

# Nyomatott huzalozású lapok számítógéppel segített tervezése a BHG-ban

RÁDAI SÁNDOR—MIHÁLYI GYÖRGY:  
BHG Fejlesztési Intézet



## ÖSSZEFOGLALÁS

A cikk bemutatja a TPA 1140 alapú CAD konfiguráció továbbfejlesztését TPA 1148 alapú rendszerre, a CAD munkát támogató szoftver fejlesztésekkel együtt. A továbbiakban a szerzők tárgyalják az AUTER rendszer kiegészítését színes grafikus tervező terminálokkal, amelyek az AUTER feladatok grafikus javításának lehetőségein túlmenően egyszerűbb NYHL (PCB) tervezési feladatok képernyőn történő végrehajtását is lehetővé teszik.

## Bevezetés

Az Ipari Minisztérium és az OMFB által irányított Számítástechnikai Központi Célprogram keretében 1979—81 között Budapesten 3 nagy elektronikai berendezéseket gyártó vállalatnál, lényegében azonos konfigurációból álló, számítógépes tervezői rendszer jött létre, elsősorban nyomtatott huzalozású lapok tervezési feladatainak magasabb szintű megoldására és a gyártáshoz szükséges szerszámjellegű technológiai dokumentáció (mesterfilmek, NC-szalagok, kísérőlisták stb.) létrehozására.

A HÍRADÁSTECHNIKA 1984. évi 10. számában részletesen ismertetésre került a TELEFONGYÁR-ban létrehozott számítógépes konfiguráció és annak működési rendszere. Ehhez teljesen hasonló rendszereket létesített az EMG és a BHG is, ez utóbbi Fejlesztési Intézetének keretein belül.

Az ilyen rendszerek a külföldi szakirodalomban a CAD (Computer Aided Design) fogalomkörbe tartoznak. A hazai gyakorlatban az említett három azonos konfiguráció az AUTER-rendszer nevet viseli, amely megnevezés az *Automatikus Tervezés* szavakból alkotott szókép.

A már említett korábbi cikkek bemutatták az AUTER-rendszerek létrejöttének körülményeit és a létrehozás első fázisában megvalósult konfigurációkat. Az üzembehelyezést követő első évek tapasztalatai szükségessé tették e rendszerek sürgős továbbfejlesztését részben az alapkonfiguráció teljesítményének megnövelése, részben pedig a direkt hozzáférésű, grafikus interaktív tervezői munkahelyekkel történő kibővítés irányába. Cikkünk ez utóbbi fejlesztési munka lényegét és eredményeit kívánja bemutatni.

\* \* \*

## 1. Az AUTER-rendszer számítógépes konfigurációjának bővítése

Az AUTER-rendszer központi számítógépe a KFKI által gyártott TPA—1140 volt.

Beérkezett: 1986. VIII. 29. (#)

## RÁDAI SÁNDOR

1956-ban szerzett kitüntetéses gépészmérnöki oklevelet a Budapesti Műszaki Egyetemen. 1958-tól dolgozik a BHG-ban, mindvégig technológiai fejlesztési tématerületeken. 1970-

től technológiai fejlesztési osztályvezető, 1978-tól konstrukciófejlesztési osztályvezető, a BHG Fejlesztési Intézet megalakulása óta főmunkatárs. Több technológiai szakterületen hívatásos szakértő.

E konfigurációt a 256 kByte operatív memóriakapacitás jellemzi. A központi egységhez 4 db, egyenként 2,5 Mbyte kapacitású, merev mágneslemezes tároló, 2 db mágnesszalagos tároló, 1 db nyomtató, 1 db rajzológép, 1 db szalaglyukasztó, 1 db szalagolvasó és 5 db alfanumerikus display-terminál csatlakozott, on-line kapcsolatban, terminálonként kiegészítve 1-1 db mátrixnyomtatóval.

A használatbavétel után a konfiguráció DOS-VS/RXS 11 M. 4.0 operációs rendszer alatt dolgozott.

Az AUTER-rendszerhez beviteli eszközként rajzdigitalizáló asztalok, output eszközként nagy pontosságú síkasztalos fényírófejes rajzolóberendezés (FOTÓPLOTTER) tartozott, mindkettő off-line kapcsolatban.

A rendszeren felhasználói programként a Távközlési Kutató Intézet által kifejlesztett KONSTR-M nyomtatott huzalozástervező és a FILM3 gyártási dokumentációt készítő programcsomagok, valamint a nyomtatott áramkörök bizonyos funkcióinak szimulálására alkalmas programok kerültek telepítésre.

A FILM3 program kiindulási információja a manuálisan megtervezett nyomtatott huzalozás topológiája és geometriája volt, amelyet az áramköri rajzolat (lay-out) digitalizálásával vagy billentyűzeten keresztül történő alfanumerikus bevittelével lehetett a programmal közölni.

A KONSTR-M kiinduló információja a megtervezett áramkör kapcsolási rajza vagy logikai ábrája lehetett, amelyet megfelelő kódolással, úgynevezett KONSTR alkatrészmodellek alkalmazásával alfanumerikus módon a billentyűzeten keresztül lehetett a rendszerbe begépelni. Ez a programrendszer saját modelladattárának tartalmát felhasználva létrehozott egy alkatrész-elrendezést, majd elkészítette ennek huzalozását a külön paraméterként megadott kártyaformátumon belül egy vagy két, esetleg több vezetősíkban. E tervezési folyamat minden fázisában mód és szükség van a tervező interaktív közbelépésére, ill. munkafázisonkénti jóváhagyására. A végső jóváhagyás után a program létrehozza a dokumentációkészítő perifériák vezérlő adathordozóit is.



**MIHÁLYI GYÖRGY**  
Villamosmérnöki oklevelet szerzett a Budapesten

*Műszaki Egyetem Villamosmérnöki Karának Elektronikai Technológia Szakán 1979-ben. Azóta a BHG Fejlesztési Intézetében dolgozik, kezdetben a Technológiai Tervezési Osztályon, majd létrehozása, 1980 óta az AUTER Osztályon. 1982 óta az AUTER Osztály vezetője. 1982-ben a BMÉ Villamosmérnöki Karán Számítógépes Áramkör-tervező és -Gyártó Szakon szakmérnöki oklevelet szerzett.*

A FILM3 programcsomag is a dokumentációkészítő perifériák vezérlő adathordozóit állítja elő, azonban a KONSTR-M és a FILM3 által generált dokumentációk nem teljesen azonos kinézetűek, mivel a két programrendszer nem ugyanazokat a peremfeltételeket és tervezési szabályokat használja.

A fentiek csak nagyon vázlatos áttekintését nyújtják a létrehozott alaprendszernek, amelynek használatbavétele után rövid időn belül nyilvánvalóvá vált, hogy a tervezői hagyományokhoz való ragaszkodás miatt túlnyomórészt a FILM3 jellegű feladatok kerülnek az AUTER-rendszeren futtatásra. A megszokott tervezői gondolkodásmód és rutin a KONSTR-M-programnak megfelelő leírásmódot és az ezt követő interaktív terminálmunkát idegenkedéssel fogadta, de az is kétségtelenné vált, hogy a KONSTR-M-programrendszer és a TPA 1140 konfiguráció együttes kapacitása bonyolultabb, finom rajzolatot, nagyobb sűrűségű és nagyobb lapterjedelmet igénylő feladatok megoldására nem elegendő.

Úgy tűnt, hogy legelőször a központi egység szűkös operatívmemória- és háttértár-kapacitását kell lényeges bővítéssel feloldani. Ebben az AUTER-rendszereket üzemeltető vállalatok és a rendszergazda szerepét betöltő Távközlési Kutató Intézet teljes mértékben egyetértett. Megértéssel fogadta és támogatta a bővítésekre irányuló törekvést az OMF is, bevonva a munkába a KFKI-t, ahol időközben már megindult a TPA—1148 típusjelű, növelt kapacitású központi egység kifejlesztése, ill. gyártása. A KFKI szakemberei módot találtak arra, hogy a TPA—1140 számítógépet a folyamatos működés igen kis időtartamra történő szakaszos felfüggesztésével szinte menetközben alakítsák át TPA—1148-ra, amely átalakítást — a CPU megváltoztatása mellett — elsősorban az operatív tár kapacitásának lényeges megnövelése, Cash-memória és nagykapacitású, úgynevezett Winchester típusú mágneslemez tárolók beépítése jelentette. Az operatív tárat általában 1 Mbyte-tal bővítettük, de fennáll további bővítés lehetősége is. Rendszereinkbe 2 db, egyenként 160 Mbyte kapacitású mágneslemez tároló került beépítésre, a már működő kisebb kapacitású mágneslemez tárolók megtartása mellett.

Az ismertett bővítések következtében a TPA—1148 alapú konfigurációk operációs rend-

szerét is meg kellett változtatni. Ma a konfigurációk az RSX 11M PLUS operációs rendszer alatt futnak, amely képes valamennyi periféria és terminál egyidejű kezelésére is, beleértve a rendszerbe konfigurált on-line üzemű BENSON rajzológépet (DRUM-PLOTTER) is. A TPA—1148 létrehozásával egyidejűleg a képernyős terminálok számát is 6 db-ra növeltük.

A bővítések, ill. átalakítások következtében a számítógéppel segített AUTER tervezőrendszer teljesítménye lényegesen megnövekedett. Megnőtt a rendszerre telepíthető adattárak kapacitása, javult a több terminálról történő egyidejű hozzáférés lehetősége, észrevehető mértékben csökkent az egyes feladatok gépi futtatásának ideje és megnövekedett a géppel tervezhető, ill. feldolgozható feladatok mérete, terjedelme is.

Lényegesen kedvezőbbé vált a feladatmegoldások biztonsága, mert könnyebb a háttértárakhoz való folyamatos hozzáférés, így a feladatok, ill. részfeladatok is könnyebben eltárolhatók a munkafolyamatok közben.

## *2. A TPA—1148 konfigurációra alapuló AUTER-rendszer szoftver-rendszereinek továbbfejlesztése. Általános áttekintés*

Az előző fejezetben ismertett hardver-továbbfejlesztés és az ahhoz tartozó RSX 11M PLUS operációs rendszer szükség szerint érintette az alkalmazói programokat is. Az új operációs rendszer kihasználhatósá tette a kibővített hardver-konfigurációban rejlő lehetőségeket. A kedvező hatások elsősorban a nagyobb belső tárkapacitásokban és a rövidebb futási idő elérésében mutatkoztak.

Az alkalmazói programok átdolgozását csak két lépcsőben tudtuk megvalósítani, mivel a végső kialakításhoz szükséges lebegőpontos processzor beépítése csak cikkünk megírásának időpontjában történt meg.

A fejlesztés első fázisában a rendszerben lévő FIS-EIS hardver-funkciókat, valamint az új rendszerdirektívák hívásait építettük be az alkalmazói programokba. Ezzel egy időben a gyorsabb futás elérése érdekében a leggyakrabban használatos FILM3 program szerkezetét is át kellett dolgozni, amit összekötöttünk új programszolgáltatások és új utasítások beépítésével, mert ilyenek iránt a technológiai és dokumentációs rendszereink fejlődése komoly igényt támasztott.

A fejlesztés második lépcsőjében — ami a hardver-bővítés késése miatt napjainkra esik — az alkalmazott programokat „FORTRAN—77” programnyelvre dolgozzuk át. Ehhez társulva a lebegőpontos hardver elem a futási idők további csökkenését eredményezi. A futtatható programok méretei szempontjából különösen kedvező az adatok és utasítások külön memóriaterületen történő elhelyezésének lehetősége, mert ezáltal a futtatható programok mérete kb. kétszeresre növelhető. Ennek kihasználására elsősorban a szimulációs programok és a KONSTR-M-program használata esetében van szükség és ezeknél jelentkezik a méretnövekedésből adódó előny is.

Az új hardver, a hozzá tartozó új operációs rendszer és a FORTRAN—77 nyelvre való átdolgozás

együttesen is csupán az AUTER-rendszer adottságainak bővítését és a programfutások sebességének megnövelését jelentette. Ezzel egy időben azonban az OKKFT A—6 országos fejlesztési program 2. alprogramja keretében a VI. ötéves terv időszakán belül sor került az AUTER-rendszerek valódi továbbfejlesztésére is mind a hardver-, mind a szoftver-területen egyaránt.

Cikkünk további részében azokat a továbbfejlesztési munkákat ismertetjük részletesebben, amelyek irányítása és bevezetése a BHG Fejlesztési Intézetének feladatkörébe tartozott.

A komplett AUTER-rendszerrel rendelkező három elektronikai nagyvállalat (EMG, TERTA és BHG) kutatás-fejlesztési szerződést kötött az OMFV-val a közösen használható szoftver-fejlesztési munkák közös finanszírozására és kidolgoztatására. E munkák elvégzésére vállalatunk külön kutatóintézetekkel, szoftver-fejlesztő intézményekkel, vállalkozásokkal kötöttek kétoldalú szerződéseket.

A TERTA — mint témafelelős — a KONSTR-M tervező programrendszer továbbfejlesztését irányította és további szimulációs programok kifejlesztésében vett részt. A KONSTR-M-programcsomag több értékes modullal bővült, amelyek közül a legjelentősebbek a következők:

- szelektív adatjavító-, nyomtató- és interferencia-ellenőrző modul
- 45°-os buszhuzalozást végző modul
- többretegű huzalozást megvalósító modul gépi tervezésű osztott belső rétegű tápellátás-huzalozáshoz
- kihagyott huzalok kilistázása
- finom (osztott) rácshálózaton történő huzalozástervezés a szemek kikerülésével.

Az EMG témavezetésével kidolgozott legjelentősebb szoftver-fejlesztés lehetővé teszi Berendezés Orientált Áramkörök (BOÁK) tervezését az AUTER-rendszeren.

A BHG részéről két téma kidolgozásának irányítását vállaltuk. Ezek címe:

- „Egységes integrált adatbázis kidolgozása az AUTER-programokhoz” és
- „Színes rasztergrafikus tervezői munkahelyek integrálása az AUTER-rendszerekben”.

A következő fejezet keretében röviden az egységes integrált adatbázissal foglalkozunk, a grafikus tervezői munkahelyek kérdéseit pedig külön fejezetben tárgyaljuk.

### 3. Egységes integrált adatbázis AUTER-programokhoz

Az adatbázis kidolgozását és a rendszerbe történő telepítését csak a TPA—1148 konfiguráció nagy háttértár-kapacitást nyújtó Winchester típusú mágneslemezes tárolói tették lehetővé, és a következő igények tették indokolttá:

3.1. Az eredeti AUTER-programok egymástól eltérő felépítésű és tartalmú adattárakat használtak annak ellenére, hogy a nyomtatott huzalozású lapokba tervezendő és szerelendő alkatrészek önmagukban egységes és szorosan meghatározott jelenítenek meg. Ezért célul tűztük ki, hogy az alkatrészeket a tervező — és lehetőleg a technológiai jellegű —

programok számára csak egyetlen helyen, egységes adatbeviteli módszerrel kelljen az adattárba bevinni és ott karbantartani;

3.2. Egy alkatrészeről egyetlen adatbeviteli műveletben kell a program által meghatározott sorrendben és rendszerben betáplálni a geometriai, mechanikai, elektromos, technológiai és egyéb adatokat, paramétereket, amelyeket azután az alkalmazói programok megfelelő belső válogatás és szigorú szabályok szerinti átalakítások után saját bemeneti adataikként kezelnek.

3.3. Az adatbázis tartalmazza azokat a különböző alkatrészcsoportokat, fajtákhoz tartozó tervezési szabályokat is, amelyek innen a lehívott alkatrészt kapcsolódva bekerülnek a gépi tervezési folyamatba és elősegítik a nyomtatott áramkör problémamentes gyártását.

3.4. Az adatbázis szolgálja ki az áramkör- és a huzalozástervező szakembereket katalógusjellegű szolgáltatásával, amelynek felhasználásával az egyes tételek és azok csoportosított adatai is lekérdezhetők. Ugyanez a szolgáltatás lehetővé teszi a helyettesítő típusok lekérdezését és kilistázását, ami a tervezésen túl a gyártás-előkészítéshez is jelentős segítséget nyújthat.

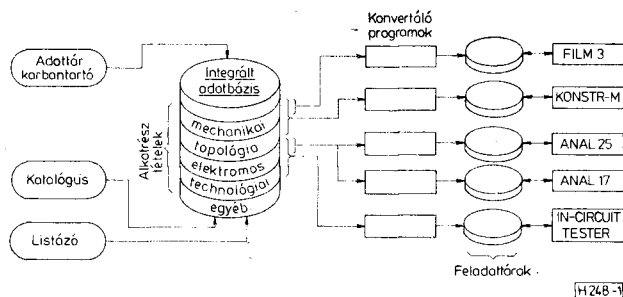
3.5. Az adattár tegye lehetővé kereskedelmi jellegű adatok (pl. gyártócégek, beszerzési források, hazai és importárak stb.) tárolását és tetszés szerinti lehívását is. Ez a szolgáltatás különösen akkor hasznos, ha az AUTER-rendszer központi számítógépét is bekapcsolják a vállalati számítógépes információs hálózatba, ami által a hozzáférés lehetősége jelentősen kiszélesedik.

\* \* \*

Az egységes integrált adatbázis kidolgozására vállalatunk a Távközlési Kutató Intézetrel kötött kutatásfejlesztési szerződést. A TKI szakemberei a leendő felhasználókkal példás munkakapcsolatot kialakítva sikeresen megoldották ezt a nem éppen egyszerű feladatot. Az adatbázis elkészült és rendszerünkbe telepítésre került, ez azonban nem jelenti az adatbázis programcsomagjainak végleges lezárását, mert felépítése olyan, hogy az adatbázisban az esetleges bővítési igényeknek megfelelően újabb „rekeszek” nyithatók. Ilyen bővítési lehetőséget igényelnek majd a vállalatunknál telepítésre kerülő fejlett mérőrendszerek, in-circuit tester-ek, amelyek működtető programjaihoz újabb speciális alkatrészleírásokra és paraméterekre lehet majd szükség.

Az egységes adatbázist, annak főbb funkcióit és kapcsolatát az alkalmazott programokkal az 1. ábra szemlélteti. Az ábrában jobb oldalon azokat az AUTER-programcsomagokat tüntettük fel, amelyek ezután az egyes feladatok futtatásához szükséges bemenő adataikat az integrált adatbázisból a konvertáló programok segítségével feltöltött saját (eddig csak kizárólagosan használt) feladattárakból veszik.

A feladattár fogalma alatt tehát valamelyik adott AUTER-program számára megfelelő alakban konvertált számított adatok halmaza értendő. Ilyenek lehetnek pl. az alkatrészek adatai, az



1. ábra. AUTER programok

NYHL-elrendezés adatai, a huzalozás adatai, a keret adatai stb.

A konvertáló programok az integrált adatbázisban egységes rendszerben tárolt adathalmazból megfelelő azonosító kódok segítségével hívják le, alakítják át és töltik be a feladattárakba a felhasználói programok számára szükséges adatokat. A konvertáló programok is az integrált adatbázis programcsomagjának részeit képezik.

Az 1. ábrán feltüntetett AUTER-programok rövid megnevezései:

- FILM3:** kézi tervezésű NYHL-ek (digitalizációs bemenetű) feldolgozó programcsomagja;
- KONSTR-M:** kapcsolási rajzból induló NYHL lay-out tervező interaktív program;
- ANAL—25:** analóg szimulációs program;
- ANAL—17:** logikai szimulációs program;
- In-circuit tester:** a jövőbeni mérőautomaták illesztéséhez szükséges programok összességét jelképezi. (Jelenleg ez a funkció még nem létezik.)

#### 4. Grafikus interaktív tervezői terminálok

##### A hardver

Amint már említettük, az AUTER-rendszerek használatbavételével szinte egyidejűleg már felvetődött a grafikus tervezői terminálokkal történő kiegészítés igénye és lehetősége. Az elvi lehetőség gyakorlati megvalósítása azonban számos akadályba ütközött. A magas szintű interaktív grafikai munkát lehetővé tevő TEKTRONIX display-terminálok beszerzésére devizális és egyéb külső okokból gondolni sem lehetett, bár ez jelentette volna a leg gazdaságosabb megoldást.

Felvetődött az MTA SZTAKI által kifejlesztett vektorgrafikus GD '80 konfiguráció integrálása a rendszerbe. Erre az egyik vállalatnál történt is kísérlet, azonban teljes értékű megoldás nem született, mivel a GD '80 saját programrendszerei nem illeszkedtek az AUTER-rendszeréhez. Ennek következtében a két rendszer kölcsönös, együttes munkáját nem sikerült magas szintre felfejleszteni. A GD '80 konfigurációk elterjedésének gátló tényezői között felsorolhatjuk még a rendszer magas árát, kifejlesztésének és gyártásba vételének komoly elhúzóását, kezelésének viszonylagos bonyolultságát és elég nagy területfoglalási igényét.

A megfelelő megoldás keresésének időszakában a Budapesti Műszaki Egyetem Műszer- és Méréstechnikai Tanszéke a MEDICOR Elektronika Gyára

megbízásából és együttműködésével megkezdte egy rasztergrafikus tervezőrendszer kifejlesztését, amelynek központi egységeként a MEDICOR által gyártott MOD 81 típusjelű adatgyűjtő rendszert alkalmazta. A rendszer kijelző készüléke az RGB bemeneteken meghajtott színes tv-vevőkészülék lett, a kezelőegység céljára pedig VIDEOTON gyártmányú alfanumerikus képernyős terminál szolgált. A fejlesztés eredeti célja „STAND ALONE” üzemmódban használható grafikus tervezőrendszer létrehozása volt, azonban már a fejlesztési munka kezdetén jeleztük azt az igényünket, hogy e rendszert a TPA—1148 konfigurációhoz csatolva annak interaktív termináljaként is használni kívánjuk. Ez az igény egyúttal lehetőséget adott arra, hogy a MOD 81—MMT/RD konfiguráción elkészített feladatok dokumentálását a TPA konfiguráció meglévő elemeivel lehessen elvégezni.

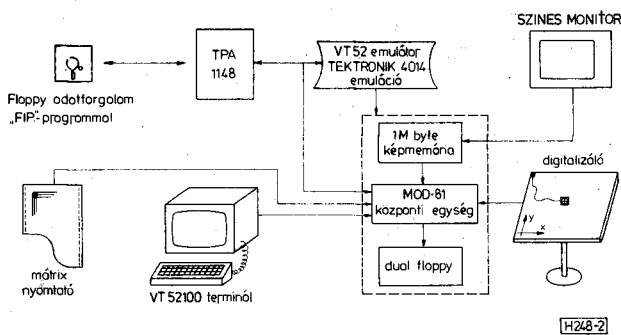
Közös vállalati elhatározással a már üzemelő AUTER-rendszerekhez ezt az időközben MOD 81—MMT/RD jelzéssel hivatkozott konfigurációt kívántuk alkalmazni, azonban a fejlesztési munka nem várt időbeni elhúzóása miatt kénytelenek voltunk más lehetőségeket is keresni. Sajnos az említett időszakban más — azóta már elkészült — hazai fejlesztésű grafikus munkahelyek fejlesztése még csak a kezdeti fázisoknál tartott (pl.: VT—32), de még a PROPER 16 W konfigurációk fejlesztése sem fejeződött be. Az azonban nyilvánvaló volt, hogy a PROPER 16 W gyártásának megkezdése előtt a programfejlesztési és adaptálási munkákat intenzíven meg lehet kezdeni és egyes szakaszokat eredményesen le lehet zárni, mivel e munkákhoz több helyen is már rendelkezésre állt IBM PC XT számítógép, amellyel a PROPER 16 W teljesen kompatibilis.

Ebben a helyzetben a 3 vállalat a pillanatnyi külső és belső körülmények hatására eltérő utakra kényszerült. Az EMG IBM PC XT-t, a Telefongyár ezzel kompatibilis hazai konfigurációt vásárolt, a BHG pedig rövid habozás után kitartott az egyre inkább használhatónak ígérkező MOD81—MMT/RD konfiguráció mellett.

A mintapéldány kipróbálása és a megvásárolt ikerberendezés üzembeállítása óta eltelt idő igazolta ez utóbbi választás helyességét. Ma már a MOD 81—MMT/RD konfiguráció használhatóságát több mint 10 üzembe helyezett rendszer bizonyítja az elektronikai ipar különböző területein. E rendszerek többsége „STAND ALONE” üzemmódban, magasabb szintű számítógépes környezet nélkül dolgozik és nyomtatott huzalozás képernyőn történő tervezésére szolgál.

##### A MOD 81—MMT/RD konfiguráció hardver-rendszerelemei

- MOD 81 központi egység (Z80 processzor alapú)
- iker hajlékonylemez tároló
- alfanumerikus display billentyűzettel
- mátrix sornyomtató
- grafikus display (színes tv-vevő vagy monitor + 1 Mbyte képernyő-memória)
- digitalizáló tábla.



2. ábra. MOD 81—MMT/RD hardver rendszervázlata

A rendszer X-Y plotterrel vagy más rajzgéppel is bővíthető.

A MOD 81—MMT/RD hardvere LSI, MSI és SSI katalógusáramkörökből szabványos EURÓPA-kártyákon épül fel. A kártyákat processzor-független szabványos busz kapcsolja össze. Az egyprocesszoros rendszer speciális csatolóártyák alkalmazásával többprocesszoros rendszerre bővíthető.

A MOD 81—MMT/RD hardver rendszervázlatát és kapcsolatát a TPA—1148-as számítógéppel a 2. ábra mutatja be.

Az AUTER-rendszerek korábbi nagymértékű hardver- és szoftver-kompatibilitása a vállalatok eltérő grafikusterminál-vásárlása következtében sajnálatos módon megszűnt.

### 5. Grafikus interaktív tervezői terminálok A szoftver

A MOD 81—MMT/RD munkahelyen az alábbi programok segítik a grafikus NYHL-tervezést, javítást, ill. dokumentálást:

- TERV: Interaktív tervező-javító program
- AUTERV: EKL-nyelven leírt interaktív áramkörjavító program

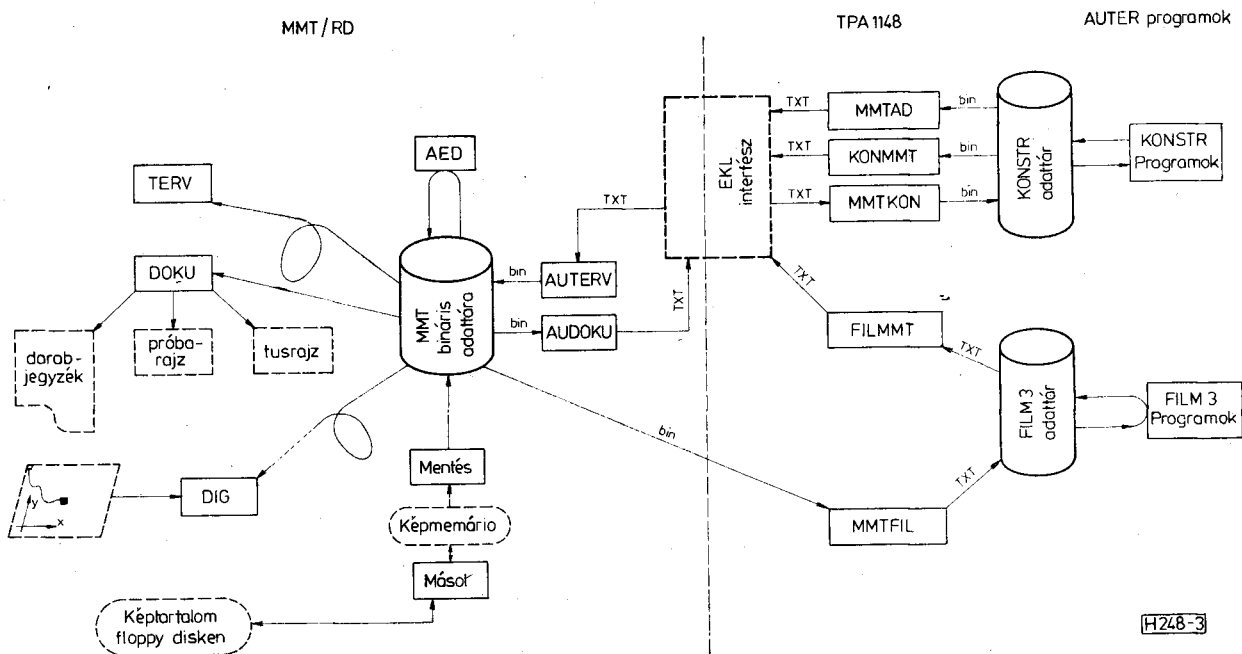
- DIG: digitalizáló program interaktív javítási móddal
- AED: adattár editorprogram
- DOKU: darabjegyzék-, próbarajz-, tusrajz-készítő program
- AUDOKU: tervezés eredményét EKL-nyelvre átíró program
- MENT: képmemóriamentő program, hálózat-kimaradáskor van szerepe
- MASOL: gyors képmemóriamentő és -töltő program.

Az AUTER-alkalmazói programok és a MOD 81—MMT/RD munkahely között az EKL (Egységes Konstruktív Leírás) leírónyelven lehet kapcsolatot tartani. Ezt a szoftver-interfészt a TKI dolgozta ki off-line üzemmódba.

Ehhez kapcsolódnak még az alábbi programok:

- MMTAD: KONSTR-adattárból MMT-adattárba másoló program
- KONMMT: KONSTR-leírást EKL-nyelvre fordító program
- MMTKON: EKL-leírást KONSTR-adattárba visszaíró program
- FILMMT: A FILM3 programját EKL-nyelvre fordító program, melyet a BHG AUTER Osztálya dolgozott ki. A „FILMMT”-program a FILM3 leírást két részre bontja: egy MOD 81—MMT/RD-n javítható részre, melyben a feladatleírás 80%-a, és egy TPA szövegszerkesztővel javítható részre, melyben a szita szövege és a köríves elemek találhatóak. A MOD 81—MMT/RD bináris adataiból a FILM3 leírást állítja elő.
- MMTFIL:

A programok funkcionális kapcsolatait a 3. ábra szemlélteti.



3. ábra. A programok funkcionális kapcsolatai

## 6. Tapasztalataink a számítógéppel segített tervezés alkalmazásáról és további fejlesztési terveink

Az AUTER-rendszer üzembeállítását pozitívnak kell értékelni, mivel már bebizonyosodott, hogy a számítógépes módszerek bevezetése elengedhetetlen volt az elektronikai ipar ezen területén is. Segítségével lényegesen jobb dokumentáltságot tudunk biztosítani és jelentősen csökkenthető az át-futási idő.

A rajzolatfinomság növekedése, a többretegű NYHL-technika bevezetése egyre bonyolultabb tervezési szabályokat kielégítő, nagyobb kapacitású tervezőprogramokat igényel. Tervezőrendszeink a technológia fejlődésétől elmaradtak, ezért érthető a gépi tervezést meghaladó, kézi tervezésű és gépi dokumentálású feladatok magas száma.

A számítógép megjelenése számos új gondot is felvetett. Néhányan idegenkedtek tőle, azért is, mivel ez a technika többletmunkát igényel tőlük. (Pl. digitalizálható kapcsolási rajz készítése és a szükséges adatlapok kitöltése, vagy igényes, nagytöltésű lay-out rajz készítése.) E többletmunka megszüntethető lenne egy jól kezelhető, speciális számítástechnikai ismereteket nem igénylő grafikus tervezői munkahellyel.

A gépi tervezésű feladatok végeredményeinek fogadása is sok gondot jelentett. Például elég megemlíteni a sornymatós darabjegyzék be nem fogadását a meglévő vállalati dokumentációs rendszerbe.

Fokozottan törekedni kellett a mechanikai konstrukciók szabványosítására és a számjegyzérelésű gyártóeszközök paramétereinek figyelembevételére. Ezen a téren hiány mutatkozik az NYHL-tervezőrendszer és a mechanikai konstruktorok segítő számítógépes eszközök informatív kapcsolata között.

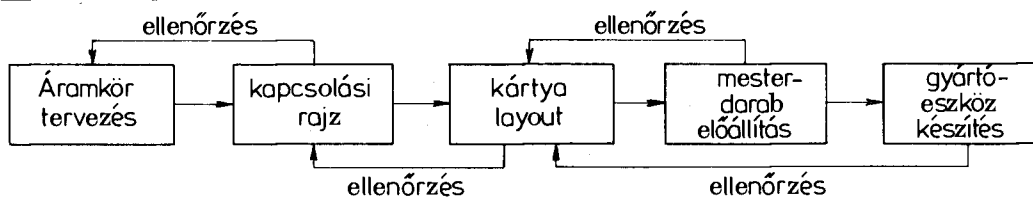
A várható új követelmények, melyeket a gyártás és mérés technika fejlődése támaszt, a következő pontokban foglalhatók össze:

1. A finom rajzolatú NYHL-gyártáshoz gyártóeszközök biztosítása.
2. NYHL-ek mérésére szolgáló berendezések ellátása információval adathordozókon keresztül.
3. A szereléstechikai berendezések ellátása a működtetésükhöz szükséges vezérlőinformációkkal.
4. Gyártás-előkészítéshez szükséges információk biztosítása.

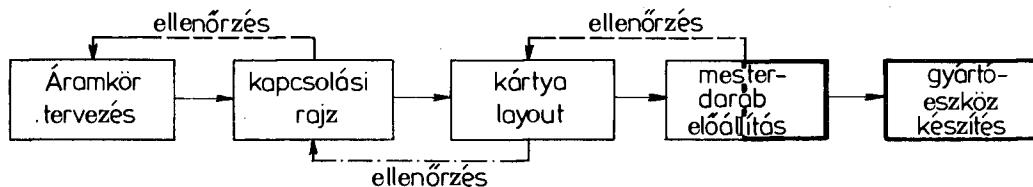
A fejlesztési elképzelések ismertetése előtt nézzük meg, hogy az egymás mellett élő NYHL-tervezési és gyártási eljárások milyen főbb lépéseket tartalmaznak és hol lehet ezeket gépi módszerrel segíteni.

A 4. ábra szemlélteti nagy lépésekben azokat a funkciókat, amelyeket az NYHL-tervezés közben végig kell járni a gyártóeszközök előállításához. (A dokumentációkészítést is a „gyártóeszközök előállítása” feliratú kockába értjük.)

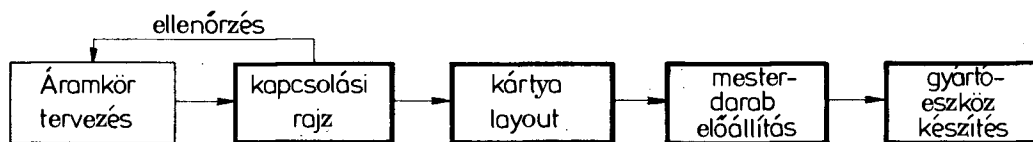
### Kézi tervezés



### Elektronikus rajzoló rendszer alkalmazása (FILM3; MMT RD TERV program)



### Automatikus NYHL tervező alkalmazása



□ Az automatikus lépés eredménye ellenőrzött bemenetnél jó végeredményt ad.

--- A jelenlegi rendszerekben ez a lépés gépesíthető.

--- Részben gépesíthető. (Pl. tervezési szabály ellenőrzés; kapu kimenet terhelhetőség stb.)

H248-4

4. ábra. Az NYHL tervezés funkciói

A teljesen kézi tervezési módszerek az elkövetkező 1-2 évben még jelen lesznek az elterjedt segéd-eszközök (karcológépek, ragasztóasztalok), valamint a központi tervezőhelyektől való függetlenségük miatt.

Fejlesztési terveink között szerepel olyan egyedi tervezőhelyek létrehozása, melyeket MOD 81—MMT/RD-szintű grafikus terminállal szerelünk fel. Az ilyen előkészítő, grafikus munkahelyeken meg kell oldani a tervezési lépések közötti gépi ellenőrzést is. A kiemelt helyekre pedig IBM PC XT kategóriájú gépeket kell beszerezni. Ezeket közepes teljesítőképességű, automatikus funkciókkal rendelkező programok telepíthetők (ezenkívül áramköri szimulációra is alkalmasak lehetnek). A legtöbb ilyen rendszer vegyesen használ automatikus vagy interaktív grafikus kézi módszereket, automatikus ellenőrzési funkciókkal.

Megjegyezzük, hogy az AUTER TPA 1148 rendszerében vannak ilyen automatikus ellenőrzési komponensek (kapcsolásirajz-szerkesztő SGI, tervezési szabályellenőrző TSzELL, Plotter vezérlőszalag-ellenőrző PIDO stb.), de ezeknek csak egy része van használatban.

Az előbb említett munkahelyeken a feladatok döntő része elkészíthető, de lesznek feladatok, me-

lyek méretük, speciális voltuk miatt csak nagyobb tudású berendezéseken, speciális kiképzést szerzett szakemberekkel oldhatók meg hatékonyan.

A továbbfejlesztésnél külön gondot kell fordítani a kiválasztandó hardver- és szoftver-komponensekre. A gyártás egyes műveletei számára (szerelés, mérés stb.) biztosítani kell az automatikus információátadási folyamatot. A választásnál ügyelni kell arra is, hogy a korábban ismertetett követelményrendszert és a gyártástechnológia várható fejlődéséből adódó újabb igényeket is maradéktalanul teljesíteni tudjuk.

Egy ilyen újabb igény a felületszerelésű NYHL-tervezés és a hozzá kapcsolódó szereléstechológia követelményeinek kielégítése.

A központi AUTER-rendszer mellett létrehozandó önálló tervezési rendszerek telepítését az egységes információátadás érdekében koordinálni szükséges. Az integrált adatbázis és a helyi adatbázisok kapcsolatrendszerét az újabb eszközökön is meg kell oldani. Összességében elmondhatjuk, hogy a BHG NYHL tervezési rendszerét csak úgy tudjuk eredményesen továbbfejlesztani, ha mind eszközök, mind a befogadásukra alkalmas munkatársak körét kiszélesítjük.