

AZ EXPERTALERT SZAKÉRTŐI RENDSZER RÖVID ISMERTETÉSE

Az automatikus rezgésanalízis áttekintése

Az automatikus rezgésanalízis egy folyamat, ami a következő lépésekből áll:

- A rezgés csúcsok beazonosítása,
- A csúcsok és a géphibák közti kapcsolat megállapítása,
- A géphibák nagyságának meghatározása az amplitúdók és az egyes rezgés csúcsok egymáshoz viszonyított relatív nagysága alapján,
- Javaslatok kidolgozása a karbantartási teendőkre.

A szakértői rendszer működésének végeredménye:

- Karbantartási javaslat és

Main Condenser Circulating Water Pump #3
Acquired: 11/17/97 - 13:10:33 FOM: 384
Priority IMPORTANT: REPLACE PUMP THRUST BEARING AND ALIGN UNIT.

- Repair PRIORITY
- Repair ACTION
- Problem DESCRIPTION
- Vibration DETAIL

SERIOUS PUMP THRUST BEARING PROBLEM
is indicated by 0.117 (+0.103) IPS [4A] at 4.17xP
0.109 (+0.097) IPS [4R] at 4.17xP
0.099 (+0.083) IPS [4A] at 5.17xP

SERIOUS ANGULAR MISALIGNMENT
is indicated by 0.241 (+.147) IPS [2A] at 1.00xM
0.203 (+.131) IPS [4A] at 1.00xP

- Hibadiagnózis szavakkal. A diagnózis pontossága 96%-os.
Megjegyezzük, hogy a szakértői rendszer magyar és angol nyelven egyaránt működik.

Méréstechnika

A DLI Engineering által kidolgozott rezgésdiagnosztikai méréseknek van néhány sajátossága, ami lehetővé tette a nagy megbízhatóságot és pontosságot a forgógépek hibáinak meghatározásánál. Ezek a következők:

- Off-line rendszer estén általában a rezgésmérés a tér három irányában triaxiális rezgés gyorsulás érzékelővel történik. Ez komplettebb információgyűjtést tesz lehetővé és növeli a diagnózis pontosságát. On-line rendszerek alkalmazásakor a kettő-, illetve egyirányú mérések is végezhetők.
- A mérés minden alkalommal ugyanazon a helyen történik és ugyanolyan irányban. Ehhez mérőtuskókat kell állandó jelleggel a vizsgált gépek mérőpontjaira



rögzíteni. A mérőtuskó kiváló frekvenciacsatolást, ismételhetőséget és pontos trend-követést biztosít.

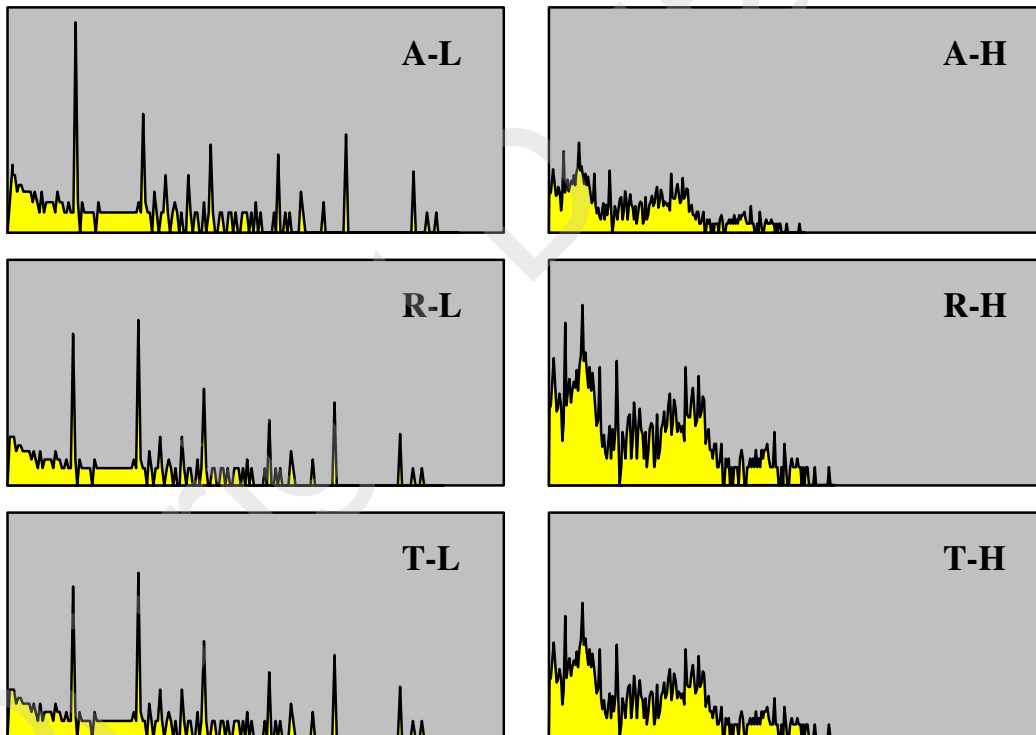
- A mérőpontokat vonalkódokkal azonosítjuk. Egy gyárban, vagy üzemben nem lehet két azonosan kódolt mérőpont. A mérőpont azonosítása így gyorsabb, pontosabb és kizárja a tévedés lehetőségét.

A Mért spektrumok jellemzői

Minden mérési pontban Axiális, Radiális és Tangenciális irányban két frekvencia tartományban történik mérés:

- az alacsony tartományban a forgási frekvencia első 10 harmonikusáig,
- a magas tartományban általában az első 100 harmonikusig.

Ennek oka, hogy a forgógépekre leginkább jellemző hibák az első 10 harmonikus csúcs amplitúdójának változásaival beazonosítható, míg a lapát, fogaskerék hibák vagy villamosmotor kalitkarúd és tekercs problémái magasabb frekvencián jelentkeznek.



Adatmátrix

A mért spektrumok nem minden amplitúdó értékének van a hibadiagnosztika számára értékes információtartalma. A vizsgált forgógépre jellemző amplitúdó értékeket ki kell gyűjteni minden mérési pont hat aktuális spektrumából, valamint a jellemző gerjesztési frekvenciákon (hibakódoknál) ki kell számítani az eltéréseket a referencia adatoktól, majd ezeket az értékeket egy mátrixba rendezzük. A kapott mátrix tartalmazza az információkat a gép aktuális állapotáról. Ez szolgál a szakértői rendszer szabálybázisában aktívvá tett logikai függvények kiértékeléséhez input adatként. A szakértői rendszer szabálybázisának logikai függvényeit kell kiértékelni, amihez az input adatmátrixból az egyes gépkomponensek vizsgálatához úgynevezett komponens specifikus mátrixokat származtatunk. A fenti műveleteket a szakértői rendszer készíti elő automatikusan, rendkívül gyorsan és precízen. Ahhoz, hogy ezt automatikusan a rendszer el tudja végezni, a tudás- és szabálybázis felállításakor a szakértőnek egy modellt kell felépíteni, és egy hibakód táblázatot kell felállítani a vizsgálandó berendezésről.

A rendszer maga automatikusan további adatokat gyűjt ki a mért spektrumokból. Egyrészt annak érdekében, hogy megvizsgálja, hogy az érzékelő, vagy az érzékelőben lévő előerősítő nem volt-e hibás, vagy nem volt-e hőmérséklet-tranziens a mérés alatt. Másrészt olyan csúcsokat keres a spektrumokban, melyeket a rendszer az automatikus csapágyvizsgálatokhoz használ fel. Minden mérési pont minden irányában négy-négy ilyen csúcsot keres a rendszer az alacsony és négy-négy csúcsot a magas frekvencia tartományban mért spektrumokban. Ezek a csúcsok rendszerint a forgási frekvencia nem egész számú többszörösén található. A forgási frekvencia nem egész számú többszörösén jelentkező csúcsnövekedések nagy valószínűséggel gördülőcsapágy hibától származnak. Ilyen csúcsok feltárását követően a rendszer további vizsgálatokat végez a csapágyhibák pontos beazonosítása és a hibanagyság becslése céljából a Cepstrum analízis eszközeivel. Egy további független módszer a csapágyhibák beazonosítására a Demodulált Spektrum Analízis, vagy burkológörbe analízis, amit a rendszer használatakor igénybe lehet venni.

Az ExpertALERT szakértői rendszer működése

A szakértői rendszer az ismertetett adatmátrixot, ami a géppel kapcsolatos minden lényeges rezgésdiagnosztikai információt tartalmaz, a szakértői rendszer szabálybázisának kiértékeléséhez inputként használja. A szabályok tulajdonképpen "Ha....., és/vagy akkor...." típusú logikai függvények, melyek közül csak a vizsgált gépkomponensekre vonatkozóak aktívak ("tűzelnek"), azaz kerülnek kiértékelésre.

A kiértékelés szemléletes hasonlaltal élve úgy működik, mintha sablonokat helyeznénk az input mátrixra, és egy illeszkedő sablon egy hiba beazonosítását jelenti. Ha párhuzamosan több hiba is létezik, akkor mindegyik hibára jellemző tünet beazonosításra kerül.

Ezt követi a hiba nagyságának becslése, ami szintén a mátrixban lévő, az adott hibára jellemző elemek, a referencia értékektől való eltérések felhasználásával készül.

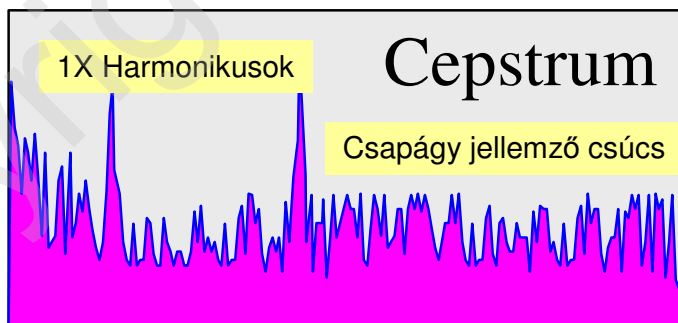
A hiba, vagy hibák pontos beazonosítása, és nagyságuk meghatározása után a rendszer egy javaslatot generál a karbantartó szervezet részére arra vonatkozóan, hogy mit kell tenni és milyen sürgősen a hiba, vagy hibák kijavítása érdekében.

Csapágyhibák beazonosítása

A csapágyhibák feltárását, beazonosítását annak fontossága miatt kiemelten kezeli a szakértői szoftver.

A rendszer lehetőséget biztosít egy hatalmas csapágykatalógus használatára is, ami a legtöbb csapágygyártó cég csapágyainak adatait tartalmazza. Ez egy kiegészítő módszer a kézi analízishez, az automatikus elemzések ellenőrzéséhez. Ma már nem igazán számít korszerű módszernek a csapágykatalógus segítségével megállapított jellemző csapágyfrekvenciák változásának figyelése.

A használt módszer a gördülőcsapágyak meghibásodási és hibafejlődési folyamata alatt a spektrumban megjelenő csúcsok változásainak jelenségén alapul. Először is a csapágyhiba első jele a csapágyra jellemző csúcs megjelenése és növekedése a spektrumban. Ez a csúcs rendszerint nem a forgási frekvencia egész számú többszörösén jelentkezik. A szakértői rendszer fel van készítve arra, hogy az ilyen változásokat automatikusan kiszűrje, figyeljen rá. A csapágyhiba további fejlődésével megjelennek az oldalsáv frekvenciák a jellemző frekvencia körül, azaz egy csúcs sorozat jelenik meg a spektrumban. A spektrumban lévő ilyen jellegű periodicitás a spektrum spektrumában, azaz a Cepstrumban egy erőteljes csúcsként jelenik meg. **A szakértői rendszer Cepstrum analízissel azonosítja be a csapágyhibákat.**



Egy másik módszer a csapágyhibák azonosítására: a Demodulált Spektrum Analízis módszere. Ez lényegében a burkológörbe analízis. A csapágyhibák az időjelben impulzus-szerű, lefutó nagyfrekvenciás jeleket produkálnak, melyek periodikusan ismétlődnek. Bennünket nem a nagyfrekvenciás jel maga érdekel, hanem azok periodikus ismétlődése. Ez nem magának az időjelnek, hanem az időjelre rászuperponálódott burkológörbének spektrumából azonosítható.



A DLI Engineering szakértői szoftverébe és műszereibe beépítették a demodulált spektrumok mérési lehetőségét. Ez tulajdonképpen egy újabb független mérés, ami a mérési időt növeli, ezért csak szükséges esetekben ajánlott használni, vagy amikor a Cepstrum Analízis mellett egy független módszert is használni kívánunk a csapágyvizsgálatokhoz. Ez a módszer természetesen önállóan is alkalmas csapágyhibák feltárására, de a Cepstrum Analízis megbízhatósága mellett elegendő független kontrollként alkalmazni.

ExpertALERT™ szoftver vázlatos ismertetése

Az ExpertALERT (EA) a **DLI Engineering** által kifejlesztett rezgésanalizáló szabály bázisú mesterséges intelligencia szoftver. Az EA egy hatékony interaktív felhasználói felülettel rendelkezik. Leginkább a Windows Explorer-hez hasonlít, ahol az összes információ és szolgáltatás elérhető egy intuitív, két részre osztott ablak segítségével. Az adatbázisok és a szakértői rendszer beállítását varázslók teszik könnyűvé. A rezgéselemzés, és az automatizált szakértői rendszerrel a diagnózis felállítása gyors és megbízható egy jól beállított EA szoftver segítségével.

UZEMZAVARI TAPSZIVATTYU.

MID: 1118

Jelentés készítve: 2008.02.06. 10:48 de.

Mintavételezve: 2007.08.15. 08:33 de. 1xM = 2997 f/min Átlagok: 0

Hiba-tényező = 85,

Maximum szint 4,8 (0,0%) mm/s nél 7,00x on 3T

JAVASLATOK:

FONTOS: EGYENSÚLYOZZÁK KI A SZIVATTYÚ FORGÓRÉSzt, ÁLLÍTSÁK BE A GÉPET
KIVÁNATOS: ELLENŐRIZZÉK A MOTOR RÖGZÍTÉSÉT, AZ ALAPKERET ÉS ALAPCSAVAROK
ÉPSÉGÉT
KIVÁNATOS: VIZSGÁLJÁK MEG A SZIVATTYÚ FORGÓRÉSzt KOPÁSÁT ÉS HÉZAGBEÁLLÍTÁSÁT

DIAGNÓZIS:

SÚLYOS SZIVATTYÚ KIEGYENSÚLYOZATLANSÁG

4,5 (492%) mm/s nél 1,00xP on 3T Alacsony tartományban
3,9 (421%) mm/s nél 1,00xP on 4T Alacsony tartományban
2,5 (273%) mm/s nél 1,00xP on 3R Alacsony tartományban
1,9 (205%) mm/s nél 1,00xP on 4A Alacsony tartományban

KÖZEPES SZIVATTYÚ JÁRÓKERÉK KOPÁS VAGY HÉZAG PROBLÉMA

4,8 (518%) mm/s nél 7,00xP on 3T Alacsony tartományban
2,5 (274%) mm/s nél 7,00xP on 4A Alacsony tartományban
2,4 (259%) mm/s nél 7,00xP on 3R Alacsony tartományban
2,1 (225%) mm/s nél 7,00xP on 4R Alacsony tartományban
1,5 (166%) mm/s nél 7,00xP on 4T Alacsony tartományban
1,2 (130%) mm/s nél 7,00xP on 3A Alacsony tartományban

KÖZEPES MOTOR ALAPOZÁS KERESZTIRÁNYÚ RÖGZÍTÉSI HIBA

2,5 (274%) mm/s nél 1,00xM on 2T Alacsony tartományban
2,2 (240%) mm/s nél 1,00xM on 1T Alacsony tartományban
0,86 (93%) mm/s nél 1,00xM on 2R Alacsony tartományban
0,68 (74%) mm/s nél 1,00xM on 2A Alacsony tartományban

POZÍCIÓ FELIRAT

POZÍCIÓ 1 : 1. motor hajtás ellenoldal
POZÍCIÓ 2 : 2. motor hajtásoldal
POZÍCIÓ 3 : 3. szivattyú hajtásoldal
POZÍCIÓ 4 : 4. szivattyú hajtás ellenoldal

RMS ÉRTÉKEK

RIASZTÁS: 3,6666 (+0,6666) mm/s nél 1A

JÓ 1,5386 mm/s nél 1R Alarm szint 3,0000 mm/s

JÓ 2,8187 mm/s nél 1T Alarm szint 3,0000 mm/s

RIASZTÁS: 3,8506 (+0,8506) mm/s nél 2A

JÓ 2,8167 mm/s nél 2R Alarm szint 3,0000 mm/s

RIASZTÁS: 3,1648 (+0,1648) mm/s nél 2T

RIASZTÁS: 3,3818 (+0,3818) mm/s nél 3A

RIASZTÁS: 4,9684 (+1,9684) mm/s nél 3R

KRITIKUS 9,6965 (+2,6965) mm/s nél 3T

RIASZTÁS: 4,2370 (+1,2370) mm/s nél 4A

RIASZTÁS: 3,8711 (+0,8711) mm/s nél 4R

RIASZTÁS: 6,8026 (+3,8026) mm/s nél 4T

Átláthatóság

A fejlett grafikus felhasználói felület segítségével minden adat könnyen elérhető az adatbázisban. A programba beépített új analizáló segédeszközök segítségével kristálytiszta képet nyerhetünk a gép hibájáról. Hagyományos eszközök széles kelléktárát használhatja a vizsgálatokat végző szakember: harmonikus és oldalsáv kurzorok, hibafrekvencia markerek. A diagnosztikai eredmények, trendgörbék, és az összegző adatok, bármikor gyorsan rendelkezésre állnak, igen nagyszámú gépből felépített adatbázis esetén is.

Nagy teljesítmény

Az EA rendszer az USA haditengerészetének repülőgép-hordozó hajóin alkalmazott Gépállapot analizáló rendszer (MCA) utódjaként kifejlesztett automatizált diagnosztikai rendszer továbbfejlesztett változata.

Ez egy szabálybázisú, több mint harmincöt év tapasztalatát magában foglaló rendszer. Bemenő adatai normalizált, átlagolt spektrumok, Cepstrumok, és amplitúdó modulált jelek. A rendszer flexibilis, egyirányú, kétirányú, és triaxiális mérésekkel is képes dolgozni, és diagnózist adni a vizsgált forgógépről.

Rugalmasság

A diagnosztikai eredmények és más információk könnyen elérhetők a nyílt architektúrájú adatbázis segítségével. Az információk elérése és megosztása egyszerű. Mindenki elkészítheti saját színes, riport formátumát, amely a diagnosztikai eredmények, rezgésadatok, trendek kombinációjából készíthető, valamint előre definiált riportok is rendelkezésre állnak.

Visszahallgathatóság

Régi módszere a gép állapot vizsgálatnak, a hallás illetve a "kéz rátétel" általi megfigyelés. A gépészek előszeretettel alkalmazták azt a módszert, hogy csavarhúzó szorítottak a csapágyház fedélre, és a fülüket a csavarhúzó nyeléhez tartották. Most az EA segítségével ez a lehetőség is rendelkezésre áll. Az EA átalakítja felvett rezgésadatokat folyamatos hangfájlokká, amelyeket a PC multimédia hangszóróin keresztül megszólaltathat.

Kapcsolódás a vállalatirányítási és CMMS rendszerekhez

A nyílt architektúrájú SQL adatbázis lehetővé teszi az ExpertALERT szakértői rendszerben tárolt adatok közvetlen átadását a számítógépes karbantartás irányítási rendszerekbe (CMMS), vagy a vállalatirányítási rendszerek (pl. SAP) karbantartási moduljába további felhasználás céljából. Mivel az ExpertALERT szakértői rendszer működésének végeredménye egy szöveges megállapítás a gép állapotára vonatkozóan, hiba vagy párhuzamosan meglévő hibák esetén több hiba, valamint a hibák nagyságára vonatkozó becslés és egy javaslat a karbantartási teendőkre, ezek az információk kezelhetők a CMMS rendszerekben. A szakértői rendszer adatbázisa és a CMMS rendszer adatbázisa között az információ kicserélhető akár közvetlen egymás adatbázistábláiba való átírással, akár közvetett módon, egy közbülső adattáblába történő írással és olvasással. Ennek megvalósítása opcionális lehetőség, cégünk gyakorlattal rendelkezik vállalatirányítási rendszerhez történő adaptáláshoz. Természetesen nem csak szöveges információt lehet átadni a karbantartás irányítási rendszerekbe további felhasználás céljából, de mód van bármilyen adat, mért érték, trendgörbe, határérték túllépésre vonatkozó jelzés átadására is.

Dr. Nagy István Ph.D.
ügyvezető ig.