

Géprezgések spektrumanalízise (ill. frekvenciaanalízise) -1-

Szerző: Rahne Eric, okl. villamosmérnök
Copyright © PIM Professzionális Ipari Méréstechnika Kft.

A rezgések spektrum-, illetve frekvenciaanalízise nemcsak divat, hanem a jelenlegi leghatékonyabb gépállapot-felmérő eszköz is, feltéve, hogy szakértelemmel "olvassák" a benne rejlő információkat. Ugyanis amíg az eddig bemutatott gépállapot-felmérő és -figyelő technológiákhoz nem kell különlegesen képzett szakembert "csatasorba állítani", a spektrumanalízis csak megfelelő képzettséggel és tapasztalattal alkalmazható eredményesen.

A gépelemek hibáinak pontos felderítése

A spektrumanalízis alapja a következő gondolatmenet: Minden gép, illetve gépalkatrész (tengely, burkolat, tartóelem, csapágy, tárcsa stb.) mint "merev" test azzal az alapvető mechanikai (fizikai) tulajdonsággal rendelkezik, hogy leginkább egy-egy bizonyos "saját" frekvencián képes adott irányokban rezgéseket végezni (tehát ezen a frekvencián rezonál külső gerjesztés, esetünkben például a gép forgásából eredő alternáló erők hatására). A felvett rezgésjel spektrumanalízisével "láthatóvá" válik, hogy milyen frekvenciájú rezgések vannak jelen. A rezgésfrekvenciák viszont hozzárendelhetők bizonyos gépalkatrészekhez és tipikus géphibákhoz, természetesen az aktuális gépfordulatszám figyelembevételével.

A rezgések spektrumanalízise révén az egyes gépelemek hibái pontosan felderíthetők, és eldönthető az, hogy beállítási vagy kiegyensúlyozási hiba van-e jelen. Ez a módszer például csapágyhiba esetén képes arra, hogy külön kimutassa a belső, valamint a külső gyűrű vagy a kosár sérülését. Villanymotorok elektromos paramétereinek mérésével akár villamos hibák (többek között aszinkron motor forgórészrúdjaik törése) is felderíthetők.

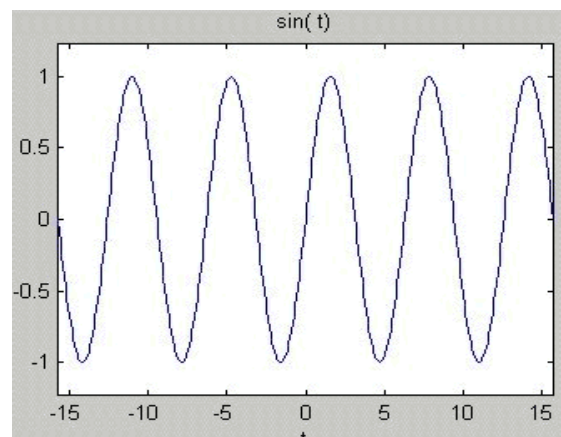
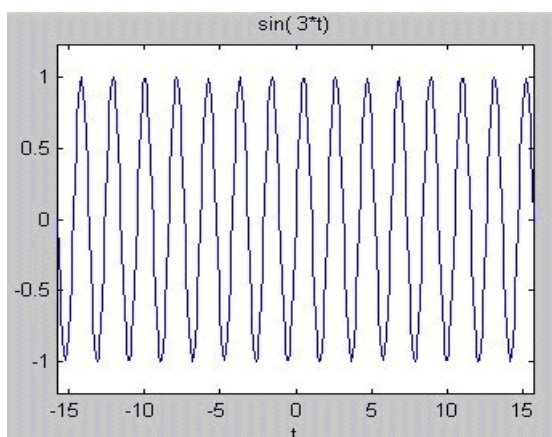
A géprezgések spektrumanalízise révén már a javítások előtt pontosan tudni lehet, hogy mit kell tenni. Így jelentős megtakarítás érhető el az alkatrészek és a munkaidő vonatkozásában, ráadásul a javítás során nem lehet a nem annyira feltűnő - de szintén jelen lévő - hibák kijavítását elfelejteni. Sőt, nagyon gyorsan és pontosan ellenőrizhető a javítások sikeressége is a javítás előtti és az újbóli beüzemeléskor végzett mérések spektrumainak összehasonlításával. Az így javított és ellenőrzött gépek megbízhatósága nagymértékben nő csökkenő karbantartási költségek mellett.

Mi rejlik tehát a spektrumanalízis mögött ?

A frekvencia definíciója

A spektrumanalízis hátterében meghúzódó egyik legfontosabb fizikai mennyiség a frekvencia. Mindennapi életünkben a hangok magasságának kifejezőjeként, a zenelejátszók minőségi jellemzőjeként, a televíziókészülék képfrissítési gyakoriságának mértékeként vagy a villamos hálózat feszültségének periodicitásával kapcsolatosan találkozunk leggyakrabban a frekvenciával, amely minden esetben egy periodikus jelenség egységnyi idő alatt lezajló ismétlődésének számát jelenti.

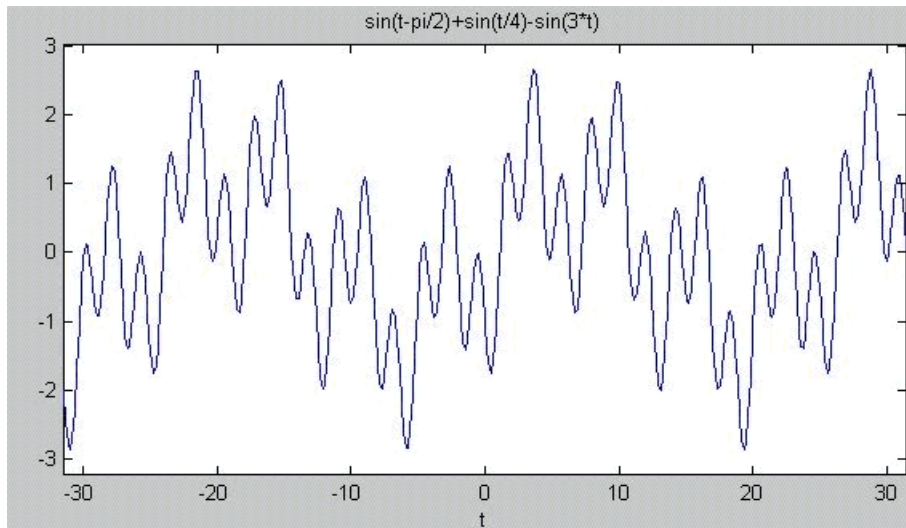
A géprezgésekre vonatkozóan is értelmezhető ugyanez, hiszen alternáló - periodikus - mozgásokról van szó: a frekvencia az időegységenként lezajló teljes periódusú (oda-vissza) rezgőmozgások számát fejezi ki. Természetesen ez csak akkor igaz, ha a szóban forgó rezgés tisztán szinuszos alakú. Példaképpen két olyan időjel látható az következő ábrán, amelyek amplitúdója egyforma, alakja szinuszos, frekvenciája viszont eltérő.



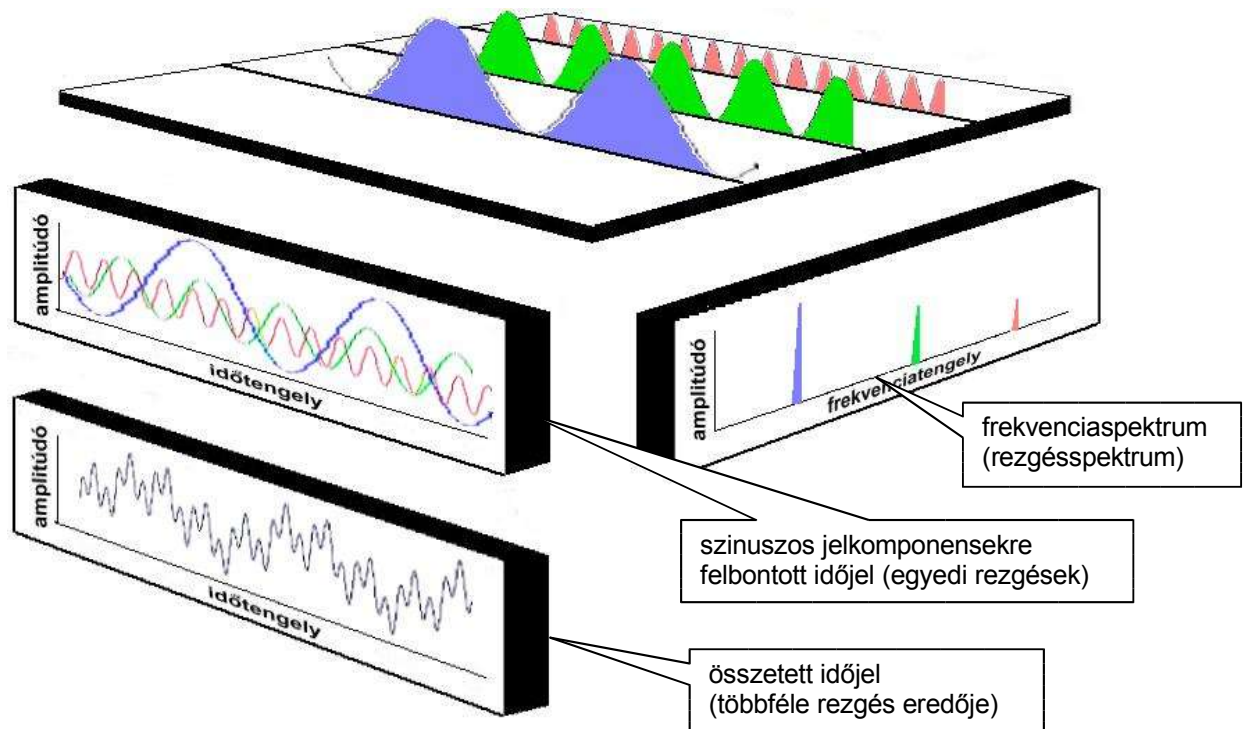
A gyakorlatban mérhető géprezgések - természetüknél fogva - összetett jellegűek, mivel a mérőhelyen (például a csapágyházon) a kiegyensúlyozatlanságból, a tengelybeállításból, a csapágyhibából és más gépelemek egyéb problémáiból származó - eltérő frekvenciájú és amplitúdójú - rezgések egyszerre vannak jelen. Ha kíváncsiak vagyunk a mért jelben előforduló frekvenciákra, kénytelenek vagyunk a jelet elemi szinuszos alkotóelemeire (alaprezgéseire) felbontani - tehát frekvenciaanalízist (más néven spektrumanalízist) végezni.

A spektrum- ill. frekvenciaanalízis alapja

Nézzünk egy géprezgés-időjelet, ahogyan azt pl. egy ventilátor csapágyházán mérhetjük:



A fenti géprezgés időjelét szemlélteti, ahogyan azt például egy ventilátor csapágyházán mérhetjük. Ezt az időjelet elemi szinuszos komponenseire bontjuk szét, és az időtartomány helyett frekvenciatartományban, frekvenciaspektrumként (más néven rezgésspektrumként) jelenítjük meg a lentí ábrán illusztrált módon. Matematikailag a grafikonon bemutatott eredményt a gyors Fourier-transzformáció (angolul Fast Fourier Transformation, rövidítve FFT) alkalmazásával kaphatjuk meg. Ezen az eljárás alapul egyébként szinte minden spektrumanalízáló, illetve gép- vagy rezgésanalízáló műszer is, amely képes a digitálisan rögzített időjelek spektrum formájú kiértékelésére és ábrázolására.



Az előbbi ábrán spektrumra transzformált időjel három szinuszos komponensből állt, amelyek mindegyike más-más amplitúdóval és frekvenciával jellemezhető. Az FFT alkalmazásával ezek az "elemi" szinuszjelek külön-külön láthatóvá válnak a spektrumban egy-egy függőleges vonal formájában, amelynek a frekvenciatengelyen elfoglalt helye a szinuszoszszetevő frekvenciáját, hossza pedig az amplitúdóját képviseli.

Gépdiaosztikában elterjedt frekvenciaegységek

A leggyakrabban használt frekvenciaegység a spektrum frekvenciatengelyének skálázásakor a hertz vagy rövidítve Hz (a francia tudós, Hertz tiszteletére, amely a periodikus esemény egy másodperc alatt történő előfordulását fejezi ki. Azaz a Hz egység másképp kifejezve 1/s-nak felel meg.

$$\text{Hz} = 1/\text{s (másodperc)}$$

Mivel a gépdiaosztikában abból kell kiindulni, hogy a legerősebb rezgésgerjesztés magán a fordulatszámon - tehát a forgásfrekvencián - lép fel az ezen a frekvencián forgó forgórész miatt, valamint a legtöbb géptipikus (mechanikai eredetű) hiba a forgásfrekvenciához (vagy annak egészszámú többszöröseihez) kötődik, elterjedt a spektrumok frekvenciatengelyének skálázása fordulatszám-egységben is. A fordulatszám-skálázásnak viszont az a hátránya, hogy igen nagy, ezért a gyors áttekintést esetleg zavaró számokat kell feltüntetni a tengelyen. Ennek kiküszöbölésére a fordulatszám-többszörös skálázást szokás alkalmazni. Az angol irodalomban ilyenkor az order elnevezést használják {lásd a lenti számpéldát}.

Példa a 3000 fordulat/min fordulatszám többszöröseinek megadására			
Forgásfrekvencia	50 Hz	fordulatszám 3000 fordulat/min	= 1 (order)
Kétszeres forgásfrekvencia	100 Hz	fordulatszám 6000 fordulat/min	= 2 (order)
Tízszeres forgásfrekvencia	500 Hz	fordulatszám 30 000 fordulat/min	=10 (order)