرد.

Coincide = منطبق شدن

آمر معمولا عدم بالانسی حاصل از driver یا driven روی فرکانس اول تسمه پیوفته انرژی زیادی میده. (مرکز جرم تسمه دقیقا روی مرکز هندسی قرار ندارد)

این ارتعاشات روی هردو Pulley های بزرگ و کوچک تسمه وجود دارد

برای تصحیح از Unbalance sheaves و eccentric sheaves

اضافه کردن کیت واشر یا Taper lock استفاده می‌کنیم.

اگر عدم هم محوری Pulley حاصل از عدم بالانسی هم ضمیمه شود می‌تواند حاصل از ساخت و نصب و یا سوراخ کاری محور در باشد (یعنی عدم بالانسی + عدم هم محوری (Eccentricity) در این

BMF = Belt Frequency

که حاصل از

۱۴۰۳/۰۵/۲۲

معمولا اگر عدم بالانس را از بین ببریم هم باز عدم هم محوری باعث می شود ارتعاشات رفع می شود.

اگر Belt Frequency برابر 1×RPM شود ارتعاشات شدیدی به تسمه وارد می شود که به یاتاقان ها منتقل می شود.

گاهی اوقات احتمال می رود فرکانس تسمه روی فرکانس طبیعی خود یا Belt Frequency تسمه می افتد که Defect Frequency روی

که نمودار صفحه VV (لیتگ بزرگ) را البته دو یا سه برابر هم نشان دهد

(تسمه پاسیم)

برای فرکانس ممکن است ۳ حالت فرکانس را ایجاد کند: ① Pulley

بزرگ ② Pulley کوچک و ③ خود عیب (Defect)

صدهای فرکانس Belt ها:

صدای اول: یک شکم برای تسمه داریم. (N=1) مناسب برای دورهای پایین

صدای دوم: دو شکم داریم (N=2) و ...

روز مقاومت اسلامی