

HADTÁPVEZETÉS, RENDSZERSZERVEZÉS ÉS ADATFELDOLGOZÁS

Számítóközpontok tervezése, szervezése és üzemeltetése

*Lengyel Mihály alezredes,
Dr. Schleider József pa.*

A számítóközpontok tervezésével, szervezésével és üzemeltetésével kapcsolatos cikksorozatunkat a számítógépek elektronikus részének karbantartásával és a hibakereséssel kapcsolatos problémák ismertetésével fejezzük be.

Az elektronikus rész karbantartása — hibakeresés

Az elektronikus építőelemek nagy élettartama és igénytelensége miatt a karbantartási költség is sokkal kisebb az elektronikus részben, mint a mechanikusban. Tisztítás nem szükséges, mert a légszűrők gondoskodnak arról, hogy ne kerüljön piszok az építőegységekbe. Már említettük, hogy minden kiesésnek véletlen jellege van és az átlagos hibaválószerűség a hasznos élettartamnak nevezett teljes időtartam alatt egyforma. Ha az építőelem még ezen belül van — ami az elektronikus építőelemeknél mindig fennáll, minthogy egy 10^6 óra hibahányadú építőelem napi 24 órás használat mellett átlagban 100 évig üzemképes —, a berendezés megbízhatósága valamelyik építőelem önkényes cseréjével nem fokozható. A csere ezért csak akkor ésszerű, hogy egy rész már elhasználódási jelenségeket mutat. Az említett szám nem azt mondja, hogy egy típus valamenyny építőelemének el kell érnie a 100 éves élettartamot, hanem átlagszám, melyet az építőelemek egy része meghalad, a másik nem ér el. Hogy mely építőelemek munkaképesek hosszabb és melyek rövidebb ideig, az teljesen a véletlentől függ. Ezenkívül utaltunk rá, hogy csaknem valamenyny kiesés az építőelemek paramétereinek kedvezőtlen irányú fokozatos változtatására vezethető vissza és, hogy a határ a működőképesség és működésre alkalmatlanság között relatív. Ez függ mind az építőelemek paramétereitől, mind az építőköcka méretezésétől és terhelésétől.

Minden áramkör úgy méretezett, hogy üzemképessége akkor is még megmaradjon, ha az üzemi feltételek bizonyos határok között megváltoznak. Valamennyi lehetséges változást, mint pl. építőelem-adatok, üzemszültségek, terhelés stb. változásai, komplexen kell figyelembe venni. Közös fellépésük hatása egymással ellentétes is lehet, de a működőképesség határértékének elérését meg is gyorsíthatja. A határ épp úgy elérhető több paraméter kedvezőtlen irányú változása folytán, mint egyetlen paraméter módosulása miatt is. Ha egy kivétellel minden paraméter megfelelő, ez az egy fog bizonyos változásnál a határérték túllépéséhez vezetni. Ha viszont egy további paraméter is eltér, a működőképesség határának túllépése már korábban bekövetkezik. Ez a tény az alapja a vizsgálatok végrehajtásának a kialakuló hibák felismeréséhez. A kapcsolás méretezése után az egyes építőelemek elhelyezkedése, nagysága, összekapcsolása és paraméterei az áramkörben rögzített, és vizsgálatok végrehajtásához csak körülményesen módosítható. Ügyszintén rögzített a különböző építőköc-kák építőegységekké és még nagyobb egységekké történő összekapcsolása. Ezek is csak nagy fáradsággal módosíthatók. Aránylag könnyen változtathatók, azonban az üzemszültségek, melyek az áramkör üzemképességét ugyancsak lényegesen befolyásolják.

Ha feltételezzük, hogy valamennyi építőelem paramétere a megállapított határok között van és túlterhelés nincs, az egyik üzemszültséget egy bizonyos értékkel — talán 25⁰/₀-kal — változtatjuk anélkül, hogy hiba lépne fel, ha a többi feszültség ugyancsak az előírt határok között van. Ez a normál eset. Ha pl. egy építőelem kezdeti paraméterei előregedés miatt már egy bizonyos értékkel módosultak, az áramkör normál üzemszültségek mellett még kifogástalanul dolgozik. A berendezést ennél fogva még korlátozás nélkül lehet üzemeltetni. Ha viszont a vizsgálat végrehajtása alatt egy üzemszültséget kedvezőtlen irányba módosítunk, minthogy most két eltérés van, a működőképesség határfeltételeit túllépjük és a lefutó ellenőrzőprogram alkalmas módon jelzi ezt az állapotot.

Az az érték, amellyel a feszültség a hiba fellépéséig változtatható, az építőelem eltérése nagyságának — ha nem is éppen pontos — mértéke. Ha az eltérés már nagy, a feszültséget a hiba fellépéséig csak kismértékben tudjuk változtatni; ha még nagyon kicsi, a változtatási tartomány csaknem teljesen kihasználható lesz a hiba előidézéséhez. Ezáltal a technikus abba a helyzetbe kerül, hogy némi tapasztalattal meg tudja becsülni, hogy a hiba elhárítását azonnal el kell-e végezni, vagy még elhalasztható bizonyos ideig. Ilyen megfigyelések különösen fontosak, ha halaszthatatlan munkákkal kell elkészülni. Csak a technikus tudja ilyen esetben eldönteni, hogy a további feldolgozás végezhető-e vagy sem, illetve milyen feltételek mellett hajtható végre.

Vizsgálóprogramok speciális készülékekhez

Az elektronikus számítóberendezés különböző készülékeinek eltérő feladatai következtében a működőképességük vizsgálatához használandó programok is nagyon különbözőek. Figyelembe kell venniük a készülék sajátosságait és különösen pontosan kell ellenőrizniük azokat a funkció-

kat, amelyeknél a hibák fellépése a leggyakrabban fordul elő. A más részekkel vagy funkciókkal szemben nagyobb hibagyakoriság okaira ezen a helyen nem kívánunk kitérni, minthogy azokat az előző fejezetekben már ismertettük.

A következőkben a vizsgálóprogramokkal végrehajtandó feladatokat ismertetjük részletesebben, anélkül, azonban, hogy arra teljes utasításozokat adnánk meg. A vizsgálóprogramok a vonatkozó berendezés kísérőanyagához tartoznak. Azokat a berendezést gyártó cég dolgozza ki és a készülékkel együtt szállítja. Csaknem kizárólag azokat használják. Olykor-olykor azonban mégis szükségessé válik, hogy hibák behatárolásához és egészen speciális hatások eléréséhez a technikusok kiegészítő vizsgálóprogramokat dolgozzanak ki.

A vizsgálóprogramok kidolgozásához nagyon nagy tapasztalatra és a berendezés alapos ismeretére van szükség, ahhoz, hogy megbecsülhessük, milyen intézkedések teszik a vizsgálatot különösen hatásossá. A vizsgálóprogramok többnyire nagyon terjedelmesek és nagy tárolókapacitást igényelnek. Ez nagyon gyakran nem áll kielégítő mértékben rendelkezésre. Többnyire speciális programokat készítenek minden egyes készülék működőképességének vizsgálatához. Hogy mégis végre lehessen hajtani a teljes berendezésrendszer összefüggő vizsgálatát, többnyire van egy olyan program is, amelyben az előbbieken említettek, össze vannak foglalva. Ez a program átfog valamennyi funkciót és készüléket. Különböző készülékek azonban gyakran nem állnak készenlétben a vizsgálat végrehajtásához, pl. a csatlakoztatott nagy térfogatú tároló bizonyos helyeit nem szabad átírni, vagy egy készülék rá sincs kapcsolva, tehát ezeket a vizsgálóprogrammal nem szabad, illetve nem lehet működésbe hozni. Az ehhez szükséges vezérlő utasításokat, a speciális feltételeknek megfelelően a program beindítása előtt közölni kell, pl. az ellenőrző írógépen keresztül. A megállapított hibákról megfelelő utalásokat kell kiírni. A vezérlő utasításokkal célszerű megteremteni annak lehetőségét, hogy a program egy hiba megállapításánál vagy megálljon, vagy tovább fusson, aszerint, ahogyan a vizsgálat célja kívánja. Ha a program minden egyes hibánál megáll — olyanok is lehetnek, melyeket a program vált ki, mint pl. túlfolyás stb. —, túl sok idő megy haszontalanul veszendőbe, minthogy minden megállás után újra indítani kell a programot. A hibáknál történő megállástól azonban nem szabad általánosan eltekinteni, minthogy pl. a hiba okának megállapításához gyakran szükség van a regisztertartalom ellenőrzésére, vagy az ok keresésének közvetlenül a hiba helyétől való megkezdésére.

A tároló-vizsgálóprogramok feladata, hogy ellenőrizze a hibátlan beírást és leolvasást a mindenkori tárolóba, illetve tárolóból. Amennyire lehet, kiegészítőleg ellenőrizzük, hogy valóban az utasítás címében megadott tárolóhelyet értük el és nem egy másikat, a lehívóberendezés elakadása következtében.

Ferritmagos tárolók

A ferritmagos tárolók vizsgálata többnyire két szakaszban történik. Az elsőben a magok hibamentes átkapcsolását és a leolvasóerősítők, tárolóre-

giszterek és zárókörök működőképességét ellenőrizzük. A vizsgálat második része a lehívóberendezéseket ellenőrzi. Majdnem mindegy, hogy a vizsgálat a berendezése központi tárolójára, vagy egy ferritmagos póttárolóra vonatkozik-e. Arra kell mindig vigyázni, hogy a vizsgálóprogramnak is a tárolóban kell lennie és ezeket a helyeket a program feldolgozása alatt nem szabad átírni. Az első vizsgálóprogramrész ellenőrzi a választott információ helyes beírását és leolvasását a tárolóba, illetve tárolóból, tekintet nélkül a lehívóberendezés működőképességére. Ezért mindenképpen előfordulhat, hogy hibás lehívás vagy szelektálás következtében néhány helyet többször, másokat viszont egyáltalán nem írunk be, illetve olvasunk le. A program kb. a következő utasításokból áll:

1. A memóriaegység tartalmát kiírni az „n” tárolóhely szerint.
2. Az „n” tárolóhely tartalmát leolvasni a memóriaegység szerint.
3. Az „n” címet 1-gyel növelni ($n + 1 = > n$).
4. Amíg $n < n_{\max}$:ugrás az 1. parancs szerint. Az $n = n_{\max}$ -ra: ugrás megállásra. (n_{\max} a legutolsó vizsgálandó tárolóhely címe).

A vizsgálóinformációk választása úgy történik, hogy mindegyik magban a programlefutás alatt legalább egyszer O és egy L jelet írunk be és olvasunk le. Ha mindegyik jel címezhető, példaként a jel tartalma legyen 6 bit az adatok leképzéséhez és 1 bit a páratlanság-kulcshoz, a vizsgálat négy fázisban végezhető a O, 21, 42 és 63 jeltartalmakkal.

A mindenkor soron következő vizsgálójelet alkalmas módon a memóriaegységbe visszük, a címszámlálót a kezdő címre állítjuk és utána beindítjuk a programot. Ha kezdéskor $n = O$, a vizsgálójelet a O tárolóhelyre írjuk és ezt követően a memóriaegységbe visszaolvassuk. Közben kulcsellenőrzés történik, és hiba esetén a program leáll. Ha nem lépett fel hiba, a cím 1-gyel növekszik úgy, hogy a vizsgálójelet a következő ciklusban a következő tárolóhelyre íródik. Ezek a ciklusok addig futnak, míg $n = n_{\max}$ lesz és a megállási parancs kerül lehívásra. A memóriaegységben megint a kezdetben beállított jelnek kell állnia. A O vizsgálójelet beültetésének megfelelően valamennyi adatbitnek üresnek és csak a paritásbitnek kell L-en lennie. Ha ez nem így van, kettős hibák lépnek fel, amelyeket a paritásellenőrzés nem tudott felismerni. Ha azonnal meg kell adni, hogy melyik helyen lépett fel a hiba, a fenti jelzett program egy utasítással bővíthető, amelyik a mindenkor leolvasott jelet összehasonlítja a kezdőjellel. Ha azonosság áll fenn, nem lépett fel hiba, és a program rendszeren folytatható. Hiba esetén megállásra lehet ugrani, vagy a címszámláló tartalma is kinyomtatható. A programnak az első vizsgálószámmal történő lefutása után a másodikat (21) állítjuk be és programot indítjuk. Ekkor valamennyi helyen az 1, 4 és 16 értéktartalmú biteket L-re és a 2, 8, 32 értéktartalmú biteket és a paritásbitet O-ra ellenőrizzük.

Az átfutás megtörténte után a vizsgálószámot 42-re változtatjuk úgy, hogy az ellenőrzés a 2, 8 és 32 értéktartalmú biteknél L-re, az 1, 4, 16 értéktartalmú biteknél O-ra történik. A 63 vizsgálószámmal történő — negyedig — végigfutásnál valamennyi bitet L-re ellenőrizzük. Ez a lefutás nem feltétlenül szükséges, minthogy a három előző lefutással valamennyi bitet egyszer L-lel és egyszer O-val ellenőriztünk.

A mindenkori új vizsgálószám beállítása és a hozzátartozó lefutás ezt követő indítása programmal is végezhető. Ha a tároló nem 6 adatbites kódokat használ, vagy nem jel-, hanem szócímezésű tárolóról van szó, a megadott binérminták megfelelően bővülnek. Arra kell vigyázni, hogy mindegyik bitet egyszer L-lel és egyszer 0-val ellenőrizzük. A teljes vizsgálóprogramot nemcsak egyszer, hanem többször futtatjuk le, mégpedig mindig módosított feltételek mellett. Az ellátófeszültségeket először normálisan állítjuk be és a leolvasást speciálisan ellenőrizzük. Korábban utaltunk rá, hogy a zavarójelek amplitudója ugyanabban nagyságrendben lehet, mint az L hasznosjele, időbelileg tekintve azonban korábban jelennek meg, mint a hasznosjelek és a kettőt egy úszatóimpulzus egymástól elválaszthatja. Ezenkívül a leolvasójelek amplitudója $-e = d \Phi / dt$ miatt a lehívóimpulzus meredekségétől függ úgy, hogy a leolvasójel-amplitudók ellenőrzése is hasznos. A megadott potenciométerrel elvégezhető a leolvasóimpulzusok korlátozása. A tranzisztort az úszatóimpulzushoz többnyire egy nem ábrázolt bistabil multivibrátor vezérli, melynek átkapcsolási időpontjai ugyancsak potenciométerrel változtathatók. A vizsgálat lefolytatása alatt mindkét potenciométeren egymás után bizonyos állaskombinációk választhatók és így meg lehet állapítani, mely határkombinációkig nem lépnek fel hibák. Ez a határgörbe a diagramba berajzolható és a görbékkel már korábban végrehajtott vizsgálatokkal összehasonlítható. Ha a görbék kedvezőtlen irányban mutatnak eltéréseket, annak okait meg kell keresni. Ha a hibákat mindig ugyanazok a bitek váltják ki, a hiba oka lehet a hozzá tartozó leolvasó erősítőben, a tárolóregiszter bistabil multivibrátorában vagy ennek a síknak a záróáramkörében.

Ha a hibák különböző bitekre oszlanak el, a hiba okaként az x- és y-lehívóáramok eltérései jönnek szóba, ezért lehetőség szerint ellenőrizni kell, mely állásoknál fordulnak elő. Az ismert tárolófelépítésnél azután kiszámíthatjuk, mely hajtólépcsők lehetnek hibások. Ha a szükség határgörbelefolymást ismét elértük, további átfuttatások hajthatók végre módosított üzemfeszültségekkel és utána a második vizsgálórész, a szelektálóberendezések ellenőrzése. A szelektálóberendezésekben sokkal ritkábban fordulnak elő hibák, mint az ismertetett részekben, úgy, hogy a vizsgálatoktól gyakran teljesen el lehet tekinteni. Ehhez járul az a tény, hogy bizonyos fogyatékoságok nem kerülhetők teljesen el. Ha ugyanis egy tárolóhely kiválasztása mindig ugyanolyan hibásan történik, az nem határozható meg mindig.

A vizsgálat megszervezhető úgy, hogy egy program mindenegyese, a program által nem foglalt tárolóhelyre beírja a tárolóhelycimet. Ezt követően beállított, súlyosbított munkafeltételek mellett valamennyi tárolóhelyet leolvashatunk és a memóriaegységben álló számot összeolvassuk egy számláló adatával, melynek állása a mindenkori utasítás címével meg kell egyezzen. Egy másik lehetőség, hogy mindig két, egymástól konstans távolságban levő tárolóhelyet azonos értékkel beírunk és azok tartalmát egy második lefutásban egymásból kivonjuk. Az eredménynek mindig nullának kell lennie. Ha hibákat állapítunk meg, újra kinyomtathatók a címek, hogy a lokalizálást egyszerűsítsük. Ha szelektálási hibákat állapítunk meg, célszerű az első vizsgálórészt a hiba megszüntetése után még egyszer. leg-
alábbis részben lefuttatni.

Mágnesdobtárolók

A mágnesdobtárolók vizsgálata nem tér el lényegesen a ferritmagos tárolók vizsgálatától. Itt is érvényes, hogy a szelektálást, valamint a helyes leolvasást és írást ellenőrizzük. Az írás- és leolvasásellenőrzés választható ellenőrzőszavak beírásával történik, amelyeket ezt követően újra leolvasunk és összehasonlítunk. A dobtárolók többnyire szó- és nem jelszó-ellenőrzettek, úgy, hogy a vizsgálóinformációknak lényegesen több bitjük van, mint a ferritmagos tárolóknak. Van legalább egy vizsgálószó, melyben a paritásbiten kívül valamennyi bit 0 és egy szó, amelynek csak L bitjei vannak. A további szavaknál valamennyi páratlan bit L és, valamennyi páros 0, és fordítva. A szelektálási vizsgálat a mágnesdobtárolóhoz is felépíthető úgy, hogy valamennyi tárolóhelyre emelkedő irányban ellenőrzőszavakat viszünk, melyek számértéke helyről helyre 1-gyel nő. Ezt követően a tárolóhelyeket újra leolvassuk és ellenőrizzük, hogy a tárolóhely tartalma helyesen viszonyul-e a kiválasztott hely címéhez. Ha mindegyik szóba egy számot írunk, amelyik címével egyezik vagy ezt konstanssá egészíti ki, a vizsgálat nagyon egyszerű.

Mágnesszalagos tárolók

A mágnesszalagos tárolók vizsgálóprogramjaiban különösen figyelemmel kell lenni a tárolóközeg nem egyforma mozgására. Nagy és kis blokkokat kell beírni és leolvasni, majd gyors egymásutánban váltakozva a blokkokat konstans jelekkel, (előre megbeszélve), vagy változó jelekkel (a központi egység határozza meg, vagy egy véletlen program állítja elő). Az ezt követő leolvasás során ellenőrizzük, hogy a jelek megegyeznek-e a központi egység által az íráshoz rendelkezésre bocsátott jelekkel.

Központi egység

A központi egység vizsgálóprogramját úgy kell kialakítani, hogy valamennyi belső utasítást legalább egyszer feldolgozzon. Olyan utasításokat, melyek közvetlenül a perifériális készülékekre vonatkoznak, tehát pl. be- és kimeneti utasításokat nem kell feltétlenül tartalmaznia, azok a perifériális készülékek vizsgálataihoz rendelhetők. Az előnyben részesítő vezérlés hibátlan működésének ellenőrzéséhez azonban a központi egység és a különböző perifériális készülékek vizsgálatát gyakran összekeverjük egymással. Ha a vizsgálóprogram lefutásánál hibákat állapítunk meg, a hibára utalásként kiírásnak kell történnie, amihez vagy az ellenőrző-írógépet, vagy egy nyomtatót használunk. Hogy ellenőrzést kapjunk arról, hogy a vizsgálat egyáltalán lefutott, célszerű, hogy a hibátlan állapotra is megfelelő utalásokat írjunk ki.

A központi egység vizsgálatához biztosítani kell, hogy a vizsgáló speciális kívánságainak megfelelően választani lehessen a hiba esetén megállással, vagy megállás nélkül történő lefutás között. A hibánál történő megállás nélküli munkamód különösen fontos, mert bizonyos hibaeseteket a

program hoz létre és azokat kiértékelésük alapján ellenőrizni kell. A túlfolyás funkciójának ellenőrzéséhez, mely túlfolyásnak megfelelően nagy operandusok összeadásánál és szorzásánál, valamint nullával osztásnál létre kell jönnie, a szükséges utasításokat a programba felvesszük és ezt követően levizsgáljuk, hogy a kívánt hiba fellépett-e, vagy nem. A hibák tehát teljesen jogosan keletkeznek, és nem indokolt a berendezés leállítása. Inkább megfelelő kiírást kell programozni annak bizonyítására, hogy a hibaellenőrzés működőképes. Ha az utasításban megadott művelet minden esetben végig lefut, mielőtt egy újat lehívánk, az utasítások sorrendjére a vizsgálóprogramon belül nincs korlátozás. Ez a rendes eset. Vannak azonban olyan számítóberendezések is, amelyeknél az új utasítást már akkor lehívjuk, ha az előzetes utasításnak még csak bizonyos része kerül végrehajtásra. Ilyen esetekben fontos, hogy ne csak az utasítások lefutását vizsgáljuk külön-külön, hanem a kombinációkat más utasításokkal is, amelyekhez ilyen kapcsolatok fennállnak. A számítóberendezés működési elve szerint adott esetben nehézségek léphetnek fel, ha az aritmetikai műveleteknél átviteleknek kell sok helyen átfutniuk. Ha ez az eset áll fenn, a vizsgáló operandusokat úgy kell megválasztani, hogy a vitelátfutások egy maximális számjegyszám fölött történjenek.

A vizsgálóműveletek szabályszerű lefutásának ellenőrzéséhez többnyire összehasonlításokat végzünk ismert tartalmú mezőkkel szemben. Ezért a központi egység vizsgálóprogramjának megkezdésekor mindig meg kell győződnünk arról, hogy az összehasonlítási művelet kivitelezése hibátlanul történik-e. Többnyire programozhatók az $A < B$, $A \leq B$, $A = B$, $A + B$, $A \geq B$ és $A > B$ összehasonlítások, amely mellett alfanumerikus összehasonlításokhoz csak $A + B$ és $A B$ ésszerű. Vizsgálóoperandusoknak ezért kizárólag számokat használunk. A két operandusz előjeleinek az összehasonlításba szintén bele kell folyniuk, amit az összehasonlítandó számok célszerű kiválasztásával kell figyelembe venni. Változó szóhosszúságú berendezésekben a numerikus összehasonlításokhoz figyelembe kell venni az üres helyeket, ugyanúgy, mint a nem meglevőket, amit ugyancsak összehasonlítási utasítással kell vizsgálni.

Az ugrásutasítások szabályszerű kivitelezését ugyancsak a vizsgálóprogram elején kell végrehajtani. Az ugrásokat minden lehetséges feltétellel vizsgálni kell. Különösen fontos a visszaugrások kivitelezése a leugrásnál tárolt címek alapján. Az ugrásutasítások egy részét már a vizsgálat kiválasztásánál ellenőrizzük, minthogy a kívánt programlefolyást csak akkor érvük el, ha azok kivitelezése helyesen történik.

Az aritmetikai műveletek vizsgálatánál arra kell vigyázni, hogy ne csak egy összeadást, kivonást, szorzást és osztást végezzünk, hanem minden műveletet végrehajtsunk a lehetséges előjelkombinációkkal. Míg a szorzások és osztások elvégzésénél az abszolút érték nagyságának az eredmény előjelére nézve nincs jelentősége, az eredmény előjele az összeadásnál és kivonásnál egyaránt függ az operandusz abszolút nagyságától, előjelétől és az utasításban meghatározott számítási művelettől. Az előjeleket a műveletek hibátlan végrehajtásának ellenőrzésénél minden esetben alkalmazni kell. Ha a berendezés huzalozott lebegő tizedesvesszőjű műveleteket tartalmaz, ezeket szintén be kell vonni a vizsgálóprogramba. Az eltolások többnyire úgy folynak le, hogy az egyik oldalon a szóból kifutó

jelek elvesznek viszont a másik oldalon üres jelek kerülnek hozzá ugyanolyan számban. Ha egy mező tartalmát a mező jegyszámával balra vagy jobbra eltoljuk, a művelet után a mezőnek üresnek kell lennie, ami könnyen letapogatható. Biztosabbak azonban azok a vizsgálatok, amelyeknél néhány, pl. a legalacsonyabb szóhelyre beadott számot egy eltolóutasítás balra visz a mező széléig, és azokat egy ugyanolyan tartalmú mezővel összehasonlítjuk. Ezután jobbra eltolás következik ugyanannyi hellyel, mint kezdetben a balra eltolás történt, úgy, hogy a kezdeti értéknek újra helyre kell állnia. Ugyancsak összehasonlítással kell a helyességet ellenőrizni. Minthogy az operanduszokat a továbbítási utasítások kész állapotba helyezik és újra a tárolóba viszik, a továbbítási műveletek vizsgálata a többivel egyidejűleg történik. Ezenkívül a továbbítási utasításokat a már említett központi tárolóvizsgálat ellenőrizte.

Minden berendezés többé-kevésbé nagy számú utasítás és címmódosítást tesz lehetővé. A módosítások lehetőségei azonban berendezésről-berendezésre annyira feltérőek, hogy erre itt nem tudunk kitérni. Itt is érvényes azonban az az alapelv, hogy a módosítások valamennyi típusát vizsgáljuk. Ezenkívül mindenegybes berendezésben számos különleges utasítás van behuzalozva, mint pl. egy tárolóhely tartalmának konstans értékkel történő növelése a memóriaegység használata nélkül, tetszőleges számítási műveletek elvégzése a memóriaegység változtatása nélkül (valóságban annak tartalmát a művelet előtt egy másik regiszterben készenlébe állítjuk és azt követően visszahozzuk), logikai műveletek végrehajtása, mint konjunkció, diszjunkció, negáció, blokkátvitelek stb. Ezeket mind be kell építeni a vizsgálóprogramba úgy, hogy hibátlan végrehajtásukat ellenőrizni lehessen.

A teljes vizsgálatlefutás ellenőrzése történhet pl. megállapított jelkombinációkkal, amennyiben minden vizsgálórészhez egy jelet rendelünk. Pl. kaphat az „összehasonlítás” vizsgálórész „A” jelet, „ugrásutasítás” vizsgálórész „B” jelet, továbbítási utasítások „C”-t stb. Egy erre rendelkezésre bocsátott mező tartalmát közvetlenül a vizsgálórész kezdetéhez egy hellyel balra toljuk, és a vizsgálórész végén a szabaddá vált helyre a vizsgálórész megállapított jelét tesszük. Ha valamennyi vizsgálórész az előirányzott sorrendben feldolgozásra került, a vizsgálóprogram végén a helyes jelkombináció áll a mezőben. Ez összehasonlítható egy állandó mező tartalmával. Ha azonosság áll fenn, kiírható pl. „központi egység vizsgálóprogram vége”. Egyenlőtlenység esetén a kapott jelkombinációt nyomtatjuk ki. Nem teljes végrehajtásnál a kezdéskor megtörténik a balra eltolás, de nem került be jel, minthogy nem jutottunk el a végére. Így a jelkombináció egy üres helyet tartalmaz. Ha egy vizsgálórészt nem hívtunk le, a balra eltolás sem következik be. Minthogy a helyes jelkombináció ismert és tudjuk, hogy melyik vizsgálórészhez melyik jel tartozik, könnyen megállapítható, hogy mely vizsgálórészek lefolyása nem, vagy nem teljesen történt meg.

Lyükkártyagépek

Valamennyi készülék vizsgálóprogramjainak ellenőriznie kell mind a mechanikus folyamatokat, mind az átviteli parancsokat. A vezetőpálya

mechanikus terhelése időszakos igénybevételnél lényegesen nagyobb, mint folyamatosnál, ezért is használjuk az elsőt előszeretettel a vizsgálatokhoz. A lyukasztókészülék működőképességét kiegészítőleg folyamatos üzemben is vizsgálni kell. Ezt gyakran úgy szervezzük meg, hogy a leolvasó-lyukasztó készülékeknél az első menetben a leolvasópályán egy kártyát letapogatunk, melynek tartalmát a második menetben a lyukasztópályán egy másik kártyára kiadjuk. A harmadik menetben újra leolvasás következik, a negyedikben lyukasztás stb. úgy, hogy mindkét pálya felváltva dolgozik. Ha a lyukkártya-leolvasók és -lyukkasztók külön készülnek, arról is kell gondoskodni, hogy két hasznos menet között legalább egy üres menet legyen. Ha a készülékeknek váltóik vannak a kártyák különböző lerakórekeszekbe osztályozásához, a rekeszvezérlést is fel kell venni a vizsgálóprogramba és a vizsgálóprogram leírásában meg kell adni, mely kártyáknak, mely rekeszbe kell kerülniük. A vizsgálókártyák lyukasztása sem tetszőleges. Ha külön átviteli parancsok vannak numerikus (beadás az 1—9 kártyasorról) és alfanumerikus (a 12—9 sorok tartalmának beadása) jelekre, mindkét utasítástípus működőképességét ellenőrizni kell. A numerikusan beolvasandó lyukmezők a számadatok mellett tartalmaznak felüllyukasztásokat a 11. és 12. sorokban, és azt ellenőrizzük, hogy az átviteli utasítás kivitelezése után csak a numerikus érték áll-e a központi tárolóban. A lyukkártyakódok és a központi egység kódjai mindig különböznek egymástól úgy, hogy mind a bemenetnél, mind a kimenetnél átkódolást kell végezni. A vizsgálójeleket úgy kell megválasztani, hogy az átkódolásnál fellépő valamennyi lehetőséget átfogjuk. Kiegészítőleg ellenőrizni kell, hogy a leolvasók nagyszámú, közvetlenül egymás között és mellett levő jelet hibátlanul le tudnak-e olvasni. A lyukasztóknak ezeket a kombinációkat ugyanolyan hibamentesen ki kell adniuk. Ezenkívül eltoló lyukasztást végzünk annak megállapítására, hogy a 960 lehetséges lyuk mindegyike lyukasztható-e. Ha pl. az első kártyánál az első oszlopban 9-cel kezdünk, a második oszlop a 8-as lyukasztást kapja, a harmadik oszlop a 7-est stb. úgy, hogy a 12. oszlopba a 12-es lyukasztás kerül. Ugyanígy a 12—24, 25—36, 37—48, 49—60, 61—72 oszlopok a 9, 8, 7, 6, 5, 4, 3, 2, 1, 0, 11, 12 lyukasztásokat kapjuk. A maradék oszlopokban 73-tól 80-ig már csak a 9—2 lyukasztásokat lehet rávinni. A következő kártya lyukasztásához a mintát egy oszloppal balra eltoljuk, hogy az 1. oszlop 8-as lyukasztást, a 2. oszlop 7-es lyukasztást stb. kap. A 80. oszlopba 1-es lyukasztás kerül. A harmadik és minden további kártyához ugyanilyen eltolás történik úgy, hogy a 12. kártya 12-es lyukasztással kezdődik az 1. oszlopban és 3-assal végződik a 80. oszlopban. Így 12 egymás után következő kártyára valamennyi lehetséges lyukasztást felvittünk. A működésmódot megint csak a vizsgálóprogram ellenőrzi és hiba esetén kiírást vált ki. A pálya mechanikus beállításának ellenőrzéséhez a lyukasztott kártyákat kártyasablonra kell helyezni annak megállapítására, hogy a végrehajtott lyukasztásoknak van-e eltolódásuk a szabványosított helyzethez képest. Továbbá a vizsgálóprogramon kívül ellenőrizni kell, hogy a leolvasási és lyukasztási hibáknak, valamint a magazinból befutáskor és a pályán létrejövő kártyatorlódásnak a megállapítására szolgáló biztosítóberendezések, továbbá a lyukasztóblokkon, kefeállásokon és más helyeken felszerelt záróbiztosítások működőképesek-e.

Lyukszalagos készülékek

A vizsgálóprogramokat a lyukszalagos készülékekhez hasonló szempontok szerint kell felépíteni, mint a lyukkártyagépekhez. Itt is az időszakos üzem jelenti a legerősebb igénybevételt a továbbítóberendezésekre és a folyamatos üzem tekinthető a legnagyobb terhelésnek a lyukasztőszerszámok számára. Különböző parancsok a numerikus és alfanumerikus kombinációkhoz nincsenek, de betű/szám-átkapcsolást ötcsatornás készülékeknél ellenőrizni kell. A szabványosított lyuktávolságok és nagyságok betartását szintén ellenőrizni kell, hasonlóképpen a bevezetett szalagok (szakadás), zárt ható-, letapogató-, illetve lyukasztőrendszerek stb. biztonságát is.

Sornyomatatók

Az előző fejezetben nagyon sok, működési elvében egymástól igen eltérő nyomtatótípust ismerhetünk, melyek mindig tulajdonságaikat figyelembe vevő vizsgálóprogramokat igényelnek. Ezek a nyomtatók azonban túlnyomórészt betűhengeresek, elektromechanikus írókalapács-kiváltással és mechanikus leütéssel. Ha a kalapácsok leütése nem mechanikusan történik, hanem közvetlenül elektromágnesekkel, a vizsgálóprogram nem változik lényegesen.

A nyomtató ellenőrzést többnyire a „nyomtatás eltolással” vizsgálórésszel kezdjük. Ehhez valamennyi jelet, melyet a nyomtató kiadni képes, annyszor viszünk be egymás után a központi egységből a nyomtatótárolóba, míg az teljesen megtelik. Ezután történik a kinyomtatás és létrejön egy sor, amelyik pl. az 1, 2, 3 számokkal kezdődik és az X, Y, Z betűkkel végződik. A második sor kinyomtatásához valamennyi n modális értékű (n = nyomtatási helyek száma) jelet egy hellyel eltolva visszük át a nyomtatótárolóba. Ezzel a lenyomtatás a 2, 3, 4 számokkal kezdődik és Y, Z, 1-el végződik, minthogy az elején elhagyott számot a végén ismét hozzátesszük. Ha ilyen módon annyi sort nyomtatunk, ahány különböző sora a nyomtatónak a betűhengeren van, minden egyes jel, minden nyomtatási helyen egyszer kinyomtatásra kerül. A mindenkor azonos jelek ferdén egymás alatt állnak, a nyomtatási képből balra eltűnők jobbra ismét megjelennek. Ez a vizsgálat nemcsak a kalapácsok leütése általi nyomtatást ellenőrzi, hanem a teljes elektronikus vezérlést is, azaz az átviteli parancsok szabályszerű lefutását, a tároló funkcióját, valamint a betűhenger kódtárcsájáról mindenkor leadott jellel való összehasonlítás funkcióját, és a kiváltóimpulzus gerjesztését. Egy nyomtatási hely kiváltóberendezéseinek elpiszkolódását többnyire a többihez képest halványabb lenyomat jelzi. Ezenkívül a nyomtatási kép egyenletessége romlik, minthogy a lenyomatott jelek egy része egyre jobban eltér a képzelt alapvonaltól. A nyomtatási kép megítélése azonban nagyon erősen függ a megfigyelő intuíciójától. Általában azt mondhatjuk, hogy a jeleknek az alapvonalhoz igazodása a sebesség növekedésével egyre egyenetlenebb lesz és az elektromechanikus kalapácskiváltású nyomtatások rosszabb nyomtatásképet adnak, mint az elektromechanikus előválasztá-

sú és tisztán mechanikus leütésű nyomtatók. Ha a többnyire egy kalapácsok állnak pontosan egy vonalban a kiváltóberendezések előtt a lenyomat többnyire kissé egyoldalú. A vizsgálat célszerűen a H, M, N betűk és más olyan jelek lenyomatásával történik, melyeket balra és jobbra vonalak határolnak. Ha a beszabályozás rossz, az egyik vonal gyengén, vagy egyáltalán nem látható. A soregyenesség ellenőrzéséhez a fent és lent vonalakkal határolt jelek (E, Z) mellett nagyon előnyösen használhatók a kötőjelek. Az írásmagasság beszabályozásai nagyon időigényesek és csak kevés, arra alkalmas konstrukciónál vezetnek jó eredményre. A nyomtatási folyamat ellenőrzése mellett a papírelőtölés működését is vizsgálni kell, mégpedig úgy, hogy a vizsgálóprogrammal valamennyi lehetséges előtölési mozgást lehívunk. Ezenkívül ellenőrizni kell a festékkendő, illetve befestékező berendezések állapotát, a záróbiztosítók és hibaellenőrzések (papír vége, papír elszakadt) stb. működését.

A vizsgálórészek sorrendje

Az egyes vizsgálórészek végrehajtásának időbeli sorrendje nem teljesen tetszőleges. A program elejére mindig azt a készüléket tesszük, amelyiket a hiba-, illetve lefolyásutalások kinyomtatására használunk, ezután következnek, hacsak különleges okok nem szólnak más sorrend mellett, a központi egység vizsgálata és az arra csatlakoztatott valamennyi külső tároló ellenőrzése. Végül megtörténik valamennyi többi perifériális készülék vizsgálata. A vizsgálati jegyzőkönyvben először a keletkezést nyomtatjuk le, amelyet természetesen mindegyik vizsgálathoz az indítási parancs előtt be kell adni a berendezésbe. Ezután végrehajtjuk 64 sor eltolásos kinyomtatását. A papírelőtölés vizsgálata a csatlakozó sorokon történik, amely mellett az egy-, két- és háromsoros továbbítás végrehajtása után megállapíthatjuk az első nyomtatvány végét és ennek következtében a további nyomtatás új nyomtatványon történik. Most csatlakozik a központi egység vizsgálata. Megjelenik a kinyomat, hogy a kapacitástúllépés a megfelelő helyen lépett fel és a központi tároló vizsgálata egyébként hibátlanul lefutott. Ehhez csatlakozik a rákapcsolt —1—6 mágnesszalagos készülék, majd a többi perifériális készülék vizsgálata.

Hibakeresés

A hibakeresés alapvető feltétele:

1. a szükséges dokumentáció és
2. a szükséges mérőeszközök és szerszámok, valamint
3. a technikus megfelelő tudása és logikus gondolkodási képessége.

Az első két feltételt többnyire a berendezést gyártó cég teljesíti, illetve előnyösen befolyásolja. Érdekelt abban is, hogy a szállított berendezés a legnagyobb meglepedésre dolgozzon, ezért a szükséges bizonylatokat megfelelő terjedelemben és a szükséges pontossággal készíti el. A mérőműszereket, mint a berendezéshez tartozókat, gyakran azzal együtt

szállítják. Problematikus ennél fogva csak az utolsó pont, mert mindig kérdéses, található-e megfelelően alkalmas személyzet a technikai munkakörre. Az elektronikus számítóberendezéseken végzett eredményes hibakeresés alapja a technikus alapos kiképzése a berendezést gyártó cég részéről. A kiképzendő személynek feltétlenül képesnek kell lennie a logikus gondolkodásra és a jó elvonatkoztatásra, különben a kiképzés már eleve kudarcra van ítélve.

Bevezetőben meg kell mondanunk, hogy nincs általánosan érvényes séma az elektronikus számítóberendezésekben jelentkező hibák megtalálására. Ennek elvi oka az építőelemek rendkívül nagy száma, a folyamatok bonyolultsága és különösen a logikai összefüggések sokfélesége.

Ha eltekintünk a berendezésen belüli kiépítési lépcsőktől, melyek egy jel vagy szó biteinek párhuzamos feldolgozását végzik, vagy a perifériális készülékekben a nyomtató párhuzamos vezérlésére, illetve a bemenő készülékekben a párhuzamos információlevételre szolgálnak, csak nagyon kevés kapcsolást találunk, melyek egymással azonosak. A legnagyobb rész folyamatjeleket dolgoz fel, és semmi különös nincs abban, hogy az összekapcsolások nagyon különbözőek, minthogy a műveletek is nagyon erősen eltérnek egymástól. Különböző kapcsolások több feladat történő felhasználása miatt bonyolult vezérlési feltételek adódnak, ennek következtében azután nem ritkán fordul elő, hogy egyetlen bista-bil multivibrátort 25 és több jelkombináció vezérel. Minthogy ilyen sok bemenettel sem ÉS-, sem VAGY-tagok nem építhetők fel, kaszkádkapcsolások szükségesek, és erősítőket kell közbekapcsolni, többnyire negátorok formájában. Így a hibás jelek létrejöttének lehetőségei rendkívül sokfélék.

Sok hibát az vált ki, hogy a diódák elvesztik záróképességüket és ekkor hibás jelek, gyakran néhány nanoszekundum tartamú impulzusok kerülnek olyan áramkörökbe, amelyekben semmi keresnivalójuk nincs. A lehetőségek nagy száma következtében ezek a hibák a legkellemetlenebbek közé tartoznak. Hasonlóan kellemetlenek az időszakos hibák, ezeket azonban, kivéve, ha pl. nem állandóan fennálló zárlatokról van szó testtel, üzemfeszítéssel vagy jelzővezetékkel szemben, az üzemfeszítések módosításával többnyire állandóvá lehet kényszeríteni. Ha egy hiba csak egyszer lép fel, nagyon kevés a kilátás arra, hogy megtaláljuk, mert itt is csak az a lehetőség áll fenn, hogy az üzemfeszítések módosításával a munkafeltételeket megnehezítsük annak reményében, hogy a hiba visszatér. Egyszeri hibák is gyakran kívülről jövő behatásokra vezethetők vissza, pl. mágneses vagy elektrosztatikus befolyásolás, illetve a hálózati feszültség hirtelen, rövid idejű változása révén, utóbbi hálózatban villámcsapások, kapcsolási műveletek, stb. miatt fellépő, nem reprodukálható kiegyenlítő folyamatok következtében.

Az egész hibakeresés végül is logikai jelek méréséből és helyességük ellenőrzéséből áll, mégpedig az alábbi vonatkozásban:

1. amplitudó,
2. homlokmeredekség (különösen dinamikus vezérelt kapcsolásoknál),
3. fellépésük szükségszerűsége.

Az első két pont ellenőrzése meglehetősen egyszerű, minthogy az áramkörrendszerek követelményei mind a betartandó jelszintre, mind az impulzusok felfutási és esési időire rögzítettek. Ha alkalmas mérőműszerek állnak rendelkezésre, az ellenőrzés nem problematikus. Ha a mért jelek az előre megadott határok között vannak, az építőköcskák hibátlanok. Ha nem így van, ki kell azokat cserélni. A nehézség egy jel szükségességének ellenőrzésében van. Még ha a nem záró diódák stb. következtében alkalomadtán fellépő hibás impulzusoktól el is tekintünk, dönteni kell, hogy az éppen vizsgálandó műveletnél, mely áramkörökön keresztül kell a vezérlőjeleknek pl. egy bistabil multivibrátor számára érzekniük. Ez viszont feltételezi, hogy a hibakeresőnek jó áttekintése van valamennyi folyamatról és ismeri a jelek hatásait, illetve logikus megfontolások alapján gyorsan fel tudja ismerni, hogy ezeknek a jeleknek a vizsgálandó folyamatra nézve van-e jelentősége, vagy nincs. Ha a hibakereső nem rendelkezik ezekkel a képességekkel, nagyon könnyen hamis vágányra csúszhat és igen hosszú időre lesz szüksége a hiba megtalálásához.

Minden egyes hiba valamilyen formában vagy a vizsgálóprogram, vagy egy feldolgozóprogram lefutásakor kijelzésre kerül, de emellett a jelzés típusa igen különböző lehet. Egyik lehetőség, hogy a meglévő hibajelző lámpák egyike kigyullad és a programlefutás megáll. Ezzel meglehetősen nagy biztonsággal kaphatunk utalást arra, hogy a berendezés melyik részében van a hiba és hol kell kezdeni a hibakeresést. Ilyen esetben először azt kell ellenőrizni, hogy a hiba ténylegesen fennáll-e, vagy csak a hibakiértékelő áramkörben levő fogyatékoság következtében került tévesen jelzésre. Ha utóbbi nem áll fenn, ellenőrizni kell, hogy a hiba valóban az-e, amelyet a jelzés megadott, vagy a jelzett hiba csupán egy más helyen fellépett hiba következménye. Ennek eldöntése azonban széles körű méréseket igényelhet, amelyekre itt nem kívánunk kitérni.

További lehetőség, hogy a hibát a kezelő személy állapítja meg, pl. ha a berendezés a normál esettől eltérő eredményeket ad ki. Feltételezve, hogy ennek egyáltalán géphiba az oka, többnyire igen gyorsan megállapítható, hogy a hiba a perifériális készülékben van-e, vagy téves folyamatok következtében a központi egységben jön létre. Továbbá lehetséges, hogy a program feldolgozása hirtelen megáll, vagy hurokban fut, melyből nem talál kiutat. Ezeket a hibákat ugyancsak a kezelő személy állapítja meg és a hibák oka többnyire a folyamatvezérlésben levő hiba, ismét feltételezve, hogy géphibáról van szó és nem program- vagy adathibáról. Különösen a folyamat leállításánál kell elsőként vizsgálni, hogy ezt olyan hiányosság okozta-e, mely egy nem funkcionáló jelentés alapján (pl. kiégett jelzőlámpa) került kijelzésre. Hiányosság alatt itt pl. jelentéseket kell érteni, mint „mágnesszalag vége”, „papírszakadás” stb., amelyeknek a programfeldolgozás megállítását kell előidézniük. Ezt a felsorolást természetesen folytathatnánk; azt a felismerést kell levonnunk belőle, hogy a berendezés alapos ismerete mellett a hiba hatásában már utalást kapunk arra, hogy a hiba helyenként a berendezés mely részei jönnek szóba, és melyek nem. Ezek mellett azután többnyire van még néhány hibahely, amelyekre nézve már nem lehet egyértelműen dönteni.

Elsősorban felmerült a kérdés, hogy melyik építőelemnél kell a méréseket megkezdeni. Ha a hibát lámpa jelzi, először a bistabil multivibrátort ellenőrizzük, amely a lámpát az erősítőn keresztül vezérli. Ha a hiba nem itt van, a bistabil multivibrátornak bekapcsolva kell lennie és utána kell nézni, hogy milyen feltétel foganatosította a bekapcsolást, mert ezek a bistabil multivibrátorok többnyire több hibafelvétel összegyűjtésére szolgálnak. Olykor a bistabil multivibrátorok vezérlése az ütemimpulzusok feltétele mellett történik úgy, hogy a hibafeltétel sztatikusan fennáll. Ez a követést megkönnyíti és gyorsan rátalálunk az építőkockára, amely a hibát kiértékelte. A hibafelvételek azonban gyakran csak az ütemimpulzus ideje alatt értékelhetők ki és ezért csak dinamikusan vannak meg a bistabil multivibrátoron. Ilyen esetben ésszerű a hibát mindig újra előállítani és a berendezés leállítását megakadályozni, pl.: a bistabil hibamultivibrátornak a „hibátlan állapot” állás rögzítésével. A bistabil multivibrátor hiba-bemenetén most a kioldójelek ritmikus sorrendben jelennek meg és ez lehetővé teszi a követést a származási helyig. Ennek megint csak nem kell a tulajdonképpeni hibahelynek lennie, mint-hogy fennáll az a lehetőség, hogy a kiértékelő áramkör egy egészen más helyen fellelpett hibát ismert fel. Ezért a kiértékelő áramkör bemeneteit ellenőrizni kell annak megállapítása végett, hogy melyiken keresztül történik a hibajel betáplálása. Ez itt sokkal könnyebbnek hangzik, mint amilyen a valóságban, mert a sok jel visszahatásokat von maga után, úgy hogy nagyon könnyen körben foroghatunk és nem tudjuk megítélni, melyik helyen történik a hibás jel betáplálása, ha nem ismerjük a különböző jelek hatásait.

Ha a hiba a programlefutás látszólag önkényes leállításával jelentkezett, először ellenőrizni kell azt, hogy esetleg az ok nem került-e jelzésre. Ehhez tudnunk kell, hogy a megállást mi válthatja ki szabályosan. Ha ilyen eset nem áll fenn, a vizsgálatot annál a bistabil multivibrátornál kell kezdeni, amely a ciklus-továbbkapcsolásra, ill. az ütemimpulzusok leállítására szolgál. Ennek feltételei többnyire sztatikus jelekként megvannak.

A hibakeresés útjáról feljegyzéseket kell készíteni, figyelmen kívül hagyva, hogy milyen hibáról van szó és az milyen formában jelentkezik. Egymás után feljegyezzük valamennyi mért jelet, jelszintekkel. Ehhez megjegyezzük, hogy a méréseket milyen kapcsolási feltételek mellett hajtjuk végre.

A hibakeresés során a jelek sokaságát kell mérni, és lehetetlen ezek nagyságát a szükséges pontossággal fejben megjegyezni. Mindig bizonytalanságok lépnek fel, ha egy jelet néhány feltétel módosítása után újra mérünk, hogy az még az először mért nagyságú-e vagy sem. Az elkészített táblázat az ilyen kétségeket gyorsan eloszlathatja és így az a keresési idő rövidítésére szolgál. Olykor-olykor előfordul, hogy a hibakeresést nem ugyanaz a technikus folytatja le végig, hanem őt pl. a műszak végén egy másik váltja fel. Ha a váltónak nem állnak feljegyzések rendelkezésére, könnyen előfordulhat, hogy az egyszer már elvégzett mérések nagy részét meg kell ismételnie, ami nagy időpazarlást jelent.

Programok használata a hibakereséshez

Az elektronikus folyamatok nagy sebessége következtében többnyire lehetetlen a hiba okát felismerni, ha a hibás műveletet csak egyszer hajtjuk végre. Ezzel szemben mindazok a jelek jól mérhetők, amelyek hosszabb időtartamon át ciklikusan ismétlődnek. Ezért mindig megkíséreljük a hibás művelet, vagy ha ez még ismeretlen, a hibás programrész ciklikus ismétlését.

Ha egy program feldolgozásánál hiba lép fel és megállapítottuk, hogy ennek nem kell pl. hibás adatok következtében létrejönnie, a programrészt, amely a hibát előhozza, hurokká foglalhatjuk össze. Alkalmaskor helyen (pl. az utasítások előtt az operandusok rendelkezésre állításához) rögzítjük a kezdést. A végére szisztematikus ugrás utasítást teszünk, amely a programrész lefutása után ugrást vált ki annak elején, úgyhogy a kívánt ciklus ismétlődés beáll. Ha a hurkot helyesen választottuk meg, a hibának minden lefutásnál fel kell lépnie. Ha a hiba leálláshoz vezet, ezt alkalmas helyen meg kell akadályozni, pl. úgy, hogy a bistabil multivibrátort segéd feszültség ráadásával a hibátlan állásban rögzítjük. Ennek a viszonylag nagy huroknak a lefutásánál a hiba mérésekkel tovább szűkíthető úgy, hogy a hurkot is szorosabbra lehet venni a visszaugrási parancs áthelyezésével. Ilyen módon a hibás művelet gyorsan és megbízhatóan megállapítható. A ciklusismétlés végül is még csak a hibás műveletet határozza meg. További mérésekkel a hibát úgy kell behatárolni, hogy pl. egy építőegység kicserélésével a szabályszerű funkciót helyesen állítani.

A már többször említett vizsgálóprogramok szintén nagyon jól felhasználhatók hibakereséshez. A lefutási feltételek előre beadásával a programhurok nagysága könnyen változtatható.

A lefutási feltételek beadása a vezérlőasztalon vagy a kezelőasztalon keresztül történik, úgy, hogy előre megállapított szavakat írunk be az indexregiszterbe, meghatározott tárolóhelyekre vagy más regiszterekbe.

A programok használhatóságát a hibakereséshez korlátozza az a tény, hogy a fellépett hibának a programok szabályszerű lefutását nem szabad megakadályoznia. Ez volna pl. az az eset, ha a ciklusvezérlés nem működőképes. A legtöbb hiba behatárolásához a programok mégis nagyon alkalmasak. Mindenesetre ne várjuk azt, hogy lehetővé teszik egy hibás építőelem megállapítását. Ezt a keresést mindig a technikusnak kell elvégeznie. A hibakereső program mindig csak egy hibás lefutás vagy egy hibás művelet felismerésére és az arra vonatkozó utalás kiomtatására képes.

A hibakereső programok nagyon terjedelmesek és elhelyezésükhöz nagyon sok tárolókapacitást igényelnek. Ezért széles körben elterjedt, hogy nagyvonalú vizsgálóprogramokat készítenek az egész berendezésre és finom vizsgálóprogramokat mindegyik készülékre. Ha egy berendezésnek több bemeneti lehetősége van, a programokat mindig több, a beadáshoz szóba jövő közegre be kell tárolni, tehát pl. mágnesszalagra, lyukszalagra és lyukkártyákra.

IRODALOMJEGYZÉK

- Kalscheuer*, H. D.: Követelmények a korszerű, tudományos számítóközponttal szemben.
Bürotechnik und Automation, 7. évf. 2. szám, 80—82. és 84—85. old.
- Schütz*, H.: a korszerű levegőszűrők légkondicionáló berendezésekhez.
Lüftung, Heizung, Haustechnik; 15. évf. 9. sz. 329—332. old.
- Ajánlások számítóközpontok tervezéséhez és berendezéséhez.
Beschreibung NV BS 47. (NV BS 47 sz. leírás).
- Adatfeldolgozó berendezések létesítésének tervezése.
IBM Form. 57 000-0 (1965).
- Czech*: Fejlődés az elektronsugár-oszcillográfok területén.
(Megjelent a „Nagyfrekvenciás- és elektrotechnikusok kézikönyve” VII. kötetében).
Berlin: Verlag für Radio-, Foto-, Kinotechnik 1964.
- Etzrodt*, A.: Műszaki megbízhatóság — áttekintés.
Regelungstechnische Praxis, 7. évf. 54—58. old.
- Hackler*: Alkatrészek megbízhatósága.
(Az „IDV Dresden” cikksorozata, 3. kötet.)
- Hummitzsch*: Megbízhatóság.
(Automatizálás-technika sorozat, 28. kötet.)
Berlin: VEB Verlag Technik.
- Kepehele*, F.: Híradástechnikai berendezések megbízhatóságának fokozása redundanciával — kritikai vizsgálat. NTZ (1964), 179—184. old.
- Louis*, H. P.: Jelek mérése nanoszekundumos időtartományban a letapogató oszcillográffal.
Elektronische Rundschau, 14. évf. 4. szám, 137—144. old.
- Massing*, W.: Zuverlässigkeit als wirtschaftliches Problem.
(A megbízhatóság, mint gazdasági probléma.)
Technische Zuverlässigkeit in Einzeldarstellungen, 1. évf. (1964), 33—49. old.
- Neumann*, H. D.: Megbízhatóság — elvi probléma.
Wissenschaft und Fortschritt, 16. évf. 6. szám. 266—270. old.