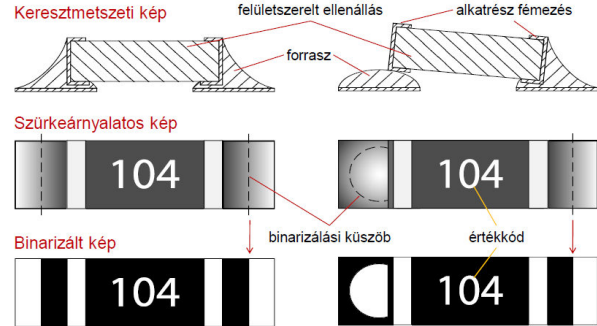
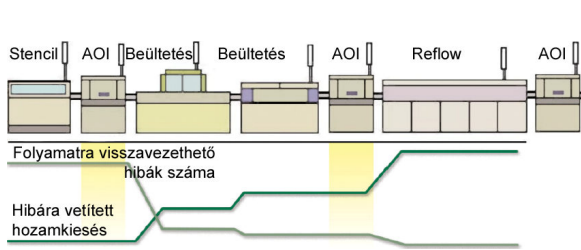


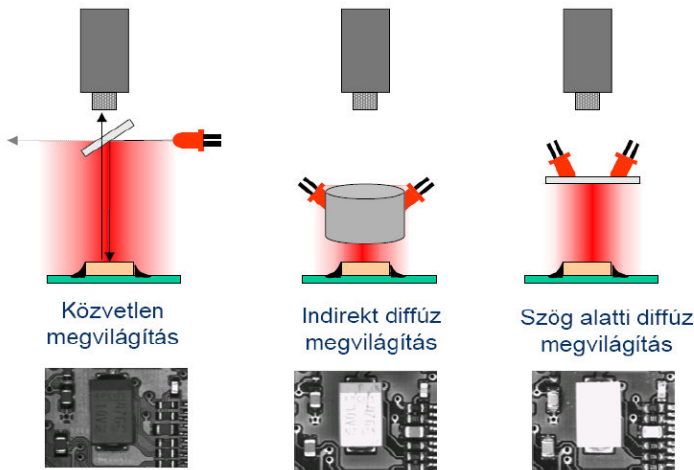
Az elektronikai gyártás ellenőrző berendezései (AOI, X-RAY, ICT)

1. Ismertesse az automatikus optikai ellenőrzés alapelvét (a), megvilágítási módjait (b), valamint a kamerarendszerek jellemzőit (felbontás, látótér) (c)!

- a) Az automatikus optikai ellenőrző berendezés (AOI – Automatic Optical Inspection) elhelyezkedhet: - stencilyomtató után (postprint inspection, Solder Paste Inspection) - alkatrész beültető után (postplace inspection, Automatic Placement Inspection) - reflow kemence után (postreflow inspection)



b) Az AOI-k megvilágítási rendszere

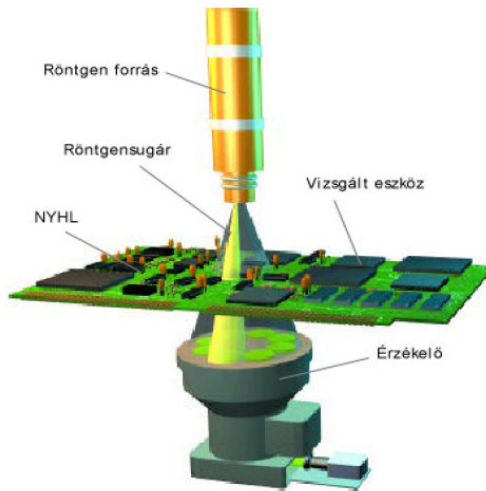
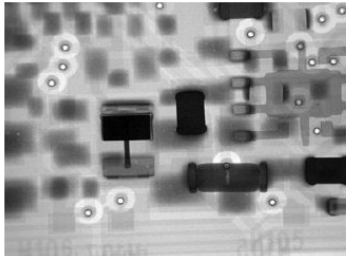


c) Kamerarendszere jellemző a felbontás, illetve a látótér mérete (FoV); meghatározza az ellenőrzési sebességet -> az AOI áteresztő képességét

 300-400 kpixel / FoV: 225 mm ² Sebesség: 4 - 6 cm ² /s felbontás: ~30 µm	 1,3 Mpixel / FoV: kb. 616 mm ² Szkenelési sebesség: 10 - 16 cm ² /s felbontás: ~25 µm	
01005 méretkódú alkatrész esetén felbontás: 100 µm felbontás: 20 µm		5.2 Mpixel / FoV: 2.268 mm ² Sebesség: 25 - 40 cm ² /s felbontás: ~20 µm

2. Ismertesse a transzmissziós röntgengép működési elvét.

- egyszerű programozás,
- olcsóbb, mint a 3D-s röntgen,
- egyoldalas ák. vizsgálatára.



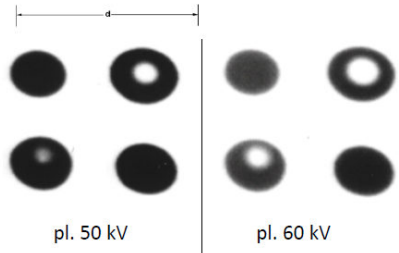
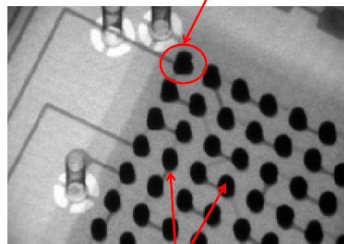
3. Milyen hibák detektálhatók transzmissziós röntgengéppel? Mire kell ügyelni a BGA tokozású alkatrész kötéseiben lévő zárványok ellenőrzésénél?

A rövidzáron és a zárványképződésen kívül a többi hiba a detektor különböző szögű döntésével mutatható ki csak biztosan.

- Deformálódott forraszbumpok (megnyúlt, összenyomódott) – PBGA-nál
- Vezető pályák szakadása – NyHL-nél
- Furatfémzés hibái – NyHL-nél

Röntgenmikroszkópia

- Zárványok - kalibráció
- „head-in-pillow”
- Rövidzárok



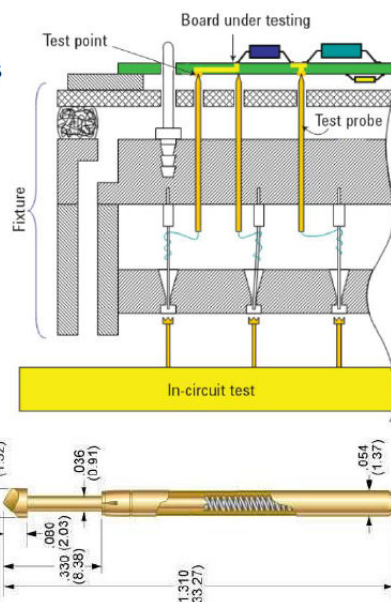
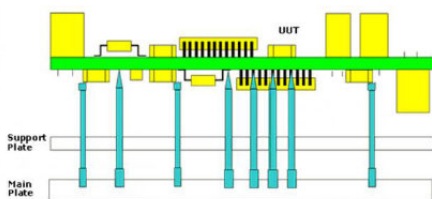
Az elektronikai gyártás minősítő módszerei

2/1 Ismertesse az In Circuit és a Flying Probe villamos tesztelési eljárásokat!

In Circuit Tester (ICT) – „Tűágy”

Villamos paraméterek vizsgálata a szerelés után

- Szakadásvizsgálat
- Zárlatvizsgálat
- Alkatrész- (érték) vizsgálat
 - Alkatrészek megléte
 - Alkatrészek polaritása
 - Alkatrészek értékei (ellenállás, kapacitás, induktivitás)

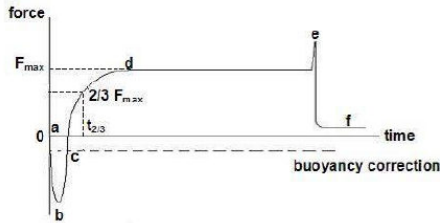
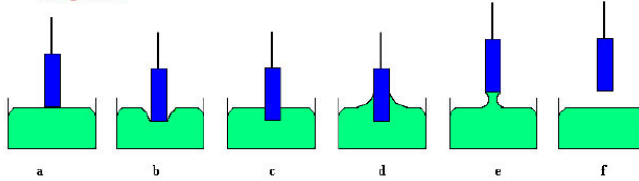


2/2 Ismertesse a nedvesítési vizsgálatokat (wetting balance, spreading, bridging)!

Nedvesítési vizsgálatok – wetting balance



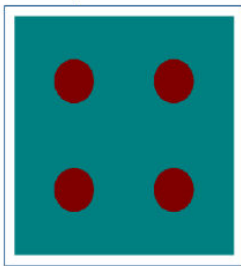
Forrasztóvázetek, NyHL- és alkatrész fémezések **kvantitatív** vizsgálata



- A minta bemerítés előtt (flux, pre-heat?);
- Éppen bemerítés után, a felületi feszültség emeli a mintát;
- A felületi feszültségből származó erő egyenlő nullával, csak a felhajtóerő és a súlyerő hat a mintára;
- Megindult a nedvesítés; hatására a felületi feszültség lefelé húzza a mintát;
- Minta felemelése;
- Felemelt minta

Nedvesítési vizsgálatok – „spreading”

A teszt minta a nyomtatott forraszpaszta halmokkal

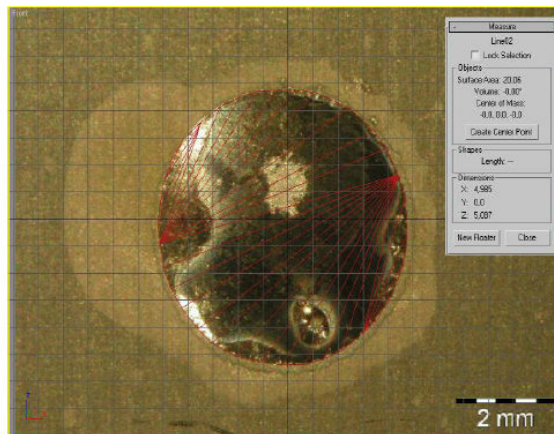


Egy forraszpaszta lenyomat átmérője: 5 mm

Mérjük a nedvesített felület nagyságát

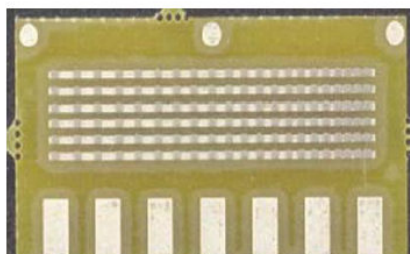
Összehasonlító vizsgálat

A forrasz felületének számítógéppel segített optikai mikroszkópos mérése



Nedvesítési vizsgálatok – „bridging” teszt

Teszt minta reflow forrasztás előtt

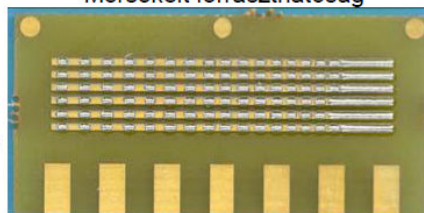


Mérjük a nedvesített hosszt

Összehasonlító vizsgálat

Lehetővé teszi a gyors, gyártás közbeni vizuális ellenőrzést

Mérsékelt forraszthatóság

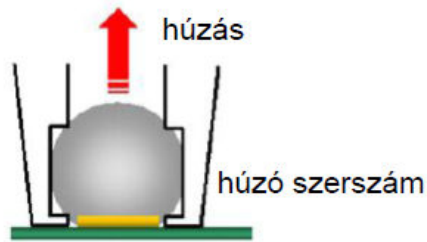


Kitűnő forraszthatóság

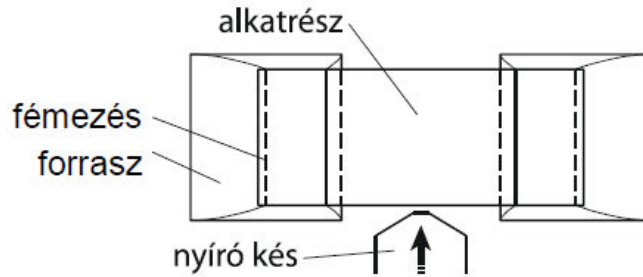
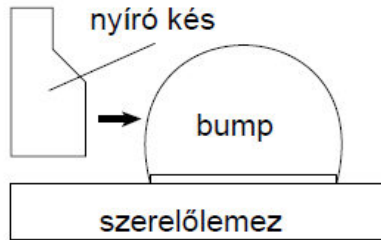
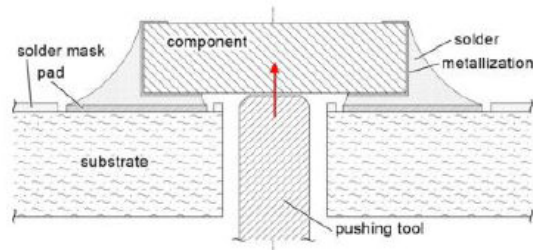


2/3 Ismertesse a forrasztott kötések mechanikai ellenőrző vizsgálatait!

BGA forraszgolyók szilárdsága



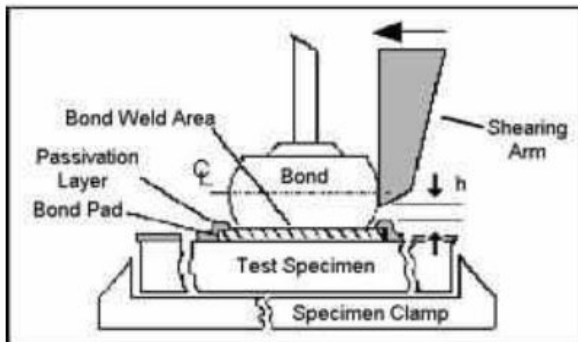
Passzív chip alkatrész forrasztott kötésének szilárdsága



2/4 Ismertesse a mikrovezetkek és a hajlékony hordozójú áramkörök mechanikai ellenőrző vizsgálatait!

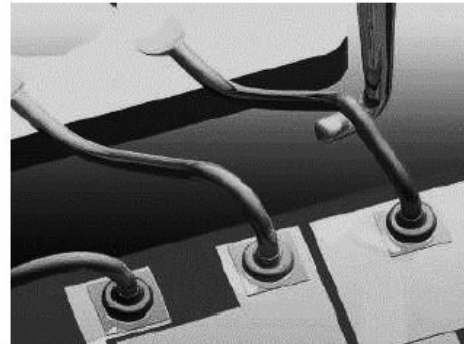
Huzalkötések mechanikai minősítése

Nyírási szilárdság mérése



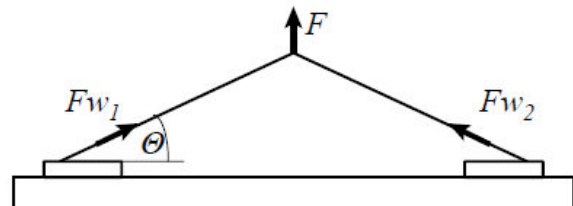
Közvetlenül a kötési szilárdságot méri
Ékes kötésekhez kiváló
Golyós kötéseknel a méretek kritikusak

Szakítószilárdság mérése

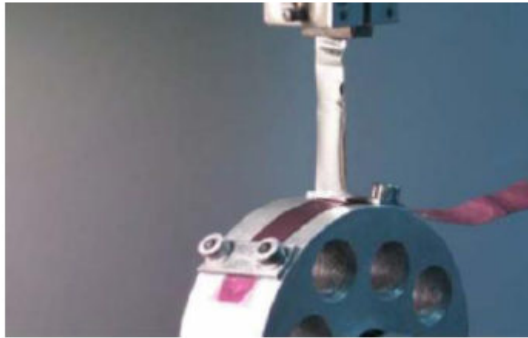


Nem feltétlen méri a kötési szilárdságot
Golyós kötéseknel alkalmazott

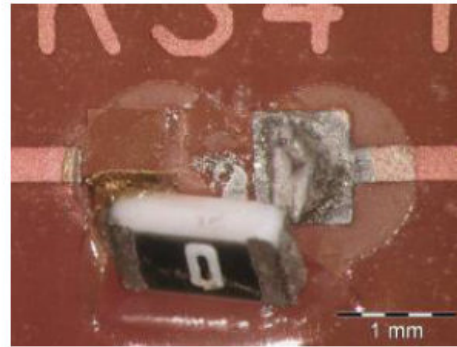
$$Fw_1 = Fw_2 = \frac{F}{2 \cdot \sin \Theta}$$



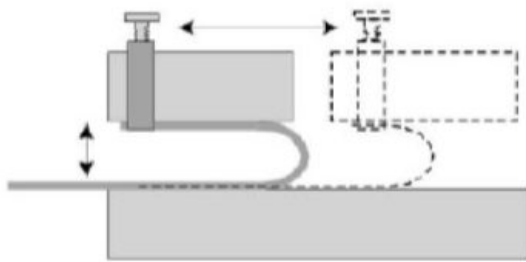
Hajlékony hordozójú áramkörök mech. minősítése



Lefejtési vizsgálat



Nyírási szilárdság



Dinamikus hajlítási vizsgálat

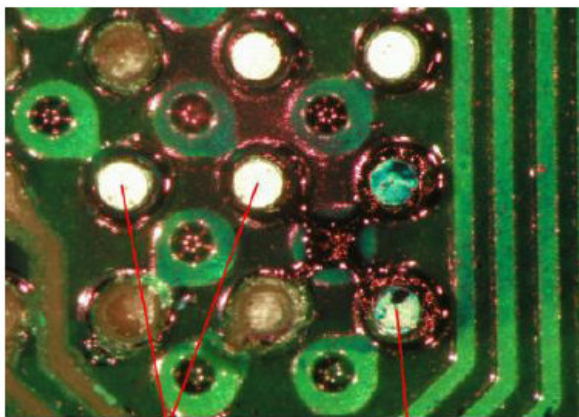


Szakítószilárdság, relatív megnyúlás

2/5 Mutassa be a Dye penetration vizsgálati eljárást!



BGA tokozású alkatrészek forrasztott kötéseiben terhelés után kialakuló repedések vizsgálatára



crack has not occurred in solder joint

crack has occurred in solder joint

1. Az alkatrészt gát anyaggal (polimer) körülvesszük
2. Kiöntjük a festékanyaggal (követelmény a jó nedvesítés, kapilláris hatás)
3. A festékanyag behatol a repedésekbe
4. A festékanyagot szárítjuk (~24 óra)
5. Az alkatrészt eltávolítjuk és vizsgáljuk a festéknyomokat

3. A MEGBÍZHATÓSÁG ELMÉLETI ALAPJAI. ELEKTRONIKAI ALKATRÉSZEK ÉS KÉSZÜLÉKEK MEGBÍZHATÓSÁGI JELLEMZŐI

3/1. Adja meg a megbízhatóság definícióját!

Milyen hosszú ideig őrzi meg minőségét egy termék meghatározott üzemeltetési feltételek mellett.

3/2. Sorolja fel a megbízhatóság legfontosabb mutatóit! Ezen mutatók közül melyik az, amelyet közvetlenül mérni tudunk?

- $R(t)$, megbízhatósági függvény: a működés valószínűsége
- hiba függvény: a meghibásodás valószínűsége, vagy más megközelítésben a működési idő eloszlásfüggvénye
- $F(t)$ meghibásodás sűrűségfüggvénye: a működési idő sűrűségfüggvénye
- $\lambda(t)$ hibaráta függvény: a meghibásodási ráta

3/3. Megbízhatósági szempontból hogyan lehet csoportosítani az elektronikai alkatrészeket? Adja meg az egyes csoportok jellemzőit is!

Az egyes csoportokat az $f(t)$ -re illeszthető függvények szerint különböztetjük meg:

1. Normál (Gauss),

- a meghibásodásért felelős jelenség a bekapcsolt állapotban nagyságrendekkel gyorsabb,
- $\lambda(t)$ az időben monoton nő (folyamatos öregedés),

- leírás:
$$f(t) = \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{(t-m)^2}{2\sigma^2}}$$

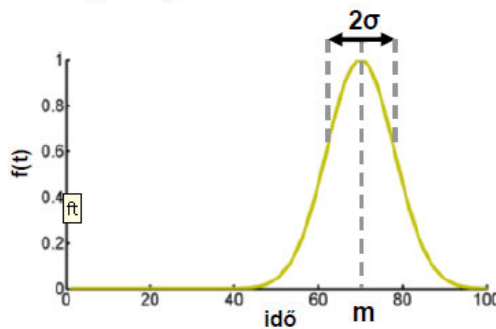
($R(t)$, $F(t)$, $\lambda(t)$ zárt alakban nem írhatók fel),

- jellemző paraméterei:

m : várható élettartam,

σ : szórás

(bizonytalansági paraméter)



Példák: izzólámpa, relé, kapcsoló, potenciométer

2. Exponenciális:

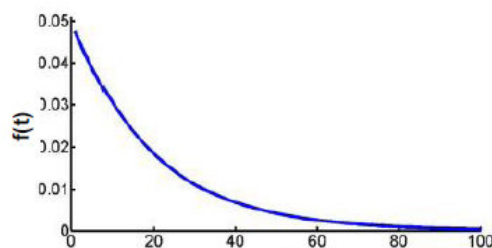
- a meghibásodásért felelős jelenség sebessége bekapcsolt állapotban nem mutat jelentős eltérést a kikapcsolt állapothoz képest, (örökifjú)
- $\lambda(t)$ az időben állandó, $\lambda(t) \Rightarrow \lambda$ (az alkatrész nem öregszik, ún. örökifjú tulajdonságot mutat),

- leírás: $f(t) = \lambda e^{-\lambda t}$ $R(t) = e^{-\lambda t}$ $\lambda(t) = \lambda = \frac{1}{T_0}$

- jellemző paramétere: λ (hibaráta függvény),

- a matematikai reprezentáció egyszerűsége miatt használata elterjedt (szabványokban gyakran minden alkatrésztípust ezzel a leírással közelítenek).

Példák: ellenállás, tranzisztor, integrált áramkörök

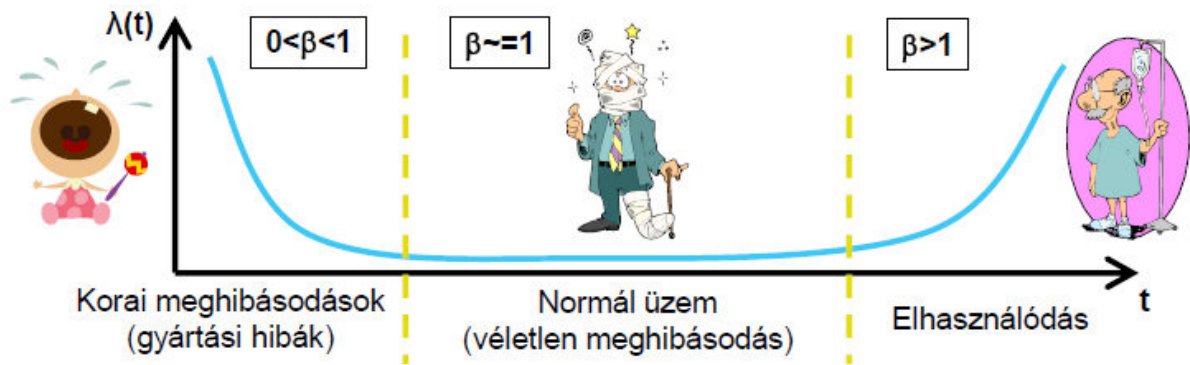


3. Weibull:

- leginkább összetett rendszerek leírására alkalmas, melyeknél az élettartam kezdeti szakaszában korai meghibásodások lehetnek, az élettartam végén pedig elhasználódás jellegű hibajelenségek léphetnek fel,
- $\lambda(t)$ az élettartam során csökken, stagnál, majd növekszik,

• leírás: $f(t) = \frac{\beta}{\eta} \cdot \left(\frac{t}{\eta}\right)^{\beta-1} \cdot e^{-\left(\frac{t}{\eta}\right)^\beta}$ $R(t) = e^{-\left(\frac{t}{\eta}\right)^\beta}$ $\lambda(t) = \frac{\beta}{\eta} \cdot \left(\frac{t}{\eta}\right)^{\beta-1}$

- jellemző paraméterei: η : karakterisztikus élettartam, β : alakparaméter



Példák: készülékek, részegységek, összetett alkatrészek

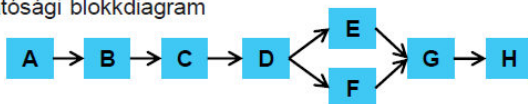
3/4. Milyen módszerekkel lehet meghatározni az alkatrészek hazardfüggvényét (meghibásodási ráta függvényét)? Melyik módszer elterjedtebb a gyakorlatban?

3/5. Melyek azok a paraméterek, amelyek leginkább befolyással vannak az elektronikai alkatrészek élettartamára (megbízhatósági mutatóira)?

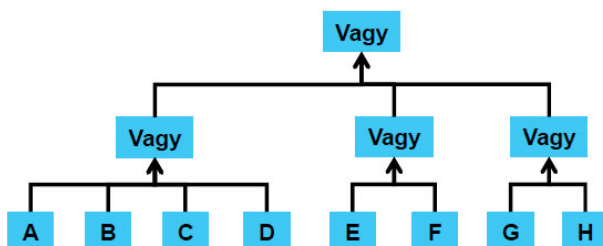
- kiviteli típus (kereskedelmi, ipari, katonai...),
- előállítás technológiája (pl. nagy és kis értékű ellenállások gyártástechnológiája eltérő),
- hőmérséklet,
- terhelés,
- a készülék (amely az alkatrészt tartalmazza) üzemeltetési körülményei:
- hőmérséklet ingadozása,
- páratartalom és ingadozása,
- rázás, ütés (pl. asztali, mobil, autóelektronikai készülék),
- egyéb hatások (pl. korrozív környezet).

3/6. A készülékek megbízhatósági modelljének milyen grafikus ábrázolási módszerei léteznek? Mi a fő különbség ezek között?

Megbízhatósági blokkdiagram

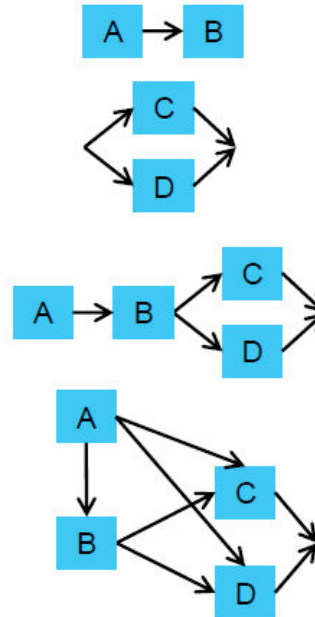


hibafa



3/7. Milyen alapstruktúrák fordulhatnak elő a készülékek megbízhatósági modelljében?

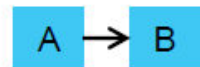
- Boole-típusú modell,
- nem villamos kapcsolatok (!),
- kapcsolatok típusai:
 - soros,
 - párhuzamos:
 - melegtartalékolt,
 - (hidegtartalékolt),
 - vegyes (visszafejthető soros és párhuzamos alrendszerekre),
 - komplex (dekomponálással visszafejthető vegyesre).



3/8. Soros rendszer megbízhatósági jellemzői, a megbízhatóság növelésének módszerei.

Soros (redundancia mentes) rendszer:

- egy elem meghibásodása a rendszer meghibásodásához vezet,
- a meghibásodások egymástól függetlenek,
- az elemek azonos fontosságúak,
- megbízhatóság számítása az $R(t)$ alapján célszerű (n db elem):



$$R_e(t) = R_1(t) \cdot R_2(t) \cdot \dots \cdot R_n(t) = \prod_{i=1}^n R_i(t)$$

- ha minden elem exponenciális:

$$R_e(t) = \prod_{i=1}^n e^{-\lambda_i t} = e^{-\sum_{i=1}^n \lambda_i t} = e^{-\Lambda t} \quad \Lambda = \sum_{i=1}^n \lambda_i$$

$$T_0 = \frac{1}{\Lambda} = \frac{1}{\lambda_1 + \lambda_2 + \dots + \lambda_n} = \frac{1}{\frac{1}{T_1} + \frac{1}{T_2} + \dots + \frac{1}{T_n}}$$

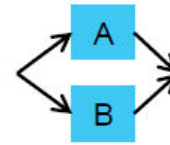
Meghibásodások számának csökkentése, soros rendszer megbízhatóbbá tétele:

- kevés alkatrész,
- kis λ értékek (jó minőségű alkatrészek),
- csökkentett terhelés (derating),
- azonos λ értékre törekvés.
- soros rendszer helyett redundáns rendszer alkalmazása.

3/9. Melegtartalékolt rendszer megbízhatósági jellemzői. **Hogyan érdemes üzemeltetni egy melegtartalékolt rendszert?**

Párhuzamos, melegtartalékolt rendszer:

- a rendszer működéséhez egy elem működése szükséges,
- alkatrész, részegység, készülék redundancia is lehet,
- hibafelismerő elem, kapcsolóelem esetenként szükséges,
- a tartalék állapota ismert, de energiát fogyaszt és öregszik,
- megbízhatóság számítása az $F(t)$ alapján célszerű (n db elem):



$$F_e(t) = F_1(t) \cdot F_2(t) \cdot \dots \cdot F_n(t) = \prod_{i=1}^n F_i(t)$$

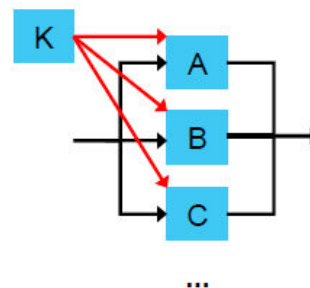
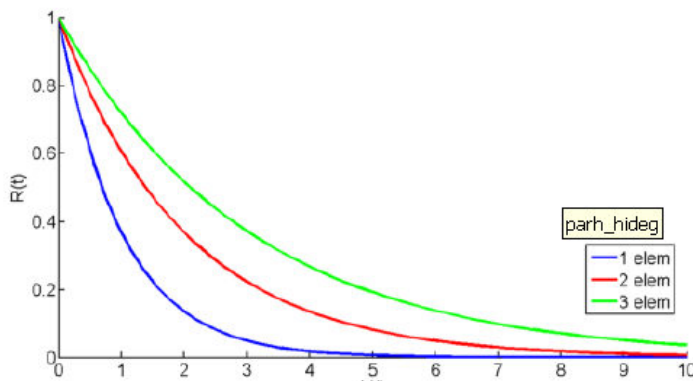
- várható élettartam n db, egyforma elem esetén:

$$T_0 = \frac{1}{\lambda_i} \cdot \left(1 + \frac{1}{2} + \dots + \frac{1}{n} \right) = T_i \cdot \left(1 + \frac{1}{2} + \dots + \frac{1}{n} \right)$$

3/10. Hidegtartalékolt rendszer megbízhatósági jellemzői. **Mi a hidegtartalékolt rendszer legfontosabb hátránya (megbízhatósági szempont!)?**

Párhuzamos, hidegtartalékolt rendszer:

- a rendszer működéséhez egy elem működése szükséges,
- a tartalékban lévő elem nincs bekapcsolva, nem fogyaszt energiát, nem hibásodhat meg,
- hibafelismerő-kapcsolóelemre van szükség,
- várható élettartam n azonos elem esetén: $T_0 = T_1 + T_2 + \dots + T_n = \sum_{i=1}^n T_i$
- megbízhatósági függvénye exponenciális elemek esetén:



3/11. Mi a megbízhatósági modellezés-analízis szerepe, célja?

1. A készülékben lévő elemek megbízhatósági modelljének meghatározása:
 - szabvány alapján, - mérés segítségével, - modellezéssel
2. készülék megbízhatósági modelljének felállítása az elemek közötti kapcsolatok alapján,
3. bemenő paraméterek megadása után szimuláció(k) futtatása:
 - élettartam meghatározása,
 - hibamód és hibahatás analízis,
 - karbantartás analízis,
 - megbízhatóság növelése:
 - derating, - worst case (tolerancia) analízis, - hőmérséklet hatásának vizsgálata,
 - gyenge pontok felderítése.