



A Brüel & Kjaer „COMPASS” rezgésvédelmi és rezgésdiagnosztikai mérőrendszer ismertetése:

1/1.) Nagyértékű, nagyteljesítményű forgógépek, pl turbinák , generátorok és hasonló gépcsoportok védelme, állapotuk folyamatos ellenőrzése mindig jelentős feladat volt az energia- és vegyipar számára. A rendszeres karbantartásra /TMK/ költött összegek igen magasak, gyakran feleslegesek, és egyáltalán nem zárják ki egy üzemzavar bekövetkezését.

A felhasználók igényei egyre magasabbak, az üzemeltetők igen összetett követelményrendszert állítanak a gépekre telepített /on-line/ mérőrendszerekkel szemben:

- alkalmas legyen lassan kialakuló változások, kopások jelzésére, de gyors, hirtelen hibák esetén is legyen lehetőség a gép védelmére, a hamis riasztások elkerülése mellett
- minden, jelenleg ismert - lehetőleg automatikus - elemző módszer segítse a szakemberek munkáját, de a mérőrendszer saját költsége csak elenyésző része lehet a gép értékének.
- több száz érzékelő által mért értékek rögzítése akár 5-10 éven keresztül

A fenti szempontok csak a legújabb méréstechnikai módszerek, hardver és szoftver fejlesztések egyidejű alkalmazásával, jelentős gyártási tapasztalatok mellett elégíthetők ki. Ezért az öt évtizedes tapasztalattal rendelkező Brüel & Kjaer dániai műszergyár legújabb ipari mérőrendszerének részletesebben ismertetjük.

Az új állapotfelügyeleti rendszer a "Computerized Prediction Analysis and Safety System", vagyis "vezérelt előrejelző és elemző biztonsági rendszer" , röviden:

COMPASS

Amely digitális jelfeldolgozásra alapuló diagnosztikai rendszer

A BRÜEL & KJAER COMPASS mérőrendszer egységei:

- bármely fizikai jellemzőt mérő érzékelők
- jelkiválasztó, mérő, elemző modulok a mérőkerettel
- vezérlő számítógép + elemző programcsomagok

A digitális jelfeldolgozás az alábbi lehetőségeket, előnyöket nyújtja:

- diagnosztikai rendszer, tehát a fellépő probléma okára is utalást ad
- igények szerint alakítható modul-rendszerű hardver és szoftver
- a mérési sebesség igen nagy (10 mérés/másodperc minden csatornán), így katasztrófa jelleggel bekövetkező meghibásodások esetén is mód van gyors beavatkozásra.
- többféle automatikus önellenőrzést biztosító funkció /self-test/, mely a működést felügyeli és szinte kizárja a hamis riasztásokat

A COMPASS jellegzetessége, hogy igen sokféle opció alkalmazására ad lehetőséget az érzékelők, a mérőmodulok és a diagnosztikai mérőprogramok tekintetében.



1/2.) COMPASS Mérőkeret amely az alapmodulokon kívül 14 db mérőmodul elhelyezését teszi lehetővé. A keret tartalmaz egy külön relét, amely a tápfeszültségekkel kapcsolatos probléma esetén meghúz.

További jellegzetes előnyei: független védelem 3 pólusú programozott relékkel, működési hőmérséklettartomány: 0 és + 50 C között, szabványos 19 coll - os szélesség, sorkapocs a hátlapon az érzékelők bekötésére.

Alapmodulok:

tápegység /2819 típus/, processzor /7528 típus/, interface-modul /7519 típus/

Felhasználói modulok: a felhasználó által tetszőleges összeállításban alkalmazható mérő és kapcsoló modulok, pl:

• **kétszatornás FFT-elemző modul /3155/:** a COMPASS legfontosabb egysége, a legösszetettebb célokra alkalmas:

- frekvencia-elemzés : 1 Hz - 40 kHz között, felbontás: 0.025 Hz
- átlagolási idő: 0.1 s - 25 s között
- detektorok: RMS /effektív/ érték, csúcsérték vagy csúcstól-csúcsig
- harmonikusok szerinti elemzés (Tracking),
- ciklikus spektrumok egy fordulaton belül 6 fokként •

• **fordulatszám-mérő modul /3013 típus/**

- 4 - 4 digitális állapotbemenettel, 4-4 db relével védelmi célokra
- fázisszög helyzet mérése, vektor-mérésekhez, Order-Tracking üzem-hez

• **hatcsatornás mérőmodul AC/DC mérőmodul /3031típus/**

- 6 bemenet folyamatos mérése akár 0,1 másodpercenként
- szélessávú rezgésmérés, elmozdulás mérése, vektorok mérése
- programozható funkciók : érzékelő jeltartomány, integrálások száma, 2 féle / csúcs- és effektív -RMS /detektor, mérési idő, átlagolási idő, overload-figyelmeztetési szint, mért frekvencia-tartomány, alsó-felső figyelmeztetés és veszély értékek, stb.(több, mint 20 féle paraméter)
- **S_{max} és Orbit** mérése relatív elmozdulás érzékelőkkel

A mért adatok megjelenítése 2 x 2 riasztási szinttel egyidejűleg történik (alsó Alarm , alsó Figyelmeztetés, felső Figyelmeztetés, Felső Alarm), a pillanatnyilag mért értékek 16 oszlopdiagrammal folyamatosan, a kiválasztott érzékelő jelszintje számjegyesen is. A kiválasztott érzékelő/k/ valamennyi mért értéke idődiagramban, spektrumban is megjeleníthető, amely nagyítható, tömöríthető.

A 3031-es modulok folyamatosan mérik a rákapcsolt érzékelők jelszintjét, a mérési eredményeket összehasonlítják a beprogramozott limitekkel. Szükség esetén vészjelzést adnak le a keretben levő relék segítségével, akár **a számítógépes kapcsolat kiesése esetén is**. Sárga vagy Piros jelzést adnak a számítógép képernyőjén, indítják az "ALARM" könyvtárat, stb. A riasztást annak minden paraméterével a kezelőnek nyugtáznia kell .

A 3013 modul digitális bemenetei révén a fordulatszám mellett a gépegységek üzemállapotáról (Normál, Leállított, Hajtott, stb) adhat információt a COMPASS számára.



Az adatátvitel az adatgyűjtő számítógép felé nagysebességű **Ethernet, TCP/IP** stb szabványnak megfelelő összeköttetéssel vagy **MODBUS alkalmazásával** történik, vezetékes, üvegszálás vagy vezeték nélküli rendszerekkel, pl GSM..

1/3.) A mérési - diagnosztikai lehetőségek és a mérőprogramok

A COMPASS mérőrendszer több száz érzékelő jelét képes nagy sebességgel feldolgozni, így a későbbi bővítéseknek megfelelő kapacitású adatgyűjtő számítógép a mérőrendszer alapja. A mérőrendszer hálózatán több számítógép is dolgozhat párhuzamosan, akár pl Web alapú hálózaton, egymástól akár több száz km távolságra.

A számítógépen az alábbi, egymásra épülő szoftver-csomagok futtathatók:

- **Mérőprogram /7654 típus/ , a rendszer legfontosabb funkcióit biztosítja.**
 - fordulatszám-mérések, terhelés változásainak mérése
 - trendelemzés a hiba korai felismeréséhez, **korreláció számítás**al
 - a meghibásodások várható időpontja megjelenik
 - 16 jel aktuális szintje egyidőben oszlopdiagramon megjeleníthető
 - a riasztások és azok nyugtázásának idejét is nyilvántartja
 - az **Alarm vészjelzések** a program minden szintjén jól láthatók
 - védelmi relék programozása, amelyeket a 3013 típusú fordulat modul tartalmaz.
 - mért értékek **tárolása évekre** visszamenőleg
 - grafikus rajzolóprogram a gép megjelenítéséhez, gyors azonosításához, könyvtárral •

- **Diagnosztikai program /7108 típus /.** A diagnosztika alapfunkcióját, a spektrum-elemzést teszi lehetővé. Így a hibás alkatrész meghatározható.
 - nagyfelbontású **FFT-analízis** és CPB /log-log/ spektrumok . Zoom: 0.025Hz-ig
 - 3-D vízesés Waterfall diagram , Bode diagram, Campbell-diagram
 - kurzorok: normál-, harmonikus-, trend-, és delta-kurzorok

- **Tranziens elemző program / 7656 típus/**
 - csúszócsepágyakhoz feltétlenül javasolt
 - tengelygörbület és excentricitás kimutatása
 - **felfutás / leállás alatti** hibák mérése
 - XY-kitérés, fázisszög és fázismenet mérése
 - X / Y kitérés a fordulat függvényében, **polar (Nyquist) diagram**,
 - fordulatszám függvényében automatikusan változó riasztási szintek beállítása felfutás / leállás alatti mérésekhez. (Profil)

- **Tengely ellenőrző program /7655 típus/ turbinák speciális elemzésére**
 - tengely-problémák: görbület, excentricitás, egytengelyűségi hiba, rezonancia, lapátok aerodinamikai problémáinak mérése
 - **Orbit-diagram és Smax mérése** 2 elmozdulásérzékelővel és 3012-vel
 - vektor és XY kitérés változása az időben
 - kettős időfüggvény , excentricitás, görbület, rezonancia mérése



Envelope– (SED) és Cepstrum program /7103 típus/

- a burkológörbe detektálási funkció kiemeli a csapágyhibákat és igen korai időben a turbinalapát-kopást
- széles frekvenciatartományban segíti a spektrumok változásainak kora felismerését

Szakértői Program / 7106 típus /. A program a COMPASS által mért rezgésspektrumok és a forgógépek felépítésének ismeretében elvégzi automatikusan a hibadiagnózist. Felismeri a kiegyensúlyozatlanságot, egytengelyűségi hibát, gördülő és csúszócsoportok hibáit, kuplung, fogaskerék /hajtómű/ meghibásodásokat. A program "öntanuló", minden esetet hasznosít a továbbiakban. A felhasználó saját diagnosztikai szabályokkal is bővítheti a meglévő, beállított lehetőségeket. A program megadja az észlelt hibák valószínűségét, ill. más hibák valószínűtlenségét is, százalékosan, utalást ad a javasolt tevékenységre a hiba kijavítása érdekében. A diagnózis valószínűsége trend jellegű: a valószínűség egyre nő.

További Különleges funkciók a Compass-ban:

- két mért paramétertől függő, automatikusan változó mérési stratégia / AMS - **Adaptív Monitoring Stratégia**
- a forgógép üzemmódjának megfelelő automatikus riasztási-szint kiválasztás pl terhelés függvényében
- fordulatszám-ingadozás automatikus kikompenzálása / Order- Tracking/
- automatikus önellenőrzési módszerek

2. EGYÉB DIAGNOSZTIKAI FUNKCIÓK

2/1.) Logaritmikus spektrum :

Az FFT-elemző modul által szolgáltatott keskenysávú spektrum kiváló képet ad a harmonikus komponensekről, ami különösen értékes ha diagnosztikai alkalmazásról van szó. Az analizátor zoom-lehetőséggel is rendelkezik. A mérések után az eltérések közvetlenül láthatók az adott gép új vagy felújítás utáni állapotában rögzített referenciaspektrumokhoz képest. A figyelmeztetési/riasztási határértékek minden komponensre külön-külön beállíthatók. Gyakorlatban végzett nagyszámú mérés után megállapítható, hogy célszerűbb a spektrumokat **logaritmikus-logaritmikus tengelyekkel ábrázolni**, így a kisfrekvenciás, a középfrekvenciás és a nagyfrekvenciás jeltartományban egyaránt megfelelő lesz a felbontás.

2/2.) Fordulatszám-ingadozás kompenzációja (Order Tracking) :

Nagyszámú /rezgés/komponens elemzése a spektrumban szinte lehetetlenné válik, ha az vizsgált forgógép fordulatszáma a mérés alatt akár 1 %-ot is **ingadozik, pl felfutás** közben. Ugyanis a nagyfrekvenciás komponensek könnyen összerosódhatnak. A probléma megoldását a fordulatszám-kompenzáció / **Order-Tracking** / jelenti. Ebben az esetben a mérés alatt egy kontaktus nélküli forgásérzékelő külső trigger jelet ad az elemző modul számára, amely ezt alkalmazza - megfelelően felsokszorozva - időalapként. A komponensek kijelzése fordulatszám vagy frekvencia helyett felharmonikusok szerint történik. Jelentősen segíti az elemzést.



2/3.) Cepstrum elemzés :

Összetett gépek állapotának mérésekor gyakran jelennek meg jelentős számú felharmonikus csoportok és ezek kombinációi a spektrumban. A spektrum rendkívül összetett, elemzése és a komponensek eredeti forrásának meghatározása nehézkes, még harmonikus vagy oldalsávi kurzorokkal is. Az utóbbi évtizedben elterjedt cepstrum funkció az összetett spektrumot röviden fogalmazva időfüggvénynek tekinti és újabb FFT algoritmust hajt rajta végre. Az így kapott diagramon minden komponens az eredeti spektrum egy-egy harmonikus családjára utal. Nagysága arányos az összetartozó komponensek eredő jelszintjével, "frekvenciája" pedig az eredeti alapharmonikus frekvenciájával.

A kapott diagram jóval könnyebben kezelhető az eredeti spektrumhoz képest.

2/4.) Üzemállapot szerinti védelem: (Adaptív Monitoring Stratégia)

Igen gyakori probléma még az összetett analóg védelmi rendszereknél is, hogy nem képesek figyelembe venni a nagyteljesítményű forgógép sokféle paramétértől függő rezgésszint-változását, amely nem egy kezdődő meghibásodásból ered, **hanem az üzemmód megváltozásának természetes velejárója, pl turbina-felfutás során.**

Ez a rezgésszint-növekedés elérheti a 200-400 %-ot is. Ha a legmagasabb rezgésszintet okozó üzemmódnak megfelelően állítjuk be a riasztási határokat, könnyen lehet, hogy egy másik üzemmódban túl későn kapunk riasztást. Legcélszerűbb, ha a mérőrendszer a saját érzékelői által mért értékekből követni tudja a forgógép aktuális paramétereit, és ennek megfelelően az adatbázisból **mindig a legoptimálisabb riasztási küszöbökhöz** hasonlítja a mért értékeket, vagy spektrumokat.

A COMPASS két mért paraméter / pl vákuum és terhelés / tetszőleges kombinációinak megfelelően képes változtatni egy rezgéscsatorna határértékeit.

Kérje árajánlatunkat !

Kizárólagos Forgalmazó:

B & K Components Kft 1096 Budapest Telepy u 2/F

telefon (1) 215 8305 telefax: (1) 215 8202

www.bruel.hu