

DRASNY JÓZSEF

Számítástechnikai Koordinációs Intézet

## Számítógépek automatizált tervezése

ETO: 681.3.001.2;681.3.06

Napjainkban a számítógépek a legbonyolultabb műszaki berendezések közé tartoznak, és így tervezésük igen sok szellemi munkát igényel. Ugyanakkor a számítógépek térhódítása a szellemi munka gépesítése területén egyre növekszik. Kézenfekvő a megoldás: használjunk számítógépeket a számítógépek tervezésére, legyen a tervezés automatizált.

Az elmúlt évtizedben elsősorban a nagy számítógépgyártó cégek (IBM, ICL) dolgoztak ki programrendszereket a tervezés automatizálása céljából. Ezek a programok a cég saját konstrukcióinak tervezésére készültek; másirányú felhasználásra nincs mód, elsősorban a titoktartás, másrészt a speciális alkalmazási terület miatt. A 60-as évek végén megjelenő software-cégek viszont már eladásra és főleg felhasználásra kínálnak olyan programokat, amelyek a tervezés egy-egy részfeladatát meg tudják oldani. A legtöbb ilyen program áramkörök analízisével és szintézisével, valamint nyomtatott áramkörök tervezésével és rajzolásával kapcsolatos.

Magyarországon az elektronikus áramkörök számítógépes tervezésére komoly és megalapozott tevékenység indult meg, és már számottevő eredmények vannak ezen a területen. A programokat a készítő intézmények elsősorban saját céljaikra készítették, de foglalkoznak azok értékesítésével is (TKI, MIKI). A hazai számítógépgyártás terén mostanáig hiányoztak az adottságok arra, hogy egy nagyobb tervezési szakasz automatizálása megtörténjen, de igények sem jelentkeztek erre különösebben. A most végrehajtás alatt álló számítástechnikai program viszont lehetővé és sürgetővé teszi ilyen programrendszer létrehozását. Jelenleg több helyen is folyik a számítógépek konstrukciós tervezését elősegítő programrendszer kidolgozása, de sehol sem a gyártó cégnél. Ennek oka az, hogy a gyártás terén hagyományokkal rendelkező intézményeknek nincs erre a célra elegendő kapacitásuk.

A hazai helyzet specialitása továbbá, hogy több vállalatnál készülnek digitális berendezések azonos konstrukciós elvek szerint, ami lehetővé teszi az elkészült programok több helyen történő hasznosítását.

Tulajdonképpen ez teszi vagy teheti kifizetődővé a programok kidolgozói számára a rendkívül nagy munka- és gépidő-befektetést.

E cikk beszámol a Számítástechnikai Koordinációs Intézetben kidolgozás alatt álló és részben már megvalósított programrendszer általános tulajdonságairól. Ismerteti a teljes tömbvázzlatot, és magyarázatot fűz az egyes műveletekhez.

A programok kipróbálásához és futtatásához rendelkezésre áll az SzKI Siemens 4004/45-ös számítógépe. Ennek operatív tárkapacitása 128 kbyte, ezenkívül 4 mágnesszalag és 3 mágneslemez-tároló is tartozik a konfigurációba. Az 1972-ben várható bővítés következtében a lemezes tárolók száma 4-re vagy 5-re növekszik és ez már teljes mértékben meg fog felelni a programrendszer által támasztott összes igényeknek.

### 1. Általános szempontok

A programrendszer kialakításakor alapvető szempont az volt, hogy az egész konstrukciós tervezést vagy annak lehetőleg nagy, összefüggő szakaszát lefedje. Abban az esetben, ha a tervezési folyamatban kézi és gépi szakaszok váltogatják egymást, a gépi módszerek erősen vesztenek hatékonyságukból. A két tervezési mód más-más formában igényli a bemeneti adatokat, és másféle formában adja az eredményeket. A különböző módszerekkel végrehajtott szakaszok közötti átmenetnél felesleges munkaként jelentkezik a szükséges formai átalakítás, amely még pótlólagos hibák forrása is lehet. Ennek elkerülése végett olyan tervezési munkákat is automatizálni kell, amelyek a tervező számára nem jelentenek különösebb problémát vagy nem igényelnek hosszabb időt. A kitűzött közvetlen cél az, hogy egy adott integrált áramköri rendszer (Texas SN 74 N) báziselemeiből felépített logikai terv alapján számítógéppel lehessen előállítani a nyomtatott áramköri lapok (kártyák) és a kártyákból összeállított kártyablokkok gyártási dokumentációját, az üzemeltetési dokumentációk közül pedig azokat, amelyeket géppel lehet elkészíteni, és meg lehessen oldani a kártyák és kártyablok-

kok gyártás utáni automatikus ellenőrzését. Mindezt úgy kell elérni, hogy valamennyi tervezési szakaszt automatizáljuk.

A mondottak ellenére egyes tervezési szakaszokat olyan formában kell programozni, hogy ezek a programok a teljes rendszertől függetlenül, önállóan is alkalmazhatók legyenek. Tipikus példa erre a nyomtatott áramköri lapok nyomtatásának a megtervezése. Ez a részprogram önállóan is felhasználható, aminek több előnye is van. Olyan kis berendezések kártyái is megtervezhetők, ahol a teljesen automatizált tervezésnek nem lenne értelme vagy lehetősége. A program már akkor is alkalmazható, amikor a teljes programrendszer még nincs készen. Ezért ezt a feladatot érdemes általánosabb esetekre is megoldani.

Az automatizált tervezés nem zárja ki, sőt határozottan igényli a tervezés menetébe való emberi beavatkozást. A programok nagy része heurisztikus eljárásokon alapszik, és így sok esetben nem lehet jobb eredményt kapni az ember által elérhetőnél. Ilyenkor szükség van az eredmények módosítására, figyelembe véve az első lépésben kapott megoldást. Számos esetben nem lehet teljesen hűen algoritmizálni az egyes tervezési szakaszokat, sokszor pedig el kell hagyni bizonyos szempontokat a megoldás optimalásakor, mert a program túl hosszú vagy túl bonyolult lenne. A program által ilyen okokból elkövetett hibákat ki kell javítani. A legkedvezőbb módszer a számítógéppel való állandó, közvetlen, kétirányú kapcsolat létrehozása lenne, grafikus display és fényceruza segítségével. Megfelelő eszközök hiányában erről le kellett mondanunk. A jelenlegi megoldás szerint a program szakaszos felépítésű, és minden szakasz lefutása után lehetőség van a sornyomatón kapott eredmények ellenőrzésére, a szükséges változtatások bevitelére és a programszakasz ismételt futtatására kedvezőbb eredmények elérése céljából.

Nemcsak a tervezés folyamán, hanem annak befejeztével is szükség lehet változtatások bevezetésére. A gyártás vagy az élesztés és bemérés során gyakran derülnek ki olyan hibák, amelyek csak a tervek módosításával, esetleg csak a logikai terv megváltoztatásával küszöbölhetők ki. Ilyen esetekben túl költséges lenne a teljes programrendszert újra lefuttatni, ezért külön programrészek gondoskodnak a változás hatálya alá eső tervek módosításáról és a változtatások következetes bevezetéséről a gépen belül és a dokumentációkban.

A programok igen sok bemeneti adatot igényelnek és sok a kimeneti adat is. Az adatok a legkülönbözőbb formában jelentkeznek és a gép különböző formában adja ki ezeket (rajzok, táblázatok, szövegek). A magas szintű programozási nyelvek közül a FORTRAN nyújtja ezen a téren a legkedvezőbb leírási módot, ezért célszerű ezt a nyelvet használni a programok megírásához. Sok esetben szükség van azonban alacsonyabb szintű nyelv használatára is; ezeket a részeket Assembler nyelven lehet írni.

## 2. Folyamatábra

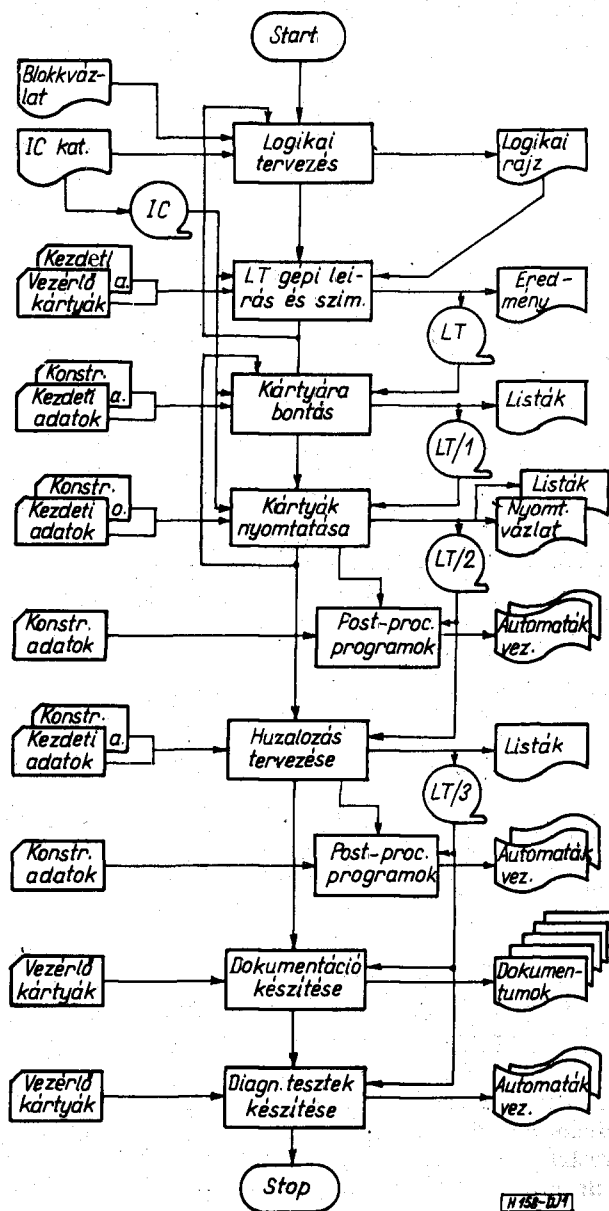
A teljes programrendszer folyamatábrája az 1. ábrán látható. Ezen külön blokkban tüntettük fel a nagyobb programrészeket, amelyek valamely jól

definiálható tervezési szakasszal kapcsolatosak. Egy-egy blokk megkapja a logikai terv gépen belüli leírását a már kiszámított valamennyi adattal együtt, ezenkívül a tervezőnek kell külön megadnia a feladat megoldásához szükséges konstrukciós adatokat, a tervező előírásait képviselő kezdeti adatokat és a program futását vezérlő adatokat, ha az nem rögzített módon történik.

Az ábrán csak a legfontosabb és jellemző bemeneti és kimeneti adatokat tüntettük fel, úgyszintén az egyes blokkok közti kapcsolatokat is leegyszerűsített formában jelöltük.

### 2.1 Logikai tervezés

A logikai tervezés szakasza a folyamatábrán csak a teljesség kedvéért szerepel, mivel a logikai terv előállítása hagyományos módon történik. A logikai terv általában és itt is feltételezeten logikai rajz formájában készül el, a digitális rendszer strukturális



1. ábra. A programrendszer folyamatábrája

tervéből kiindulva. A tervezésnél figyelembe kell venni a realizáláshoz megadott integrált áramköri készletet (IC katalógus), továbbá más, itt nem részletezett előírásokat (specifikáció, szabványok stb.).

## 2.2 A logikai terv gépi leírása és szimulációja

Ahhoz, hogy egy logikai rendszer konstrukciós tervét elkészíthessük, szükség van a logikai tervnek a számítógépen belüli leírására, vagyis a logikai terv (LT) modelljének a felépítésére. Ez a modell fog kiindulási alapul szolgálni a további tervezéshez.

A logikai tervet, amely logikai rajzként áll rendelkezésre, számítógépes feldolgozásra alkalmas formára kell átalakítani. Ennek az előkészítő munkának az egyik szakasza a logikai rajz leírása, azaz az ismeretetésre kerülő programrendszer esetében a táblázatos formára való átalakítás. Az átalakítás meghatározott szabályok szerint történik, ennek során a logikai terv adatait adatlapokra kell rávezetni. Ezután az adatlapok tartalmát lyukkártyára kell lyukasztani és a számítógéppel beolvastatni.

Az előkészítéshez tartozik még egy integrált áramköri katalógus gépen belüli létrehozása is. Ezt külön program készíti el, amelyet az ábrán nem tüntettünk fel. Az IC katalógus jelenleg a Texas SN 74 N sorozat 20 leggyakrabban használt típusát tartalmazza, de lehetőség van tetszőleges további bővítésekre.

Az adatkártyák beolvasása során megtörténik az adatok szintaktikai ellenőrzése is. A program az adatmegadás hibáit ellenőrzi, és az elkövetett hibákat sornymotatón kijelzi. Adathiba esetén a program futása leáll és a hibák kijavítása után újra kell kezdeni a beolvasást.

Ha a program a szintaktikai ellenőrzés során nem talált hibát, akkor hozzáfog az alapadatok és a leírt kapcsolás ellenőrzéséhez. Felismeri és kijelzi a következő hibákat:

- két különböző jel ugyanazon az érintkezőn,
- bekötési rendellenességek,
- tilos összekötések,
- aszinkron hálózatot eredményező visszacsatolás.

Az áramkör ellenőrzése után újra kell kezdeni a futtatást, ha a program hibát jelzett, és azokat a tervező kijavította. A hibajegyzékből látható, hogy a program az aszinkron csatolásokat hibának tekinti, és nem tudja kezelni. Az ellenőrzés és a szimuláció csak szinkron szekvenciális hálózatokra alkalmazható.

A kétszeres ellenőrzés után a program a logikai hálózat adatait a számíthatóság szempontjából alkalmas formába rendezi és így tárolja. A logikai tervnek ezt a formáját tekintjük alapnak a további számításokhoz, ez a logikai terv gépi leírása, a logikai terv modellje (LT).

A logikai terv modelljének birtokában a program különböző áramköri vizsgálatokat tud végezni, és megoldható a működés szimulálása is. Ezeknek a vizsgálatoknak a célja az, hogy a kapcsolásban és a működésben rejlő hibák még a konstrukciós tervezés megkezdése előtt kiderüljenek. Így elkerülhető a hibás tervek realizálása, a legyártott berendezésen való hibakeresés művelete, valamint a hibás konstrukciós tervek megvalósításához szükséges munka.

Az áramköri vizsgálatok során vezérlő kártyákkal lehet kérni bizonyos feladatok elvégzését. A tervező így maga választja meg, hogy milyen adatokat kér és milyeneket nem. Bizonyos vizsgálatokhoz kezdeti adatokat kell megadni, ez is a tervező feladata. Az elvégezhető vizsgálatok a következők:

- A megépítéshez szükséges IC tokok számának meghatározása típusonként és összesítve.
- Minden báziselem tényleges terhelésének meghatározása. A túlterhelt elemek kijelzése. A szabad kollektoros kimenetekre csatlakozó ellenállások értékének kiszámítása.
- Késleltetési idő kiszámítása bármely két megadott pontpár között, valamennyi útra nézve.
- Logikai egyenlet felírása bármely adott pontra.
- Azon báziselemek kiírása, amelyek kimenetén a logikai szint értéke a vezérléstől függetlenül állandó.

A vizsgálatok eredményét a program sornymotatón kiadja, a hibákat külön kijelzi.

A logikai szimuláció elvégzését szintén a tervező kérheti egy vezérlő kártya segítségével. A szimuláció során megállapítható bármely csomóponton lévő logikai jel értéke a bemenőjelek és a tárolók belső állapotának tetszőleges kombinációja esetén. Kezdeti adatként szükség van a tároló elemek kezdeti állapotára és a bemeneti változók értékére. Bemeneti jelsorozatok megadása esetén a program eredménye a vizsgált pontokon lévő jelek idődiagramja.

A szimuláció után a tervező — a vizsgálatok eredményeinek felhasználásával — eldöntheti, hogy szükséges-e a logikai terven változtatást végrehajtani. Ha igen, akkor a folyamatban a megfelelő helyen, valószínűleg még a logikai tervben el kell végeznie a megfelelő módosításokat. Ha nem, akkor el lehet kezdeni a konstrukciós tervezési feladatokat.

A szimulációs eljárásokról és a programról e szám más helyein részletes ismertetés található [9], [10].

## 2.3 Kártyára bontás

A logikai tervet báziselemek összekötött halmaza alkotja. A konstrukciós tervezés során a báziselemeket IC tokokban kell elhelyezni, az IC tokokból kártyákat, a kártyákból kártyablokkokat kell összeállítani. A tárgyalt tervezési programrendszer az egy kártyablokknál nem nagyobb konstrukciós egységben elhelyezhető logikai rendszerek tervezését oldja meg. Ez összhangban van a várható hazai fejlesztésekkel, mivel a kifejlesztésre kerülő berendezések túlnyomó többsége nem tartalmaz ezer IC toknál többet, és így nem haladja meg a kártyablokk méretét. Az ennél nagyobb berendezéseket kézi úton részletekre lehet bontani, és azután az egyes részekre alkalmazható a tárgyalt tervezési eljárás.

A konstrukciós tervezés első feladata a logikai rendszer olyan részekre történő felbontása, amelyek egy kártyán elhelyezhetők. A cél az, hogy minél kevesebb kártyára legyen szükség, ezen belül pedig az, hogy a kártyák közti összekötő vezetékek száma minimális legyen.

A számítógépes tervezésnél nem vettük figyelembe azokat a szempontokat, amelyek kézi tervezésnél mindig szerepet játszanak: a felbontás funkcionális

egységek szerint történjék, és lehetőleg minél több azonos felépítésű kártya legyen. A tervező azonban adhat meg kezdeti előírásokat egyes kártyák tartalmára vonatkozóan, és így irányíthatja a tervezés menetét.

A programban állandó korlátozó feltételként szerepelnek a következők:

- Az egy kártyán lévő báziselemek teljesen kitöltött IC tokokat eredményezzenek. Részlegesen kitöltött tok a teljes rendszerben csak típusonként egy darab lehet.
- Az egy kártyán lévő IC tokok száma nem haladhat meg egy adott értéket.
- Az egy kártyáról kimenő vezetékek száma nem haladhat meg egy adott értéket.

Ezek a korlátozások a konstrukciós adatokból (kártyaméret, csatlakozótípus), továbbá az IC katalógus adataiból adódnak.

A program eredménye sornymutatón jelenik meg és azokat a tervező vagy módosítja, vagy elfogadja. Az utóbbi esetben a programot tovább kell folytatni és ekkor az újonnan számított adatok kerülnek be a logikai terv leírásába. Így jön létre a logikai terv egy bővített modellje, az LT/1 modell.

#### 2.4 Kártyák nyomtatása

A kártyára bontás eredményeként kiadódott az egy kártyára kerülő báziselemek listája, az LT/1-ből így megállapítható a kártyán belüli összekötések és a kártyáról kimenő jelek leírása is. Ezek alapján elvégezhető a kártyák konstrukciós tervezése:

- az IC tokok összeállítása báziselemekből,
- az IC tokok helyének meghatározása,
- az IC tokok közti összekötések nyomvonalának megtervezése, kétoldalas nyomtatott lapokat feltételezve.

A program kiindulásként megkapja az LT/1 modellt és az IC katalógust, amelynek adatai gépen belül vannak tárolva. Lyukkártyán kell beadni a kártya kialakítására vonatkozó konstrukciós adatokat, valamint az IC tokok elhelyezésére és a nyomvonalak kijelölésére vonatkozó előírásokat és korlátozásokat (kezdeti adatok).

A program eredményeként kapott nyomtatási tervről sornymutatón vázlatot kaphatunk, és ennek alapján tud ismét a tervező dönteni a továbbfolytatásról vagy változtatásról. Előfordulhat, hogy egy kártyán belül sem a program, sem a tervező nem tudja valamennyi összekötést megvalósítani. Ebben az esetben nemcsak a nyomtatás tervezését, hanem a kártyára kerülő elemek számát is módosítani kell, azaz vissza kell térni a kártyára bontás műveletéhez.

A nyomtatás sikeres megtervezése után előállítható az LT/2 modell, amely az egyes kártyák konstrukciójára vonatkozó összes adatokat tartalmazza.

A nyomtatást tervező programról más helyen részletesebb leírás található, ezért itt nem térünk ki további részletekre [13].

#### 2.5 Post-processor programok (kártya)

A nyomtatási útvonalak kijelölésével a kártyák konstrukciós tervezése megoldódott, de a sornymutatón kiadott nyomtatási vázlat vagy nyomtatási

terv nem tekinthető gyártási dokumentációnak. A kártyák gyártásának megkezdéséhez mérethelyes film vagy méretarányos nyomtatási rajz (fotosablon) szükséges. A rajztól kézzel is el lehet készíteni a kapott topológiai elrendezés birtokában, de a munka meglehetősen hosszadalmas, és a pontosság is sok kívánnivalót hagy maga után.

Rajzgép alkalmazásával időt lehet megtakarítani, és a hiba is megfelelő értéken tartható. Az LT/2 modell adatai alapján bármely rajzgéphez elő lehet állítani a vezérlő információt akár lyukszalagon, akár mágnesszalagon.

Még 1970-ben elkészült a *TAL-1* nevű program, amely a ZUSE gyártmányú Graphomat rajzgéphez állítja elő a vezérlő lyukszalagot, kézzel tervezett nyomtatási vázlat adatai alapján. További post-processor program készíthető numerikus vezérlésű fűrőgépek vezérlő szalagjainak az előállítására is.

#### 2.6 Hátoldali huzalozás

A nyomtatás tervezése során meghatározásra kerültek azok az érintkezők, amelyek a kártyákról kimenő jeleket közvetítik. Így az LT/2 modell ismeretében megállapítható, hogy mely kártyák mely érintkezőin van ugyanaz a jel, vagyis ismertek az ekvipotenciális érintkezők csoportjai. Ezek után megtervezhetők a kártyacsatlakozók közötti huzalos összekötések. A huzalozás tervezésekor két feladatot kell megoldani:

- a kártyák helyének meghatározása a kártyablokkban,
- a huzalos összekötések huzalvezetésének megtervezése, wire-wrap technológiát feltételezve.

A program mágnesszalagon megkapja az LT/2 modellt, lyukkártyán kell megadni a kártyablokk kialakítására vonatkozó konstrukciós adatokat és kezdeti adatként a tervező előírásait és korlátozásait a kártyák helyére és a huzalozásra vonatkozóan.

A program eredményeként a következő táblázatokat kapjuk:

- elhelyezési táblázat,
- összekötési táblázat.

Ezek alapján a tervező dönti el, hogy végez-e változtatásokat, vagy felvéteti az új eredményeket a logikai terv leírásába, és így létrehozza az LT/3 modellt.

A huzalozást tervező programmal és az alkalmazott eljárásokkal kapcsolatban utalunk a részletesebb leírást nyújtó irodalomra [14].

#### 2.7 Post-processor programok (kártyablokk)

A hátoldali huzalozás elvégzését és ellenőrzését egyre inkább automata és félautomata berendezések veszik át, különösen azokban a termelő üzemekben, ahol nagy darabszámban kell a berendezéseket előállítani. A félautomaták a huzalozást végző szerelő munkáját ellenőrzik és irányítják, az automaták magát a huzalozási műveletet is elvégzik. Vezérlésükre általában lyukszalagot használnak, amely tartalmazza a huzalozáshoz szükséges információkat. Ezeket a lyukszalagokat számítógéppel lehet előállítani.

Az ismertetés tárgyát képező programrendszerben az LT/3 modell tartalmazza a huzalozásra vonatkozó tervezési adatokat. A huzalozás kivitelezéséhez szükség lehet még más konstrukciós adatokra is, amelyek lyukkártyáról olvashatók be az automaták működtetéséhez szükséges vezérlő adatokkal együtt.

### 2.8 Dokumentáció készítése

Az LT/3 modell a konstrukcióra vonatkozó valamennyi olyan adatot tartalmazza, amely az egyes kártyák és a teljes kártyablokk gyártási dokumentációjának elkészítéséhez szükséges. A gyártási dokumentációk nagy része elkészíthető számítógép segítségével akár sornyomatot, akár rajzgépet használunk a táblázatok és rajzok kivitelezéséhez.

A dokumentációt készítő programrendszer kidolgozása előtt szükség van természetesen az egyes dokumentumok tartalmi és formai követelményeinek a kidolgozására. Különösen fontos ez azon gyártási dokumentumok esetében, amelyek később üzemeltetési dokumentációként is szolgálnak. Ezeknél már nemcsak a gyártó vállalat előírásait kell figyelembe venni, hanem a megrendelő követelményeit is.

A dokumentációs rendszerrel szemben támasztott egyik alapvető követelmény az, hogy a változások könnyen bevezethetők legyenek. A programnak lehetővé kell tennie ezeknek a változtatásoknak következetes végrehajtását is.

A dokumentáció két fő csoportra osztható: kártya és kártyablokk dokumentációra. Itt felsoroljuk ezek közül azokat, amelyeknél lehetőség látszik a tartalmi és formai szabályok rögzítésére.

#### Kártyadokumentáció:

- logikai rajz (a báziselemekkel realizált logikai rajz, feltüntetve a helyes működéshez szükséges diszkrét elemeket is),
- ültetési rajz (az IC tokok és a diszkrét alkatrészek elhelyezési rajza),
- darabjegyzék.

#### Kártyablokk dokumentáció:

- idődiagramok,
- ültetési rajz (a kártyák elhelyezése a kártyablokkban),
- jeltáblázat (a jelek összes konstrukciós címei és rajzcímei),
- jelazonosítók táblázata (az összes jel felsorolása),
- realizációs táblázatok (a vezetékek listája a huzalok bekötési sorrendjében),
- darabjegyzék.

### 2.9 Diagnosztikus tesztek készítése

Az LT/3 modell szolgál alapul a kártyák és a berendezés gyártás utáni ellenőrzéséhez. Az ellenőrzés során megállapítható, hogy a kártya vagy kártyablokk jól funkcionál-e vagy sem, és információt kell kapni a hiba helyére vonatkozóan is.

Számítógépes módszerekkel kidolgozhatók olyan optimális bemeneti jelsorozatok (tesztek), amelyeket a kártya bemenetére adva és vizsgálva a kimeneti jeleket, megállapítható a hiba jelenléte és esetleg helye vagy környezete is. Az optimalitás elsősorban a

jelsorozat hosszára vonatkozik, azaz olyan minimális hosszúságú jelsorozatot kell kialakítani, amely a logikai hálózatban lévő valamennyi hibát képes kimutatni. Amennyiben a hiba helyét is meg akarjuk állapítani, úgy további vizsgáló jelekre van szükség, de ezek számát is minimalizálni kell.

Magát a vizsgálatot nem célszerű nagy számítógépen on-line üzemen végezni, de a tesztek generálásához szükség van a nagy gépre. Ezért a tesztprogramokat az előállítás után adathordozókra kell rávinni, és kis számítógépen vagy célgépen kell elvégezni velük a vizsgálatokat. A kis számítógép a tesztprogramot leolvassa, kidolgozza és kiadja a szükséges jeleket a vizsgált kártyára vagy berendezésre, érzékeli a kapott válaszjeleket, és összehasonlítja a jónak számított válaszokkal. Hiba esetén jelzést ad a hiba jelenlétéről vagy a vizsgálat módszerétől függően a helyéről és jellegéről is.

### 3. Strukturális szimuláció

Az 1. és 2. pontokban ismertetett programrendszer a logikai tervből kiindulva állítja elő a berendezés konstrukciós, technológiai és üzemeltetési dokumentációit feltételezve, hogy a logikai terv elkészítése hagyományos módon, kézzel történik. A tervezés korábbi szakaszaiban, a rendszertervezés és a strukturális tervezés során is van lehetőség azonban számítógépek igénybevételére.

A különböző formális nyelvek lehetővé teszik a rendszer- vagy strukturális szinten megtervezett berendezés működésének leírását, a nyelvekhez készült transzlátorok segítségével pedig a formális leírás átalakítható a számítógép saját belső utasításaira. A gépen belüli leírás birtokában ezek után a tervezendő berendezés működése szimulálható, sőt egy jól megszerkesztett formális nyelv lehetővé teszi a strukturális leírástól a logikai terv leírására történő átmenetet, azaz a logikai tervezés számítógépes megoldását.

Az SzKI-ban és az SzKI megbízásából a BME Vezetékes és Vezetéknélküli Híradástechnikai Tanszékein 1970 óta folyik a munka a Szovjetunióban kidolgozott formális nyelv, az OSzSz-2 transzlátorának elkészítése érdekében. Erről a témakörrel és az elkészült programokról a [11] és [12] közlemények számolnak be.

### 4. Megjegyzések

Az ismertetett tervezési programrendszer és az OSzSz-2 transzlátor kidolgozását az SzKI Tervezés Automatizálási Laboratóriuma és az SzKI-val kötött együttműködési szerződések keretében a BME Vezetékes Híradástechnika Tanszéke és a Vezetéknélküli Híradástechnika Tanszéke végzi.

A programrendszer jelenleg még kidolgozás alatt áll; egyes részei már elkészültek, mások készítése folyamatban vagy az előkészítés stádiumában van. Elképzeltető, hogy a jelenlegitől eltérő igények jelentkezése esetén vagy a fejlődés során egyes rész megoldások megváltoznak. Ezért is igyekeztünk a

programok kialakításának általános szempontjait kiemelni és nem tárgyaltuk az egyes megoldási módokat.

A jelenlegi szám további közleményei a már megvalósított vagy befejezéshez közeli programokkal részletesen is foglalkoznak, és megfelelő információt nyújtanak a kivitelezésre és a felhasználásra vonatkozóan.

## I R O D A L O M

- [1] Géher K.: Számológép programok áramkörök tervezésére. Híradástechnika, 1968. jún. 169—173. oldal.
- [2] Géher K.: Számítógép programok katalógusa 1968. Híradástechnika, 1969. aug. 238—251. oldal.
- [3] Géher K.: Számítógép programok katalógusa 1969. Híradástechnika, 1970. jún. 178—184. oldal.
- [4] Géher K.: Számítógép programok katalógusa 1970. Híradástechnika, 1971.
- [5] Géher K.—Csurgay Á.—Máté L.—Németh J.—Roska T.—Sárossy J.—Szabó Lné.: Elektronikus áramkörök automatikus tervezése és gyártása. OMFB 16—803/3. Budapest, 1970.
- [6] International Conference on Computer Aided Desing. Southampton, 1969. április 15—18. IEE Conference Publication, No. 51.
- [7] Special issue on computer aided design. Proc. IEEE. 1967. november.
- [8] Матюхин, Н. Я.: Применение вычислительных машин для проектирования цифровых устройств. Советское Радио, Москва, 1968.
- [9] Bohus M.: Szimbolikus nyelvek felhasználása a digitális rendszerek funkcionális és parametrikus szimulációjára. Híradástechnika, 1972. 6. sz.
- [10] Bohus M.—Németh G.—Trán T.—Varró L.: A SUBSET szimulációs nyelv digitális rendszerek funkcionális vizsgálatára. Híradástechnika, 1972. 6. sz.
- [11] Bohus M.—Géher K.: Logikai hálózatok számítógépes vizsgálata. Híradástechnika, ebben a számban.
- [12] Bohus M.—Németh G.—Geffert L.—Trán T.—Halász E.—Csopaki Gy.—Varró L.: A LOGAN logikai szimulációs program. Híradástechnika, ebben a számban.
- [13] Drasny J.—Kovács M.—Mezey Gy.: Nyomtatási rajzok készítése a TAL—1 programmal. Híradástechnika, ebben a számban.
- [14] Koszó G.—Sziray J.: Hátoldali huzalozás tervezése. A TAL—2 program. Híradástechnika, ebben a számban.