

Minőség és megbízhatóság az elektronikus távbeszélőközpontoknál

FERENCZ ZOLTÁN
HAFFNER JÁNOS
BHG

A BHG a telefonközpont-gyártás területén hosszú idő óta önálló fejlesztéssel rendelkezik, ezért az elektronikára való áttérést, a rendszerváltást viszonylag gyorsan sikerült végrehajtani.

A kvázielektronikus alközpontok fejlesztését 1976-ban kezdtük el és a sorozatgyártás 1978-ban indult meg. A fokozatos és állandó továbbfejlesztés eredményeként időközben kialakítottuk az EP típusú tisztán elektronikus alközpont családot, amelyet 1982-től sorozatban gyártunk.

Az elektronikus központok a régi elektromechanikus berendezésekhez képest minőségileg mást jelentenek a gyártó és a felhasználó számára egyaránt. A felhasználók igényei a központ funkcióira, szolgáltatásaira, a megbízhatóságra és a szervizre vonatkozóan megnöttek. Vállalatunk komplex módon igyekszik eleget tenni az elvárásoknak, szigorú minőségi előírásokkal rendelkezik és minőségellenőrzési rendszerével ezeket betartja.

A rendszerváltás, az elektronikus berendezésekre való áttérés a fejlesztéstől az üzembe helyezésig új elvek, módszerek és technológiák bevezetését hozta magával.

Fejlesztés

A fejlesztés egyik kiindulási pontját a piaci igények alapján specifikált szolgáltatások határozzák meg, másik kiindulópontját a szigorú üzemeltetési és megbízhatósági követelmények képezik. Vállalatunk szervezeti kialakítása, Fejlesztési Intézetének eszközei és módszerei lehetővé teszik, hogy berendezéseink fejlesztésénél a minőségbiztosítási feladatokat megoldjuk.

A fejlesztésnek szigorúan rögzített folyamata van, az egyes fejlesztési fázisok kiértékelése után a szükséges korrekciókkal jutunk a fejlesztés végtermékéhez, a prototípus berendezéshez és a gyártási dokumentációhoz. Már a rendszerteknikai fejlesztés során figyelembe vesszük a berendezésekre vonatkozó nemzetközi és hazai minőségi és megbízhatósági előírásokat. A megbízhatóság elméleti kérdéseivel külön fejlesztő csoport foglalkozik. Mint ismeretes, a megbízhatóság növelésére fizikai és rendszerteknikai lehetőség kínálkozik:

- a) A fizikai vagy hibamentességre törekedő tervezés, amelynek elemei lehetnek:
 - nagymegbízhatóságú alkatrészek kiválasztása,
 - kipróbált áramkörtervezési és technológiai eljárások alkalmazása,

- a külső zavarokat kiszűrő megoldások,
- a rendszer megbízhatóságát ellenőrző számítások,
- az alkatrészek fizikai igénybevételének csökkentése (derating). Ennél a megbízhatóság elsősorban a technológia és nem az architektúra függvénye.

b) A rendszerteknikai, vagy hibatűrő tervezés módszerei:

- alkatrészek tűréshatár-kihasználtságának csökkentése (tolerancia regresszió),
- többlet hardware eszközök beépítése (hw. redundancia),
- egységek konfigurációjának változtatása,
- többlet programok használata (software redundancia),
- működés megismétlése (idő redundancia).

Ebben az esetben a rendszer megbízhatóságát elsősorban az architektúra határozza meg. A programok korrekt végrehajtásának valószínűsége nagyobb mint csupán a hardware hibamentesség valószínűsége.

A gyakorlat és az analízis azt mutatta számunkra, hogy a berendezések nagy megbízhatóságát optimálisan a két módszer kiegyensúlyozott alkalmazásával lehet elérni. Berendezéseink hardware és software kialakításakor modularitásra törekszünk, ami jelentős előnyöket biztosít a tervezés, gyártás, vizsgálat és ezekből adódóan az általános megbízhatóság szempontjából.

A tervezés fázisában egyre nagyobb mértékben igénybe vesszük a számítástechnikát, analízáló és szimulációs programokkal így már a korai fázisban korrigálni lehet az elvi hibákat. Korszerű számítógépes mérőrendszer segítségével lehetőségünk van az egyes áramköri modulok labormintáin nagy mennyiségű mérés elvégzésére, karakterisztikák felrajzolására, adatok kinyomtatására. Ennek kapcsán elsősorban a statikus paramétereket, a dinamikus működést, az elemszórásokat és az elektromos környezet hatását vizsgáljuk.

Az áramköri tervek és minták elkészítésével párhuzamosan a konstrukciós és technológiai tervezés is megindul. Az elektronikus telefonközpontok lényegében huzalozott rack-ekből és nyomtatott áramköri kártyákból (NYÁK) épülnek fel, amelyek gyártásához megfelelő minőségű alkatrész, technológia és dokumentáció szükséges. Fejlesztésünk rendelkezik a megfelelő pontosságú és egyenletesen jó minőségű dokumentáció előállításához szükséges számítógépezérelt tervező CAD (Computer Aided Design) rend-

szerrel (1. ábra). A rendszernél két adatbeviteli lehetőség van:

a) grafikus bevitelnél a manuálisan tervezett huzalozási rajzról digitalizáló táblán (2. ábra) számítógépbe olvasható adatokat rögzítünk,

b) alfanumerikus adatbevitelnél a kapcsolási rajzból kódolt adatokat közvetlenül visszük a számítógépbe.

A CAD rendszer alkalmas:

- nyomtatott huzalozású lemezek (NYHL) technológiai dokumentációinak előállítására (gyártási filmek, NC fúrószalag, forrasztásgátló bevonat mesterfilm, furatfilm, pozíciórajz mesterfilm stb.),
- alfanumerikus adatbevitel esetén lehetőség van az áramkör működésének szimulációjára, illetve a kártyavizsgáló program generálására,
- huzalrácsavarásos (wire-wrap) hátlaphuzalozás fektető programjának létrehozására,
- alkatrész beültető programok elkészítésére.

A mesterfilmek nagy pontosságú fotórajzgépen készülnek, mérettartó nagy felbontóképességű film-anyagra (ezt klimatizált központi helyen tároljuk a minőség megóvása érdekében), amelyről másodpéldányok készülnek és ezek képezik a kiadásra kerülő technológiai dokumentáció elemeit.

Az elkészült technológiai dokumentáció alapján kísérleti félézemünkben prototípus berendezéseket készítettünk, amelyek már a végleges konstrukciós kivittelt mutatják. Ebben a félézemben maximálisan igyekszünk leutánozni a sorozatgyártás technológiai lehetőségeit.

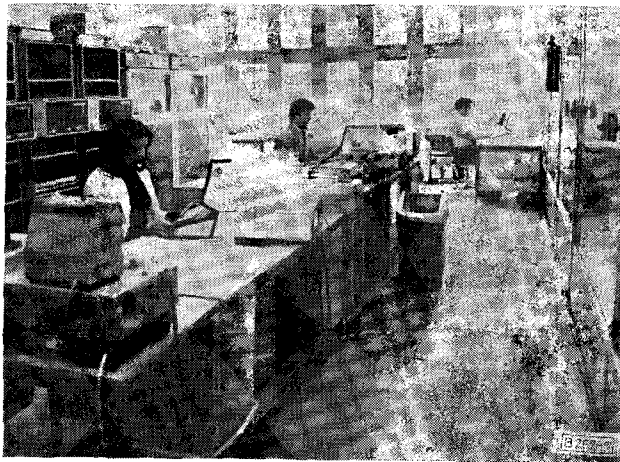
A prototípus berendezéseket szigorú előírásoknak megfelelően több fázisban vizsgáljuk:

- részegységek bevizsgálása,
- rendszer hardware vizsgálata (elektromos és konstrukciós),
- rendszer software vizsgálata,
- szolgáltatások vizsgálata (működés, szerelhetőség, karbantarthatóság stb.),
- környezetállósági, élettartam és laboratóriumi megbízhatóság vizsgálatok.

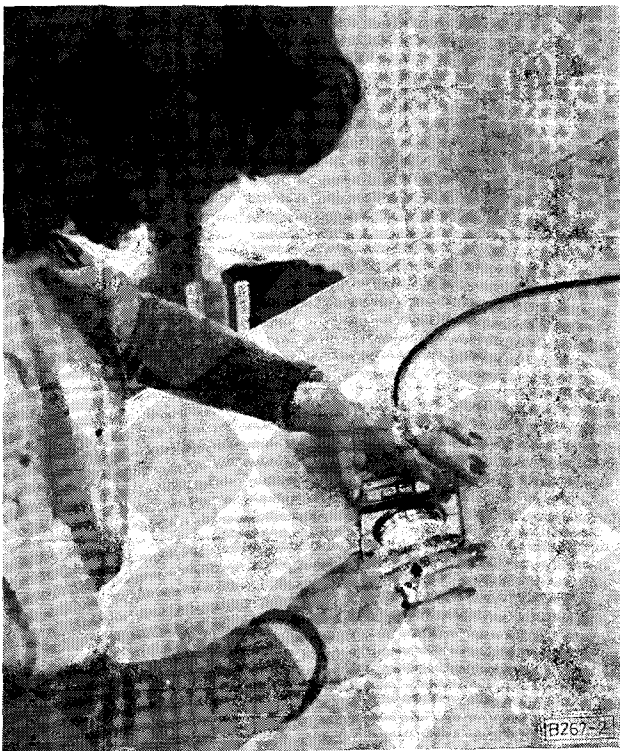
A környezetállósági vizsgálat az IEC előírásai alapján kidolgozott részletes belső szabványok alapján történik: hideg, száraz meleg, tartós nedves-meleg, ciklikus nedves-meleg, ejtegetés, szinuszos rázás, alacsony légnyomás, por, penészállóság stb. A vizsgálatok elvégzésére önálló klímalaboratóriumban van lehetőség, ahol pl. a részegységek (3. ábra) vagy akár egész berendezések vizsgálata megoldható, beleértve az élettartam és laboratóriumi megbízhatóság vizsgálatokat is.

A prototípusok jóváhagyásába mindenkor bevonjuk a nagyobb felhasználókat. Ennek kapcsán sor kerül a prototípus gyakorlati próbüzemeltetésére, amelynek során a felhasználóval közösen győződünk meg a rendszer tulajdonságairól.

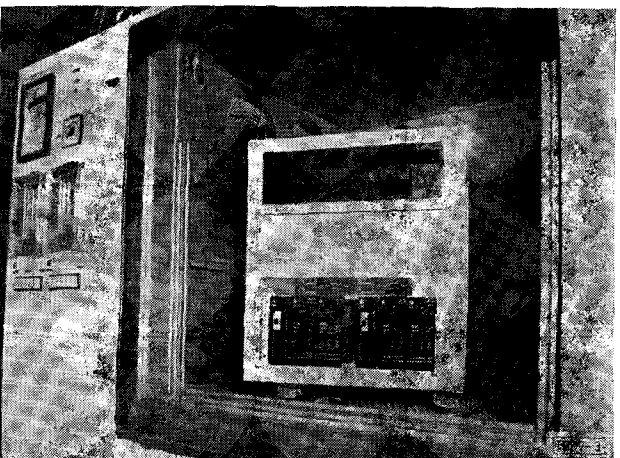
A prototípusok elfogadása és a gyártási dokumentáció átadása után a fejlesztés továbbra is nyomon követi a berendezést a sorozatgyártás, üzemeltetés, és szervizelés folyamataiban. A fejlesztés elsősorban műszaki háttérként áll rendelkezésre a gyakorlati



1. ábra. CAD-rendszer nyomtatott áramköri dokumentáció előállításához



2. ábra. Adatbevitel digitalizáló táblán



3. ábra. Kompletten szerelt részegység klímavizsgálata

bevezetés számára, másodsorban visszajelzések alapján tapasztalatokat gyűjt, megbízhatósági elemzéseket végez, amelyek alapját képezik a további fejlesztéseknek.

Gyártás

A prototípus és dokumentáció elfogadása után „0” széria gyártásban próbáljuk ki a tervezett technológiát, tapasztalatokat szerzünk a gyárthatóságról. A „0” széria kiértékelése és a szükséges korrekciók végrehajtása után indítjuk a tényleges sorozatgyártást.

A folyamatos jó minőség alapja a sorozatgyártás részfolyamatainak kivétel nélküli szigorú minőségellenőrzése, amelynek jellemző kérdéseit szeretnénk az alábbiakban bemutatni:

Bejövő alkatrészvizsgálat

A berendezés megbízhatóságát lényegesen meghatározza a beépített alkatrészek minősége. Minőségbiztosítási filozófiánk az, hogy a hibákat a gyártás minél korábbi fázisában kell felismerni és kiküszöbölni. Ezt egyrészt megfelelő alkatrészválaszték kialakításával, és szigorúan minősített típusok előírásával, másrészt a beérkező alkatrészek gondos vizsgálatával érjük el.

Az alkatrészek vizsgálata és minősítése részben az alkatrészgyártónál, részben kooperációban és részben vállalatunknál történik.

A passzív alkatrészeknél IEC ajánlásban rögzített mintavételes eljárás képezi a bejövő áru minősítésének alapját, félvezető alkatrészekre viszont mindendarabos vizsgálatot írunk elő.

Az SSI és MSI integrált áramkörök vizsgálata nagy teljesítményű, programvezérelt automatával történik. A hibás példányok mérési eredményeit rögzítjük, ennek alapján hibastatisztikák készülnek.

Az LSI integrált áramkörök mindendarabos vizsgálata nagyobb gondot jelent, többnyire speciális berendezéseket igényel. Ezeknél az elemeknél fokozott igénybevétellel, szélsőséges környezeti feltételekkel igyekszünk a kezdeti meghibásodási szakaszon túljutni (pl. két szélső tárolási hőmérséklet között alkalmazott hőciklusokkal kihozhatók a tokozási és kristályhibák). Az ezt követő ellenőrző mérések — kritikus elemeknél — maximális üzemi hőmérsékleten történnek.

A memória alkatrészek vizsgálata, a fix memóriák programozása külön antisztatikus munkahelyen tör-

ténik. Az EPROM-ok bejövő vizsgálata során például a következő fázisokat alkalmazzuk:

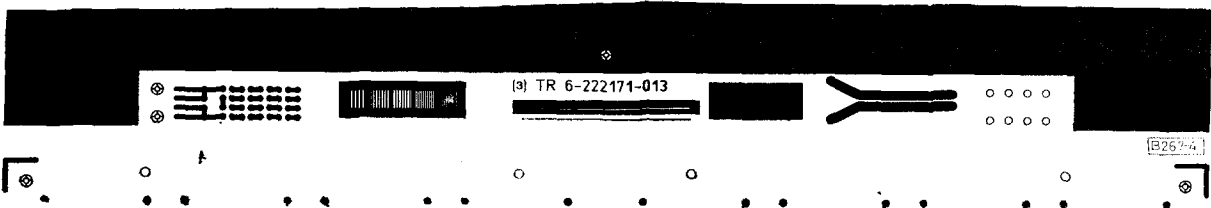
- üres tok ellenőrzése (szükség esetén törlése),
- sakktabla-minta beprogramozása (spec. vizsgáló programgenerátorral),
- hőntartás (24 óra, 125 °C),
- ellenőrzés (minta, kimenőszint, hozzáférési idő),
- törlés,
- negált sakktabla-minta beprogramozása,
- hőntartás,
- ellenőrzés.

A nagy mennyiségben felhasznált elektronikus keresztponti tirisztorok vizsgálatát szintén külön programvezérelt berendezésen végezzük, ahol interaktív módon lehetőség van a mérések körének változtatására, statisztika készítésére, és adott előírások alapján történő szelektálásra.

Nyomatott huzalozású lemezek (NYHL)

A gyártmányainkban felhasznált NYHL-eket a folyamatosan jó minőség biztosítása érdekében saját magunk gyártjuk korszerű gépsorokon. A gyártás közbeni fázisok ellenőrzésére és különösen a végellenőrzésre nagy gondot fordítunk:

- a gyártásközbeni fázisok folyamatos ellenőrzése céljára speciális vizsgálóábrát alakítottunk ki (4. ábra), amelyet minden egyes gyártófilmünkre felvittünk. Ennek segítségével a rétegvastagság, furatfém minőség (5., 6. ábra), a forrsem és vezeték-leszakítóerő, a rajzolati alamaródás folyamatosan nyomon követhető. A szabványainkban meghatározott értékektől eltérő eredmények érzékelése esetén azonnali visszajelzés történik, a hibás technológiai folyamat javítható.
- A minőség végellenőrzése több lépcsőben történik. Túl az esztétikai és a mechanikai méretek ellenőrzésén, a kétoldalas furatfémezett NYHL-eket gépi folyamatossági és zárlatvizsgálatnak vetjük alá (7. ábra). A vizsgálat regisztrálja, ha 10 Ω-nál nagyobb az érték folyamatossági elvárás esetén és ha 1 MΩ-nál kisebb értéket talál a különböző potenciálsíkok között. Az NYHL a kiírt hibalistával együtt a hibakiértékelő csoporthoz kerül, ahol döntenek a javíthatóságáról, vagy végleges selejtnak nyilvánítják a terméket, egyben jelzik a gyártás felé a jellemző hibákat. *Szakadási hibákat* esetenként szigorúan meghatározott körülmények között, és csak igen korlátozott mértékben (max. 1



4. ábra. NYHL-rajzolati filmrészlet, a galvánkerelbe montírozott vizsgálóábrával

hiba/4 dm²) javítunk. **Zárlathibák** megszüntetése, amennyiben ez a műszaki és esztétikai követelmények megsértése nélkül végrehajtható, megengedett.

A gyártásközbeni és minőség végellenőrzéseken túl központi minőségellenőrző szervezetünk nemzetközi ajánlásokra alapozott vállalati szabványok által szigorúan szabályozott minőségszint-vizsgálatokat végez. Ez a tevékenység a gyártással elért minőség folyamatosan végzett mintavételes vizsgálata, és a kapott eredmények összehasonlítása a követelményként előírt szinttel. A minőségszint-vizsgálat tulajdonképpen hibaszintvizsgálat, amelyet gyártásunk minden területén alkalmazunk. NYHL-ek esetén 58-féle hibakód szerint minősítenek, amelyek közül a legfontosabbak:

- lemezzetemedések, elcsavarodások,
- rövidzárlat a vezetősávok között,
- szakadás a vezetősávon,
- forrasztásgátló lakk fedi a forrszemet,
- furat vagy furatfém hiány stb.

Minden hibafajtaához meg van határozva az elfogadható minőségi szint (Acceptable Quality Level). Egyes hibafajtaiknál 10 000 db-os megvizsgált mennyiségből csak egy hibalehetőség a megengedett.

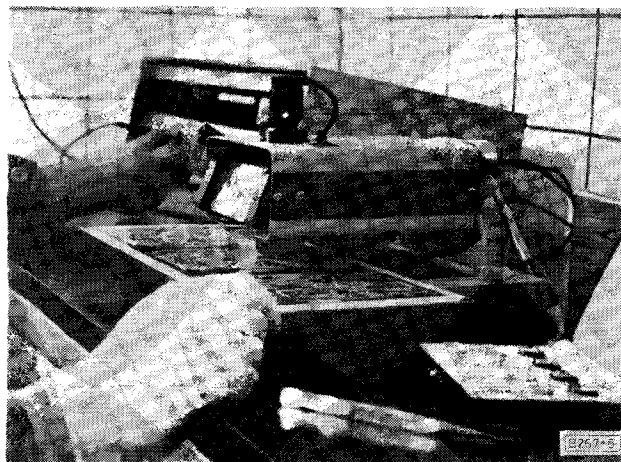
Nyomatott áramköri kártyák (NYÁK)

Mi úgy tartjuk, hogy az elektronikus gyártmányok lefontosabb egysége a NYÁK. Ezek minden szempontból kielégítő minősége biztosítható a legmegfelelőbb szakemberek és korszerű berendezések révén, a minőség betartása pedig nagyon szigorú, folyamatos ellenőrzéssel érhető el. Ennek szellemében az egész gyártási folyamatot úgy építettük fel, hogy a szubjektív tényezőkből adódóan eleve kevés hiba származhassék, másrészt a felmerülő hibákat késedelemmentes visszacsatolással jelezzék a megfelelő fázisok felé.

- A NYÁK-ok szerelését nagyobb részben korszerű programvezérlésű beültető félautomatákon hajtjuk végre (8. ábra).

Ezek a berendezések programból vezérelt mechanizmussal juttatják a szerelést végző dolgozó keze alá az asztal síkja alatt mozgó rekeszekbe előre betárolt alkatrészválasztékból a soron következőt. A berendezés a felül elhelyezett vezérelt fotófej segítségével fénypont vetítéssel jelöli ki az NYHL-en a beültetendő alkatrész helyét, külön jelezve az alkatrész polaritás függőségét. A vázolt beültetési rendszerből adódóan a tévesztések száma elenyésző, így a későbbiek során az elektromos vizsgálatoknál kiugró hiba ilyen vonatkozásában minimális.

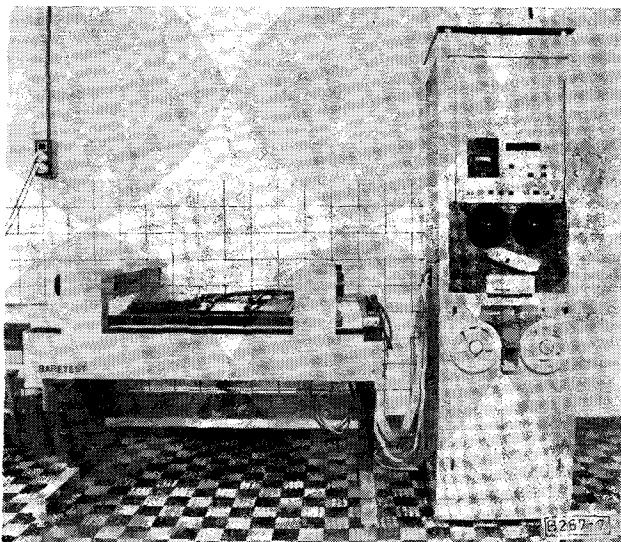
- A NYÁK-ok nagy részének beforrasztását állóhullámú berendezésen hajtjuk végre, az alkalmazott folyasztojszer teljesen semleges kémhatású.
- A kész áramköri egységeket az esetleges hibás forrasztások javítása után háromkamrás, ultrahang-generátorral kiépített freontöltetű mosóberendezésben, teljes bemeztetéses módszerrel



5. ábra. B-skop, rétegvastagság mérés



6. ábra. Furatfémzés ellenőrzése mikroszkóppal



7. ábra. NYHL-folyamatosság és zárlatvizsgáló berendezés

tisztítjuk meg a forrasztási szennyeződésektől. Amennyiben a NYÁK-on belül kártyarelét, nyomógombot, potenciométert, vagy más ehhez hasonló elemet is alkalmazunk, ezek beforrasztási helyeit úgynevezett „fantom” alkatrészekkel kiszigeteljük a hullámforrasztás folyamatában és a nevezett elemeket utólag, csökkentett gyantatartalmú forrasztóónnal, hőfokszabályozós pákákkal forrasztjuk be.

Az itt keletkező minimális gyantamaradványt kézi módszerrel utólag eltávolítjuk.

A NYÁK-szerelés egész folyamatát állandóan minőségellenőrök kísérik, akik az IEC ajánlások alapján kidolgozott igen szigorú házi szabványaink szerint minősítik a készterméket. A minősítés egyik legfontosabb szempontja, hogy a szerelési oldalon minden bekötési pontnál jelenjen meg a forrasztófém, jól nedvesítse az áramköri elem kivezetéseit és a forrszemet egyaránt.

A NYÁK-ok szerelésének, forrasztásának folyamatos gyártási minőségellenőrzésén túl a központi minőségellenőrző szervek — hasonlóan a NYHL-ek esetéhez — folyamatos minőségi szint-ellenőrzést végeznek.

Itt a legfontosabb hibakódok:

- beforrasztatlan kötés,
- forraszhíd vagy rövidzárlat,
- hidegforrasztás.

A vizsgálat szigorúságát jellemzi, hogy pl. beforrasztatlan kötés 50 000 vizsgált pontból max. 1 esetben fordulhat elő.

A NYÁK-ok elektromos vizsgálata során statikus és dinamikus paraméterek mérésére, a funkcionális működés ellenőrzésére kerül sor.

A NYÁK-típustól függően más-más módszert és berendezést alkalmazunk:

- A logikai NYÁK-ok vizsgálata TESTOMAT berendezésen történik (9. ábra), amelynek vizsgáló programját vagy CAD rendszerünkben származtatjuk, vagy más esetben külön interaktív programfejlesztői konfiguráción állítjuk elő. A vizsgáló berendezésen lehetőség van elsősorban a NYÁK saját csatlakozóin keresztül a jelek indítására és vételére, de fontosabb esetben más csatlakozókkal (pl. tűágyas segédkészülékkel) bármely csomópont elérhető.

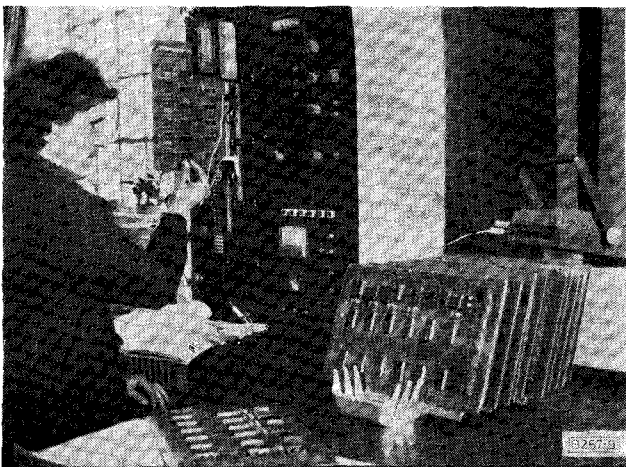
A vizsgáló programok összeállításánál nagy gondot fordítunk a NYÁK-ok normál üzemmódjától eltérő körülmények szimulálására, így egy-egy program legtöbbször az egység felhasználási helyén előforduló tápfeszültség határértékeinél szélsőségesebb esetet is lefuttat és ugyanaz az elv kerül alkalmazásra a jelfutási idők vizsgálatánál is.

A szigorú vizsgálati rendszerből adódóan a NYÁK-ok magasabb szintre kerülve gyakorlatilag már hibamentesek, mindemelllett a programokat a vizsgálat tervező technológusok folyamatosan nyomon követik és a végtermék méréseiből visszacsatolt információk figyelembevételével tökéletesítik.

- Az analóg és hibrid jellegű NYÁK-okat többnyire tűágyas berendezésen vizsgáljuk (10.



8. ábra. Programvezérelt fényponttal irányított elembeültető félautomata

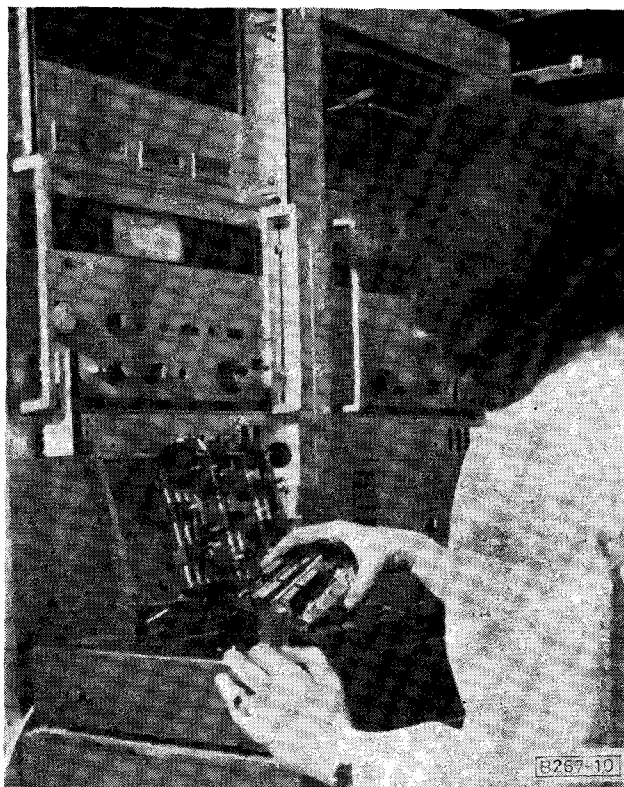


9. ábra. TESTOMAT vizsgálóberendezés logikai NYÁK-ok vizsgálatához

kép). Az in-circuit (áramkörben) vizsgáló rendszer egyszerű és közepes bonyolultságnál lehetővé teszi a hiba pontos behatárolását, de bonyolultabb esetben is kellő információt lehet leszámaztatni a hiba behatárolásához.

A berendezésbe épített nagy pontosságú programvezérelhető műszerek — hasonlóan a logikai NYÁK-oknál alkalmazott módszerhez — lehetővé teszik a szélső értékek megvizsgálását, akár lépérről lépésre, akár teljes programhibakiírással.

Az in-circuit vizsgálatot követheti — igénytől függően — egy dinamikus működésvizsgálat, amellyel a NYÁK-ok működési megbízhatóságáról jelentős mértékben több információt szerezhetünk.



10. ábra. ELTOTEST vizsgálóberendezés analóg és hibrid NYÁK-ok in-circuit vizsgálatához

NYÁK-rekeszek huzalozása

A NYÁK-rekeszen belüli összeköttetéseket wire-wrap kötéstechnológiával valósítjuk meg, amely a hagyományos kötésmódoznál nagyobb műszaki felkészültséget és folyamatos ellenőrzést követel.

A bekötő huzalokat saját fejlesztésű programozható huzalbeszabó-csupasztó automatán készítjük elő, az előre meghatározott huzalkészlet lista szerint.

A berendezés fontos tulajdonsága, hogy a csupasztó szerszámok a huzalok vezető erét csak megközelítik, el nem érhetik, a sérülésveszély így kizárt. Csupasztási sérülésből adódó meghibásodás gyárunkban évek óta nem fordult elő.

A lesabott huzalokat NC-vezérelt huzalozó félautomatákon visszük fel az előzetesen mechanikusan megszerelt hátlapokra (11. ábra).

A wire-wrap huzalozás technológia gazdaságos alkalmazhatóságán túl minőségileg megbízható összeköttetést ad hosszú évtizedekre, de a kötés meglazítása nélkül sokkal nehezebb megítélni a kapcsolat jószágát, mint például egy forrasztott kötésnél. A jó kötés 100%-ban gázzáró, amelyet alapfeltételként a wrap-tüskék pontosan tartott geometriai méretével, bevonatvastagságával, a wire-wrap kéziszerszámok gondos karbantartása mellett lehet biztosítani:

- A wire-wrap tüskék (csatlakozó aljzatok kivezetései, tápsínek) méreteit, főleg a keresztmetszet sarokgeometriáját (max. 0,05 mm rádiusz), a felületi bevonat vastagságát (3–5 μ Ni + 10–12 μ ón) szigorú gyártással biztosítjuk, betartását állandó mintavételes ellenőrzéssel követjük.

- A wire-wrap kézi szerszám csavaró betétjeit 70–80 ezer kötés után lecseréljük.
- Minden 8 órás munka után (~2000 kötéspont) 15 próbakötést végzünk és annak lehúzásához szükséges erőt speciális vizsgálóműszerrel ellenőrizzük (12. ábra). Amennyiben a lehúzóerő a próbakötések akármelyikénél — pl. 0,9×0,9 tüske és \varnothing 0,3 mm huzalpárosítás esetén kisebb 25 N-nél —, a szerszám cseréjére azonnal utasítást adunk.
- A kötések mechanikus vizsgálatán túl a kész huzalozott hátlapokat vagy NYÁK-rekeszeket gépi elektromos vizsgálatnak vetjük alá (13. ábra), ahol leellenőrizzük a rajzon előírt folyamatosságokat és megnézzük, hogy az egyes potenciálsíkok között nincs-e zárlat, megfelelő-e a szigetelési ellenállás. Mindezen túl a 24 órán keresztül pihentetett hátlapokon szűrőpróbaszerűen, nagy pontosságú m Ω mérő műszer segítségével megvizsgáljuk a kötések átmeneti ellenállását és 3 m Ω feletti érték előfordulása esetén az elkészült hátlap, illetve NYÁK-rekesz egységet nem engedjük tovább gyártásba.

Végvizsgálat

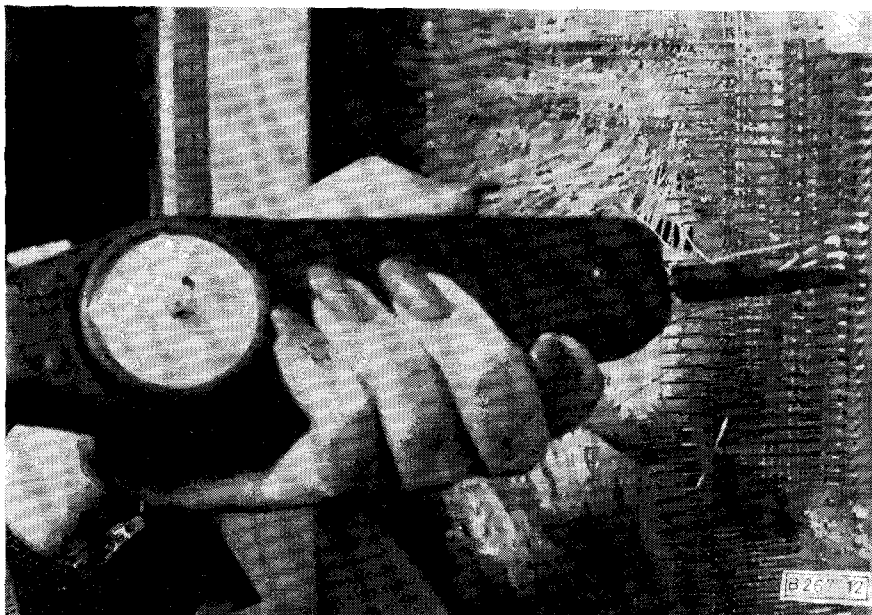
A levizsgált kártyák és a huzalok rack-ek összeszerelése után funkcionális egységekként kerülnek végvizsgálatra. A részegységek közül önálló vizsgálatra rendelkezik a vezérlő, a DC/DC konverter, a kapcsolómező, a csatlakozó áramköri egység, és a kezelői készlet.

A vezérlő vizsgálatát jól elválasztható fázisokra bontottuk:

- a manuális vizsgálat során ellenőrizzük a tápfeszültségeket, órajeleket, a beépített vizsgálóegység alapműködését. A processzor minimális funkcióit a beépített vizsgáló egység segítségével lépésről lépésre leellenőrizzük,
- vizsgáló processzoron futó programmal alapvető adatmozgatási funkciókat és a memóriaterület ellenőrizzük,



11. ábra. Wire-wrap huzalozó félautomata, előtérben (bal oldalt) a tárban elhelyezett, előkészített huzalkészlettel



12. ábra. Wire-wrap kötés műszeres vizsgálata

- a processzor végső ellenőrzése önvizsgáló programmal történik. Az első fázisban levizsgált kis rész a tesztprogram futása során „teszter mag”-ként működik és a processzor egy újabb részegységét ellenőrzi le. Ha ez hibátlan, akkor ez a rész is beépül a teszter részbe. Az eljárás addig folytatódik, amíg az egész processzort leellenőrzi a program. A vizsgálat interaktív, az eredményt hibaüzenetek formájában közli az operátorral.

A kapcsolástechnikai perifériákat a korábban bevizsgált vezérlő segítségével, speciális programokkal vizsgáljuk, amelyek szisztematikusan letapogatják és működtetik az egyes áramköröket, így az alapfunkciók ellenőrizhetők.

A kapcsolómező linkvizsgálatát program segítségével végezzük. A program által egymás után felkapcsolt beszédutakon a hangfrekvenciás kapcsolatot ellenőrizzük. Kilenc hibakód alapján további segédprogramok segítségével lehet támogatni a diagnosztikát.

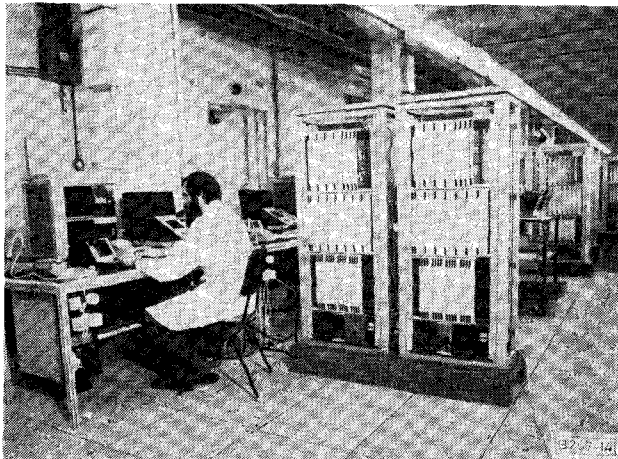
A kezelői készlet szintén programmal ellenőrizhető, a kijelző eszközök és a nyomógombok helyes működése vizuálisan követhető.

Az egyes részegységek bemérése után sor kerülhet a központ működtető programjának betöltésére, és a központ funkcióinak és szolgáltatásainak ellenőrzésére (14. ábra). Ez a vizsgálat a funkciókat statikusan, önmagában ellenőrzi, minden ívpontról levizsgálja a rávonatkozó szolgáltatásokat. Jelenleg folyamatban van egy programvezérelt környezet-szimulátor és automatikus forgalomkeltő berendezés üzembe állítása.

Minden kiszállított berendezést helyszíntől függő kiépítésben is átvizsgálunk és körülbelül egy hét tartós üzemeltetés után adjuk át a kiszállítás előtti minőségellenőrzésnek, amely minden központnál elvégzi a szabványban rögzített vizsgálatokat.



13. ábra. Huzalozott NYÁK-rekesz elektromos vizsgálata speciális multiplexer vizsgálóáramkörök és programvezérelt berendezés segítségével



14. ábra. 200 vonalas elektronikus alközponti egység végvizsgálata