

Haladó rezgésdiagnosztikai tanfolyam

1. nap

1. nap 1. Előadás: 10:30 – 11:15 Rezgésjelek mérése, feldolgozása

1

időtartam: 45 perc

Tartalom: Rezgésjelek mérése, feldolgozása ismétlés

- Analóg-digitális jelátalakítás
- Aliasing
- Átlagolás
- Ablakolás
- Fourier transzformáció

1. nap 2. Előadás: 11:25 – 12:10 Rezgésadatok elemzése

időtartam: 45 perc

Tartalom: Rezgésadatok elemzése

- Triaxiális spektrum
- Alacsony frekvencia tartomány információi
- Magas frekvencia tartomány információi
- Kézi analízis, beállítások
- Mérési hibák
- Spektrumok összehasonlítása, eltérések keresése

1. nap 3. Előadás: 13:10 – 13:55 Általános géphibák

időtartam: 45 perc

Tartalom: Általános géphibák

- Kiegyensúlyozatlanság
- Kiegyensúlyozatlanság eredete
- Erők, síkok
- Kiegyensúlyozási eljárások
- Kiegyensúlyozás folyamata
- Kiegyensúlyozó berendezések
- Szabványok, tűrések

1. nap 4. Előadás: 14:05 – 14:50 Általános géphibák

időtartam: 45 perc

Tartalom: Egytengelyűség hibák

- Egytengelyűség hiba
- Egytengelyűség hiba fajtái
- Tengely beállítási hibák okai
- Tengely beállítás menete
- Egységes jelzések
- Hőtágulás

1. nap 5. Előadás: 15:15 – 16:00 Általános géphibák

időtartam: 45 perc

Tartalom: Gördülőelemes csapágyak hibái

- Kuplung hibák
- Ferde csapágy
- Csapágykopás elemzési módszerek
- Spektrum elemzés
- Csapágyfrekvenciák a spektrumban
- Gördülőelemes csapágyak felépítése
- Csapágy jellemző frekvenciák

1. nap 6. Előadás: 16:10 – 16:55 Általános géphibák

időtartam: 45 perc

Tartalom: Gördülőelemes csapágyak hibái, lazulások

- Csapágyhiba fejlődése
- Amplitúdó demoduláció
- Időjel analízis
- Talpcsapágy lazulás
- Mechanikai lazulás

2. nap

2. nap 1. Előadás: 8:00 – 8:45 Általános géphibák

időtartam: 45 perc

Tartalom: Siklócsapágyak

- Siklócsapágyak
- Siklócsapágy hézag problémák
- Olaj örvény
- Olaj ütés
- Siklócsapágy lazulás

3

2. nap 2. Előadás: 8:55 – 9:40 Általános géphibák

időtartam: 45 perc

Tartalom: Villamos motorok hibái

- Villamos motorok excentricitása
- Laza lábázat
- Görbült forgórész
- Belső lazulás
- Vasmag problémák
- Kommutátor problémák
- Laza, repedt, vagy törött forgórész rúd

2. nap 3. Előadás: 10:00 – 10:45 Általános géphibák

időtartam: 45 perc

Tartalom: Hajtómű hibák, szíjhajtások

- Fogaskerék áttétel
- Fogaskerék kopás
- Foghézag
- Tengely hibák
- Repedés vagy törés
- Szíjtárcsa beállítási hibák
- Szíj rezonancia
- Kopott, laza szíj

2. nap 4. Előadás: 10:55 – 11:40 Általános géphibák

időtartam: 45 perc

Tartalom: Egyéb géphibák

- Forgórész dörzsölés, mechanikai besúrolás
- Szivattyúk, ventilátorok lapát elhaladási frekvenciája
- Áramlási zajok: turbulencia, kavitáció
- Robbanó motoros gépek
- Külső zaj

4

11:40 – 12:00 Kérdések

2. nap 5. Előadás: 13:00 – 13:45 Általános géphibák

időtartam: 45 perc

Tartalom: ISO 10816 szabvány, megengedhető rezgésszintek, trendelemzés

- ISO10816 szabvány értelmezése
- Megengedhető rezgésszintek beállítása
- Referencia adatok
- Hiba meghatározás az ExpertALERT szoftver segítségével

2. nap 6. Előadás: 13:55 – 14:40 Mérések értelmezése

időtartam: 45 perc

Tartalom: Mérési adatfeldolgozás és kiértékelés

- ExpertALERT szoftver alapjai, működése
- MID létrehozása
- Mérés beállítás
- Normalizálás, hibakódok megadása
- Spektrum elemzés, kiértékelés, jelentés készítés

2. nap 7. Előadás: 15:00 – 15:45 Mérési adatbázis létrehozása

időtartam: 45 perc

Tartalom: Rezgésvizsgálati módszerek

- Időjelek vizsgálata, Orbit
- Kényszerrezgések vizsgálata
- Rezonancia jelenségek vizsgálata
- Felfutás-kifutás mérés
- Ütésteszt

2. nap 8. Előadás: 15:55 – 16:40 Szerkezeti analízis

időtartam: 45 perc

Tartalom: Rezonancia, mobilitás vizsgálat

- Mobilitás
- Bevezetés a Modal analízisbe
- Üzemi mozgások
- Rezonancia problémák megoldása

16:40 – 17:00 Kérdések

3. nap 1. Gyakorlat: 8:00 – 12:00 Gépek rezgésvizsgálata a gyakorlatban

időtartam: 4 óra

Tartalom: Mérések előkészítése

- Gép felmérése
- Gép információk VTAG-be
- Adatbázis építés
- Gépcsoport (MID) készítés
- Elméleti anyag felelevenítése, átisméltése

6

3. nap 2. Gyakorlat: 13:00 – 17:00 Forgórészek kiegyensúlyozása

időtartam: 4 óra

Tartalom: Forgórészek helyszíni kiegyensúlyozása

- Kiegyensúlyozás eszközei, szoftvere
- Kiegyensúlyozás folyamata
- Elméleti anyag felelevenítése, átisméltése

4. nap 3. Gyakorlat: 8:00 – 12:00 A nem gördülőelemes csapágyak vizsgálata

időtartam: 4 óra

Tartalom: Sikló és csúszó csapágyak összehasonlítása és mérése

- Nem gördülőelemes csapágyak mérése
- Siklócsapágyak mérése
- Olajörvény, olajütés
- Csúszócsapágyak mérése
- Orbit mérés
- Elméleti anyag felelevenítése, átisméltése

3. nap 4. Gyakorlat: 13:00– 17:00 Különböző szerkezeti vizsgálatok gyakorlata

időtartam: 4 óra

Tartalom: Különböző vizsgálati módszerek áttekintése, gyakorlata

- Ütésteszt
- Fázis mérés
- Stroboszkóp használata

Gyakorlati tematika részletezése

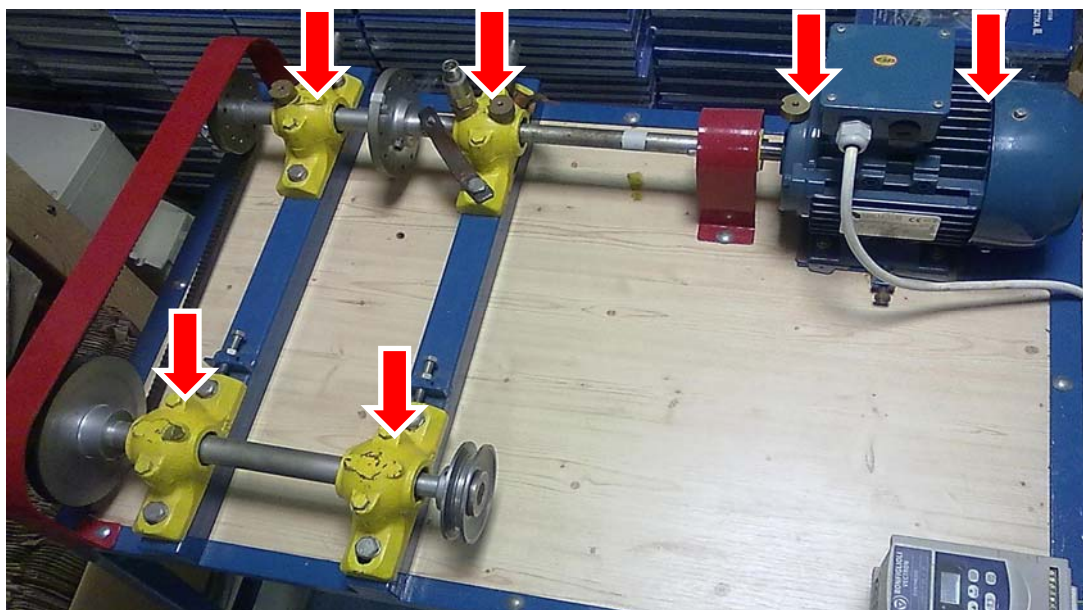
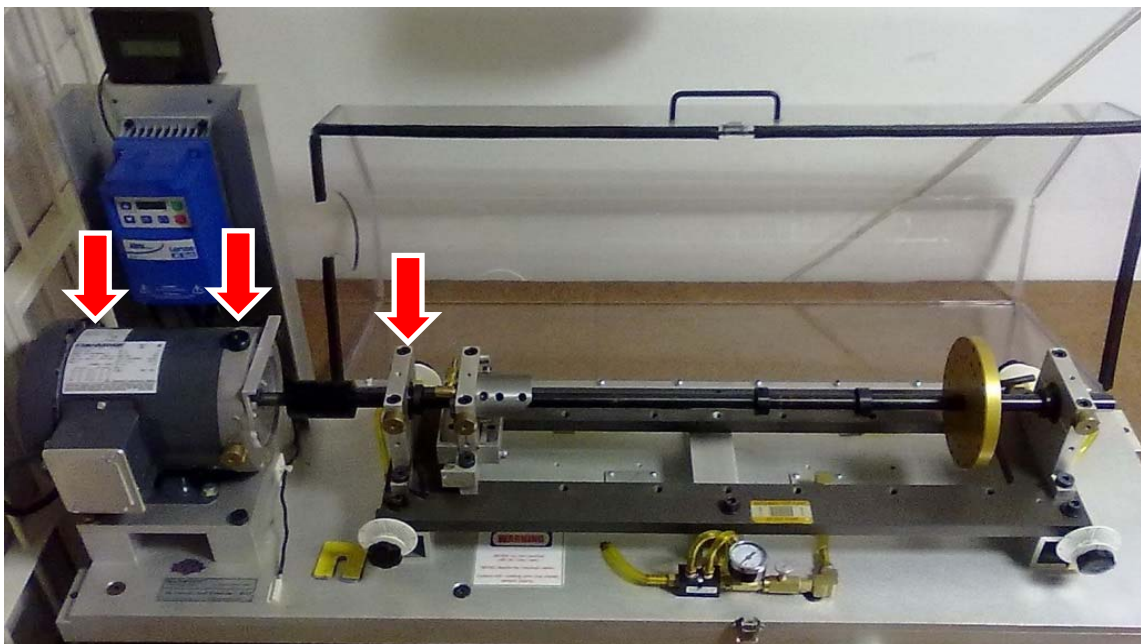
1. Gyakorlat: Gépek gyakorlati felmérése, mérés előkészítése

Feladat: Vizsgálendő berendezés előkészítése és felmérése

7

1. Csapágy helyek és típusok meghatározása

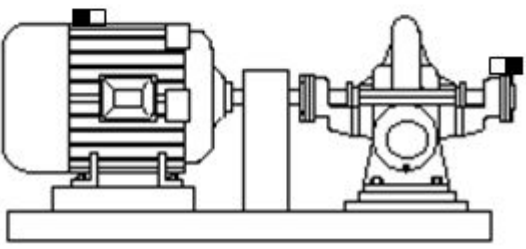
Vizsgálja meg a mérendő berendezést (hibaszimulátor és próbapad), keresse meg a csapágyazások helyét, valamint állapítsa meg a csapágyak típusát!



2. Gép információk VTAG adatlapra

Gyűjtse össze a lehető legtöbb műszaki információt a vizsgálandó berendezésről (pl fordulatszámok, fogszámok, áttételek, stb.)! Töltse ki a VTAG adatlapot a megszerzett információk alapján!

MACHINE Circ Water Pump PLANT Company Name AREA Building 1
 UNIT # 1, 2, 3, 4, 5 MID _____ AVERAGES _____
 Prepared By John Bernet DATE Jan 1, 2000

TEST RPM's and OPERATING CONDITIONS		Variable Speed? <input checked="" type="checkbox"/> YES <input type="checkbox"/> NO	
Test machine on high speed and > 50% load		VERTICAL <input checked="" type="checkbox"/> HORIZONTAL <input type="checkbox"/>	
Driver <u>Motor</u>	Intermediate Shaft	Driven <u>Pump</u>	
Reference RPM <u>1776</u>	SPEED RATIO:	Overhung? Yes <input type="checkbox"/> No <input checked="" type="checkbox"/>	
Ornt: () RAT ()	Ornt: () ()	Ornt: 4 () RAT ()	
Ranges: Low ___ X High ___ X	Coupling Type: <u>Flexible Coupling</u>	Mfr: <u>Pacific</u>	
Mfr: <u>General Electric</u>	Mfr: _____	Serial #: _____	
Serial #: _____	Serial #: _____	Model: _____	
Model: <u>5k2345ABB77</u>	Type: _____	Type: <u>Centrifugal</u>	
Type: <u>254TN</u>	RPM: _____	RPM: <u>1800</u>	
RPM: <u>1750</u>	Gear Mesh 1: Driver _____	Passing Elements	
Passing Elements	Driven _____		
Bars: _____	Gear Mesh 2: Driver _____		
Slots: _____	Driven _____		
Poles: _____	#Belts _____		
Other: _____	#Coupling Elements _____		
Other: _____	Other: _____	Other: _____	
Brg (name/type): _____	Brg (name/type): _____	Brg (name/type): _____	
Brg (name/type): _____	Brg (name/type): _____	Brg (name/type): _____	
COMMENTS			
Sketch (include mounting block locations, direction of notch, orientations and bearings)			
	1 RAT	4 RAT	
	1	048	049
	2	050	051
	3	052	053
	4	054	055
	5	056	057

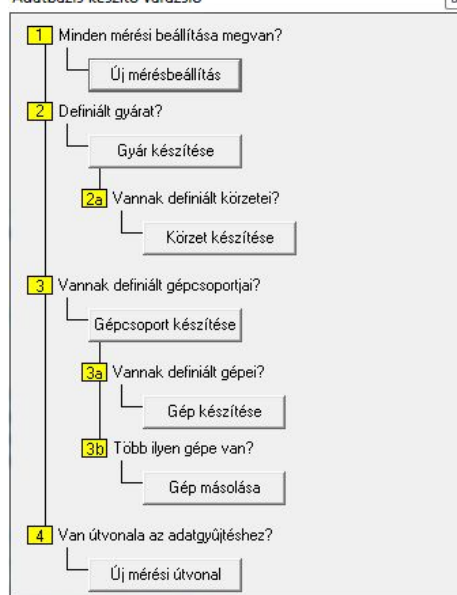
3. A fenti adatok alapján készítse el a vizsgálni kívánt berendezés modelljét az ExpertALERT adatbázisában!

Az Adatbázis Varázsló segítségével lépésről-lépésre végezze el a beállításokat és a különböző fejlesztéseket:

a) Adatbázis Varázsló:

- Mérés beállítás
- Gyár, körzet
- MID (Gépcsoport)
- Gép
- Útvonal

Menjen végig a lépéseken!



Üzem (Plant): gyár, cég, ügyfél

Körzet (Areas): a gépek csoportosítására szolgáló – helyszín, rendszer, folyamat, géptípus, stb.

MID-ek : (Gépcsoport) hasonló gépek csoportjai – egy sablon tartalmazza a hasonló gépekre vonatkozó szabályokat és alapbeállításokat

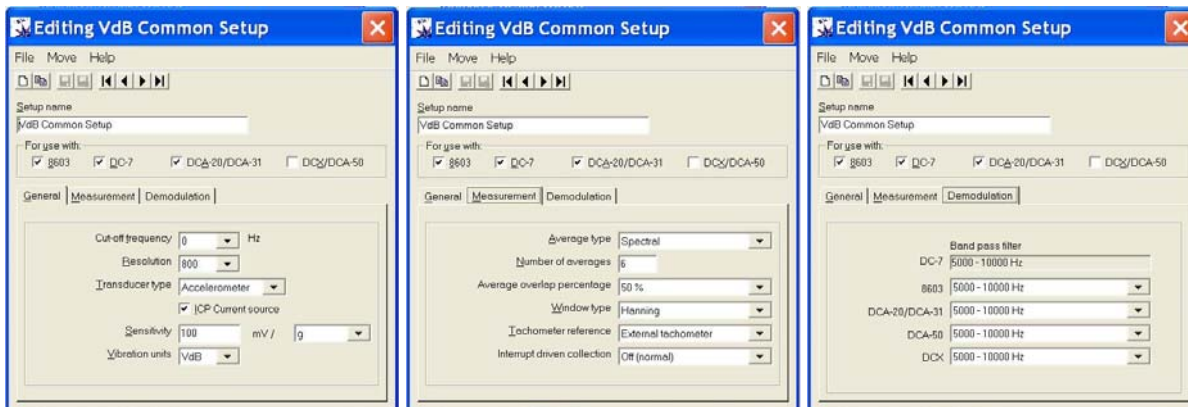
Gép: az egyed, amelyet a gépcsoportból (MID) származtatunk

Mérőpont (Location): az érzékelő elhelyezésének helye a gépen, ahol a mérést végezzük
Pl.: csapágyak

Írány(Point) egy adott méréshez tartozó orientáció (Radiális, Axiális, ...)

b) Az adatbázis adatgyűjtési beállítása:

- A Setup file megadja az adatgyűjtési paramétereket, amelyek a pontos rezgésadat – gyűjtéshez szükségesek a különböző gépeken

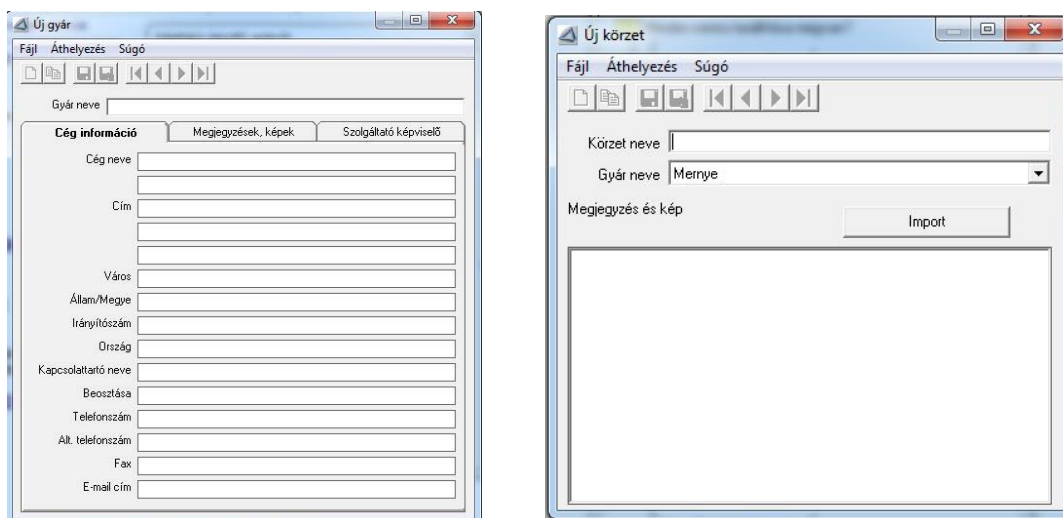


Általános beállítások

Mérési beállítások

Demoduláció beállítások

c) Gyár és körzet készítése:



d) Gépcsoport készítése:

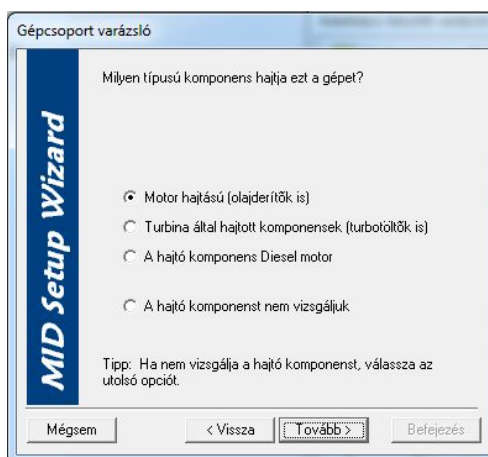
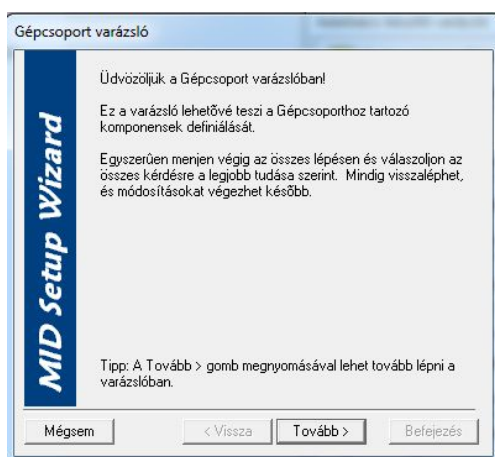
Mi az a MID?

(Gépcsoport)

- Minden azonos gépet tartalmazó gépcsoportnak lesz egy MID-je, illetve az egyedi gépeknek is.

Tartalma:

- A gép futási sebessége, és a sebességváltások(átvételek)
- A **komponensek** száma és jellege
- A komponensek tulajdonságai (szivattyú típusa, csapágy típusa)
- Forgó elemek részletezése (ventilátor lapátszám, motor rúdszám)



Gépcsoport varázsló

Írja le a motort. Kérem, győződjön meg arról, hogy minden oldalon annyi kérdésre válaszolt, amennyire csak lehetséges.

Általános | **Csapágyak**

Vizsgált csapágyak

A csapágyak pozíciói

Részletek

AC Motor DC Motor

Hűtőventillátor a motoron

Lapátok száma

Motor rúdszám

Mégsem Befejezés

Gépcsoport varázsló

Írja le a motort. Kérem, győződjön meg arról, hogy minden oldalon annyi kérdésre válaszolt, amennyire csak lehetséges.

Általános | **Csapágyak**

Csapágy típus

Gördülő elemes csapágyak

Síkló csapágyak

Mégsem Befejezés

Gépcsoport varázsló

Hogy kapcsolódik ez a komponens a következőkhöz?

Flexibilis kuplung

Merev kuplung vagy nics kuplung

Szíjhajtás

Lánchajtás

Hidraulikus kuplung

Tipp: Ha nincs több vizsgálandó komponens, lépjen vissza és válassza ki az utolsó opciót.

Mégsem Befejezés

Gépcsoport varázsló

Ha van egy hajtóműve, válasszon az alábbi opciók közül.

Egyfokozatú hajtómű

Kétfokozatú hajtómű

Többfokozatú hajtómű

Nincs hajtómű

Tipp: A többfokozatú hajtóműveket úgy kategorizáljuk, mint egy hajtóművet több, mint kettő fokozattal.

Mégsem Befejezés

Gépcsoport varázsló

Mit hajt az Ön gépe?

Szivattyú: centrifugális, dugattyús és más

Egy vagy több fokozatú ventilátor

Kompresszor: centrifugál, dugattyús, csavar és más

Villamos generátor

Gép hajtókar vagy tengely

Nem vizsgáljuk a hajtott komponens

Tipp: Válassza ki a hajtandó komponens.

Mégsem Befejezés

Gépcsoport varázsló

Írja le a hajtókart. Kérem, jelezze, hogy ez egy gép hajtókar, vagy egy egyszerű forgástengely.

Általános |

Vizsgált csapágyak

A csapágyak pozíciói


A komponens típusa

Gép hajtókar, vagy tengely

Egyszerű forgástengely

Mégsem Befejezés

Gépcsoport varázsló

 Gratulálunk!

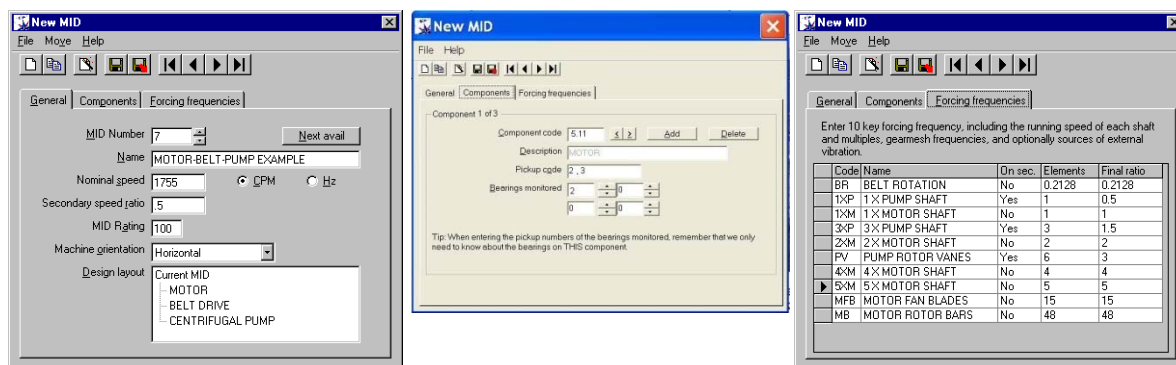
Ez minden, amit tenni kell. Nyomja meg a Vége gombot és mentse ezt a Gépcsoportot.

Tipp: Nyomja meg a Vége gombot, hogy vissza térjen a Gépcsoport készítéshez, ahol elmentheti.

Mégsem Befejezés

A befejezés után a Varázsló megnyitja az új MID ablakot:

- Három kitöltendő lap következik:



Névleges sebesség: A referencia tengely szabványos sebessége

Másodlagos tengely sebessége: A másodlagos tengely sebessége a referencia tengely sebességének függvényében

Érzékenység:

- 1) Nincs alapkonzfiguráció

100 = 107 VdB hez tartozó alapkonzfig.

80 = 86 VdB –hez tartozó alapkonzfig.

- 2) Az alapkonzfiguráció beállításával és az EADS szabályrendszerének segítségével kontrollálható a diagnosztikai hibák súlyossága

Mérőpont kód:

- A csapágypozíciók száma
- Egy vizsgált csapágy esetén a komponens mindig a saját és egy szomszédos mérőpont adatai alapján vizsgálja
- Két vizsgált csapágy esetén három mérőpont adatit vizsgálja:

1) komponens szabadvég oldal

2) komponens hajtott

3) szomszédos komponens

Komponens kód: A z adatbázis tartalmazza az előre meghatározott komponens kódokat.

Hiba kódok: Előre definiált hibakódok a megadott komponensekhez

On Sec.*: gerjesztő frekvencia a másodlagos tengelyen= “igen”, máskülönben állítsunk “nem”.

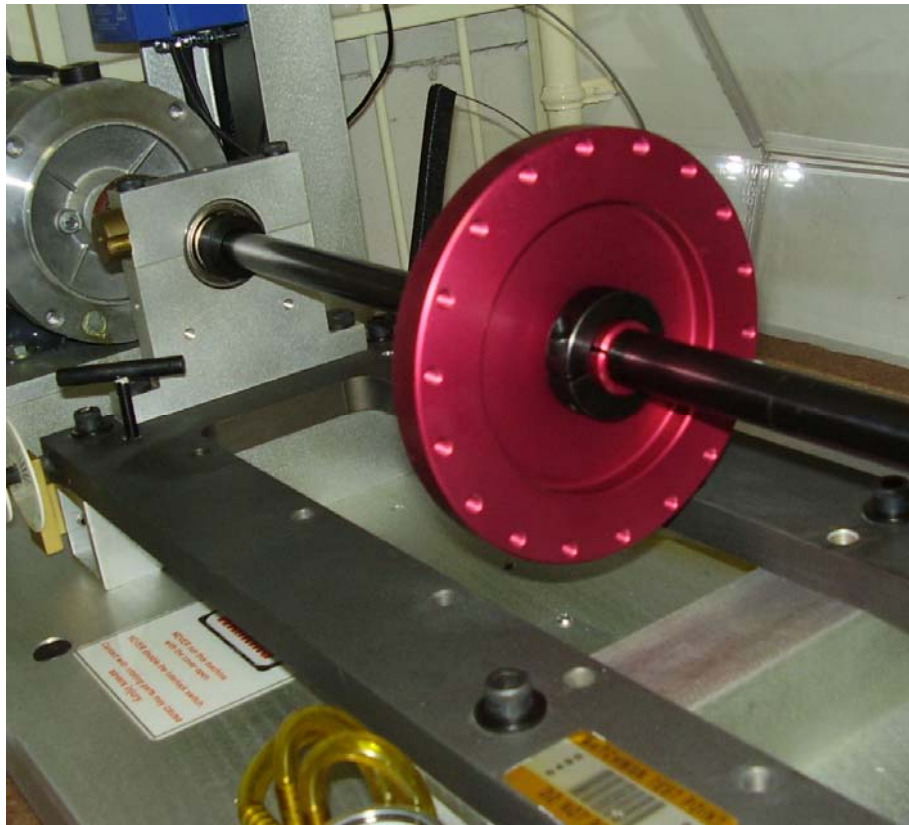
*Ha az On Sec.= IGEN akkor a végső arány az általános beállításoknál megadott másodlagos tengelysebesség alapján számítottik

Elemek és végső arány: A gerjesztő frekvenciák definiálása egységekben a referencia tengely forgási arányának megfelelően (elemszám,arány, áttétel)

2. Gyakorlat: Gépek kiegyensúlyozása a gyakorlatban

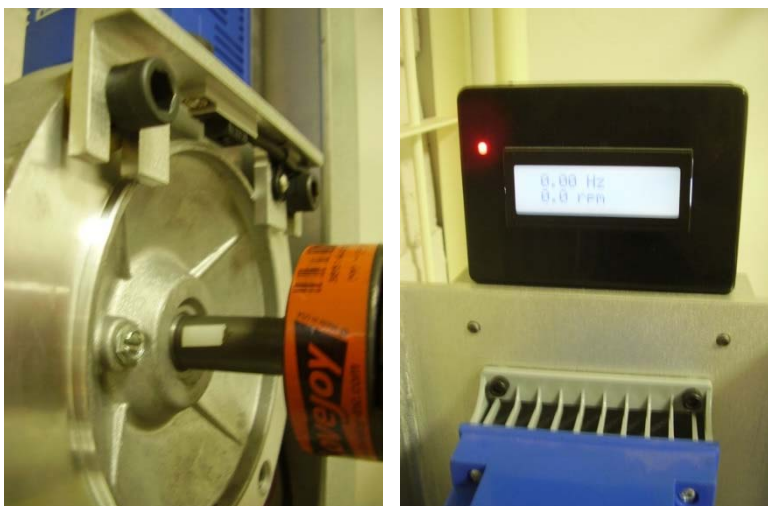
Tartalom: Alkalmazza a Multiplane Balance szoftvert a géphiba szimulátor forgórészének kiegyensúlyozására

Szereljük fel az excentrikus tárcsát, amelynek kiegyensúlyozását elvégezzük.

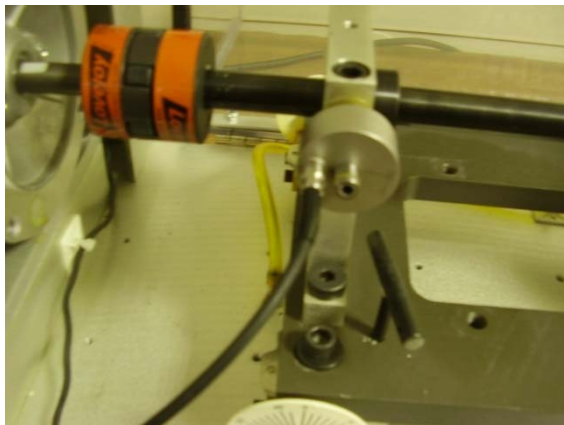


Kiegyensúlyozáshoz szükség van:

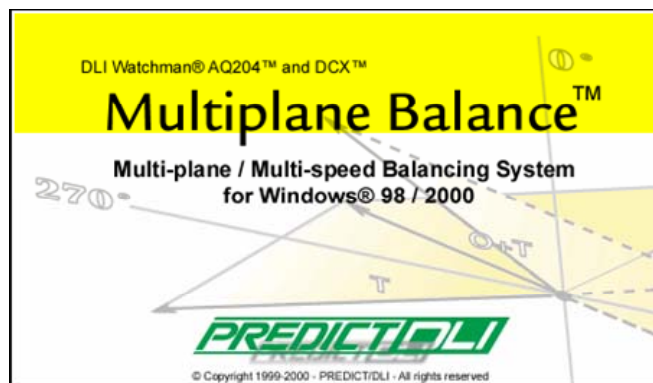
- 1) Fázis jelre:



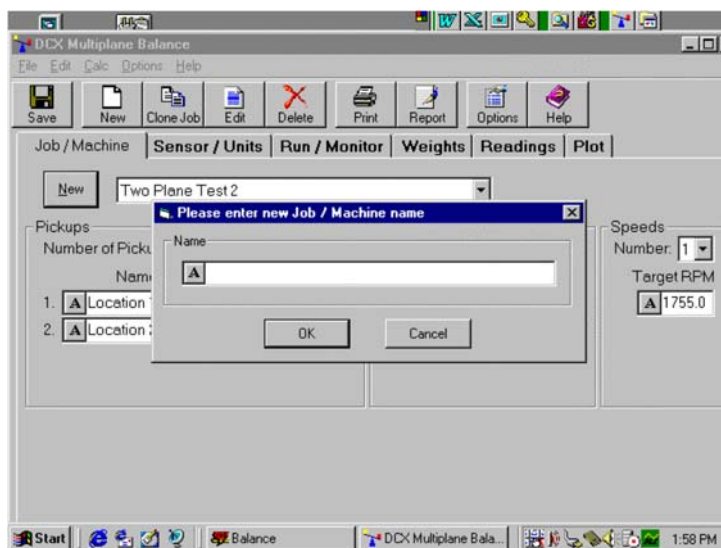
2) Rezgés gyorsulás érzékelőre:



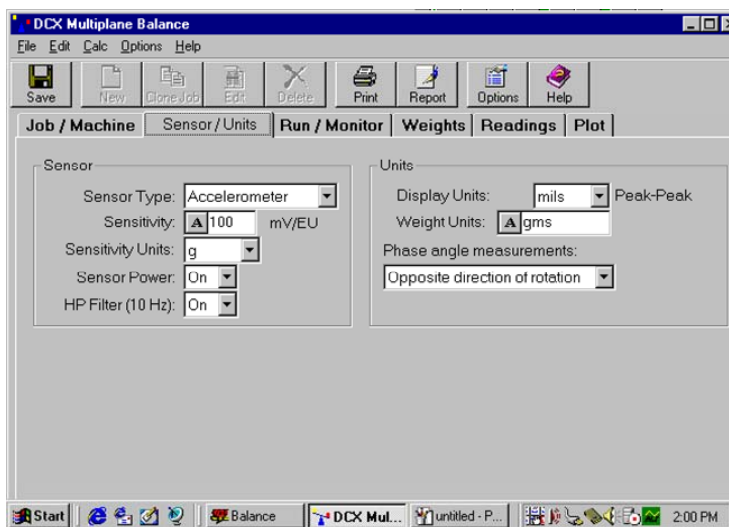
A mérőműszeren nyissa meg a Multiplane Balance kiegyensúlyozó szoftvert:



Készítsen új feladatot/gépet a méréshez. Adja meg, és nevezze el a kiegyensúlyozási síkokat, állítsa be a gép fordulatszámát!



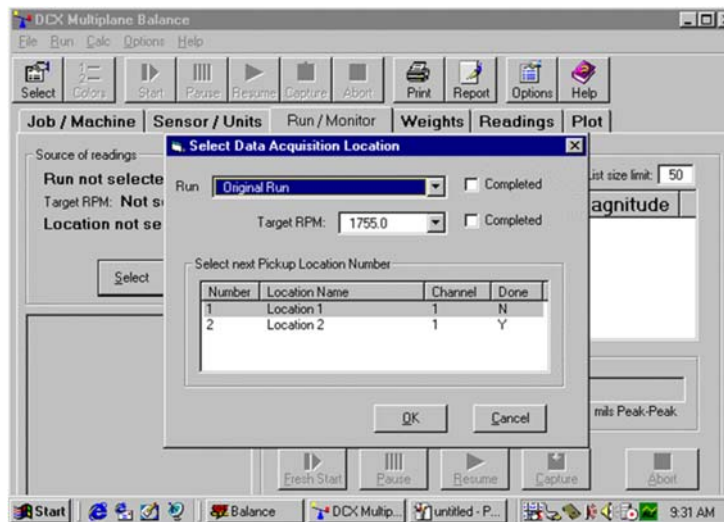
Állítsa be az érzékelőre és a mérésre vonatkozó beállításokat!

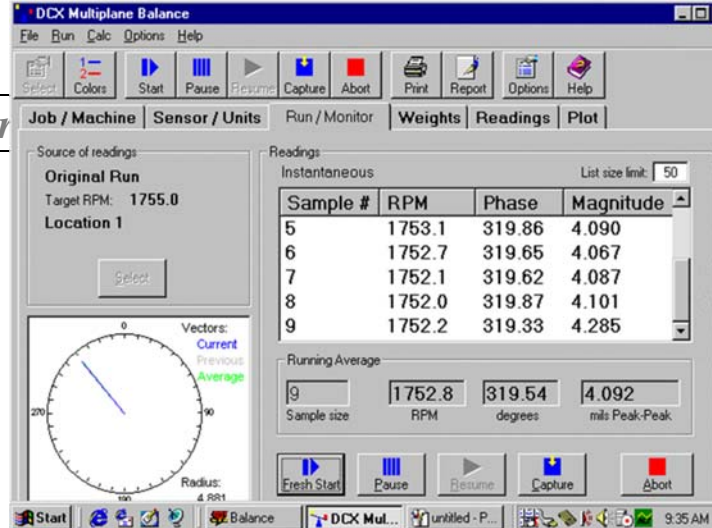


- Érzékelő típusa,
- Érzékenység
- Érzékenység egysége
- Érzékelő betáplálás
- 10Hz-es szűrő
- Kitérés egység
- Tömeg egység
- Fázis szög iránya

Indítsa el az **eredeti futás** mérését!

A futás típus kiválasztásakor válassza az „Eredeti futás”-t!

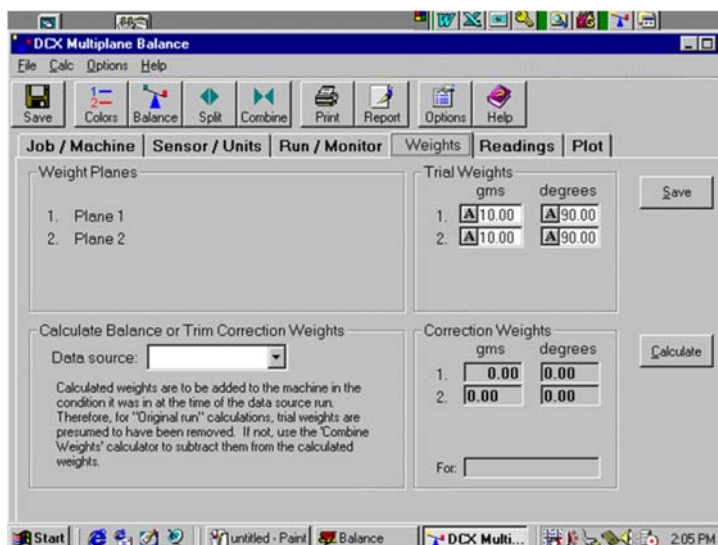




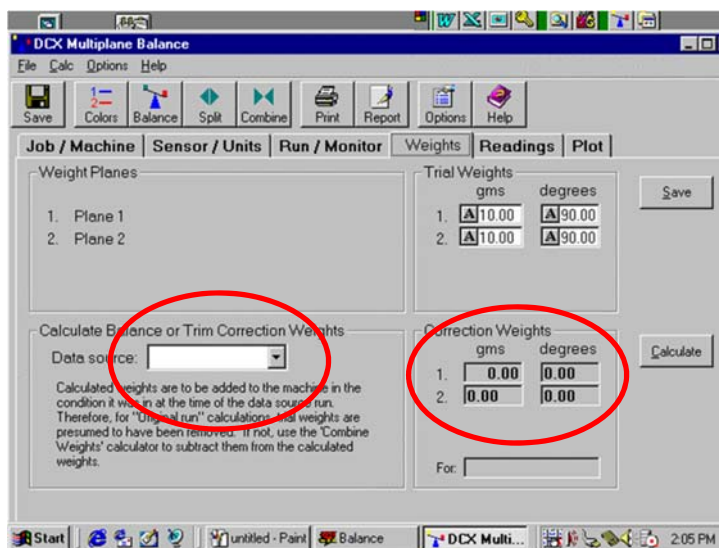
A kijelzőn megjelenik a mért fordulatszám, a fázisszög, és a kitérés mértéke.

- A Start gomb megnyomásával indíthatja a mérést.
- A Fresh Start gombbal újra indíthatja a mérést.
- A Pause gombbal megállíthatja a mérést
- A Capture gombbal mentheti a mérést
- Az Abort gomb megnyomásával nem kerül tárolásra a mérés

Helyezzen fel meghatározott tömegű próbasúlyt meghatározott helyre a forgórészen, majd a Weights menüpontban írja be, és mentse az értékeket!



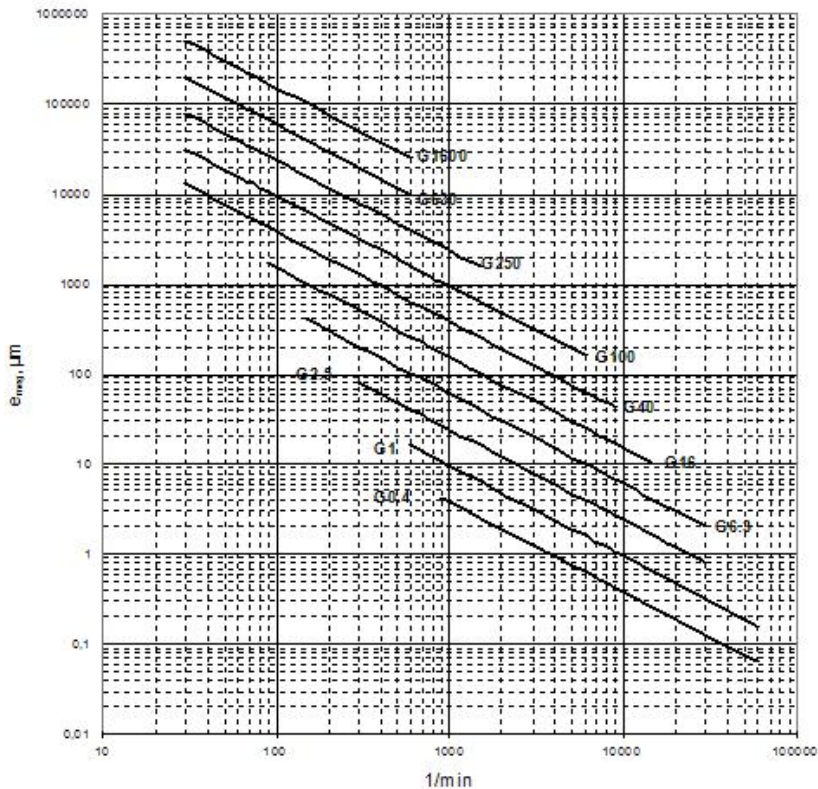
A Run/Monitor menüpontban mérje meg a próbasúlyos futást az eredeti futáshoz hasonlóan. A kapott eredmény alapján a szoftver a Weights menüpontban meghatározza a végleges kiegyensúlyozó tömeg helyét és mértékét.



A végleges kiegyensúlyozó tömeg rögzítése után végezzen el egy ellenőrző mérést. A kapott kitérés értékek az ISO 1940 szabványnak kell, hogy megfeleljenek az alábbiak szerint:

Kiegyensúlyozottsági osztály	Forgórész típusok (általános példák)
G1600	Stabil, forgattyús hajtóművek, mereven szerelt kétütemű motorok forgattyús tengelye, hajtásai.
G630	Mereven szerelt nagy négyütemű motorok forgattyús tengelyeinek hajtásai. Rugalmasan alapozott hajó-dieselmotorok
G250	Mereven szerelt, gyors, négyhengeres dieselmotorok forgattyús tengelyei, hajtásai
G100	Stabil forgattyús hajtóművek, gyorsan forgó hat- vagy többhengeres dieselmotorok forgattyús tengelyei, hajtásai, komplett motorok autókhoz, teherautókhoz, diesel-mozdonyokhoz.
G40	Autóalkatrészek, keréktárcsák, hajtótengelyek. Többhengeres, négyütemű, rugalmasan szerelt gyors motorok.
G16	Csuklós tengelyek különleges követelményekkel, törőgépek és mezőgazdasági gépek alkatrészei, személy- és tehergépkocsi motorok forgattyús hajtóműveinek egyes részei. Hat- vagy többhengeres motorok forgattyús tengelyei speciális követelmények mellett.
G6.3	Feldolgozó üzemi gépek részei: centrifugadobok, papíripari gépek görgői, ventilátorok, összeszerelt repülőgép-gázturbina forgórészei, szivattyú-járókerek, gép és szerszámgépek alkatrészei, általános villanymotorok forgórészei, speciális követelmények szerinti motorok egyedi alkotóelemei.
G2.5	Sugárhajtóművek forgórészei, gáz- és gőzturbinák (beleértve a tengerészeti főturbinákat is), merev turbógenerátorok, forgórészek, turbókompresszorok, szerszámgépek hajtóművei, speciális

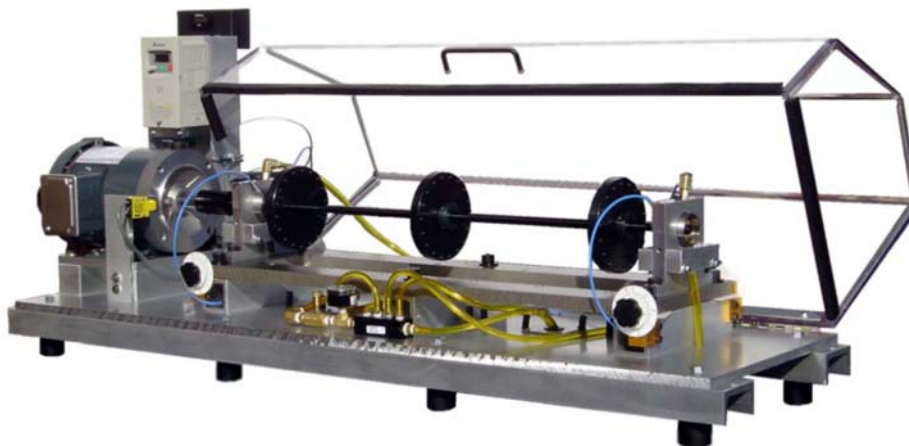
	követelményekkel rendelkező közepes és nagy villamos armatúrák, kis motorok forgórészei, turbina meghajtású szivattyúk.
G1	Magnetofon és lemezjátszó hajtásai, kőszörűgép-hajtóművek, speciális követelményekkel rendelkező kis villamos armatúrák.
G0.4	Precíziós kőszörűgépek forgórészei, tengelyei és tárcsái, pörgettyűk (giroszkópok).



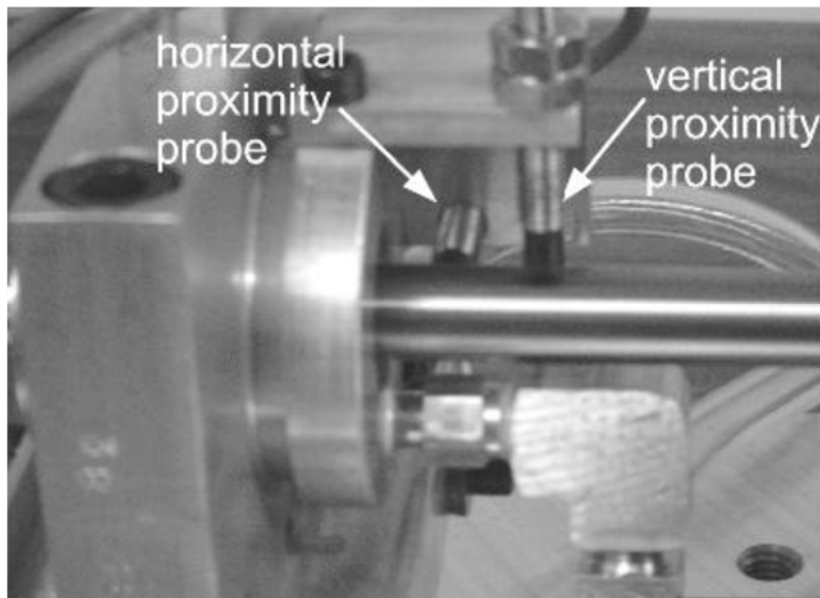
3. Gyakorlat: Különböző géphibák azonosítása

Feladat: Olajkenésű siklócsapágyak hibáinak szimulálása

A vizsgálatot a hibaszimulátor olajszivattyújának működtetésével végezze!

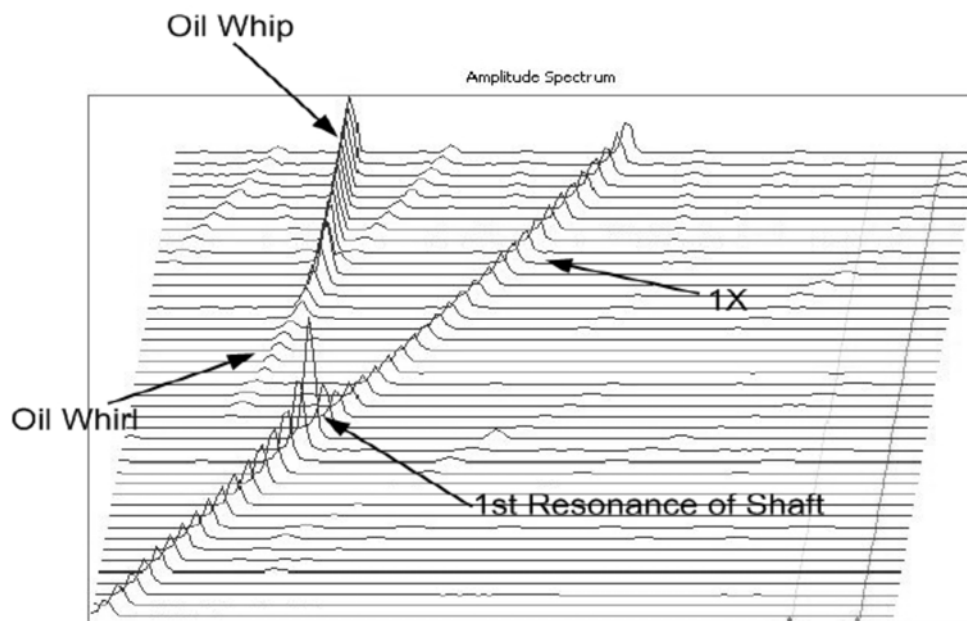


A szimulátorra az olajkenésű siklócsapágyak vannak felszerelve. A két csapágy közti távolság 71 cm, az alkalmazott tengely átmérője 1,27 cm. A csapágyhézag 0,508 mm. Kenőolajként ISO13 viszkozitású ásványi olajt használunk. A tartályból kilépő olaj nyomása 5 psi. A csapágyházakhoz normál örvényáramú érzékelők vannak felszerelve, amelyek mérik a tengely csapágyházhoz viszonyított relatív elmozdulását.



A szimulátor viszonylag lassú felfutás/kifutás beállításával jól megjeleníthető a tengely sajátfrekvenciája, és az olajkenés hibájának jelensége.

Az alábbi vízesés diagramon látható elmozdulás adatok mutatják a különböző terhelési állapotokat:



4. Gyakorlat: Különböző mérési módok

Tartalom: Speciális mérési módok

1. Ütésteszt

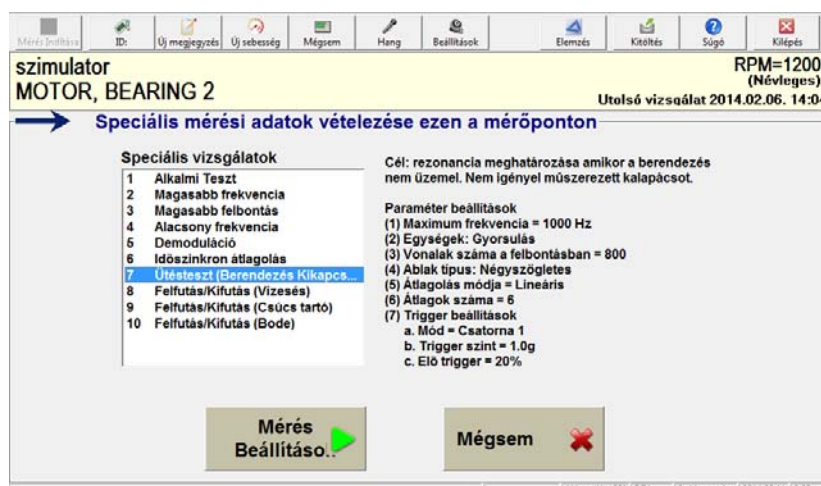
Feladat: Végezzen ütéstesztet valamilyen merev megfogású eszközön! Határozza meg a sajátfrekvenciáját!

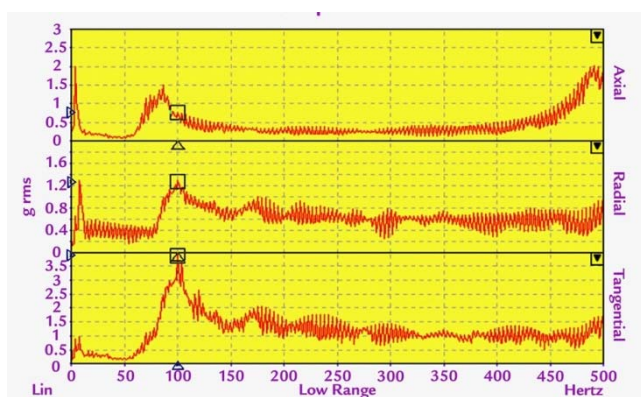
Az ütés teszttel beazonosítható a gép vagy struktúra természetes sajátfrekvenciája (rezonancia frekvenciája). Fontos megtanulni, hogy a sajátfrekvencia közeli fordulatszám a berendezést üzemeltetni nem szabad, mivel ez a gép károsodásához és idő előtti tönkremeneteléhez vezet. Az egyéb magas frekvenciás rezgések is okozhatnak problémákat.

Az ütésteszt menete:

- A gépet vizsgálat közben nem működtetjük.
- A rezgésérzékelőt a vizsgált gépre, szerkezetre helyezzük.
- A gépet, szerkezetet egy kalapács, vagy fa eszközzel szabadon választott helyen kopogtatjuk.
- A spektrumokat mérjük és rögzítjük adatgyűjtővel.
- A spektrumokat megvizsgálva meghatározzuk a rezonancia frekvenciákat.
- A rezonancia frekvencia beazonosítása után lépéseket kell tenni, hogy a berendezés az üzemi fordulatszám ne kerüljön sajátfrekvencia 10 Hz-es környezetébe.

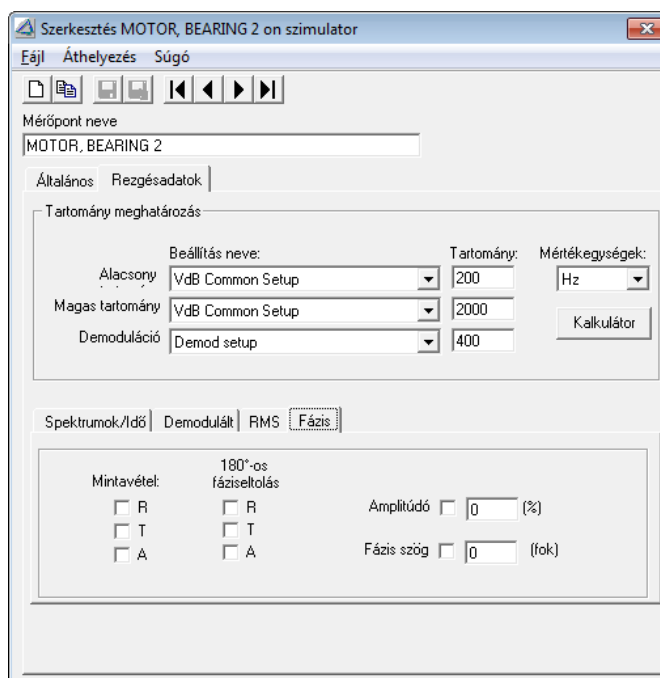
Az ütésteszt vizsgálatának beállítása a mérőműszeren





2. Fázis mérés

Feladat: Végezzen fázismérést az üzemelő hibaszimulátoron!



Fázismérés beállításai



A forgórészen referencia jel (fényvisszaverő szalag) szükséges.



3. Stroboszkóp használata

Feladat: Vizsgálja meg a hibaszimulátorok forgó tengelyeit stroboszkóppal! Határozza meg a fordulatszámokat. Állítsa a stroboszkóp villanásainak számát 2x szorzóra! Mit tapasztal?



A stroboszkóp vagy stroboszkóp lámpa, egy olyan eszköz, amely szabályos időközönkénti villanásokat végez. Az általános kereskedelmi forgalomban kapható készülékek fényének energiája 10-150 Joule között van, a kiejtési idő néhány milliszekundum. A fényforrás általában xenon izzó, vagy nagy teljesítményű halogén fénycső.

A speciálisan kalibrált ipari stroboszkópok képesek másodpercenként akár százszor is felvillanni. A vizsgált berendezés forgási sebességére beállítva a gép forgórésze „megállítható”. Ez a megállítás csak látszólagos, a forgó tengelyen a referenciapont állónak tűnik. A fordulatszám minimális változásakor a referenciapont előre vagy hátra fog elfordulni.