

Nyomatott huzalozású áramkörök és ezekből felépülő alrendszerek számítógépes tervező-gyártó-ellenőrző (TGE) rendszere a Telefongyárban

KOVÁCS ANTAL
PÁL IMRE
GYALAY K. ISTVÁN
HORVÁTH JÁNOS
NAGYSZEGHI FERENC

II. rész

2.2 Technológiai tervezés

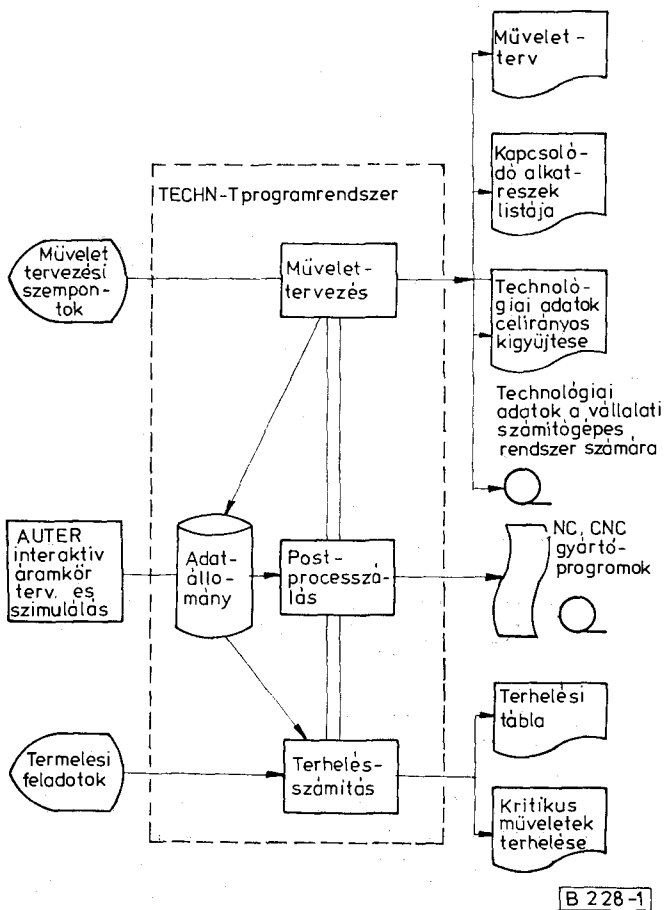
2.2.1 Feladata, felépítése

A telefongyári TGE rendszeren belül a számítógéppel segített nyomtatott huzalozású áramkörtervezés és a magas műszaki színvonalú gyártó rendszerelemek megvalósítása a technológizálási folyamattal szemben az alábbi követelményeket támasztották:

- A fejlesztési idő csökkenésével párhuzamosan csökkenteni kell a gyártás előkészítési idejét is.
- Mivel az eddigi egyszerű, elsősorban manuális gyártási folyamatot magasán gépesített, jobban tagolt gyártási folyamat váltja fel, a technológizálásnak részletesebbnek kell lennie és egyben létre kell hozni az NC és CNC berendezések gyártóprogramjait is.
- A nagyértékű, termelékeny célberendezések használata az eddigieknél magasabb fokú és színvonalú gyártástervezést és irányítást igényel, ennek feltétele azonban az eddigieknél részletesebb és jobb technológiai adatszolgáltatás.

A fenti igények alapján a megnövekedett technológusi munkát minőségileg jobban, rövidebb idő alatt kell végrehajtani. Ennek megfelelően a Telefongyárban a technológiai folyamat fejlesztésére számítógépes technológizáló rendszer kidolgozása indult meg. Kész művelettervező programcsomagok átvételére nem volt lehetőség, mivel a Magyarországon kifejlesztett művelettervező programok forgácsoló technológiákra irányulnak. Vezető tőkés elektronikai cégek — többek között az IBM és Siemens — saját használatra kifejlesztettek elektronikus áramkörök és alkatrészek gyártását előkészítő számítógépes rendszereket, de ezek részleteiben nem publikált, számunkra nem beszerezhető rendszerek. A számítógépes technológizáló programrendszer kifejlesztésére a Telefongyár 1979-ben szerződést kötött a TKI-val, melynek eredményeként elkészült a TECHN—T [1] (1. ábra) programrendszer. A TECHN—T részét képezi a Telefongyár AUTER rendszerének, felhasználja annak adattárát és a tervező programok feldolgozásának eredményét. A TECHN—T az alábbi technológiai feldolgozást végzi a nyomtatott huzalozású áramköri lapok gyártásához illetve szereléséhez:

- Elkészíti a művelettervet, ennek során adott kritériumrendszer alapján a program választ az alternatív műveletek közül. A technológus direktívák megadásával befolyásolhatja a műveletek kiválasztását.
- A kiválasztott műveletekhez a program az adattárából hozzárendeli a gépet illetve homogén munkahelyet, a szerszámot és a műveletterven levő egyéb adatokat.
- A program többparaméteres egyenletek alapján kiszámolja a gyártás normaidejét. A normaiddő számítás a gyártás tömegszerűségét figyelembe véve a konkrét darabszámú sorozat leggyártásához szükséges időt számolja ki. Egyes technológiai dokumentációkra 100 darab normaideje kerül, itt a program a technológus által megadott jellemző sorozatnagysághoz számol normaiddőt és azt vetíti 100 darabra.
- A program kigyűjti az egyes műveleteknél belépő, azaz ott beépítésre kerülő alkatrészeket és ezeket listán kinyomtatja, hasznos bizonylatot adva ezzel az alkatrészek raktári kikészítéséhez illetve az előkészítő műveletekhez.
- Ahol NC vagy CNC gyártóeszközök szerepelnek a vezérlő keretmodul behívja a kiválasztott műveletekhez a posztprocesszáló programokat a gyártóprogramok elkészítésére. A telefongyári AUTER rendszer az alábbi berendezésekhez generál programokat:
 - Schmoll, 4 orsós fűrőgép;
 - Ferranti Cetec fotofejés rajzgép;
 - Universal CNC áramköri lap szerelő automata;
 - Universal CNC alkatrészmérő automata;
 - Royonic vetítéses irányítású beültető munkahely.
- A gyártás tervezés és irányítás számára a számítógépes technológizáló rendszer lényeges új szolgáltatást nyújt azzal, hogy adott gyártási programhoz kiszámolja a szükséges normaiddő ráfordítást, illetve a jelentkező terheleket, ezeket a technológus által megadott csoportosításban kinyomtatja. Lehetőség van arra, hogy a szűk kapacitást jelentő kritikus műveleteket a program külön gyűjtse ki.



B 228-1

1. ábra. A telefonári számítógépes technológizáló rendszer nagyvonalú folyamatábrája

2.2.2 A TECHN-T programrendszer szerkezete és működése

A technológizáló programrendszer kifejlesztésénél alapvető szempont volt egy olyan rugalmas moduláris rendszer létrehozása amely már kezdetben is alkalmas a nyomtatott huzalozású lapok gyártásának és szerelésének technológizálására, bővítési lehetőséget biztosítva más elektromos alkatrészek illetve egységek gyártásának feldolgozására is. Ezt az igényt kielégíti a TECHN-T programrendszer, amelynek vázlatos felépítése a 2. ábrán látható. A programrendszer a vázolt adatforgalmi kapcsolatokkal egységes hívási eljárással és megfelelő funkció kiválasztásával közösen és azonos módon használható, bár programjai egymástól függetlenek és egyenként is változtathatók. A futtatás indításakor dialógus rendszerben történik a feldolgozáshoz szükséges alábbi adatok megadása:

- a feladat neve és a technológizált tétel rajzszáma,
- tárolási és posztprocesszálosi igény megadása,
- a tömegszerúséget megadó negyedéves mennyiség illetve sorozatnagyság,
- a műveletek csoportosításának változatszama,
- műveleti előírások — amellyel a technológus befolyásolni tudja a műveletek kiválasztását.

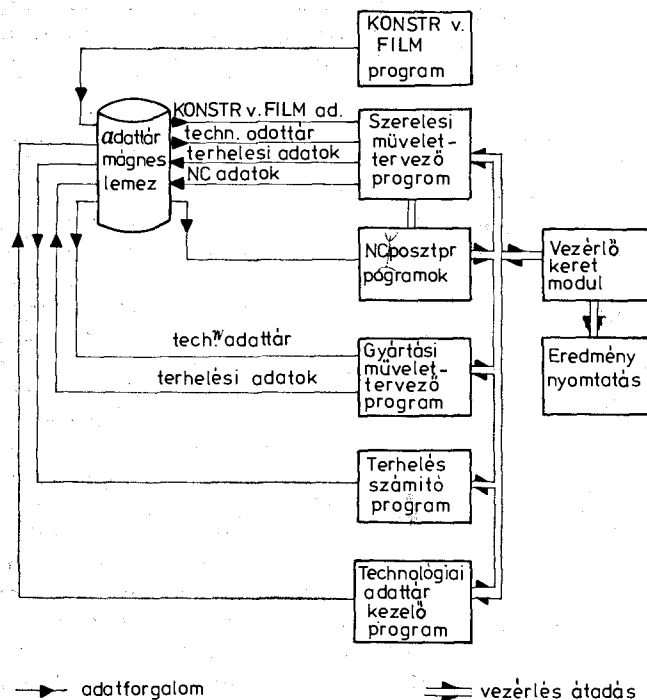
A szerelés művelettervezésénél a művelettervező program az AUTER adattárából behívja a lapon szereplő alkatrészek listáját a művelettervezéshez szükséges adatokkal. A program a különböző elvi műveletsorok összesítésével, a kiválasztási szempontok, a prioritások és rendelkezésre állás figyelembe vételével adott sorozathoz kiválasztja a műveleteket, majd különböző adatok behívásával illetve számítások végzésével az alábbiakat készíti el:

- Műveletterv.
- A kapcsolódó alkatrészek listája — amely műveletenként megadja a beépítésre kerülő alkatrészeket.
- Technológiai adatok célirányos kigyűjtése — amely megadja azokat a technológiai adatokat amely a Telefongyár számítógépes törzsadattárában szerepelnek, ezeket az adatfajtatól függően a program részint kinyomtatja, részint mágnesszalagon kigyűjti a vállalati központi R35 számítógép részére.

Igény esetén a vezérlő keretmodul behívja az AUTER postprocesszálo programjait és az NC illetve CNC berendezésekre technológizált műveletekhez a program elkészíti a gyártóprogramokat.

A terhelés számítóprogram rész indítása, illetve feladatmegadása szintén dialógus rendszerben történik. A gyártási tételek megadása után a program elkészíti a már korábban említett terhelési táblázatot.

A technológizáló rendszer lényeges része az adattár, amely tartalmazza a műveletek adminisztratív (költségelszámolási), műszaki (szerszám, munkahely stb.) és időnorma paramétereit. A normaidő kilenc paraméterrel szerepel az adattárban és tárolva van a



B 228-2

2. ábra. A TECHN-T programrendszer vázlatja

művelet-végzésére rendelkezésre álló kapacitás. A különböző műveletek egymás utáni elvégzéséből adódó és technológiai sort jellemző összefüggéseket az adattár művelet sor leírásai biztosítják, ilyenek például az egymás nélkül nem végezhető, vagy egymást kizáró műveletek. Mivel a tárolt technológiai adatok automatikusan biztosítják, hogy műszakilag korrekt, részletes és pontos technológiai dokumentációk készüljenek alacsonyabb képzettségű dolgozó is gyorsan és jó minőségben képes a technológizálást végrehajtani. Mélyreható, pontos technológiai ismeretekkel csak az adattárat karbantartó személynek kell rendelkeznie.

A számítógépes technológizáló rendszer lényegesen növeli a technológusi munka színvonalát és gyorsaságát ezzel segítve a gyártáselőkészítést és irányítást, továbbá jelentősen emeli a telefongyári TGE rendszer hatékonyságát és kihasználását.

3. Fotótechnikai rendszer

A számítógépes áramkör tervezés során jönnek létre azok az adathordozók melyek a nyomtatott huzalozású lapok gyártásához szükséges alapinformációkat tartalmazzák. A fotótechnikai rendszer alapvető feladata ezen információk alapján a lapok gyártásához szükséges mester- és gyártófilmek előállítása. Az alapinformációk azonban nem minden esetben származnak a számítógépes tervező rendszertől, így a kézi rajzolással, ragasztással előállított klisék feldolgozására is fel kell készülni.

A fotótechnikai rendszer feladatai tehát a következők:

- mesterfilmek előállítása precíziós kamerával,
- mesterfilmek előállítása fotoplotter segítségével,
- gyártófilmek előállítása a mesterfilmek felhasználásával,
- klisé és filmdokumentáció tárolása, ezek rendszeres ellenőrzése és karbantartása,
- film nyersanyagok és fotovegyszerek tárolása.

A fotótechnikai rendszer további feladata szolgáltatások végzése a nyomda üzem és egyéb felhasználók számára.

3.1 Mesterfilmek készítése rajzgéppel

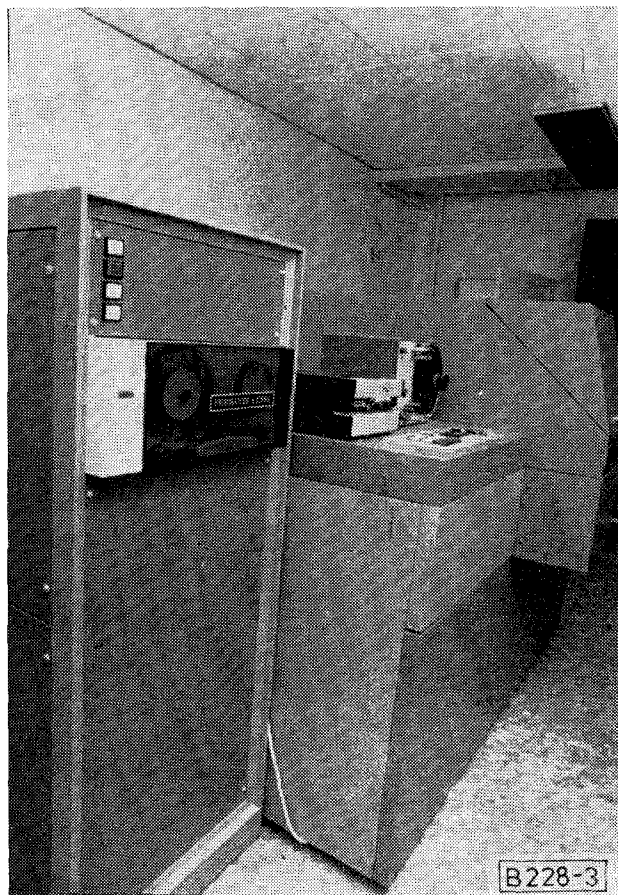
A fotoplotterrel (fényírófejes rajzgéppel) előállított mesterfilmek a 2.1 pontban (cikksorozat I. rész) ismertetett KONSTR—M illetve FILM 3—F programok kimeneteiként jelennek meg. Az így előállítható mesterfilmek a következők:

- mindkét oldali rajzoldati filmek,
- mindkét oldali forrasztásgátoló maszk filmek,
- furatozási rajz filmje,
- szerelési rajz filmje,
- feliratozási szitarajz filmje.

A fenti programok által létrehozott információkat a rajzgép számára a TPA 1140 számítógép mágnesszalagos és papírszalagos egységeivel lehet információhordozóra felvinni. A Telefongyárban alkalmazott és a Ferranti-Cetec Graphics Limited által gyártott EP 430 típusú rajzgépbe egy Trend gyártmányú pa-

pírszalag olvasóval, illetve egy Pertec gyártmányú mágnesszalag egységgel lehet bevinni a vezérlő információkat (3 ábra).

A rajzgépen próbarajzok készíthetők golyóstollal, illetve a fényírófejes egységben levő 64 db különböző appertúrával (rajzolóelemmel) lehet filmre rajzolatokat készíteni. A rajzolóelemek a nyomtatott huzalozású lap dokumentációján használt szokásos al-



3. ábra. EP—430 típusú rajzgép (Ferranti)

kotó elemek körét ölelik fel, úgymint különböző vastagságú vonalak a huzalok rajzolására, különböző átmérőjű betöltött körök és különböző elhosszúságú betöltött négyzetek a forrsemek rajzolására, továbbá speciális alakzatok az illesztő és mérő jelek céljára. A rajzgép a különböző rajzolóelemekkel az elem méretétől és megrajzolandó távolságtól függő sebességgel, valamint egyenes és körídomokra hardware-ben beépített interpolációval képes megrajzolni a korábbiakban említett rajzolatokat.

A rajzgép alapvető jellemzői a már említetteknek kívül a következők:

- legkisebb programozható rajzoldási lépés: 0,001'',
- legnagyobb rajzolható felület: 36''×24'',
- legnagyobb rajzoldási sebesség: 4''/sec,
- adott pontra való programozott ráállás legnagyobb hibája: 0,0015'',
- adott pontra való visszaállás legnagyobb hibája: ±0,001'',

- a rajzolóelemek pozicionálásának legnagyobb hibája: $\pm 0,002''$,
- üzemeltetési körülmények:
hőmérséklet 20–22 °C,
légnedvesség: $50\% \pm 10\%$,
porméret: kisebb mint 5 μm .

A rajzgépen DuPont gyártmányú PC 7 típusú lith filmet alkalmazunk.

3.2 Mesterfilmek készítése fototechnikai úton

A fotoplotteres eljárás előnye ellenére megállapítható, hogy a mesterfilmeket még gyakran kézzel ragasztott klisék fototechnikai kicsinyítésével állítják elő. Hagyományos konstrukciók, utángyártás illetve pótalkatrész gyártás esetén speciális esetekben ezen technológia alkalmazása indokolt. Indokolt továbbá különösen bonyolult, általában analóg konstrukciójú lapok esetében, ahol a rajzolat kialakítását sok esetben software illetve hardware problémák nehezítik. A fotoplotteres eljárás fejlődése azonban fokozatosan kiszorítja a fototechnikai kicsinyítést.

Az alkatrészek sűrűségének szükségszerű növekedése illetve a miniatürizálás, a klisék fototechnikai kicsinyítésével történő mesterfilm előállításával szemben egyre nagyobb követelményeket támasztanak. A hagyományos fototechnikai feldolgozás technológiai lépései a következők:

- klisé ellenőrzés,
- felvétel,
- montírozás,
- kontaktmásolás,
- a fenti lépések közben több alkalommal előhívás, filmmérés és ellenőrzés,
- retusálás.

Az áramkörök egyre sűrűbb elrendezésével törvényszerűen együtt jár a nyomtatott huzalozású lapok rajzolatának finomodása. A gyártástól nem várható el, hogy pontatlan, nem mérettartó filmek alkalmazása mellett is megfelelő minőségű, pontoságú nyomtatott huzalozású lapokat állítson elő, ezért az alkalmazott berendezésekkel, filmanyagokkal és mérési eljárásokkal szemben támasztott követelmények folyamatosan nőnek.

3.2.1 Alkalmazott filmek, pontossági követelmények

A nyomtatott huzalozású lapok rajzolatának finomodása a filmanyagokkal és fotovegyszerekkel szemben egyre nagyobb igényeket támaszt. A pontossági követelmények kielégítésénél az alábbi tényezők játszanak döntő szerepet:

- a fényérzékeny emulzió típusa (lith vagy line),
- a hordozó anyaga,
- az előhívás, a filmtárolás és kezelés körülményei,

Lithfilmek esetében olyan poliészter alapú filmekről beszélünk, melyek szintetikus kötőanyaggal stabilizált emulzióréteggel rendelkeznek. A rétegvastagság kb. 6–8 μm . A film csak a hozzá tartozó lith-hívóval hívható. A lithfilmek hívás után rendkívül nagy fekete-fehér kontraszttal rendelkeznek. Ez

a filmek különösen nagy gradációjára (átmeneti élesség) vezethető vissza. Hátrányként kell megemlíteni, hogy növekvő előhívási idő esetén olyan helyeken is feketedés lép fel ahol egyáltalán nem, vagy csak kis mértékben történt expozíció. Emiatt a hívási időt mindenképp $\pm 1,5$ sec határok között kell tartani. A lithfilmekkel a reprodukciós technikában szokásos minőségű felvételeknél jobbak készíthetők. Lehetőség van 8–10 μm szélességű részletek másolástechnikailag fedett visszaadására is.

A linefilmek ugyancsak polieszter bázisúak. Tulajdonságaik alapján a lith- és az archívfilmek között helyezkednek el. Az emulzió vastagság kb. 4–5 μm . A linefilmek hívásakor viszonylag nagy időintervallumban változhat az előhívás ideje. Előnyös tulajdonságuk, hogy nem lép fel infekciós (továbbterjedési) effektus, így csak ott jön létre feketedés, ahol a megvilágítás történt. Általánosságban megállapítható, hogy a linefilmek feldolgozása kevésbé problematikus. A lithfilmek azonban 10–14-es gradációjuk miatt lényegesen jobb kontúrélességet eredményeznek mint a 4–6-os gradációjú linefilmek.

Az alkalmazott filmek adatai:

Gyártó: Du Pont
Típus: PC-7, COS-7
Vastagság: 0,18 mm

Felhasznált hívó:

Du Pont Cronalar Developer

Felhasznált fixer:

Du Pont Cronalar Fixer

3.2.2 A fototechnikai rendszer berendezései és alkalmazott eljárásai

Automatikus filmhívás

A filmek emulziótípusának különböző hívási tulajdonságai szükségessé teszik a hívási paraméterek szűk tartományon belüli beállítását. Ezt a feladatot automatikus hívó berendezéssel lehet megoldani.

A vállalatunknál alkalmazott hívóberendezés Du Pont gyártmányú típusa: Cronalar. A berendezéshez automatikus hívó- és fixirregeneráló egység is tartozik. Feldolgozáskor ezek segítségével $\pm 1,5$ sec-os hívási időt, $\pm 0,5$ °C-os előhívási hőmérsékletet lehet biztosítani. Hívógép alkalmazásával elmaradnak azok a hátrányok, amelyeket a tálban történő hívás optimális paramétereinek (összetétel, hőmérséklet, mennyiség, tálnagyság, mozgás) meghatározása és betartása jelent.

A berendezés működésének ellenőrzésére a gyártó által szállított etalon szűrkeékeket használunk.

Műszaki adatok:

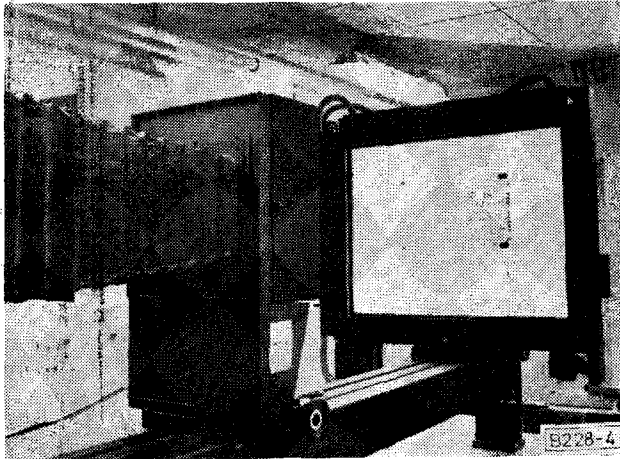
Átfutási sebesség: 0–203 cm/perc
Átfutási idő: 1,2–7,8 perc
A hívó élettartama: 3–5 hónap
A hívó hőmérséklete: 29 °C
A fixir hőmérséklete: 32 °C
Az öblítő hőmérséklete: 35 °C
A szárító hőmérséklete: 43 °C

Precíziós kamera

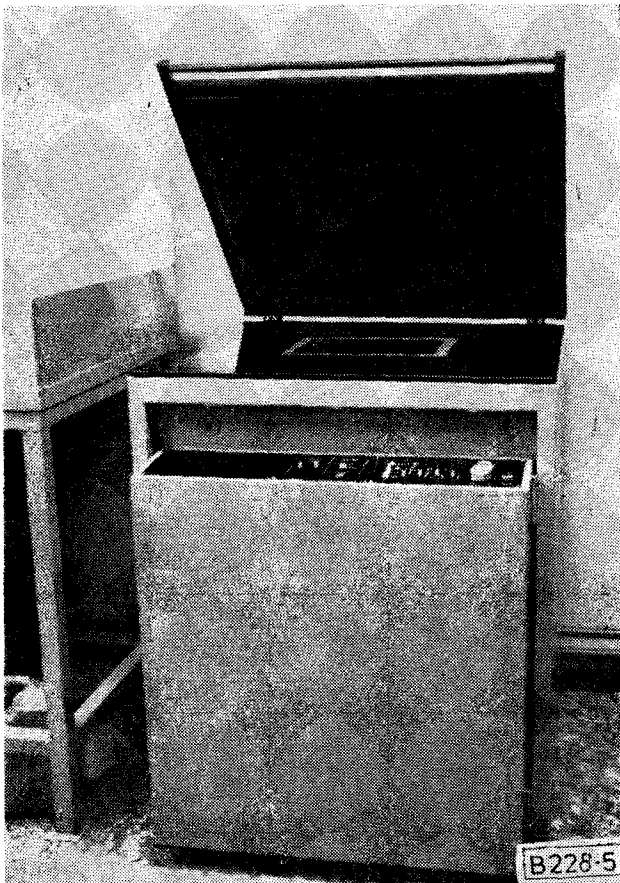
A fototechnikai rendszerben Klimsch gyártmányú ULTRA-E típusú nagypontosságú horizontális kicsinyítő kamerát telepítettünk (4. ábra).

Főbb műszaki adatok:

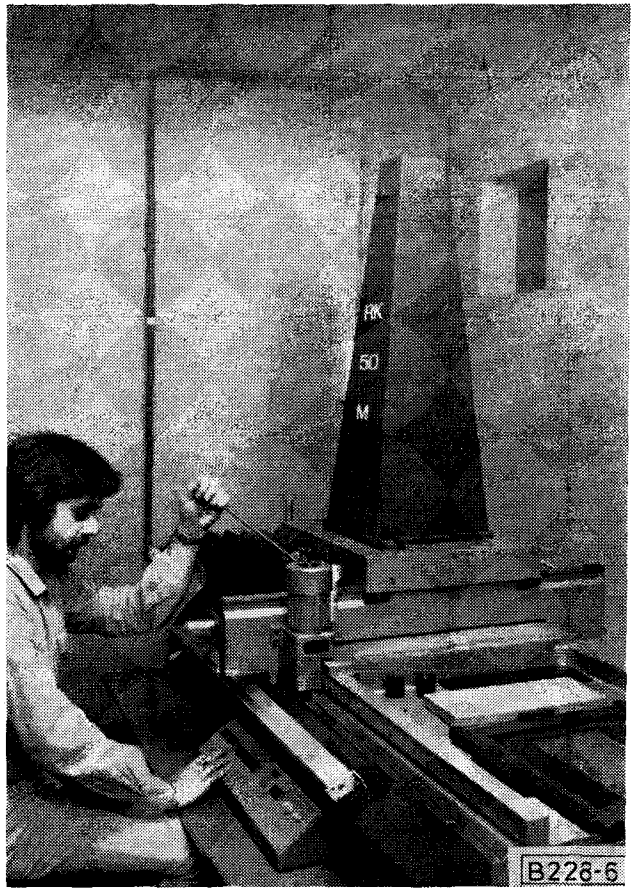
- 1200×1500 mm-es eredeti tartó,
- kicsinyítés: 2:1-től 10:1-ig,
- 0,005 mm-es beállítási lehetőség,
- széles tartományban változtatható expozíciós idők (5 sec-től 2 min-ig),



4. ábra. ULTRA – E típusú precíziós kamera (Klimsch)



5. ábra. VAKUPRINT (Klimsch)



6. ábra. RK – 50 típusú montírozó kamera (Becker)

- 4 db nagy fényerejű diffúz sugárzású stabil fényforrás,
- fény mennyiség által szabályozott exponálóóra,
- korrigált objektívek, melyeknél optimális tartományban üzemelve 0,005 mm alatt van a számított helyzethiba.

Kontaktmásolás

A kontaktmásolás során egy vagy több alkalommal negatívokról dia pozitíveket (és fordítva) állítunk elő. A kiválasztott emulziójú filmekkel és a pontosan beállítható idejű kontaktmásoló berendezéssel minimálisra csökkenthető a nyomtatott huzalozású lapok rajzolatának méretváltozása.

A gép gyártója: Klimsch, típusa: VAKUPRINT, munkafelülete: 500×600 mm. Az egyenletes megvilágítást speciálisan kialakított 150 W-os pontszerű fényforrás biztosítja (5. ábra).

Montírozás

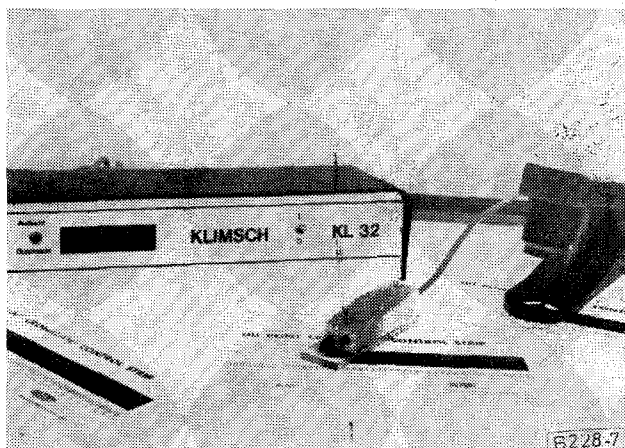
Több azonos gyártófilm összeszerkesztését montírozásnak nevezzük. A filmekkel szemben támasztott pontossági követelmények megkövetelik a nagy pontosságú montírozó kamerák alkalmazását.

Az általunk alkalmazott berendezés gyártója: Becker, típusa: RK-50 (6. ábra). A kamera lehetővé teszi 24×28 cm-es maximális méretű filmek montírozását. A legnagyobb montírozott filmméret: 50×90 cm. A gép pontos működését egy speciális filmtartó betét biztosítja. Az ebben elhelyezett és

gondosan rögzített filmet a munkafelületen mindkét koordináta mentén $\pm 0,01$ mm-es pontossággal lehet az expozícióhoz pozicionálni.

Fedettségek ellenőrzése

A filmek denzitásának (fedettségének) mérésére Klimsch gyártmányú, KL-32 típusú denzitométert használunk (7. ábra). A berendezés $\varnothing 3$ mm-es mérőfelületen lehetővé teszi a denzitás mérését 0–4,5 D méréstartományban.

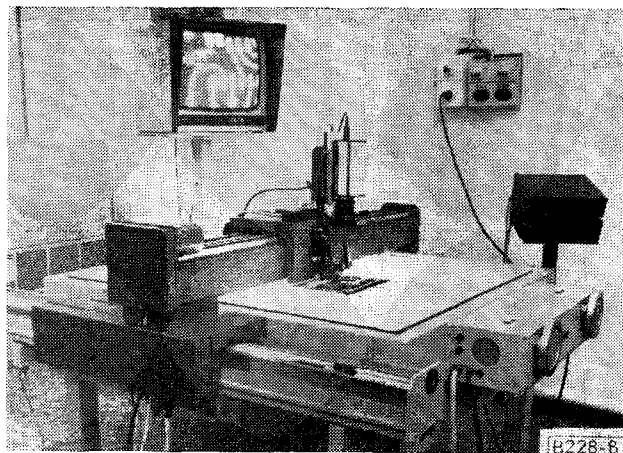


7. ábra. KL-32 típusú denzitométer (Klimsch)

Filmek méretellenőrzése

A nyomtatott huzalozású lapok gyártási hibáinak, selejtszázalékának csökkentése érdekében különösen nagy jelentőségű a mester- és gyártófilm előállítás folyamatában több alkalommal végzett méretellenőrzés. A vállalatunknál telepített Aristo gyártmányú mérőasztal lehetővé teszi a filmek $\pm 0,01$ mm-es pontosságú mérését (8. ábra). A nagy pontosságú beállítást és leolvasást Grundig gyártmányú kisméretű TV kamera teszi lehetővé. A mérőasztal mérete: 850×850 mm.

A fototechnikai rendszert magába foglaló fotolaboratóriumot a nyomtatott huzalozású lapokat gyártó üzem közvetlen közelében telepítettük azzal a szándékkal hogy a filmek nem klimatizált környezetben tartózkodási idejét minimálisra csökkentjük. A



8. ábra. Aristo gyártmányú mérőasztal

klimatizálás paraméterei mind az üzemben, mind a fotolaboratóriumban azonosak:

- hőmérséklet: $21 \pm 1,5$ °C,
- relatív légnedvesség: 50 ± 5 –10%.

A fotolaboratórium mintegy 200 m² alapterületen (klímagépházzal együtt) az eredetileg kitűzött paramétereknek, követelményeknek megfelelően üzemel. Az eddigi egyéves üzemeltetés tapasztalatai elvárásainknak megfeleltek, lehetőség nyílt az aktív felvételi technika fejlesztésére is (fordítós filmek, mikroáramkörök felvétele, ultrabolya fényre érzékeny filmek felhasználási kísérletei).

3.2.3 A fototechnikai rendszer egyéb szolgáltatásai

A fototechnikai rendszer szolgáltatásokat nyújt különféle egyéb vállalati feladatok megoldása céljából. Így a nyomda üzem részére gyártmányismertető, prospektusok, gépkönyvek készítéséhez a fototechnikai feladatokat ellátja, továbbá egyéb feladatokra (pl. feliratok készítése stb.) is igénybevehető.

I R O D A L O M

- [1] Gémes Pál, Schmidt Gábor, Zsuppán Ferenc: TECHN-T programrendszer kétoldalas nyomtatott lapok szereléstecnológiai vagy gyártási művelettervező feladatának ellátására TKI tanulmány 1980.