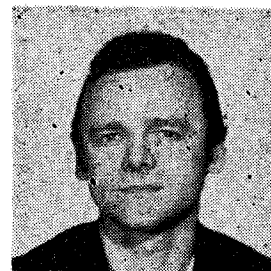


Rendszerek megbízhatósági tervezése elektronikai alkatrészek megbízhatósági modelljeinek felhasználásával

ALMÁDI JÁNOS
TELEFONGYÁR



ÖSSZEFOGLALÁS

A cikk a professzionális átviteltechnika és számítástechnikai berendezések megbízhatóságának tervezési kérdéseit tárgyalja. Részletesen foglalkozik a felhasznált alkatrészek megbízhatósági modelljeinek meghatározásával, továbbá ismerteti egy gyakorlati példán keresztül a megbízhatósági tervezési módszer alkalmazását.

Bevezetés

A professzionális átviteltechnika és számítástechnikai berendezésekkel szemben az utóbbi két évtizedben a felhasználók egyre magasabb megbízhatósági igényeket támasztanak. Ugrásszerűen megnőtt a rendszerek nagysága és bonyolultsága, amely a hibamentességi jellemzők (pl. a két meghibásodás között eltelt működési idő, vagy a két tévesztés között átvitt helyes információ mennyisége) kézbentartását követeli meg.

Ezen célkitűzés eléréséhez összehangoltan kell felhasználni a tervezési, a gyártási és a vevőszolgálati tevékenységet, illetve az ezek során alkalmazandó megbízhatóság-biztosítási módszerek alkalmas kombinációját.

Figyelembe véve a megbízhatóság kísérlet útján történő meghatározási, illetve ellenőrzési módszereinek idő- és költségigényét, valamint ezek egyre növekvő jellegét (az elemek elérhető alacsony meghibásodási rátája miatt), igen fontossá válik egy megfelelő magas szintű, az utólagos értékelés mérlegen is mindig helytálló megbízhatóság-előrejelzési rendszer létrehozása.

Az átviteltechnikai és adatfeldolgozó rendszerek ma már egyre nagyobb elektronikus intelligenciát foglalnak magukban, illetve a klasszikus huzalozott elektronikai hardware egyszerűen megvalósítható mikroprocesszor-vezérlés alkalmazásával.

Így általában a tervező a megbízhatósági kérdések kapcsán a hardware, illetve a software megbízhatóságát egyaránt kénytelen figyelembe venni.

Jelen ismertetés csupán a hardware megbízhatóság kérdésével foglalkozik.

A hardware rendszer megbízhatósági viselkedésének leírása

A katasztrófális leállás elkerülését az eredetileg tervezett, megvalósított redundáns funkciók, illetve tartalék üzemmódok beépítése teszi lehetővé.

Ezek a nagyméretű és bonyolult rendszerek azonban mindig felbonthatók egyszerű rendszer-elemek meghatározott logikai kapcsolatban álló struktúrájára.

Beérkezett: 1988. V. 4. (←→)

ALMÁDI JÁNOS
Diplomáját 1969-ben szerezte a Budapesti Műszaki Egyetem Villamosmérnöki Karán.
A Telefongyárban 1969-től 1982-ig különböző gyártmányok gyár-

tásához szükséges cél-műszerek tervezésével foglalkozott, mikroprocesszoros rendszerek alkalmazásával bezárólag. Jelenleg a Minőségtervezés és Ellenőrzési Főosztály vezetője.

Ez a struktúra le is írható a formális logika eszköztárával. A továbbiakban ezeket az egyszerű elemeket, illetve a belőlük alkotott struktúrát kell vizsgálni.

A strukturális redundancia mellett a rendszerbe beépíthetők az információ redundanciák, az áramkörök túrésai, illetve terhelési redundanciái is. Az összes eddig felsorolt eset kezelhető az áramköri elemek — mint a konstruktőr számára tovább már nem osztható építőelemek — tulajdonságainak leírásával, illetve ezek terhelési redundanciájának kézbentartásával.

A rendszer részekre bontása és analízise során egy sor egyszerűsítő feltételt tehetünk, amelyekkel a probléma megoldása viszonylag egyszerű algebrai összefüggésekre vezethető vissza.

Kellően alacsony szintre jutva, a struktúra lebontásában még megfogalmazhatók az alábbi egyszerűsítő feltételek:

- A rendszerelem csupán két állapotú a megbízhatóság szempontjából: működőképes vagy meghibásodott.
- A rendszerek soros, párhuzamos, illetve vegyes kapcsolása jellemzi a rendszerrészt, tehát logikailag egyszerű eszközökkel leírható a rendszer-rész megbízhatósági modellje.
- Az elemek megbízhatósági viselkedését egy kezdetinek nevezhető munkapontban meghatározott hibamentességi jellemzők és a környezeti tényezők határait leíró függvények általában szorzat jellegű összefüggései adják meg.
- A gyakorlati életben közepes berendezések esetében a gondolatátmenetet rendszeranalízis helyett meghatározott, ismert viselkedésű elemek szintéziseként egyszerűbb végigvinni.
- A szintézis a nagy redundáns rendszer teljes mélységében is folytatható, ha rendelkezünk a strukturális redundancia alapeseteit leíró matematikai összefüggésekkel.
- Sok kisebb berendezés egyszerűbb soros megbízhatósági modellel jellemezhető, s ennél fogva kétállapotú viselkedéssel írható le.
- A konstruktőrnek gyakorlati tevékenysége során vagy még a megvalósítás előtt metametikai

eszközökkel, vagy a megvalósítás után kísérleti és matematikai eszközökkel ellenőriznie kell a megbízhatósági jellemzőket.

- Amennyiben a jellemzők nem megfelelőek, egy javított konstrukciós változat tervezésével esetleg egy több lépésből álló iteráció végzésével kell a kívánt megbízhatóságot elérni.
- Gyakorlatilag a jelenlegi gyártmányösszetétel bonyolultsága miatt a megbízhatósági iterációs számítások csak számítógépes támogatással végezhetőek el.

A megbízhatósági iterációs számítások gyakorlati végrehajtásához az alábbiak szükségesek

1. A konstruktőr által felhasználható alkatrészek számítógépes adatbázisa, mint iránymutató, de egyben korlátozó funkciót is ellátó választék.
2. A választékban szereplő alkatrészek családjait leíró megbízhatósági modell, illetve minden egyes alkatrészhöz a független változók (igénybevételi sorok) valamilyen névleges értéke mellett hozzárendelhető tényleges számérték (ez egyben a modell együtthatók kiindulási értékeit is meghatározza).
3. Az alkatrészcsoportok terheléseivel kapcsolatos szorzó függvények, amelyek a névlegestől eltérő terhelési esetekre leírják a változás jellegét és mértékét.

Itt meg kell jegyezni, hogy a fenti három adatbázisrész folyamatos karbantartást kíván.

4. A megbízhatósági jellemzők számítálgépprogramját megvalósító számítógépprogramok. (Ezeket egyszerűen kell elkészíteni.)

A nemzetközi és a hazai szakirodalom gyakorlatát követve az alkatrész megbízhatóságát a meghibásodási aránnyal jellemezzük, feltételezve, hogy az alkatrészek működési idejének valószínűségi eloszlása exponenciális eloszlás vagy azzal jól közelíthető. Ebben az esetben a meghibásodási arány az idő függvényében állandó és azt szokásosan:

10^{-6} /óra vagy 10^{-9} /óra egységben fejezik ki.

Az alkatrész megbízhatósági modellje ennek az állandó meghibásodási aránynak a különböző igénybevételi és alkalmazási tényezőktől való függését írja le.

A tipikusan és általunk is alkalmazott modell a következő alakú:

$$\lambda_p = \lambda_b \cdot \pi_Q \cdot \pi_E \cdot \pi_A \cdot \pi_N [10^{-9}/\text{óra}]$$

ahol

- λ_p = az alkatrésztípus előre jelzett meghibásodási aránya;
- λ_b = az ún. bázis meghibásodási arány, amelyet a villamos igénybevétel és hőmérséklet igénybevétel függvényében adnak meg;
- π_Q = minőségi tényező, amely az alkatrész gyártása során alkalmazott ellenőrző-minősítő és szűrővizsgálatok hatékonyságát jellemzi;

- π_A = alkalmazási tényező, amely figyelembe veszi az áramkörü felhasználás körülményeit;
- π_N = az egyes alkatrészek speciális tulajdonságait jellemző tényezők összessége;
- π_E = környezet hatása a megbízhatóságra.

Összegezve megállapítható, hogy gyártmányaink megbízhatóságának tervezésénél, illetve értékelésénél a klasszikus értelemben vett megbízhatóság előrejelzési módszer jól használható. A módszer segítségével a berendezést alkotó részek (alkatrészek, részegységek) megbízhatósági adataiból számíthatjuk ki a vizsgálandó berendezés megbízhatóságát, ismert matematikai-statisztikai és valószínűségszámítási módszerek alkalmazásával.

Az előzőekben elmondottak megvalósításának egy gyakorlati példáját mutatja be a mellékletben közölt tápegység működési megbízhatóságának kiszámításához felhasznált adatbázis.

A táblázat utolsó oszlopa (λ_p) tartalmazza minden egyes alkatrésze az arra jellemző meghibásodási arányt (λ_p értékét), amelynek a számszerűsített értéke a számítógépes feldolgozásból adódóan speciális alakú:

$$\begin{aligned} (\text{pl. } 1 \text{ E} - 10 \text{ egyenlő } 1 \times 10^{-10} \\ 1,2 \text{ E} - 09 \text{ egyenlő } 1,2 \times 10^{-10}). \end{aligned}$$

Gyakorlatilag 0 érték nem fordulhatna elő, így ez azt jelenti, hogy ezeknek az alkatrészeknek nincs hatása a tápegység működésére. (Például jelen esetben a világító dióda csak a tápegység meghibásodásának kijelzésére szolgál.)

A TE5 típusú tápegység elemei és azok minimális lambda adatai

| Sor-szám | Katalógus kód | Az elem megnevezése | DB szám | Lambda értéke |
|----------|---------------|--------------------------------|---------|---------------|
| 1. | 321630 | MP-kondenzátor 300 V | 1 | 0 |
| 2. | 322100 | Alumínium elektr. kond. normál | 8 | 0 |
| 3. | 322300 | Tantál elektr. kond. normál | 1 | 0 |
| 4. | 451000 | LED-dióda | 1 | 0 |
| 5. | 311350 | Fémréteg ell. 1 W | 1 | 1E—10 |
| 6. | 311340 | Fémréteg ell. 1 W | 2 | 2E—10 |
| 7. | 311250 | Krist. szénréteg ell. 0,5 W | 4 | 4E—10 |
| 8. | 321810 | Polist. kond. műanyag tok | 2 | 6E—10 |
| 9. | 321900 | Polieszter kondenzátor | 5 | 9E—10 |
| 10. | 215210 | Indirekt kártyacsatlakozó | 12 | 1.2E—09 |
| 11. | 311210 | Krist. szénréteg ell. 0,25 W | 31 | 3.1E—09 |
| 12. | 422300 | Planar epitaxialis dióda | 1 | 4.29593E—09 |
| 13. | 821000 | Kis telj. fész. stab. IC | 1 | 8.29185E—09 |
| 14. | 111000 | Kézi forrasztási pont | 138 | 1.38E—08 |
| 15. | 332100 | Ferritmagos szűrő indukt. | 7 | 2.1E—08 |
| 16. | 112000 | Gépi forrasztási pont | 242 | 2.42E—08 |
| 17. | 424000 | Zenerdióda | 3 | 3E—08 |
| 18. | 422000 | Szilícium dióda | 11 | 1.1E—07 |
| 19. | 434200 | Szil. telj. tranz. (ipari) | 4 | 1.2E—07 |
| 20. | 433000 | Szilícium tranzistor | 6 | 1.5E—07 |
| 21. | 215200 | Indirekt kártyacsatl. | 1 | 1.94526E—07 |
| 22. | 251000 | Jelfogó | 1 | 2E—07 |
| 23. | 214100 | Késérrintkezős sp. csati. | 4 | 7.78104E—07 |

A TE5 típusú tápegység eredő MTBF adata: 68.726 (év)

A felhasznált alkatrészekre jellemző λp értékek ismeretében speciális számítógépes algoritmus segítségével képezhető a példában szereplő tápegység MTBF adata.

IRODALOM

[1] *Goarin, Roland*: „Elektronikai alkatrészek előrejelzett és tapasztalati megbízhatósága” (Relelectro-nio '82 szimpozionon elhangzott előadás).

[2] *Balogh A.—Dukáti F.—Sallay L.*: Minőségellenőrzés és megbízhatóság (1980). Műszaki Könyvkiadó

[3] *Balogh A.—Gerlay M.*: Rendszerek megbízhatósági tervezése. Híradástechnika XXXVI. No. 2. (1985)

[4] MSZ KGST 1192: A hibamentes működési idő ellenőrzési tervei exponenciális eloszlás esetében (1978)

[5] MSZ 18828: A megbízhatósági mutatók meghatározásának paraméteres módszerei (1983)