

ENGINEERING
TOMORROW

Danfoss

Állapotfelügyelet intelligens frekvenciaváltókkal

drives.danfoss.hu

VLT | VACON®

Az ipari **automatizálási rendszerek evolúciója**

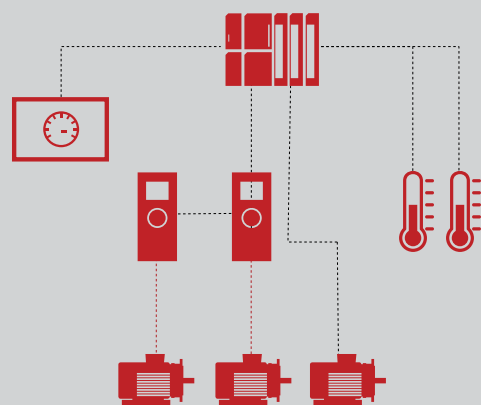
Az ezredforduló előtt a technológia mélyreható változásának voltunk tanúi, amely teljesen új munkavégzési mód kialakulásához vezetett a digitális világban. Ez a negyedik ipari forradalom. Az első ipari forradalom a 18. és 19. században a gőzgép feltalálása által kiváltott mechanikai forradalom volt. A második ipari forradalmat a 19. század végén és a 20. század elején a tömeggyártás, a villamosítás és a kommunikációban bekövetkező változások hozták magukkal. Ezt az időszakot elektromos forradalomnak is nevezik. A harmadik ipari forradalom a 20. század későbbi szakaszában a félvezetők, a számítástechnika, az automatizálás és az internet terén hozott magával előrelépést. Ez volt az úgynevezett digitális forradalom.

A negyedik ipari forradalmat a hálózatba kapcsolt, adatokkal és gépi tanulással táplált számítógépek, emberek és eszközök hozták magukkal. Bár az „Ipar 4.0” kifejezés meglehetősen homályos, az egyik lehetséges definíció szerint az Ipar 4.0 az emberek, eszközök és rendszerek intelligens hálózata, amely a digitalizáció minden lehetőségét kihasználja az egész értékláncban.

Az Ipar 4.0 **automatizálási rendszereinek trendjei**

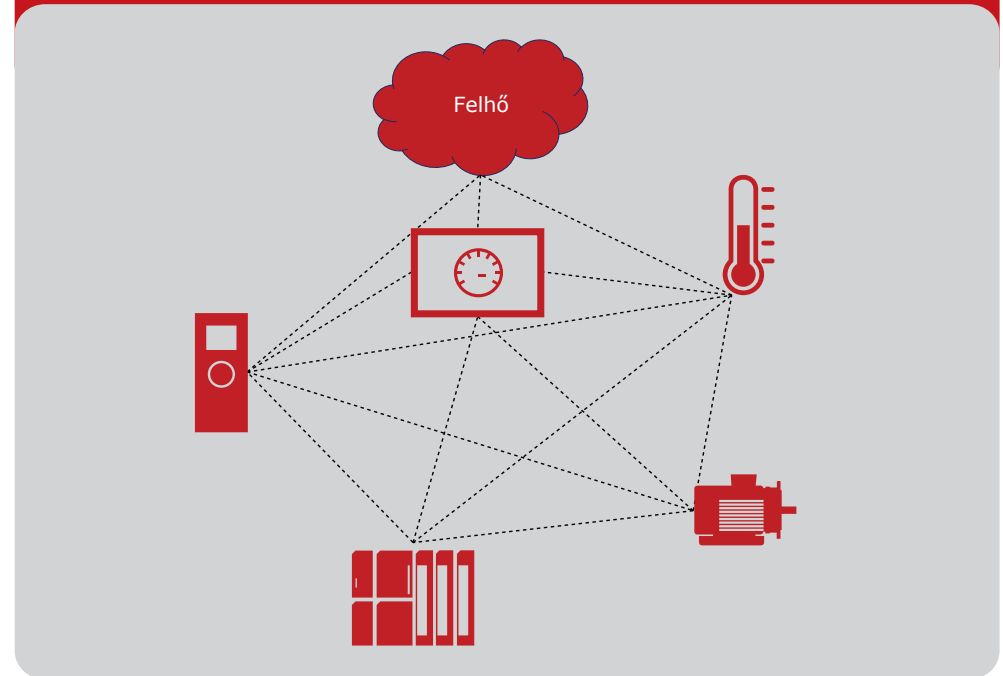
Az Ipar 4.0 motorrendszerekre gyakorolt hatása az áttérés az „automatizálási piramisról” a „hálózatba kapcsolt rendszerekre”. Ez azt jelenti, hogy a rendszer különböző elemei, például a motorok, frekvenciaváltók, érzékelők és vezérlők össze vannak kapcsolva egymással, és egy felhőhöz – adatközpontokhoz csatlakoznak, ahol az adatok tárolása, feldolgozása és elemzése, valamint a döntések meghozatala történik.

Ábra: Automatizálási piramis





Ábra: Automatizálási hálózat



Az automatizálási hálózatban az adatok mennyisége kiemelten fontos. Mivel az adatokat elsősorban érzékelők hozzák létre, a modern automatizálási rendszerek érzékelőinek száma egyre nő. A motorok és a meghajtott gépek, például ventilátorok, szivattyúk és szállítószalagok nem az adathálózatok legnyilvánvalóbb szereplői. Ezért érzékelőkre van szükség, hogy adatokat gyűjtsenek ezekről a gépekről. Az érzékelők számos módon csatlakozhatnak az adathálózathoz az adatok felhasználása érdekében. A korszerű állapotfigyelő rendszerek bevezetésekor gyakran akadálynak tekintik az érzékelők és a csatlakoztatás miatti többletköltséget.

A modern frekvenciaváltók új lehetőségeket teremtenek az Ipar 4.0 automatizálási hálózatban. A frekvenciaváltókat hagyományosan a motorok fordulatszámának szabályozására szolgáló áramirányítónak tekintették. Ma azonban már az információs láncnak is részét képezik, felhasználva a beépített feldolgozási teljesítményük, tárolókapacitásuk és kommunikációs interfészük előnyeit.

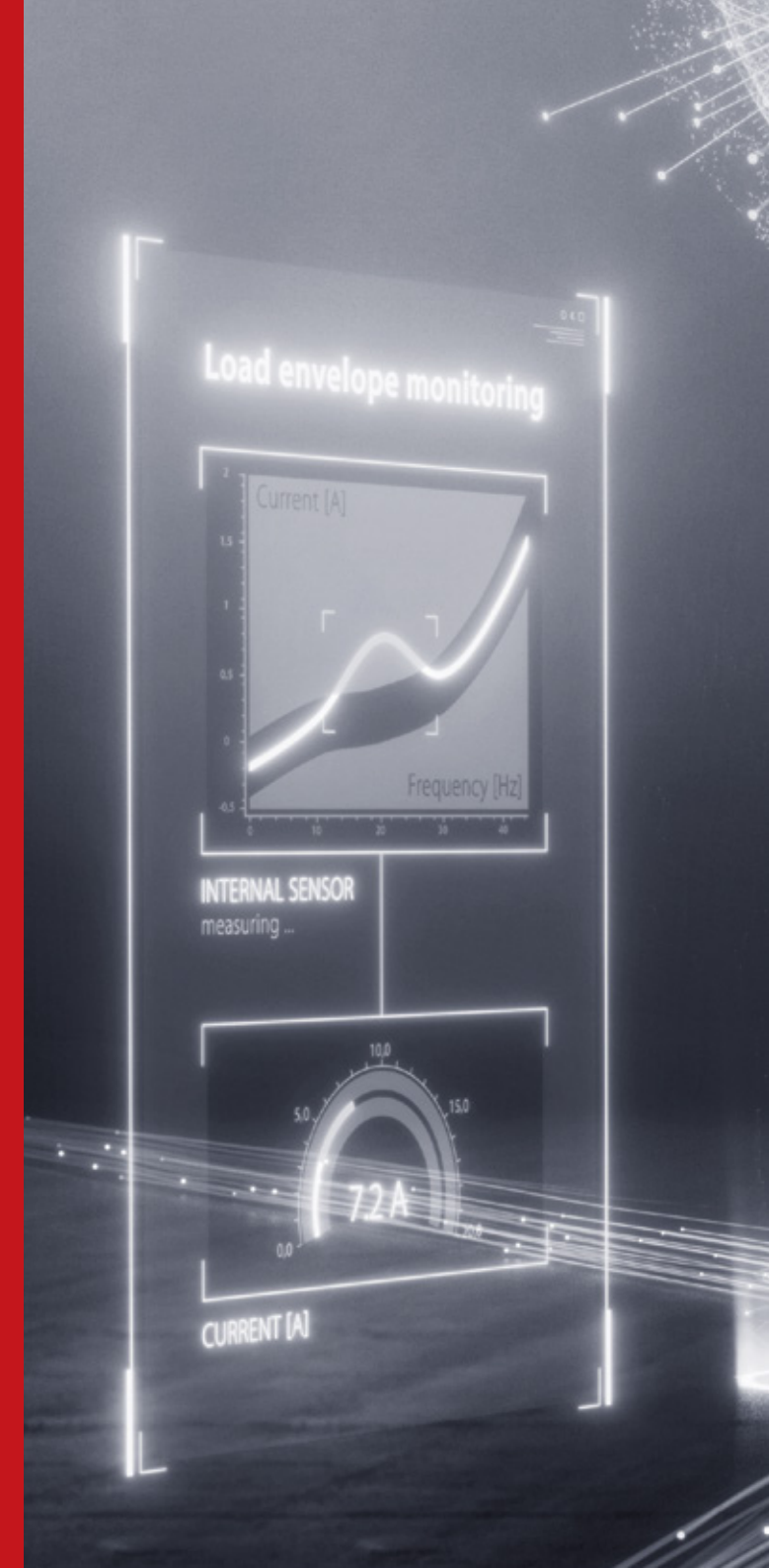
Mi az intelligens frekvenciaváltó?

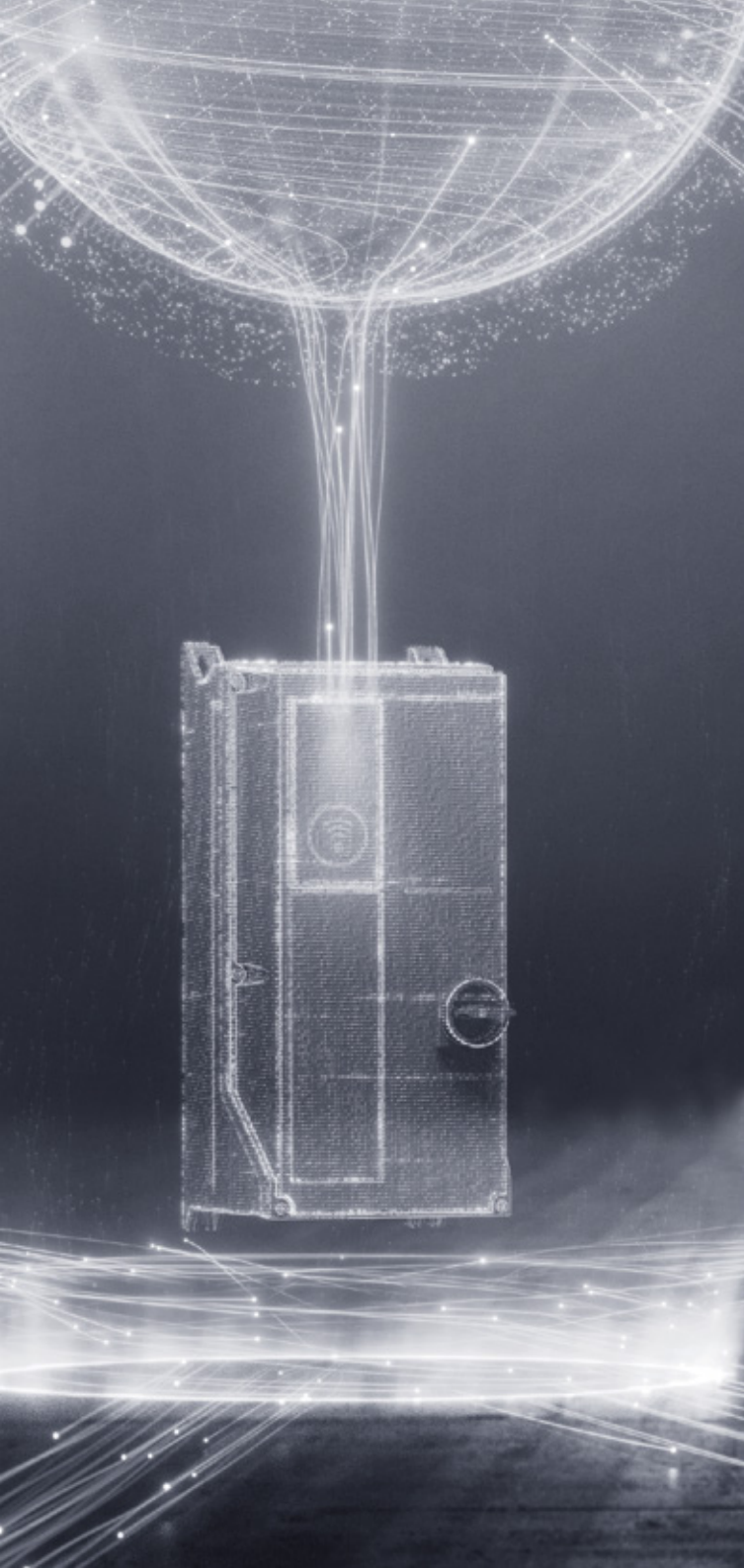
Az Ipar 4.0 hálózatban fontos szerepet játszó frekvenciaváltókat bizonyos támogató funkciók jellemzik:

- **Biztonságos csatlakoztatás:** A frekvenciaváltó biztonságosan csatlakoztatható egyéb elemekhez. A hálózat ezen egyéb elemei között lehetnek frekvenciaváltók, PLC-k, érzékelők és felhő is.
- **Érzékelőként működő frekvenciaváltó:** A frekvenciaváltó motoráram- és feszültségjel-elemzéssel érzékeli a motor és az alkalmazás teljesítményét.
- **Érzékelőközpontként működő frekvenciaváltó:** A frekvenciaváltó külső érzékelők segítségével gyűjti be az általa vezérelt folyamathoz kapcsolódó adatokat.
- **Szabályozóként működő frekvenciaváltó:** Ha ezt az alkalmazás korlátai lehetővé teszik, a frekvenciaváltóval kiváltható a PLC.
- **Saját eszközkoncepció megvalósítása:** Vezeték nélküli kapcsolat az okoseszközökkel (okostelefon, táblagép).

A frekvenciaváltó adatai a következő csoportokba sorolhatók:

- **Pillanatnyi jelek:** A frekvenciaváltó által a beépített érzékelők segítségével közvetlenül mért jelek. Olyan adatok tartoznak ide, mint a motoráram, a feszültség, a frekvenciaváltó hőmérséklete és az ezekből származtatott adatok, például a teljesítmény mint az áram és a feszültség szorzata vagy a motornyomaték. Ezenfelül a frekvenciaváltó központként is használható, amelyhez pillanatnyi jelekkel szolgáló érzékelők csatlakoztathatók.
- **Feldolgozott jelek:** A pillanatnyi jelekből származtatott jelek. Ilyen például a statisztikai eloszlás (maximum, minimum, középérték és szórás), a frekvenciatartomány-elemzés vagy a feladatprofil indikátorai.
- **Analitikai jelek:** A frekvenciaváltó, a motor és az alkalmazás állapotának jelzésére szolgáló jelek. A jelek karbantartás indítására, illetve a rendszer tervezésének tökéletesítésére szolgálnak.





A motoráram-elemzési technikáknak köszönhetően a frekvenciaváltó képes a motor és az alkalmazás állapotának figyelésére. A technika lehetővé teszi a fizikai érzékelők kiváltását vagy a hibák korai, még nem észlelhető jeleinek felismerését. Például a technika alkalmazásával előre észlelhetők a tekerceslési hibák vagy a mechanikus terhelés excentricitása.

A frekvenciaváltó mint érzékelőközpont koncepció lényege, hogy a frekvenciaváltóhoz külső érzékelők csatlakoztathatók, így nincs szükség átjáróra a fizikai érzékelő adathálózathoz történő csatlakoztatásához. A frekvenciaváltóhoz például rezgésérzékelők, nyomásérzékelők és hőmérséklet-érzékelők csatlakoztathatók. A koncepció nem csupán a költségek szempontjából előnyös, hanem azért is, mert lehetővé teszi az érzékelők adatainak és a frekvenciaváltóban jelen lévő különféle típusú adatok megfeleltetését egymásnak. Kézenfekvő példa egy külső érzékelőtől származó rezgésszint és a motorfordulatszám közötti összefüggés, mivel a rezgés a fordulatszámától függ.

Állapotalapú karbantartás

A lehetséges karbantartási stratégiák a következők:

- **Korrektív karbantartás:** A termék cseréje hiba után.
- **Megelőző karbantartás:** A termék cseréje a hiba bekövetkezése előtt anélkül, hogy a termék bármilyen kapcsolódó értesítést adna.
- **Állapotalapú karbantartás:** A termék figyelmeztetést ad, ha a tényleges élettartama eltér a várható élettartamtól, és jelzi a lehetséges kiváltó okokat.
- **Előrejelző karbantartás:** A termék az üzemórák tervezett számának elérése előtt figyelmeztetést ad a szervizelési művelet elindítása érdekében.

Miért van **szükség állapotalapú karbantartásra?**

A korrektív és a megelőző karbantartás hiba- (esemény-) vagy időalapú. Ennélfogva a karbantartásra hiba esetén (korrektív karbantartás) vagy az előre meghatározott számú üzemóra után (megelőző karbantartás) kerül sor. Az ilyen típusú karbantartások nem támaszkodnak a tényleges alkalmazástól érkező visszacsatolásra.

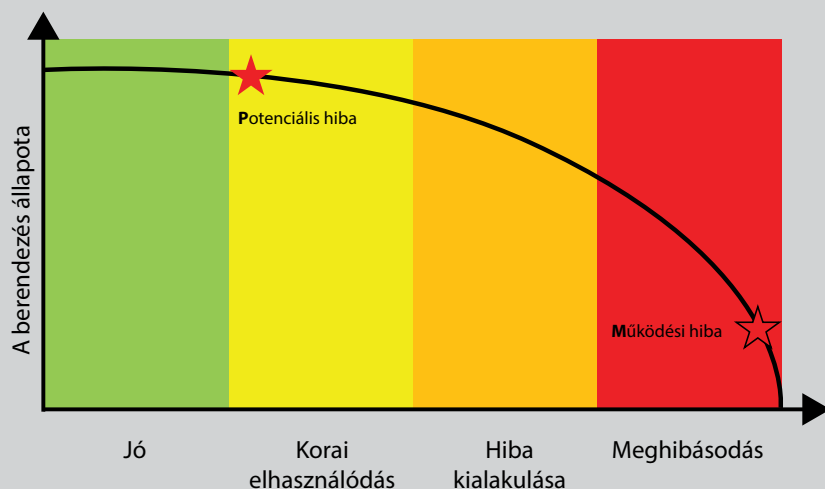
Az Ipar 4.0 bevezetésének és az érzékelőadatok rendelkezésre állásának köszönhetően azonban ma már állapotalapú és előrejelző karbantartás is lehetséges. Az ilyen karbantartási stratégiák tényleges érzékelőadatok alapján határozzák meg az üzemben lévő berendezés állapotát (állapotalapú karbantartás) vagy jelzik előre a jövőbeli hibákat (előrejelző karbantartás).

Állapotalapú karbantartás

Áttekintés és előnyök

Az állapotalapú karbantartás a tényleges alkalmazásból származó adatokra épülő, legegyszerűbb és legintuitívabb karbantartási technika. A begyűjtött adatok az üzemben lévő berendezés állapotának figyelésére szolgálnak. A kialakulóban lévő hibák jelzésére néhány kiválasztott kulcsfontosságú paraméter szolgál. Az egyes berendezések állapota jellemzően romlik az idő múlásával. Az alább látható P-f görbe egy tipikus állapotromlási mintát szemléltet. Működési hiba alatt azt értjük, hogy a berendezés nem hajtja végre a megfelelő funkciót. Az állapotalapú karbantartás célja a potenciális hiba észlelése annak tényleges bekövetkezése előtt.

Ábra: Tipikus állapotromlási mintát szemléltető P-f görbe



Ilyen esetben a karbantartási műveletek betervezése számos előnnyel jár, például:

- **Az állásidő csökkenése**
- **A váratlan termelésleállások megszűnése**
- **Optimalizált karbantartás**
- **A pótalkatrész készlet csökkentése**





Állapotfigyelő funkciók frekvenciaváltók esetén

Az állapotalapú karbantartás szerves része a berendezés állapotának figyelése. Változtatható fordulatszámú alkalmazás esetén az alkalmazás állapota gyakran a fordulatszámtól függ. Például nagyobb fordulatszámnál jellemzően magasabb a rezgésszint, de ez az összefüggés nem lineáris. Bizonyos fordulatszámokon rezonancia jelentkezhet, amely a fordulatszám növelésével megszűnik.

Változtatható fordulatszámú alkalmazás állapotának figyelésére nem egyszerű független rendszert használni, mivel ismerni kell a fordulatszámot és a vele korreláló felügyelt értéket. A frekvenciaváltók állapotfigyelésre történő használata („frekvenciaváltó mint érzékelő”, illetve „frekvenciaváltó mint érzékelőközpont”) azért előnyös, mert a frekvenciaváltóban megtalálhatók az alkalmazás fordulatszámával kapcsolatos információk. Emellett a terhelés/motornyomaték és a gyorsítás adatai és könnyen elérhetők a frekvenciaváltóban.

Az állapotfelügyelet **háromlépéses eljárása:**

1. Alapérték meghatározása
2. Küszöbök meghatározása
3. Felügyelet végrehajtása

Alapérték **meghatározása**

A hatékony állapotfigyelő rendszer létrehozásának első fontos lépése a normál üzemi feltételek meghatározása. Az alapérték meghatározása azt jelenti, hogy meg kell adni az alkalmazás alapértéknek nevezett normál működési feltételét. Az alapértékek többféleképpen is meghatározhatók.

Manuális alapérték: Ha az alapértékek meghatározása korábbi tapasztalatok alapján történik, az ismert értékeket be kell programozni a frekvenciaváltóba.

Működési alapérték: Az alapérték meghatározható az üzembe helyezés során. Ez a módszer az egész fordulatszám-tartományt megvizsgálja, meghatározva az egyes pontjai állapotát. Bizonyos esetekben azonban előfordulhat, hogy az alkalmazás az üzembe helyezés során nem működik teljes kapacitással, vagy bejáratási időre van szükség. Ebben az esetben a bejáratási idő letelte után határozza meg a működési alapértéket, úgy, hogy ez a normál működéshez lehető legközelebb eső üzemállapotban történjen.

Online alapérték: Ez a fejlett módszer az alapértékek normál működés közbeni megállapításán alapul. Olyan esetekben hasznos, ha a működési alapérték nem határozható meg, mert az alkalmazás nem teszi lehetővé a teljes fordulatszám-tartomány vizsgálatát.

Az alapérték meghatározása utáni lépés a figyelmeztetési és vészjelzési küszöbök meghatározása. A küszöbök az alkalmazás azon állapotait jelzik, amelyek szükségessé teszik a felhasználó értesítését. A berendezés állapota többféleképpen jelezhető. Az egyik legnépszerűbb módszer az iparban a közlekedési lámpához hasonló, négy színű állapotjelzés, melynek leírása megtalálható a **VDMA 24582 sz. specifikációjában: Terepibusz-semleges állapotfelügyelet-referencia a gyári automatizálásban.**





A színek jelentése a következő:

- **Zöld:** Azt jelzi, hogy a berendezés jó állapotban van, és hatékonyan működik.
- **Sárga:** Az 1. figyelmeztetési fokozatot, azaz az első küszöb túllépését jelzi. A karbantartó személyzet megtervezheti a szükséges karbantartási műveletet.
- **Narancs:** A 2. figyelmeztetési fokozatot, azaz a második küszöb túllépését jelzi. A karbantartó személyzetnek azonnali karbantartási műveletet kell végrehajtania.
- **Piros:** Vészjelzést jelez. A gép leáll, korrekciós karbantartás szükséges.

A figyelmeztetési és vészjelzési küszöbök megadása

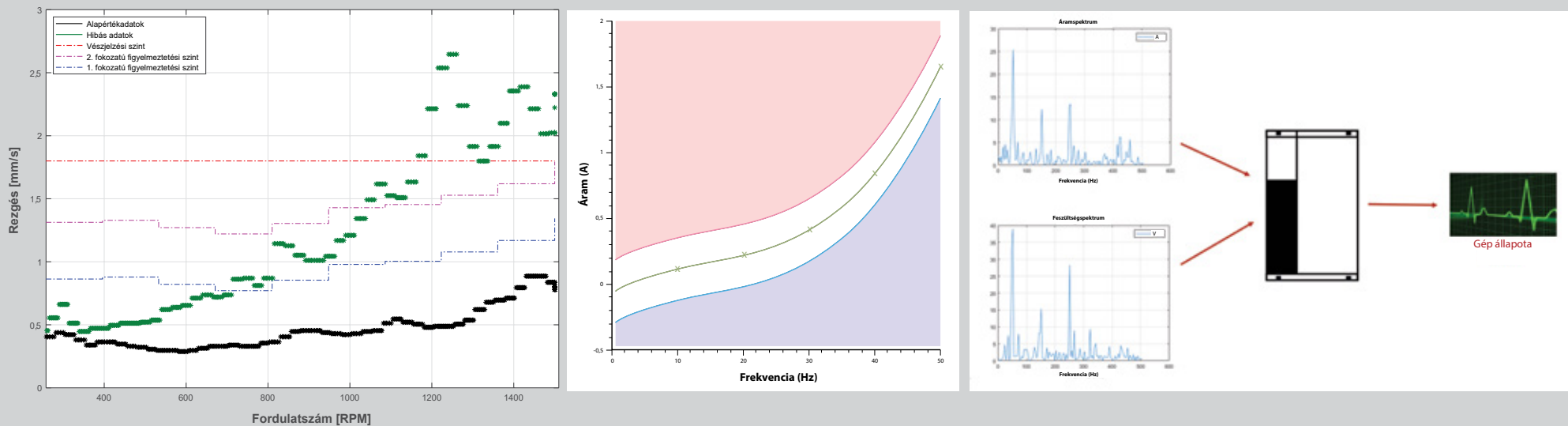
A küszöbértékek az alábbi módszerekkel adhatók meg:

- **Abszolút:** Ez a szokásos módszer abban az esetben, ha a berendezés értékei már ismertek. A küszöb fix értékű, függetlenül a mért alapértéktől. Például ha a kezelő ismeri a berendezés abszolút határértékét, beállíthatja azt vészjelzési küszöbként. Rezgésfigyelés esetén a szabványok, például az ISO 10816/20816 által megadott értékek használhatók abszolút vészjelzési küszöbértékként.
- **Eltolás:** A küszöbértékek beállításához ismerni kell az alkalmazást és az alapértékeket. A küszöb az alapértéktől függ, amelyhez képest a felhasználó megadja az eltolást. Ennek az a kockázata, hogy a felhasználó esetleg túl kis vagy túl nagy értéket állít be, ami hamis riasztáshoz vezethet. A hamis beállítások a felügyelet reakciójának hiányához vezethetnek, még hiba esetén is.
- **Tényező:** Ez a módszer egyszerűbb az eltolásnál, mert kevésbé kell ismerni hozzá az alkalmazást. A küszöb az alapértéktől függ, amely egy tényezővel lesz megszorozva. Például a küszöbérték lehet az alapérték 150%-a. Ennek az a kockázata, hogy a felhasználó esetleg túl nagy küszöböt állít be.

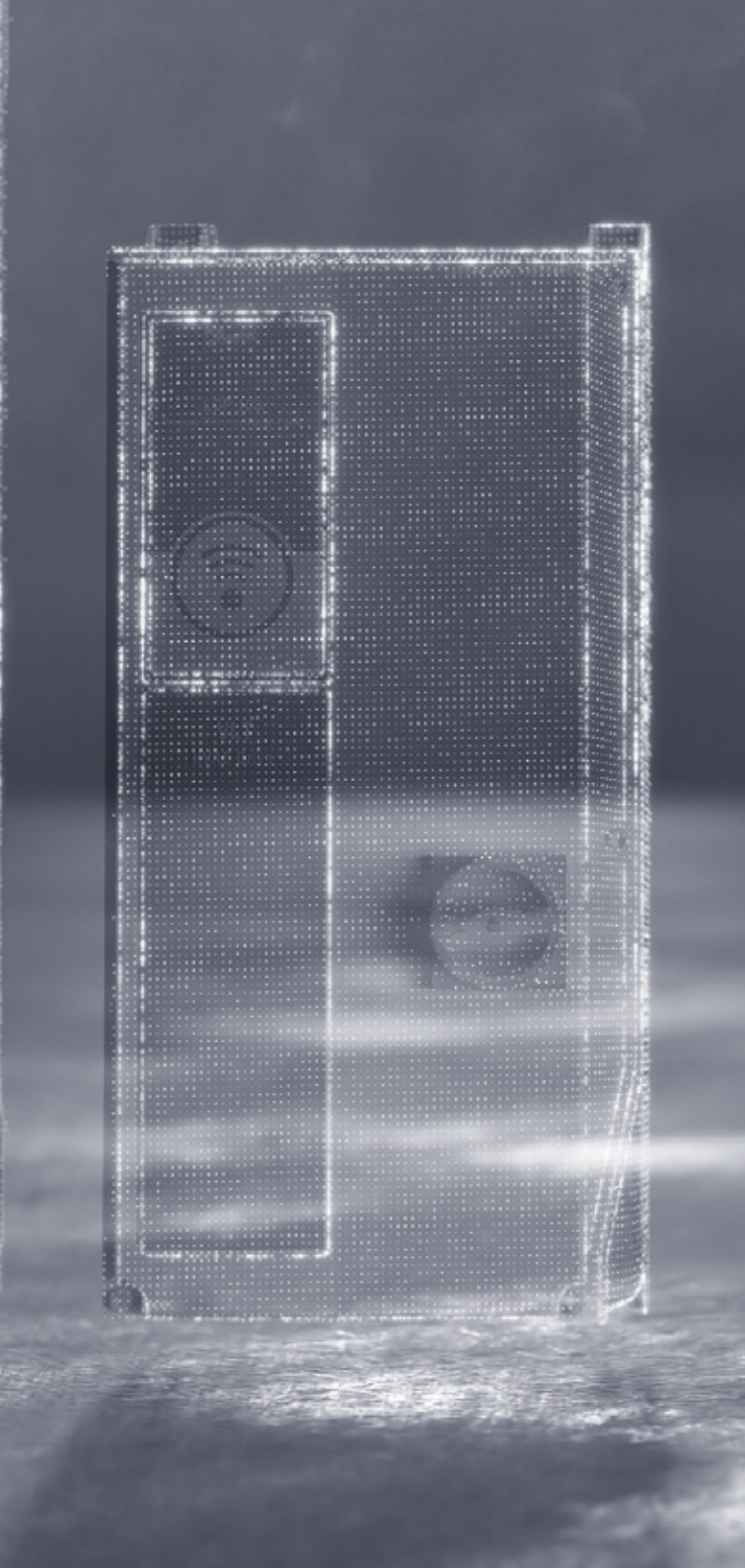
Felügyelet

A felügyelet a küszöbértékekkel történő folyamatos összehasonlítás. A normál működés során a rendszer összehasonlítja a tényleges értékeket a küszöbértékkel. Amennyiben a felügyelt paraméterek előre meghatározott ideig meghaladnak egy küszöböt, a rendszer figyelmeztetést vagy vészjelzést ad. Az időzítő úgy van konfigurálva, hogy szűrőként szolgáljon, így a rövid tranziensek nem váltanak ki figyelmeztetést vagy vészjelzést.

Ábra: Állapotalapú felügyeleti technikák



Az aktuális felügyelt értékek az LCP, illetve terepibusz- vagy IoT-kommunikáció segítségével olvashatók le a frekvenciaváltóról. Ezenfelül a digitális kimenetek is konfigurálhatók úgy, hogy reagáljanak bizonyos figyelmeztetésekre és vészjelzésekre. Egyes frekvenciaváltók beépített webszerverrel rendelkeznek, amely az állapotuk leolvasására is alkalmas.



Befejezés

A frekvenciaváltók ma már nemcsak holmi áramfeldolgozó készülékek. Az érzékelőként és érzékelőközpontként való működésre, adatok feldolgozására, tárolására és elemzésére képes, csatlakoztatási lehetőségeket kínáló frekvenciaváltók a modern automatizálási rendszerek létfontosságú elemei.

Az automatizálási rendszerekben gyakran már jelen lévő frekvenciaváltók kiváló lehetőséget kínálnak az Ipar 4.0-ra történő áttérésre.

Ez lehetővé teszi az új karbantartási módszerek, például az állapotalapú karbantartás használatát. Egyes frekvenciaváltókban ezek a funkciók már rendelkezésre állnak, és a megvalósításban élen járók már érzékelőként is használják frekvenciaváltójukat.

További részletek: danfoss.hu

Minden információ – ideértve egyebek között a termék kiválasztására, alkalmazására vagy használatára, felépítésére, tömegére, méreteire, kapacitására és bármely egyéb műszaki adatára vonatkozó, a termékkézikönyvekben, katalógusok leírásaiban, hirdetésekben stb. található információt, legyen az írásos, szóban elhangzó, elektronikus, online vagy letöltéssel elérhető információ – tájékoztató jellegűnek tekintendő, és csak abban az esetben és mértékben kötelező erejű, amennyiben az ajánlat vagy a rendelés visszaigazolása kifejezetten hivatkozik rá. A Danfoss nem vállal felelősséget a katalógusokban, ismertetőkben, videóknak és egyéb anyagokban előforduló esetleges hibákért. A Danfoss fenntartja a jogot arra, hogy termékeit külön értesítés nélkül módosíthassa. Ez vonatkozik a már megrendelt, de még leszállítatlan termékekre is, feltéve, hogy a módosítás nem érinti a termék formáját, illeszkedését és funkcióját. Az ebben az anyagban előforduló minden védjegy a Danfoss A/S vagy a Danfoss csoport vállalatának tulajdona. A Danfoss és a Danfoss logó a Danfoss A/S védjegyei. Minden jog fenntartva.