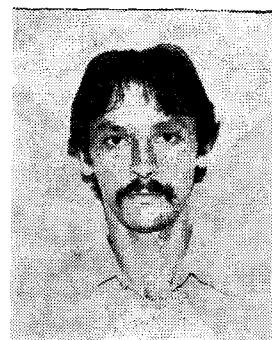


Személyi számítógép alkalmazása technológiai feladatok programozásához

NAGY SÁNDOR ZOLTÁN—REGŐCI ISTVÁN
BHG



ÖSSZEFOGLALÁS

A BHG Híradástechnikai Vállalatnál egyes technológiai folyamatok (hátlaphuzalozás, kártyabemérés stb.) elvégzéséhez, elengedhetetlen a számítógépes adatfeldolgozás. A szerzők személyi számítógépek felhasználásával oldják meg a feladatot. A cikk bemutatja a kiépített hardware konfigurációt és részletesen tárgyalja a Testomat-C digitális kártyabemérő automata vezérlését. (#)

Bevezetés

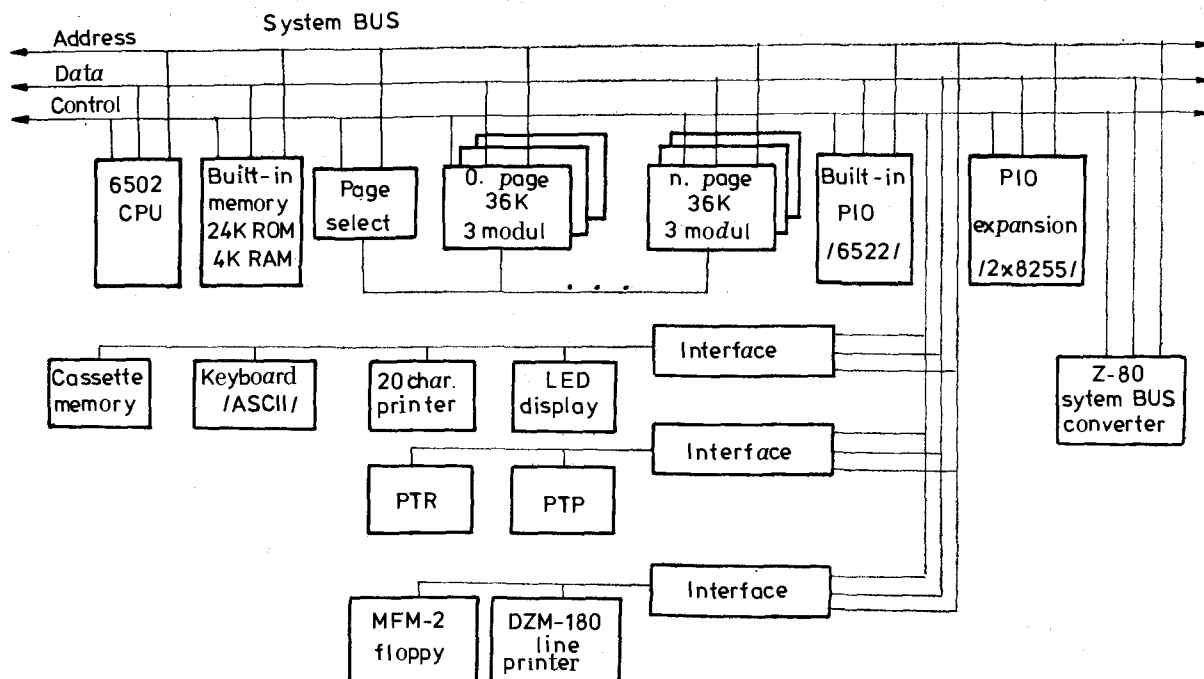
A mikroprocesszorok és egyéb LSI, VLSI elemek megjelenése, áruk meredek esése lehetővé tette, hogy ezek az alkatrészek a köznapi életben is alkalmazást nyerjenek (háztartási gépek, autóelektronika stb.). E folyamat része a személyi használatú számítógépek, a Personal Computerek megjelenése is. A Personal Computer (PERCOM) olyan nem professzionális asztali számítógépnek tekinthető, amely otthoni programozási vagy pl. oktatási feladatok ellátására alkalmas [1]. Programozása assembler, illetve magas-szintű nyelveken (BASIC, Pascal, Fortran stb.) történhet. Általában 8 bites mikroprocesszort tartalmaznak, operatív memóriaterületük $12 \div 64$ kbyte, amely külső memóriaegységgel bővíthető. A számító-

NAGY SÁNDOR ZOLTÁN

1973-ban végzett a Kandó Kálmán Villamosipari Műszaki Főiskolán. Az iskola elvégzése után a BHG Híradástechnikai Vállalathoz lépett be. Jelenlegi beosztása gyártás-fejlesztő mérnök. Mérnöktoábbképző tanfolyamokon a mikroprocesszo-

ros rendszerekkel ismerkedett. Munkája során a telefonközpontok vezérlő NYÁK-jainak vizsgálatával foglalkozik. Ezen belül egyszemélyi számítógép és egy mérőautomata összekapcsolását sikeresen oldotta meg, amivel a vizsgáló programok előállítására gyorsabb és olcsóbb.

géphez egyszerű, olcsó perifériák csatlakoztathatók (fekete-fehér vagy színes tv-készülék, kazettás magnetofon stb.). Világszerte igen sok gyártó állít elő ilyen számítógépeket. A fenti jellemzők, valamint a professzionális számítógépekhez viszonyított alacsony áruk (közel egy nagyságrenddel olcsóbbak) miatt gazdaságosan alkalmazhatók az irodai munkában vagy pl. a mérnöki tevékenységben.



B 916-1

Beérkezett: 1983. IX. 15.

1. ábra. PC-100 bővített kiépítése

1. A PC—100 típusú számítógép kiépítése

A BHG Híradástechnikai Vállalatnál PC—100 (Siemens gyártmány) típusú PERCOM-ot alkalmaztunk technológiai feladatok megoldásában. A számítógép főbb műszaki jellemzői az alábbiakban foglalhatók össze:

- Rockwell 6502 típusú 8 bites mikroprocesszor,
- 24 K rendszer ROM, 4 K felhasználói RAM terület bővíthető 64 kbyte-ig,
- assembler és BASIC nyelvű programozás,
- 20 db párhuzamos 1/0 vonal,
- rendszerbusz csatlakozó,
- beépített perifériák: klaviatúra, 16 karakteres hőnyomató, 20 karakteres alfanumerikus LED display,
- csatlakoztatható perifériák: teletype, kazettás magnetofon.

Az elvégzendő feladatok szükségessé tették a számítógép kibővítését (1. ábra). A tervezés során a [2], [3], [4], [5] irodalmak eredményeit használtuk fel. A hardware bővítés az alábbiakban foglalható össze:

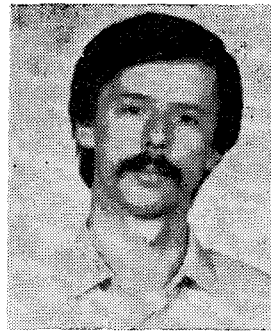
1.1. Operatív tár kibővítése 64 kbyte-ig. A számítógéphez 16 kbyte-os statikus RAM memória panelt terveztünk. A memória áramkörök 100×160 mm-es Europa méretű paneleken helyezkednek el és 2114-es RAM elemeket tartalmaznak. A panelek címzése a teljes 64 kbyte-os mezőben 8 K, illetve 16 kbyte-os lépésekben tolatók el.

A címeltolást a megfelelő átkötések beforgasztásával érhetjük el. Valamennyi panel letiltatható (1. ábra).

1.2. Lapszervezésű memória kialakítása. A PC—100 közvetlenül címezhető operatív memóriaterülete 64 kbyte (A_0-A_{15} címbitek). A memóriaterület többlépcsős címzéssel, lapszervezésű memóriával bővíthető. A technológiai feladatok programozásakor igen nagy méretű adattömböket kell kezelni, így a számítógép futási idejének legnagyobb részét a háttértároló kezelése teszi ki. Lapszervezésű memória megvalósításával az adattömbök az operatív tárba helyezhetők el, így a programok futási ideje jelentősen lerövidül (3 nagyságrenddel kisebb az elérési idő). A lapszervezésű memória lehetséges kialakítását a 2. és 3. ábrák szemléltetik.

A 2. ábra szerinti megoldásban a lapcímet az I/O latch-be írjuk be. Ennek kimenete közvetlenül vagy dekóderen keresztül csatlakozhat az egyes memória lapokhoz. (Közvetlen vagy dekódolt lapcímezés.) A latch-et pl. PIO-val is megvalósíthatjuk. A címhozzáadásos módszernél a kibővített címbuszon keresztül közvetlenül címezzük a külső memóriát. A bővített címet a belső címbusz tartalom és az alapregiszter összeadásával kapjuk meg. Az alapregiszter a lapcímet tartalmazza. Befrása pl. a processzor párhuzamos portján keresztül történhet. A lapváltás során megfelelő időzítéseket kell megvalósítani.

Tegyük fel, hogy a 0. lap 0300_H címére mutat a PC, és innen akarunk elugrani a 7. lap 0511_H címére! Először a 0. lap 0511_H címére hajtunk végre egy felvétel nélküli ugrást ($PC=0511_H$ lesz). Az ugró utasítás végrehajtását követő első órajelciklus ideje alatt



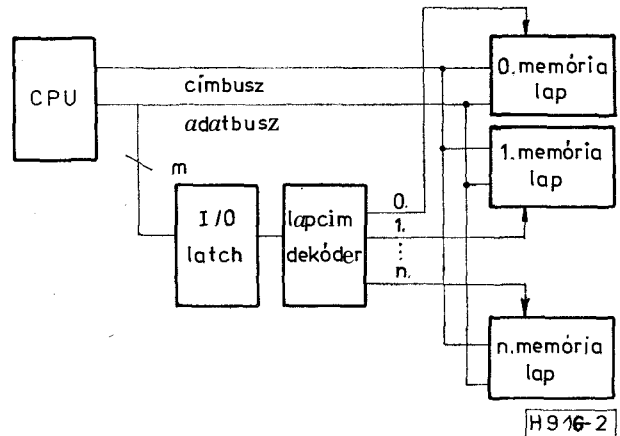
REGŐCI ISTVÁN
A BME Villamosmérnöki Kar elektronikai

technológiai szakán végzett 1979-ben. 1981-ben szakmérnöki diplomát szerzett. Mikroprocesszor vezérlésű technológiai berendezésekkel foglalkozott az egyetemen. A BHG Híradástechnikai Vállalatnál 1981-től gyártástervezőként dolgozik. Munkaterülete: az elektronikus gyártmányok vizsgálati technológiája, ezen belül a nyomtatott áramkörök mérésével foglalkozik. A célberendezések és mérőprogramok készítésében vesz részt.

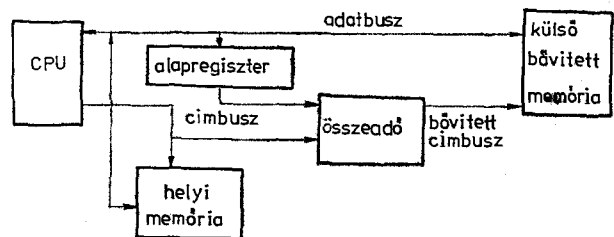
kell hatásossá válnia a lapváltásnak. Így az új utasítás elővétele már a 7. lap 0511_H címéről történik meg.

A PC—100 lapszervezésű memóriáját a 2. ábrán bemutatott elvek szerint valósítottuk meg. A lapméretet egységesen 36 kbyte-ban szabtuk meg. Ez a lapméret lehetővé teszi, hogy mindegyik lapról közvetlenül elérhető legyenek a rendszerprogramok, valamint a belső RAM terület is. Ez a szervezés a megoldandó feladatokhoz is illeszkedik, mivel a rendszer RAM területre elhelyezhetők a programok, míg az adattömböket az egyes lépéseken valósítjuk meg. A memória felépítését a 4. ábra szemlélteti.

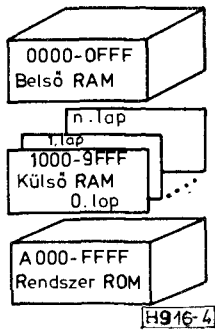
1.3. A PIO felület kibővítése. A PC—100 PIO felületét 48 párhuzamos I/O csatornával és meghajtókkal bővítettük ki (2×8255). A rendszerhez lyukszalag perifériákat illesztettünk. (MOM ER 40 olvasó, EP 35 lyukasztó.) A rendszerhez DZM—180 típusú mátrix nyomtatót kapcsolunk hozzá.



2. ábra. Lapszervezésű memória kialakítása



3. ábra. Lapszervezésű memória bővítése címhozzáadással



4. ábra. PC-100 lapszervezésű memóriájának kialakítása

2. Alkalmazási példák

A PC-100 számítógépet az alábbi feladatokra kívántuk felhasználni:

- tervezői munka egyszerűbb méretezési, számítási feladatok, mérési adatok, normaadatok feldolgozása és kiértékelése,
- technológiai dokumentáció karbantartása,
- technológiai berendezések vezérlő lyukszalagjainak előállítására.

2.1. A BHG-ban a technológiai alapidokumentációt (T-lapok) számítógépes módszerrel dolgozzuk fel. A jelenlegi megoldás szerint a már gépen levő dokumentáció módosítása nehézkes és hosszú időt vesz igénybe. (Speciális adatlapok kitöltése, az adatlapok alapján az adatelőkészítés elvégzése, futtatás a nagyszámítógépen, visszanyomatás.) Ez az idő lerövidíthető azáltal, hogy a dokumentáció módosítását részben a PC-100 segítségével végezzük el. A módosított és rendezett file-okat lyukszalagra (későbbiekben floppy diszkre) visszük ki. Lehetőség van hardcopy kérésére is, így a módosított dokumentáció rendelkezésre áll. Az előállított lyukszalagok, ill. floppy lemezek már a nagyszámítógéppel feldolgozhatók, így a módosítások a központi adatbankba is átvezethetők.

2.2. Vállalatunk jelentős számban rendelkezik lyukszalagvezérlésű technológiai berendezésekkel (szerszámgépek, mérőautomaták, speciális berendezések). A vezérlő lyukszalagok részben a számítógépes tervező rendszer (AUTER) segítségével, ill. egyedi programok útján külső cégekkel való kooperációban készülnek. E megoldások közös jellemzője a viszonylag magas gépidő költség, a gépek hozzáférése nehézkes, a programkészítés átfutási ideje nagy. Mindezek a problémák megszüntethetők, ha személyi számítógépet alkalmazunk ezekre a feladatokra. A gépköltség gyakorlatilag nem számítható fel, a hozzáférés egyszerű, nincsenek telepítési igények és az átfutási idő jelentősen csökkenthető. A PC-100 számítógépet az alábbi berendezések vezérlő lyukszalagjainak előállítására használtuk fel:

- BARETEST alaplemez-vizsgáló mérőautomata,
- CIP-002 wrappelő félautomata,
- TESTOMAT-C digitális NYÁK mérőautomata,
- EMO-55 analóg NYÁK mérőautomata.

E feladatok közül a CIP-002 berendezés és a TESTOMAT mérőautomata programozására részletesen kitérünk.

2.3. CIP-002 wrappelő félautomata programozása.

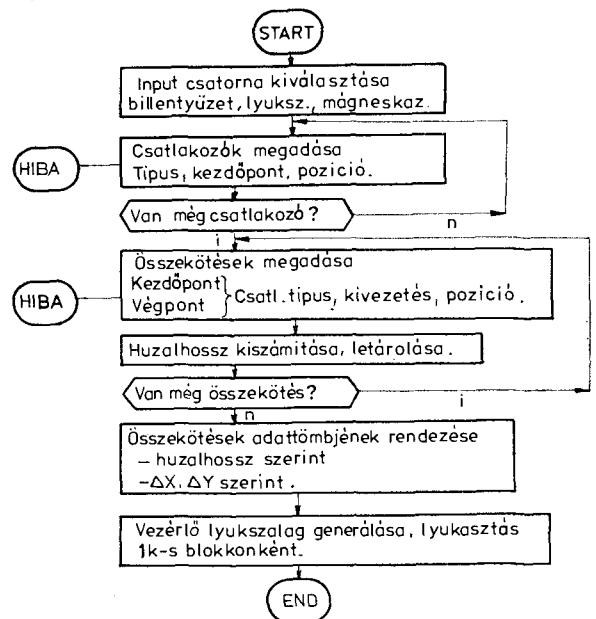
A vállalatunknál gyártott elektronikus berendezésekhez a hátlaphuzalozást alapvetően wrappeléssel valósítjuk meg. A hátlapok eltérő bonyolultságúak, átlagosan 2000 ÷ 5000 kötési pontot tartalmaznak. Biztonságos gyártásuk csak wrappelő automatával végezhető el. Erre a célra CIP-002 típusú wrappelő félautomatát alkalmazunk.

A vezérlő lyukszalagok előállítása az 1. ábrán bemutatott PC-100 konfigurációval elvégezhető. A vezérlő lyukszalag generáló program blokkvázlata az 5. ábrán látható. A program bemeneti adattömbjét a wrappelési lista alkotja.

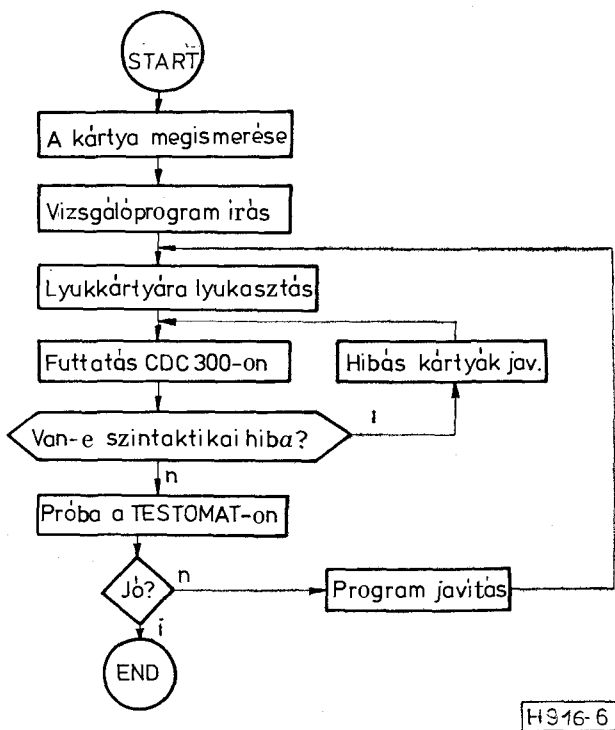
Ez a lista tartalmazza valamennyi összeköttetés kezdő és végpontjainak koordinátáit (csatlakozó kivezetések sorszámait) valamint a csatlakozók geometriáját, elhelyezkedését a hátlapokon. Az adatok mágneskazettáról, lyukszalagról, (Floppy lemezzel), vagy billentyűzetről vihetők be. A csatlakozókat leíró adattömb mérete 2 kbyte (128 csatlakozó, egyenként 100 csatlakozó ponttal). A program max. 10 000 összeköttetés kezelésére, kiszámítására alkalmas (ez tovább bővíthető). Az összeköttetéseket leíró adattömb ~50 kbyte.

Az összeköttetéseket leíró adattömböt először huzalhossz szerint rendezzük, majd az azonos huzalhosszhoz tartozó összeköttetéseket a legkevesebb számosság szerint optimalizáljuk. Mindezek során az adatok tömörített formában kerülnek tárolásra a memóriában. A teljes wrappelő program igen nagy méretű tárat igényelne, ezért a vezérlő lyukszalag generálása az összeköttetéseket leíró tömörített adattömbből szakaszosan, 1 kbyte-os blokkonként történik.

2.4. TESTOMAT-C vezérlése ON-LINE üzemmódban PC-100 személyi számítógéppel.



5. ábra. CIP vezérlő lyukszalag generáló program blokkvázlata



6. ábra. TESTOMAT—C mérőautomata programozásának folyamatábrája

E folyóirat XXXII. évfolyam 1981. 6. számában ismertettük a TESTOMAT—C digitális kártya-bemérő automata alkalmazását a BHG-ban. Ott megemlítettük, hogy a vizsgálóprogramokat egy CDC—3300-as nagyszámítógépes program segítségével állítottuk elő, úgy hogy lyukkártyára felvitt információ alapján megkaptuk a TESTOMAT gépi kódú programot hordozó lyukszalagot és a programlistát.

A felhasználás során részleteiben is megismertük a mérőautomata vezérlő kódjait, így lehetőség nyílt egy fordítóprogram megírására. Erre több okból volt szükség:

- Nagyszámítógépen egy program futási ideje 3—10 percig terjed. Ezt a futtatást többször is meg kell ismételni, egy közepesen bonyolult kártyánál is (6. ábra). Egy gépóra bérleti díja 10 ezer Ft óránként, egy átlagos program előállítására is kb. ennyibe kerül.
- Minden program eredménye a lyukszalag és a lista. A javítások után ezeket el lehet dobni.
- Ha elkészült egy program a közbülső adathordozó lyukkártya is felesleges lett.
- Mint a folyamatábrából kiténik (6. ábra) az elkövetett hibák miatt többször kellett újrafuttatni a programot.

Ez nemcsak költségben, hanem időben is jelentős, mert naponta, objektív okok miatt, csak egyszer lehet elküldeni egy lyukkártyacsomagot. Tekintettel arra, hogy az automatával termelő munka folyik, az is időkiesést jelent, hogy nem lehet mindennap programfejlesztéssel foglalkozni. Összességében egy program előállításának az ideje egy-két hónap volt, a legjobb esetben is.

- A program fejlesztőinek nagyobb szellemi igénybevételt jelentett, hogy a felsorolt okok miatt célszerű volt egyszerre több programmal is foglalkozni.

A PC—100 személyi számítógép alkalmazásával járó előnyök a következők:

- nincs gépóráköltség,
- nincs lyukkártya, így tárolásról sem kell gondoskodni,
- a program tárolása mágneskazettán és lyukszalagon történik,
- nincs feleslegesen előállított vezérlőlyukszalag és lista, mert ezeket csak a végleges, kipróbált mérőprogramhoz állítjuk elő.
- későbbiekben az esetleges módosítás is egyszerűbb,
- egy program véglegesítése (belövése) pár napra szűkül,
- az egész berendezés könnyen szállítható, a TESTOMAT mellé telepítve ON-LINE üzemmódban is használható, így maximális a programfejlesztés hatékonysága,
- nem kell munkaidőben vállalaton kívüli munkahelyre utazni.

Software megvalósítás

A software első része a mérőprogram író és szerkesztő BASIC nyelvű program. Ennek segítségével írható le a TESTOMAT mérőautomatán mérendő digitális kártya vizsgálóprogramja. Utasítás készlete — jelentéktelen különbséggel — megegyezik az eredeti nagyszámítógépes program utasítás készletével. A mérőprogram lekódolt formában kerül egy kijelölt 16 kbyte-os RAM területre. Egy utasítás és a hozzá tartozó adatok átlagos hossza 3,4 byte (pl. 4 db 3 byte-os és 1 db 5 byte-os), így kb. 5000 utasítás fér el a szabad memóriaterületen. A gyakorlat azt igazolja, hogy ezzel az utasításszámmal bőségesen elegendő vizsgáló teszt írható le. Minden utasítás egy kód formájában kerül tárolásra és utána következnek az adatok. Az utasítás kód mindig nagyobb mint 200, az adat pedig kisebb, így könnyen megkülönböztethetőek egymástól. Ha egy utasítás után nem létező adatot ír a felhasználó, a program azt semmisnek veszi és új utasítást vár.

Programíráskor a legnagyobb tömegű információ a kapcsolatok logikai szintjeinek változása jelenti. Ha egymás után túl sok kapcsoltpont logikai szintjét kell leírni, egy programrészlet segítségével elegendő csak az értékeket megadni, az utasítás kód és a sorszám automatikusan kerül a memóriába. Más esetben, ha egyes kapcsoltpontcsoportok (pl. busz) többször ugyanazt a logikai értéket veszik fel, lehetőség van arra, hogy ezeket adattömbként deklarálva, legközelebb egy utasítással lehívjuk.

Lehetséges ugyanazon programrészletek többszöri ismétlése ciklusok szervezésével. Tíz ciklus ágyazható egymásba, a ciklusok 127-szer ismételtethők maximálisan.

A BASIC program lehetőséget ad a már megírt vizsgálóprogram ellenőrzésére, javítására is.

A LIN utasítás hatására a következő billentyűket értelmezi a program:

- „S” a következő sort írja ki a 20 karakteres alfanumerikus display-re. Egy sor az utasítás-kódból visszafordított utasításból és a hozzá tartozó egy vagy több adatból áll.
- „R” az előző sort írja ki.
- „P” megállás nélkül írja ki a sorokat a billentyű újbóli megnyomásáig.
- „L” megkeresi az adott sorszámú tesztet. Az egész program tesztek sorozatából áll, ezek különböző, célszerűen növekvő sorszámúak, a kereső utasítással a már megírt program bármely részére ugorhatunk.
- „E” törli a kiírt sort. Egy sor törlése az utasítás kód és a hozzá tartozó adatok törlése. A megüresedett helyre előretolja a törölt adatok utáni utasítás kódokat és adatokat.
- „J” a programsorok közé új sor írható, úgy hogy a többi sor hátra tolódik.
- „C” a kiírt sor után folytatható a vizsgáló program írása. Visszatér az íróprogramra.

Ha valami módon hiba keletkezik a vizsgálóprogram kódsorában, egy programrészlet felülírja a hibás kódsort és üres utasítást ír a helyébe. A következőkben ez a részlet az előbbi módon javítható.

A kipróbált és működő programról lista készíthető a PRINT utasításra a DZM-180-as sornymotatón. A nyomtatási formátum megegyezik a nagyszámítógépes formátummal: tartalmazza a program nevét, dátumát és a lapszámot is. Ez a lista a lyukszalaggal együtt a kész vizsgáló dokumentáció.

Assembler fordítóprogram

Az assembler fordítóprogram feladata, hogy a lekódolt vizsgálóprogramot TESTOMAT gépkóddá alakítsa át. Minden futtatás teljes átkódolást jelent, de az így előállított gépi kódsorozat nem kerül a memóriába. Az assembler szintű program futtatási ideje tette lehetővé ezt a módszert, és ez jelentős memóriamegtakarítást jelent.

Az utasításkód alapján elágazva a megfelelő programrészlet dolgozza fel az adatokat, és a változásokat egy tárterületen megjegyzi. Ez a tárterület már a TESTOMAT számára is érthető formában tartalmazza a pillanatnyi adatokat. A megfelelő kiegészítő kódok hozzáadásával (Page, chapter, block) az adatok a táblázat szerint sorban, tehát minimalizálva kerülnek kivitelre.

ON-LINE üzemben a PC-100 a TESTOMAT lyukszalagolvasóját szimulálja. Az olvasóillesztő kártya helyére kell a sodrott érpárú szalagkábel csatlakoztatni és ez köti össze a PC-100 portját a TESTOMAT megfelelő pontjaival. Ebben az üzemmódban egy vizsgálati ciklus ideje megnövekszik a fordítás idejével, de a vizsgálat minőségét ez nem befolyásolja.

A fordítóprogram három starthellyel rendelkezik, és ezek speciális nyomógombokkal azonnal elérhetők (7. ábra).

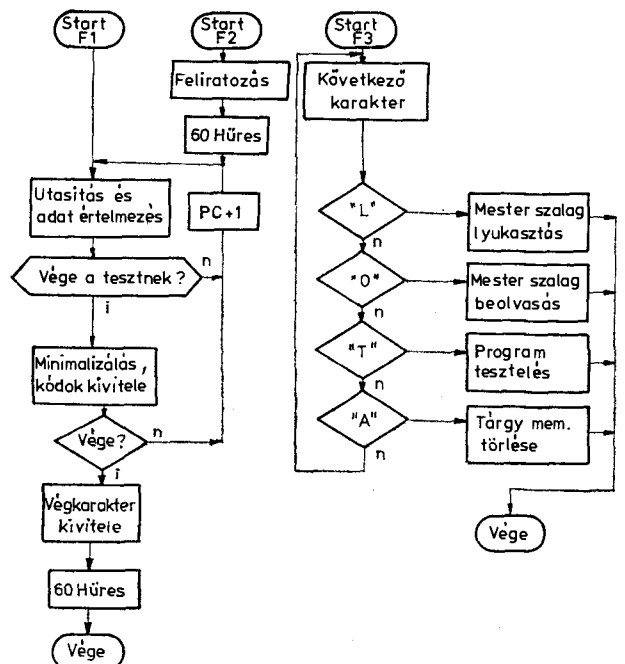
- F1 A fordítás megindul, az átkódolás végén kiadja a vége kódot, majd 60H üres karakter után leáll.

- F3 Lyukszalagkészítéskor a szalag elejére egyeztetés céljából feliratot lehet készíteni. A feliratozás után 60H üres karakter után az F1 által is indítható programrészre tér át.
- F2 Négy választási lehetőség van a megfelelő billentyű lenyomása után.
- „L” mesterszalag lyukasztás. A megírt vizsgálóprogram a memóriából lyukszalagra vihető és így is tárolható. Ez plusz biztonságot ad a mágneskazettás tárolás mellett.
- „O” A mesterszalag beolvasása a memóriába.
- „T” Csak az assembler program fejlesztésénél, ill. ellenőrzésénél van jelentősége. A memória terület végén rögzíti a lefordított gépi kódokat.
- „A” Törli a 4000H-7FFF H memória területet. Itt helyezkedik el a lekódolt vizsgálóprogram.

Különleges esetekben lehetőség van nagyobb programdarabok összetűzésére is, de ez már nagyobb figyelmet és egy külön programrészletet igényel. Maga a fordítóprogram és az általa készíthető vizsgálóprogramok mágneskazettán tárolhatók.

IRODALOM

- [1] 1980. Microcomputer data manual. Electronic Design 1980. March 15. p. 97-106.
- [2] Bedienungsanleitung Personal Computer PC-100 Siemens Aktiengesellschaft 1980.
- [3] Laurence Altman-Stephen E. Scrupski: Applying microprocessors. Eletronics Book Series Mc Graw-Hill Publications Co. New York, 1976.
- [4] Regőci István: Mikroprocesszoros adatkéértékelő rendszer tervezése. Szakmérnöki diplomaterv, BME Budapest, 1981.
- [5] Nagy Sándor Zoltán-Frigyes Iván: Digitális kártyák vizsgálata „TESTOMAT-C” mérőautomatán. Híradástechnika, XXXII. évf. 1981/6. sz. p. 227-231.



7. ábra. Végrehajtó program folyamatábrája

[H 916-7]