

Az emberi és műszaki megbízhatóságról

Fodor Mihai

F&F INTERNATIONAL – KIADÓ ÉS NYOMDA (Románia), tulajdonos, igazgató

Második rész

Megbízhatóságelmélet. Az a komplex tudományág, amely a meghibásodási folyamatok törvényszerűségeivel, a megbízhatóság számszerű jellemzőinek, mutatóinak a meghatározásával, a megbízhatóság növelésének lehetőségeivel foglalkozik.

Megbízhatóság. A terméknek az a tulajdonsága, hogy előírt funkcióit teljesíti, miközben adott határok között megtartja azoknak a meghatározott mutatóknak az értékeit, amelyek a felhasználás és szállítás előre megadott üzemmódjának és feltételeinek felelnek meg.

A termékek osztályozása megbízhatósági szempontból

Termék (rendszer, elem): nem helyreállítható; helyreállítható; azonnal helyreállítható; számotvető helyreállítási időt igénylő.

A megbízhatóság tervezéséhez, elemzéséhez, optimalizálásához elengedhetetlenül szükségesek a megbízhatóságelméleti alapismeretek.



Fodor Mihai

Kezdetben a műszaki megbízhatóság fogalmát a *hibamentes működés valószínűségével* azonosították (pl. első meghibásodásig működő elektronikai termékek).

1. ábra. A meghibásodások osztályozása

Az osztályozás szempontja	A meghibásodás fajtája
1. A meghibásodás bekövetkezésének oka	1.1 Túlterhelés következtében 1.2 Elem független meghibásodása 1.3 Elem függő meghibásodása 1.4 Konstruktív meghibásodás 1.5 Gyártási eredetű meghibásodás 1.6 Üzemeltetési meghibásodás
2. A meghibásodás bekövetkezésének időtartama	2.1 Váratlan meghibásodás 2.2 Fokozatos meghibásodás
3. A működőképesség elvesztésének mértéke	3.1 Teljes meghibásodás 3.2 Részleges meghibásodás 3.3 Katasztrofális meghibásodás 3.4 Degradációs meghibásodás
4. A meghibásodás bekövetkezésének szakasza	4.1 Korai meghibásodások 4.2 Véletlenszerű meghibásodások 4.3 Elhasználódási meghibásodások



2. ábra. A műszaki megbízhatóság összetevői és azok jellemzői

A megbízhatósági vizsgálatok fejlődése a hetvenes évek környékén előtérbe helyezte az ipari alkalmazásokat és a termelési rendszerek megbízhatóságának elemzését is.

A megbízhatóság ilyen összetett értelmezése magában foglalja a *hibamentesség*, a *tartósság*, a *javíthatóság* és a *tárolhatóság* fogalmát is, hiszen a korszerű, nagy értékű rendszerektől a felhasználó nemcsak az adott időtartam alatti hibamentes működést követeli meg, hanem azt is, hogy a rendszer előírászerű üzemeltetés, karbantartások és javítások mellett tartós legyen. Gyakori felhasználói igény az is, hogy a rendszer működőképessége a tárolás és szállítás hatására adott határokon túl ne változzék meg. A megbízhatóságelmélet alapfogalmainak rendszerét, valamint a lényegesebb mennyiségi mutatókat a 2. ábra szemlélteti.

A HIBAMENTES MŰKÖDÉS VALÓSZÍNŰSÉGE

A *hibamentes működés valószínűsége* adott „t” időtartam alatt nem más, mint annak valószínűsége, hogy a „T” időtartam, ami a berendezés hibamentes működésének időtartama, nagyobb ennél a „t” előre megadott időtartamnál.

$$R(t) = P(T > t).$$

A *meghibásodás bekövetkezésének valószínűsége* megadott „t” időtartam alatt annak valószínűsége, hogy a hibamentes működés „T” időtartama kisebb, mint „t”.

$$F(t) = P(T < t).$$

A fenti meghatározásnak megfelelően $F(t)$ a berendezés hibamentes működési időtartamának, vagyis a meghibásodás bekövetkezési idejének *eloszlásfüggvénye*. Tehát a $R(t)$ és $F(t)$ a berendezés „t” működési idejét jellemző időfüggvények (lásd 3. ábra), ezeket tartalmuknak megfelelően *megbízhatósági* és *megbízhatatlansági* függvényeknek nevezzük.

Látható, hogy a meghibásodás és a hibamentes működés komplementer események, ezért:

$$R(t) + F(t) = 1$$

A hibamentes működés közepes ideje

Statisztikailag a megfigyelés alá vett berendezések hibamentes működésének közepes ideje a hibamentes működési idők összegének átlaga, amíg mindegyiken bekövetkezik az első meghibásodás, osztva a megfigyelt berendezések számával.

A meghibásodások közötti átlagos működési idő

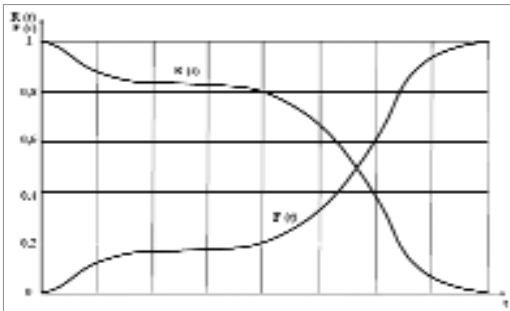
Azokban az esetekben, amikor a rendszerek, berendezések hosszú ideig működnek, és a meghibásodott berendezéseket kijavítják vagy újakra cserélik, a hibamentes működés közepes ideje értékének alkalmazása nem célravezető. Ilyen esetekben, mint paramétert a meghibásodások közötti átlagos működési időt, „T közepes”-t alkalmazzák.

A *T közepes* értékét meghatározhatjuk mind az üzemeltetés teljes időtartamára, mind annak egy szakaszára. Ezt a nemzetközi gyakorlatban, mint

két meghibásodás közötti átlagos működési időt használják (Mean Operating Time Between Failure – MTBF).

Az MTBF kiszámításánál bizonyos feltételeknek meg kell felelni. A két meghibásodás közötti átlagos működési idő előre jelzett, számított idő, amit a gép tervezett alkalmazása és tervezési paraméterei határoznak meg.

A működtetés érdekében a gyártó köteles elkészíteni a típusra vonatkozó MTBF előrebecslését. Az üzemben tartás során időközönként a gyártó köteles az összegyűjtött adatok alapján a korábbi MTBF előrejelzést módosítani. Ha a berendezésekben az üzemben tartás során típuscsere történik, annak hatását az MTBF-re szintén köteles megadni. Az üzemeltetés szempontjából nagyon

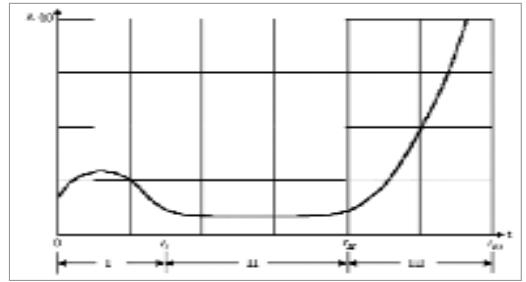


3. ábra. A hibamentes működés $R(t)$ és a meghibásodás $F(t)$ valószínűségfüggvények jellegzetes alakja az időben

fontos, hogy milyen gyakorisággal következik be az önálló elemek és berendezések meghibásodása. Minél kisebb ez, akkor az MTBF értéke annál nagyobb lesz, és megbízhatóbb a gép.

A meghibásodások intenzitása

A meghibásodások intenzitása $\lambda(t)$ időegység alatt a meghibásodások számának és a még működőképes berendezések számának viszonya. A $\lambda(t)$ függvény minden „ t ” időpontban lényegében annak a valószínűségét adja meg, hogy a „ t ” időpontig hibamentesen működő elem a következő időegység alatt meghibásodik. A meghibásodások intenzitását statisztikai adatok alapján határozhatjuk meg. Elég nagyszámú berendezés megfigyelése esetén tipikus összefüggést kaphatunk a meghibásodások intenzitása és a berendezések működési idejének tartama között. Ez a görbe minden berendezéstípusra kiszámítható és megrajzolható. Formájából kapta elnevezését, ez az úgynevezett kádgörbe (4. ábra).



4. ábra. A meghibásodások intenzitása, rátája

A kádgörbe azt mutatja, hogy a berendezések meghibásodásának intenzitása az üzemelés első időszakában – „bejáratási szakaszban” – magas, de csökkenő tendenciájú (főleg az esetleges gyártási hibák miatt). A második időszakban – „üzemi időszak” – alacsony stabilizált értékű, amit a tényleges üzemben tartás időszakának tekintünk (az előforduló meghibásodások száma minimális, és véletlenszerűen, más és más okból következik be). Majd a meghibásodások intenzitása újra emelkedni kezd – „öregedési zóna” –, amikor célszerű végrehajtani a berendezések felújítását vagy selejtezését. A fenti paraméterek, összefüggések, görbék a csapatoknál a gyakorlati adatokból kiszámíthatók és felépíthetők. Ezáltal konkrét számokkal alátámasztott következtetések vonhatók le az üzemben tartott technika pillanatnyi állapotáról, illetve az addigi üzemben tartási tevékenység hatékonyságából.

Eredmények, következtetések

A megbízhatósági jellemzők célszerű kiválasztása és a meghibásodási adatok alapján egy vagy több mutató kiszámítása után definiáljuk a hasonlósági kritériumokat, és a vizsgált eszközt összehasonlítjuk az ismert eszközökre vonatkozó adatokkal. Az összehasonlítás hibájának megállapításával a várható megbízhatósági paraméter vagy akár egy alkalmas összetett mutató előrejelzését végezhetjük el. Így teljesítjük azt a követelményt, hogy az előrejelzés mutassa meg az eszköz alapvető specifikáció szerinti megbízhatóságát az élettartama során, és alapot biztosítson az élettartamköltségre, a logisztikai támogatásra és az eszköz működési hatékonyságának analizéséhez.

Bővebb információért a következő weboldalakat ajánlom:

<http://www.reliasoft.com/seminars/index.htm>;
<http://www.weibull.com/>.