

316.898

20  
1976

**MŰSZERÜGYI ÉS  
MÉRÉSTECHNIKAI  
KÖZLEMÉNYEK**

2

**20**



20



MAGYAR TUDOMÁNYOS AKADÉMIA  
MŰSZERÜGYI  
ÉS  
MÉRÉSTECHNIKAI SZOLGÁLATA  
KÖZLEMÉNYEI

1976

Szerkeszti: a Szerkesztőbizottság

A Szerkesztőbizottság elnöke: Dr. Stokum Gyula

Felelős szerkesztő: Dr. Solti Mihály

Technikai szerkesztő: Dr. Nagy Guidó

Lektorálták:

Hargittay Emil, Dr. Lenkei Péter, Dr. Lukács Gyula és Sleich Gábor

E számunk munkatársai:

CECH VILMOS, okl. gépészmérnök; GÖRGÉNYI LÁSZLÓ, osztályvezető; KOMÁROMI TIBOR, okl. villamosmérnök; LÁSZLÓ GÁBOR, okl. üzem mérnök; LUGOSI TAMÁS, okl. üzem mérnök; MILLEI LAJOS, elektrotechnikus; RADNAI RUDOLF, okl. villamosmérnök; Dr. SOLTI MIHÁLY, okl. vegyész mérnök; SZENTIRMAI ENDRE, okl. gépész- és villamosmérnök

DEMJÉN IMRE, okl. villamosmérnök (MTA Izotóp Intézete); Dr. DÉKÁNY LÁSZLÓNÉ, okl. villamosmérnök, a műszaki tudományok kandidátusa (Beloianisz Híradástechnikai Gyár); GAUSZ PÉTER, okl. villamosmérnök (MTA Izotóp Intézete); RÁNKY MIKLÓS, okl. gépészmérnök (MTA KFKI); RÓZSA SÁNDOR, okl. villamosmérnök (MTA Izotóp Intézete); Dr. SEBESTYÉN GYULA, okl. gépészmérnök, a műszaki tudományok kandidátusa (BME Vízgépek Tanszék)

A kiadásért felel: Dr. Stokum Gyula igazgató

Készült az MTA Kutatási Ellátási Szolgálat Soksorozító üzemében — 767839

Felelős vezető: Szabó Gyula

## TARTALOMJEGYZÉK

### Új irányok a műszer- és mérés technikában

- Radnai Rudolf*: Digitális jelek korszerű vizsgálata és műszerei, II. rész. Digitális áramkörök funkcionális vizsgálata ..... 5

### Mérésszolgáltatás

- Komáromi Tibor*: Rezgésmérés és -elemzés ergonómiai szempontok alapján..... 19
- Szentirmai Endre*: Műanyagfeldolgozó extruderek és fröccsöntő gépek szabályozástechnikai kérdései, II. rész ..... 29
- Millei Lajos*: Építmények műszeres dinamikai állapotvizsgálata ..... 37
- Millei Lajos*: Real-time keskenysávú frekvenciaanalizátor, Brüel—Kjaer 3348 típ. 43

### Műszerkataszteri tájékoztató

- Dr. Solti Mihály*: Nyilvántartott nagy értékű műszerek ..... 49

### Kutatófilmzés

- Dr. Sebestyén Gyula—Cech Vilmos*: A kavitációs erózió vizsgálata különleges filmtechnikával ..... 51
- Dr. Dékány Lászlóné—Ránky Miklós*: Telefontechnikai jelfogókról készített nagysebességű filmfelvételek számítógépes analízise ..... 57

### Hazai műszerújdonosságok

- Demjén Imre—Gausz Péter—Rózsa Sándor*: Az MTA Izotóp Intézetében kifejlesztett új műszerek ..... 63

### Külföldi műszerújdonosságok

- Összeállította: *Dr. Solti Mihály—Lugosi Tamás—László Gábor* ..... 67

### A kölcsönműszerpark szaporulata

- Összeállította: *Görgényi László* ..... 73

# MTA MŰSZERÜGYI ÉS MÉRÉSTECHNIKAI SZOLGÁLATA

☒ 1391 BUDAPEST  
Pf. 241

## KÖZPONT:

Budapest VI., Lenin krt. 67. Tel.: 220-425\*

Titkárság  
Főkönyvelőség  
Műszerkölcsonzési Főosztály  
Műszerraktár  
Műszer- és Méréstechnikai Főosztály  
Szaktanácsadási Osztály  
Üzemeltetési Osztály



**KUTATÓFILM OSZTÁLY** (Országos Kutatófilm Központ):  
Budapest V., Akadémia u. 11. • Tel.: 116-820, 121-319

## MÉRÉSTECHNIKAI OSZTÁLY MŰSZERFEJLESZTÉSI OSZTÁLY

Budapest V., Martinelli tér 3. • Tel.: 188-824

## SZERVIZ OSZTÁLY:

Az alábbiakban felsorolt cégek műszereinek üzembehelyezése, garanciális és garanciántúli javítása, karbantartása, felújítása és szaktanácsadása:

- Perkin–Elmer, Radiometer és C. Reichert cégek  
Budapest V., Városház u. 1. • Tel.: 187-235, 389-140
- Hewlett–Packard, Philips, Tekelec–Airtronic,  
Beckman, Kontron–Labtest cégek  
Budapest VI., Lenin krt. 67. • Tel.: 420-514, 220-425\*
- Brabender, Hottinger–Baldwin Messtechnik, Philips GmbH cégek  
Budapest V., Martinelli tér 3. • Tel.: 188-824

## SZOLGÁLTATÁSAINK

### Műszerkölcsonzés

Kölcsonnműszerek bemutatása, kezelési tanácsadás.  
Kölcsonzott műszerek szállítása

### Kutatófilmek készítése – különleges filmtechnika

Nagysebességű és idősűrítő felvételek  
Infravörös regisztrálás  
Schlieren-vizsgálatok  
Mikrokinematográfia  
Filmanyagok mágneshang-csíkozása  
Kutatófilmes dokumentáció

### Mérésszolgáltatás

Speciális akusztikai vizsgálatok, zaj- és rezgésmérések  
Hőtechnikai mérések

Mechanikai igénybevétel mérése nyúlásmérőbélyeges  
módszerrel  
Villamos mennyiségek mérése és regisztrálása

### Szaktanácsadás

Műszerbeszerzési és méréstechnikai tanácsadás  
Műszerkataszter  
Műszaki folyóirat- és könyvtár, műszerprospektustár

### Szervizszolgáltatás és szaktanácsadás

Beckman, Brabender, Hewlett–Packard, Hottinger–Baldwin  
Messtechnik, Kontron–Labtest, Perkin–Elmer, Philips,  
Philips GmbH, Radiometer, C. Reichert és Tekelec  
Airtronic cégek tudományos és ipari műszereivel  
kapcsolatban

# ÚJ IRÁNYOK A MŰSZER- ÉS MÉRÉSTECHNIKÁBAN

## Digitális jelek korszerű vizsgálata és műszerei, II. rész

### Digitális áramkörök funkcionális vizsgálata

*A digitális jelek vizsgálata a mérés technika egyik leggyorsabban fejlődő területe. A szerző a cikk első részében, amely a Közlemények 19. számában jelent meg, a digitális jelek villamos jellemzőinek mérésével, a most közzétett második részben a funkcionális vizsgálattal foglalkozik.*

A digitális áramkörök funkcionális vizsgálata az áramkör működésének a rendszer-idő (órajel) függvényében történő ellenőrzése.

A 60-as évek elején a digitális áramkörök diszkrét elemekből ( tranzisztorokból, diódákból) épültek fel. A félvezető gyártástechnológia fejlődése és különösen a planár technika kifejlesztése lehetővé tette bonyolult logikai áramkörök kialakítását egyetlen kis félvezető lapkán. Ekkor indult meg a digitális integrált áramkörök tömeges gyártása. Ezzel egyidőben vált nyilvánvalóvá, hogy az analóg vizsgálóeszközök (multiméter, oszcilloszkóp) nem használhatók hatásonosan logikai áramkörökben végzett mérésekhez.

1968-ban fejlesztették ki az első, digitális mérőeszközt: a logikai vizsgálót. Ez digitális kijelzéssel rendelkezik, a vizsgált áramköri pont logikai szintjét és impulzus viselkedését indikálja. A második, „kézi” logikai vizsgálóeszköz az IC-\*vizsgáló volt, amely 1970-ben jelent meg, és a 16 vagy 14 kivezetéses DIP integrált áramkörök kivezetéseiben megjelenő logikai szintek egyidejű indikálására használható. Ezek az eszközök olcsók, kezelésük rendkívül egyszerű, de két hátrányos tulajdonságuk van:

— egyszerre az áramkörnek csak igen kis részét vizsgálják,

— az impulzus érzékelés érdekében időkiterjesztés elvén működnek, és ez korlátozza működési sebességüket.

Ezek a vizsgáló eszközök tehát nem alkalmazsák bonyolult digitális rendszerek vagy berendezések működésének vizsgálatára.

1973 végén jelent meg a műszerpiacon a HEWLETT—PACKARD 5000 A típusú logikai analizátor, az első alapvetően digitális elven működő vizsgáló műszer. Azóta sorra jelennek meg az egyre bonyolultabb feladatok elvégzésére alkalmas digitális vizsgáló berendezések, amelyek két csoportra oszthatók:

1. digitális triggerekre és
2. logikai analizátorokra.

A *digitális triggerek* feladata az oszcilloszkópok mérési lehetőségeinek kiterjesztése digitális jelek vizsgálatánál.

A *logikai analizátorok* a digitális áramköri vizsgálatok sokoldalú műszerei. Ezek több (általában 8) csatornán egyidejű jelvizsgálatot tesznek lehetővé. A belső tárolás következtében alkalmasak gyors, nem ismétlődő jelek lelassított, könnyen kiértékelhető kijelzésére.

#### 1. Digitális triggerek

A hagyományos oszcilloszkópok trigger áramkörei az eltérítő fűrészfeszültséget indító tüimpulzust állítják elő. Ez a tüimpulzus vagy magából

\*A szövegben található, általánosan elterjedt rövidítések magyarázata a cikk végén található.

a vizsgált jeltől, vagy külső trigger jeltől származik. Külső triggerezést akkor használunk, ha a mérés során rendelkezésre áll egy olyan vezérlő jel, amely egyértelműen kijelöli a vizsgálni kívánt jelenség kezdeti időpontját. Különleges jelentősége van a triggerezésnek a digitális technikában. Lényeges különbség a hagyományos triggerezéshez képest, hogy itt a trigger jel előállításához több jelenség szimultán figyelése szükséges. Jól szemlélteti ezt az egyik leggyakoribb feladat, az alrendszerek vagy rendszerek közötti adatátvitel vizsgálata.

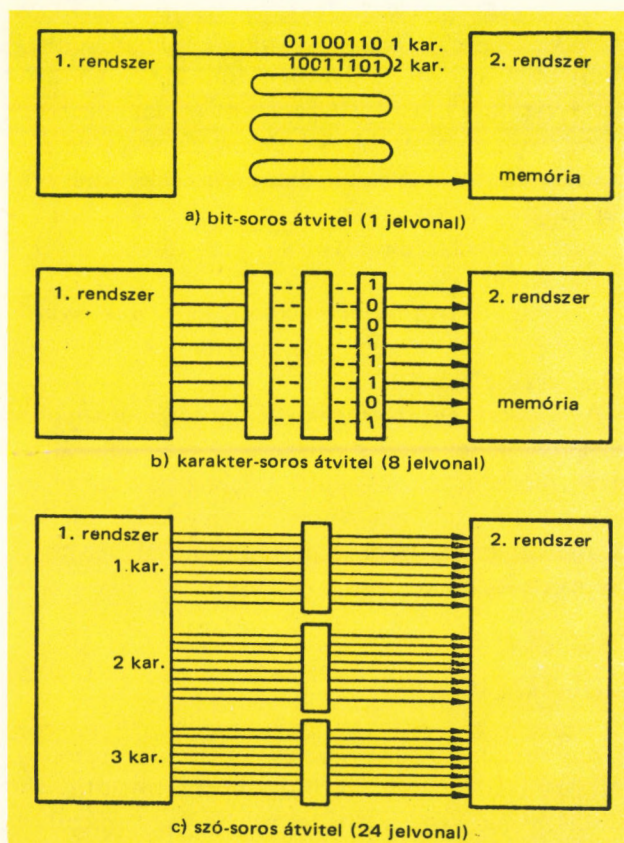
Digitális rendszerekben az adatábrázolás általában 32 vagy 24 bit-es szavakkal történik, amelyek általában 8 vagy 6 bit-es karakterekre bonthatók. Az adatátvitel egyik fontos jellemzője a szó-szervezés. Aszerint, hogy egy szó karaktereit és ezen belül egy karakter bit-jeleit milyen módon továbbítjuk, háromféle átvitel különböztethető meg (1. ábra):

- a) bit-soros;
- b) karakter-soros;
- c) szó-soros.

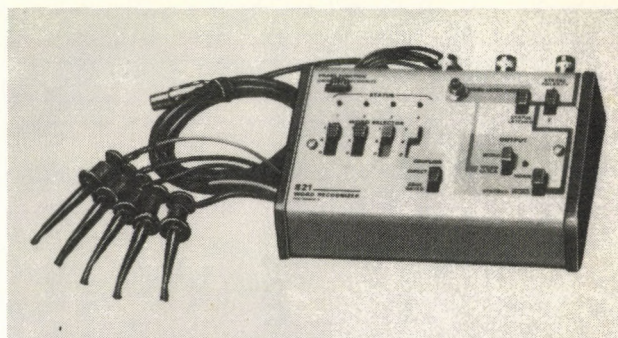
Ha az adat-átvitel során tévesztés történik, elkerülhetetlen az információt hordozó digitális je-

lek: az információs bitek vizsgálata. Ehhez soros vagy párhuzamos *bit-kép* felismerés szükséges, az átviteli módszertől függően. Erre a feladatra használhatók a *digitális trigger*ek, amelyek vezérlő jelet adnak az oszcilloszkóp indításához, ha a bemenő pontjaikon az előre kiválasztott és beállított bit elrendezés kialakult. Ezt a triggerezést *kombinatív triggerezésnek* vagy más néven *Bool-triggerezésnek* nevezzük. A gyakorlati megoldásban párhuzamos bit „kép” felismeréséhez NAND kapukat, soros bit elosztás felismeréséhez *shift regiszter* komparátorokat használnak.

Az egyik legegyszerűbb, de rendkívül sokoldalúan felhasználható digitális trigger a *TEKTRONIX 821, Word Recognizer* (2. ábra), amely négy párhuzamos jelvonal logikai szintjének figyelésére alkalmas. A kívánt bit kép kiválasztása háromállású szelektor kapcsolók beállításával történik. (H szint, L szint vagy figyelmen kívül). az egyes vonalak pillanatnyi logikai állapotát a szelektor kapcsolók felett elhelyezett LED-ek jelzik.



1. ábra. Adatátviteli módszerek

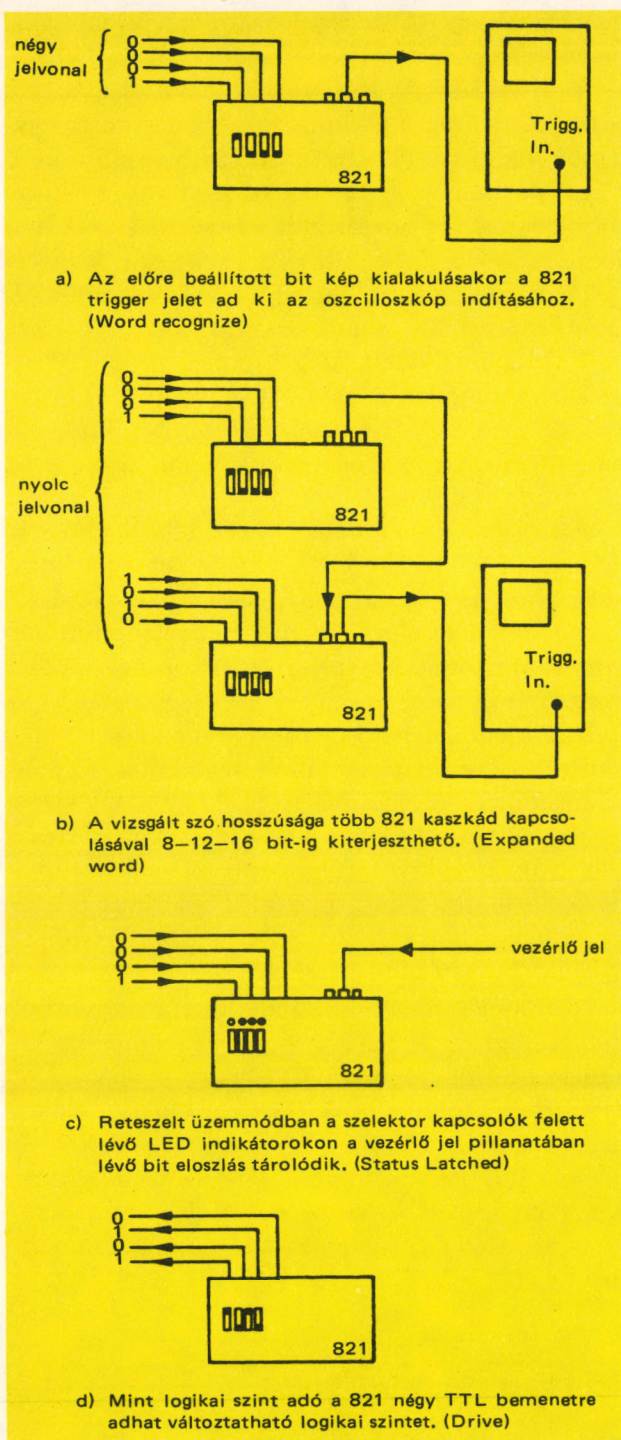


2. ábra. Tektronix 821 típus. Word Recognizer

Az üzemmód átkapcsolásával a *figyelő* funkciót *generátor* állapot váltja fel, és négy TTL logikai bemenetre képes változtatható logikai szintet adni. A 3. ábra a legjellemzőbb mérési lehetőségeket mutatja be. A műszerhez tartozó, *szinkódolt* mérőfejek 1,25 TTL egységterhelést jelentenek a vizsgált áramköri pontokon. Mint logikai szintadó 6 *Fanout*-tal rendelkezik.

Korszerű oszcilloszkópokban a késleltetett eltérítés lehetővé teszi a kijelzett jelszakasz időbeli eltolását a trigger jelhez képest. Digitális áramkörökben a feszültség-idő függvény vizsgálata helyett a feszültségnek az *órajel* függvényében



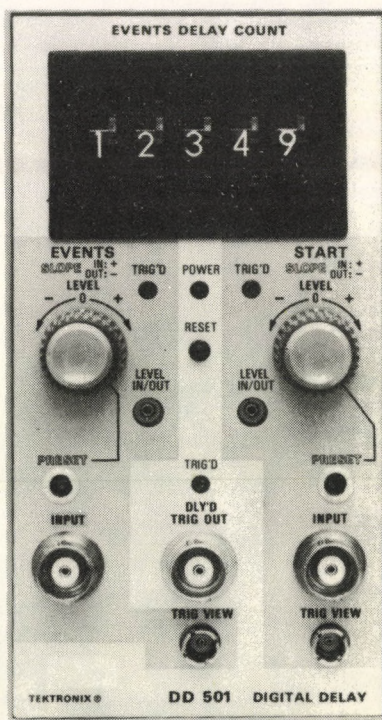


3. ábra. A Tektronix 821 típusú digitális trigger mérési lehetőségei

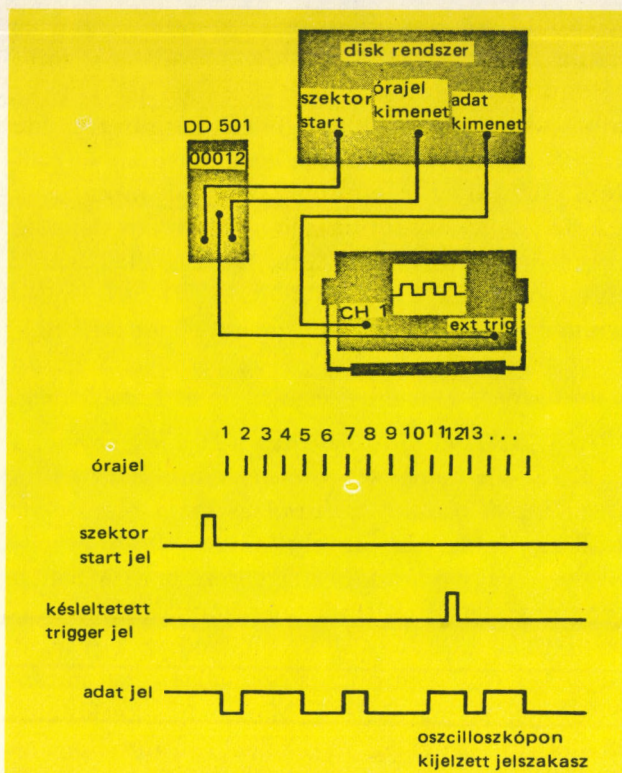
történi vizsgálata kerül előtérbe. Ha egy áramkörnek az a feladata, hogy kimenő impulzust szolgáltatson 1024 órajel ciklussal egy indító jel után, lényegtelen, hogy az ennek megfelelő időtartam pl. 0,509 ms. Még nyilvánvalóbb az óra-

jel döntő szerepe olyan rendszerekben, ahol az órajel frekvenciája folyamatosan változik, mint például *disc* tárolók esetén. Ezekben ugyanis az adott órajel-ütemnek megfelelő késleltetési idő folyamatosan változik. Az egyetlen biztos és állandó adat ilyen esetekben az órajel impulzusok száma. Ez az oka annak, hogy az időkésleltetés helyét a *digitális késleltetés* foglalja el. Ezen az elven működik a *TEKTRONIX DD 501* típusú trigger egység, a *TM 500* modul rendszerű műszer család tagja (4. ábra). Működését az 5. ábrán látható mérési elrendezés alapján érthetjük meg.

A *START* jel indítása után a *DD 501* számolja az *EVENTS* bemenetére érkező impulzusokat, s az előlapon beállított impulzus szám elérésekor kiad egy impulzust, amely felhasználható oszcilloszkóp vagy számláló triggerezésére. Mivel a bemeneti küszöbszintek változtathatók, a műszer *TTL*, *ECL* és *MOS* logikákhoz egyaránt használható. Az impulzus számlálás felső határfrekvenciája 65 MHz. Maximális késleltetés 99 999 impulzus. Az érzékelhető minimális impulzusszélesség 5 ns. A műszer előlapján LED indikátorok jelzik a működés fázisait: *START*, *Számlálás*, *TRIG OUT*. A műszer frekvencia-



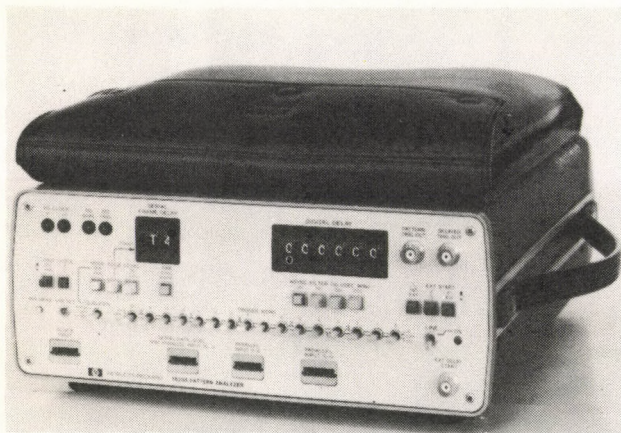
4. ábra. Tektronix gyártmányú DD 501 típusú digitális trigger. A késleltetés értéke az előlapon állítható be



5. ábra. A Tektronix gyártmányú DD 501 típusú egyik jellemző felhasználási területe háttértárolók vizsgálata

osztásra is felhasználható, az osztásarány az előlapon állítható be.

A TEKTRONIX DD 501 fő felhasználási területe soros adatátvitel vizsgálata. Használatával megszűnik a mechanikus sebességváltásból eredő jitter (remegés), amely háttértárolók (disc,



6. ábra. Hewlett—Packard gyártmányú 1690A típusú Pattern Analyzer, 16 bit hosszúságú soros vagy párhuzamos szó felismerésére alkalmas

mágnesszalag stb.) oszcilloszkópos vizsgálatánál jelentkeznek.

A HEWLETT—PACKARD 1620 A Pattern Analyzer soros és párhuzamos triggerezésre egyaránt alkalmas (6. ábra). A felismerendő soros vagy párhuzamos szó hosszúsága maximálisan 16 bit lehet. Az adatáramlás felső határfrekvenciája 20 MHz. A beállított trigger szó felismerésekor kiadott trigger jel egy 2 V amplitúdójú és 30 ns időtartamú impulzus.

Párhuzamos adatáramlás vizsgálatánál szinkron üzemmódban a műszert a vizsgált áramkör órajele vezérli. A felismerendő bit kép kiválasztása 16 db háromállású kapcsolóval történik (H szint, L szint, Ki).

Aszinkron üzemmódban a vizsgálat külső órajel nélkül történik. Ebben az esetben a párhuzamos csatornán érkező adatjelek időbeni elcsúszása hamis triggerelést okozhat. Ezt a beépített változtatható impulzus szélesség szűrő akadályozza meg.

Különleges lehetőségekkel rendelkezik ez a műszer soros adatáramlás vizsgálatánál. Egy ún. minősítő vonal lehetővé teszi, hogy a bit elrendezést egy adott időben vagy időtartam alatt érzékeljük. Ezenkívül a minősítő jel és a beépített soros késleltetés segítségével a beállított bit képet a jelvonalon érkező adat csoportokhoz illesztjük (hosszú, soros szó felismeréséhez).

A kimenő trigger impulzus digitálisan késleltethető (max. 999 999 órajel). A bemeneti küszöbszint választhatóan TTL vagy  $\pm 10$  V között beállítható. Indikátorok jelzik a műszer előlapján az órajel, a minősítő jel és trigger kimenet pillanatnyi logikai állapotát. Párhuzamos adatvizsgálat esetén speciális mérőfej készlet biztosítja a műszer csatlakozását a vizsgált áramköri pontokra.

## 2. Logikai analízátorok

Egy egyszerű digitális áramkör időzítés viszonyait hagyományos analóg elvű műszerek, impulzus generátor és több csatornás oszcilloszkóp segítségével vizsgálhatjuk meg. Ezeknél a méréseknél az impulzus generátor ismétlődő bemenő jelet szolgáltat és az ennek megfelelő kimenő jelek az oszcilloszkópon láthatók.

A digitális áramkörök növekvő komplexitása, az MSI és LSI technológia elterjedése a mérési

követelmények összetettségét vonja maga után. Az egyik probléma a vizsgálatoknál az, hogy több jelvonal logikai állapotát kell érzékelni egyidőben. A másik alapvető probléma a gyorsaság. Egy szinkron szekvenciális hálózat működését az órajel vezérli. Az órajel frekvenciája a mérés során általában nem csökkenthető le a működési viszonyok lényeges megváltozása nélkül. Az érzékelésnek tehát időben lépést kell tartania az áramkör működésével. Ugyanakkor a kijelzés gyorsaságát a kiértékelhetőség erősen korlátozza. Ezért nem jelent megoldást többcsatornás oszcilloszkópok használata. Ezekben az oszcilloszkópokban gyors, nem ismétlődő jelek vizsgálata *chopped* üzemmódban történik. Ez az üzemmód korlátozza az időfelbontást, amely maximumisan a chopper intervallum és a csatornaszám szorzata. A legjobb oszcilloszkópok chopper frekvenciája 1 MHz körül van. Ennek megfelelően egy kétcsatornás oszcilloszkóp időfelbontása kb. 2  $\mu$ s. Könnyen beláthatjuk, hogy az oszcilloszkópok nem elégítik ki a gyors és több csatornán érkező digitális jelek vizsgálatának követelményeit. Ezeknek a mérési problémáknak a megoldása egy új műszer család: a *logikai analizátorok* feladata. Ezek alapvetően különböznek a hagyományos oszcilloszkóptól, mert az *adatgyűjtést* és a *kijelzést* időben és frekvenciában szétválasztják. Az adatgyűjtés a vizsgált rendszerre jellemző frekvencián történik. A kijelzés frekvenciája úgy választható meg, hogy a kapott ábra a képernyőn jól kiértékelhető legyen.

A logikai analizátorok legfontosabb jellemzői a párhuzamosan vizsgálható csatornaszám, a memória kapacitás és a maximális felbontóképesség. Két fő csoportot különböztethetünk meg:

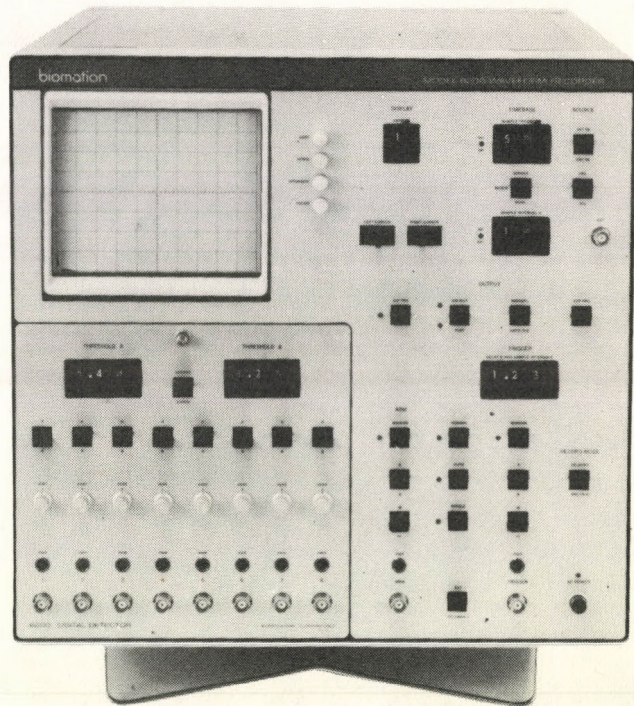
- a) logikai időzítés-analizátorokat és
- b) logikai állapot-analizátorokat.

A két műszer csoport más célra szolgál. A *logikai időzítés-analizátorok* elsősorban olyan alapvető elektromos jellemzők vizsgálatára alkalmasak, mint küszöbszint, zajimmunitás, működési idők stb. A *logikai állapot-analizátorok* a legalkalmasabb például adatvonalak szekvenciáinak azonosítására, vagy számítógép programok jeleinek vizsgálatára. A leglényegesebb szerkezeti különbség köztük az, hogy amíg az időzítés-analizátorok egyik legfontosabb egysége a belső órajel generátor, az állapot-analizátorok csak külső órajel vezérléssel működnek.

## 2.1. Logikai időzítés-analizátorok

Digitális áramkörök ellenőrzésének egyik legjobb módja a katalógusokban vagy szerviz leírásokban megadott időzítés diagramok vizsgálata. Az időzítés diagram áttekinthetően tartalmazza a digitális áramkör ki- és bemeneti jeleinek kombinációs és szekvenciális összefüggését. Az időzítés-analizátorok képernyőjén minden jelvonalat egy négyszöghullám-sorozat képvisel, jelezve a H vagy L szintet. Ez az ábra a képernyőn balról jobbra halad az időtengely mentén. A csatornák párhuzamos elhelyezése könnyű összehasonlítást biztosít.

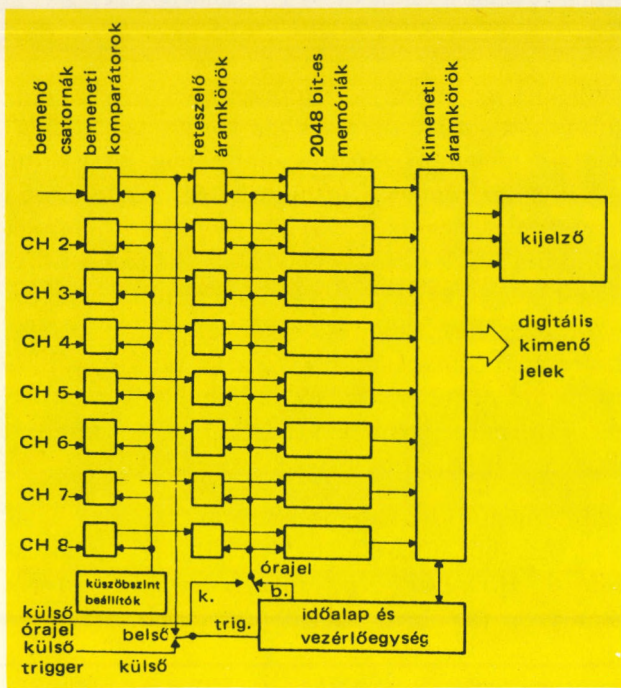
Jelenleg a legnagyobb tároló kapacitású és leggyorsabb működő logikai időzítés analizátor a *BIOMATION Model 8200 Waveform Analyzer* (7. ábra). Belső memóriája 8 bejövő



7. ábra. Bionation gyártmányú 8200 típusú logikai időzítés-analizátor

csatorna mindegyikén 2048 bit információt képes tárolni. Egyaránt alkalmas szinkron és aszinkron vizsgálatokra, 200 MHz órajel frekvenciáig. Ez 5 ns/bit maximális felbontást jelent. Működési vázlatát a 8. ábrán látható.

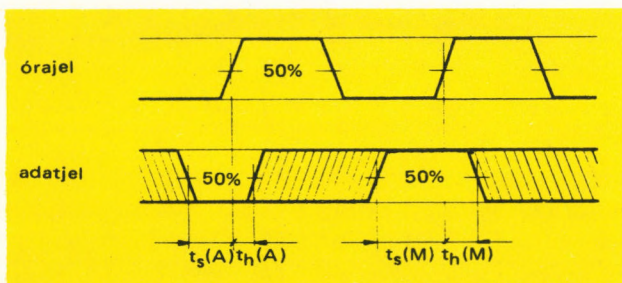
A bemeneti komparátorok 8 jelvonal logikai



8. ábra. Biomation 8200 típ. logikai analízator tömbvázlata

állapotát vizsgálják egy tetszés szerint beállítható küszöbszinthez képest. A mintavételt külső vagy belső órajel vezérli. A vett mintákat a memória szekvenciálisan tárolja. Kijelzéskor ezt az információt a memóriából kiolvastva analóg jellé alakítja át és időzítés diagram formájában jelzi ki a képernyőn. A műszernek két bemeneti üzemmódja van, *mintavevő* és *reteszelt*.

*Mintavevő* üzemmódban a bemeneten levő jelek logikai állapota az órajel felfutó élének időpillanatában kerül a memóriába. Lényeges ennél a vizsgálatnál, hogy a logikai analízator ugyanúgy érzékelje és értékelje a mérendő jeleket, mint maga a vizsgált áramkör.



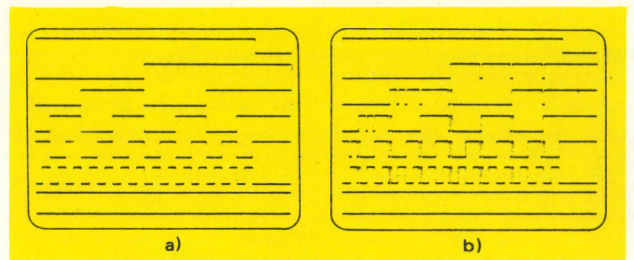
9. ábra. Szinkron szekvenciás hálózat általános időzítés diagramja. A logikai állapot változásokat az órajel vezérli

Szinkron szekvenciális áramkörökben az órajel az első számú változó. A jelvonalon az állapotváltozások az órajel aktív éle után kezdődnek és a következő órajel érkezése előtt fejeződnek be. A megbízható mérés feltétele, hogy a mintavétel akkor történjék, amikor az állapotváltozások már lezajlottak. Az időzítés viszonyok a 9. ábrán láthatók. Az ábrán látható jelölések:

- $t_s$  az órajel aktív átmenetét közvetlenül megelőző intervallum, amelyben a bemeneti állapotok felismerése megkezdődik (Setup time);
- $t_h$  az órajel aktív átmenetét követő intervallum, amely addig tart, amíg a bemeneti állapotok felismerése be nem fejeződik (Hold time).

Ezek a mennyiségek a logikai analízatorok fontos jellemzői. A Biomation 8200 típus esetén  $t_h = 2ns$  és  $t_s = 1 ns$ .

A mintavevő üzemmódból adódik, hogy a műszer nem érzékeli az órajelek közötti keskeny impulzusokat (ún. *hazard* jeleket), amelyek befolyásolhatják az áramkör működését. *Reteszelt* üzemmódban a műszer érzékeli és időzítve kijelzi az 1 ns-nál szélesebb zavaró impulzusokat (10. ábra).

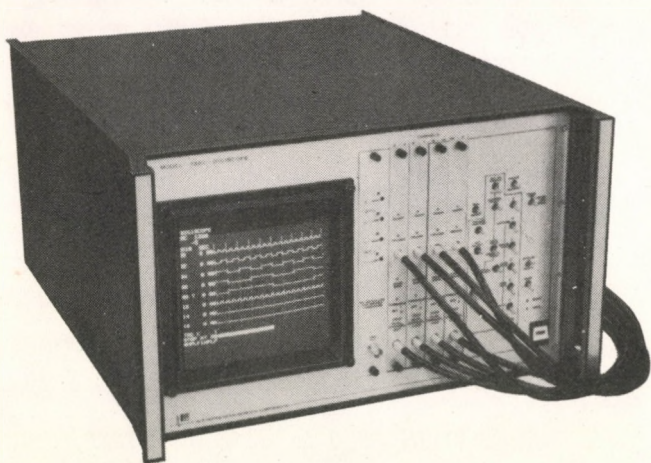


10. ábra. A Biomation 8200 típ. logikai analízator *RETESZELT* üzemmódban (b ábra) időzítve jelzi az áramköri működést zavaró *hazard* jeleket

A műszer képernyőjén megjelenő időzítés diagram kiértékelését számjegyes kiírás és két beállítható marker könnyíti meg. A markerek fénylő pontokat képeznek a csatornák jelvonalaán. A baloldali markertől kiindulva a vízszintes eltérés kinyújtható ( $\times 2, \times 5, \times 10, \times 50, \times 100$ ). A képernyő számjegyes kiírása a mintavétel periódusidejét, a markerek közötti órajel számot és a vízszintes nyújtás értékét tartalmazza.

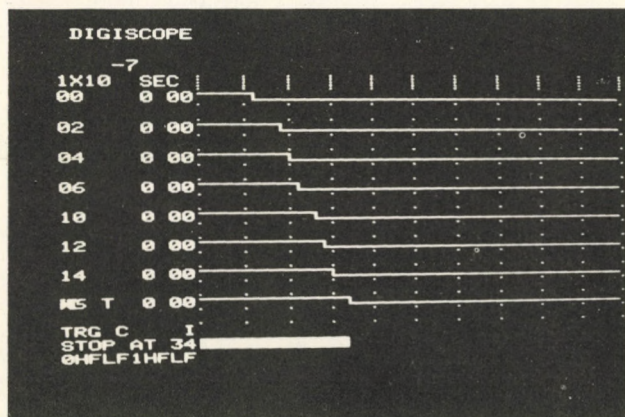
Rendkívül értékes tulajdonsága ennek a műszernek, hogy kristály-vezérelt belső órajel generátorának frekvenciája 0,2 Hz és 200 MHz között 29 fokozatban változtatható. Ennek segítségével az adatjelek időzítését rendkívül finom felbontásban vizsgálhatjuk. Ezeknél az aszinkron üzemmódban végzett méréseknél alapvető szabály, hogy a belső órajel sokkal nagyobb frek-

venciájú legyen, mint a vizsgált áramkör órajele. Ha ez a feltétel nem teljesül, a két órajel frekvenciájának keveredése hibát okoz az adatrögzítésben. Általános érvényű szabályként kimondható, hogy aszinkron mérésnél a belső órajel frekvenciája legalább ötszöröse legyen a vizsgált áramkör órajel frekvenciájának.

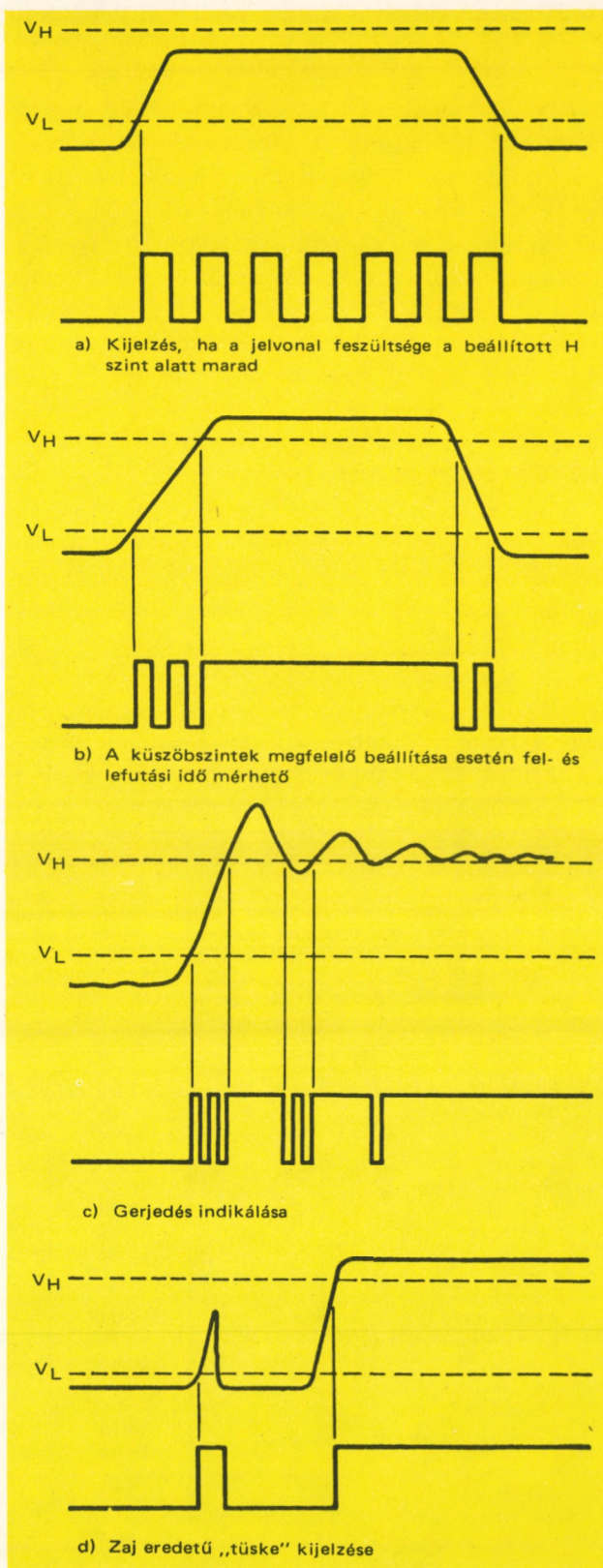


11. ábra. AMC—1320 típusú DIGISCOPE (E—H Research Laboratories gyártmány)

Sokoldalúan felhasználható műszer digitális áramkörök és rendszerek vizsgálatánál az E—H Research Laboratories által gyártott AMC-1320 típusú DIGISCOPE (11. ábra). Nyolc bemeneti csatornája aktív mérőfejekkel csatlakozik a vizsgálandó pontokra. A bemenetekről érkező jeleket bináris átalakítás után a 100 bit tároló kapacitású adatszerző regiszter tárolja. Az adat-



12. ábra. AMC—1320 típusú logikai analizátor kijelzése. A trigger pontot fénylő csík jelöli ki a képernyő alján



13. ábra. Az AMC—1320 típusú DIGISCOPE kijelzése különböző bemenő jelek esetén. Négyszögjel sorozat jelzi, ha a mérendő pont feszültsége a beállított küszöbszintek között van

rögzítést kombinatív triggereléssel állíthatjuk le. Ekkor kezdődik az adatok átvitele a display regiszterbe. A display regiszter tartalma egyszerre kerül a képernyőre. Három kijelzési sebesség között választhatunk. A leggyorsabb ezek közül a 8 kijelzés/s, a leglassúbb a 16 s/kijelzés. Ha az egyik display ciklus különlegesen lényeges adatot tartalmaz, a periódikus kijelzés egy nyomógombbal leállítható és az adatszerkezet tetszés szerinti ideig tanulmányozható. Ha az adatfolyam frekvenciája 20 Hz-nél alacsonyabb, közvetlen kijelzést is választhatunk, mivel ez a sebesség még kényelmesen szemlélhető. Ekkor az időrögzítés diagram balról jobbra folyamatosan halad végig a képernyőn.

A szinkron és aszinkron vizsgálatokra egyaránt alkalmas, 20 ns/bit maximális felbontással rendelkező műszer több különleges megoldást tartalmaz. Az egyik ezek közül, hogy képernyője az időzítés diagram mellett alfanumerikus kiírással a kijelzés valamennyi fontos adatát tartalmazza (12. ábra). A műszer másik különlegessége a bemeneti kettős küszöbszintű jeldetektálás. Ennek köszönhető, hogy a bemeneti analóg-

-bináris átalakításnál nem vesznek el olyan fontos információk, mint felfutási idő, házard jelek, gerjedések, tüskék stb. A megoldás lényege egy speciális kijelzés az adott csatorna jelvonalán, ha a bemeneti feszültség a beállítható küszöbszintek között van. A 13. ábrán különböző bemenő jelek és a hozzájuk tartozó kijelzés látható.

Az AMC—1320 bemeneti egységeit négy, egyenként két-két csatornás fiók tartalmazza. Ezt a fiók-rendszerű felépítést felhasználva az alábbi egységek illeszthetők a vázba:

- négy csatornás bemeneti fiók, egy-küszöbszintű detektálással;
- két csatornás szó generátor, 100 bit programozható szóhosszal;
- digitális trigger fiók, 32 bit hosszúságú soros szó felismeréséhez.

Ezekkel az egyszerűen cserélhető fiókokkal megtakaríthatjuk további műszerek beszerzését vagy célműszerek fáradságos megépítését.

A BIOMATION 8200 és az AMC—1320 igen gyors és jó kijelzési tulajdonságú műszerek. Emiatt áruk igen magas, kb. ötszöröse egy kor-

1. táblázat

Logikai időzítés-analizátorok fontosabb adatai

Típus/Gyártó cég	Csatorna-szám	Maximális órajel frekvencia	Tárolóképesség (csatornánként)	Érzékelhető minimális impulzus-szélesség	Belső kombinatív trigger lehetőség	Megjegyzés
8200 Biomation	8	200 MHz külső, belső	2048	1 ns	nincs	Gyorsasági és tárolási képességei lehetővé teszik ECL logikák és LSI rendszerek vizsgálatát
LA—501 Tektronix	16	100 MHz külső, belső	256 bit	5 ns	nincs	A felhasznált csatorna-szám határozza meg a tároló képességet, pl. 4 csatornán 1024 bit tárolható
AMC—1320 E—H Research Lab.	8	50 MHz külső, belső	100 bit	10 ns	van	Különlegessége a kettős küszöbszintű jel detektálás
LS—6211 Iwatsu	8	20 MHz külső, belső	252 bit	20 ns	van	
Vector—16 Vector Ass., Inc.	16	20 MHz külső, belső	256 bit	25 ns	van	
810—D Biomation	8	10 MHz külső, belső	250 bit	10 ns	nincs	Saját kijelzéssel nem rendelkező berendezés. Bármelyik oszcilloszkóppal összekapcsolható.

szerű 100 MHz-es oszcilloszkóp árának. Vannak azonban hasonló feladatokra használható, de jóval egyszerűbb és ezért olcsóbb időzítés-analizátorok is. Az 1. táblázat áttekinthető formában tartalmazza a különböző típusú logikai időzítés-analizátorok fontosabb adatait.

Hazai gyártmányú logikai időzítés-analizátor a HIKI-ben kifejlesztett TR 4901 típusú *Digitális memória oszcilloszkóp*. Részletes ismertetése a Mérés és Automatika 1975. évi 6. számában található.

## 2.2. Logikai állapot-analizátorok

Szinkron szekvenciális áramkörök vizsgálatánál egy meghatározott kimeneti állapot eléréséhez rendszerint nem elég a megfelelő logikai szinteket az áramkör bemeneti pontjaira kapcsolni, hanem a kérdéses állapotot megelőző bemeneti szekvenciák lejátszása is szükséges. Így a mérés eredménye egy gyorsan (az órajel ütemében) változó jelsorozat a kimeneten. Ebből kell kiválasztani a számunkra érdekes állapotot. Ehhez olyan műszer szükséges, amely több áramköri pont logikai állapotát áttekinthetően ábrázolja a külső órajel ütemében. Ilyen műszereket, ún. *logikai állapot-analizátorokat* a Hewlett-Packard cég gyárt.

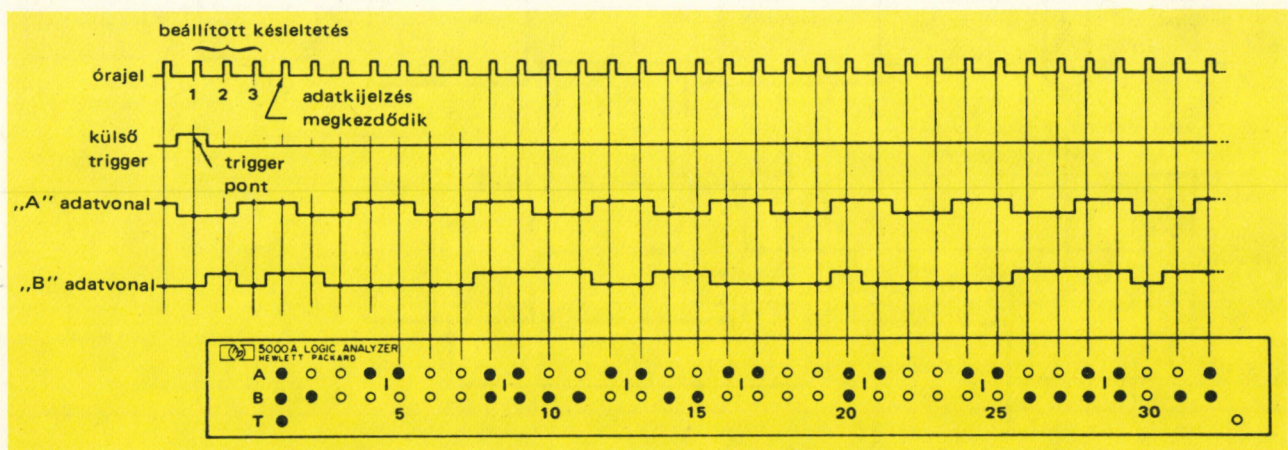
A 14. ábrán látható **HEWLETT-PACKARD 5000A Logic Analyzer** két sorban, 32 LED diódán jelzi az A és B bemeneteken megjelenő adatokat. A fényemittáló diódák akkor világítanak, amikor logikai H szintet jeleznek. A vízszintes



14. ábra. Hewlett—Packard gyártmányú 5000A típ. logikai állapot-analizátor

változó a kijelző soron az idő, a vizsgált áramkör vagy rendszer órajel idejében mérve (15. ábra). A műszer különlegessége, hogy az A és B bemeneti adatok Bool-kombinációi is kijelzethetők ( $A \cdot B$ ,  $A + B$  és  $A \oplus B$ ). Rendkívül hasznos ezek közül az  $A \oplus B$  kijelzés. Ennek, az ún. **KI-ZÁRÓ-VAGY** műveletnek az eredménye akkor „MAGAS”, ha A és B különbözik. Ezáltal két jelsorozat összehasonlításakor közvetlenül az eltérés kerül kijelzésre. Egy másik hasznos lehetőség, hogy a két kijelző sor sorbakapcsolható, így 64 órajel ütem jelezhető ki egyszerre.

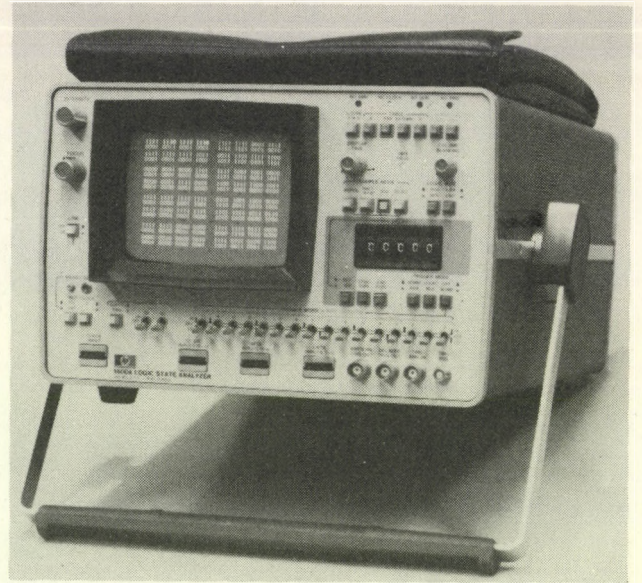
Ez a műszer elsősorban soros jelvizsgálathoz



15. ábra. A Hewlett—Packard 5000A típ. logikai analizátor kijelzése. LED indikátorok jelzik a logikai szintet

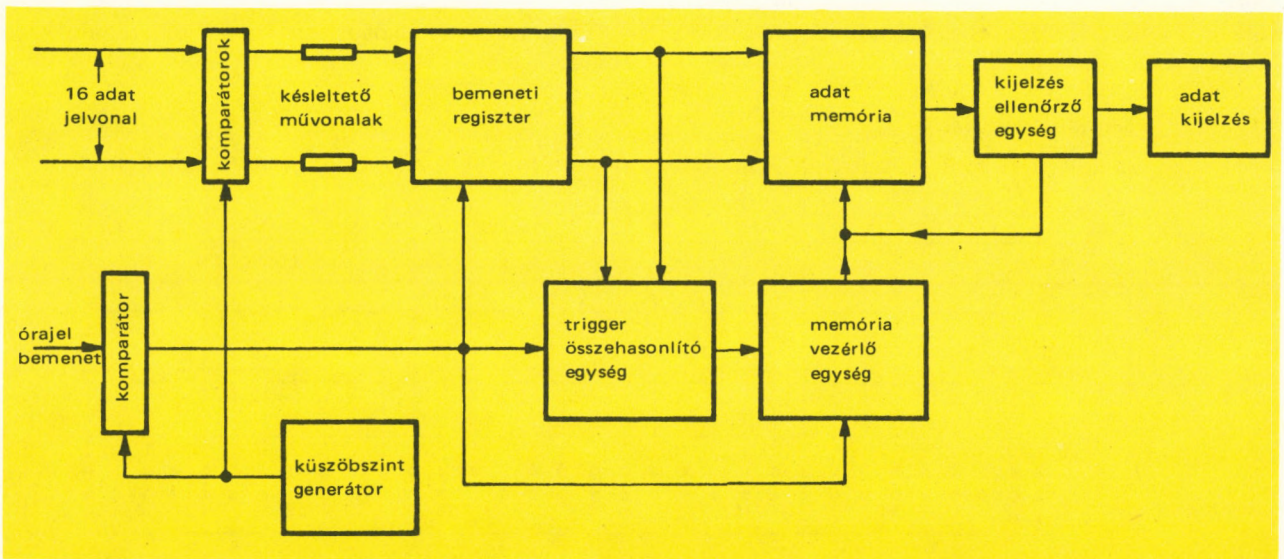
készült. Hasznos kiegészítője az előzőekben ismertetett *H—P 1620A digitális trigger*, amely a beállított soros bit kép felismerése után indítja a logikai analizátort.

A Hewlett—Packard cég újabb állapot-analizátorait a nagyobb párhuzamosan vizsgálható csatornaszám és az áttekinthetőbb adatkijelzés jellemzi. A legújabb és legkorszerűbb logikai állapot-analizátor az 1975. májusában megjelent *1600A LOGIC STATE ANALYZER* (16. ábra). Működési vázлата a 17. ábrán látható. A 16 bemenő csatorna jeleit komparátorok alakítják át bináris formába. A digitalizált adatok késleltető vonalakon keresztül jutnak a bemeneti regiszterbe. A késleltető vonalak az előző fejezetben megismert bemeneti jellemzők javítását szolgálják (Hold time, Setup time). Az adatok beírását a bemeneti regiszterbe a vizsgált rendszer órajele vezérli. A beírt adatokat a trigger összehasonlító áramkör a 16 db háromállású kapcsolóval kiválasztható trigger szóhoz hasonlítja. A két szó egyezése esetén indítást kap a memória vezérlő egység, amely a kiválasztott működési módnak megfelelően vagy elindítja, vagy leállítja az adatok átírását az adatmemóriába. Ha vég-triggerelést (END DISPLAY) használunk, akkor az adatmemória a trigger szót megelőző 16 órajel ütem alatt beérkező jeleket tárolja. Elő-triggerelés (START DISPLAY) esetén a memória a triggert követő 16 szót tárolja. Miután az adattárolás lezárult, az adatmemória vezérlé-



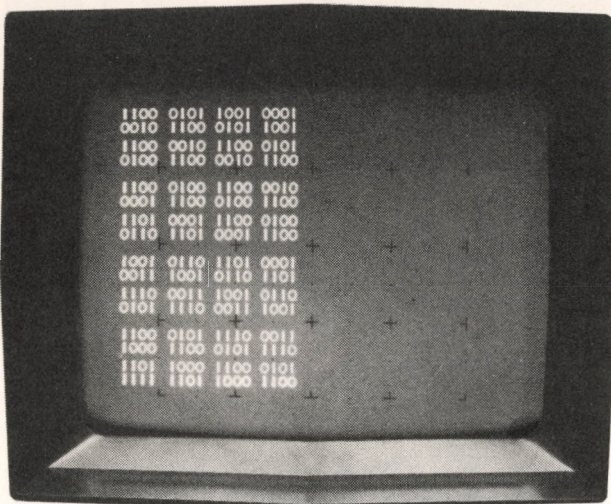
16. ábra. Hewlett—Packard 1600A típ. logikai állapot-analizátor

sét a kijelzés ellenőrző egység veszi át. Ennek az egységnek a feladata, hogy a tárolt adatokat áttekinthető, könnyen olvasható formában jelezze a képernyőn. Az adatok kijelzése a képernyő bal felén történik, 0 és 1 jelekkel (18. ábra). Ha egy adatszerkezet különlegesen érdekes, akkor ezt egy külön memóriában tárolhatjuk, és kijelzhetjük a képernyő jobb felén. Ez a tárolt adatszerkezet egyszerűen összehasonlítható más adatszerkezetekkel, ha a KIZÁRÓ-VAGY (EX-



17. ábra. Hewlett—Packard 1600A típ. logikai analizátor egyszerűsített tömbvázlata. A működést a vizsgált rendszer órajele vezérli

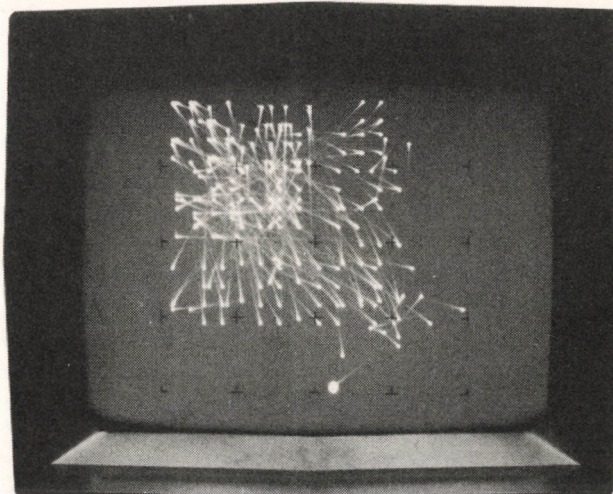




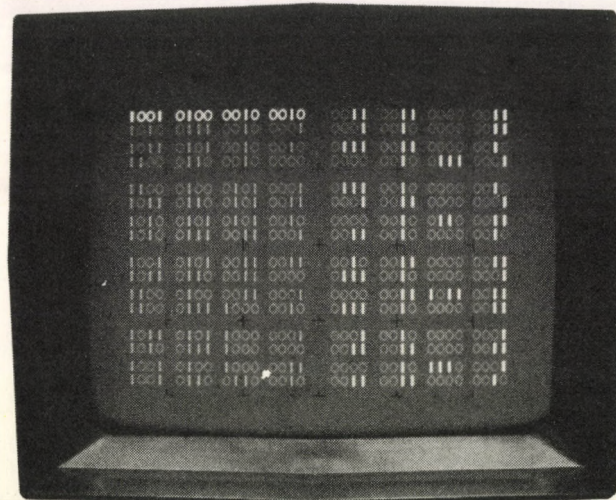
18. ábra. Hewlett—Packard 1600A típ. logikai analizátor kijelzése (TABLE DISPLAY). Minden sor egy órajel ütemet képvisel

ból álló bemeneti szó a legfelső sor elején, egy csupa „1”-ből álló szó pedig a legalsó sor végén világít. A két szélső állapot közötti helyet a 16 jelvonál  $2^{16}$  számú kombinációja foglalja el. A „MAP” kijelzésben a pontok fényessége az előfordulás gyakoriságát, a pontokat összekötő vonalak pedig az adatváltozás irányát jelzik. A háromállású triggerkapcsolókkal kiválaszthatunk egy lényeges szót, ennek helye a kijelzésben fénylő körrel körülvéve jelenik meg (20. ábra).

CLUSIV-OR) kijelzést választjuk a képernyő jobb felén, mivel ekkor minden eltérő bit fénylő „1” állapottal jelenik meg (19. ábra). Ugyancsak nagyobb fényerő jelzi azt a trigger szót, amely ezen az ábrán a kijelzés kezdetét jelöli ki.



20. ábra. „MAP” kijelzés a Hewlett—Packard 1600A típ. logikai analizátor képernyőjén. Fénylő pontok jelzik a bemeneti állapotokat



19. ábra. A Hewlett—Packard 1600A típ. logikai analizátor összehasonlító kijelzése. A képernyő jobb felén „1” állapotok jelzik az eltérést

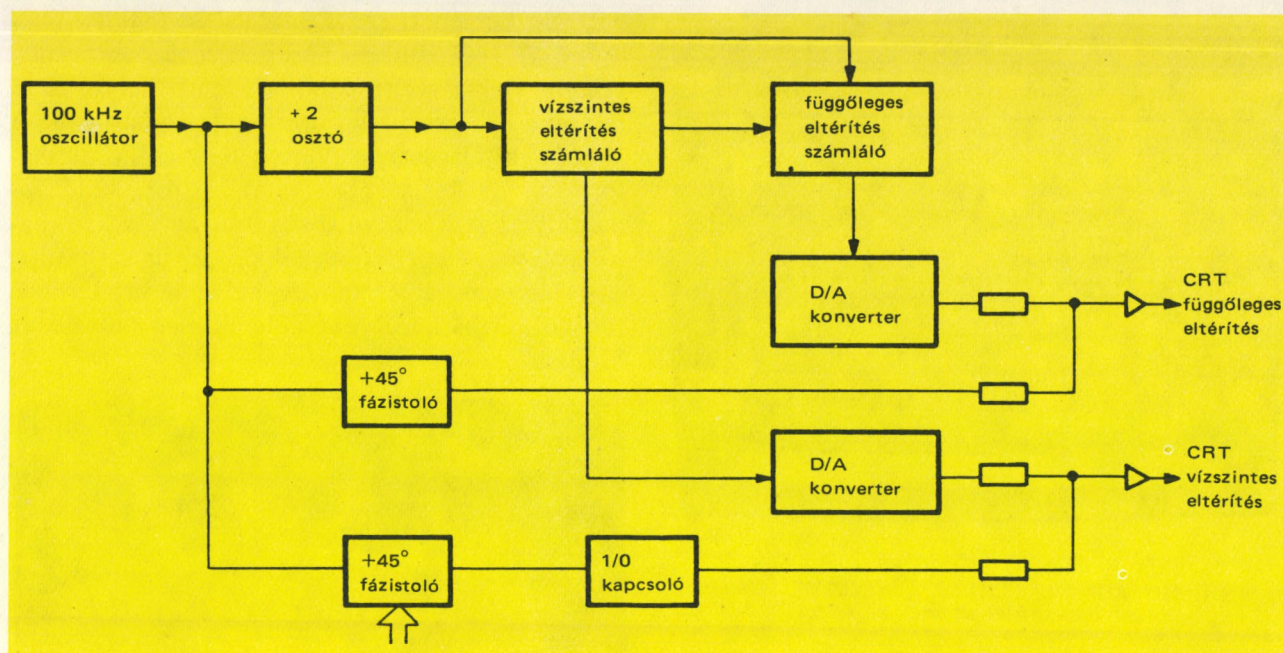
Ez az üzemmód elsősorban olyan áramköröknél használható előnyösen, ahol a vizsgált jelek meghatározott geometriát rajzolnak fel a képernyőre, pl. számlálók kimenő jeleit.

A műszer kapcsolástechnikai megoldásai közül az egyik legérdekesebb az „1” illetve „0” kiírás megvalósítása. A megoldás egyszerűsített vázlatát a 21. ábrán látható. A kijelzést egy 100 kHz frekvenciájú szinuszoszcillátor vezérli. Az egyes digitek helyét a képernyőn két számláló áramkör a D/A konvertereken keresztül jelöli ki. Az „1” vagy „0” felírása kis amplitúdójú 100 kHz-es szinuszjelek segítségével történik. Ha „0” jelet kell felírni, a szinuszjelek  $90^\circ$  fázistolással kerülnek az eltérítő elektródákra és kis ellipszist rajzolnak a képernyőre.

Ha „1” kiírás szükséges, a vízszintes eltérítés nem kapja meg a szinuszjelet.

Az 1600A típus egyszerűbb kivitele a kijelzőegységgel nem rendelkező 1607A Logic State

Újszerű és egyedülálló mérési lehetőséget jelent az ún. „MAP DISPLAY.” Ebben az üzemmódban minden digitális szót egy fénylő pont képvisel a műszer képernyőjén. A pont helyzetét maga a szó határozza meg. Egy csupa „0”-



21. ábra. Hewlett—Packard 1600A típusú logikai állapot-analizátor kijelző egységek egyszerűsített tömbvázlata

*Analyzer.* A hátoldalán található analóg kimenetek DC csatolással bármelyik modern oszcilloszkóp vagy display X, Y és Z bemeneteire kapcsolhatók. Ekkor az oszcilloszkóp vagy display az 1607A kijelző egységeként működik. Ilyen összeállításban valamennyi mérési lehetőség ren-

delkezésre áll, a „MAP DISPLAY” és a tárolás kivételével. Ugyancsak a hátlapon található digitális kimenetek az 1607A és az 1600A együttes használatát szolgálják, amely 32 csatornás jelvizsgálatot tesz lehetővé (22. ábra).

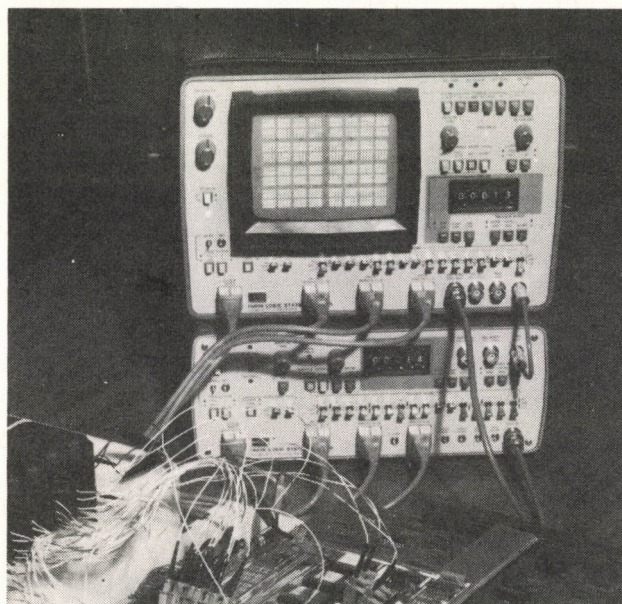
A 2. táblázat a Hewlett—Packard gyártmányú logikai állapot-analizátorok főbb adatait tartalmazza.

Összefoglalva az eddigieket, elmondható, hogy a digitális jelvizsgálat jelenleg igen gyorsan fejlődő területe a mérés technikának. Az elmondottak alapján az is világosan látható, hogy nincs olyan műszer, amely valamennyi digitális méréshez egyaránt alkalmas. A megfelelő műszer kiválasztása csak a mérési feladat pontos ismeretében lehetséges.

Az MTA Műszerügyi és Mérés technikai Szolgálat a kölcsönműszerparkjában számos, digitális áramköri vizsgálatokhoz alkalmas műszerrel rendelkezünk. Néhány az újabb beszerzések közül:

#### TEKTRONIX:

- 613 típusú tároló display és 4701 típusú nyolccsatornás multiplexer;
- 466/DM 43 típusú tároló oszcilloszkóp és multiméter egység;
- 7613 típusú oszcilloszkóp;
- 7633 típusú oszcilloszkóp;



22. ábra. Hewlett—Packard 1600A és 1607A logikai analizátorok összekapcsolásakor 32 párhuzamos jelcsatorna vizsgálható

Hewlett—Packard gyártmányú logikai állapot-analizátorok főbb feladatai

Típus	Megjelenési év	Maximális külső órajel frekvencia	Csatornaszám	Tárolókapacitás bit/csat.	Kijelzés
5000A	1973	10 MHz	2	32	LED sor
1601L	1973	10 MHz	12	16	Képernyő „0” és „1”
1600A	1975	20 MHz	16	16	Képernyő „0” és „1” „MAP”
1607A	1975	20 MHz	16	16	Saját kijelzéssel nem rendelkezik

**HEWLETT—PACKARD:**

1703 A típ. tároló oszcilloszkóp;

181 A típ. négysugaras oszcilloszkóp;

**SZOVJET:**

Sz—8 típ. mintavételező és -tároló oszcilloszkóp;

**RFT:**

OG 231 típ. tároló oszcilloszkóp.

**A szövegben használt rövidítések:**

IC (Integrated Circuit) = integrált áramkör

DIP (Dual in-line package) = műanyag tokozású IC kivitel

bit (binary digit) = információ egység (bináris)

NAND (Negált—AND) = Nem—ÉS függvény kapcsolat

LED (Light-emitting diode) = fényemittáló dióda

TTL (Transistor—transistor logic) = tranzisztor-tranzisztor logika

CRT (Catode-ray Tube) = katódsugárcső

MSI (Medium scale integration) = közepes fokú integráltság

LSI (Large scale integration) = nagyfokú integráltság

ECL (Emitter-coupled logic) = emitter-csatolt logika

H szint = „MAGAS” illetve „1” logikai szint jelölése az MSZ 11454/2—74 szabvány értelmében.

L szint = „ALACSONY” illetve „0” logikai szint jelölése az MSZ 11454/2—74 szabvány értelmében.

**Irodalom**

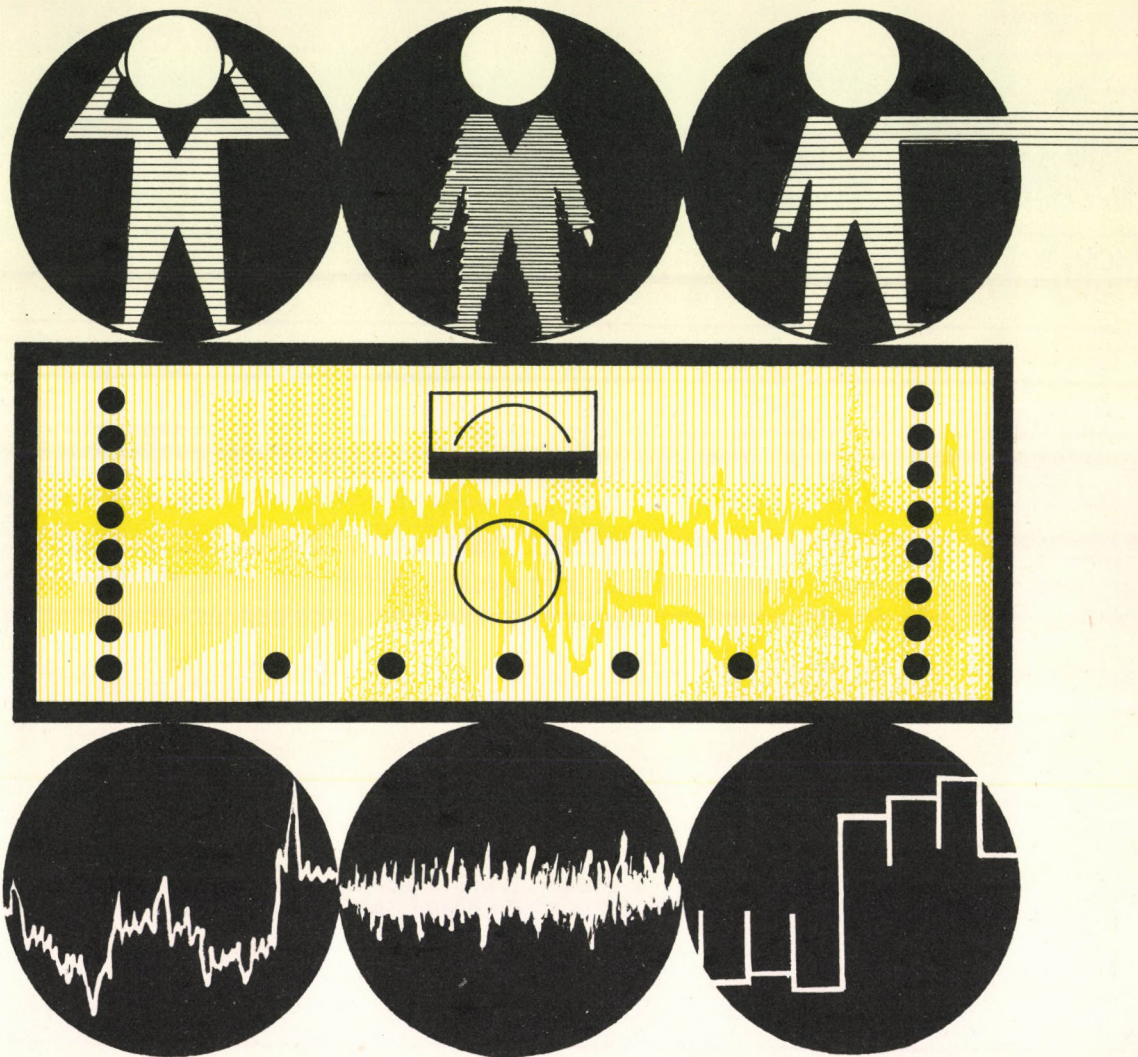
- [1] *Beville, B.*: Triggering the oscilloscope from logic signals. *TEKSCOPE*, 1974. március.
- [2] *Tottingham, R.*: Logic analyzers open a direct path from digital theory to practice. *Electronic Products*, 1974. július.
- [3] *Farnbach, W.*: Troubleshooting in the data domain is simplified by logic analyzers. *Electronics*, 1975. május.
- [4] *Hewlett—Packard*: Electronic Instruments and Systems 1975.

**Radnai Rudolf****Summary**

The testing of digital signals is a fast developing field. Present part of the article deals with the functional measurement of digital circuits. The first part of the article dealing with the measurement of the electrical parameters of digital signals, has been published in No. 19 issue of this journal.



MAGYAR TUDOMÁNYOS AKADÉMIA  
MŰSZERÜGYI ÉS MÉRÉSTECHNIKAI SZOLGÁLATA



Nemvillamos mennyiségek mérése villamos úton

- Mechanikai igénybevétel mérése
  - Hőtechnikai vizsgálatok
  - Zaj- és rezgésmérések
- Villamos mérések

MTA MMSZ  
Méréstechnikai Osztály  
Budapest V., Martinelli tér 3.

Levél cím: 1391 Budapest, Pf. 241  
Telefon: 188-824  
Telex: SCIME 22-5114

## Rezgésmérés és elemzés ergonómiai szempontok alapján

*A szerző az 1...80 Hz frekvenciatartományba eső, az egész emberi testet terhelő mechanikai rezgések hatásával, mérésével és az ISO 2631 szabvány alapján való elemzésével foglalkozik. Példaképpen egy aszfalterítő gépen végzett mérést ismertet.*

Az emberi testre ható mechanikai rezgés a közérzetet, a munkavégző képességet és az egészségi állapotot befolyásoló környezeti hatások egyike, amely az ipari berendezések, műveletek és a munkakörülmények megtervezésénél és vizsgálatánál nem hagyható figyelmen kívül. Az az elv, mely szerint a munkát és a környezetet kell az ember számára „alkalmassá tenni”, a munkavédelmi feladatokon kívül a gépek rezgés-szigetelési és egyéb konstrukciós problémáit is előtérbe hozza. E feladatokhoz kiinduló és ellenőrző adatokat rezgésmérésekkel nyerhetünk.

A mechanikai rezgések az emberre való hatásuk alapján így csoportosíthatók:

- a hallószervekre közvetlenül ható rezgések, a zaj, amely az embert és a gépet körülvevő közeg közvetítésével hat;
- az ember testrészeire elszigetelten ható rezgések, pl. rezgő pedálok és vezérlő karok hatása a lábra, ill. a kézre;
- a teljes test felületén keresztül ható, az egész testet igénybe vevő rezgések, pl. levegőben vagy vízben terjedő nyomáshullámok;
- a test felületéhez képest pontszerű támadási helyen ható és az egész testet igénybe vevő rezgések.

A védekezés a legutóbbi ellen a legnehezebb. A gépekkel közvetlen mechanikai kapcsolatban levő testen ez jön létre a leggyakrabban. Gyakorlati fontosságát mutatja, hogy a zaj mellett ez az egyetlen rezgéstípus, melyre a nemzetközi szabványosítási munkák is kiterjednek. A cikk is ezzel foglalkozik mérés-technikai szempontból.

Az emberi testre ható rezgések mérésére és értékelésére több, részben szabványosított módszer ismerünk. Hazai mérési szabvány még nincs. Az ISO 2631 — 1974 szabvány előírásait a világ 19 állama, köztük 13 európai ország fogadta el [2].

A rezgések hatásának értékelésekor az egyes emberek eltérő és időben is változó mechanikai, biológiai és pszichológiai „bonyolultsága” miatt nagyszámú egyedi vizsgálat statisztikai értékeléséből indulnak ki. A kísérleti alanyok szubjektív megítélése alapján megállapítják az azonos rezgésérzethez tartozó rezgésintenzitás szinteket. Az igénybevétel mértékét az emberi test mechanikai és fiziológiai reakcióinak objektív mérésével határozzák meg.

Az ember szempontjából a rezgést, mint környezeti hatást, a következő tényezők adják meg:

- a rezgés erősségére jellemző mérőszámok,
- a rezgés támadási helye,
- a rezgés hatás iránya,
- a rezgés hatás időtartama.

A továbbiakban a tényezők együttesét rezgésterhelésnek nevezzük.

A rezgésigénybevételt, azaz a rezgésterhelés alatt álló ember mechanikai, fiziológiai és pszichikai reakcióit a következő tényezők befolyásolják:

- a vizsgált személy méretei, súlya és biológiai felépítése;
- testének helyzete;
- izmainak feszültségi állapota;
- a rezgésterhelés.

A szabványok rezgésigénybevétel mértékeként a rezgésérzet szubjektív megítélését veszik alapul, pl. kényelmetlenség, fáradtság, fájdalom stb. Az ISO 2631 szabvány az egyes rezgésigénybevételi szintekhez tartozó rezgésterhelési szinteket ún. kritérium-görbék formájában adja meg, amelyek alapján a mérési adatok értékelhetők.

### A mechanikai rezgések mennyiségi jellemzői

*Időfüggvények:* A mechanikai rezgőmozgás kinetikai leírására az elmozdulás—idő [ $s(t)$ ], a sebesség—idő [ $v(t)$ ], vagy a gyorsulás—idő [ $a(t)$ ] függvények egyike elegendő. A három függvény közti összefüggések:

$$v(t) = \frac{ds(t)}{dt} \quad (1)$$

$$a(t) = \frac{dv(t)}{dt} \quad (2)$$

A rezgésigénybevétel értékelésére, az ISO 2631 szabvány szerint, a gyorsulás—idő függvény a legalkalmasabb. Ez megfelel a mérés gyakorlati szempontjainak is, mivel a legelterjedtebb rezgésérzékelő típusok a gyorsulás pillanatnyi értékével arányos villamos jelet szolgáltatnak [4].

A gyorsulás effektív értéke az időfüggvény alapján:

$$a_{\text{eff}} = \sqrt{\frac{1}{T_2 - T_1} \int_{T_1}^{T_2} a^2(t) dt} \quad (3)$$

ahol  $T_1$  és  $T_2$  az integrálás kezdeti, ill. vég-időpontja, azaz  $T_2 - T_1$  az „integrálási-idő”.

Harmonikus rezgőmozgás esetén, amikor a gyorsulás—idő függvény  $a(t) = a_{\text{max}} \sin \omega t$  alakú:

$$a_{\text{eff}} = \frac{a_{\text{max}}}{\sqrt{2}} \quad (4)$$

A gyorsulásszint, egy alapértékhez viszonyított (relatív) gyorsulás effektív értéke logaritmi-kus egységben, általában decibelben kifejezve:

$$a \text{ [dB]} = 20 \lg \frac{a_{\text{ff}}}{a_0} \quad (5)$$

Az összefüggésben  $a_0$  jelenti az alapértéket, ezt gyakorlati szempontok szerint választják meg.

### Frekvencia és frekvencia—spektrum

Ha a rezgőmozgást leíró időfüggvény periódikus, előállítható trigonometrikus sor alakjában:

$$a(t) = \sum_i a_{i \text{ max}} \sin(2\pi f_i t + \varphi_i) \quad (6)$$

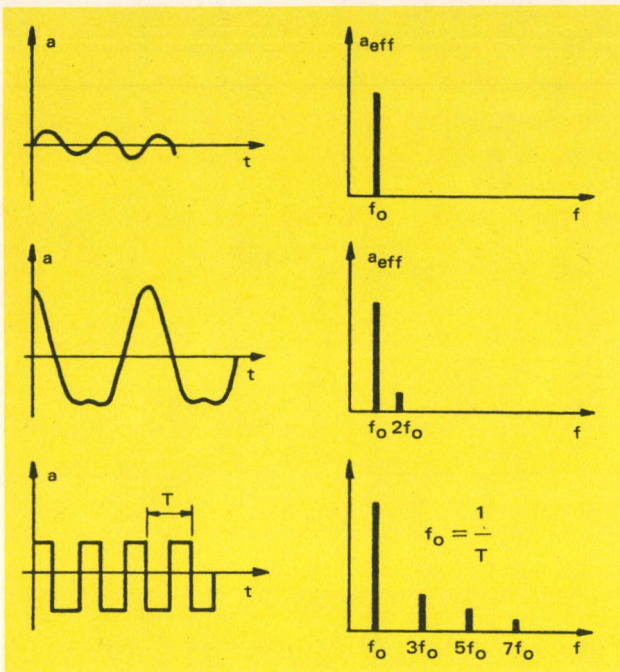
Az összegben szereplő tagok a harmonikus rezgőmozgásra jellemző függvények és a rezgés összetevőiként foghatók fel.  $a_{i \text{ max}}$  az összetevő amplitúdóját,  $f_i$  a frekvenciáját,  $\varphi_i$  a  $t=0$  időpillanathoz tartozó fázishelyzetet jelenti.  $f_i = n f_0$ , melyben  $f_0$  az ún. alapharmonikus frekvencia és  $n$  értéke az  $0 < n < \infty$  tartományban levő egész szám. A gyakorlatban előforduló lengőrendszerek esetében véges  $n$  értéket veszünk figyelembe.

Ha  $\varphi_i$  értékektől eltekintünk, a rezgés összetételének jellemzésére a (6) függvény alak helyett elegendők az összetartozó  $a_{i \text{ max}}$  és  $f_i$

értékpárok. A gyakorlatban az  $f_i$  és az  $\frac{a_{i \text{ max}}}{\sqrt{2}} = a_{i \text{ eff}}$  értékeket adják meg, általában grafikus alakban, neve *frekvenciaspektrum*.

Az 1. ábrán néhány idealizált rezgéskép és a hozzájuk tartozó frekvenciaspektrum látható.

Ha a rezgés nem írható le periodikus időfüggvényekkel, diszkrét frekvenciájú összetevőkkel nem jellemezhető, de rendelhető hozzá olyan frekvenciaspektrum, mely a frekvencia-függvényében folytonos, vagy szakaszosan folytonos. A gyakorlatban, a műszeres frekvenciaelemzés lehetőségeinek megfelelően a folytonos spektrumot egy véges számú diszkrét frekvenciaértékkel megadott spektrummal közelítjük. Ekkor a vizsgált frekvenciatartományt  $\Delta f_i$  szélességű részekre osztjuk, és meghatározzuk az intervallumok  $f_i$  sávközép-frekvenciájához tartozó  $\Delta f_i$  sáv szélességű összetevő effektív értékét.



1. ábra. Néhány periodikus gyorsulás—idő függvény és azok frekvenciaspektruma

Az  $f_i$  intervallumok szélességét a frekvenciaelemzést végző készülékek esetén kétféle módon szokták megválasztani:

— állandó relatív sáv szélességű intervallumok, azaz

$$\frac{\Delta f_i}{f_i} = \text{áll.};$$

— állandó sáv szélességű intervallumok, azaz  $\Delta f_i = \text{áll.}$

Néhány nem periodikus rezgésekép és frekvenciaspektrum látható a 2. ábrán.

A gyorsulás effektívértékének időbeli változása

A (3) összefüggés az időfüggvénytől számított  $T_2 - T_1 = T$  időtartamra vonatkozó effektívértéket szolgáltatja. A periodikus függvények speciális esetétől eltekintve, az adott időpillanattól számított  $T$  integrálási időhöz tartozó effektívérték függ a választott  $T$  értékétől. Az állandó  $T$  integrálási idővel nyert effektívérték időbeli változása szintén függ  $T$  választott értékétől.

A frekvenciaspektrum időbeli változása

A rezgés mennyiségi jellemzőinek időbeli vál-

tozása a frekvenciaspektrumban is megmutatkozik. Az egyes frekvenciákhoz tartozó összetevők effektívértéke időbeli változásának statisztikai értékeléséhez újabb spektrumokat képeznek.

— Átlag-spektrum: a vizsgálati időn belül kijelölt, elegendően sok időpillanathoz tartozó frekvenciaösszetevők átlagából képzett spektrum.

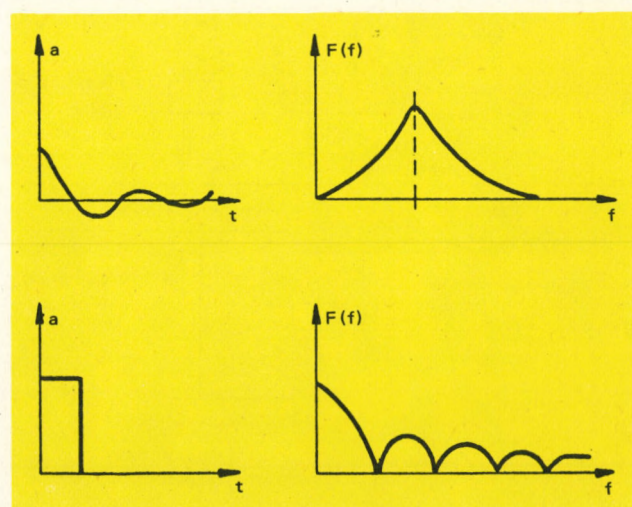
— Maximum-spektrum: a vizsgálati időn belül kijelölt, elegendően sok időpillanathoz tartozó frekvenciaösszetevők maximumából képzett spektrum.

Gyorsulásszint-gyakoriság a gyorsulás effektívértékének időbeli változását statisztikailag jellemzi. A változó gyorsulásszintből elegendő számú mintát vesznek, ezeket értékül szerint a változási tartományon belül képzett véges számú osztályba sorolják. Az egyes osztályokban levő és az összes minták száma alapján képzett hisztogram a gyorsulásszintek valószínűségi sűrűség-függvényének mérési adatok alapján való közelítése.

## Az emberi test viselkedése a rezgések hatására

### Mechanikai viselkedés

Az emberi test mechanikai szempontból több szabadságfokú lengőrendszer. Az egyes testrészek tömege és az őket összekötő, rugalmasan nyúló szövetek a 3. ábrán látható modellel jellemezhetők a 0...100 Hz frekvenciatartomány-

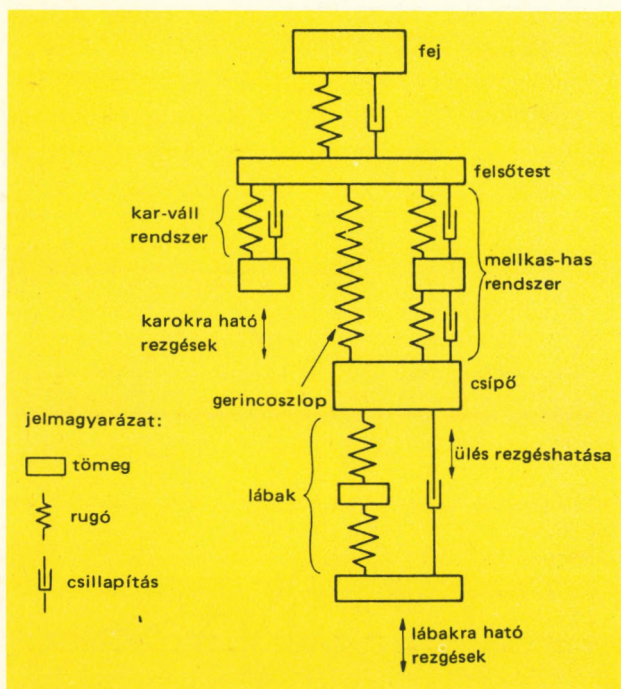


2. ábra. Nem periodikus gyorsulás—idő függvények és frekvenciaspektrumuk

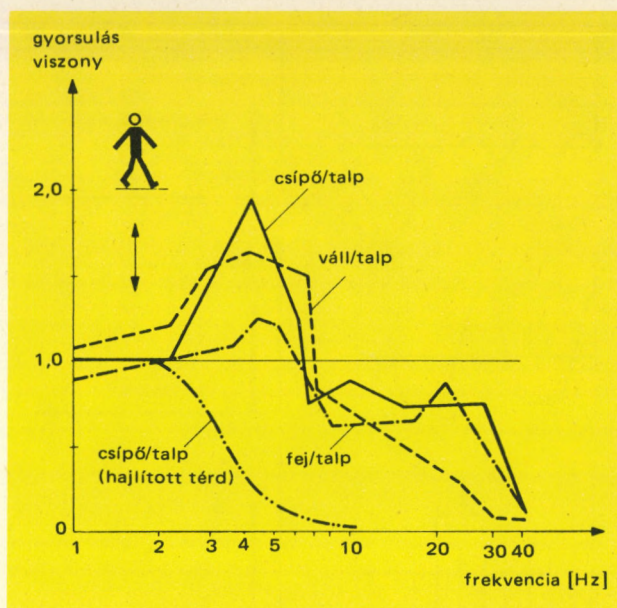
ban [3, 4]. E modell a függőleges irányú, egy vagy több pontban koncentráltan ható rezgéseknél érvényes. 100 Hz-nél nagyobb frekvenciákon már figyelembe kell venni a rezgés terjedésének hullám-tulajdonságait is. A teljes emberi testet igénybe vevő rezgések a 100 Hz alatti tartományba esnek, a 100 Hz feletti tartomány csak egyes testrészeket vesz igénybe. Ezzel most nem foglalkozunk.

Az emberi test tehát nem tekinthető merev, homogén rendszernek. Az egyes testrészek rezgések hatására egymáshoz képest eltolódnak, meghatározott frekvenciatartományban rezonálnak is, különösen a függőleges irányú rezgésterhelésnek kitett és ülő ember esetében. Az álló ember, lábizmai segítségével törzsét stabilizálni igyekszik, így a talpakon át ható rezgések jelentősen csillapodnak. Az ülő ember törzsére az ülésen keresztül ható rezgések alig csillapodnak, ekkor lépnek fel a legnagyobb fiziológiai hatások is. Ekkor a lábakon és a karokon keresztül járulékos rezgésterhelés is felléphet, de ezek hatása általában kisebb jelentőségű.

Irodalmi adatok alapján [3, 4, 6] az egyes testrészek mechanikai viselkedése a következő. Ülő ember feje a rezgéseket 2 Hz-ig lineárisan veszi át. 2...15 Hz tartományban az elmozdulás amp-



3. ábra. Az emberi test modellje függőleges irányú rezgésterhelés esetére



4. ábra. Az álló ember testrészeinek rezgésviszonyai

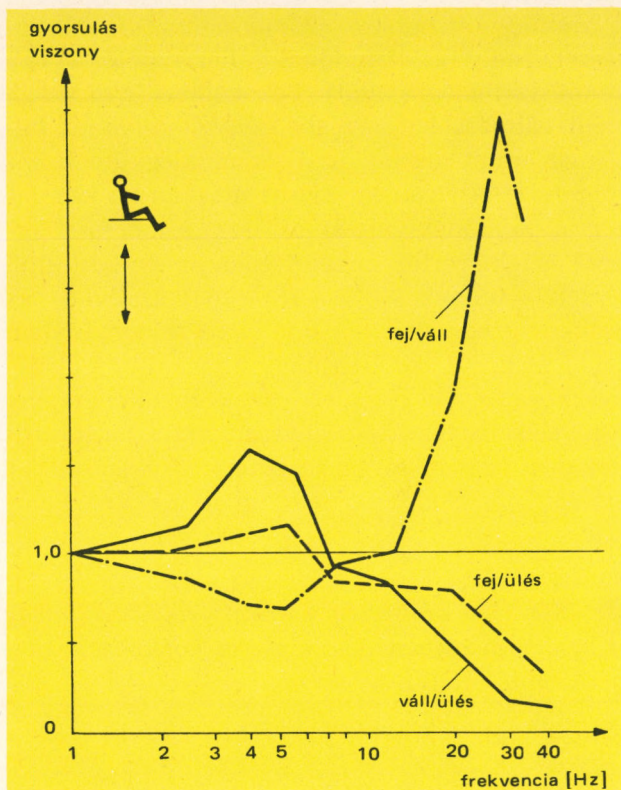
litúdója eléri az ülőrész amplitúdójának kétszeresét. A váll-nyakszirt zóna rezonancia-amplitúdója 4 Hz...6 Hz között 160...260% az üléshez képest. A törzsen végzett elmozdulásmérésekkel megállapították, hogy a maximális amplitúdó függőleges rezgésekre a medencén, a hasüregben és a gerincoszlopon jön létre; együttes rezonanciájuk a 4...8 Hz tartományban van. A törzsből a hasüregi szervek, a szív és a tüdő mozgása éri el a legnagyobb értéket. A has- és rekeszizom megfeszítésekor a belek rezonanciafrekvenciája 3...7 Hz között van. A gyomor, teltségétől függően 4...5 Hz között rezonál. A gerincoszlop rezgés viszonyainak vizsgálata azt mutatja, hogy a nyakcsigolyák rezonanciája 3,5 Hz-nél, az ágyéki csigolyáké 4 Hz-nél van. A szemgolyó rezonálása 20 Hz felett jön létre. Az állkapocs a 100...200 Hz tartományban rezonál. A fő testrészek rezgésviszonyait a gyorsulásigénybevételre jellemző számokkal kifejezve, összefoglalóan a 4. és 5. ábra mutatja.

#### Élettani viselkedés

Az élettani jellemzők is frekvenciafüggők. A legjellemzőbb példák a következők [6].

Az 1...10 Hz frekvenciatartományba eső rezgésterhelés hatására a keringési rendszerben vérnyomás- és pulzusfrekvencianövekedés mu-





5. ábra. Az ülő ember testrészeinek rezgésviszonyai

tatható ki. A perifériás vérkeringés változása az ujjakon pulzus-amplitúdó növekedését és az alsó-ajakon a bőrhőmérséklet csökkenését okozza, melyek 6 Hz körül a legnagyobbak. A jelenségek a rezgésterhelés kezdeti időszakában jelentkeznek, néhány perc múlva a normális állapot általában helyreáll. A légzés rezgésterhelés hatására fokozódik, különösen a 2... 18 Hz frekvenciatartományban. Az izmok fokozott munkára kényszerülnek, részben az egyensúly megtartására, részben a testrészek rezonanciájának csökkentésére. A miográfiás vizsgálatok a maximális izomakcióspotenciálokat a 4... 8 Hz tartományban mutatják. Az érzékszervek működésében is változás jön létre rezgésterhelés hatására. A látóképesség alacsony frekvencián romlik, 4 Hz-től a szem a rezgőmozgásokat nem tudja kiegyenlíteni, a látásélesség csökken. A szem rezonanciafrekvenciája alatt, kb. 20 Hz-ig a csökkenés független a frekvenciától. Optikai reakcióidő-növekedés csak a rezgésterhelés kezdeti időszakában mutatható ki. Az akaratlagos mozgásfunkciókban is mutatható ki változás. A kéz-kar rendszerben a rezgésterhelés kezdetétől

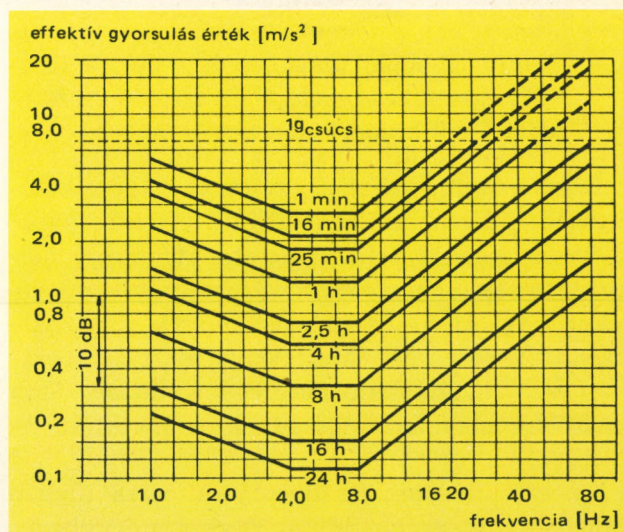
lassan kifejlődő koordinációs zavarok állnak elő, amelyek a terhelés megszűnése után bizonyos ideig megmaradnak.

### A rezgésterhelés értékelése a rezgésigénybevétel szempontjából

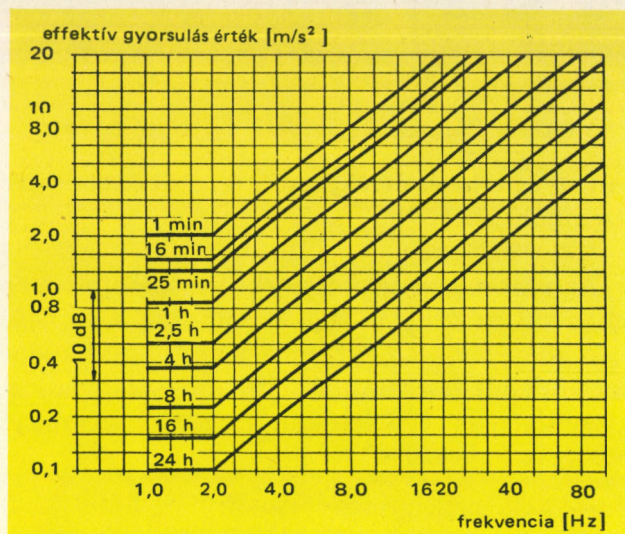
Az ember a rezgésterhelés által kiváltott mechanikai és élettani reakciókat, azaz a rezgésigénybevételt szubjektív megítélés alapján tudja közvetlenül értékelni. Az ISO 2631 szabvány a rezgésigénybevétel értékelésére három szempontot vesz figyelembe:

- kellemetlen rezgésérzetet;
- a munkavégző képesség csökkenését;
- az egészség károsodásának veszélyét.

Az ezekhez tartozó rezgésterhelési szinteket a 6. és 7. ábrán látható kritérium-görbék adják meg, külön a test hossz tengelyébe eső és külön a hossz tengelyre merőleges vízszintes irányú rezgésterhelésre. A görbék közvetlenül a csökkent munkavégző képességhez tartozó, a rezgésterhelés időtartamát jelző frekvenciától függő effektív rezgés gyorsulás-értéket mutatják. A kellemetlen rezgésérzet szempontjából való értékeléskor e görbéket  $-10$  dB  $1/3,15$ -szörös értékkel, míg az egészségkárosodás veszélye szempontjából való értékelésnél  $+6$  dB (2-szeres) értékkel növelve kell figyelembe venni.



6. ábra. Az ISO 2631 szabvány szerinti rezgésigénybevételi kritérium-görbék függőleges rezgésterhelés esetén



7. ábra. Az ISO 2631 szabvány szerinti rezgésigénybevételi kritérium-görbék vízszintes rezgésterhelés esetén

E kritérium-görbék az 1...80 Hz frekvenciatartományra és szinuszos rezgés gyorsulás—idő függvény szerint lefolyó rezgések esetén alkalmazhatók közvetlenül. A szabvány szerint akkor tekinthető a rezgés szinuszosnak, ha a terc-sávós, állandó relatív sávzélességű frekvenciaelemzéssel kapott spektrum egy értékelhető összetevőt tartalmaz. Több frekvencia-összetevő esetén a következő módon kell a terc-sávós elemzés felbontóképességén belül nyert spektrumot feldolgozni:

- a diszkrét frekvenciájú összetevőket külön-külön kell értékelni;
- folytonos spektrumú rezgés esetén a terc-sáv középfrekvenciájához tartozó összetevőket kell külön-külön értékelni.

Rezgés szempontjából egyforma vagy elkülöníthető időszakokban állandó effektív gyorsulás-értékkel és frekvenciaspektrummal jellemzett rezgések esetén a szabvány szerinti értékelés egyértelműen elvégezhető. Ha sztochasztikusak a rezgések, az effektívérték és a spektrum nem határozható meg egyértelműen. Ez a szabvány alkalmazhatóságának is korlátját jelenti.

Az effektívérték és időbeli változása függ a választott integrálási időtől. A rezgésigénybevétel szempontjából való értékeléskor az emberi testnek a gyorsulásváltozásokra mutatott integrációs idejét kell figyelembe venni. Az ember a

gyorsulásváltozásokra izomösszehúzóással válaszol, mely időállandóval jellemezhető, s egy izomösszehúzás alatt bekövetkező gyorsulás-szint-változásokat kevésbé kényelmetlennek ítéli meg, mint azokat, melyek mindegyike izomösszehúzódást vált ki. Ezt az időállandót kell integrációs időnek választani, hogy a méréssel kapott effektívérték megfeleljen az ember által észlelt értéknek [6]. Az ISO 2631 szabvány az emberi integrációs időt 0,8...2 s tartományban jelöli meg. Ez azonban nagy ahhoz, hogy a legkritikusabb, 10 Hz alatti frekvenciatartomány értékelése egyértelmű lehessen. Emiatt a [6] irodalom a szóban forgó szabványt sztochasztikus rezgések értékelésére nem tartja alkalmazhatónak.

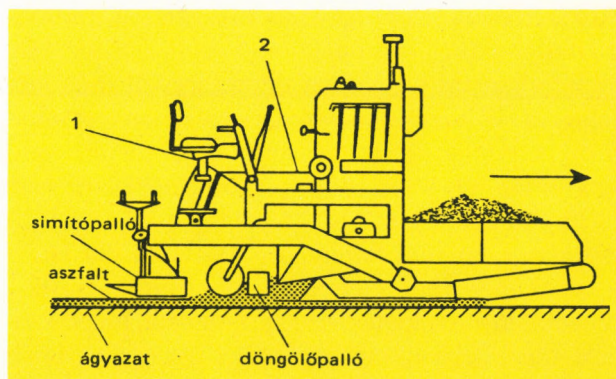
Az ISO 2631 szabvány szerinti értékelés önmagában nem elegendő a konkrét környezeti rezgésterhelés elemzésére.

Ennek okai:

- az általános emberi adottságokat veszi figyelembe;
- eltekint egyéb környezeti tényezők járulékos hatásától, pl. zaj, hőmérséklet, és más, a dolgozót munkavégzése közben érő fizikai és pszichológiai terheléstől.

### Aszfaltterítőgép vizsgálata rezgésterhelés szempontjából

A vizsgálatot az MTA Műszerügyi és Méréstechnikai Szolgálat végezte egy D—150B típusú aszfaltterítő gépen. A feladat az volt, hogy aszfalt-



8. ábra. Aszfaltterítő gép vázlati képe

terítés közben a gép meghajtó motorjának és döngölőpallójának dinamikus erőhatásaiból, valamint a haladó mozgás során a terep egyenlenségéből származó rezgéseket meghatározzuk és rezgésigénybevétel szempontjából értékeljük. A gép vázlati rajzát a 8. ábra mutatja, feltüntetve rajta a mérőhelyeket. A vizsgált mérőhelyek az ülés (1) és a munkaállás (2) voltak, melyen a gépet kezelő munkások napi 8—12 órát tartózkodnak, s a vizsgált regésterhelésen kívül zaj és hő hatásának is ki vannak téve.

Előzetes tájékoztató mérésből kitűnt, hogy rezgésigénybevétel szempontjából értékelhető rezgések csak függőleges irányban hatnak, így a vízszintes összetevőket nem kellett mérni.

A mérőkörök Brüel—Kjaer gyártmányú, 4328 típusú gyorsulásérzékelőkből és 2626 típusú mérőerősítőkből, valamint egy Philips gyártmányú ANALOG 7 típusú mérőmagnetofonból álltak. A gép dinamikai jellemzőinek jobb megismerésére a fenti mérőhelyeken kívül a simító-pallón, az ágyazaton és a leterített aszfalton is helyeztünk el érzékelőket, de a mérőhelyek nem a rezgésigénybevétel mérését szolgálták. Az ülésen és a munkaálláson egy-egy személy tartózkodott, ez megfelelt a mérőhelyek üzemszerű lengéstani viszonyainak.

A gép különböző üzemállapotaiban mintegy 30—30 min-es időtartamban történt a mérés. A gyorsulásérzékelők függőleges irányú gyorsulás pillanatértékkel arányos feszültségjelét a mérőerősítő kimenetéhez illesztett mérőmagnetofon mágnesszalagra rögzítette a 0,3... 6 kHz frekvenciatartományban. A mérési adatokat az ISO 2631 szabvány figyelembevételével értékeltük, de a frekvenciaelemzést a szabvány által megadott terc-sávós felbontás helyett egy nagyságrenddel jobb felbontással végeztük, kihasználva korszerű műszerezettségünk adta lehetőségeinket.

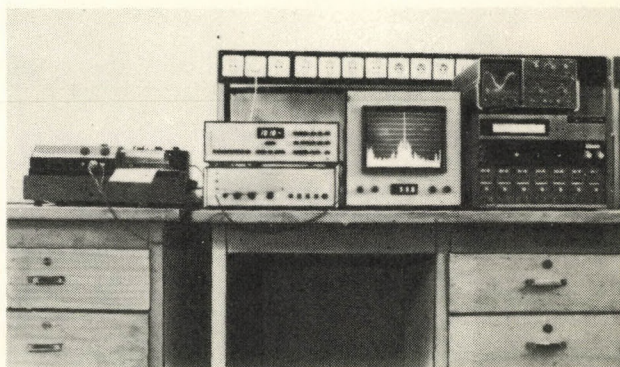
A jelfeldolgozás fő eszköze a Brüel—Kjaer gyártmányú, 3348 típusú, 400 csatornás real-time frekvenciaelemző volt. A feladat szempontjából lényeges műszaki jellemzői az alábbiak: A bemenetére adott feszültségjelből a 0... 10 Hz és 0... 20 kHz frekvenciatartományok között az 1, 2, 5 lépéseknek megfelelően megválasztható frekvenciasávokban 400 egyenlő sáv szélességű csatornán állít elő frekvenciaspektrumot. A 0... 20 kHz tartományt kivéve, real-time működésű, ami azt jelenti, hogy a választott frekvencia-

tartománynak és a végleges sáv szélességű jelekre vonatkozó *mintavételi törvény*-nek megfelelő számú mintavétel alapján a jel pillanatnyi értékéből állítja elő a spektrumot. Egy spektrum előállításához 45 ms idő kell. Az eredmény 50 dB szinttartományban akár a készülék képernyőjén, analóg regisztrátumon és lyukszalagon is megjeleníthető. A real-time spektrumokból a statisztikus jelfeldolgozás kívánalmainak megfelelően további spektrumok állíthatók elő a készüléken belül:

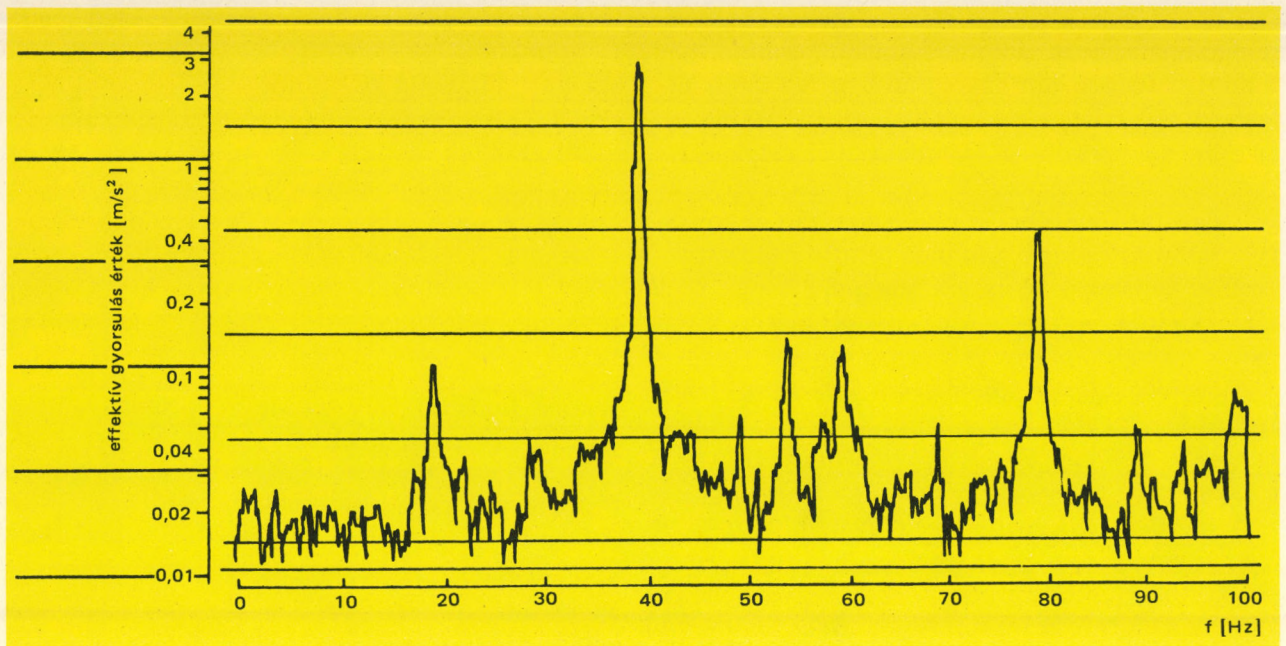
- a lineáris vagy exponenciális átlagolással átlag-spektrumok;
- a legnagyobb értékek gyűjtésével maximum-spektrum.

A négyszáz frekvenciaértékre meghatározott spektrum a terc-sávós elemzéssel nyerhető spektrumhoz képest a következő többletet nyújtja: a rezonancia helyek és a lengéstani jellemzők jobban megismerhetők, az 1... 80 Hz frekvenciatartományban terc-sávós elemzéssel 20, míg a 400 csatornás elemzéssel több, mint 300 frekvenciaértékre kapjuk a spektrumot. Közleményeink korábbi számaiban már olvashattunk a terc-sávós elemzésről [1, 5]. A szóban forgó frekvenciaelemző új lehetőségeket biztosít az alacsony frekvenciás tartományokban; a legelső, 0... 10 Hz tartományban a csatorna-számnak megfelelően 0,025 Hz felbontású.

A mérések során mágnesszalagra rögzített gyorsulás pillanatnyi értékeit a 9. ábrán látható laboratóriumi összeállításban dolgoztuk fel. Az egyes üzemállapotokra és mérőhelyekre vonatkozó mérési adatok spektrális összetételének vizsgálata megmutatta, hogy a rezgésigénybevétel



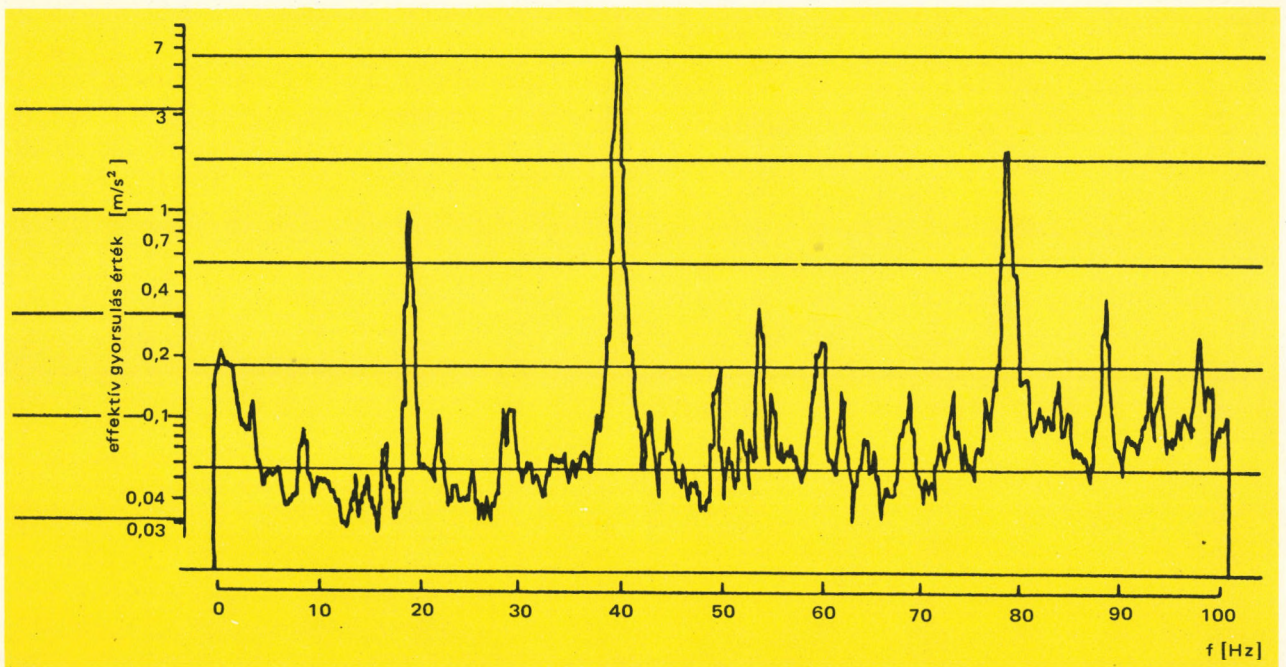
9. ábra. A frekvenciaelemzésre alkalmazott műszerek



10. ábra. Az ülésen mért rezésgyorsulás frekvenciaspektruma

tel szempontjából értékelhető összetevők a 0... 80 Hz tartományon belül vannak, mely megfelel az ISO 2631 szabvány kritérium-görbéi értelmezési tartományának. Kitűnt az is, hogy az értékelhető szintű összetevők periódikus jellegűek, így a rezgésterhelés vizsgálatánál a sztochasztikus

összetevőket nem kell figyelembe venni. A lineáris átlagolással és a maximum gyűjtéssel előállított spektrumok között rezgésigénybevétel szempontjából szóba jövő összetevőkre nézve értékelhető különbség nem volt, mely azt mutatta, hogy a rezgésterhelés időben állandó.



11. ábra. A munkaálláson mért rezésgyorsulás frekvenciaspektruma

A gép üzemére legjellemzőbb esetben (aszfaltterítés közben), az ülés és munkaállás által létrehozott rezgésgyorsulás 2 perces lineáris átlagolással készített frekvenciaspektrumai a 10. és a 11. ábrán láthatók. Ha ezeket összehasonlítjuk a 6. ábrán megadott, függőleges rezgésterheléshez tartozó kritérium-görbékkel, kiolvasható a kifáradáshoz, a csökkent munkavégző képességhez tartozó rezgésterhelés megengedhető időtartama, amely

- az ülésen 4 óránál kevesebb, a kb. 40 Hz frekvenciájú összetevők miatt;
- a munkaálláson 1 óránál kevesebb, a kb. 40 Hz frekvenciájú összetevők miatt.

A mérések alapján levonható alapvető következtetés az, hogy a gépen dolgozók munkakörülményeinek javításában a rezgésterhelés csökkentése igen fontos tényező.

## Irodalom

- [1] *Millei Lajos*: Ipari berendezések dinamikai paramétereinek vizsgálata rezgéselemzéssel. Műszerügyi és Méréstechnikai Közlemények, 13. sz. 1972. 31—41 p.
- [2] Guide for the evaluation of human exposure to wholebody vibration. International Standard ISO 2631 — 1974.
- [3] *Harris-Crede*: Shock and Vibration Handbook, 3. kötet, McGraw-Hill, 1961.
- [4] *Broch*: Die Anwendung der Brüel—Kjaer Messsysteme für Messungen von mechanischen Schwingungen und Stößen. Brüel—Kjaer, 1970.
- [5] *Millei Lajos*: A 2...100 000 Hz frekvenciatarományba eső jelek mérési lehetőségei. Műszerügyi és Méréstechnikai Közlemények, 15. sz. 1973. 45—59 p.
- [6] *Christ, V.*: Beanspruchung und Leistungsfähigkeit des Menschen bei unterbrochener und Langzeit-Exposition mit stochastischen Schwingungen. VDI Zeitschrift, 11. kötet 17. sz. 1973.

Komáromi Tibor

### Summary

The author deals with the effects of mechanical vibrations of the frequency range 1 Hz—80 Hz applying a load on the whole human body, the measurement and the analysis of the same on the basis of the ISO standard No. 2631. He presents as an example the measurements performed on an asphaltspreading machine.

# ISMERI ÖN

## a kooperációs kölcsönzés

# ” ELŐNYEIT

Időlegesen nem használt műszereit Szolgáltatunk kölcsönzési díj ellenében továbbkölcsönzésre átveszi.

A bérleti díj fejében kívánságra más műszereket kölcsönözhet!

Ügyintézőnk:  
Tel.: 220-425\*



- Sokoldalúság
- Nagy teljesítőképesség
- Kedvező ár

## Új 9815-ös programozható asztali kalkulátor

A készülékben elsősorban a miniatürizált, nagy sebességű és nagy befogadóképességű mágnesszalagos tároló jelent újdonságot.

A készülék jellemzője a 472 lépést tároló memória egység, az előre beprogramozott matematikai és statisztikai függvények nagy száma, az egyszerű programozás, széles körű szerkesztési lehetőségek, jól leolvasható kijelző, alfanumerikus nyomtató, és sok más egyéb.

További kiegészítő egységekkel a programozható memória kapacitása 2000 lépés fölé növelhető és ki-bemeneti egységgel bővíthető.

A készülék kompatibilis a 9800-as sorozatú kalkulátorok perifériáival.

Bár az új mágnesszalagos tároló kazettája fizikai terjedelmében kisebb, mint a szabványos kivitelű kazetták, mégis a kétsávos szalag több adatot tárol: 96 000 8 bites Byte-ot. A tároló 152 cm/s sebességgel keres mindkét irányban, és minden esetben automatikusan választja ki a megfelelő forgásirányt, ezáltal nagy időmegtakarítást eredményez.

A programozás a másik terület, ahol a 9815-ös időt és fáradságot takarít meg. A HP kalkulátoroknál már jól bevált számítási rendszer (REVERSE POLISH NOTATION), a négy regiszteres műveleti tár, az egyszerű gépi nyelv a készüléket teljesítőképességben magasan kiemeli. Ez több, mint ami elvárható egy ilyen 3–4000 \$-os értékhatárú kalkulátor esetében.

A széles körű szerkesztési lehetőségeken túl a „FOR NEXT” utasítás, valamint feltételes és feltétel nélküli ugró utasítások is programozhatók.

Teljes műszaki leírásért forduljon a Hewlett–Packard céghez. Címünk: Hewlett–Packard GmbH., 1205 WIEN, Handelskai 52/a. Telefon: 35 16 21. Telex: 75923.

Cégünk az alábbi magyarországi kiállításokon vesz részt:

Budapesti Nemzetközi Vásár, 1976. május 19–27.  
Mipel 76, Budapest, 1976. október 19–23.

Szervíz: MTA Műszerügyi és Méréstechnikai Szolgálat  
Műszer- és Méréstechnikai Főosztály,  
Budapest VI., Lenin krt. 67.  
Telefon: 220-425  
Telex: 22-5114 scime  
Levél cím: 1391 Budapest, Pf. 241

HEWLETT  PACKARD

# Műanyagfeldolgozó extruderek és fröccsöntő gépek szabályozástechnikai kérdései, II. rész

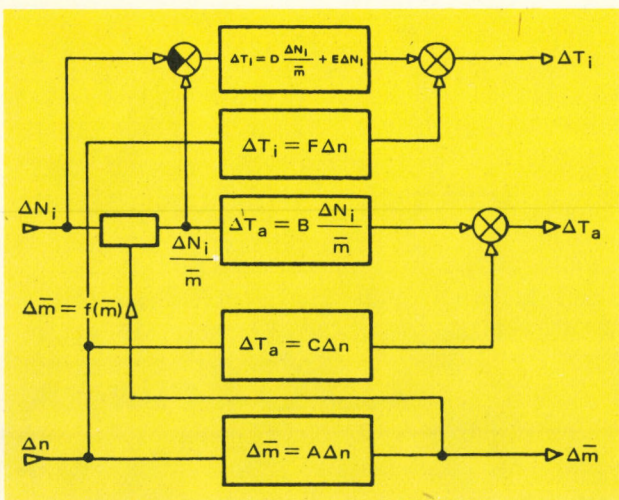
A Műszerügyi és Méréstechnikai Közlemények 19. számában jelent meg ennek a cikknek az első része. Ebben foglalkoztunk a műanyagfeldolgozó gépek csigahengerében végbemenő áramlási és termikus folyamatokkal, azokkal a zavaró és jellemző paraméterekkel, melyek szabályozástechnikai szempontból a legfontosabbak. Majd a műanyagfeldolgozó gépnek, mint szabályozott szakasznak a bemérésével, az egyes paraméterek változásának hatásával és annak jellegével, időbeni lefutásának körülményeivel. E második rész a szabályozástechnikai kérdéseket tárgyalja részletesebben.

## 5. Szabályozástechnikai követelmények

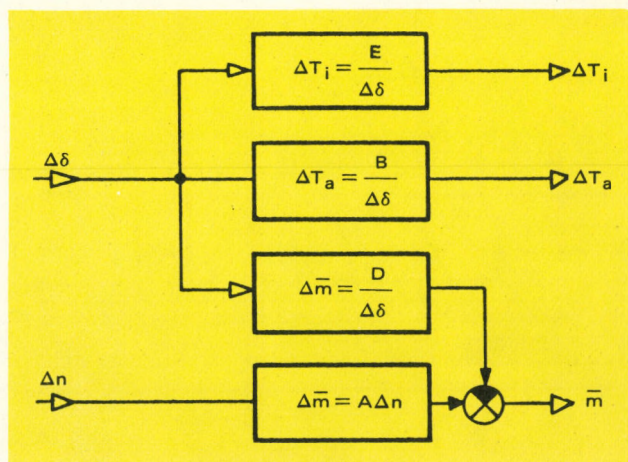
Az eddig ismertetett eredmények alapján kimondhatjuk, hogy az extruder többszörösen szabályozott szakasznak tekintendő. Bizonyos köze-

lítéssel megállapítható, hogy a kihozattal a  $\Delta N_i$  fűtőteljesítményváltozás befolyásolja. Az  $n$  fordulatszám-változás közelítően arányos frikciós energiaváltozást okoz, amit additive kell figyelembe venni. A kihozattal befolyásoló  $\Delta N_i / \bar{m}$  tényező multiplikative hat az anyaghőmérsékletre. Feltételezzük, hogy a falhőmérséklet programszabályozott.

Az előbbieken alapján felrajzoltunk egy olyan szabályozási hatásvázlatot, mely figyelembe veszi ezeket a közelítéseket (31. ábra). Az ilyen koncentrált paramétereket csak úgy lehet figyelembe venni, ha azokból a parciális differenciálegyenletekből indulunk ki, melyek az extruderben végbemenő folyamatokat megfelelően jellemzik. A vázlat kiegészíthető egy további blokk-



31. ábra. Szabályozási hatásvázlat



32. ábra. Kiegészítő szabályozási blokkvázlat

vázlattal, mely figyelembe veszi a nyírórés okozta változásokat.

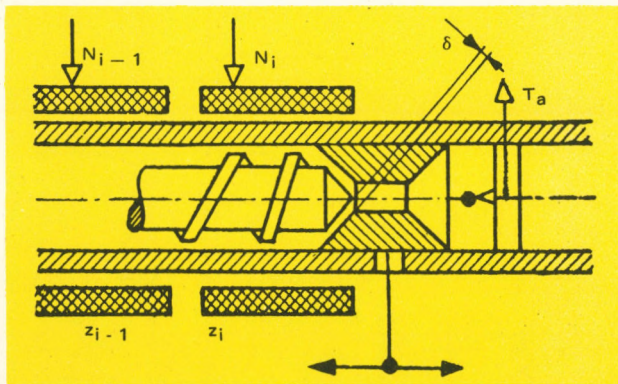
Szabályozástechnikai szempontból fontos az anyaghőmérséklet ismerete a csigacsúcsnál. A hőmérséklet mérésére és a nyírórés szabályozási lehetőségére a 32. ábrán látható megoldás.

Az anyaghőmérséklet szabályozása történhet az állítható nyírórésben termelt súrlódási energiával is. Ebben az esetben a kihozatal csak kiegészítő szabályozott jellemző. Mindkét szabályozórendszer megvalósítható.

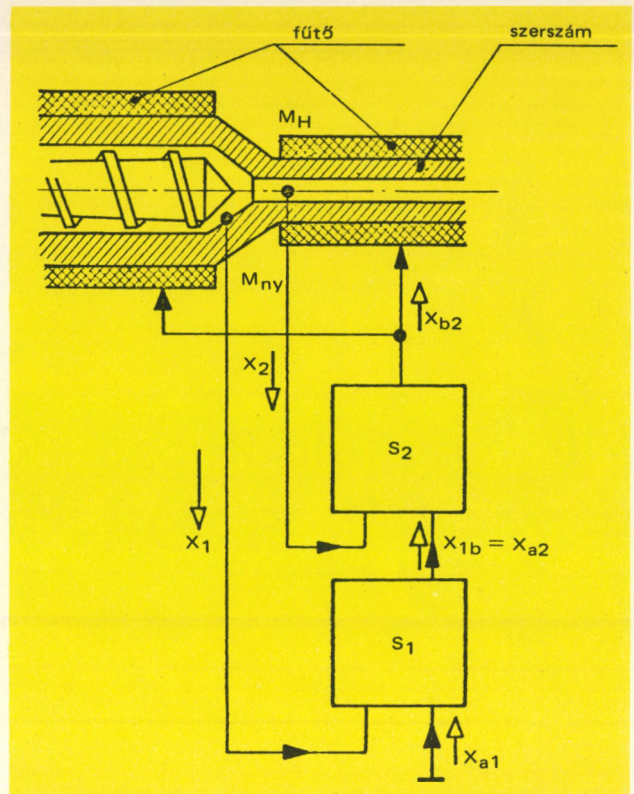
A 31. ábrán látható szabályozórendszert nem tekinthetjük a legmegfelelőbbnek, mivel a fordulatszámmal való kihozatalnál, illetve az ezzel arányos nyomásszabályozásnál problémák adódnak.

A problémák közül a legfontosabb, hogy a fordulatszám megváltozásával — mint az előbbiekben láttuk — a csigacsúcsnál a nyomásnövekedés mellett az anyaghőmérséklet is növekszik. Az anyaghőmérséklet változásával változik az anyag viszkozitása, ami nyomáscsökkenésként hat vissza. A fenti jelenség a szabályozott szakasz fordulatszámváltozásra adott nyomás válaszfüggvény időállandóját befolyásolja. A fejnnyomás, illetve kihozatal szabályozásánál a nagy időállandó a beavatkozás hatásosságát lerontja. Ennek javítására csak egy lehetőséget találunk, ha a csigacsúcsnál mért anyaghőmérséklet bevonásával kaszkád hengerfűtésszabályozót építünk.

A szerszámban áramló anyaghőmérsékletet leghatásosabban (legkisebb időállandóval) a csigacsúcshoz legközelebb eső fűtőzónával lehet szabályozni (33. ábra). A csigacsúctól távolabb eső fűtőzónák befolyása a csigacsúcsnál mért anyaghőmérsékletre jóval kisebb, így ezeket ki-



33. ábra. Anyaghőmérséklet mérő és nyírórés állító rendszer felépítése



34. ábra. Kaszkád hőmérséklet szabályozó rendszer felépítése.  $M_{ny}$  nyomás érzékelő;  $M_H$  hőmérséklet-érzékelő;  $X_1$  szabályozott jellemző (nyomás);  $X_1$  parancsolt érték (nyomás);  $X_{1b} = X_{a2}$  az  $S_1$  szabályozó által szolgáltatott beavatkozási jellemző, ami az  $S_2$  számára parancsolt érték;  $X_2$  szabályozott jellemző (hőmérséklet);  $X_{b2}$  beavatkozási jellemző, mely a szerszám fűtését módosítja

sebb igényeket kielégítő szabályozó rendszer építésekor nem szükséges figyelembe venni.

Kísérleteink szerint a szerszám fűtése, illetve a szerszám hőmérsékletének befolyása a csigacsúcsnál mért nyomásra nagyobb, mint a csigacsúcshoz legközelebb eső fűtőzóna fűtésének hatása. Méréseket végeztünk és azt tapasztaltuk, hogy mintegy 10 °C szerszám-hőmérsékletingadozás 20–40% nyomásingadozást eredményez, az extrudált anyag reológiai tulajdonságaitól függően. Ebből következik, hogy a szerszámfűtés szabályozására nagy gondot kell fordítani. Kétállású szabályozó alkalmazása a szerszámfűtés szabályozásánál csak abban az esetben megfelelő, ha a lengési sávot legalább 1–2 °C-ra tudjuk csökkenteni. A szerszám- vagy fejfűtés szabályozása hatékonyabb, ha folyamatos kaszkád-szabályozót alkalmazunk, és a csigacsúcsnál lévő nyomást mint vezető jellemzőt bevisszük a szabályozó rendszerbe.

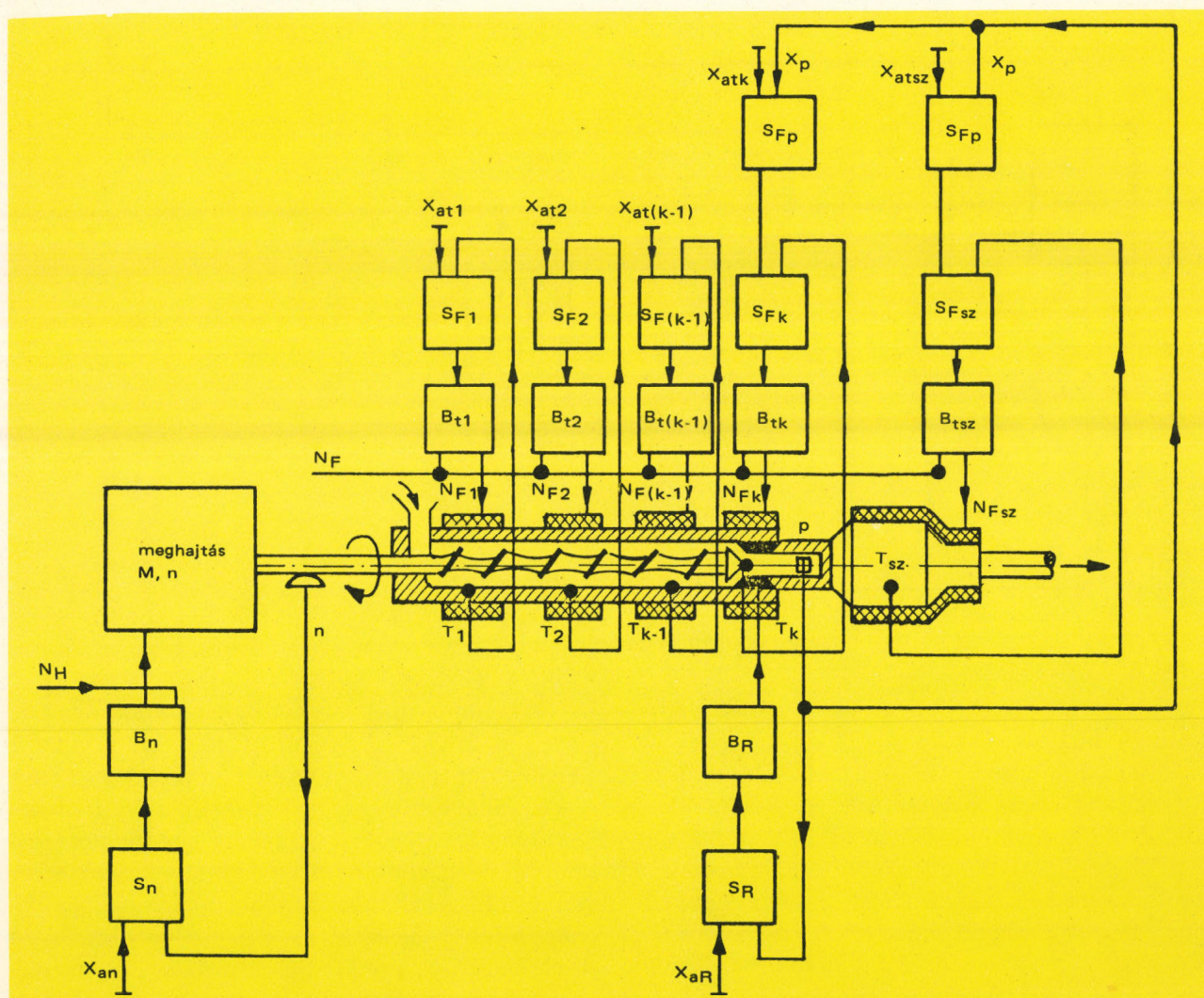


A 34. ábra szemlélteti az alábbi megállapítások alapján felépíthető kaszkádszabályozó elvi blokkvázlatát. A nyomásérzékelő által szolgáltatott jelből az  $S_1$  szabályozó képezi az  $S_2$  szabályozó számára a vezető jellemzőt. Az  $S_2$  szabályozó szolgáltatja a beavatkozó számára a vezérlő jelet.

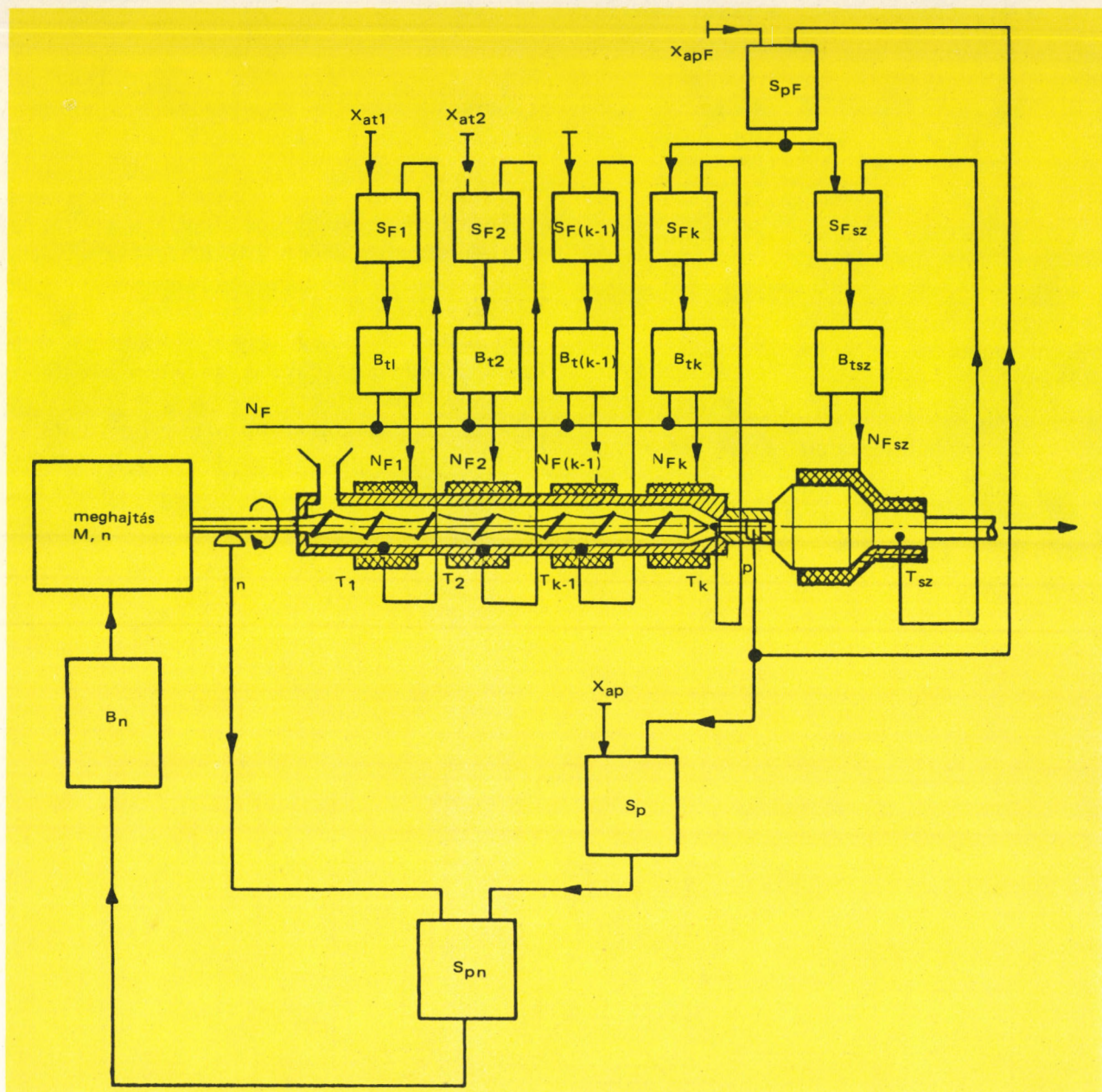
Vizsgáljuk meg a csigacsúcsnál mérhető nyomás változtatásának lehetőségét, mivel így tudjuk a kihozatalt is befolyásolni. Ez komplex kérdés, ugyanis a csigacsúcsnál a nyomás a csiga bekezdéseinek ütemében

- az anyag fizikai és kémiai jellemzőitől,
- az anyag hőmérsékletétől,
- a csigacsúcsnál mért középnyomástól

függően ingadozik, még a legpontosabban tartott paraméterek mellett is. Minden anyagra találhatók olyan technológiai paraméterek, melyek beállításával a nyomásingadozás minimalizálható. Ebből is megítélhető annak fontossága, hogy a megmunkálásra kerülő anyag technológiai és reológiai tulajdonságait jól kell ismerni ahhoz, hogy a szabályozási paramétereket be tudjuk állítani. Megemlítjük, hogy az anyagok technológiai és reológiai tulajdonságait olyan mérő-extruderrel lehet meghatározni, melyet a csigahengerben, a csigacsúcsnál, esetleg a szerzámban elhelyezett nyomás- és hőmérsékletérzékelőkkel szereltek fel. A mért és regisztrált adatok alapján könnyebben megállapíthatók a szabályozás szempontjából is optimális technológiai paraméterek.



35. ábra. Nyírórés-szabályozó rendszer felépítése



36. ábra. Csigafordulatszám-szabályozó rendszer

Visszatérve az eredeti gondolatmenethez, belátható, hogy a szabályozó az extruderek nagy időállandói miatt hatástalan az előbb említett nyomásingadozás kiegyenlítésére. Az ingadozás amplitúdója nem optimalizált paraméterek mellett olyan nagy lehet, hogy a késztermék az adott méretbeli és minőségi követelményeket nem elégíti ki. Ezzel egyidejűleg az anyag fizikai-kémiai tulajdonsága megfelelő, sőt kiváló termék előállítására van lehetőség. Előzetes vizsgálatok hiányában könnyen megtörténhet, hogy

a rosszul megválasztott technológiai paraméterek miatt az anyag minőségére vonatkozóan vonunk le megalapozatlan, helytelen következtetéseket.

A szabályozó rendszer érzékelői által adott információkat célszerű valamely megfelelő érzékeny analóg mutatós, vagy regisztráló műszeren kijelezni. Így ellenőrizni lehet a technológiai paraméterek beállítását és a szabályozó rendszer működését. A regisztráló használata azért előnyösebb, mert így a termék minősége utólag is ellenőrizhető a technológiai paraméterek szem-

pontjából. A gyakorlatban viszont tapasztalható, hogy a legtöbb szabályozó rendszer ilyenekkel nem rendelkezik a költségnövekedés miatt. Ez a gyártó cégek részéről történő költségcsökkentés csak akkor lenne magyarázható, ha szabványosított, egységes géptípusok állnának a rendelkezésünkre. A jelen időszakban ilyenről még alig beszélhetünk.

Mint már említettük, a legmegfelelőbb lenne a nyírórészel, mint beavatkozó elemmel szabályozni a csigacsúcsnál fellépő nyomást. A gépek ilyen jellegű átalakítása azonban komoly technikai nehézségeket rejt magában. A problémát az okozza, hogy a konstrukciónak tetemes erőhatások ellenében nagy pontossággal kell a részállítást elektropneumatikusan, vagy elektromechanikusan végezni. A részállító beavatkozó elem számára a villamos vezérlő jelet a szabályozó szolgáltatja.

A nyírórészel dolgozó nyomásszabályozó rendszer költséges megoldás, de kétségtelenül a leghatásosabb. A csiga-fordulatszámú való nyomásszabályozó rendszer problémájával már foglalkoztunk. Nem szabad megfélekedni arról sem, hogy részszabályozás esetén is szükséges egyszerű érték tartó szabályozóval a fordulatszámot a technológia által meghatározott értékre beállítani. Ebben az esetben a fordulatszám-szabályozó csak a zavaró jellemzők által okozott változást hivatott kiegyenlíteni. A zavaró jellemzők közül legfontosabb a hálózati feszültség- és frekvenciaváltozás.

Ezek után egy részletes szabályozó rendszer felépítési blokkvázlata az eddig tárgyalt kérdéseket még jobban megvilágítja (35. és 36. ábra).

## 6. Fröccsöntőgépek szabályozástechnikai kérdései

Az elavult dugattyús rendszerű fröccsöntőgépekkel nem kívánunk foglalkozni, hiszen ezek a géptípusok lassan kiszorúlnak a modern termelési folyamatból. A csigadugattyús fröccsöntőgépek csigahengerében végbemenő áramlási és termikus folyamatok sok tekintetben hasonlóak az extrudernél tárgyaltakkal. Eltérések a szerszámtérben végbemenő változásoknál jelentkeznek. Ezekkel a szerszámtérben végbemenő változásokkal kívánunk részletesebben foglalkozni a következő részben.

### 6.1. Szerszámtérben végbemenő nyomásváltozások

A plasztifikálási folyamat során az anyag termikus homogenitása kialakul. A polimer részecskék látszólag elvesztik rossz hővezetési képességüket, amit a csigahengerben végbemenő áramlások magyaráznak. A külső fűtés vezérlése a fröccsöntőgépek esetén a csiga adagolási és kompressziós szakaszában fontos szerepet kap. A belső surlódásból keletkező és a henger fűtése által közölt hőmennyiség összegének kell biztosítani a polimer termoplasztikus állapotához szükséges hőmérsékletet. Ismert tény, hogy létezik egy  $P_{opt}$  nyomás és  $T_{opt}$  hőmérséklet értékpár, mely mellett a *maximális fröccsteljesítmény* elérhető [17—22].

Az optimális ömlesztőtér hőmérséklet a térkitöltés szempontjából:

$$T_{opt} = \frac{E}{mR} \left[ \sqrt{1 + 4m} \frac{R}{E} T' - \left(1 + m \frac{R}{E} T'\right) \right]$$

ahol  $E$  aktivitási energia [cal/mol];  
 $R$  gázállandó [cal/mol K];  
 $m$  struktur-viszkozitási tényező;  
 $T'$  az ömledék kilépési hőmérséklete [K].

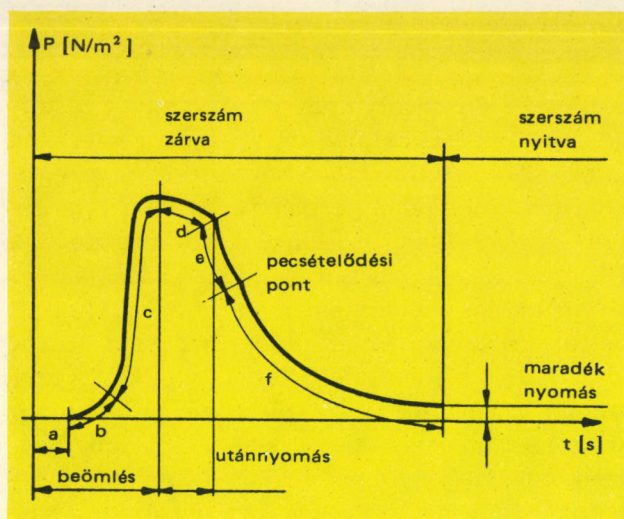
Az ehhez tartozó nyomás:

$$P_{opt} = \frac{m c}{b b_1},$$

ahol  $C$  közepes fajhő (állandó nyomáson)  
 $b$  állandó [ $1^\circ\text{C}$ ]  
 $b_1$  fajtérfogat [ $\text{cm}^3/\text{g}$ ].

A fúvóka és a szerszámtér-kitöltés áramlási viszonyaival nem kívánunk részletesen foglalkozni, mert túlságosan eltérnénk a szigorúan vett szabályozástechnikai kérdéstől. De fel szeretnénk hívni a figyelmet ezek termékminőség befolyásoló hatására. Mint már az I. részben említettük, a fröccsöntéskor végbemenő nyomás- és hőmérsékletváltozások regisztrálására mérőrendszert dolgoztunk ki. A következőkben a mérések eredményei alapján kívánjuk a fröccsöntőgépek szabályozástechnikai problémáit megvilágítani [23—25].

Az alakadó-szerszámban végbemenő nyomás időbeli lefolyását szemlélteti a 37. ábra. Az anyag felmelegedésének és a csiga forgásának hatására *homogén polimer* tölti ki a hátsó vég helyzetben levő csiga előtti teret. A fröccsöntés



37. ábra. Szerszám térkitöltési diagram

első szakaszában a csiga megkezdí axiális irányú mozgását. A fröccölési ciklusban a csiga egy dugattyú szerepét veszi át. Az ömledék a fúvókán keresztül a szerszámtérbe áramlik. A szerszám térkitöltési szakaszát látjuk a diagram *a*-val és *b*-vel jelzett részén.

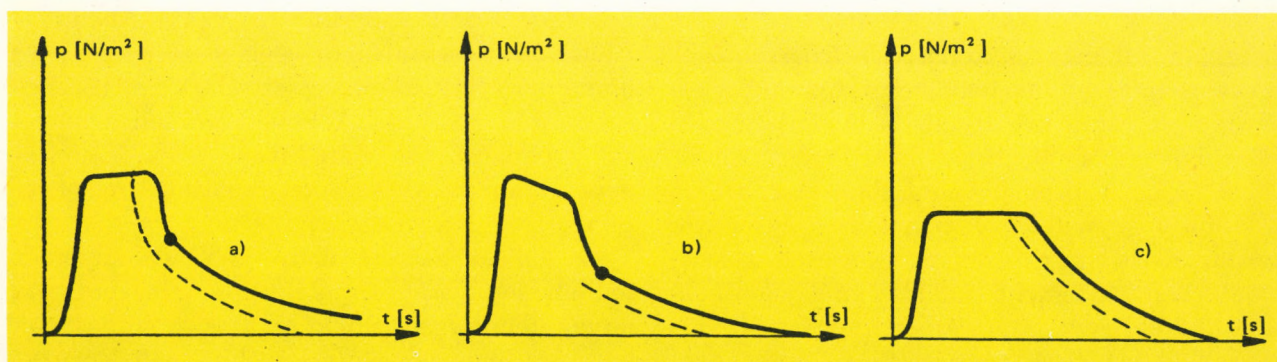
A teljes térkitöltés után a nyomás a *maximális fröccsnyomás* értékre ugrik. Ezt a szakaszt *c*-vel jelöltük. Az anyag nyomás alatt marad (utánnyomás), az anyag zsugorodása miatt még ömledék áramlik a szerszámba, de kisebb térfogatsebességgel, mint a térkitöltési szakaszban. A szerszámban ilyenkor még tekintélyes nyomás uralkodik, ez a *d* szakasz. Az utánnyomást megszüntetve, ha zárószelep vagy a *lepecsételődés* nem akadályozza meg, az ömledék egy része kiáramlik a szerszámból (*e* szakasz). A visszafolyás a lepecsételődési pontig tart. Az ebben az időpontban uralkodó belső nyomás és hőmérséklet hatá-

rozza meg a termék átlagos zsugorodását. A pecsételődési ponttól a nyomás és az átlaghőmérséklet a szerszám hűtőhatása következtében csökken (*f* szakasz). A térkitöltési folyamat egyik legfontosabb része az *utánnyomási idő*, mely közvetlenül kihat a fröccsöntött termék minőségére.

A 38. ábra az utánnyomás idejének és módjának változását, illetve hatását szemlélteti a szerszám térkitöltési nyomás—idő regisztrátumán. A *a* jelű regisztrátum a *túlادagolás*, a *b* jelű pedig a *pontos adag* befröccsöntésének viszonyait szemlélteti. Az első esetben a zsugorodásból eredő térfogatcsökkenést, a csigadugattyú fokozatos előre mozgásával, ömledék utánöltésével képes pótolni; ebből adódóan a nyomás állandó marad. A *b* diagramon a maximális nyomás esése figyelhető meg. Ez akkor áll elő, ha a dugattyú nincs anyagpárnán, vagyis a dugattyú a fröccsöntési szakasz végén elért helyzetében marad. A dugattyú előtt levő rész zárt rendszernek tekinthető, így a hőmérséklet csökkenésével a nyomásnak is csökkenni kell. A *c* jelű diagram a fúvókában elhelyezett visszacsapószelep hatását mutatja. Az ábrán a rövidebb utánnyomási idő hatását a szaggatott vonalak jelzik. A pecsételődés alacsonyabb nyomásnál következik be, ami a fröccstermék nagyobb zsugorodását jelenti. Hosszabb utánnyomási idő esetén a visszafolyás kisebb és a pecsételődés időpontjában nagyobb a belső nyomás. A zsugorodás ebben az esetben kisebb, de a megnövekedett maradó nyomás káros.

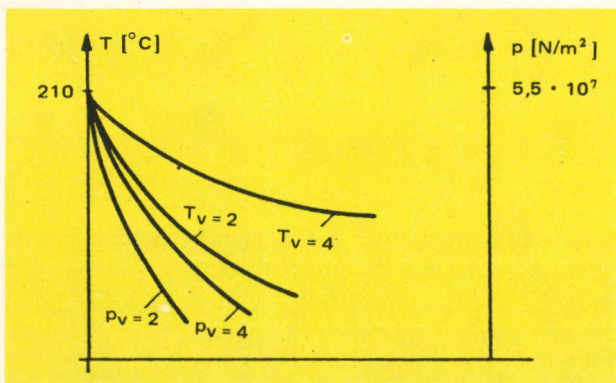
#### 6.2. A szerszámtér nyomás és hőmérséklet összefüggése

A térkitöltés során az ömledék hőmérséklete csak kismértékben csökken. Az utánnyomás idősza-



38. ábra. Az utánnyomás hatása

kában, amikor a belső nyomás a maximális értéket elérte (d szakasz) a hőmérséklet rohamosan csökken. Miután az anyag lágyulási hőmérséklete alá csökkent, lehet a szerszámot nyitni. A különböző fröccsnyomásoknál felvett nyomás—idő regisztrátumokban a pecsételődési pontok egyenesre esnek, azonos fröccsanyag esetén. A pecsételődés után a nyomás a hőmérséklettel arányosan csökken. Tapasztalati tény, hogy a szükséges lehülési idő a munkadarab vastagságának négyzetével arányos, ami a 39. ábrából is látható.



39. ábra. Különböző vastagságú ( $v = 2 \text{ mm}$ ,  $v = 4 \text{ mm}$ ) polietilén lemezek hűlési és nyomáscsökkenési görbéi

### 6.3 A csigaelőremeneti időbeli sebességváltozása

A csiga előrehaladási sebessége határozza meg a szerszám térkitöltés áramlási frontjának sebességét. A csigaelőremeneti sebességét elsősorban az időegység alatt a munkahengerbe betáplált olajmennyiség, másodsorban a beállított hidraulikus nyomás határozza meg. A csiga előremenet mindaddig állandó, míg a működtető szelep átáramlási keresztmetszete és a tápnyomás, valamint a munkahengerben uralkodó nyomás különbsége állandó. A munkahengerben a nyomást a térkitöltési folyamathoz szükséges erők határozzák meg. Az állandó csigaelőremeneti sebességet a vezérlőszelep nyitott szabad átáramlási felületének változtatásával lehet változtatni, így lehet gyors vagy lassú töltés. Ebben az esetben a szerszámkeresztmetszetnek megfelelően változik a folyásfront sebessége. Célszerű a csiga előrehaladását úgy változtatni, hogy a szerszám térkitöltési folyamata alatt a folyásfront sebessége megközelítőleg azonos legyen. A fröccsöntés

folyamán a megfelelő csiga előremeneti sebesség meghatározása fontos tényező a szerszámterben kialakult áramlási sebesség és a termék minősége szempontjából.

### 7. Fröccsöntőgépek szabályozása

A fröccsöntőgépeknél a szabályozástechnikai probléma két részre tagozódik: az egyik az anyag megömlesztése és homogenizálása, a másik a szerszám térkitöltése, a formaadás technológiai folyamata.

Az elsónél szabályozástechnikailag hasonló a helyzet, mint azt az extrudereknél tárgyaltuk. A különbség az, hogy a plasztikáció folyamata alatt a bevezetett mechanikai munka is hővé alakul. A külső fűtés zónaprogramját, vagyis a csiga mentén a hőgradiens beállítását az előbbieket figyelembevételével kell megállapítani. A csiga előtti anyag hőmérsékletének beállítása úgy történik, hogy figyelembe vesszük a fűvóka és az alakadó szerszám okozta belső nyírás-energia hőenergiává való átalakulását. Az anyag hőmérséklet emelkedése a fűvókában a  $20\text{--}30 \text{ }^\circ\text{C}$ -t is meghaladja, ami a fröccsanyag reológiai tulajdonságaitól függ. A hengerfűtés szabályozása mind kétállású, mind értéktartó, folyamatos szabályozóval történhet. A jelenleg gyártott gépek csigahenger fűtésszabályozását kétállású, esetleg hárompont szabályozóval oldják meg. Mivel a fröccsöntés folyamata szakaszos műveletek egymásutánja, ez a szabályozás teljes mértékben kielégíti a támasztott igényeket.

Ezután rátérhetünk a fröccsöntés, illetve a szerszám térkitöltés, formaadás folyamatának szabályozására, illetve vezérlésére. Ebben a folyamatban programvezérlés mutatkozik célravezetőnek. Programvezérlés csak azoknál a gépeknél oldható meg, amelyeknél a szerszám térkitöltés folyamata nagy reprodukálási pontossággal megy végbe. Itt néhány olyan kérdéssel foglalkozunk, melyek bevezetését javasoljuk.

A beömlési szakasz végét, vagyis a csigadugattyú előre mozgásának határolását az alakadó szerszám beömlésétől távol elhelyezett nyomásmérő végezheti. Célszerű ilyenkor anyagpárnán dolgoztatni a gépet. Amennyiben a gépet adagmennyiségre állítják be, úgy az anyagpárna előnyeit nem tudjuk kihasználni, de a határolás egyszerű mechanikus végállás kapcsolóval meg-

oldható. Nyomásmérő alkalmazása a henger olajnyomásának szabályozására és a csiga előremenet sebességének vezérlésére is felhasználható.

Az *utánnomás ideje* időkapcsolóval, vagy célszerűen a szerszámban a beömlés helyén mért anyaghőmérséklettel vezérelhető. Amennyiben az anyaghőmérséklet a pecsételődési pont (mint komparálási szint) alá csökken, vezérlést kap a szerszámnyitó rendszer. Az utóbbi vezérlési rendszer a szerszám hűtőhatásának változatát is figyelembe veszi és az utánnomási időt ennek megfelelően korrigálja.

A fenti vezérlő rendszerek aránylag könnyen adaptálhatók a meglévő gépekhez.

Kiépíthető sokkal bonyolultabb számítógépes

vezérlő rendszer is, mely a paraméterek nagy számát figyelembe véve végzi a technológiai fázisok vezérlését. Jelenleg csak kísérleteket végeznek a számítógépes vezérlő rendszerekkel. Felépítésük jelenleg még költséges ahhoz, hogy széles körben elterjedjenek.

Az extruderek és fröccsöntőgépek szabályozása, ill. vezérlése még számos komoly kérdést vet fel, melyre csak további mérésekkel adhatunk választ. Szükséges még új mérési módszerek kidolgozása, a jelenlegi mérőrendszerek továbbfejlesztése, a reológiai és az áramlástani viszonyok megismerése, mérésekkel való ellenőrzése.

**Szentirmai Endre**

#### **Summary**

The article publishes a control influence scheme and a block scheme for controlling the pressure of extruders by the rotational speed and the shearing gap, deals in detail with the course of the pressure and the temperature versus time during the filling process of the tool spaces of injection moulding machines, and suggests on the basis of these processes several elements, which are well adaptable to the existing machines, for optimalizing the stopping operation and the productivity of these machines.

# Építmények műszeres dinamikai állapotvizsgálata

A cikk a különböző rendeltetésű építményekben végzett lengésvizsgálatokról számol be, elemzi az építményeket érő különböző dinamikus hatásokat. Ismertetésre kerül egy gyárkémény szellőkés hatására fellépő lengéseinek vizsgálata, valamint közúti és vasúti forgalom eredetű talajrezgések elemzése.

1. Szellőkések gerjesztő hatására fellépő kéménylengések időfüggvénye, trajektóriája és a kémény önlengésszámának meghatározása

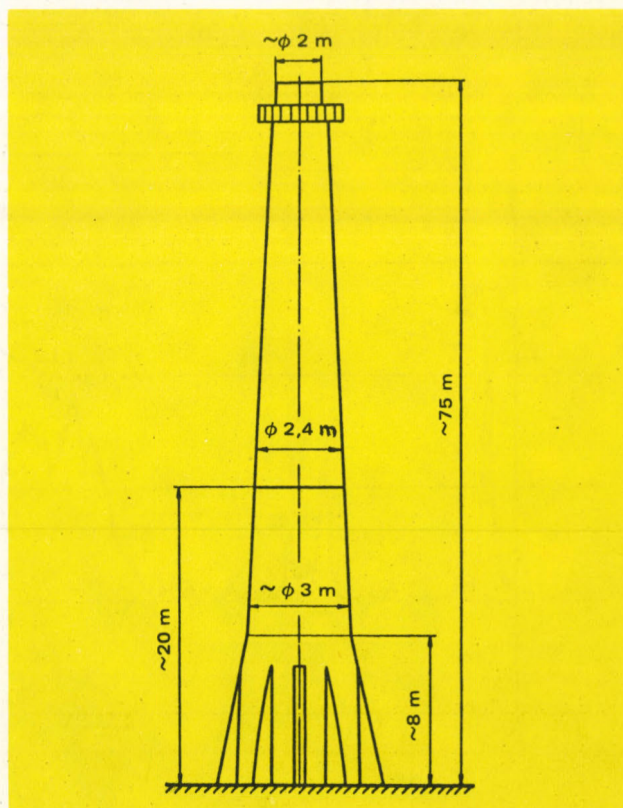
A mérési objektum a Dunai Vasmű egyik 75 m magas acélköpenyű gyárkéménye volt. A kémény nagyobb szellőkés gerjesztő hatásokra jelentős lengőmozgást végzett, ezért biztonsági okok miatt acélsodronykötelekkel kimerevítették. A mérés célja az volt, hogy a kötelekkel megerősített kéménynek az új körülményekre vonatkozó lengésjellemzőit méréssel meghatározzuk. A kémény vázlatos rajzát az 1. ábrán láthatjuk.

A mérési feladat teljesítéséhez olyan mérési módszert kellett kidolgoznunk, ami alkalmas a várhatóan igen kisméretű lengések mérésére. Irodalmi adatokból ismeretes, hogy a karcsú ( $L/D \approx 5$ ) és magas építmények — mint pl. tornyok, kémények, antennák sajátrezgése 0,2...1 Hz közé esik. Ezért mérőátalakítóként Brüel—Kjaer gym. 8306 típ. rezgés gyorsulásérzékelőket, mérőerősítőként pedig Brüel—Kjaer gym. 2651 típ. töltés erősítőt használtunk; e mérőrendszer alkalmazása révén a 0,03 Hz frekvenciánál nagyobb jeleket torzításmentesen mérhettük.

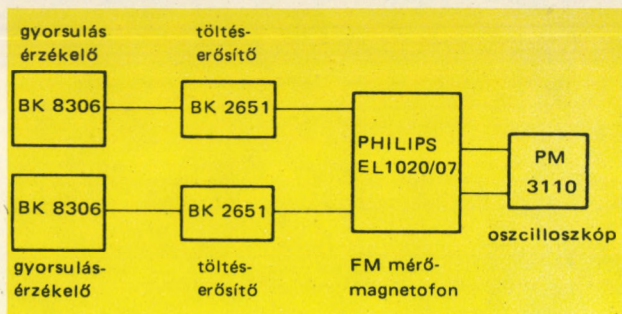
Mivel szükségünk volt a kéménylengések tra-

jektóriájára is, ezért a kémény tetején (a kémény hosszanti tengelyére merőleges síkban) két, egymásra merőleges helyzetű érzékelőt helyeztünk el.

Az aerodinamikai hatások hosszabb időtartamon keresztül tartó hatásainak megismerése ér-



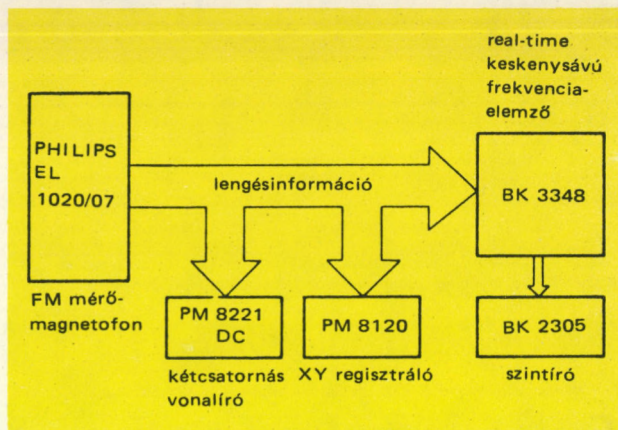
1. ábra. A vizsgált kémény vázlatrajza



2. ábra. A kémények helyszíni lengésvizsgálatánál alkalmazott mérési elrendezés

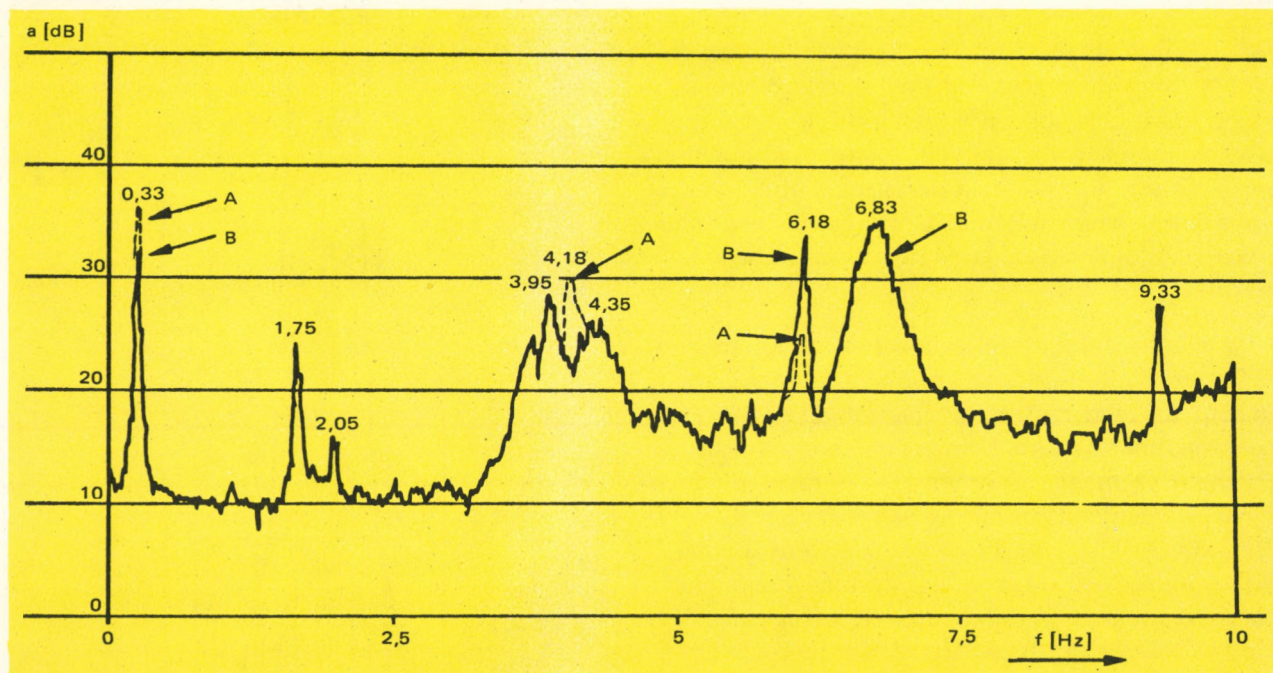
dekében a lengésgyorsulással arányos villamos jeleket egy Philips gyártmányú hétcatornás, EL 1020/07 típusú frekvencia modulációs elven működő mágnesszalagos jeltárolóval rögzítettük. A mérési elrendezés vázlatja a 2. ábrán látható.

A kémény csúcsponti rezgései igen fontosak a dinamikai vizsgálat szempontjából. A szél, vagy a szél okozta hatások mérésénél fontos jellemző a gerjesztőhatást előidéző szélsébség nagyságának ismerete, ezért a rezgésméréssel egyidejűleg — egy saját fejlesztésű villamos kimenettel rendelkező kanalas anemométerrel — a szélsébség változásokat is mértük. A ked-



3. ábra. A kéménylengés időfüggvény, trajektória, frekvenciaspektrum kiírásához alkalmazott műszeres elrendezés

vező időjárási viszonyok következtében a mérések alatt a szélsébség kb. 40 km/h nagyságú volt. Mivel az örvényleválások és a torlónyomás a szélsébségnek nem megegyező függvényei, ezért a cikkben közölt trajektóriák — következésképpen — nagyobb szélsébségeknél nem érvényesek. A kémény lengésvizsgálatairól többórás időtartamú mintát tároltunk a mérőmagnetofonnal. A mérés egyik célja a kémény önlen-



4. ábra. Kéménylengés lineárisan átlagolt rezgésyorsulásszint spektruma. Mindkét lengéskomponest (hasonlóságuk miatt) egy spektrumon ábrázoltuk



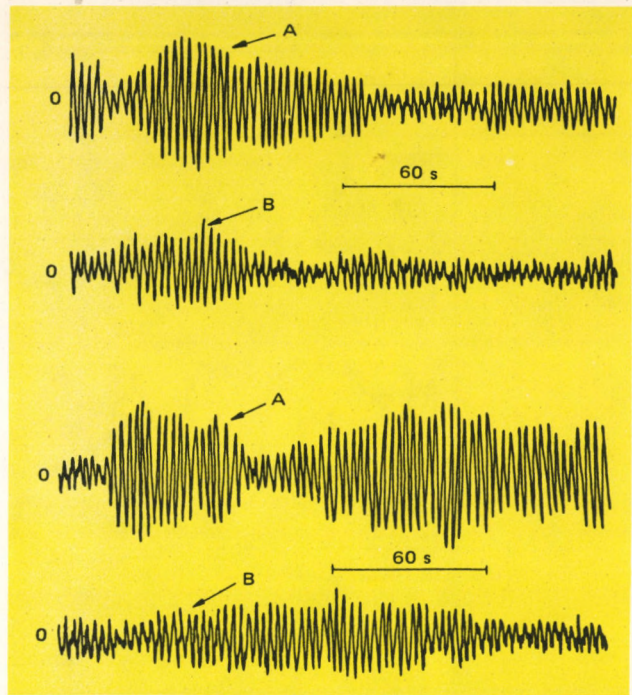
gésszámának mérése volt. A rezgésyorsulás időfüggvény frekvenciaelemzéséből a kémény önlengésszáma meghatározható. Az időfüggvény frekvenciaelemzéséhez a Brüel—Kjaer gym. 3348 típusú „azonos idejű keskenysávú frekvenciaanalizátort” használtuk. (A műszer működési elvét részletesebben ugyane számban a szerző másik cikke ismerteti).

Az elemzéshez használt mérési elrendezés blokkvázlatát a 3. ábrán láthatjuk. A frekvenciaelemzés során a rezgésyorsulás időfüggvényét a 0,025...10 Hz frekvenciasávban elemeztük. A rezgésspektrum diszkrét sávszintjeinek várható értékét 64 statisztikailag egymástól független mintából határoztuk meg. Az analizátor adatfeldolgozásából következően a 64 minta esetén a szabadságfok száma 128 volt.

A frekvenciaelemzésnél a kedvező szelektivitás érdekében a műszer  $\cos^2 x$  függvényét használtuk súlyfüggvényként. A választott 10 Hz felső határfrekvencia és a Hanning-féle súlyfüggvény 0,0375 Hz sáv szélességű (—3 dB) 400 diszkrét szűrősávban biztosított azonosidejű frekvenciaelemzést. Az adatokból következően a diszkrét szűrősávok 0,025 Hz magasságú frekvenciafelbontóképességet nyújtottak. A horizontális irányú két lengéskomponens várható spektrumszintjei a 4. ábrán látható regisztrátumon közösen szerepelnek. A két mérőhely lengésvi-szonyai ugyanis csak kismértékben különböztek egymástól. A két spektrumot A és B jelzésekkel különböztetjük meg egymástól. A regisztrátumról leolvasható, hogy a spektrum 0,33—1,75—4, 18—6,83 Hz értékeinél vannak helyi maximumok. E frekvenciasorozat jól illeszthető az egyik végén befogott tartó sajátrezgéseinek frekvenciasorozatához, tehát megállapíthatjuk, hogy a kémény önlengésszáma 0,33 Hz. Az 1,75 Hz értékű rezgésyorsulás komponens hatását elhanyagolhatjuk, mivel a felharmonikus kétszeres integrálása után belátható, hogy jelenléte csak mintegy 10%-kal követi az önlengésszámnál jelentkező rezgéselmozdulást.

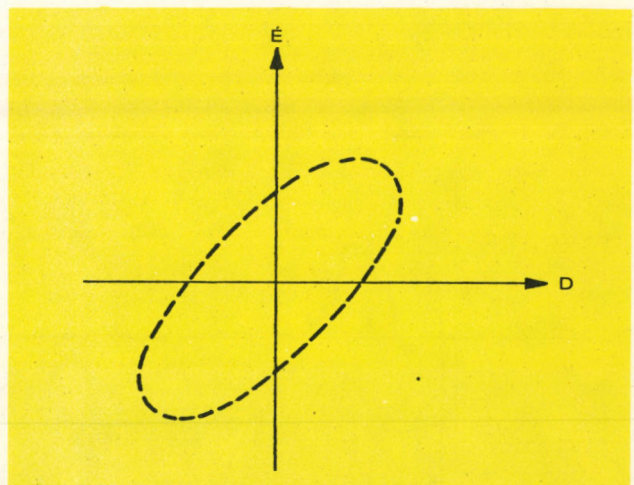
A kéménylengések 0,33 Hz-es frekvenciakomponensének időfüggvényét a Philips gym. PM 8221 típusú kétsatornás egyenáramú vonalíróval regisztráltuk. A kéménylengések időbeni változásait jellemző regisztrátumokat az 5. ábrán mutatjuk be.

A kéménylengések trajektóriáját a 3. ábrán látható mérési elrendezésnek megfelelően egy



5. ábra. Különböző mintavételekből származó kéménylengések rezgésyorsulás időfüggvényei

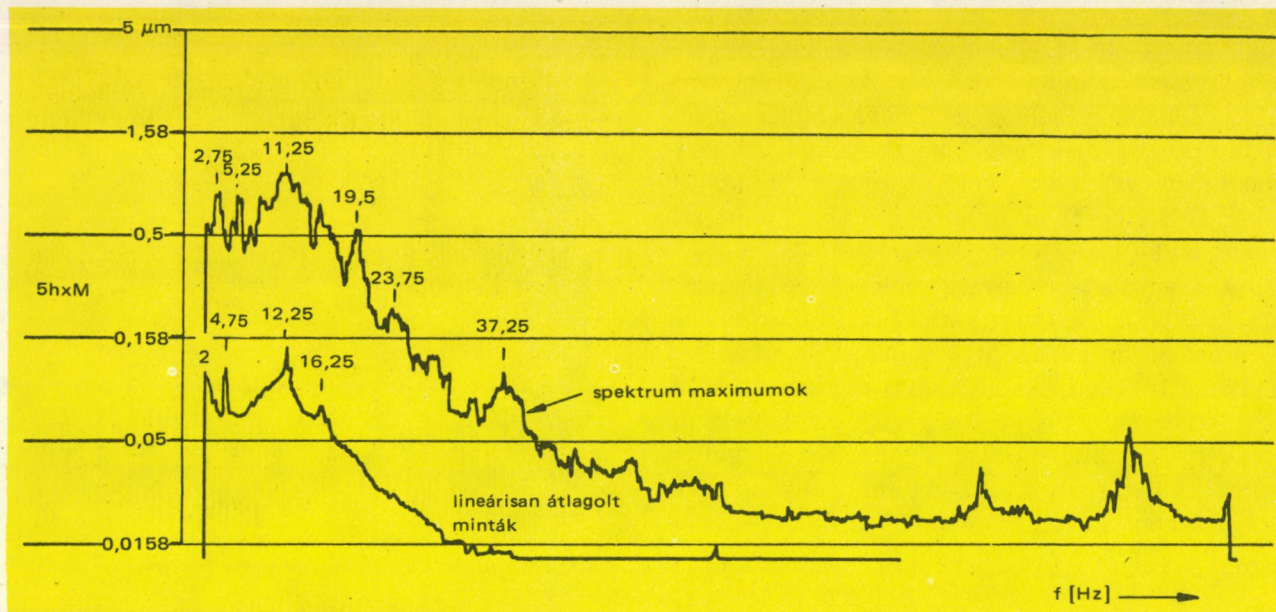
Philips gym. 8120 típusú X—Y regisztrálóval rögzítettük. A kéménylengések trajektóriája a 6. ábrán látható.



6. ábra. A kéménylengések trajektóriája

2. A talajban ébredő rezgések közötti járműforgalom és vasúti forgalom hatására

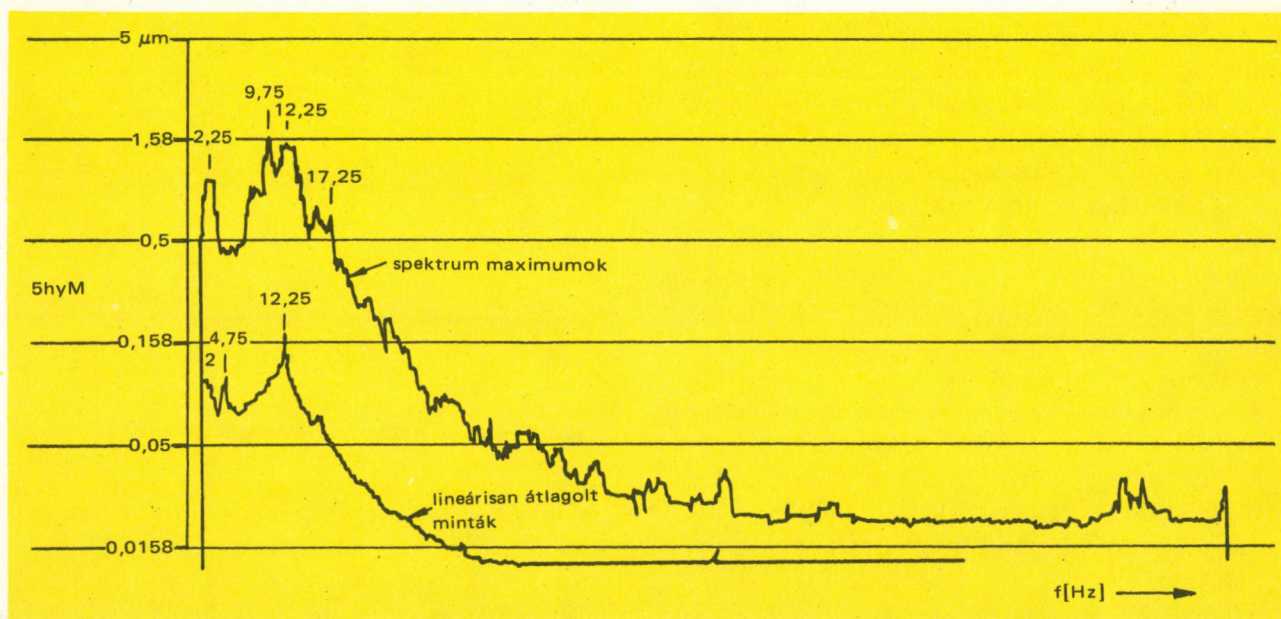
Alacsony rezgésszintű követelményeket kielégítő építmények alapozásának tervezéséhez nem



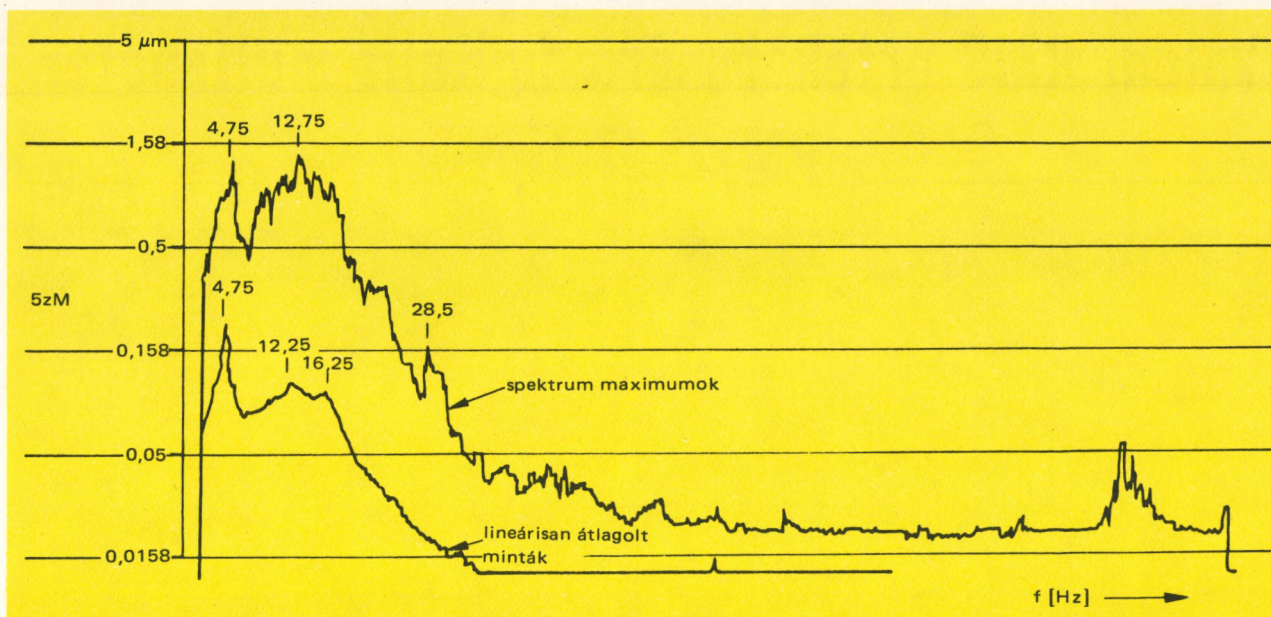
7. ábra. „hx”-irányú talajrezgés spektrumok

elegendő a csupán statikai módszerekkel meghatározott talajfizikai jellemzők ismerete, hanem ismerni kell az épületre az altalajból származó gerjesztő rezgések dinamikusan jellemzőit is, hogy a várható dinamikusan hatásokat figyelembe tudjuk venni. Méréseinket egy leendő számítóközpont és mikrofotólaboratórium rezgésszint követelményeinek megfelelő alapozási tervezéshez szolgáltattuk.

A szóban forgó létesítményt a tervek szerint a Kerepesi út és Asztalos Sándor utca által határolt területen helyezték el, amely a Kerepesi út közötti forgalmi, ill. az Asztalos Sándor utcával párhuzamosan futó vasúti forgalmi hatásokból: a talajban terjedő rezgésekből fogja a gerjesztőhatásokat kapni. Emiatt a maximális hatások megismerése céljából csúcsforgalmi időszakban végeztünk méréseket a kijelölt telken,



8. ábra. „hy”-irányú talajrezgés spektrumok



9. ábra. Vertikális irányú talajrezgés spektrumok

összesen hat ponton. A kijelölt helyeken mér-  
tük a vertikális irányú és az egymásra merőle-  
ges két horizontális irányú rezgéskomponenst. A  
mérőátalakítóként használt Hottinger—Baldwin  
Messtechnik gym. B4z és B4h típusú úradókat  
a talajba süllyesztett 60 cm élhosszúságú beton-  
kockákon helyeztük el.

Statisztikai vizsgálatok útján megállapíthat-  
tuk, hogy 512 rezgésminta megfelelő relatív  
gyakoriság-stabilitással jellemzi a rezgés spek-  
trumszintek várható értékeit. A mintákat a  
Philips gym. EL 1020/07 típ. mágnesszalagos jel-  
tárolóval rögzítettük, s a laboratóriumi kiértéke-  
lés során a Brüel—Kjaer gym. 3348 típ. azonos-  
idejű keskenysávú frekvenciaelemzővel végeztük  
el a 0,25—100 Hz sávban a frekvenciaelemzést.  
Súlyfüggvényként Hanning-féle függvényt hasz-  
náltunk. Az 512 statisztikailag független minta

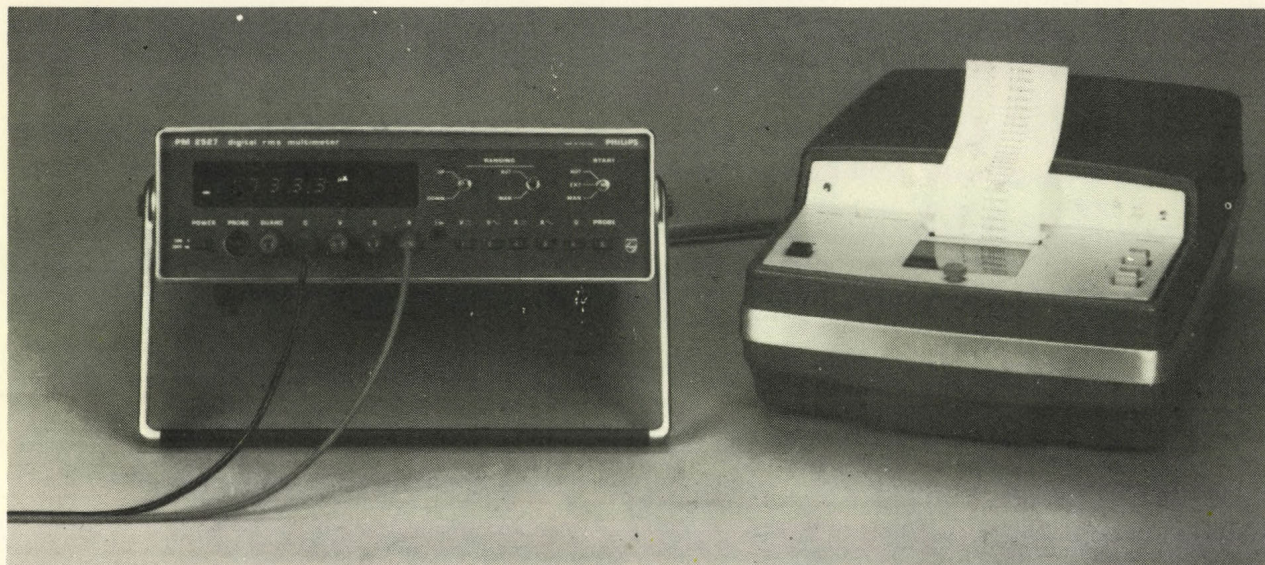
várható értékének mérése mellett gyűjtöttük az  
ezen mintavételi időtartam alatt előfordult  
diszkrét spektrális komponensek maximumait is.  
Az összetartozó, várható spektrumszint és elő-  
fordult spektrummaximum görbét a kedvezőbb  
összehasonlíthatóság érdekében közös felvételen  
ábrázoltuk. Amint ez a felvételeken is látszik, a  
spektrumokon a maximum 12 Hz körül jelent-  
kezik és a helyi maximum után a görbék —12  
dB/oktáv meredekséggel csillapodnak. A kis-  
frekvencián jelentkező kiemelések okára a választ  
az adja, hogy a telken levő altalaj feltöltött, ned-  
ves állapotú, így a rezgéshatásokat kis csillapí-  
tással közvetíti. A 7., 8. és 9. ábrákon egy-egy  
horizontális és egy azonos mérőhelyhez tartozó  
vertikális rezgésspektrummal szemléltetjük a ta-  
lajrezgéseket.

Millei Lajos

#### Summary

The article gives an account on vibration tests in building objects of various destination, analyses the various dynamic effects acting on the buildings, describes the examination of the swinging of a factory stack under the effect of windgusts, the dynamic effects of vehicle traffic on buildings and the analysis of soil vibrations originated by road and railway traffic.

# Valódi RMS értéket mérő digitális multiméter PM 2527 tip.



RMS mérések, 10  $\mu$ V felbontás

Méréshatárok:

egyenfeszültség	200 mV ... 1 kV (5 fokozatban)
váltakozófeszültség	20 mV ... 600 V (6 fokozatban)
egyen- és váltakozóáram	2 $\mu$ A ... 2 A (7 fokozatban)
ellenállás	200 ohm ... 2 Gohm (7 fokozatban)

Nagyfrekvenciás feszültség- és hőmérsékletmérésekhez külön mérőfejek és dugaszolható fiókok rendelhetők.

Automatikus és kézi üzemmódváltás.

Túlterhelés védelem.

A külön mérőfejjel a frekvenciatartomány 700 MHz-ig terjeszthető ki.

Kívánságra BCD vagy analóg kimenet biztosított.

Kettős bemenetű védőrendszer biztosítja a nagy CMRR értéket – 140 dB egyenfeszültségnél és 100 dB 50/60 Hz-nél.

Kívánságra külön digitális és analóg kimenetek állnak rendelkezésre, automatikus vizsgáló- vagy mérőrendszerekben való alkalmazáshoz.

Méreték: 88 X 279 X 328 mm

Súly: 5,6 kp

Részletesebb információt nyújt:

Philips Industries,  
Test and Meas. Dept.,  
Eindhoven,  
The Netherlands

Szervízképviselet:

MTA Műszerügyi és Méréstechnikai Szolgálat,  
Budapest VI., Lenin krt. 67.

Tel.: 420-514

Telex: 22-5114 scime

Levél cím: 1391 Budapest, Pf. 241



# PHILIPS

# Real-time keskenysávú frekvenciaanalizátor Brüel-Kjaer 3348 típ.

A digitális technika fejlődése új mérési lehetőségeket hoz létre az analóg jelvizsgálat területén is. Az egyik legjelentősebb ezek közül az ún. azonos-idejű frekvenciaelemzés. A cikk a Brüel-Kjaer cég 3348 típusú frekvenciaelemzőjét ismerteti.

A frekvenciaanalizátor (1. ábra) analóg digitális mérőrendszer, mellyel analóg villamos jelek frekvenciaelemzése vagy spektrális teljesítménysűrűségének mérése igen rövid idő alatt végezhető el. Az elemzés — a választott frekvenciasávban — mindig 400 szűrősávban történik, s egy spektrum megjelenítési ideje 45 ms. A 400 szűrősáv szintje katódsugárcsővön kalibrált frekvenciaspektrumként jelenik meg. A mérési eredmény analóg szintiróval, X—Y regisztrálóval, vagy szalaglyukasztóval, ill. számítógéppel rögzíthető.

A frekvenciaanalizátor három egységből áll:

- a 2030 típ. spektrumanalizátorból,
- a 6701 típ. átlagoló és vezérlő egységből és
- a 4710 típ. display (megjelenítő)-ből.

A három egység egyszerűsített blokkvázlatát a 2. ábra mutatja.

## 2030 típ. spektrumanalizátor

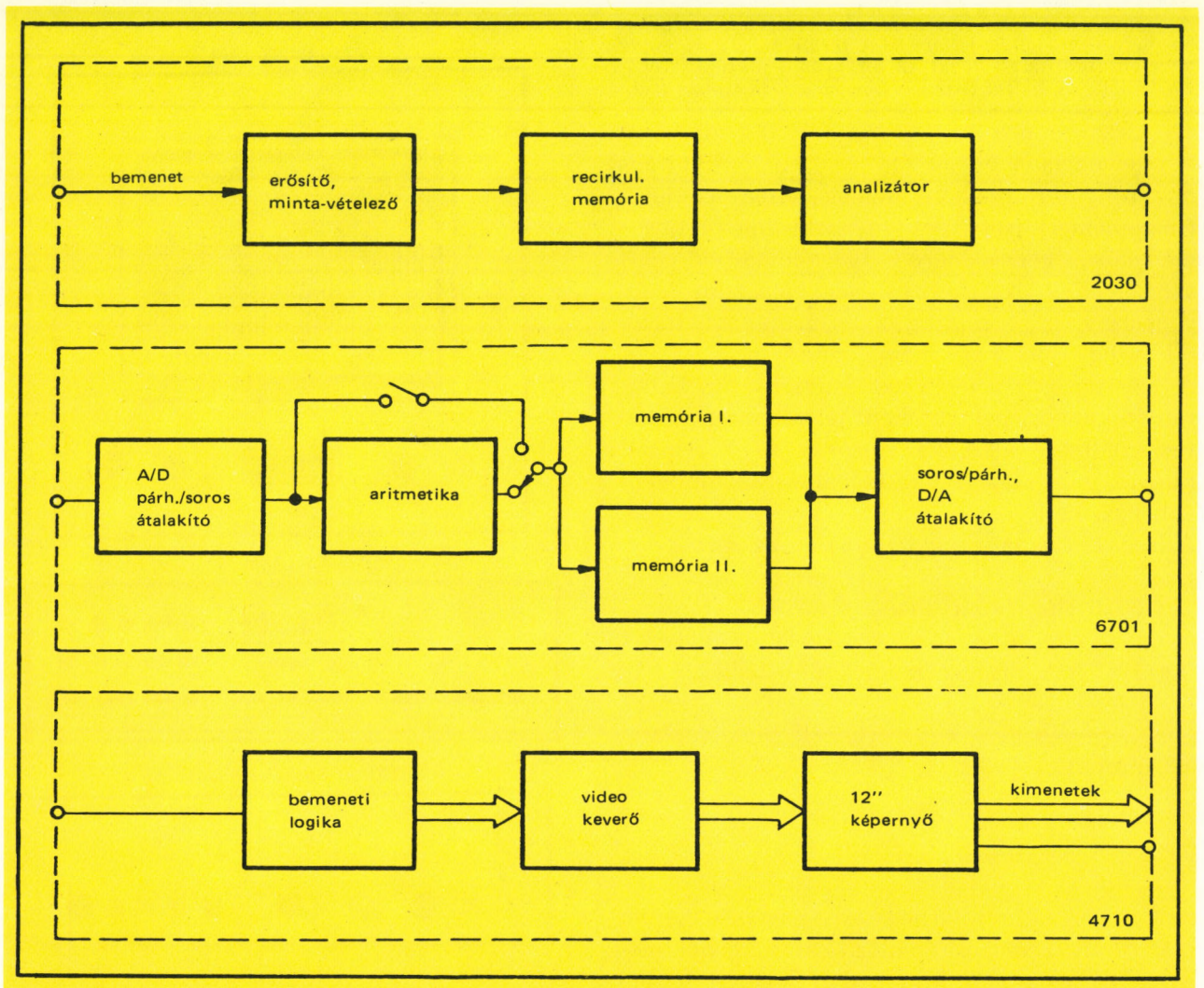
A 3. ábrán láthatjuk, hogy ez az egység három részből áll: bemeneti és időzítő áramkörből, memóriából, és analóg kimeneti részből. A három rész szinkron működését egy 12 MHz-es órage-nerátor jelei biztosítják. A vizsgálandó jel a be-



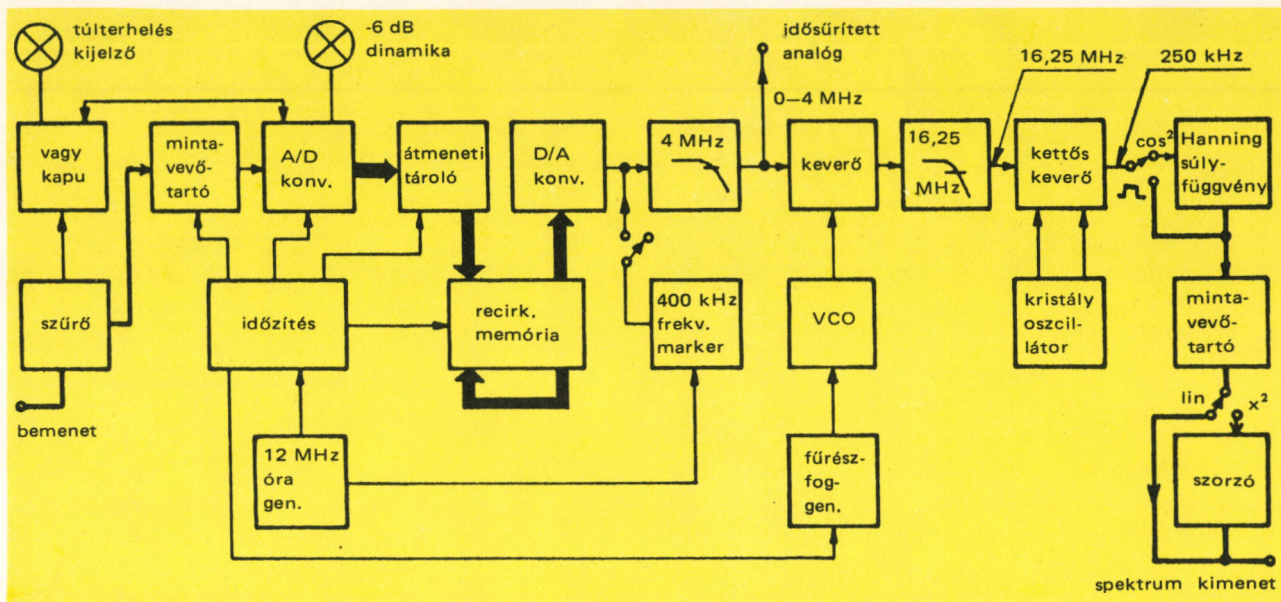
1. ábra. Real-time keskenysávú frekvenciaanalizátor

meneti osztón keresztül jut el a mintavevő frekvenciának megfelelő aluláteresztő szűrőhöz. A bemeneti áramkör szintfigyelő egysége jelzi a túlterhelést és azt, ha a bemeneti jel a dinamika tartomány 50—100%-án belül, illetve 50%-a alatt van; az utóbbi esetben az analóg/digitális átalakító működése nem optimális. A bemeneti jel a választott frekvenciasáv felső határfrekvenciájának háromszorosával kerül mintavételezésre és a 8 bites bináris szavakká konvertált információ a recirkulációs memóriába jut. A recirkulációs memória kapacitása 1200 db 8 bites szó; ezek recirkulációs mozgásának sebessége  $12 \cdot 10^6$  szó/s, tehát egy recirkuláció 100  $\mu$ s alatt történik. A felgyorsított (idősűritett) digitális jelek digitális/analóg konvertálás után — egy alulát-

eresztő szűrőn keresztül jutva, 0...4 MHz frekvenciasávba eső jelekké alakulnak át, így az idősűritési tényezőt a  $4 \text{ MHz}/f_u$  viszony határozza meg, ahol  $f_u$  a választott frekvenciaelemzési sáv legnagyobb frekvenciáját jelöli. Így pl. az idősűritési tényező a 0...10 Hz frekvenciasávban:  $4 \text{ MHz}/10 \text{ Hz} = 400\,000$ . A 0...4 MHz-es sávkorlátozott jelet a következő keverő fokozat egy 16,25...20,25 MHz között lineárisan növekvő frekvenciájú szinuszos jellel keveri össze 40 ms, azaz a 4000 memória recirkulációhoz szükséges idő alatt. A jel a továbbiakban a 16,25 MHz sávközépfrekvenciájú szűrőre jut, melynek kimenetén megjelenő 16,25 MHz-es jel szintje a 0...40 MHz sávba eső, idősűritett jelek frekvenciartalmának megfelelően fog változni. Belát-



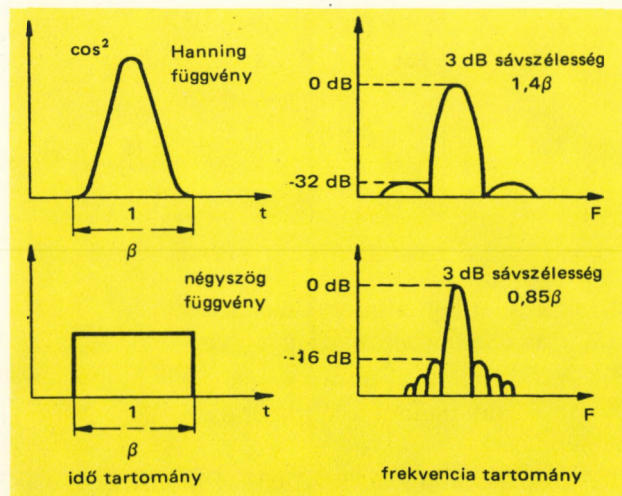
2. ábra. A 3348 típ. real-time keskenysávú frekvenciaanalizátor egyszerűsített blokkvázlata



3. ábra. 2030 típusú spektrumanalizátor blokkvázlata

ható, hogy a megfelelő frekvencia elhangolásokhoz tartozó jelszintek megfelelnek a 0...4 MHz-es frekvenciasávba eső sűrített jel — azaz az eredeti jel — egy adott frekvenciájához tartozó jelszintjének, így tehát a szűrő kimenetén levő jel a spektrumot szolgáltatja. A jel a továbbiakban — kétszeres keverés után — 2,25 MHz-es, majd 250 kHz-es jellé alakul. A szűrő kimenetén megjelenő jel a mérés technikai kívánalmaknak megfelelően  $\cos^2$  (Hanning függvény), vagy négy-szögjellel súlyozható (4. ábra).

A 250 kHz-re kevert jel, a feszültség/áram konvertáló fokozaton keresztül, időben lineárisan növekedve jut a mintavevő-tartó áramkörre, mely minden memória recikláció alatt (100  $\mu$ s) egy mintát vesz. Ezek a minták a 400 kHz-es frekvenciasávba felépített frekvenciaspektrum egy-egy diszkrét jelszintjének felelnek meg. Az így előállított spektrum közvetlenül (lineáris) spektrumként, vagy spektrális teljesítménysűrűség mérésénél egy bekapcsolt szorzóáramkörtön keresztül jut a műszer kimeneti kapcsaira.



4. ábra. Az elemzésekhez választható súlyfüggvények jellemzői az idő- és frekvenciatartományban

#### 6701 típusú átlagoló és vezérlőegység

Ez a 2030 típusú egység kimenetéhez csatlakoztatva, három üzemmódban működtethető:

1. nem átlagolt, idősűritett spektrumot továbbít a 4710 típusú katódsugárcsöves display számára;
2. lineárisan átlagolt spektrumokat képez; a statisztikailag független mintákból — előválasztással kért átlagolt spektrumok száma: 8—16—32—64—128—256—512—1024 lehet;
3. exponenciálisan átlagolt spektrumokat képez.

A statisztikailag független minták gyűjtése illeszkedik a mintavételi tételekhez, így a minták számától és a választott analízis frekvenciasávjától függően változik a spektrum-átlag adatfeldolgozási ideje (1. táblázat).

A 3348 típ. real-time frekvenciaanalizátor főbb analizis jellemzői

$0-f_u$ [Hz]	mintavétel időtartama [s]	frekvenciafeloldó képesség [Hz]	-3 dB-es sáv szélesség Hanning- súlyfüggvényénél [Hz]	idősűrítési tényező
0—10	40	0,025	0,0375	400 000
0—20	20	0,050	0,0750	200 000
0—50	8	1,125	0,1875	80 000
0—100	4	0,25	0,375	40 000
0—200	2	0,50	0,750	20 000
0—500	0,8	1,25	1,875	8 000
0—1000	0,4	2,5	3,75	4 000
0—2000	0,2	5,0	7,50	2 000
0—5000	0,08	12,5	18,75	800
0—10000	0,04	25,0	37,5	400
0—200000	0,02	50,0	75,0	200

frekvencia- tartomány [Hz]	Lineáris átdolgozási idő és exponenciális átlagolási időállandó [s]							
	358	716	1,43 K	2,86 K	5,73 K	11,4 K	22,9 K	45,8 K
10	358	716	1,43 K	2,86 K	5,73 K	11,4 K	22,9 K	45,8 K
20	183	358	716	1,43 K	2,86 K	5,37 K	11,4 K	22,9 K
50	71,6	143	286	273	1,14 K	2,29 K	4,58 K	9,17 K
100	35,8	71,6	143	286	573	1,14 K	2,29 K	4,58 K
200	18,3	35,8	71,6	143	286	273	1,4 K	2,29 K
500	7,16	14,3	28,6	27,3	114	229	458	917
1 K	3,58	7,16	14,3	28,6	57,3	114	229	458
2 K	1,83	3,58	7,16	14,3	28,6	57,3	114	229
5 K	0,71	1,43	2,86	5,73	11,4	22,9	45,8	91,7
10 K	0,35	0,71	1,43	2,86	5,73	11,4	22,9	45,8
20 K								
Lineárisan átlagolt spektrumok száma	8	16	32	64	128	256	512	1024
szabadság- fok	16	32	64	128	256	512	1024	2048
$\sigma$ [%]	17,7	12,5	8,8	6,3	4,4	3,2	2,2	1,6

A lineárisan átlagolt spektrumok képzése az:

$$A = \frac{1}{K} \sum_{r=1}^{r=n} T_r$$

algorithmus szerint, az exponenciális átlagolás pe-  
dig:

$$A_r = A_{r-1} + (T_r - A_{r-1}) \cdot \frac{1}{K}$$

algorithmus szerint történik, ahol:

- $A_r$  a jelenlegi minta átlagértéke;
- $A_{r-1}$  az előző minták átlagértéke;
- $T_r$  a pillanatnyi minta értéke;
- $K$  az időállandót adó konstans.

A lineáris átlagoláshoz tartozó idő megegyezik az exponenciális átlagoláshoz tartozó idővel. Az exponenciális átlagolási időállandó azonban  $2 \tau$  időállandót jelent.



A 6701-es típusú egységnek két display-memóriája van, így többek között lehetőség van két spektrum kis időkülönbséggel történő összehasonlítására az alábbi kombinációk szerint:

- két időfüggvény időben változó spektrumának összehasonlítása;
- egy időben változó, és egy másik, már előzetesen tárolt spektrum alternáló összehasonlítása;
- két tárolt spektrum alternáló összehasonlítása.

A 6701 típ. egység bármely csatornája (szűrősávja) a készülék előlapján levő csatornaválasztóval kiválasztható, s a csatorna frekvenciája a készüléken levő négy számjegyes digitális kijelzőről leolvasható; a kiválasztott csatorna egyidejűleg nagyobb intenzitással jelenik meg a 4710 típ. egység képernyőjén.

A készülék speciális üzemmódjai között említjük meg a következőket:

- a spektrum frekvenciatengelye beépített kristályoszillátorral kalibrálható;
- a lineárisan képzett spektrum átlagolás kívánt időpontban megszakítható és folytatható;
- időtartam-korlátozás nélkül gyűjthetők a spektrumban előfordult legnagyobb szintek, és ezek a maximális jelszintek tárolhatók;
- tranziens jelenségek spektrum-maximuma egy tetszőleges beállított jelszinttől indítva tárolható; a tranziensmegfogó áramkör révén 400 minta a triggerpont előtt, 800 minta pedig utána kerül tárolásra, az 1200 minta tárolása után a trigger áramkör automatikusan leáll;
- analóg és digitális adatrögzítések;
- az összes kezelőszer távvezérlése;

#### 4710 típ. spektrummegjelenítő (display)

A készülék 12 inch képméretű katódsugárcsővén jelenik meg a 400 csatornás frekvencia-spektrum. A 6701 típ. műszer csatornaválasztójával kiválasztott frekvenciasáv szintértéke Nixie-csőveken kiírva jelenik meg dB-ben kifejezve a 0...140 dB tartományban. A spektrum amplitúdó tengelye lineáris vagy logaritmikus léptékű lehet. Az 50 dB-es dinamika felső sávjának 10 ill. 25 dB-es része a teljes képméretre kinagyítható a jelszintkülönbségek könnyebb vizuális észlelhetősége érdekében. A képernyőn

megjelenő, elektronsugárral felrajzolt skálák paralaxismentesen olvashatók le.

Mivel a digitális adatrögzítésekhez a készülék 50  $\mu$ s/csatorna sebességgel alakítja át az analóg információk dB-ben kifejezett szintértékét 8—4—2—1 kódolású BCD jelekké, a teljes spektrum kiírásához legalább 21,5 ms időre van szükség. A digitális adatok a 12 bit-es párhuzamos kimeneten keresztül csatlakoztathatók digitális perifériákhoz. Szolgáltatunk jelenleg a Brüel—Kjaer gym. 6301 típ. szalaglyukasztót használja adatrögzítőként. A lyukasztó ASCII kódolású, és lyukasztási sebessége 75 karakter/s.

#### Alkalmazási lehetőségek:

- nagy frekvenciafeloldási jellemzőjű, állandó sávzélességű frekvenciaelemzések 400 frekvenciacsatornán a 0...20 kHz frekvenciatartományban;
- real-time frekvenciaelemzés 10 kHz-ig;
- impulzusok Fourier-transzformáltjának közvetlen mérése;
- akusztikai és rezgésjelek frekvenciaelemzése;
- periodikus jelek harmonikus elemzése;
- beszéd analízis;
- neurológiai és fiziológiai jelek elemzése;
- szeizmológiai jelek elemzése;
- gépipari karbantartások előrejelzése rezgés-diagnosztikával.

#### A 3348 típ. real-time keskenysávú frekvencia-analizátor főbb jellemzői:

analízis frekvenciatartomány	0...10 Hz frekvenciasávtól 0...20 kHz frekvenciasávig, 1—2—5 szorzólépésekben, 11 sávban
csatornák száma	400
bemeneti érzékenység	0,25% (konstans környezeti hőmérsékleten) 0,1...30 V <sub>eff</sub> (kalibrált osztóval szabályozható 0...49 dB között)
bemeneti impedancia	100 kohm
amplitúdó linearitás	1 dB
memória	1200 db 8 bit-es szó
dinamikatartomány	50 dB
adatrögzítési lehetőségek	analóg kimenet váltakozó-áramú szintiróhoz és X—Y íróhoz; digitális kimenet 14 bit-es, 8—4—2—1 kódolású párhuzamos adatátvitel, a legkisebb digitális kiolvasási idő 22,8—45,3 ms között van.

Millei Lajos

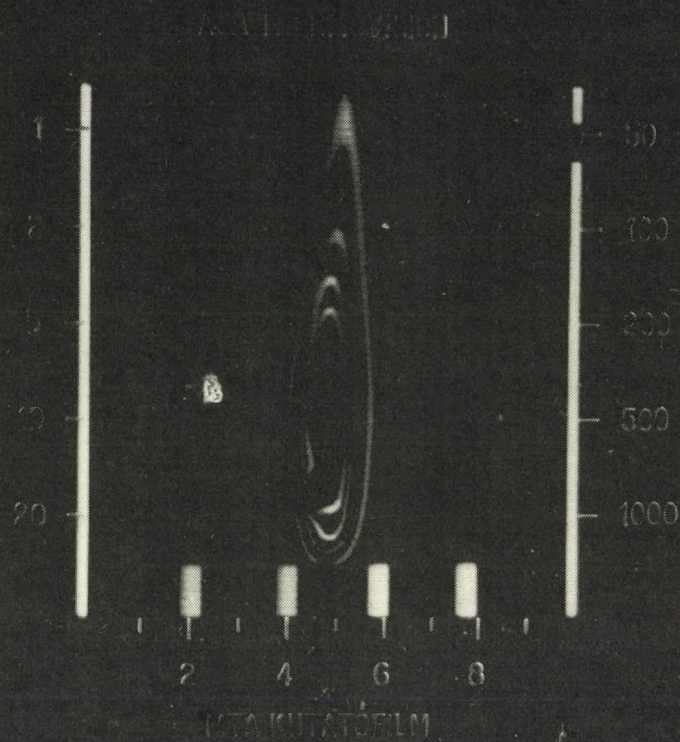
### HŐMÉRSÉKLET-ELOSZLÁS MÉRÉSE

infravörös sugárzás láthatóvátételével,  
-30 és 2000 °C közötti hőmérséklet-  
tartományban

AGA THERMOVIZIÓS berendezésünkkel  
megrendelésre rendelkezésére állunk

### MELEGEDÉS-MÉRÉS

a villamos-, gép- és műanyagiparban



Gyertyaláng hőterképe

# MTA

MŰSZERÜGYI  
ÉS MÉRÉSTECHNIKAI  
SZOLGÁLATA

# KUTATÓFILM

Bp. V. Akadémia u. 11

T: 116-820 ♦ 121-319

KÉRJEN  
RÉSZLETES  
FELVILÁGOSÍTÁST !



# MŰSZERKATASZTERI TÁJÉKOZTATÓ

## Nyilvántartott nagy értékű műszerek

Az 1975. III. 1-től 1975. IX. 1-ig terjedő időszakban az országban beruházott nagy értékű műszerekből az alábbiakat ismertetjük. A felsorolt műszerek további adatairól Szaktanácsadási Osztályunk ad felvilágosítást.

### Adatgyűjtők, kalkulátorok, perifériák

	Ft
9830 A típ. kalkulátor Hewlett—Packard gym. — US	1 050 000

### Mechanikai mennyiségek műszerei, anyagvizsgálók

NW 700 típ. indukciós átfolyás mennyiségmérő Rheometron gym. — Sc	255 000
FA 8766 típ. felületvizsgáló Standard Elektrik Lorenz gym. — NSz	364 000
Kábelhibahelymérő kocsi Radio und Funktechnik gym. — ND	724 000
Ívhosszmérő Maho Maschinen gym. — NSz	730 800
Örölhetőségvizsgáló 1,5 PS Institut für Steine und Erden gym. — NSz	628 100
Bf 1607 típ. kopásvizsgáló Tonindustrie gym. — NSz	211 300
HD 1500 típ. repedésvizsgáló Kovo, Praha gym. — Cs	138 800
Fény- és időjárásállóság vizsgáló Original Hanau gym. — NSz	284 400
GAT 171 típ. vákuumberendezés Balzers gym. — Sc	1 023 800
KC—3 típ. cementkonzisztométer Vesztechnika gym. — SzU	640 600
DB 300 típ. próbakockatörőgép VEB Werkstoffprüfmaschinen gym. — ND	755 700

BKP—12 típ. görgős fékerőmérő VEB Spezialfahrzeugwerk gym. — ND	502 200
3 H 115 típ. keménységmérő Walpert gym. — Sc	1 643 000
Szakitógép Instron gym. — NB	4 287 200
753 típ. dilatométer Harry W. Dietert gym. — US	671 100
S 10 D típ. felületvizsgáló Mahr Perthen gym. — NSz	602 300

### Optikai mennyiségek műszerei

241 MC típ. polariméter Perkin—Elmer gym. — Au	917 600
2074—010 típ. abszorpciómérő LKB gym. — Sd	627 800
JEM 200 A típ. elektronmikroszkóp Jeol gym. — Ja	5 844 300
Fotoautomata kamera Leitz gym. — NSz	167 900
AASI típ. atomabszorpciós spektrofotométer Zeiss gym. — ND	208 200
25 típ. spektrofotométer Beckman gym. — US	287 400
„OM U3” ultramikrotom Ca U 3 típ. sztereomikroszkóppal Reichert gym. — Au	580 600
FITC—3 típ. Zetopan kutatómikroszkóp Reichert gym. — Au	368 100
GP 3 típ. goniopométer Opton Feintechnik gym. — Au	204 600
JEM 220 A típ. elektronmikroszkóp Jeol gym. — Ja	5 884 300
AA—1200 típ. atomabszorpciós lángfotométer Varian gym. — Sc	283 800
118 C Cary típ. spektrofotométer Varian gym. — Sc	811 800

## Hőtechnikai mennyiségek műszerei

Shopper—Q—2 típus. vákuumkemence Balzers gym. — Sc	1 875 633
R—20Exd2 G5 típus. rotációs gőzölő Donau Export — Sc	329 300

## Villamos és elektronikus műszerek

SMV 7A2 típus. szelektív mikrovoltmérő Messelektronik gym. — ND	216 000
D 2001—A 702 típus. szintképző Siemens gym. — NSz	1 187 000
QMPL kristály paramétermérő AEG Telefunken gym. — NSz	3 335 000
Linecomp 2 típus. vonalíró Hartmann—Braun gym. — NSz	116 000
PSM—8 típus. szintmérőhely Wandel und Goltermann gym. — NSz	777 000
ZWD típus. impedancia wobbler Rohde—Schwarz gym. — NSz	834 000
2030 A típus. spektrumanalizátor Brüel—Kjaer gym. — Dá	706 000
1614 A típus. tercoktáv szűrő Brüel—Kjaer gym. — Dá	189 000
2113 A típus. frekvenciaanalizátor Brüel—Kjaer gym. — Dá	235 000
2120 A típus. frekvenciaanalizátor Brüel—Kjaer gym. — Dá	220 000
7004 B típus. XY recorder Hewlett—Packard gym. — US	215 000

## Anyagösszetételmérők, kémiai szerkezetvizsgálók

Magnos 5 típus. oxigénanalizátor UHER gym. — Au	150 000
Rétegekromatográf Berthold Lab. gym. — NSz	781 200
084—518 típus. integrátor Carlo Erba gym. — Ol	215 700

2407/T típus. kromatográf Carlo Erba gym. — Ol	294 500
MK III típus. tejszírvizsgáló Foss Elektrik gym. — Dá	399 400
5711—A típus. gázkromatográf Hewlett—Packard gym. — US	685 100
Gázkromatográf 104 típus. Pye Unicam gym. — NB	589 800
95831 A típus. gázkromatográf Hewlett—Packard gym. — US	559 200

## Egyéb (pl. magkémiai) készülékek és segédberendezések

AI—1024 típus. analizátor Mashpriborintorg — SzU	532 000
BF 220 típus. izotópos letapogató Berthold gym. — NSz	638 000
VAC 601 típus. ultracentrifuga VEB Zentrifugenbau gym. — ND	320 300
Mod. 200—5 típus. portartalommérő Kontron gym. — NSz	241 700
Rheometer Contraves Balance Ludwig Seibold gym. — Sc	678 200

### Az országnevek rövidítései:

Au	Ausztria
Cs	Csehszlovákia
Dá	Dánia
Ja	Japán
NB	Nagy-Britannia
ND	Német Demokratikus Köztársaság
NSz	Német Szövetségi Köztársaság
Ol	Olaszország
Sc	Svájc
Sd	Svédország
SzU	Szovjetunió
US	Amerikai Egyesült Államok

Dr. Solti Mihály

## A kavitációs erózió vizsgálata különleges filmtechnikával

*A vízgépekben kialakuló kavitációs áramlás előbb csak rontja a gépek hatásfokát, majd teljes tönkremenetelükhöz vezet. A kavitációs áramlás kinematikai struktúrája és a kavitációs erózió megjelenési formája közötti kapcsolattal foglalkozik a dolgozat.*

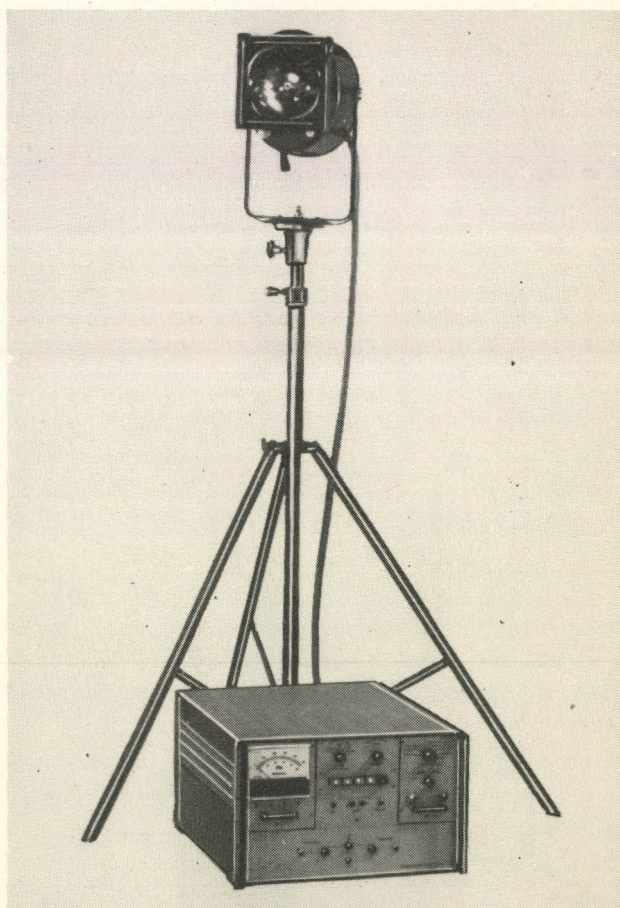
A kavitációs áramlás kinematikai struktúrája és a kavitációs erózió megjelenési formája közötti kapcsolatból megismerhetjük az erózió pontos okait. Az okokról és az erózió kialakulásának folyamatáról több elgondolás van [1, 2] és a vizsgálatok közelebb segítenek a folyamat minél pontosabb megismeréséhez.

A vízgépekben kialakuló kavitációs áramlások miatt fontos az ún. hidrodinamikai kavitáció feltételei mellett kialakuló áramlási és eróziós viszonyok elemzése. A továbbiakban ismertetésre kerülő vizsgálatokat különleges filmtechnikai módszerekkel végeztük.

A kavitációs áramlás során sok buborék keletkezik, amelyek meghatározott üregkonfigurációt alkotnak. Az üregnek a testről való robbanásos leszakadása, majd fel- és szétbomlása után a buborékok az áramlásba elkeverednek és összeroppannak. A buborékokból álló kavitációs üreg viselkedését csak az utóbb időben kezdték el vizsgálni, amióta megfelelő technikai eszközök rendelkezésre állnak [3, 4].

A kavitációs eróziós folyamat makrostrukturális előfeltétele a kavitációs üregek periódikus keletkezése és leszakadása. Az üregek ebben az értelmezésben a testhez tapadt gőzbuborékokkal töltött alakzatok. A következőkben az üregek összeomlásával és az általuk keltett eróziós hatással foglalkozunk. Az áramlás kinematikai

struktúráját, az eróziós folyamatot nagysebessé-  
gű és idősűrítő filmfelvételekkel vizsgáltuk.



1. ábra. Az ORTHOTRON gyártmányú STROBO-  
HERTZ, — 1000 Hz, 200 W típusú stroboszkóp  
lámpa és vezérlő tápegysége

A vizsgálatokat a BME Vizgék Tanszéke hidrodinamikusan csatornájának  $48 \times 200 \text{ mm}^2$  szelvényű mérőterében végeztük. Kavitációt keltő testként az áramlás irányára merőlegesen körhengert, illetve szimmetrikus ékmodelleket helyeztünk el. A nagysebességű filmfelvételeket a japán gyártmányú HIMAC 16 MB típusú forgóprizmás, folyamatos továbbítású 16 mm-es kamerával készítettük. Az örvényleválási folyamatok mélységig való áttekinthetővé tételéhez annak egy periódusáról legalább 50...100 képkockát kellett készíteni. Ezért 9000 kép/s felvételi sebességet választottunk. Az egy képre eső megvilágítási idő az ilyen nagy képfrekvenciánál  $2,5 \cdot 10^{-5} \text{ s}$ , ezzel az idővel elmozdulás mentesen fényképezhetők az áramlási hullámalakok. A filmfelvételek 30 m hosszúságú filmre készültek. A film szélére kvarcvezérlésű időjeladó és a kamerában elhelyezett glimmlámpák segítségével 1000 Hz-es időjeleket fényképeztünk [5, 6]. A nagysebességű filmfelvételeken egy-egy képmező kicsi, s ezért a képfeloldás korlátozott. A 0,1 mm nagyságrendű gőzbuborékok a filmen még követhetők, a kockánkénti léptethető film-analízátorral pályájuk, viselkedésük mérhető.

Sokkal jobb eredményt kapunk akkor, ha az ún. időminták felvételére alkalmas, nagyméretű és jó feloldású  $6 \times 6 \text{ cm}$ -es negatívra fényképezünk Hasselblad 500 C típusú fényképezőgéppel, 3,5-szeres kicsinyítéssel. A fényképeket a kívánt mértékben nagyíthatjuk. A nagysebességű (gyorslefolyású) kavitációs jelenség rögzítéséhez a hagyományos fényképezőgépzár  $10^{-3} \text{ s}$ -os legrövidebb expozíciós ideje is túl hosszú az elmozdulásmentes éles kép készítéséhez. A műszaki filmezésnél használatos villanólámpa két-három nagyságrenddel rövidebb villanásideje nyújtotta számunkra a fényképezés lehetőségét. Vizsgálatainkhoz a francia ORTHOTRON gyártmányú, sztroboszkópikus filmezéshez készült, 1000 Hz maximális villanási frekvenciájú, 200 W-os STROBOHERTZ impulzus lámpát használtuk. (1. ábra). Ennek előnye, hogy nagy, 0,2—4 J energiát sugároz, reflektorán keresztül fókuszálható és a villanási idő 14—7  $\mu\text{s}$  között állítható.

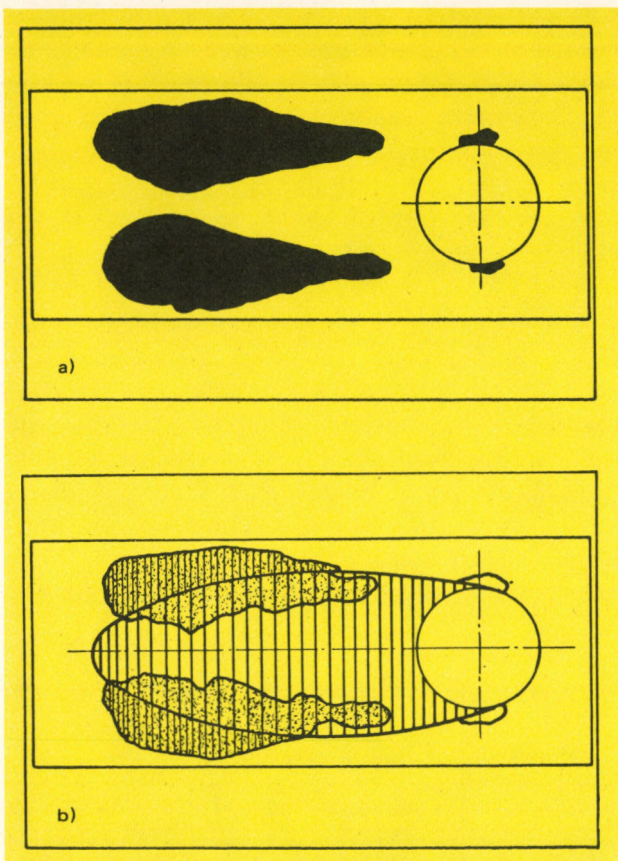
A kavitációs áramlási viszonyok és gőzbuborék-konfigurációk pillanatnyi helyzetének megfigyeléséhez a 14  $\mu\text{s}$ -os villanási idő megfelelt. A készüléket csak egyes impulzus üzemben hasz-

náltuk és szinkron működtettük a Hasselblad 500C fényképezőgép zárjával. Sztroboszkópikus fényvel azért készítettünk fényképfelvételt, hogy az üregösszeomlás közbenső fázisait nagy részletgazdagsággal rögzítsük. A nagysebességű, 9—10 000 kép/s-os filmfelvételek sokszorta jobb időfelbontást nyújtottak és a jelenség összefüggéseinek átfogó tanulmányozását tették lehetővé.

A nagysebességű és impulzuslámpás felvételeknél az ellenfényes megvilágítást alkalmaztuk úgy, hogy az objektíven keresztül a fényforrás képe és fényfoltja ne legyen látható. A gőzbuborékok az ilyen megvilágításban erősen csillogva, fehéren láthatóvá váltak, míg a buborékmentes áramló folyadék teljesen átlátszó volt.

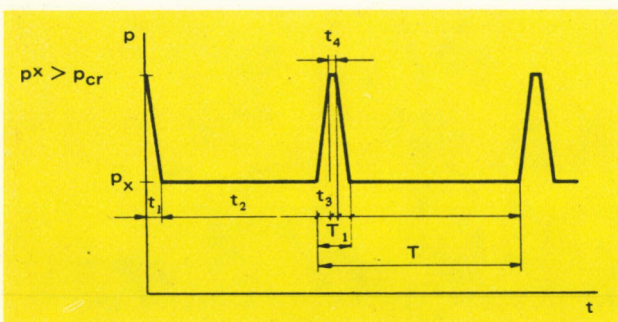
Idősűrítő felvételekkel vizsgáltuk a kavitációs igénybevétel által okozott eróziós sérülések keletkezését, a felületmenti és a felületre merőleges irányú mozgásokat. Az idősűrítő filmfelvételek ARRIFLEX 16 típusú kamerával készültek 16 mm-es Eastman Color negatív II. filmre. A kamerát 30 s-ként kapcsolóóra indította. Az expozíciós idő 0,1 s volt.

A kinematikai struktúra vizsgálatára irányuló nagysebességű felvételeknél a mérőtér négy oldalát átlátszó lapok határolták. Az eróziós vizsgálatoknál az ólom próbatestet a mérőtér egyik oldalán helyeztük el. Az idősűrítő felvételek során az ólom próbatestet annak síkjával párhuzamosan 1 kW-os, 127 mm hosszú vonalszerű, 15 h-s élettartamú halogén fényforrással (3200 K) világítottuk meg. Így a próbatesten fellépő kavitációs eróziós roncsolódás sokkal plasztikusabban volt filmezhető. A felületi érdesség és a kráterek kiemelkedése és mélysége az árnyékképződés következtében jobban volt látható. Derítésnél két oldalról 45° alatt két 500 W-os 2800 K színhőmérsékletű izzólámpát használtunk. A magasabb színhőmérsékletű, az ólom próbatest síkjához közel elhelyezett főfényforrás a kavitációs erózió helyein erős árnyékot idézett elő. A két alacsonyabb színhőmérsékletű fényforrás az árnyékos helyeket vörösebb színnel és gyengébben világította meg. Az árnyékhatast ezáltal megmaradt, sőt a mélyedések melegebb-vörösebb tónussal váltak ki. A kavitációs zóna jelenléte az eróziós folyamat filmfelvételeinek elkészítéséhez a kavitációs áramlási állapotot a felvétel pillanata előtt néhány másodpercre megszüntettük, majd ezt követően — ismét néhány másodperc



2. ábra. A kavitációs erózió próbatest sematikus rajza a láthatóság figyelembevételével  
a) kavitációmentes, (b) kavitációs áramlás esetén

alatt — újra előállítottuk. (2. és 3. ábra).

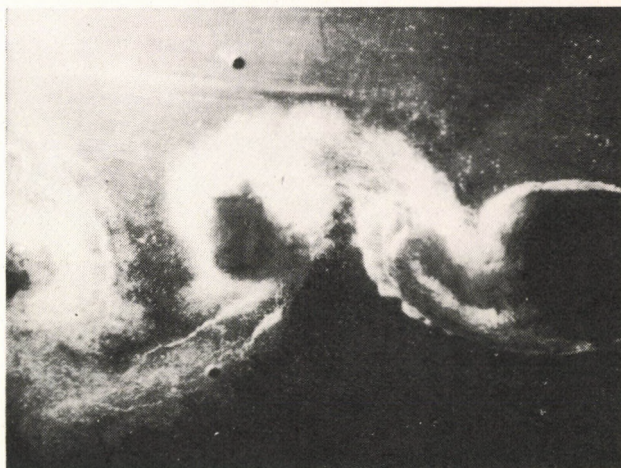


3. ábra. A kavitációs erózió folyamat vizsgálata során a kavitációs áramlás és a fényképezés idejének szakaszai

$T_1$  a manipulációs időtartam ( $\sim 5$  s);  $T$  egy periódus ideje;  $t_1, t_3$  a nyomásváltoztatások időszakai;  $t_2$  a meghatározott jellemzőkkel bíró kavitációs áramlás időtartama;  $t_4$  a fényképezésre rendelkezésre álló idő;  $p_{Cr}$  a kavitáció megjelenéséhez tartozó statikus nyomás;  $p_x$  az adott kavitációs állapothoz tartozó statikus nyomás;  $p^x$  a hidrodinamikus rendszerben a kavitációs áramlás megszüntetésére létrehozott nyomás ( $p^x > p_\infty$ )

### A vizsgálat eredményei

A kavitációs áramlás kinematikájával foglalkozó korábbi vizsgálatok arra a megállapításra vezettek [7, 8], hogy a kavitációt keltő testről periodikusan üregek, gőzbuborékok tömegéből álló sajátos konfigurációk válnak le (4. és 5. ábra).

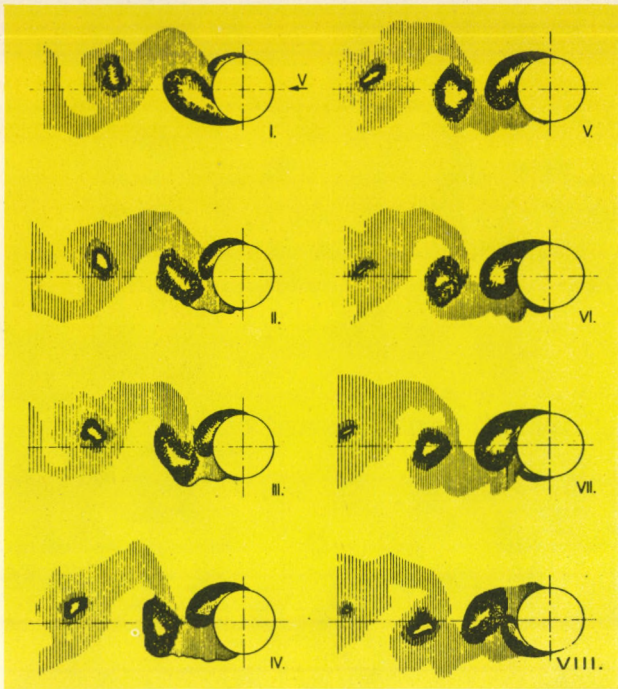


4. ábra. Körhenger mögötti kavitációs áramlás képe. (Az áramlás iránya a testtől a kavitációs zóna irányába)



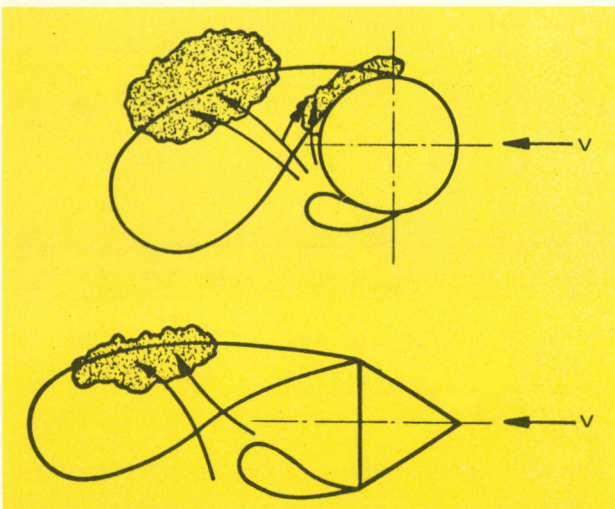
5. ábra. Ek mögötti kavitációs áramlás képe (Az áramlás iránya a testtől a kavitációs zóna irányába)

A modell mindkét oldalán viszonylag nagy frekvenciával, ellentétes fázisban keletkező, kifejlődő és leszakadó üregek külsőleg megfigyelhető képe a — kavitációs állapotot is jellemző — ka-



6. ábra. A periodikus kavitációs üregleválás rajza, körhenger, mint kavitációt keltő test esetében

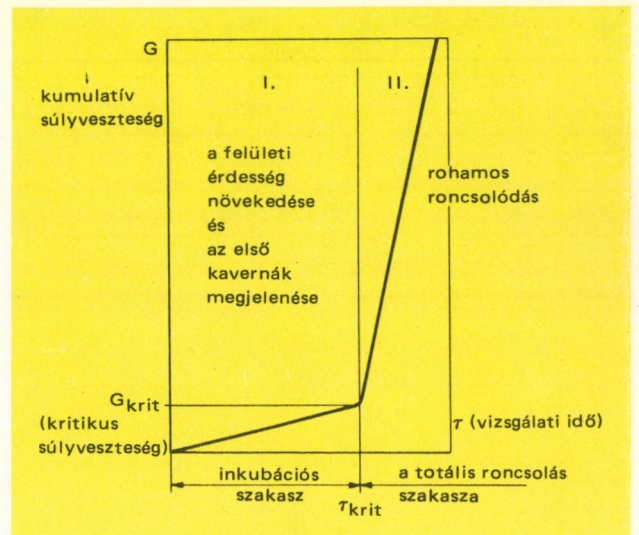
vitációs zóna (6. ábra). Egyértelmű és meghatározott összefüggés áll fenn a megfelelően választott, rendszerint a zavartalan áramlás adataiból képzett kavitációs zóna hossza, valamint a  $S = fl/v$  összefüggéssel leírt Strouhal-szám között. Az összefüggésben  $f$  a test egyik oldalán az időegység alatt kialakuló üregek száma,  $l$  a test jellemző mérete,  $v$  a referencia sebesség: a za-



7. ábra. A kavitációs üreget lemetsző explózióki alakulás egy-egy közbenső fázisának vázlata

vartalan áramlás sebessége. Különböző áramlási paraméterekkel előállított, azonos kavitációs állapotokban a Strouhal-szám értéke is azonos. Meghatározott kavitációs szám esetében a kinematikai struktúrát azonban az áramlási sebesség határozza meg, az  $f \approx v$  kapcsolat alapján.

A kavitációs erózió szoros kapcsolatban áll a kavitációs áramlás periodikus jellegével. Az utóbbit illetően az üregleszakadás körülményeit kell megfigyelni. A gőzbuborékokból álló kavitációs konfiguráció (= üreg) hasonlóan omlik össze, mint az egyedi buborékok, ahol a buborékok térfogata a környezeti nyomás hatására aszimmetrikusan csökken, s az összenyomódás utolsó fázisában folyadéksugár üti át a buborékot. A modellhez tapadt kavitációs üreg növekedése révén áthatol az áramlás szimmetriavonalán, a modell ellentétes oldalán érintkezésbe



8. A kavitációs eróziós súlyvesztés-görbe és a hozzá tartozó eróziós folyamat jellemző tartományai

kerül a — kifejlődésében még korábbi stádiumban levő — üreggel. A deformáló hatás az üreg relatív egyensúlyi helyzetét megbontja. A kontúrdeformáció környezetében folyadéksugár lép az üregbe. A folyadéksugár lemetszi az üreget, és felütközve a szemben levő vízfalon nyomáshullámot kelt (7. ábra).

A kavitációt keltő test mögötti üregképződés számítógépes szimulációja [9] azt mutatta, hogy az üreg mindig instabil és az egyensúlyi helyzetben bekövetkezett deformáció szükségszerűen



folyadéksugár átütésével jár együtt, amely az üreg összeomlásához vezet. Az üregképződés frekvenciájával jelentkező lökéshullám a környezetében levő anyag számára fárasztó-nyomó igénybevételt jelent. Ezen kavitációs hatásra az erózió sajátságos lefolyása következik be, amelyet a 8. ábrán bemutatott súlyvesztésgörbe jellemez. A folyamatnak két fő tartománya az inkubációs periódus, illetve a totális roncsolás szakasza.\*

Az erózió kialakulásának jellemzői:

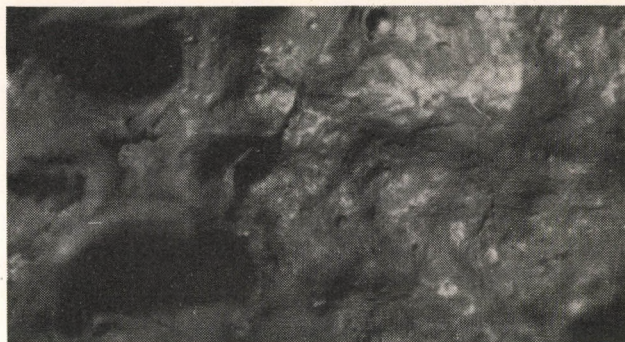
- a roncsolás inkubációs tartományában a felületi érdesség növekedése;
- az inkubációs szakasz végén a totális roncsolás kezdetén — a roncsolás kritikus tartományában — a kavernák megjelenése;
- totális roncsolás tartományában a kavernák számának és méretének rohamos növekedése a roncsolási idő függvényében.

Az erózió fontos jellemzői még: a kavitációs erózió helye és formája. Ha a kavitációt keltő test körhenger, a keletkező kavitációs üreg a testhez tapadva alakul ki. Üregösszeomlásakor a nyomáshullámok az üregeken belül a hengerig jutnak el és a henger környezetében is jelentős roncsolást hoznak létre.

Ha ék alakú a kavitációs test, a buborékokból álló zsákocskák a leválási élekhez kötődve jelennek meg. A csúcsosan szűkülő üreg lefékezi és elnyeli az áramlással szemben haladó nyomáshullám energiáját. Ebben az esetben a sérülések a kavitációt keltő testtől távolabb figyelhetők meg.

A roncsolás elhelyezkedése (a folyadéksugár az üregkontúron való felütközése környezetében, illetve a nyomáshullámnak a kontúron való terjedése) arra is utal, hogy az üregben levő buborékok egyedi „élete” és esetleges összeroppanása az eróziós folyamatban csak másodlagos jelentőségű. A próbatetest a kavitációs zóna alsó és felső kontúrján belül — az eróziós sávot leszámítva — gyakorlatilag sérülésmentes, pl. az ékeknél. A kavernák belső fala és környezete apró golyók lenyomatainak helyét viseli magán. Ennek feltételezhető oka, hogy az üregbe hatoló folyadéksugár számos buborékot sodor magával — önmaga is buborékokat tartalmaz — és ütközéskor a felütközési felületre sajtolja azokat (9. áb-

ra). A kavitációs áramlás most ismertetett lefolyásának és eróziós jellegének pontosabb megfigyeléséhez 16 mm-es film készült [10].



9. ábra. A kavitációs hatásnak alávetett ólompróbatest képe

#### Következtetések

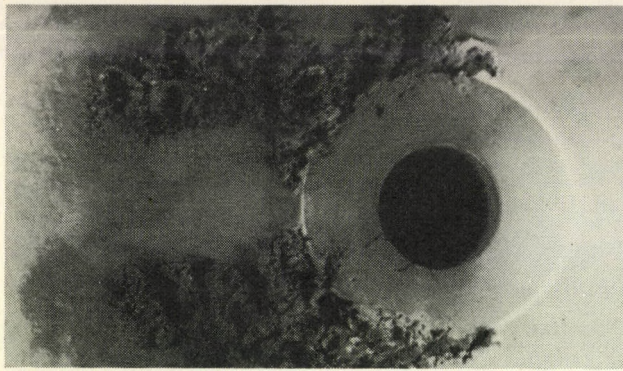
A kapott eredmények alapján megállapítottuk a következőket.

1. A kavitációs erózió legintenzívebb tartományának a helye az üreglemetsződéssel együttjáró explózió helyével megegyezik. A távolabbi tartományok a terjedő nyomáshullámok gyengülésének megfelelően kisebb intenzitású lüktető-fárasztó-nyomó igénybevételnek vannak kitéve, itt az erózió lassan fejlődik ki.
2. A testhez és a testre tapadt kavitációs üreg összeomlásakor az explózió hatása a kavitá-

\*A kavitációs erózió inkubációs periódusa a kavitációs roncsolás folyamatának azon — kezdeti — szakasza, amelyben a kavitáció — túlnyomórészt — mechanikai fárasztást jelentő igénybevétele következtében a kavitációs hatásnak alávetett anyagban a szilárdsági jellemzők nagymértékű változása — romlása — következik be, és amelyet a roncsolás folyamatának későbbi szakaszához viszonyítva relative kismértékű anyagfogyás jellemez.

A totális roncsolás periódusa a kavitációs eróziós folyamatnak az inkubációs szakaszt követő része, amelyet az erózió karakterisztikus jeleinek — sérüléseknek — tömeges megjelenése, rohamos anyagleválasztás, és a kavitációs hatásnak alávetett testek (próbatest, gépalkatrészek) súlyos és egyre fokozódó károsodása jellemez, amely egyre inkább lehetetlenné teszi az adott gépek és berendezések rendeltetésszerű használatát (például járókeréklapátok erózió okozta „elfogyása”, letérése, berendezések falainak átszakadása stb.).

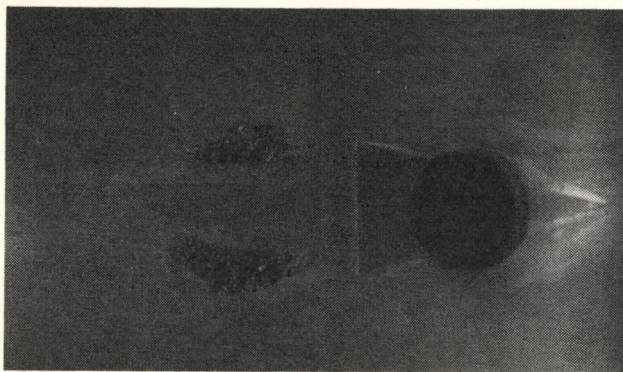
A kavitációs roncsolás kritikus adatai a kavitációs eróziós folyamatban olyan időtartam és súlyvesztés (anyagállapot) jellemzők, amelyek az inkubációs periódust és a totális roncsolás tartományát névlegesen egymástól elválasztják. Ezzel az anyagok kavitációs hatásával szembeni ellenállására és a kavitációs intenzitásra utalnak. Emiatt igen nagy a jelentőségük.



10. ábra. A kavitációs eróziós hatás képe körhenger esetében  
(A kavitációs áramlás iránya a kavitációt keltő testtől a roncsolás irányába)



11. ábra. A kavitációs eróziós hatás képe 60°-os ékkavitáció esetében  
(A kavitációs áramlás iránya a kavitációt keltő testtől a roncsolás irányába)



12. ábra. A kavitációs eróziós hatás képe 30°-os ékkavitáció esetében  
(A kavitációs áramlás iránya a kavitációt keltő testtől a roncsolás irányába)

ciót keltő testet is eléri, azon és annak közvetlen környezetében eróziós sérülést hoz létre. A testhez kötött, de nem tapadó üreg esetében (pl. ék) a kavitációt keltő test gyakorlatilag nincs kitéve eróziós hatásnak (10., 11., 12. ábra).

3. A buborékokkal töltött kavitációs üreg leszakadását eredményező explózió meghatározó tényező a kavitációs erózió kifejlődésében. Az üregben levő kavitációs buborékok ebben a folyamatban másodlagos jelentőségűek.
4. A kavitációs erózió inkubációs tartományában az eróziós hatásnak kitett felület deformálódik, illetve a felületi érdesség nő. A totális roncsolás tartományát az eróziós kavernák számának és mélységének rohamos növekedése, az eróziós felületnek az áramlási paraméterektől és a modelltől függő szétterjedése jellemzi.

#### Irodalom

- [1] Pernik, A. D.: Problemü kavitacii. Izdatyelsztvo szudasztroenyie. Leningrad, 1966.
- [2] Knapp, R. T.—Daily, J. W.—Hammit, F. G.: Cavitation McGraw-Hill Book Co. 1970.
- [3] Shalnev, K. K.: The structure of cavitation in zones of primary and secondary erosion focuses. Acta Technica ASHmg, 71 (3—4) pp. 241—265. (1971.).
- [4] Yamamasu, M.—Yokomizo, T.: On the Cavitation Bubble Flow and Cavitation Shock around Cylindrical Flow. Proc. Kantogakvin Universiti. Yokohama. 1975. 4. 1.
- [5] Varga, J.—Sebestyén, Gy.—Cech, V.: Cavitation and erosion. ASME New York, Film Library, 1970, 16 mm-es, 135 m film.
- [6] Sebestyén, Gy.—Cech, V.: A kavitációs áramlás és a kavitációs erózió vizsgálata nagysebességű és idő-sűrítő filmfelvételekkel. Magyar Tudományos Akadémia Műszerügyi és Méréstechnikai Szolgálat közleményei, 5. sz., 1969. 25—35 p.
- [7] Varga, J.—Sebestyén, Gy.: Experimental Investigation of some Properties of Cavitating Flow. Periodica Polytechnica, 9. 1965. No. 3. 243—254 p.
- [8] Varga, J.—Sebestyén, Gy.: Cavity shedding and cavitation erosion. Proceedings of the Third Conference on Fluid Mechanics and Fluid Machinery. Bp. Akadémiai Kiadó, 1969. 705—711 p.
- [9] Fáy, A.: Numerical solution for the jet formation in an initially circular-arc two dimensional cavity behind a symmetric wedge. (Kézirat.).
- [10] Sebestyén, Gy.—Cech, V.: The development of cavitation erosion. Proceedings of the Fifth Conference on Fluid Machinery. Vol. 2. Bp. Akadémiai Kiadó 1975. 967—970 p. (+16 mm-es színes film, 108 m, a MTA MMSz Kutatófilm Stúdióban is megvan.).

Dr. Sebestyén Gyula—Cech Vilmos

#### Summary

The cavitation flow forming in hydrotechnical machines reduces first their efficiency, then it leads to the total deterioration of the machines. The paper deals with the relationship between the kinematic structure of the cavitation flow and the appearing forms of erosion by cavitation.

# Telefontechnikai jelfogókról készített nagysebességű filmfelvételek számítógépes analízise

A telefontechnikai jelfogók mechanikai paramétereinek mérésében alapvetően új lehetőséget jelent a gyorsfilm felvételek kvantitatív értékelése. A szerzők egy S-típusú jelfogóról filmfelvétellel nyert optikai információnak digitális számítógéppel végzett analizisét mutatják be. Az eredmények alapján korszerű, optimális jelfogókat lehet kialakítani.

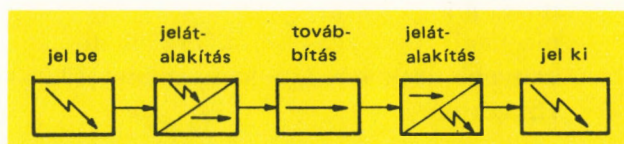
## A telefontechnikai jelfogó működése

Az elektromechanikus kapcsolóelemek működésének folyamatábráját az 1. ábra mutatja be. Ezt a folyamatot a telefontechnikában jelenleg is elsősorban jelfogókkal valósítják meg. Az általunk vizsgált, úgynevezett S-típusú telefon jelfogót a 2. ábra oldalnézetben mutatja be.

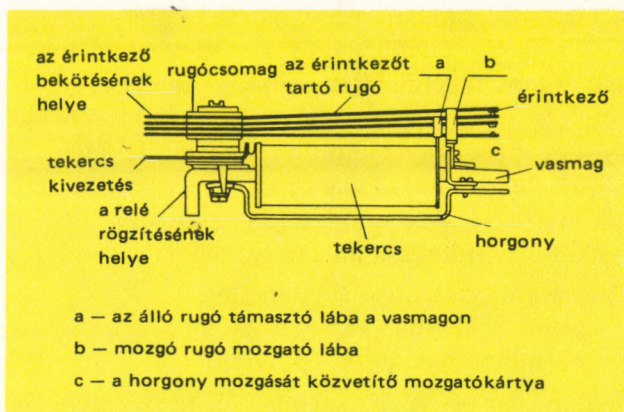
Helyettesítsük be az előbbi folyamatábrába az S-jelfogó egyes elemeit, ahol a jelek megjelennek és az egyes mozzanatok lejátszódnak (3. ábra). A mechanikai elmozdulás a két jelátalakítást és a jeltovábbítást végző alkatelemnél jelentkezik és a következő időelemekre bontható.

## Záráskor:

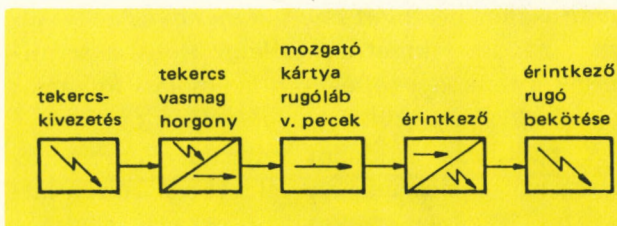
- a mágneses tér meghúzása határértékének kifejlődéséhez szükséges időtartam;
- az az időtartam, amire a horgonynak a légrés leküzdéséhez szüksége van;
- a horgony pergési ideje;
- a horgony és a közlőmű mozgása közötti időkézés;
- az az időtartam, ami az érintkezőnek a légrés leküzdésére kell;
- az érintkező pergési ideje.



1. ábra. Az elektromechanikus kapcsolóelemek működésének folyamatábrája  
 ~~~~~ villamosáram; ————— mechanikus mozgás



2. ábra. S-típusú telefon jelfogó oldalnézete



3. ábra. A folyamatábrába helyezett S-típusú telefon jelfogó elemek

### Nyitáskor:

- a mágneses térerőnek az elengedéshez szükséges értékre csökkenésének időtartama;
- az az időtartam, ami a horgonynak az elengedéshez kell.

A klasszikus telefontechnikai jelfogók különböző konstrukciós variánsai az alábbi paraméterekkel jellemezhetők:

- be vagy kikapcsolási idő, a teljes zárási vagy nyitási folyamat lejátszódásának időtartama: 1 ... 10 ms;
- a lehetséges kapcsolási gyakoriság: 1 ... 10 Hz;
- a mozgó elemek által megtett út az elmozdulás 0,1 ... 1 mm;
- mechanikai mozgás során észlelhető legnagyobb frekvenciájú komponens: 10 000 Hz körül.

### A jelfogónak a mozgás kinematikáját befolyásoló paraméterei

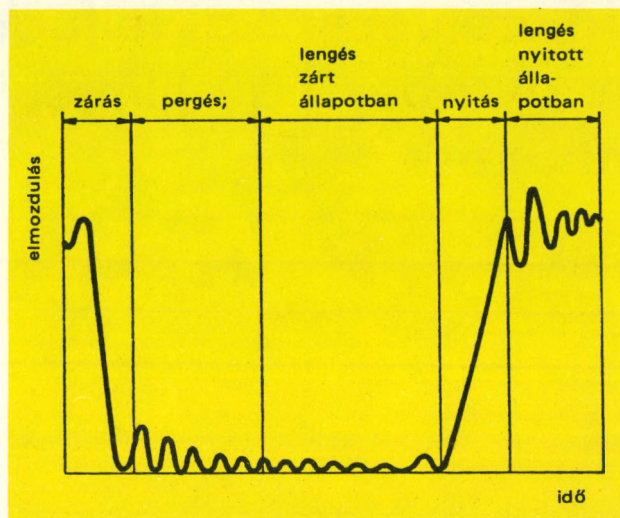
A telefontechnikában használatos jelfogó működése akkor optimális, ha a kapott vezérlő villamos jelnek megfelelő folyamat — tehát az érintkezők zárása vagy nyitása — minél kisebb idő alatt és minél egyértelműbben történik. Ezen azt értjük, hogy a zárás vagy nyitás az adott időtartam alatt teljesen, megfelelő villamos paraméterekkel specifikálhatóan történik.

Az érintkezők közötti ellenállás  
nyitott állapotban  $R_k > 10$  Mohm,  
zárt állapotban  $R_k < 10$  mohm.

A mozgó és mozgatott elemek geometriai kialakítása, az egyes elemek szilárdsági és rugalmassági jellemzői, a rögzítés merev vagy rugalmas kialakítása, és nem utolsósorban a mozgás kiváltásához betáplált energia mennyisége — tehát a rendszer kinetikai jellemzői — determinálják a működés jellegét, a kapcsolási folyamat végrehajtásához szükséges időtartamot.

A kapcsolási funkciót teljesítő elem — az érintkező — mozgásának jellegét a 4. ábrán láthatjuk. A zárási szakaszt a pergés jelensége meghosszabbítja. A rendszer mechanikai felépítése döntően befolyásolja az érintkezők zárt ál-

lapotban kialakuló lengését, ez okozza az érintkezőkön az úgynevezett zajfeszültséget. A rendszer kinematikai felépítésétől függ a nyitási idő, a nyitást követő lengések ideje és mértéke, mely kedvezőtlen esetben többszöri, ismételt zárást okozhat. Ezek, a nyitási pergésnek is nevezhető újrazárások hozzáadódnak a nyitás idejéhez, és az adott jelfogó által vezérelt áramkörben funkcionális zavarokat okozhatnak.



4. ábra. Az érintkező mozgásának jellege, az elmozdulás az idő függvényében

A gyorsfilmfelvételekre alapozott mérés technika megjelenése előtt is több mérést végeztek a fent vázolt jellemzők analizálására. Az 1. táblázatban áttekinthetjük az egyes paraméterek szokásos hazai módszereit és azok korlátait.

### Új mérési lehetőségek a nagysebességű filmfelvételek kvantitatív analizisével

A szokásos mérési módszerekhez képest a nagysebességű filmtechnika új lehetőségeket teremt [1, 2]. A korszerű optikai és a számítógépes feldolgozási technika összekapcsolásával lehetővé válik a jelfogóban lejátszódó mozgások komplex, kísérleti vizsgálata, és így eddig nem ismert tényezőket tudunk felderíteni, új konstrukciós megoldásokat megbízhatóan értékelhetünk [3].

A bemutatott jelfogó-vizsgálat célkitűzése, a vizsgált S-típusú, tömeggyártással előállított jelfogóval szemben támasztott követelmény, a vi-

1. táblázat

| Mért jelenség                       | Mérési módszer                                 | A módszer korlátai                                                              |
|-------------------------------------|------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------|
| Horgony légrésleküzdése             | árammérés<br>(a zárási idő részeként)          | nem specifikus                                                                  |
| Horgony pergése                     | nincs módszer                                  | —                                                                               |
| Horgony és közlőmű közötti időkézés | árammérés<br>(a zárási idő részeként)          | nem specifikus                                                                  |
| Érintkező légrés leküzdése          | árammérés                                      | nem specifikus                                                                  |
| Érintkező pergése                   | Elektromechanikus pergés-idő                   | Max. felbontás: 0,5 ms<br>Mechanikus írószerkezettel erősen csillapított        |
| Érintkező együttes lengése          | Psofometrikus zajfeszültségmérő v. regisztráló | Nem ad információt a zajfeszültséget gerjesztő forrásról a vizsgált rendszerben |
|                                     | Rezonancia-frekvencia keresése                 | Nem ad információt a gerjesztett zaj mértékéről                                 |

szonylag nagy működési gyakoriság és a kis zárási és nyitási idő. A vizsgálattal azt akartuk eldönteni, hogyan gyorsítható a jelfogó működése jelentős érintkezési zajnövekedés nélkül [4]. A tömeggyártás jellegéhez alkalmazkodva elsőnek a gerjesztő feszültség és a felerősítés módjának változtatása látszott célszerűnek.

A vizsgálat módja: a jelfogókat rendes szerelési helyzetükben működtetve, előlnézetben, az érintkezők síkjára merőlegesen filmeztük. A filmen a tekercs meghúzó villamos impulzusának időtartamát optikailag rögzítettük. A jelfogók 10 Hz gyakorisággal és 1:1 impulzus—szünet aránnyal működtek. A mérés lényegét tekintve a mechanikai mozgás egy analóg időfolyamat. A gyorsfilmfelvétel készítésekor a mechanikai mozgások optikai vetülete áll elő, mely a látható elmozdulások valamennyi részletét tartalmazza. Külön előnyt jelent más mérési módszerekkel szemben, hogy az információ rögzítése a vizsgált rendszerbe való beavatkozás nélkül történik.

A kiértékelésben teljesen új lehetőség, hogy valamennyi relatív mozgás is tetszőlegesen vizsgálható, akár egyidőben is. A filmfelvétel elkészítése során az adott komplex analóg folyamatból, meghatározott időközönként mintákat veszünk, melyeket egy-egy képkockán rögzítünk, azaz így már csak egy időben diszkrét geometriai információ áll rendelkezésünkre. Éppen

ezért alkalmasan kell megválasztanunk a felvételkor alkalmazott képfrekvenciát, azaz a mintavétel gyakoriságát. A mintavételi frekvenciának az értékelendő legnagyobb frekvenciakomponens legalább kétszeresének kell, lennie, azaz

$$f_{\text{minta}} \geq 2 \cdot f_{\text{max.ért.}}$$

Tapasztalataink szerint a mintavételi frekvenciát ennél az elméleti határértéknél nagyobbra célszerű választani, mégpedig:

$$f_{\text{minta}} = f_{\text{kép}} = 3 \div 4 f_{\text{max.ért.}}$$

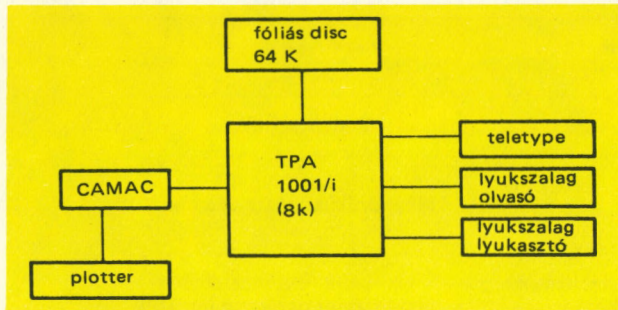
Adott esetben a vizsgálandó folyamat hossza, a használható maximális filmhossz, és még más körülmény kompromisszumos megoldáshoz vezet. A jelfogók vizsgálatánál az

$$f_{\text{minta}} = 6000 \text{ kép/s}$$

felvételi frekvencia mellett döntöttünk, amit a vizsgált folyamat teljes időtartama miatt nem lehetett nagyobbra választani.

A további számítógépes feldolgozásra az egyes képkockákon tárolt, immár diszkrét geometriai információt digitalizálni kell. Az egyes fázisképek pontthalmazaiból ki kell választani a vizsgálat szempontjából lényeges pontokat. A jelfogó mechanikai analizéséhez az egyes érintkezők, a horgony és vasmag mozgását kellett ismernünk.

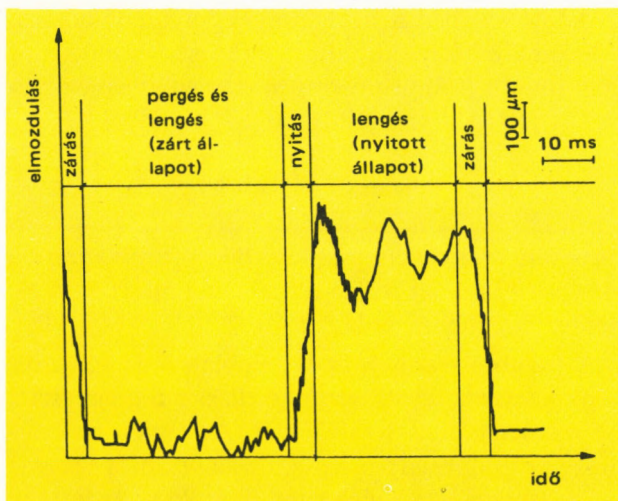
A digitalizálást az MTA Műszerügyi és Mérés-technikai Szolgálatának HITACHI gyármányú NAC típusú optikai film-analizátorán végeztük és a nyert primer információt lyukszalagon tároltuk. Az adatokat TPA 1001/i kisszámítógépen dolgoztuk fel az 5. ábra szerinti kiépítésben.



5. ábra. TPA 1001/i konfiguráció a 16 mm-es filmről nyert információ adatainak számítógépes feldolgozására

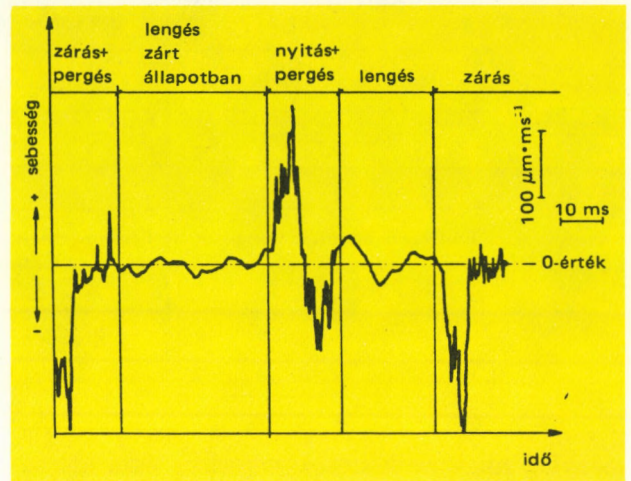
A feldolgozás menete a következő volt:

- a lyukszalagon levő adatok átírása disc háttértárolóra;
- a disc-en levő adatcsoportok átvizsgálása erre a célra készült ellenőrző-programmal, és szükség esetén interaktív korrekció;
- a mechanikai rendszeren kialakított bázispontok, a megfelelő ciklusidők és lineáris léptékek figyelembevételével az elmozdulás—idő diagramok számítása az abszolút és relatív mozgásokra vonatkozóan;

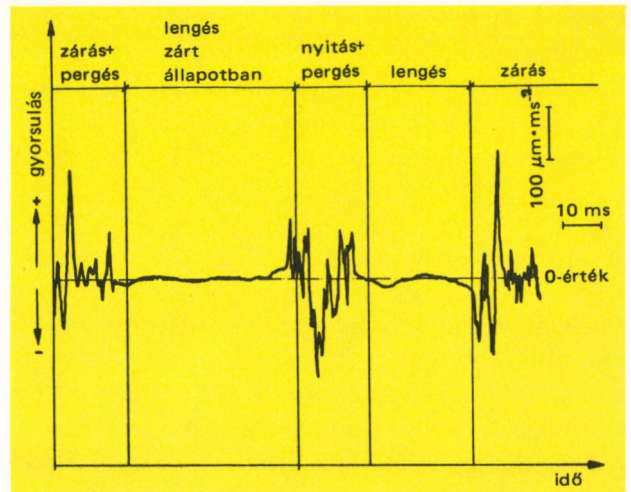


6. ábra. Elmozdulás—idő diagram kirajzoltatása analóg plotterrel

- a számítást követően a diagramokat megfelelő egységes léptékben a CAMAC real-time periférián keresztül analóg plotteren készítettük (6. ábra);
- a sebesség—idő diagramok a megfelelő elmozdulás—idő függvények alapján készültek (7. ábra). A 6. ábrán látható elmozdu-



7. ábra. Az elmozdulás—idő diagram alapján készített sebesség—idő diagram



8. ábra. A jelfogó érintkező gyorsulás—idő diagramja a sebesség—idő diagram differenciálásával

lás—idő diagram közvetlenül nem differenciálható, a görbét simítani kell úgy, hogy a vizsgálat szempontjából lényeges információt ne veszítsünk el. A simítást, egy speciális digitális szűrést, software

úton végeztünk el, majd az így kapott függvényt differenciáltuk, melynek eredményeként a sebesség—idő diagramot kaptuk. Az eredmény függvényt újra plotterrel rajzoltuk ki;

- a gyorsulás—idő diagram (8. ábra) a megfelelő sebesség—idő függvények alapján készültek. A differenciálás ebben az esetben is csak megfelelő simítás után következhet, ezért az előző pontban vázolt eljárás ismételt alkalmazása volt a legcélszerűbb [5].

### A vizsgálat eredményei

Az elmozdulás—idő diagramokból az egyes mozgó és mozgatott elemek zárási és nyitási ideje 0,1 ms pontossággal olvasható le. Az értékelés 0-idő-pontjául a villamos vezérlő impulzus megjelenését véve, sorrendben értelmezhető az egyes jelátalakítási és mozgási momentumok részideje, és így kijelölhető a javítandó leglassúbb elem. A horgony és a vasmag ütközése hozza lengésbe azokat az érintkező rugókat is, amelyeknek elvileg nyugalomban kellene lenniük. Ez a hatás jól megfigyelhető, s az elmozdulás—idő diagramját egymásra helyezve a zárt állapotban lejátszódo pergési és lengési szakaszokból vizsgálható az érintkezők öntisztítása és becsülhető a „zajoság” valószínűsége. A sebesség és a gyorsulás diagramokból ugyancsak 0,1 ms pontossággal le-

olvasható az érintkezők pergési ideje és a pergések száma. A névlegestől eltérő gerjesztési módok és a különféle rögzítési megoldások hatásai a sebesség és gyorsulás diagramok alapján értékelhetők, — bár az értékelési módszerek még nem teljesen kidolgozottak. Ennek alapján bizonyosodott, hogy azt az általános gyakorlatot, amely a tekerics gerjesztésének növelésével kívánja a kapcsolási időt lerövidíteni, felül kell vizsgálni. A tényleges egyértelmű zárás és nyitás ideje ez esetben a pergési idő és amplitúdó megnövekedése miatt megnyúlik. Az optimális működés szempontjából a rugalmas rögzítés hozta a legkedvezőbb eredményeket.

### Irodalom

- [1] Ránky, M.—Egri: Low Cost Small Computer-based Evaluation of High-speed Film Recordings. 19th AICS—ISFA Congress, Eindhoven, 1975. VIII. 11. (előadás).
- [2] Dékány, —Cech, V. —Ránky, M.: High-speed Cinematography as a Modern Test Method of Electromechanical Switches. 19th AICS—ISFA Congress, Eindhoven, 1975. VIII. 11. (előadás).
- [3] Cech, V.—Egri—Ránky, M.: Nagysebességű filmfelvételek értékelése számítógéppel. Műszerügyi és Méréstechnikai Közlemények, 18. szám. 1975. 25—29 p.
- [4] Dékány: Gyorsfilmezési módszerek alkalmazása elektromechanikai kapcsolóelemek vizsgálatához. BHG-Orion-TRT Műszaki Közlemények, XX. évfolyam 2. sz., 1974. 42—50 p.
- [5] Blackman, R. B.: Linear Data-Smoothing and Prediction in Theory and Practice. London, Addison-Wesley Publ. 1965.

Dr. Dékány Lászlóné—Ránky Miklós

### Summary

A fundamentally new possibility of measuring the mechanical parameters of telephontechnical relays is the quantitative evaluation of high-speed film recordings. The authors present the analysis of the optical information obtained by filming a S-type relay as evaluated by a digital computer. The results permit the design of up-to-date optimal relays.

# ne csak olvassa

**hanem fogadja meg tanácsunkat:**

a kutatás,  
a műszaki fejlesztés,  
a műszaki propaganda,  
a vezetőképés,  
a szakoktatás,  
a konstrukció ellenőrzés,  
az üzemszervezés

egyik legeredményesebb eszköze a

**KÜLÖNLEGES FILMTECHNIKA!**

Nagysebességű filmkészítés  
Schlieren technika  
Mikrokinematográfia  
Robot automata  
Infravörös regisztrálás  
Polaroid technika



**FILMTECHNIKAI SZOLGÁLTATÁSOK**

• • Kérjen részletes tájékoztatót!



MŰSZERÜGYI ÉS MÉRÉSTECHNIKAI SZOLGÁLATA

# KUTATÓFILM

Bp.V. Akadémia u.11. T: 116-820, 121-319



## Az MTA Izotóp Intézetében kifejlesztett új műszerek

### Hatsatornás izotópos szintjelző (gammarelé), GR—06 típus.

Izotópos szintérzékeléshez védelemmel ellátott radioaktív sugárforrást mint jeladót és a sugárzást villamos jelekké alakító, sugárzásra érzékeny detektort tartalmazó mérőfejet (érzékelőt) használunk. Közöttük helyezkedik el a mérőszakasz, melyben a technológiai folyamatokban feldolgozott vagy tárolt anyagok szintállapotának változásait érzékeljük. Az anyagrégeken való áthaladás közben a sugárzás intenzitása az abszorpció miatt csökken. A mérőfejben észlelhető sugárzás intenzitásváltozása a mérőszakaszban található anyag jelenlétének ugrásfüggvénye.

Az izotópos szintérzékelő, vagy a mérésnél leggyakrabban alkalmazott gammasugárzás miatt gammarelének is nevezett berendezés központi műszeregysége kimenetében két állapotú elektronikus készülék, amely alkalmas a mérőfejet ért sugárzás „alacsony” vagy „magas” intenzitás értékének megkülönböztetésére. A komplett összeállítás, a helyi igényeknek megfelelő geometriai elrendezésben jelzi, hogy a mérőszakaszban van-e anyag vagy nincs.

Az érzékelő rendszer a mérőszakaszban levő anyaggal csak a sugárzással érintkezik, az érzékelés tehát érintés nélküli. A mérőberendezés mechanikailag nem érintkezik a mérendő anyaggal, ezért korrózió, nagy nyomás, lezúduló darabos anyag stb. a mérést nem gátolja, és a mérés nem okozhat dugulás, szivárgást, feltapadást vagy egyéb zavart a technológiai folyamatban. A

mérési összeállítás, illetve a szintjelző működési vázлата az 1. ábrán látható.

Az ipari felhasználásra tervezett szintjelző nehéz üzemi körülmények között is jól alkalmazható. A központi elektronikus egységek VIV gyártmányú, szabvány méretű, öntött alumínium tokozása nagy mechanikai védeltséget biztosít, és a berendezést szabad téren is fel lehet szerelni. A berendezés csepegő víz és szálló por ellen védett, zárható tokozata, mint központi egység, maximálisan hat jelfeldolgozóegységet, egy tápegységet, valamint a kábelek csatlakoztatásához szükséges mechanikus szerelvényeket tartalmaz. A hozzá tartozó mérőfejek önállóan tokozott egységek.

A mérőfejekhez vezető kábelek a központi elektronikai egységbe és a mérőfejekbe egyaránt tömszelencéken keresztül vannak bekötve, ez biztosítja az ipari környezetben szükséges védelmet. A mérőfejek mechanikus kivitele — „kettős tokozás”, valamint a többszörös gumi szigetelés — is nagyfokú védeltséget ad a külső behatások ellen.

A berendezés, amely 220 V-os hálózati feszültségről működtethető, a szokásosnál nagyobb feszültség-ingadozás mellett is üzemképes marad, teljesítményfelvétele igen kicsi. Üzemi paramétereinek széles határok között változtathatók. A kimeneti egységet alkotó relék nagyterhelhetőségű érintkezői lehetővé teszik, hogy a berendezés közvetlenül az erősáramú automatikai elemek vezérlésére is felhasználható legyen.

A szerelési és javítási munkák megkönnyíté-

sére a berendezésnek több figyelemre méltó tulajdonsága van. A mérőfejek és a központi elektronikus egység csatlakoztatása kétvezetékes kábellel oldható meg, és az erek felcserélhetők. Ennek következtében szerelésnél, illetve hiba esetén a mérőfej egyszerűen cserélhető. A jelfeldolgozó egységek is csereszabatosak és dugaszolhatók.

Egy komplett GR—06 típusú sokcsatornás szintjelző berendezés 3, 4, 5 vagy 6 csatornát tartalmaz a felhasználási igény szerint. A kevesebb csatornaszámú berendezés utólag, minden további átalakítás nélkül kibővíthető hat csatornáig.

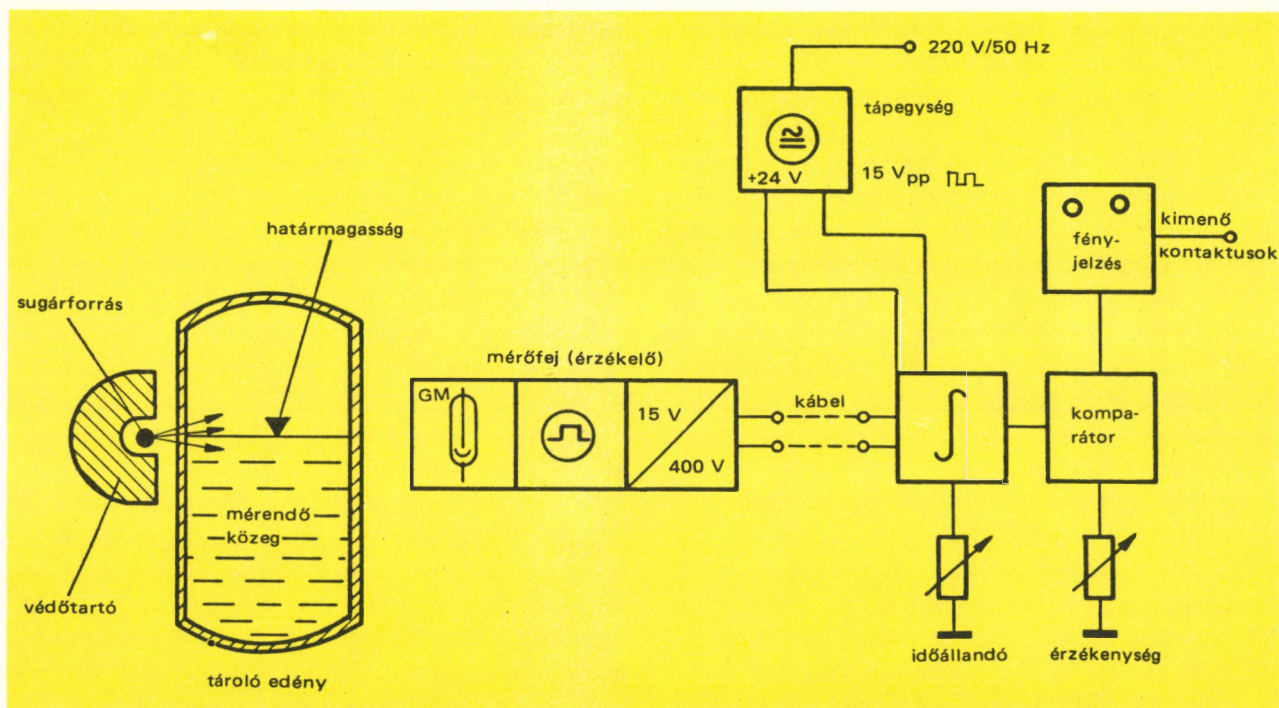
A szintmérő központi elektronikájának tápegysége és minden csatornája külön-külön zárlatvédő automatikával van ellátva, az egyik mérőfejkábel zárlata esetén a többi csatorna üzemképes marad. A zárlat tetszőleges ideig fennmaradhat, megszüntetése után a csatorna automatikusan működőképes. Olyan a konstrukció, hogy öt rövidrezárt csatorna esetén a hatodik még üzemképes marad. A hibakeresés megkönnyítésére a jelfeldolgozó egység előlapján elhelyezett „VONAL-ZÁRLAT” lámpa jelzi a hibát. Ez a lámpa a jelfeldolgozó egység károsodása nélkül felhasználható a vonal vizsgálatára is.

A sokcsatornás szintjelző elektronikus ellenőrzéséhez kifejlesztett célműszerünk automatikusan végigvizsgálja az elektronikus egységeket, a vonalat és a mérőfejet. A vizsgáló periódus befejezése után kijelzi, hogy melyik egység hibásodott meg. A hibás egységet ki kell cserélni.

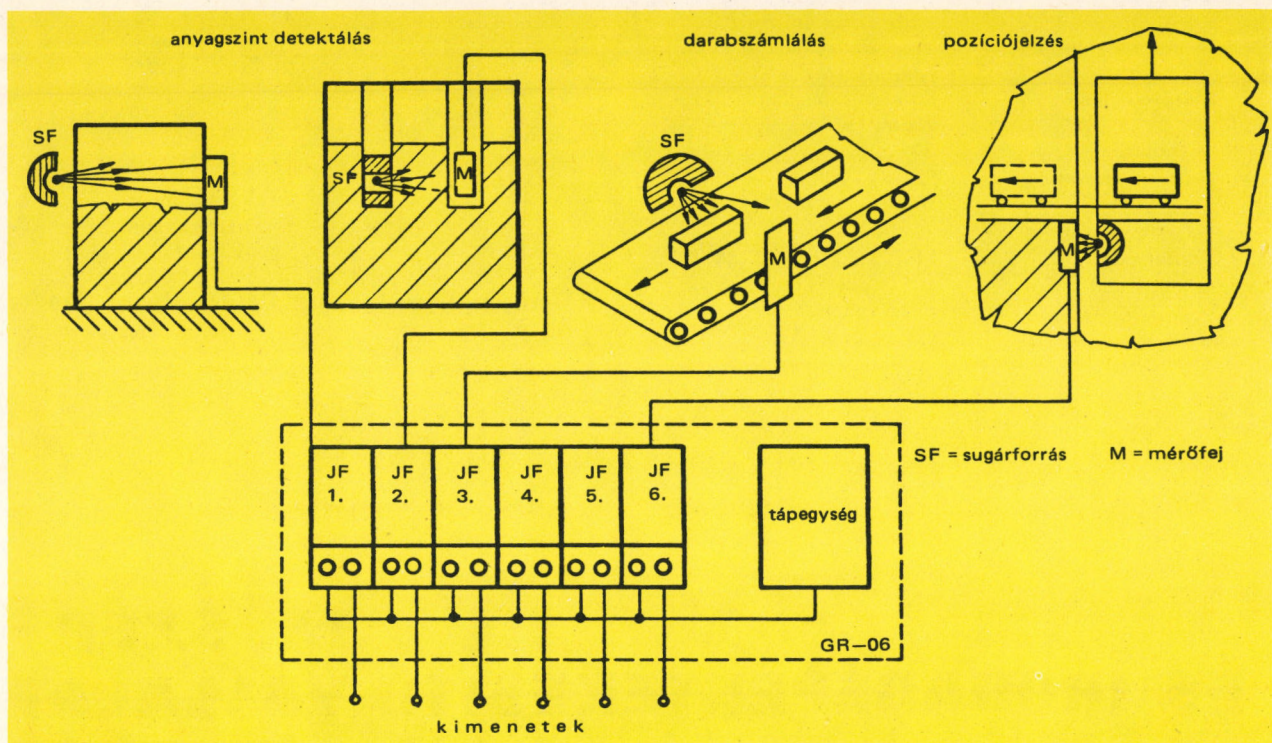
Az egyes csatornák működtetéséhez szükséges izotópok fajtáját, aktivitásukat a mérési elrendezésnek megfelelően csak a konkrét esetre lehet meghatározni. A gyakorlatban  $^{137}\text{Cs}$ ;  $^{60}\text{Co}$ ;  $^{90}\text{Sr}$  izotópokat alkalmazunk, 1...300 mCi aktivitással. Az izotópokat a mérőhelyeken munkatartókban helyezük el. (Izotópos munkatartó). Szokásos munkatartók az Intézetünkben kifejlesztett IMT típuscsalád, de egyes helyeken az elrendezéstől függő speciális munkatartókat kell tervezni és beépíteni.

#### A sokcsatornás izotópos szintjelzők alkalmazási lehetőségei

Az országban jelenleg kb. 600—800 szintjelző csatorna működik. Az alkalmazásra néhány, az eddigi tapasztalat szerint jól bevált lehetőséget ismertetünk. A legfontosabb mérési összeállítások a 2. ábrán láthatók.



1. ábra. Szintjelző működési vázlata



2. ábra. Mérési összeállítások GR—06 alkalmazására

Erőművekben, bányákban, ipari üzemekben zavart okozhat az anyagtaroló bunkerek teljes leürülése vagy túltöltése. A túltöltést a tartályon megfelelő magasságban elhelyezett szintjelzővel akadályozhatjuk meg, amely leállítja a töltést. Ugyanígy oldható meg az alsó — leürülés előtti — szint érzékelése is. Ha a bunkerben levő anyag mennyiségét akarjuk tudni, akkor több csatorna beépítésével, szakaszosan indikálható a bunkerben levő anyag szintje.

Agresszív anyaggal töltött tartályok szintjelzésére az izotópos szintjelző ideális berendezés, mivel nem kell a tartályt megbontani, nem kerül közvetlen kapcsolatba az agresszív anyaggal a berendezés.

Kúpólókemencéknél a túltöltés megakadályozására szükséges a telítettség érzékelése. A magas hőmérséklet miatt a közvetlen érzékelés nem valósítható meg, de megfelelően méretezett izotópos szintjelzők már évek óta jól működnek.

A bányákban vegyeshasználatú — a személyes anyagszállító — szállítószalagoknál biztonsági szempontok indokolják, hogy meggátoljuk a személyek továbbhaladását pl. egy anyagtaroló bunker felé. Erre a célra alkalmazzuk az izotópos személytúlhaladás-gátló berendezést. Ha az

érezelő és a sugárforrás közé ember kerül, leállítja a szállítószalagot. Ilyen berendezés is több működik már hosszú ideje, meghibásodás nélkül.

Ha a szállítószalagon valamilyen meghatározott méretű tárgyak haladnak, akkor az előbbiekben leírt mérési elrendezés segítségével megszámlálhatjuk ezeket. Ekkor a szintjelző számláló jelfogót működtet.

Sok esetben kell két tárgy egymáshoz viszonyított helyzetét pontosan ismételtően beállítani. Ekkor a mozgó tárgyra erősítjük az izotópot és az álló tárgyra tesszük a mérőfejet. Ha a mozgó tárgy megfelelő helyzetbe kerül, a keskeny sugárnyaláb működteti a mérőfejet és a szintjelző leállítja a mozgó tárgyat. Ilyen berendezés az ún. kasbeállásjelző a bányákban, ahol a csillék kigurításához a kasnak pontos szintbe kell beállnia.

Főbb műszaki adatok:

|                        |                                        |
|------------------------|----------------------------------------|
| Csatornaszám           | 3, 4, 5 vagy 6 csatorna                |
| Legnagyobb érzékenység | 0,1 mR/h GM-csöves mérőfejjel          |
| Időállandó             | 5... 20 s, az érzékenység függvényében |
| Hiszterézis            | 1:1,3—1:5                              |
| — alapbeállítás        | 1:2,5                                  |

|                                           |                                                                     |                                      |                                  |
|-------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------|--------------------------------------|----------------------------------|
| Kimeneti kontaktusok<br>— terhelhetőségük | 3 db morze érintkező<br>Max. 250 V; max. 6<br>A/érintkező           | Üzemeltetési hőmérséklet-<br>határok | —10 ... +40 °C<br>—20 ... +50 °C |
| Mérőfejkábel                              | Kétszeres, mechanikailag<br>védett (SZRMKVM)                        | központi elektronika<br>mérőfej      | 570 mm × 570 mm ×<br>× 200 mm    |
| — hossza                                  | 500 m-ig                                                            | Központi elektronika<br>mérete       | kb. 30 kg                        |
| Hálózati feszültség                       | 220 V — 20% ... +10%;<br>50 Hz                                      | súlya                                | átmérője 70 mm,<br>hossza 350 mm |
| Teljesítményfelvétel                      | 30 VA                                                               | Mérőfej<br>mérete                    | kb. 2 kg                         |
| Védettség                                 | MSZ 806 szerint IP 54:<br>szálló por és csepegő víz<br>ellen védett | súlya                                |                                  |

Demjén Imre—Gausz Péter—Rózsa Sándor

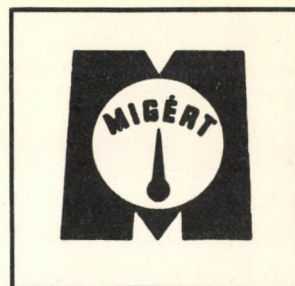
# ÉS IRODAGÉPÉRTÉKESITŐ VÁLLALAT

Budapest VI., Népköztársaság útja 2.

Telefon: 117—090\*

Telex: 22—4736

Levél cím: 1392 Budapest, Pf. 295



Villamos, elektronikus és nukleáris műszerek, mechanikai mérőműszerek, hőmérsékletmérők, járműműszerek, laboratóriumi készülékek és eszközök, optikai műszerek, anyagvizsgáló berendezések, meteorológiai műszerek, finommérlegek, automatizálási eszközök, írógépek, ügyvitelgépek, másoló és pénztárgépek.

A MIGÉRT, mint termelőeszköz kereskedelmi vállalat a felsorolt hazai és külföldi termékeket belföldön forgalmazza és — esetenkénti külkereskedelmi jog alapján — nemzetközi kooperáció és választékcseré bonyolítására is jogosult.

Keresse fel Szakosztályainkat és Szaküzleteinket. Hazai és külföldi műszerek, automatizálási eszközök, iroda és ügyviteli gépek.

1. sz. Műszerszaküzlet
2. sz. Műszerszaküzlet
3. sz. Műszerszaküzlet
- Irodagépszaküzlet

- VI., Népköztársaság útja 2.
- VII., Majakovszkij u. 59.
- VII., Tanács krt. 9.
- VI., Népköztársaság útja 2.

Műszerezési, automatizálási és ügyvitelgépészeti feladatainak megoldásához kérjen szakszerű felvilágosítást szakosztályainktól.

# KÜLFÖLDI MŰSZERÚJDONSÁGOK

## Nagynyomású folyadékkromatográfok, Model 601 és 604

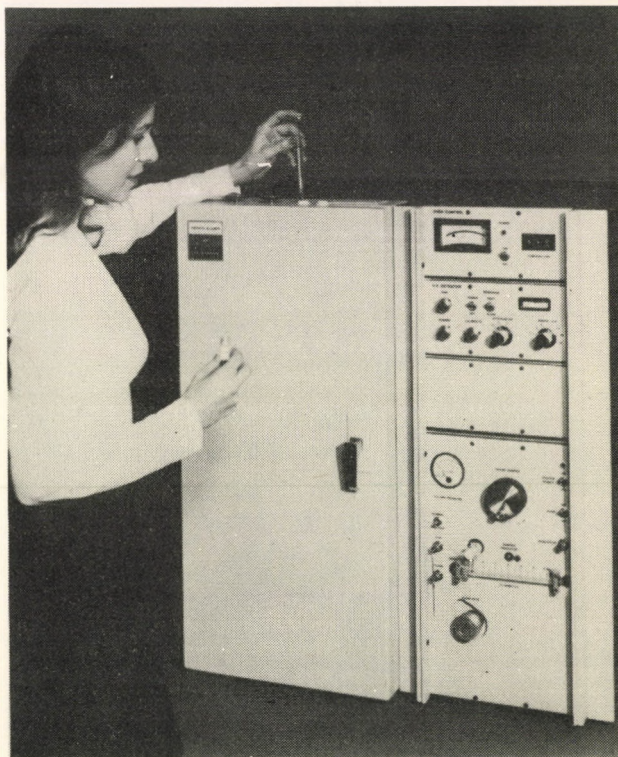
*Perkin—Elmer, Instrument Division, Norwalk,  
USA*

A Model 601 típusú műszerben 200, ill. 400 atm nyomásig működő szivattyúrendszer van. Az injektáló rendszer folyamatosan vagy szakaszosan adagol. Az injektáló feltételének különleges septuma (membrán-válaszfala a külső tér és a belső oszloptér között) 50...100 mintát juttat a rendszerbe. A kolonnater hőmérséklete és az átáramoltatott minta mennyisége programozható. A kolonnákat légfürdős kályhatér veszi körül, amely 1500 °C-ig fűthető. A dugattyús szivattyúkkal egészen sima és folyamatos az áramoltatás. A retenciós idők 0,1%-nál jobban reprodukálhatók rutin munkában is. A kettős dugattyús szivattyú rendszerrel (syringe pump) a legkülönbözőbb arányú oldószerkelegyek készíthetők. Ez a grádiens-eluciós kromatográfiás módszernél igen előnyös.

A készülékkel egyidejűleg végezhető a fordított fázisos és az adszorpciós kromatográfia. Széles tartományú konkáv, lineáris és konvex gradienseket is előállíthatunk. A detektorok a folyadékkromatográfiában szokásos differenciárefraktométer, a pl. 254 nm-nél rögzített hullámhosszú abszorpciómérő, ill. az 190—220 nm között működtethető LC—55 típusú spektrofotométer. Külön rendelhető a Model 123 jelű regisztráló, amely közvetlenül az átfolyási meny-

nyiséget mutatja. A kolonnák töltete a SIL—X típusjelű  $13 \pm 5 \mu\text{m}$  méretű kémiaiag előkezelt porózus szilíciumdioxid.

A Model 604 típusú készülék is modulós felépítésű, de egyszerűbb és olcsóbb, rutinkészülék. Injektáló és detektáló rendszere, valamint oszloptér kályhája olyan, mint a 601 típusé. A 340



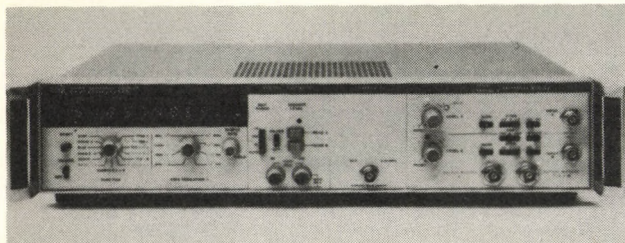
1. ábra. Perkin—Elmer gyártmányú nagynyomású folyadékkromatográf

atm nyomáshatárú szivattyúhoz visszavezetéses (recycle) rendszer is tartozik, amivel a mintát ismételtlen átáramoltathatjuk a rendszeren. Mindkét típusban kivezetések vannak számítógépes adatfeldolgozáshoz és regisztráláshoz (1. ábra).

### Számláló—időtartammérő, Model 5328A

Hewlett—Packard, Wien, Ausztria

A számláló család 100 MHz-es új tagja nagy pontossággal végrehajtható időtartammérésekre használható. Jól vizsgálhatók ismétlődő időbeli jelenségek 10 ps-os felbontású átlagolással, logikai áramkörök paramétereire (pl. impulzusszélesség, órasebesség, haladási késleltetések, impulzusok közti időtartamok). Jelzőlámpák mutatják a triggerelés helyzetét mindegyik csatornán. Oszcilloszkóphoz csatlakoztatva markerek jelzik, hogy a hullámalakon hol történik ténylegesen a triggerelés. Külön rendelésre digitális voltmérővel kapható, ezen lehet leolvasni a triggerszinteket (2. ábra).



2. ábra. Hewlett—Packard gyártmányú számláló—időtartammérő

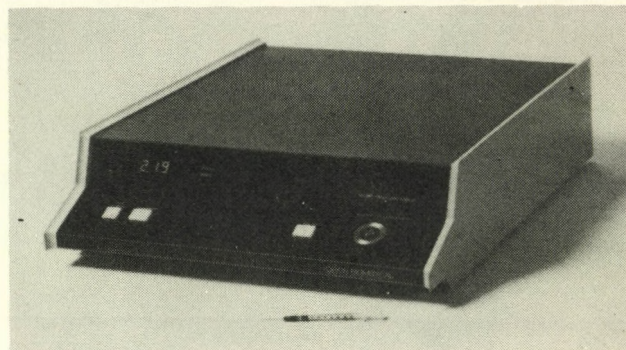
A korszerű és sokoldalúan tervezett modul további előnyös tulajdonságai:

- 10 ns-os „egyten-lövés” felbontás a ballisztikai és nukleáris jelenségek méréséhez;
- 50 ohm-os bemeneti impedanciájú kapcsoló az illesztési problémákat oldja meg, míg a szabványos 1 Mohm-os bemeneteket a nagysebességű impulzus áramkörökhöz használják;
- különleges „késleltető” üzemmódban leálítható a csatorna az események megjegyzésére, amíg a késleltetés meg nem szűnik, pl. ez a késleltetés méréseket tesz lehetővé az elsőtől a negyedik bit-ig egy bit-áramlás során.

### Klinikai kalciumionmérő, Model SS—20

Orion Biomedical, Orion Research, Cambridge, USA

A vér kalciumion-tartalmának meghatározása a vér pH méréséhez hasonló, csak speciális ion-szelektív kalciumelektrodot kell alkalmazni. Az



3. ábra. Klinikai kalciumionmérő

anaerób kezelt minta heparint tartalmazó injekciós tübe kerül, ahonnan kb. 500  $\mu$ l mennyiséget visznek át a készülék elektródterébe. A készülék mintakezelése, kalibrálása, mintatér-tisztítása automatizáltan történik. A mérés időtartama 3 min, kijelzés digitálisan (meq/l-ben), regisztrálható ill. kinyomtatható. A leolvashatóság határa 0,01 meq/l kalcium, ismételt mintavétel esetén a középhiba nem több, mint 2%. A mérőrendszerben levő kalciumelektrod érzéketlen a vérszérumban jelen levő vörsejtekkel szemben. A termosztátrendszer átáramlásos és 37 °C-on működik. Ha nem kellő a hőmérséklet, ill. kevés a minta: az analízis hibás, az erre készített logika jelzést ad. Méretei: 500 mm  $\times$  590 mm  $\times$  160 mm. Súlya 22 kg (3. ábra).

### Frekvenciaanalizátor digitális leolvasással, FAT 55 típus.

Laboratoire Electro-Acoustique, Rueil, Franciaország

A frekvenciaanalizátor előnyös tulajdonságai: 3  $\mu$ V-os érzékenység, a frekvencia négy jegyre leolvasható, automatikus frekvenciaellenőrzés, vobbulálás a belső etalonnal való összehasonlítással, kvarcszűrős szelektivitás stb. A készülék szilíciumtranzisztorokkal és integrált áramkö-



4. ábra. Frekvenciaanalizátor digitális leolvasással

rökkel készült, három különböző célú kimenete van (4. ábra).

**Műszaki adatok:**

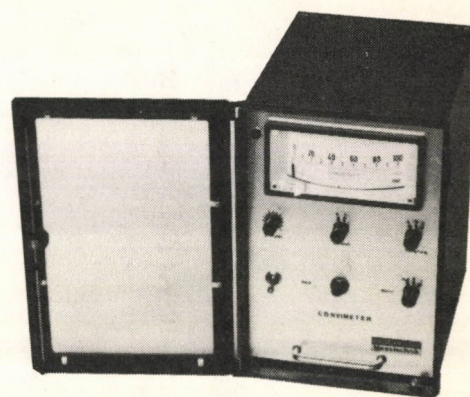
|                                 |                                                                                  |
|---------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------|
| Frekvenciatartomány             | 10 ... 100 000 Hz                                                                |
| Frekvenciapontosság             | 10 <sup>-6</sup> ±1 digit                                                        |
| Bemenetek                       |                                                                                  |
| szimmetrikus max. 5 V           | 600 ohm<br>100 Hz-től 30 kHz-ig<br>±0,7 dB                                       |
| aszimmetrikus max. 300 V        | 500 kohm, 30 pF                                                                  |
| Érzékenységek (szelektivitások) | 3 μV/10 Hz;<br>10 μV, 10 ... 500 Hz<br>30 μV ... 30 V, minden szelektivitásérték |
| Mérési pontosság                | 3% (a skálavégkitérésre vonatkozóan) 1000 Hz-nél                                 |
| Válasz                          | ±0,2 dB, 50 Hz ... 100 kHz                                                       |
| Dinamika                        | 75 dB-es zavarójeleknél                                                          |
| Kimenetek                       |                                                                                  |
| szelektív erősítőként           | 600 Ohm, 1,5 V rögzített;<br>50 ohm, 0,775 V                                     |
| szinkrongenerátorként           | ugyanaz, válasz ±0,2 dB<br>10 Hz-nél                                             |
| Vobbulálás                      | külső jellel, ΔF=±2500 Hz                                                        |
| Méretetek                       | 430 mm × 220 mm × 340 mm                                                         |
| Súly                            | 15 kg                                                                            |

**CONVIMETER, folyamatos üzemi viszkozitásmérő**

Brabender Messtechnik, Duisburg, NSZK

A gyártási eljárások során előforduló emulziók, olajok, gyanták, iszapok és kenőcsös állományú anyagok viszkozitásának mérésére alkalmas. A vizsgálandó anyagban elmerülő köpenyes mérő-

testet különlegesen kiképzett tengely forgatja. A mérőtest surlódik az anyaggal, annak viszkozitásától függően a forgatónyomaték csökken, mérésére rugó és induktív elmozdulásadó van beépítve. A mérőtér nyomása 75 atm-ig, hőmérséklete 300 °C-ig állítható. A mérőrugó nullapontjának eltolásával egészen kis viszkozitástartományban is lehet mérni. A mérőfejet Ex-kivitelben is szállítják. A készülékkel mérhetők paszták és szemcsés ill. szálas részecskéket tartalmazó minták is. A méréseket automatikus hőmérsékletkompenzációval lehet végrehajtani (5. ábra).



5. ábra. CONVIMETER, folyamatos üzemi viszkozitásmérő

**Műszaki adatok:**

|                        |                                                                                                                         |
|------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Viszkozitástartomány   | 10 ... 2,5 · 10 <sup>5</sup> cP; különleges kivitelnél 10 <sup>4</sup> ... 10 <sup>7</sup> cP;                          |
| Pontosság              | négy mérési tartományban 1% a mindenkori skálavégértékre vonatkoztatva                                                  |
| Fordulatszámok         | 120 és 15 f/min, átkapcsolható                                                                                          |
| Hőmérsékletkompenzáció | a vonatkozási hőmérséklet 0 ... 300 °C között állítható                                                                 |
| Beállási mérésidő      | kb. 30 s (a 90%-ra)                                                                                                     |
| Méretetek              | mérőfejnél az alkalmazástól függően változó; műszerhez beépített kivitel esetén:<br>288 mm × 192 mm × 365 mm mélységben |
| Súly                   | 9,5 kg; ill. 16 ... 25 kg-ig az alkalmazástól függően                                                                   |

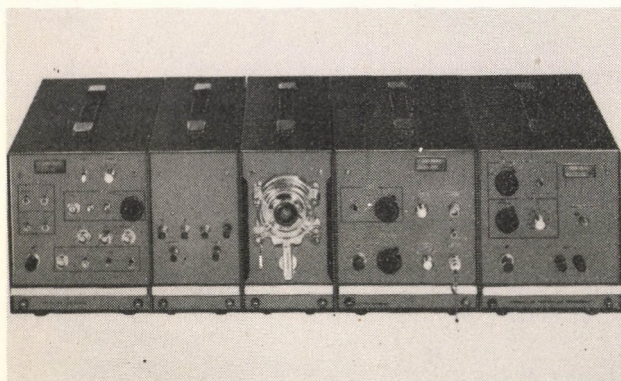
## Picker-féle átfolyásos mikrokaloriméter

SETARAM, Lyon, Franciaország

A mikrokaloriméter fizikai kémiai rendszerek termodinamikai tulajdonságainak vizsgálatára, termokémiai elemzésekre, titrálásokra, hőtartalom mérésére és bizonyos hőmennyiségváltozással járó reakcióknak, pl. biokémiai enzimreakciók kinetikájának folyamatos vizsgálatára alkalmazható. Előnyös tulajdonságai:

- az átfolyásos üzemmód következtében a reakcióhők igen kis késéssel már mérhetők;
- a vizsgálatokhoz a kaloriméter belső terét nem kell megbontani;
- a teljes mérésidő lerövidül, a folyadékok és a fal-hőmérséklet állandóan stabilizált állapotban vannak, nincsenek káros hőveszteségek;
- az elegendő folyadékminták hőmérséklete előzetes termosztálás után állandósul.

Négy főrészből áll: a kaloriméterből, az elektronikus és termosztát egységekből, a tápszivattyúból és a regisztrálóból. Felépítése modulós, így az egyes alkalmazási feladatokhoz megfelelően csoportosíthatók az egyes részek. A tápszivattyú állandó reagens áramlást biztosít, az áramlási sebesség változtatható. Mindegyik szivattyú kettős, ezért a kaloriméter két szimmetrikus reaktor részébe azonos áramlási sebességgel lehet adagolni, és így differenciálkalorimetriát végezni. A regisztrálón a megfelelő entalpiaváltozás az elegyek változó %-os mennyiségének függvényében regisztrálható. Ilyenkor a regisztráló a szivattyúkhöz mechanikusan csatlakozik.



6. ábra. Átfolyásos mikrokaloriméter

### Műszaki adatok:

|                                           |                                                                               |
|-------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------|
| Teljesítménykülöb                         | 5 $\mu$ W; 1,2 $\mu$ cal/s                                                    |
| Hőmérsékletmérés érzékenysége             | 5 $\cdot 10^{-6}$ °C                                                          |
| Reakció energiakülöb                      | 20 $\cdot 10^{-6}$ J/cm <sup>3</sup><br>5 $\cdot 10^{-6}$ cal/cm <sup>3</sup> |
| Ismétlőképesség                           | $\pm 2 \cdot 10^{-3}$                                                         |
| Időállandó                                | 20 s                                                                          |
| Reagensek tartózkodási ideje a reaktorban | kb. 10 s                                                                      |
| Üzemi hőmérséklet                         | 10...60 °C                                                                    |

## Emissziós spektrométer, MODEL 310

Labtest Equipment Company, Los Angeles, California, USA

A készülék vas-, acél-, színesfém ötvözetek levegőben végzett kvantitatív elemzésére alkalmas (szén, kén, arzén és szelén nem elemezhető). A készülékkel maximálisan 60 csatornán egyidejű elemzés lehetséges.

### Műszaki adatok:

|                      |               |
|----------------------|---------------|
| Gyújtótávolság       | 1,5 m         |
| Rácsosztás           | 1200 vonal/mm |
| Hullámhossztartomány | 1900...9000 Å |
| Felbontás            | 5,6 Å/mm      |

Közvetlen sugármenet a Rowland körön.  
Profilírozás beépített higanyvonal segítségével.  
Rezgésmentes, vertikális Paschen—Runge elrendezés.

A spektrométerhez a Labtest cég által e célra kifejlesztett CRT 800 típusú számítógép csatlakozik teletype kiíróval, és így automatikus kvantitatív analízis végezhető. Minden csatornán közvetlenül, %-os koncentrációban adja az értéket, ezeket képernyőn kijelzi és írógéppel rögzíti. A számítógéphez gyárilag készült aritmetikai program van. A felhasználó az analizálandó anyagoknak megfelelően maximálisan 500 munkagörbét programozhat be. A munkagörbék (első vagy másodfokú függvények) konstansainak kiszámítására külön ún. A, B, C számolóprogram áll rendelkezésre, mellyel az intenzitás-koncentráció görbe matematikai egyenletének megoldása igen gyorsan elvégezhető. A görbék beprogramozása után a klímakörülmények megváltozásából adódó nullapont- és meredekségkorrekciót a számítógép automatikusan elvégzi. A számítógép az analízis során minden funkciót automatikusan vezérel (előöblítés, előszikrázás, szikrázási idő). A számítógép programozása lyukszalagról történik a teletype-on keresztül.



**Kisszámítógéppel vezérelt gázkromatográf,  
5830 A típus.**

*Hewlett—Packard, Wien, Ausztria*

A készülék két egységből áll. Az ún. adatvégállomás tartalmazza a billentyűzetet, a nyomtató-görbeíró (printer-plotter) és az indikátor lámpákat. A kromatográf egységben található a processzor, a jelátalakítók és a tulajdonképpeni gázkromatográf. A mérési paraméterek billentyűzettel programozhatók és a LIST gomb megnyomásával a printer-plotter-rel bármikor kiírhatók. A készülék a kromatogramon minden csúcs mellé kiírja a retenciós időket. A csúcs alatti területek integráljait és az értékeket tá-

rolja. A mérés befejezésekor az adatvégállomás automatikusan kinyomtatja a kívánt eredményeket. Ez tartalmazza az összes retenciós időket: a hozzá tartozó csúcs alatti területeket és a számított koncentráció értékeket. A készülék TC, FID és EC detektorokkal működtethető.

**Műszaki adatok:**

|                             |                     |
|-----------------------------|---------------------|
| Hőmérsékletprogramozás      |                     |
| 1 °C lépésekben             | 35 °C-tól 400 °C-ig |
| Fűtési sebesség változtatás | 0,01 ... 30 °C/min  |

A készülék időprogramozható, a legkisebb időegység: 0,1 min, a legnagyobb beállítható idő 819 min. Időprogramozható értékek:

1. Detektor kiválasztás-jel polaritása.
2. Szelepek ki-, bekapcsolása.
3. Meredekség érzékenysége.
4. Minimális csúcs alatti terület.
5. Hőmérséklet változtatása.
6. Papírsebesség változtatása.
7. Alapvonal nullázása.
8. Csillapítás.
9. Stop.

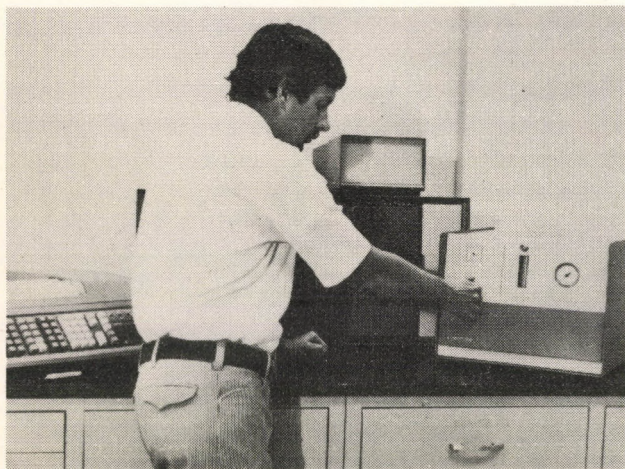
Kapacitás max. 320 csúcs, ebből 150 kalibrált, 96 időprogram.

**Kalibrálási módszerek:**

1. Terület  $\%_0$ .
2. Normalizálás.
3. Külső etalon.
4. Belső etalon.

A készülékhez használható járulékos berendezések: automata folyadék mintaadagoló, kolonna kapcsoló szelepek, detektor átkapcsoló, gázminta adagoló szelep.

**Dr. Solti Mihály—Lugosi Tamás—  
—László Gábor**



7. ábra. 5830A típusú gázkromatográf

# A korszerű mérés technika alapja a megfelelő műszerezettség

---

**A tudományos kutatás,  
a műszaki fejlesztés,  
a korszerű  
alapanyag- és gyártmányellenőrzés**

eredményessége döntően függ a műszerezettségtől.  
A műszertechnika gyors fejlődése és differenciálódása  
miatt ma már nem lehet méréseihez minden műszert meg-  
vásárolnia, de ez nem is gazdaságos.

## **HASZNÁLJON MÉRÉSEIHEZ KÖLCSÖNMŰSZEREKET!**

Kölcsönműszerek segítségével:

műszerezettsége mindig korszerű lesz;  
beruházás előtt meggyőződhet az egyes műszerújdságok  
alkalmazhatóságáról;  
rövid idejű méréseihez nem kell nagy összegű beruházást  
igényelnie;  
javítás idejére pótolhatja meghibásodott műszerét;  
hosszú műszerbeszerzési idő esetén is haladéktalanul el-  
kezdheti vizsgálatait.

## **ÖN IS VEGYE IGÉNYBE KÖLCSÖNMŰSZEREINKET!**

Kérjen mérésekkel, műszerbeszerzéssel kapcsolatos szak-  
tanácsadást!  
Jelentse be szabad mérési kapacitással rendelkező vagy  
átmenetileg kihasználatlan műszereit kölcsönzésre!

---

Felvilágosítás és műszerkölcsönzés:

**MTA MŰSZERÜGYI ÉS MÉRÉSTECHNIKAI SZOLGÁLATA  
MŰSZERKÖLCSÖNZÉSI FŐOSZTÁLY**

Budapest VI., Lenin krt. 67. Telefon: 220-425\* Levélcím: 1391 Budapest, Postafiók 241

# KEDVES OLVASÓNK!

A Közlemények célja a Szolgálat eredményeinek és munkásságának megismertetése elsősorban azért, hogy minél szélesebb körben váljanak köztudottá a lehetőségek, szolgáltatások, amelyekkel az MTA Műszerügyi és Méréstechnikai Szolgálata a hazai kutatás és fejlesztés rendelkezésére áll.

A meglévő igény minél teljesebb kielégítése és egyben a Szolgálatnál fennálló lehetőségek tökéletesebb hasznosítása érdekében a Közlemények ezen számához levelezőlapot mellékelünk. A levelezőlapon feltüntetjük az MTA Műszerügyi és Méréstechnikai Szolgálatának fontosabb ingyenes, illetve térítés ellenében igénybevehető szolgáltatásait.

Kérjük t. Olvasóinkat, hogy a levelezőlapokat – igényüknek megfelelően – töltsék ki és juttassák el címünkre.

**Szerkesztőbizottság**

## AZ MTA MŰSZERÜGYI ÉS MÉRÉSTECHNIKAI SZOLGÁLATA ingyenes szolgáltatásai

### Szaktanácsadás műszerbeszerzés, mérési módszer ügyében

- Kérem, hogy a következő műszerre vonatkozó tájékoztató anyagok megtekintését prospektus-tárunkban tegyék lehetővé:
- Kérem, hogy a következő mérési feladat megoldásában szaktanácsadással segítsenek:
- Kérem, hogy a következő műszer hazai lelőhelyét közöljék (csak 50 000,— Ft-nál nagyobb értékű műszerre vonatkozhat):

### Kiadványok megküldése

Kérem az alábbi kiadványokat:

- Kölcsönműszerek Jegyzéke 1974
- Műszerügyi és Méréstechnikai Közlemények
- Tájékoztató anyag a kutatófilmzési szolgáltatásról

## AZ MTA MŰSZERÜGYI ÉS MÉRÉSTECHNIKAI SZOLGÁLATA térítés ellenében igénybe vehető szolgáltatásai

Kérek tájékoztató tárgyalást

### Méréstechnikai szolgáltatásokkal kapcsolatban:

- Speciális akusztikai vizsgálatok, zaj- és rezgésmérések
- Hőtechnikai mérések
- Mechanikai igénybevétel mérése nyúlásmérőbéllyeges módszerrel
- Villamos mennyiségek mérése és regisztrálása
- Műszerfejlesztés

### Kutatófilm készítéssel kapcsolatban:

- Nagysebességű és idősűrítő felvételek
- Infravörös regisztrálás
- Schlieren-vizsgálatok
- Mágneshang csíkozás

### Műszerkölcsönzés

- Kérek tájékoztatást arról, hogy az alábbi műszer kölcsönözhető-e az általam itt megadott időpontban:

- Kérem a műszert számomra előjegyezni.

### Műszerjavítás

- Kérem közölni, hogy az alábbi hibás műszer javítását (bemérését) a Szolgálat vállalja-e:

### Szervizszolgáltatás

- Kérem, szíveskedjenek a Beckman, Brabender, Hewlett—Packard, Hottinger—Baldwin Messtechnik, Kontron—Labtest, Perkin—Elmer, Philips, Philips GmbH, Radiometer, C. Reichert és Tekelec Airtronic cégek tudományos és ipari műszereinek szervize ügyében velünk érintkezésbe lépni (gyártmány, típus):

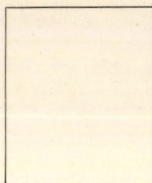
A FELADÓ

NEVE:

MUNKAHELYE:

CÍME:

TEL.:



**MTA**  
**Műszerügyi és Méréstechnikai**  
**Szolgálata**

**1391 BUDAPEST, Pf. 241.**

Martinelli tér 3.

**Legfontosabb**  
**telefonszámaink:**

Központ 220-425\*  
Műszerkölcsonzés 220-425\*  
Szaktanácsadás,  
műszerkataszter 220-425\*  
Műszer-  
és Méréstechnikai  
Főosztály 220-425\*  
Mértéstechnikai  
és Műszerfejlesztési  
Osztály 188-824  
Szerviz Osztály  
Analitikai műszerek  
187-235, 389-140  
Elektronikus műszerek  
420-514  
Egyéb szerviz 188-824  
Kutatófilm Osztály  
116-820, 121-319

A FELADÓ

NEVE:

MUNKAHELYE:

CÍME:

TEL.:



**MTA**  
**Műszerügyi és Méréstechnikai**  
**Szolgálata**

**1391 BUDAPEST, Pf. 241.**

Martinelli tér 3.

**E számunk hirdetői:**

Beckman Instruments GmbH,  
Wien (79-80)  
Hewlett-Packard GmbH,  
Wien (28)  
MIGÉRT Műszer- és Irodagép-  
értékesítő V. (66)  
MOM Magyar Optikai Művek  
(81-84)  
NORMA Messteschnik GmbH,  
Wien (78)  
PHILIPS, Eindhoven (42)

A FELADÓ

NEVE:

MUNKAHELYE:

CÍME:

TEL.:



**MTA**  
**Műszerügyi és Méréstechnikai**  
**Szolgálata**

**1391 BUDAPEST, Pf. 241.**

Martinelli tér 3.

# KÖLCSÖNMŰSZERPARK SZAPORULATA

Összeállította: Görgényi László

Ellenőrizte: Wölfel Lajosné

## Váltakozófeszültségű csővoltmérő, 2424 típus

Brüel—Kjaer gyártmány

|                     |                                                            |
|---------------------|------------------------------------------------------------|
| Méréstartomány      | 1 mV ... 300 V (12 sávban)                                 |
| Frekvenciatartomány |                                                            |
| „fast” üzemmódban   | 20 Hz ... 500 kHz                                          |
| „slow” üzemmódban   | 0,5 Hz ... 500 kHz                                         |
| Átlagolási idő      |                                                            |
| „fast” üzemmódban   | 270 ms                                                     |
| „slow” üzemmódban   | 3 s                                                        |
| Bemenő impedancia   | 1 Mohm, 60 pF                                              |
| Pontosság           | 1%/                                                        |
| Mérési mód          | csúcsheszültség mérése,<br>négyzetes középérték<br>mérése, |
| Méréshatárvtáltás   | automatikus                                                |

## Digitális multiméter, 3490 A típus

Hewlett—Packard gyártmány

|                                                |                                                                          |
|------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------|
| Egyenfeszültségmérőként<br>méréstartomány      | 100 mV ... 1000 V (5 sávban)                                             |
| max. érzékenység                               | 1 $\mu$ V                                                                |
| bemenő impedancia                              |                                                                          |
| 10 V-ig                                        | 20 Gohm                                                                  |
| 10 V felett                                    | 10 Mohm                                                                  |
| pontosság                                      | a mért érték $\pm 0,004\%$ -a és<br>a méréstartomány<br>$\pm 0,001\%$ -a |
| Váltakozófeszültségmérőként:<br>méréstartomány | 1 ... 1000 V (4 sávban)                                                  |
| max. érzékenység                               | 10 $\mu$ V                                                               |
| frekvenciatartomány                            | 20 Hz ... 250 kHz                                                        |
| bemenő impedancia                              | 2 Mohm, 65 pF                                                            |
| pontosság                                      | a mért érték $\pm 0,09\%$ -a és<br>a méréstartomány<br>$\pm 0,025\%$ -a  |
| Ellenállásmérőként<br>méréstartomány           | 100 ohm ... 10 Mohm<br>(6 sávban)                                        |
| max. érzékenység                               | 1 mohm                                                                   |
| pontosság 100 kohm-ig                          | a mért érték $\pm 0,005\%$ -a és<br>a méréstartomány<br>$\pm 0,001\%$ -a |
| Mérőpontok száma                               | 120 000                                                                  |

## Digitális multiméter 7140 típus

Solartron gyártmány

|                                               |                                  |
|-----------------------------------------------|----------------------------------|
| Egyenfeszültségmérőként<br>méréstartomány     | 100 mV ... 1000 V<br>(5 sávban)  |
| max. érzékenység                              | 10 $\mu$ V                       |
| bemenő impedancia                             |                                  |
| 10 V-ig                                       | 1 Gohm                           |
| 10 V felett                                   | 10 Mohm                          |
| pontosság                                     | $\pm 0,05\%$ $\pm 1$ digit       |
| Egyenárammérőként<br>méréstartomány           | 10 $\mu$ A ... 1 mA (3 sávban)   |
| max. érzékenység                              | 1 nA                             |
| pontosság                                     | $\pm 0,05\%$ $\pm 1$ digit       |
| Váltakozófeszültségmérőként<br>méréstartomány | 100 mV ... 700 V<br>(5 sávban)   |
| max. érzékenység                              | 10 $\mu$ V                       |
| frekvenciatartomány                           | 40 Hz ... 20 kHz                 |
| bemenő impedancia                             | 1 Mohm, 100 pF                   |
| pontosság                                     | $\pm 0,2\%$ $\pm 4$ digit        |
| Ellenállásmérőként<br>méréstartomány          | 1 kohm ... 10 Mohm<br>(5 sávban) |
| max. érzékenység                              | 0,1 ohm                          |
| pontosság                                     | $\pm 0,05\%$ $\pm 1$ digit       |
| Mérőpontok száma                              | 11 000                           |

## Digitális kéziműszer, 970 A típus

Hewlett—Packard gyártmány

|                                               |                                                                  |
|-----------------------------------------------|------------------------------------------------------------------|
| Egyenfeszültségmérőként<br>méréstartomány     | 100 mV ... 500 V                                                 |
| max. érzékenység                              | 0,1 mV                                                           |
| bemenő impedancia                             | 10 Mohm                                                          |
| pontosság                                     | a mért érték $\pm 0,7\%$ -a és<br>a méréstartomány $\pm 2\%$ -a  |
| Váltakozófeszültségmérőként<br>méréstartomány | 100 mV ... 500 V                                                 |
| max. érzékenység                              | 0,1 mV                                                           |
| frekvenciatartomány                           | 45 Hz ... 3,5 kHz                                                |
| bemenő impedancia                             | 10 Mohm, 30 pF                                                   |
| pontosság                                     | a mért érték $\pm 2\%$ -a és<br>a méréstartomány<br>$\pm 5\%$ -a |

|                                                                       |                                                                                                      |
|-----------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Ellenállásmérőként<br>méréstartomány<br>max. érzékenység<br>pontosság | 1 kohm ... 10 Mohm<br>1 ohm<br>a mért érték $\pm 1,5\%$ -a és<br>a méréstartomány $0,2\%$ -a<br>1000 |
| Mérőpontok száma                                                      |                                                                                                      |

### Kétsugaras oszcilloszkóp, PM 3240 típus.

Philips gyártmány

|                                                                                                |                                                              |
|------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------|
| Képernyő mérete                                                                                | 8×10 cm                                                      |
| Függőleges erősítő<br>frekvenciatartomány<br>érzékenység<br>bemenő impedancia<br>felfutási idő | DC ... 50 MHz<br>5 mV/cm ... 2 V/cm<br>1 Mohm, 15 pF<br>7 ns |
| Vízszintes erősítő<br>frekvenciatartomány<br>érzékenység<br>bemenő impedancia                  | DC ... 1 MHz<br>5 mV/cm ... 2 V/cm<br>1 Mohm, 15 pF          |
| „A” időalap generátor<br>időeltérítés sebessége                                                | 50 ns/cm ... 0,5 s/cm                                        |
| „B” időalap generátor<br>időeltérítés sebessége                                                | 50 ns/cm ... 1 ms/cm                                         |

### Kétsugaras oszcilloszkóp, SS—112 típus.

Iwatsu gyártmány

|                                                                                                |                                                                 |
|------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------|
| Képernyő mérete                                                                                | 6×10 cm                                                         |
| Függőleges erősítő<br>frekvenciatartomány<br>érzékenység<br>bemenő impedancia<br>felfutási idő | DC ... 100 MHz<br>5 mV/cm ... 5 V/cm<br>1 Mohm, 14 pF<br>3,5 ns |
| Vízszintes erősítő<br>frekvenciatartomány<br>érzékenység<br>bemenő impedancia                  | DC ... 10 MHz<br>0,22 ... 2,2 V/cm<br>1 Mohm, 25 pF             |
| Kettős időalap generátor<br>időeltérítés sebessége                                             | 2 ns/cm ... 5 s/cm                                              |

### Kétsugaras oszcilloszkóp, SS—6200 típus.

Iwatsu gyártmány

|                                                                               |                                                                 |
|-------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------|
| Képernyő mérete                                                               | 8×10 cm                                                         |
| Függőleges erősítő<br>frekvenciatartomány<br>érzékenység                      | DC ... 200 MHz                                                  |
| 30 MHz-ig<br>150 MHz-ig<br>150 MHz felett                                     | 1 mV/cm ... 5 V/cm<br>5 mV/cm ... 5 V/cm<br>10 mV/cm ... 5 V/cm |
| bemenő impedancia<br>felfutási idő                                            | 1 Mohm, 14 pF<br>1,75 ns                                        |
| Vízszintes erősítő<br>frekvenciatartomány<br>érzékenység<br>bemenő impedancia | DC ... 2,5 MHz<br>1 mV/cm ... 5 V/cm<br>1 Mohm, 14 pF           |
| Kettős időalap generátor<br>időeltérítés sebessége                            | 1 ns/cm ... 0,5 s/cm                                            |

### Kétsugaras oszcilloszkóp, 1100 P típus.

Dumont gyártmány

|                                                                                                |                                                                  |
|------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------|
| Képernyő mérete                                                                                | 8×10 cm                                                          |
| Függőleges erősítő<br>frekvenciatartomány<br>érzékenység<br>bemenő impedancia<br>felfutási idő | DC ... 100 MHz<br>5 mV/cm ... 10 V/cm<br>1 Mohm, 22 pF<br>3,5 ns |
| Vízszintes erősítő<br>frekvenciatartomány<br>érzékenység                                       | DC ... 5 MHz<br>5 mV/cm ... 10 V/cm                              |
| „A” időalap generátor<br>időeltérítés sebessége                                                | 5 ns/cm ... 1 s/cm                                               |

|                                                 |                      |
|-------------------------------------------------|----------------------|
| „B” időalap generátor<br>időeltérítés sebessége | 5 ns/cm ... 20 ms/cm |
|-------------------------------------------------|----------------------|

### Kétsugaras oszcilloszkóp, OCT 569 E típus.

CRC gyártmány

|                                                                                                |                                                           |
|------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------|
| Képernyő mérete                                                                                | 8×10 cm                                                   |
| Függőleges erősítő<br>frekvenciatartomány<br>érzékenység<br>bemenő impedancia<br>felfutási idő | DC ... 300 MHz<br>10 mV/cm ... 1 V/cm<br>50 ohm<br>1,2 ns |
| Vízszintes erősítő<br>frekvenciatartomány<br>érzékenység<br>bemenő impedancia                  | DC ... 5 MHz<br>100 mV/cm ... 1 V/cm<br>1 Mohm, 30 pF     |
| „B 1” időalap generátor<br>időeltérítés sebessége                                              | 2 ns/cm ... 0,1 s/cm                                      |
| „B 2” időalap generátor<br>időeltérítés sebessége                                              | 2 ns/cm ... 10 ms/cm                                      |

### Kétsugaras memória oszcilloszkóp, 1703 A típus.

Hewlett—Packard gyártmány

|                                                                                                |                                                                        |
|------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------|
| Képernyő mérete                                                                                | 6×10 osztás (1 osztás =<br>= 0,85 cm)                                  |
| Tárolt írási sebesség<br>Max. tárolási idő                                                     | max. 1000 osztás/ms<br>1 h                                             |
| Függőleges erősítő<br>frekvenciatartomány<br>érzékenység<br>bemenő impedancia<br>felfutási idő | DC ... 35 MHz<br>10 mV/osztás ... 5 V/osztás<br>1 Mohm, 27 pF<br>10 ns |
| Vízszintes erősítő<br>frekvenciatartomány<br>érzékenység<br>bemenő impedancia                  | DC ... 1 MHz<br>0,1 ... 1 V/osztás<br>1 Mohm, 10 pF                    |
| „A” időalap generátor<br>időeltérítés sebessége                                                | 10 ns/osztás ... 2 ns/osztás                                           |
| „B” időalap generátor<br>időeltérítés sebessége                                                | 10 ns/osztás ... 0,2 s/osztás                                          |

### Kétsugaras memória szerviz oszcilloszkóp, 214 típus.

Tektronix gyártmány

|                                                                                                        |                                                                                       |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|
| Képernyő mérete                                                                                        | 6×10 osztás (1 osztás =<br>= 0,2 inch)                                                |
| Tárolt írási sebesség<br>Függőleges erősítő<br>frekvenciatartomány<br>érzékenység<br>bemenő impedancia | max. 500 osztás/ms<br>DC ... 500 kHz<br>1 mV/osztás ... 50 V/osztás<br>1 Mohm, 160 pF |
| Időalap generátor<br>időeltérítés sebessége                                                            | 5 $\mu$ s/osztás ... 500 ms/osztás                                                    |

### Mintavételező oszcilloszkóp, PM 3400 típus.

Philips gyártmány

|                                                                                                            |                                                                                                           |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Képernyő mérete                                                                                            | 8×10 cm                                                                                                   |
| Frekvenciatartomány<br>Érzékenység<br>Bemenő impedancia<br>Felfutási idő<br>Időeltérítés<br>Mintavételezés | DC ... 1,7 GHz<br>1 ... 200 mV/cm<br>50 ohm<br>200 ps<br>1 ns/cm ... 20 $\mu$ s/cm<br>5 ... 1000 minta/cm |

## Univerzális vizsgáló műszer, PG 501—DC 503—DM 501 típus.

Tektronix gyártmány

### PG 501 típus. impulzus generátor egység adatai

|                        |                 |
|------------------------|-----------------|
| frekvenciatartomány    | 5 Hz ... 50 MHz |
| impulzus szélesség     | 10 ns ... 10 ms |
| kimenő feszültség      | 0,5 ... 5 V     |
| kimenő impedancia      | 50 ohm          |
| felfutási és esési idő | 5 ns            |

### DC 503 típus. digitális frekvenciamérő egység adatai

|                        |                                 |
|------------------------|---------------------------------|
| frekvenciamérés        | DC ... 100 MHz                  |
| idő intervallum mérés  | 1 $\mu$ s ... 1 s               |
| frekvencia arány mérés | 1 ... $10^6$                    |
| számlálás              | 1 ... $10^7$ impulzus           |
| érzékenység            | 300 mV                          |
| bemenő impedancia      | 1 Mohm, 20 pF                   |
| pontosság              | az időalap hibája $\pm 1$ digit |
| frekvencia stabilitás  | $1 \cdot 10^{-5}$               |
| kijelzés               | 7 számjegy                      |

### DM 501 típus. digitális multiméter egység adatai

|                                      |                           |
|--------------------------------------|---------------------------|
| egyenfeszültségmérőként              |                           |
| méréstartomány                       | 1 V ... 1 kV (4 sávban)   |
| max. érzékenység                     | 100 $\mu$ V               |
| bemenő impedancia                    | 10 Mohm                   |
| pontosság                            | $\pm 0,5\%$ $\pm 2$ digit |
| váltakozófeszültségmérőként          |                           |
| méréstartomány                       | 1 ... 500 V (4 sávban)    |
| max. érzékenység                     | 100 $\mu$ V               |
| frekvenciatartomány                  | 20 Hz ... 100 kHz         |
| bemenő impedancia                    | 10 Mohm, 100 pF           |
| pontosság                            | $\pm 0,5\%$ $\pm 2$ digit |
| egyen- és váltakozóáram-<br>mérőként |                           |
| méréstartomány                       | 1 mA ... 2 A (4 sávban)   |
| max. érzékenység                     | 100 nA                    |
| frekvenciatartomány                  | 40 Hz ... 100 kHz         |
| pontosság                            | $\pm 0,6\%$ $\pm 2$ digit |
| ellenállásmérőként                   |                           |
| méréstartomány                       | 1 kohm ... 20 Mohm        |
| max. érzékenység                     | 0,1 ohm                   |
| pontosság                            | $\pm 0,3\%$ $\pm 2$ digit |
| mérőpontok száma                     | 20 000                    |

## Univerzális vizsgáló műszer, FG 502—DC 503—DM 501 típus.

Tektronix gyártmány

### FG 502 típus. jelalakgenerátor egység adatai

|                                            |                                                    |
|--------------------------------------------|----------------------------------------------------|
| frekvenciatartomány                        | 0,1 Hz ... 11 MHz<br>(8 sávban)                    |
| frekvenciastabilitás                       | 0,05%/10 min,<br>0,5%/24 h                         |
| kimenő feszültség                          | 0 ... 5 V                                          |
| kimenő impedancia                          | 50 ohm                                             |
| kimenő hullámformák                        | szinusz, négyszög, három-<br>szög, impulzus, fűrés |
| DC eltolás                                 | $\pm 2,5$ V                                        |
| szinuszhullám torzítása                    | 0,5%                                               |
| négyszöghullám felfutási<br>és esési ideje | 25 ns                                              |

### DC 503 típus. digitális frekvenciamérő egység adatai

I. előző műszernél

### DM 501 típus. digitális multiméter egység adatai

I. előző műszernél

## Univerzális vizsgáló műszer, FG 501—PS 503—DM 501 típus.

Tektronix gyártmány

### FG 501 típus. jelalakgenerátor egység adatai

|                                            |                                                 |
|--------------------------------------------|-------------------------------------------------|
| frekvenciatartomány                        | 0,001 Hz ... 1 MHz<br>(9 sávban)                |
| frekvencia stabilitás                      | 0,05%/10 min,<br>0,5%/24 h                      |
| kimenő feszültség                          | 0,25 ... 7,5 V                                  |
| kimenő impedancia                          | 50 ohm                                          |
| kimenő hullámformák                        | szinusz, impulzus, fűrés<br>háromszög, négyszög |
| DC eltolás                                 | $\pm 2,5$ V                                     |
| szinuszhullám torzítása                    | 0,5%                                            |
| négyszöghullám felfutási<br>és esési ideje | 100 ns                                          |

### PS 503 típus. kettős tápegység adatai

|                   |                  |
|-------------------|------------------|
| kimenő feszültség | 0 ... $\pm 20$ V |
| max. kimenő áram  | 400 mA           |

### DM 501 típus. digitális multiméter egység adatai

I. előző műszernél

## Nagyfeszültségű tápegység, TG 2003 típus.

Statron gyártmány

|                            |                |
|----------------------------|----------------|
| Kimenő feszültség          | 400 ... 2000 V |
| Kimenő áram                | 0 ... mA       |
| Sztatikus belső ellenállás | 70 ohm         |
| Stabilitás                 | 0,01%          |

## RLC mérőhíd, IX 307 A típus.

Metrix gyártmány

|                             |                           |
|-----------------------------|---------------------------|
| Ellenállás méréstartomány   | 0,01 Ohm ... 10 Mohm      |
| Pontosság 1 Mohm-ig         | $\pm 1\%$                 |
| 1 Mohm felett               | $\pm 2\%$                 |
| Induktivitás méréstartomány | 1 $\mu$ H ... 10 000 H    |
| Pontosság 100 $\mu$ H-ig    | $\pm 2$ $\mu$ H           |
| 10 H-ig                     | $\pm 2\%$                 |
| 10 H felett                 | $\pm 3\%$                 |
| Kapacitás méréstartomány    | 0,1 pF ... 10 000 $\mu$ F |
| Pontosság 100 $\mu$ F-ig    | $\pm 1\%$                 |
| $\mu$ F felett              | $\pm 2\%$                 |
| Mérőfrekvencia              |                           |
| belső generátorral          | 100 Hz; 1 kHz; 10 kHz     |
| külső generátorral          | 50 Hz ... 10 kHz          |

## Digitális frekvenciamérő, FB 2602/1 típus.

Schlumberger gyártmány

### Frekvenciamérőként

|                           |                      |
|---------------------------|----------------------|
| méréstartomány            | 0 ... 50 MHz         |
| kapuidő                   | 0,1; 1; 10; 100 s    |
| bemenő érzékenység        |                      |
| 15 MHz-ig                 | 10 mV <sub>eff</sub> |
| 15 MHz felett             | 30 mV <sub>eff</sub> |
| max. bemenő feszültség    |                      |
| 400 Hz-ig                 | 250 V                |
| 400 Hz felett             | 10 V                 |
| bemenő impedancia         | 1 Mohm, 25 pF        |
| Periódusidőmérőként       |                      |
| méréstartomány            | 2 $\mu$ s ... 100 s  |
| felbontás                 | 1 $\mu$ s            |
| számlált periódusok       | 1, 10, 100 és 1000   |
| Frekvenciaaránymérőként   |                      |
| osztandó jel frekvenciája | 0 ... 50 MHz         |
| osztó jel frekvenciája    | 0 ... 10 MHz         |

|                        |                               |
|------------------------|-------------------------------|
| Időintervallummérőként |                               |
| felbontás              | 100 ns; 1 $\mu$ s; 10 $\mu$ s |
| max. intervallum       | 100 s                         |
| stabilitás             | 5 · 10 <sup>-8</sup> /nap     |
| kijelzés               | 7 számjegy                    |

### Digitális frekvenciamérő, FET 100 típus.

Rohde—Schwarz gyártmány

|                         |                               |
|-------------------------|-------------------------------|
| Frekvenciamérőként      |                               |
| méréstartomány          | 0 ... 100 MHz                 |
| „A” bemeneten           | 0 ... 20 MHz                  |
| „B” bemeneten           | ± az időalap hibája           |
| pontosság               | ± 1 digit                     |
| kapuidő                 | 100 $\mu$ s ... 10 s          |
| bemenő impedancia       | 1 Mohm, 25 pF                 |
| bemenő érzékenység      | 10 mV                         |
| Számlálóként            |                               |
| max. számkapacitás      | 10 <sup>8</sup>               |
| min. ismétlődési idő    | 10 ns                         |
| Frekvenciaaránymérőként |                               |
| osztandó jel            | mint „A” bemenet              |
|                         | frekvenciamérőként            |
|                         | mint „B” bemenet              |
|                         | frekvenciamérőként            |
| Periódusidőmérőként     |                               |
| méréstartomány          | 40 ns ... 100 s               |
| mért periódusok         | 1 ... 10 <sup>3</sup>         |
| felső határfrekvencia   | 25 MHz                        |
| Időintervallummérőként  |                               |
| méréstartomány          | 100 ns ... 100 s              |
| felbontás               | 100 ns; 1 $\mu$ s; 10 $\mu$ s |
| Kijelzés                | 7 számjegy                    |
| Időalap stabilitása     | 5 · 10 <sup>-6</sup> /év      |

### Digitális frekvenciamérő, S—2201.540 típus.

RFT gyártmány

|                                         |                                      |
|-----------------------------------------|--------------------------------------|
| Frekvenciamérőként „A” és „B” bemeneten |                                      |
| méréstartomány                          | 0 ... 10 MHz                         |
| kapuidő                                 | 10 $\mu$ s ... 100 s                 |
| bemenő feszültség                       | 50 mV ... 100 V                      |
| bemenő impedancia                       | 100 kohm, 80 pF                      |
| Frekvenciamérőként                      |                                      |
| „C” bemeneten                           |                                      |
| méréstartomány                          | 20 Hz ... 100 MHz                    |
| kapuidő                                 | 100 $\mu$ s ... 100 s                |
| bemenő feszültség                       | 5 mV ... 1 V                         |
| bemenő impedancia                       | 75 ohm                               |
| Periódusmérőként                        |                                      |
| méréstartomány                          | 100 ns ... 10 <sup>5</sup> s         |
| mért periódusok                         | 1 ... 10 <sup>7</sup>                |
| határfrekvencia                         | 100 MHz                              |
| Időintervallummérőként                  |                                      |
| méréstartomány                          | 100 ns ... 10 <sup>5</sup> s         |
| max. felbontás                          | 10 ns                                |
| Számlálóként                            |                                      |
| max. számkapacitás                      | 10 <sup>8</sup>                      |
| Frekvenciaaránymérőként                 |                                      |
| méréstartomány                          | 10 <sup>-7</sup> ... 10 <sup>8</sup> |
| Stabilitás                              | 5 · 10 <sup>-8</sup> /hónap          |
| Kijelzés                                | 8 számjegy                           |

### Digitális frekvenciamérő, HB 250 típus.

Ferisol gyártmány

|                    |                    |
|--------------------|--------------------|
| Frekvenciamérőként |                    |
| „A” bemeneten      |                    |
| méréstartomány     | 0 ... 50 MHz       |
| kapuidő            | 1 $\mu$ s ... 10 s |
| bemenő feszültség  | 50 mV ... 100 V    |
| Frekvenciamérőként |                    |

|                             |                          |
|-----------------------------|--------------------------|
| „B” bemeneten               |                          |
| méréstartomány              | 10 ... 500 MHz           |
| kapuidő                     | 1 $\mu$ s ... 10 s       |
| bemenő feszültség           | 50 mV ... 2 V            |
| bemenő impedancia           | 50 ohm                   |
| Impulzusszámlálóként        |                          |
| max. ismétlődési frekvencia | 50 MHz                   |
| min. impulzusszélesség      | 10 ns                    |
| min. amplitúdó              | 300 mV                   |
| Stabilitás                  | 5 · 10 <sup>-7</sup> /hó |
| Kijelzés                    | 7 számjegy               |

### Digitális frekvenciamérő, FB 2603/1 típus.

Schlumberger gyártmány

|                           |                              |
|---------------------------|------------------------------|
| Frekvenciamérőként        |                              |
| „A” bemeneten             |                              |
| méréstartomány            | 0 ... 50 MHz                 |
| kapuidő                   | 0,1; 1; 10; 100 s            |
| bemenő érzékenység        |                              |
| 15 MHz-ig                 | 10 mV                        |
| 15 MHz felett             | 30 mV                        |
| max. bemenő feszültség    |                              |
| 400 Hz-ig                 | 250 V                        |
| 400 Hz felett             | 10 V                         |
| bemenő impedancia         | 1 Mohm, 25 pF                |
| Frekvenciamérőként        |                              |
| „B” bemeneten             |                              |
| méréstartomány            | 10 ... 520 MHz               |
| bemenő feszültség         | 50 mV ... 5 V <sub>eff</sub> |
| bemenő impedancia         | 50 ohm                       |
| Periódusmérőként          |                              |
| méréstartomány            | 2 $\mu$ s ... 100 s          |
| felbontás                 | 1 $\mu$ s                    |
| számlált periódusok       | 1; 10; 100 és 1000           |
| Frekvenciaaránymérőként   |                              |
| osztandó jel frekvenciája | 0 ... 50 MHz                 |
| osztó jel frekvenciája    | 0 ... 10 MHz                 |
| Stabilitás                | 5 · 10 <sup>-8</sup> /nap    |
| Kijelzés                  | 7 számjegy                   |

### Univerzális sugárázsmérő, E 500 típus.

Nardeux gyártmány

|                                                     |                                    |
|-----------------------------------------------------|------------------------------------|
| Nagyfeszültség                                      | 200 ... 2000 V                     |
| Leolvasás pontossága                                | 5%                                 |
| Diszkriminációs küszöb                              | 1 V                                |
| Szcintillációs szonda E 519 típus. (SIA 71)         |                                    |
| mérhető sugárzás                                    | $\alpha$                           |
| szcintillátor anyaga                                | ezüsttel aktivált cinkszulfid      |
| átmérője                                            | 70 mm                              |
| Geiger—Müller számlálócső, E 520 típus. (SIBM 1 71) |                                    |
| mérhető sugárzás                                    | lágú $\beta$                       |
| ablak átmérője                                      | 32 mm                              |
| Szcintillációs szonda, E 488 típus. (SX 1)          |                                    |
| mérhető sugárzás                                    | röntgensugárzás                    |
| szcintillátor anyaga                                | talliummal aktivált nátriumjodid   |
| átmérője                                            | 32 mm                              |
| vastagsága                                          | 3 mm                               |
| ablak anyaga                                        | berillium                          |
| Geiger—Müller számlálócső, E 510/601 típus. (SCB 2) |                                    |
| mérhető sugárzás                                    | $\beta$ és $\gamma$                |
| ablak mérete                                        | 208 × 102 mm                       |
| Hélium szonda, E 650 típus. (SN 3 SI)               |                                    |
| mérhető sugárzás                                    | neutron                            |
| axiális és radiális érzékenység                     | 0,5 ütközés/s/n/cm <sup>2</sup> /s |
| Szcintillációs szonda, E 463 típus. (SG 3)          |                                    |
| mérhető sugárzás                                    | $\alpha$                           |
| szcintillátor anyaga                                | talliummal aktivált nátriumjodid   |
| átmérője                                            | 32 mm                              |



## Univerzális feszültség- és áramregisztráló

Norma gyártmány

|                       |                             |
|-----------------------|-----------------------------|
| Méréstartomány        | 15 mA ... 6 A (5 sávban)    |
| egyenáramra           | 150 mV ... 600 V (6 sávban) |
| egyenfeszültségre     | 15 mA ... 6 A (5 sávban)    |
| váltakozóáramra       | 30 ... 600 V (4 sávban)     |
| váltakozófeszültségre | 25 ... 500 Hz               |
| Frekvenciatartomány   | 1,5                         |
| Osztálypontosság      | 100 mm                      |
| Papírszélesség        | 30 ... 720 mm/h             |
| Papírsebesség         |                             |

## Egyenfeszültség- és áramregisztráló

Norma gyártmány

|                  |                            |
|------------------|----------------------------|
| Méréstartomány   | 6 mV ... 300 V             |
| feszültségre     | (12 sávban)                |
| áramra           | 30 $\mu$ A ... 150 mA      |
|                  | (12 sávban)                |
| Osztálypontosság | 1,5                        |
| Papírszélesség   | 100 mm                     |
| Papírsebesség    | 30 ... 720 mm <sup>h</sup> |

## Hatpontíró kompenzográf, LCT 61 típus.

Linseis gyártmány

|                |                     |
|----------------|---------------------|
| Méréstartomány | 0 ... 1600 °C       |
|                | (Pt-PtRh hőelemhez) |
| Pontosság      | $\pm 0,3\%$         |
| Linearitás     | $\pm 0,15\%$        |
| Beállási idő   | 0,8 s               |
| Pontisméltódás | 3 s                 |
| Papírszélesség | 250 mm              |
| Papírsebesség  | 0,05 ... 500 mm/min |

## Kompenzográf, TZ 21 S típus.

Laboratori Pistroje gyártmány

|                   |                          |
|-------------------|--------------------------|
| Méréstartomány    | 1 mV ... 5 V (12 sávban) |
| Pontosság         | $\pm 0,5\%$              |
| Bemenő impedancia |                          |
| 50 mV-ig          | 100 kohm                 |
| 50 mV felett      | 500 kohm                 |
| Futási idő        | 0,5 s                    |
| Papírszélesség    | 250 mm                   |
| Papírsebesség     | 10 mm/h ... 300 mm/min   |

## Négycsatornás mérőmagnetofon, „STORE 4” típus.

Racal gyártmány

|                          |                       |
|--------------------------|-----------------------|
| Frekvenciatartomány      |                       |
| 15/16 inch/s sebességnél | DC ... 313 Hz         |
| 15 inch/s sebességnél    | DC ... 5 kHz          |
| 30 inch/s sebességnél    | DC ... 10 kHz         |
| 60 inch/s sebességnél    | DC ... 20 kHz         |
| Vivőfrekvencia           | 1,8 kHz/inch/s        |
| Bemenő feszültség        | 0,1 ... 20 V          |
| Bemenő impedancia        | 10 kohm aszimmetrikus |
| Kimenő feszültség        | 3 V szabályozható     |
| Kimenő impedancia        | 1 ohm                 |

## Sztereomikroszkóp, M 7 A típus.

Wild gyártmány

|                         |                          |
|-------------------------|--------------------------|
| Zoom-objektív nagyítása | 1x ... 5x                |
|                         | (folyamatosan állítható) |

Előtétobjektív nagyítása  
Okulárok  
Tárgyasztal és megvilágítás

2x  
10x, 15x, 20x  
rá- és áteső fényű vizsgálatokhoz

Polarizációs feltét  
Kisfilmes mikrofotografáló kamera

## Gázelemző INFRALYT — T típus.

Junkalor gyártmány

|                          |                                        |
|--------------------------|----------------------------------------|
| Minimális méréstartomány |                                        |
| széndioxidra             | 0 ... 0,25 <sup>o</sup> / <sub>o</sub> |
| szénmonoxidra            | 0,1 <sup>o</sup> / <sub>o</sub>        |
| metánra                  | 0 ... 0,25 <sup>o</sup> / <sub>o</sub> |
| etánra                   | 0 ... 0,25 <sup>o</sup> / <sub>o</sub> |
| propánra                 | 0,1 <sup>o</sup> / <sub>o</sub>        |
| butánra                  | 0,1 <sup>o</sup> / <sub>o</sub>        |
| kéndioxidra              | 0 ... 0,25 <sup>o</sup> / <sub>o</sub> |
| Maximális méréstartomány | 0 ... 100 <sup>o</sup> / <sub>o</sub>  |
| Pontosság                | 2,5 <sup>o</sup> / <sub>o</sub>        |

## Digitális pH-mérő, PHM 64 típus.

Radiometer gyártmány

|                        |                                                                                 |
|------------------------|---------------------------------------------------------------------------------|
| Méréstartomány         | 0 ... 15 pH, ill. 0 ... 1500 mV és 0 ... 5000 mV                                |
| Pontosság              | $\pm 0,002$ pH, ill. $\pm 0,2$ mV<br>$\pm 0,05\%$ és $\pm 2$ mV<br>$\pm 0,05\%$ |
| Kijelzés               | 5 számjegy                                                                      |
| Hőmérsékletkompenzáció | 0 ... 100 °C (automatikus)                                                      |

## Univerzális coulometriás analizátor,

### OH—404 típus.

Radelkis gyártmány

Potenciosztát-galvanosztát egység

|                          |                 |
|--------------------------|-----------------|
| szabályozott potenciál   | -3 ... +3 V     |
| szabályozott áramerősség | 0,01 ... 100 mA |
| potenciál max. hibája    | $\pm 5$ mV      |
| stabilitása              | $\pm 1$ mV      |
| áramerősség max. hibája  | $\pm 1\%$       |
| stabilitása              | $\pm 0,1\%$     |

Coulométer integrátor egység

|                |                                |
|----------------|--------------------------------|
| méréstartomány | 10 $\mu$ Cb ... 100 Cb         |
| pontosság      | $\pm 0,1\%$ vagy $\pm 1$ digit |
| kijelzés       | 5 számjegy                     |

Végpont-érzékelő és vezérlő egység

|                            |                                   |
|----------------------------|-----------------------------------|
| potenciometriás üzemmódban |                                   |
| méréstartomány             | 0 ... $\pm 2$ V vagy $\pm 200$ mV |
| kompenzáló feszültség      | 0 ... $\pm 2$ V                   |
| végpont előérzékelés       | 0 ... 400 mV                      |
| kapcsolási hiba            | $\pm 2$ mV                        |
| bemenő ellenállás          | $10^{11}$ ohm                     |

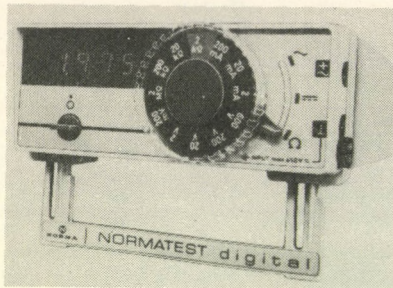
amperometriás és dead-stop üzemmódban

|                               |                       |
|-------------------------------|-----------------------|
| polarizáló feszültség         | 0 ... 2 V             |
| árammérés érzékenysége        | 1 $\mu$ A/100 mV      |
| biopotenciometriás üzemmódban |                       |
| polarizáló áramerősség        | 1; 2; 5 és 10 $\mu$ A |

## Precíziós gyorsmérleg, WS—21 típus.

METRA—WAG gyártmány

|                           |                |
|---------------------------|----------------|
| Méréstartomány            | 0 ... 1000 g   |
| Érzékenység               | 1 g/skálalérés |
| Leolvasási bizonytalanság | 0,05 g         |



# NORMATEST digital univerzális digitális multiméter

## A mérőbemenetek védelme

Az összes méréstartományban (tehát a 200 mV-os sávban is!) 600 V<sub>eff</sub> és 900 V<sub>csúcs</sub> értékű a feszültség-túlterhelhetőség, amelyet pA-FET dióda biztosít. Tartós túlterhelésnél először a dióda lép működésbe, és csak ezután a biztosító. A közös módusú elnyomás (CMR) értéke legalább 60 dB 50 Hz-nél.

## Méréstartomány és kezelés

21 különböző méréstartomány és jó sávátlapolás biztosítja a gyakorlatilag fontos összes Volt-, Amper- és Ohm-értéket.

A túlvezérlés kijelzés 2999-ig működik, és a három utolsó számjegy villogásával jelzi ki a készülék. Így pl. a 8.76-os villogó szám a 28.76 kijelzésnek felel meg. A méréshatárváltás „egykezelésben” az üzemmód kiválasztására szolgáló forgó- és váltó-kapcsolóval valósítható meg.

## Telepes vagy/és hálózati üzemeltetés

A leggyakrabban alkalmazott akku/hálózat kivitel akku- és párhuzamos üzemre tervezték. Ez a kivitel a készülékből, egy akku/hálózati egység betétfiókból, és akku-töltőből áll. Az akkumulátorok a SAFT cég speciálisan válogatott gyártmányai: 20 000 üzemórások és túltöltés biztosak.

## Biztonság

A készülék műanyag háza törésmentes, ütésálló Noryl SE 100 anyagból készült. A vizsgáló feszültség 4 kV. A készülék védőszigetelésű (II. védelmi oszt.), védő vezetékét és védőkapszokat nem igényel. Zavarmentesítés a VDE 0871 előírásnak megfelel. A készülékhez nagyfrekvenciás mérőfejek, nagyfeszültségű mérőfejek, shunt ellenállások és áramváltók tartoznak a méréstartományok kibővítésére.

A NORMA Messtechnik osztrák cég digitális multimétere a hasonló európai típusok közül a legkisebb méretű. A készülék kezelési hibák ellen védett, „egy kézzel” kezelhető, és 21 méréstartománya van.

A NORMA Messtechnik cég széles körű sikereinek egyike, eltekintve a SEM- (sztochasztikus-ergodikus-mérés-adatkiértékelés) technikától, a NORMATEST digital miniatűr digitális multiméter.

## Műszaki jellemzők

Valamennyi fontosabb működési egység nagymértékben integrált. A digitális egység lényegében három integrált áramkörből és az óragerátor integrált áramköréből áll. A pontosságot meghatározó analóg-digitál átalakító az integrált töltéskompensáció elvén működik. Ez un. *multi-dual-slope* elv, mely egyesíti magában a *dual-slope* elv és a *feszültség-frekvencia* átalakítás előnyeit.

A mérendő feszültség polaritásának megfelelően 1:7 értékű kapcsolás-vízzonynak megfelelő áttöltés történik. A referencia feszültségforrás így elmarad és a pontosság megnövekszik.

Az előre-hátra számláló áramkör a mindenkor fennálló kapcsolási viszonyban az óraimpulzusokat számolja. Az átkapcsolás gyakorisága, és így a megszámlolt óraimpulzusok összege a mérési fázis végén a bemenő feszültség értékével egyenesen arányos. A számlálóban létrejövő információt dekódolás után reflexiómentes LED kijelzők multiplex üzemen kiírják.

A váltakozófeszültség-tartományokban Schottky-diódák és szélessávú operátorerősítők alkalmazásával 100 kHz-es sáv szélesség biztosított.

### Egyenfeszültség

| Méréstartomány | Felbontás | Max. kijelzés (teljesérték) | Pontosság<br>(1% mérési érték, % -ra a méréstartomány %-ai) |         |
|----------------|-----------|-----------------------------|-------------------------------------------------------------|---------|
| 200 mV         | 100 µV    | 299.9 mV                    | 0.1                                                         | 0.05    |
| 2V             | 1 mV      | 2.999 V                     | 0.1                                                         | 0.05    |
| 20V            | 10 mV     | 29.99 V                     | 0.1                                                         | 0.05    |
| 200V           | 100 mV    | 299.9 V                     | 0.1                                                         | 0.05    |
| 600V           | 1 V       | 600 V                       | 0.2                                                         | 1 digit |

### Egyenáram

| Méréstartomány | Felbontás | Max. kijelzés (teljesérték) | Pontosság<br>(1% mérési érték, % -ra a méréstartomány %-ai) |     |
|----------------|-----------|-----------------------------|-------------------------------------------------------------|-----|
| 20 nA (200 mV) | 10 pA     | 29.99 nA                    | 0.1                                                         | 0.1 |
| 2 mA           | 1 µA      | 2.999 mA                    | 0.1                                                         | 0.1 |
| 20 mA          | 10 µA     | 29.99 mA                    | 0.1                                                         | 0.1 |
| 200 mA         | 100 µA    | 299.9 mA                    | 0.1                                                         | 0.1 |

### Váltakozófeszültség

| Méréstartomány | Felbontás | Max. kijelzés (teljesérték) | Pontosság<br>(1% mérési érték, % -ra a méréstartomány %-ai) |     |
|----------------|-----------|-----------------------------|-------------------------------------------------------------|-----|
| 200 mV         | 100 µV    | 299.9 mV                    | 0.5                                                         | 0.5 |
| 2V             | 1 mV      | 2.999 V                     | 0.5                                                         | 0.5 |
| 20V            | 10 mV     | 29.99 V                     | 0.5                                                         | 0.5 |
| 200V           | 100 mV    | 299.9 V                     | 0.5                                                         | 0.5 |
| 600V           | 1 V       | 600 V                       | 0.5                                                         | 1   |

### Váltakozóáram

| Méréstartomány | Felbontás | Max. kijelzés (teljesérték) | Pontosság<br>(1% mérési érték, % -ra a méréstartomány %-ai) |     |
|----------------|-----------|-----------------------------|-------------------------------------------------------------|-----|
| 2 mA           | 1 µA      | 2.999 mA                    | 0.5                                                         | 0.5 |
| 20 mA          | 10 µA     | 29.99 mA                    | 0.5                                                         | 0.5 |
| 200 mA         | 100 µA    | 299.9 mA                    | 0.5                                                         | 0.5 |

### Ellenállás

| Mérés-tartomány | Felbontás | Max. kijelzés (teljesérték) | Mérési-tartomány (Ω/imped) | Pontosság<br>(1% mérési érték, % -ra a méréstartomány %-ai) |     |
|-----------------|-----------|-----------------------------|----------------------------|-------------------------------------------------------------|-----|
| 2kΩ             | 1 Ω       | 2.999 kΩ                    | 100 µA                     | 0.5                                                         | 0.3 |
| 20kΩ            | 10 Ω      | 29.99 kΩ                    | 10 µA                      | 0.5                                                         | 0.3 |
| 200kΩ           | 100 Ω     | 299.9 kΩ                    | 1 µA                       | 0.5                                                         | 0.3 |
| 2MΩ             | 111 kΩ    | 2.999 MΩ                    | 0.1 µA                     | 0.5                                                         | 0.3 |

A NORMA Messtechnik további gyártmányai:

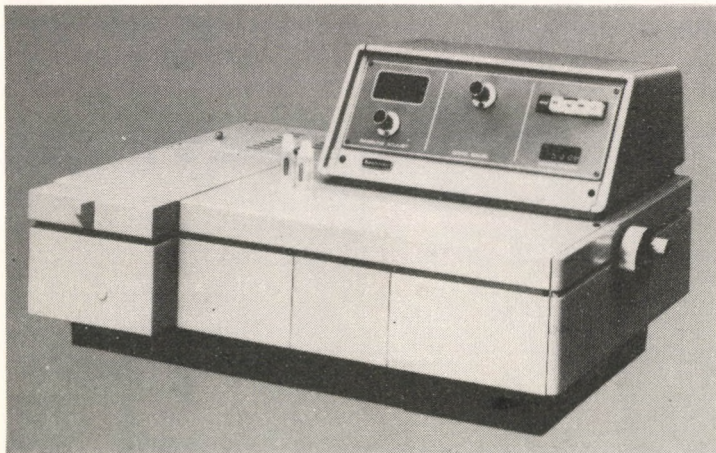
- Üzemi műszerek (szigetelésmérő, ...)
- Precíziós műszerek (KI. 0,2, KI. 0,5, hidak, termokompensátorok)
- Regisztrálók (vonalíró)
- Sztochasztikus-ergodikus-műszerek (SEM)

Részletesebb tájékoztatást kérjen a következő címen:

**NORMA Messtechnik Ges.m.b.H.**  
 Fickeystrasse 1-11.  
 Postfach 88.  
 A-1110 WIEN  
 Telefon: 0222 (74 35 95)  
 Telex: 01-2518

**Beckman®**

**SPEKTROFOTOMÉTEREK:** **MODELL 24 /VIS/**  
**MODELL 25 /UV-VIS/**  
**MODELL 26 /UV-VIS/**



- Rácsos monokromátor
- Kétsugárutas optika
- Automatikus résprogram (Modell 25, 26)
- Számítógép kompatibilitás

Nagy fotometrálni pontosság (0,001 A)

Nagy alapvonal stabilitás (0,0004 A/h)

Igen kis szórt fény (0,1%)

**Modell 24:** rögzített résszélesség 0,8 mm  
hullámhossztartomány 340...700 nm  
különbségmérés

**Modell 25:** 2 résprogram és kézi beállítás  
hullámhossztartomány 190...700 nm  
felbontás jobb, mint 0,2 nm  
különbségmérés

**Modell 26:** 2 résprogram és kézi beállítás  
hullámhossztartomány 190...900 nm  
felbontás jobb, mint 0,2 nm  
kijelzések (választhatóan): transzmisszió, abszorpció, koncentráció

**Beckman®**

Rendelhető kiegészítő tartozékok: küvettaváltó, fűtött vagy nem fűtött próbaszívó rendszer, hullámhossz programozó, regisztráló, kinyomtató, számítógép csatológység

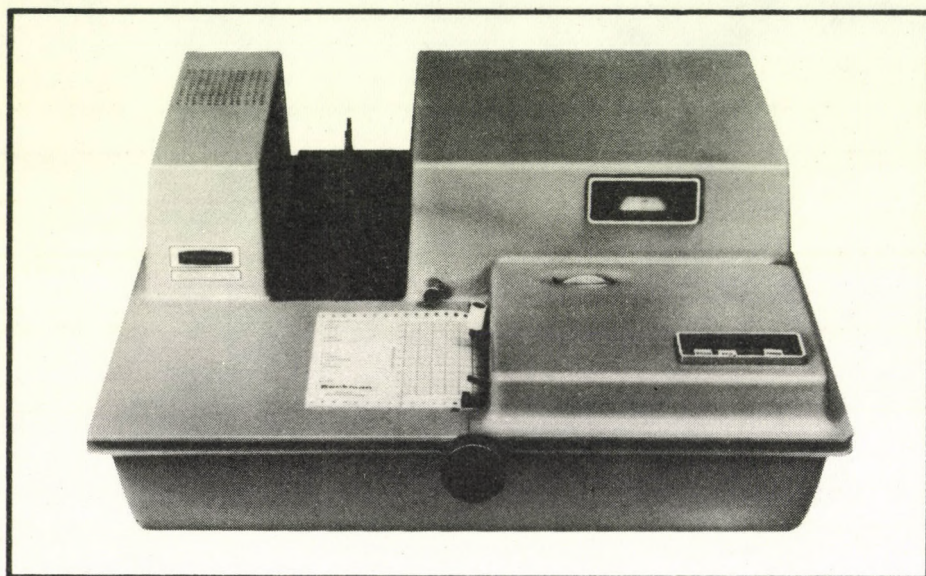
Beckman Instruments Ges. m. b. H.,  
A-1191 WIEN, Ausztria  
Stefan Esders Platz 4.

Szervizképviselő:  
MTA Műszerügyi és Méréstechnikai Szolgálat  
Budapest V., Martinelli tér 3.  
Tel.: 118-824 • Telex: 22-5114  
Levél cím: 1391 Budapest, Pf. 241

Beckman®

# INFRAVÖRÖS SPEKTROFOTOMÉTEREK ACCULAB SOROZAT

Tükör optika  
Kétsugárutas optika  
Rácsos monokromátor  
Paraméter optimalizálás ACCUSET-METER kiegészítéssel  
(Modell 2, 4, 5, 6)  
Automatizált résprogram



ACCULAB 1: hullámszámtartomány  $4000 \dots 600 \text{ cm}^{-1}$ , 1 résprogram  
felbontás  $5 \text{ cm}^{-1}$  az  $1000 \text{ cm}^{-1}$ -nél

ACCULAB 2: járulékos paraméter optimalizálás

ACCULAB 3: hullámszámtartomány  $4000 \dots 600 \text{ cm}^{-1}$ , 2 résprogram  
felbontás  $3 \text{ cm}^{-1}$  az  $1000 \text{ cm}^{-1}$ -nél

ACCULAB 4: járulékos paraméter optimalizálás

ACCULAB 5: hullámszámtartomány  $4000 \dots 375 \text{ cm}^{-1}$ , 2 résprogram  
felbontás  $3 \text{ cm}^{-1}$  az  $1000 \text{ cm}^{-1}$ -nél  
szabványos paraméter optimalizálás

ACCULAB 6: kibővített hullámszámtartomány  $4000 \dots 250 \text{ cm}^{-1}$

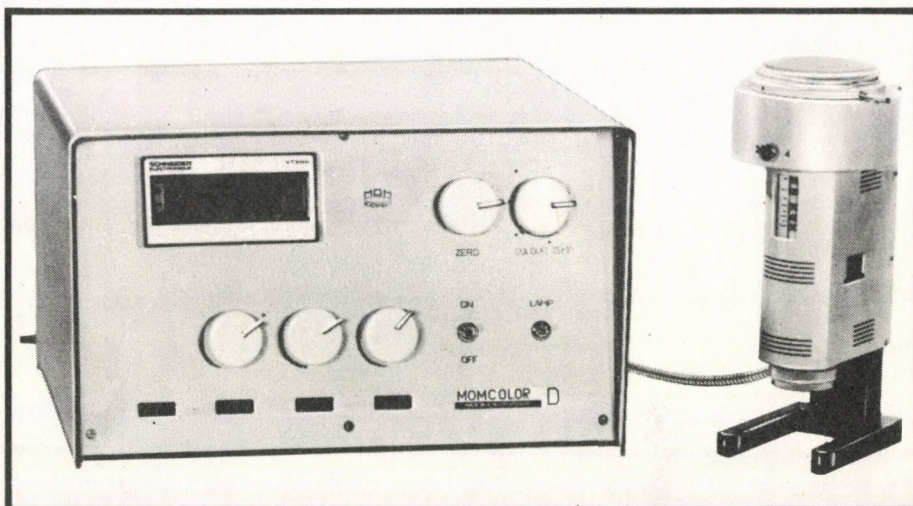
Nagy tartozék választék szilárdanyagok, folyadékok és gázok vizsgálatához (gázoknál 40 m úthosszig).

Beckman Instruments Ges. m. b. H.,  
A-1191 WIEN, Ausztria  
Stefan Esders Platz 4.

Szervizképviselő:  
MTA Műszerügyi és Méréstechnikai Szolgálat  
Budapest VI., Lenin krt. 67.  
Tel.: 420-514 • Telex: 22-5114  
Levél cím: 1391 Budapest, Pf. 241

# MOMCOLOR ● D

## Photocolorimètre Trichromatique avec affichage numérique



Les couleurs de la nature sont parfaites,  
mais les couleurs obtenues artificiellement  
ne sont pas toujours celles désirées.  
Le photocolourimètre trichromatique moderne  
facilite et simplifie la fabrication,  
de même que la vente et l'achat des produits colorés.  
Il permet — à l'exclusion de différends — de

- contrôler la qualité des matières premières,
- déterminer les tolérances de production,
- établir les conditions de la réception et de la remise.

Les composants trichromatiques  
X, Y et Z de corps solides,  
de poudres, de crèmes et de la lumière  
réfléchie ou transmise  
par les liquides et les solides  
peuvent être déterminés  
dans une demi-minute par le colorimètre trichromatique  
produit par les Usines d'Optique Hongroises.

**MOM**  
BUDAPEST

La qualité principale du colorimètre trichromatique moderne consiste dans la possibilité de son application multiple. Le colorimètre trichromatique MOMCOLOR répond à toutes les exigences concernant le diamètre ainsi que la consistance des échantillons par le choix de l'accessoire convenable. Les accessoires énumérés dans la suite peuvent être employés avec n'importe quel équipement pourvu d'un voltmètre numérique ou d'un appareil analogue.

Coton: 6, 7

Construction: 7, 8, 9, 10

Bière: 2

Industrie chimique: 1, 2, 3, 4, 7, 8, 9, 10

Détergents: 1, 2

Dragées: 4

Industrie typographique: 3, 7, 8, 9, 10

Colorants: 1, 2, 3, 9

Industrie des colorants: 1, 2, 3, 7, 8, 9, 10

Feuilles minces: 2

Boissons: 2, 3

Vitrierie: 2, 9, 10

Industrie de caoutchouc: 5, 7, 8, 9

Industrie du bois: 5, 6, 7, 8, 9, 10

Céramique: 8, 9, 10

Charbon: 1, 3, 4, 6

Industrie des conserves: 1, 2, 3, 4, 8, 9, 10

Industrie cosmétique: 1, 2, 3, 6, 8, 9, 10

Industrie d'automobiles: 5, 7, 8, 9, 10

Fils artificiels: 6, 7

Industrie à produits synthétiques: 5, 7, 8, 9, 10

Industrie alimentaire: 1, 2, 3, 4, 7, 8, 9, 10

Industrie des cuirs: 5, 7, 8, 9, 10

Rouge à lèvres: 1, 4, 9

Peau humaine: 5

Métamérie: 8, 9

Industrie du meuble: 5, 7, 8, 9, 10

Télécommunication: 7, 8, 9, 10

Industrie du papier: 5, 6, 7, 8, 9, 10

Piment: 1

Pastilles: 4

Petrochimie: 2, 3

Pigments: 1, 2, 3, 9

Industrie pharmaceutique: 1, 2, 3, 4, 8, 9, 10

Industrie d'articles photographiques: 2, 8, 9, 10

Poudres: 1, 4

Savon: 1, 3, 4, 6

Tabac: 6

Industrie textile: 1, 2, 3, 5, 6, 7, 8, 9, 10

Purée de tomates: 3

Vin: 2

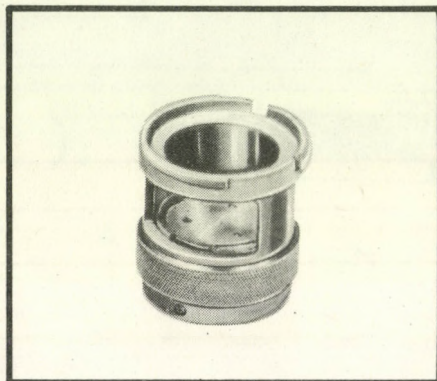
Laine: 6, 7

Lait: 2

Industrie d'avions: 1, 2, 3, 5, 7, 8, 9

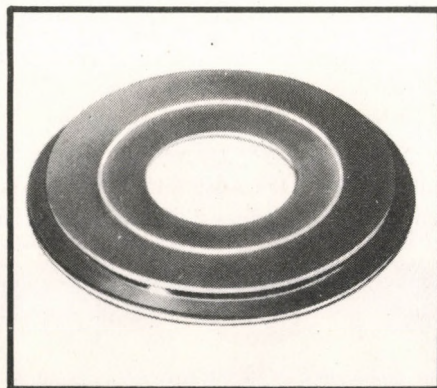
## I POUDRES

- 3096051 Platine de serrage pour échantillon de dimensions réduites
- 3096052 Porte-poudre avec cuve en verre
- 3096038 Cuve en verre pour le porte-poudre
- 3096053 Anneau de serrage pour textile
- 3096054 Platine de serrage à ressort pour échantillons de dimensions réduites
- 3096055 Petit étalon en émail blanc, en chassis
- 3096056 Petit étalon en émail gris, en chassis



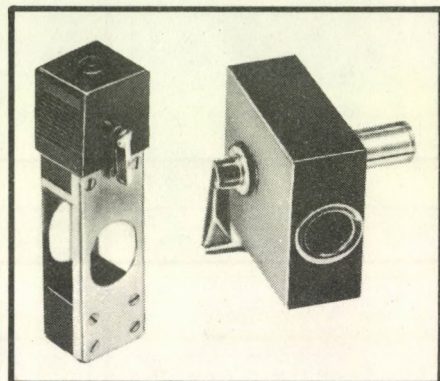
## 6 ÉCHANTILLONS S'EFFRITANTS

- 3096007 Diaphragme limite avec fenêtre en verre de 5 mm de diamètre
- 3096008 Diaphragme limite avec fenêtre en verre de 10 mm de diamètre
- 3096009 Diaphragme limite avec fenêtre en verre de 15 mm de diamètre



## 2 LIQUIDES, FEUILLES MINCES, PLAQUES

- 3096059 Cheville pour fixer la tête de mesure sur le pied support
- 3096060 Porte-cuve
- 3096061 Cuve pour liquide, 5 mm
- 3096062 Cuve pour liquide, 10 mm
- 3096010 Ressort de serrage pour étalons
- 3096014 Étalon en émail blanc, calibré par l'Office Nationale des Mesures, Budapest
- 3096015 Étalon en émail gris, calibré par l'Office Nationale des Mesures, Budapest



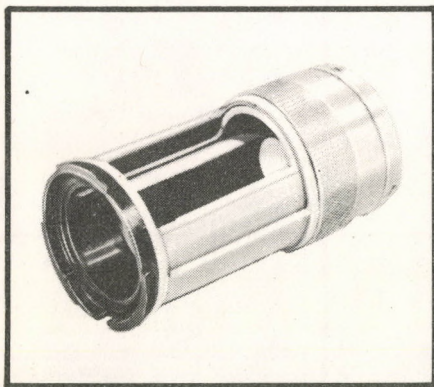
## 7 ÉCHANTILLONS DE DIMENSION ÉTENDUE

- 3096065 Tête de mesure  $\phi$  45 mm



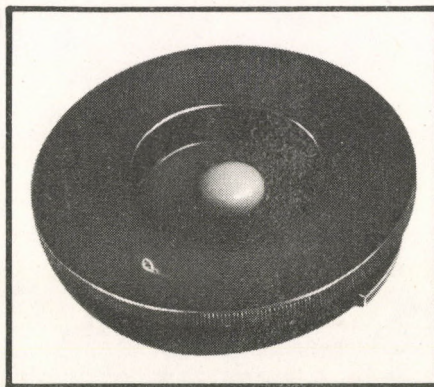
### 3 CREMES

- 3096063 Dispositif pour la mesure des crèmes (avec 2 cuves, 50 mm)
- 3096066 Cuve, 50 mm
- 3096055 Petit étalon en émail blanc, en chassis
- 3096056 Petit étalon en émail gris, en chassis



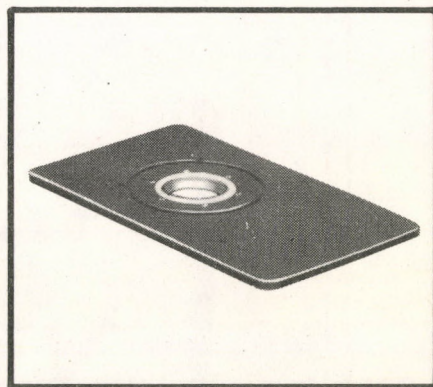
### 4 PASTILLES

- 3096058 Dispositif pour la mesure des pastilles, avec chapeau de fermeture
- 3096055 Petit étalon en émail blanc, en chassis
- 3096056 Petit étalon en émail gris, en chassis



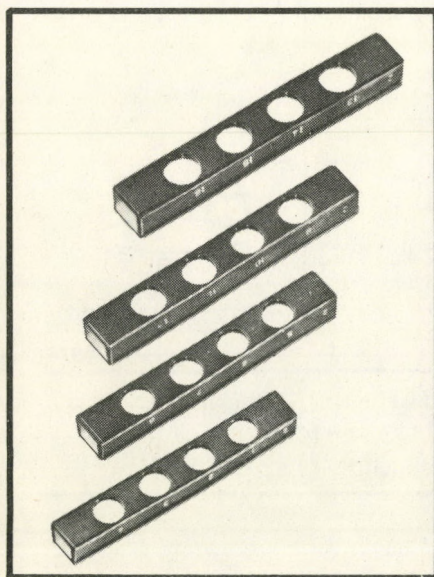
### 5 MESURES SUR UNE SURFACE PLUS ÉTENDUE DE L'ÉCHANTILLON

- 3096057 Platine de mesure (120 mm X 200 mm)
- 3096014 Étalon en émail blanc, calibré par l'Office Nationale des Mesures, Budapest
- 3096015 Étalon en émail gris, calibré par l'Office Nationale des Mesures, Budapest



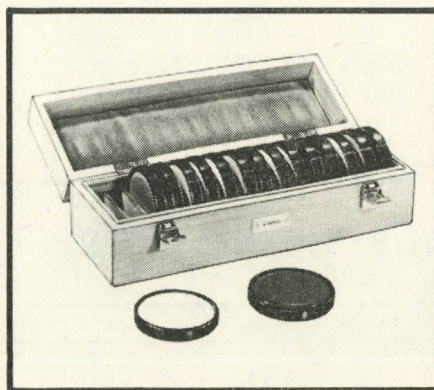
### 8 COURBE DE RÉFLEXION SPECTRALE DANS 16 POINTS

- 3096064 Filtres interférentiels, en chassis (16 pcs.)
- 3096010 Ressort de serrage
- 3096031 Pince pour l'échange des filtres
- 3096067 Étalon de reflexion blanc, calibré par l'Office Nationale des Mesures, Budapest



### 9 MESURE AVEC L'ILLUMINANT NORMALISÉ CIE A

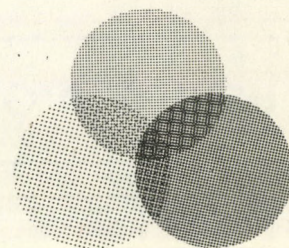
- 3096071 Jeu de filtres adaptés à l'illuminant normalisé CIE A (4 pcs.)
- 3096031 Pince pour l'échange des filtres
- 3096072 Jeu d'étalons de couleur en émail, calibrés pour l'illuminant normalisé CIE A (16 pcs.)



### 10 PROCÉDÉ MMSM

Nous avons relevé dans la publication scientifique *Die Farbe* 22, 1973, p. 269–280 qu'on pouvait arriver à des échantillons métamères plus précis en employant au lieu d'un étalon blanc ou gris 2 à 4 étalons de couleur bien choisis.

- 3096005 Jeu d'étalons de couleur calibrés pour l'illuminant normalisé CIE C (16 pcs.)
- 3096072 Jeu d'étalons de couleur calibrés pour l'illuminant normalisé CIE A (16 pcs.)



# MOMCOLOR

Selon notre pratique  
acquise pendant plusieurs années de production et de vente,  
la rapidité de la mesure n'est pas toujours demandée.

Pour ces cas nous recommandons  
l'application du colorimètre meilleur marché,  
le MOMCOLOR trichromatique pourvu d'un appareil analogue.



Données techniques valides pour tous les deux types:

| 1. Reproductibilité |                | $2s_{xy}$    | $2s_y$     | $\Delta E_{FMC-2}$ | SE                 |
|---------------------|----------------|--------------|------------|--------------------|--------------------|
| Y > 10              | Valeur moyenne | $\pm 0,0005$ | $\pm 0,06$ | 0,15               | 0,09               |
|                     | Max.           | 0,0010       | 0,12       | 0,21               | 0,12               |
| Y < 10              | Valeur moyenne | $\pm 0,0009$ | $\pm 0,04$ | 0,28               | 0,13               |
|                     | Max.           | 0,0042       | 0,09       | 1,22               | 0,30               |
| 2. Précision        |                | $\Delta x$   | $\Delta y$ | $\Delta Y$         | $\Delta E_{FMC-2}$ |
| Y > 10              | Valeur moyenne | 0,002        | 0,001      | 0,37               | 1,15               |
|                     | Max.           | 0,004        | 0,002      | 0,53               | 1,84               |
| Y < 10              | Valeur moyenne | 0,004        | 0,005      | 0,12               | 2,45               |
|                     | Max.           | 0,015        | 0,015      | 0,28               | 5,80               |

**MOM**  
BUDAPEST

1976

**USINES D'OPTIQUE HONGROISES**



H-1525 Budapest. Pf. 52.  
354-140  
MOMOS-H 22-4151



PROCEEDINGS OF THE  
INSTRUMENTS AND MEASURING TECHNIQUE SERVICE  
OF THE HUNGARIAN ACADEMY OF SCIENCES

No. 20

1976

CONTENTS

**New trends in the instrument and measuring techniques**

- R. Radnai*: Modern testing and instruments of digital signals. Part II. .... 5

**Measuring Services**

- T. Komáromi*: Vibration measurement and analysis from the point of view of ergonomics ..... 19
- E. Szentirmai*: Control technique problems of plastic extrusion and injection moulding machines. Part II..... 29
- L. Millei*: Instrumental study of dynamic state of buildings ..... 37
- L. Millei*: Real-time narrow-band frequency analyser, Type 3348, made by Brüel—Kjaer, Denmark ..... 43

**Report on Instrument Cadaster**

- M. Solti*: Registered new instruments of outstanding value ..... 49

**Research Filming**

- Gy. Sebestyén—V. Cech*: Investigation of cavitation erosion by special film technique. .... 51
- Mrs. L. Dékány—M. Ránky*: Computer evaluation of high-speed film made on telephon-technical relays ..... 57

**Novelties in the Hungarian Instrument Production**

- I. Demjén—P. Gausz—S. Rózsa*: New instruments developed in the Isotope Institute of the Hungarian Academy of Sciences..... 63

**New Instruments Abroad**

- M. Solti—T. Lugosi—G. László*..... 67

**New Instruments on Hire**

- L. Görgényi* ..... 73

MITTEILUNGEN DES  
INSTRUMENTEN- UND MESSTECHNISCHEN DIENSTES  
DER UNGARISCHEN AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN

Nr. 20

1976

INHALT

**Neue Tendenzen in der Messgeräte- und Messtechnik**

*R. Radnai*: Moderne Prüfverfahren und Messgeräte für Digitalsignale. Teil II. 5

**Berichte der Hauptabteilung für technische Messungen**

*T. Komáromi*: Schwingungsmessung und -analyse aufgrund ergonomischer Gesichtspunkte ..... 19

*E. Szentirmai*: Regelungstechnische Fragen von kunststoffverarbeitenden Extrudern und Spritzgussmaschinen. Teil II. .... 29

*L. Millei*: Instrumentale dynamische Zustandsuntersuchung von Bauobjekten ... 37

*L. Millei*: Über den „Real-time“ Schmalband-Frequenzanalysator Typ. 3348 (Brüel—Kjaer, Dänemark) ..... 43

**Bericht über das Messgerätekataster**

*M. Solti*: Neuinvestierte hochwertige Messgeräte in Ungarn ..... 49

**Forschungsfilm-Leistungen**

*Gy. Sebestyén—V. Cech*: Untersuchung der Kavitationserosion mit Hilfe von spezieller Filmtechnik ..... 51

*Frau L. Dékány—M. Ránky*: Analyse hochfrequenz-kinematographischer Aufnahmen von telephontechnischen Relais mit einem EDV-System ..... 57

**Inländische Messgeräte-Neuheiten**

*I. Demjén—P. Gausz—S. Rózsa*: Neuentwickelte Messgeräte im Institut für Isotoptechnik der UAW ..... 63

**Messgeräte-Neuheiten im Ausland**

Zusammengestellt von *M. Solti, T. Lugosi* und *G. László* ..... 67

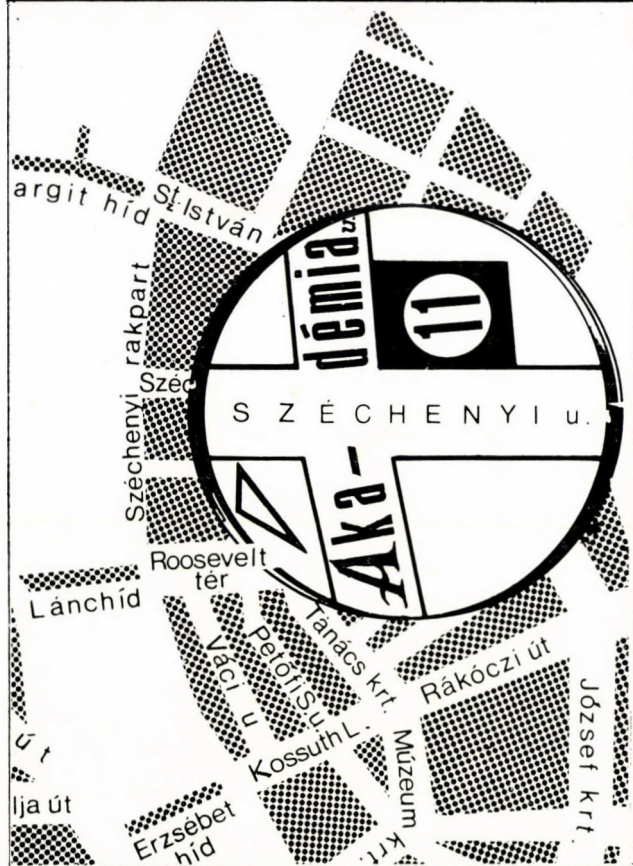
**Zunahme der Messgeräte für Vermietung**

Zusammengestellt von *L. Görgényi* ..... 73

KÜLÖNLEGES **film** TECHNIKA

**film**

MTA  
MŰSZERÜGYI  
ÉS  
MÉRÉSTECHNIKAI  
SZOLGÁLATA



KUTATÓ **film** STUDIO

**film**

BUDAPEST, V.  
AKADÉMIA U. 11.

Levél cím: 1391 Bp. Pf. 241  
Telefon: 116-820 • 121-319

# SZERVIZ

PHILIPS

HEWLETT  PACKARD

WITTHOF

KONTRON   
GMBH

labtester

RADIOMETER   
COPENHAGEN

  
HBM

Beckman®

REICHERT   
AUSTRIA

  
MTA

TEKELEC  TA  AIRTRONIC

PERKIN-ELMER

BRABENDER

MTA MMSZ MŰSZER-SZERVIZ • JAVITÁS, KARBANTARTÁS

Magyar Tudományos Akadémia  
Műszerügyi és Méréstechnikai Szolgálat  
Műszer- és Méréstechnikai Főosztály  
Budapest VI., Lenin krt. 67.

Levélcím: 1391 Budapest, Pf. 241  
Telefon: 220-425\*  
Telex: SCIME 22-5114