

E 3593

# MŰSZERÜGYI ÉS MÉRÉSTECHNIKAI KÖZLEMÉNYEK

A MAGYAR TUDOMÁNYOS AKADÉMIA  
MŰSZERÜGYI ÉS MÉRÉSTECHNIKAI SZOLGÁLATA  
KÖZLEMÉNYEI

A SZOLGÁLAT  
20. ÉVES FENNÁLLÁSA  
ALKALMÁBÓL KIADOTT

HU ISSN 0133-3704

**jubileumi  
szám**

1977.  
13. ÉVFOLYAM

BUDAPEST

**23**



**MTA**

# MŰSZERÜGYI ÉS MÉRÉSTECHNIKAI SZOLGÁLATA

1391 BUDAPEST Pf. 241  
TELEX: AKAMU 226936



**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.  
Telefon: 116-820, 121-319

## FELSŐOKTATÁSI ÉS KUTATÓFILM TÁR INFRATECHNIKA

Budapest V., Városház u. 1.  
Telefon: 186-522

## MÉRÉSTECHNIKAI OSZTÁLY MŰSZERTECHNIKAI OSZTÁLY

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

## SZERVIZSZOLGÁLTATÁSOK

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

- Beckman, Brabender, Hewlett-Packard, Perkin-Elmer, Philips, Radiometer, C. Reichert, Tekelec-Airtronic, és Varian cégek:  
Budapest V., Martinelli tér 3.  
Tel.: 186-333\* Tlx: MTAMM 225114
- Hottinger-Baldwin Messtechnik, MTS System, Labtest és Gould Advance cégek:  
Budapest VI., Lenin krt. 67.  
Tel.: 220-425\* Tlx: MTAMM 225114

## Szolgáltatásaink

### MŰSZERKÖLCSONZÉS

- Kölcsonműszerek bemutatása, kezelési tanácsadás
- Kölcsonzótt műszerek szállítása

### KUTATÓFILMEK KÉSZÍTÉSE – KÜLÖNLEGES FILMTECHNIKA

- Nagysebességű és idősűrítő felvételek
- Infravörös regisztrálás
- Schlieren-vizsgálatok
- Mikrokinematográfia
- Filmanyagok mágneshang-csikozása
- Kutatófilm dokumentáció
- Filmhangosítás

### SZAKTANÁCSADÁS

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

### MÉRÉSSZOLGÁLTATÁS

- Speciális akusztikai vizsgálatok, zaj- és rezgésmérések
- Hőtechnikai mérések
- Mechanikai igénybevétel mérés
- Nyúlásmérőbélyeges módszerrel
- Villamos mennyiségek mérés és regisztrálása
- Célműszerépítés
- Új mérési módszerek kidolgozása
- Szabályozástechnikai rendszerek tervezése és kidolgozása
- Mérési adatok számítástechnikai feldolgozása
- Műszaki-tudományos számítástechnikai feladatok megoldása
- Mérési adatarchiválás

### SZERVIZSZOLGÁLTATÁS (a fentiek szerint)





**Szerkeszti:**

a Szerkesztő Bizottság

**A Szerkesztő bizottság elnöke:**

Dr. Stokum Gyula

**A szerkesztésért felelősek:**

Dr. Solti Mihály és Török Gábor

**Technikai szerkesztő:**

Árkos Iván

**Lektorálták:**

Dr. Horváth János, Dr. Kovács Gábor, Králik Iván és Dr. Lukács Gyula

**E számunk szerzői:**

**Bodrogai József** okl. villamosmérnök; **Bucsy György** okl. villamosmérnök; **Cech Vilmos** okl. gépészmérnök; **Görgényi László** osztályvezető; **Kárpáti Zoltán** műszerész; **Kovács András** okl. villamosmérnök; **Komáromi Tibor** okl. villamosmérnök; **Lenkei Gyula** szaktechnikus; **Millei Lajos** okl. üzemmérnök; **Osváth Béla** műszerész; **Dr. Solti Mihály** okl. vegyész mérnök; **Dr. Stokum Gyula** okl. villamosmérnök, a műszaki tud. kandidátusa; **Szentirmai Endre** okl. gépész- és villamosmérnök; **Varga Sándor** okl. vegyész mérnök; **Vichnalek István** okl. villamosmérnök

**Egri Béla** okl. gépészmérnök (MTA KFKI); **Dr. Hornok Antal** tud. főmunkatárs (Építéstudományi Intézet); **Dr. Major János** műszaki tanácsadó (MTA KOKI); **Dr. Makara Gábor** tud. főmunkatárs (MTA KOKI); **Ránky Miklós** okl. gépészmérnök (MTA KFKI); **Vincze György** elektrotechnikus (MTA KOKI)

**A kiadásért felel:**

Dr. Stokum Gyula igazgató

**Készült**

az MTA Kutatási Ellátási Szolgálat Soksorosító Üzemében – 778846

Felelős vezető: Szabó Gyula

**TARTALOMJEGYZÉK**

1977. 23. szám

**ÁLLOMÁNYBÓL TÖRÖLVE**  
Budapesti Műszaki és  
Gazdaságtudományi Egyetem  
Országos Műszaki Információs  
Központ és Könyvtár

**Jubileumi emlékeztető és cikkválogatás**

<i>Dr. Stokum Gyula:</i> 20 év – Szolgálatunk fejlődése és eredményei . . . . .	3
<i>Dr. Solti Mihály:</i> Ajánlás a megismételt sikeres cikkanyagunkhoz . . . . .	10
<i>Szentirmai Endre:</i> Mágneses jeltároláson alapuló fordulatszám- és sebességmérés . . . . .	10
<i>Komáromi Tibor:</i> Rezgésmérés és -elemzés ergonómiai szempontok alapján . . . . .	19
<i>Millei Lajos:</i> Építmények műszeres dinamikai állapotvizsgálata . . . . .	27
<i>Cech Vilmos:</i> Megfigyelés – automatikusan vezérelt fényképezőgéppel . . . . .	32
<i>Cech Vilmos – Egri Béla – Ránky Miklós:</i> Nagysebességű filmfelvételek értékelése számítógéppel . . . . .	37

**Új irányok a műszer- és mérés technikában**

<i>Bucsy György:</i> A fáziszárt hurok és alkalmazása . . . . .	41
---	----

**Mérésszolgáltatás**

<i>Bodrogai József:</i> A nyomatékterhelés mérése forgógépeken . . . . .	49
<i>Szentirmai Endre – Kovács András – Millei Lajos – Kárpáti Zoltán:</i> Szolgáltatásaink kiterjesztése mérési adatok feldolgozására . . . . .	52
<i>Vichnalek István:</i> A végáz-analizátorok mérési pontosságát befolyásoló tényezők . . . . .	59

**Kutatófilmzés**

<i>Dr. Hornok Antal – Cech Vilmos:</i> Hidraulikus bontókalapács ütési út-idő diagramjának meghatározása nagysebességű filmzéssel . . . . .	62
<i>Lenkei Gyula:</i> A kép és hang szinkronizálása vetítógépek fényugarának felhasználásával . . . . .	67
<i>Osváth Béla:</i> Néhány újabb termovíziós mérésünk . . . . .	70

**Hazai műszerújdonságok**

<i>Dr. Major János – Dr. Makara Gábor – Vincze György:</i> Négycsatornás elektrofiziológiai mikroiontoforézis készülék analóg integrált áramkörökkel (MTA Kísérleti Orvostudományi Kutató Intézet) . . . . .	72
--	----

**Külföldi műszerújdonságok**

Összeállította: <i>Bucsy György – Dr. Solti Mihály – Varga Sándor</i> . . . . .	76
---	----

**A kölcsönműszerpark szaporulata**

Összeállította: <i>Görgényi László</i> . . . . .	83
--	----



## СОДЕРЖАНИЕ

### Юбилейная памятка и выбранные статьи

<i>Д-р Дь. Штокум</i> : 20 лет — Развитие и результаты нашей службы .....	3
<i>Д-р. М. Шолти</i> Успешные статьи повторного издания .....	10
<i>Э. Сентирмай</i> : Измерение числа оборотов и скорости на основе магнитного накопления сигналов .....	10
<i>Т. Комароми</i> : Измерение и анализ вибраций на основе эргономических точек зрения .....	19
<i>Л. Миллеи</i> : Инструментальное измерение динамического состояния сооружений .....	27
<i>В. Цех</i> : Наблюдение с помощью фотоаппарата автоматического управления .....	32
<i>В. Цех—Б. Эгри—М. Ранки</i> : Оценка высокоскоростных съемок с помощью ЭВМ .....	37
<b>Новые направления приборостроения и измерительной техники</b>	
<i>Д. Бучи</i> : Закрытая по фазе петля и ее применение .....	41
<b>Измерительное хозяйство</b>	
<i>Е. Бодрогай</i> : Возможность и методы измерения момента нагрузки на вращающихся машинах .....	49
<i>Э. Сентирмай—А. Ковач—Л. Миллеи—З. Карпати</i> : Расширение наших служб для разработки данных измерений .....	52
<i>И. Вихналек</i> : Замечания о факторах влияющих на точность измерения в анализаторах газов в крови .....	59
<b>Исследовательские съемки</b>	
<i>Д-р. А. Хорнок—В. Цех</i> : Определение диаграммы перемещения — времени при ударе гидравлического разломочного молотка с помощью сверхскоростной съемки .....	62
<i>Д. Ленкеи</i> : Использование светопотока проекторов для синхронизации изображения и звука .....	67
<i>Б. Ошват</i> : Несколько новых термовизионных измерений .....	70
<b>Новости отечественного приборостроения</b>	
<i>Д-р. Е. Майор—Д-р. Г. Макара—Д. Винце</i> : Четырехканальный электрофизиологический микроионтофорезный прибор на основе аналоговой интегрированной электрической схемы .....	72
<b>Новости зарубежного приборостроения</b>	
Составляли: <i>Д. Бучи—Д-р. М. Шолти—Ш. Варга</i> .....	76
<b>Прирост количества приборов напрокат</b>	
Составил: <i>Л. Гергени</i> .....	83

## CONTENTS

### Jubilee Remembrance and Successful Articles Repeated

<i>Gy. Stokum</i> : 20 years — development and achievements in our Service .....	3
<i>M. Solti</i> : Recommendation to our successful articles repeated .....	10
<i>E. Szentirmai</i> : Tachometry and speedometry based on magnetic storage of signals .....	10
<i>T. Komáromi</i> : Measurement and analysis of vibrations from ergonomical point of view .....	19
<i>L. Millei</i> : Instrument testing of dynamic state of buildings .....	27
<i>V. Cech</i> : Observing — with automatically controlled cameras .....	32
<i>V. Cech — B. Egri — M. Ránky</i> : Evaluation of high-speed film shots using computers .....	37
<b>New Trends in the Instrument and Measuring Techniques</b>	
<i>Gy. Bucsy</i> : The phase-locked loop and its application .....	41
<b>Measuring Services</b>	
<i>J. Bodrogai</i> : Methods for measuring of torque-load on rotary machines .....	49
<i>E. Szentirmai — A. Kovács — L. Millei — Z. Kárpáti</i> : Extending our facilities to the processing of measuring data .....	52
<i>I. Vichnalek</i> : Some remarks on the influencing factors concerning the measurement accuracy of the blood-gas analysators .....	59
<b>Research Filming</b>	
<i>A. Hornok — V. Cech</i> : Determination of impact time — distance diagrams of hydraulic demolishing hammers .....	62
<i>Gy. Lenkei</i> : Frame and sound synchronizing using light beam of film projectors .....	67
<i>B. Osváth</i> : Some newest thermovision measurings .....	70
<b>Novelties in the Hungarian Instrument Production</b>	
<i>J. Major — G. Makara — Gy. Vincze</i> : 4-channel electrophysiological micro-iontophoresis equipment with analogue integrated circuits (Research Institute of Experimental Medicine, Hungarian Academy of Sciences) .....	72
<b>New Instruments Abroad</b>	
<i>Gy. Bucsy — M. Solti — S. Varga</i> .....	76
<b>New Instruments on Hire</b>	
<i>L. Görgényi</i> .....	83



## 20 év — Szolgálatunk fejlődése és eredményei

20 évvel ezelőtt 1957. december 1-én lett önálló intézmény a Műszerügyi Szolgálat. Az eltelt két évtizedes munka nyomán számos, az országos műszer- és méréstechnikai ellátottságot javító, a népgazdaság műszervagyonának jobb kihasználását biztosító eredményt ért el. Visszatekintve erre az időre, a tevékenységeink fejlődéséről, elért eredményeinkről szóló részletes áttekintés előtt célszerű két szempontot kiemelnem:

Az eltelt 20 év alatt a Szolgálatnak számos szervezési, személyi változásokat magában foglaló, szakmai fejlesztési, gazdálkodási és nem utolsósorban elhelyezési problémát kellett megoldania. Néhány belső, hibás szemléletet meg kellett változtatni és — főként az új gazdasági mechanizmus beindulása után — a teljes mértékű öfenntartással kapcsolatosan igen határozottan megfogalmazott követelményeknek kellett eleget tennie. Az eltelt két évtized eredményei azt igazolják, hogy *az egykor elindított, állami támogatással megerősített és továbbfejlesztett sokoldalú tevékenység, a műszerek és kutatási segédberendezések jobb, tehát egyben gazdaságosabb kihasználásának, továbbá az ilyen jellegű népgazdasági ráfordítások, beruházások hatékonyságának fokozása irányába hat.* E munkánkat kezdetől fogva támogatta a Magyar Tudományos Akadémia vezetése, de külön is meg kell említeni a MTA Terv- és Pénzügyi Főosztályát és Műszerügyi Bizottságát. Voltak ugyanis kritikus időszakok a Szolgálat életében, amikor csak a közvetlen felügyeletünk határozott és egyértelmű pozitív állásfoglalásának köszönhetően az események jó irányba fordulását, munkánk zavartalan folytatását.

A kutatás és fejlesztés műszerellátottságával és a műszerállomány kihasználásával kapcsolatos, 1971-es KNEB vizsgálat eredményeinek figyelembevételével a Kormány mellett működő Tudománypolitikai Bizottság felismerve a Szolgálat tevékenységeiben rejlő potenciális lehetőségeket több fontos, a Szolgálattal közvetlenül vagy közvetve összefüggő határozatot hozott. *A Szolgálat jövője szempontjából különösen fontos és meghatározó jellegű a Tudománypolitikai Bizottságnak az a döntése, amelyben elfogadta a Magyar Tudományos Akadémiának a Szolgálat 10 éves fejlesztési programjára vonatkozó előterjesztését.* A fejlesztési program célja, hogy tevékenységeink: a műszerkölcsonzés, a méréstechnikai szolgáltatás, a kutatófilmzés, a szerviz, a szaktanácsadás és az országos műszerkataszteri információs bázis — volumene, jellege és hatékonysága az országos igényekkel összhangba kerüljön. A fejlesztési elképzelések megvalósításának két legfontosabb tényezője, azaz a fejlesztő és szintentartó beruházás deviza- és forintfedezetének az V. ötéves tervidőszakra eső része, valamint az elhelyezési gondjainkat véglegesen megoldó, kb. 5000 m<sup>2</sup> hasznos területű szolgáltatóház 152 millió Ft-os beruházási költsége biztosítva van. A 10 éves fejlesztési program jó előkészítést és a fejlődés folyamatosságát szolgálta, hogy a IV. ötéves tervidőszak második felében a MTA, az OMFB és a KGM jelentős mértékű támogatást nyújtott műszerberuházási és elhelyezési gondjaink megoldására.

### MŰSZERKÖLCSÖNZÉS

#### *A műszerkölcsonzési feladat kialakulása*

A MTA Elnöksége már 1952-ben, egy azóta megszűnt intézete keretében, megbízta a Műszerügyi Szolgálatot, hogy létesítsen az akkori kutatási-fejlesztési feladatoknak megfelelő műszerkészletet, amelyből műszereket rövidebb-hosszabb időre kölcsön lehet venni. A Szolgálat 1957-ben történt önállósulását követően, az elmúlt 20 év alatt a *műszerkölcsonzés* a Szolgálat fő feladata volt, az időközben kifejlesztett más tevékenységek mellett.

#### *A műszerkölcsonzés célja*

A műszerkölcsonzés célja kezdetől fogva a kutatási-fejlesztési feladatok során felmerülő különböző mérési problémák megoldásának elősegítése volt. A következő példák bemutatják, hogy milyen esetekben érdemes műszert kölcsönözni:



1. Gyakori eset, hogy egy-egy kutatási-fejlesztési téma megoldásához olyan részfeladatot is ki kell dolgozni, amelyhez nincs meg a megfelelő mérőberendezés. Ilyen részfeladat főként más szakterülettel határos problémákkal kapcsolatban merül fel, s így a megoldáshoz szükséges készülék is csak egy-egy esetre, azaz viszonylag rövidebb időre kell. A készülék megvásárlása ilyenkor nem gazdaságos, egyrészt a szállítási határidők bizonytalansága miatt, másrészt azért sem, mert a műszer más feladatok megoldásához nem szükséges.
2. Sokszor előfordul, hogy egy mérésorozat elvégzésénél párhuzamos ellenőrző mérésekre is szükség van. A második, esetleg harmadik mérési összeállításnak viszont az elsőben már felhasznált műsbertípust kell tartalmaznia, ahhoz, hogy az eredmények értékelhetők legyenek. Az ilyen jellegű mérések elvégzéséhez, ismét nem célszerű és nem gazdaságos bizonyos műszereket megvásárolni, mert nem állandó jellegű, hanem egyszeri használatról van szó.
3. Ha egy intézmény új műsbert vásárol, a megrendelő gyakran a műsbert előzőleg csak leírásból, vagy katalógusból ismeri. A felhasználhatóság szempontjából sokszor kérdéses, hogy az adott műszer milyen módon csatlakoztatható, illeszthető a méréshez. Ilyen kérdésekre csak a műszer birtokában lehet válaszolni. A célszerűség és a gazdaságosság azt kívánja, hogy ilyen esetben a kérdéses paramétereket egy kölcsönvett műszerrel vizsgálják meg, és csak megnyugtató válasz esetén kerüljön sor a megrendelésre.
4. Problémát okoz sokszor, hogy egy-egy mérésorozat közben a méréshez használt műszerek közül valamelyik meghibásodik. Legtöbb helyen nem áll rendelkezésre a meghibásodott műszer pótlására tartalék, és a hibás készülék javítása huzamosabb időt is igénybe vehet. A munka zavartalanul folytatható, ha a javítás alatt kölcsönműszerrel végzik el a mérést.

A felsorolt, és még sok más egyedi esetben, ha *rövid idejű használatról* van szó — célszerű és gazdaságos a *műszerek megvásárlása helyett azokat kölcsönözni*.

#### A műszerállomány alakulása

A kölcsönözhető műszerek állományának összetétele a 20 év során az igények változását követve többször jelentősen átalakult, vagy eltolódott egy-egy fontosabb műszercsoport irányába. Különösen az utóbbi tíz év alatt beszerzési politikánk arra irányult, hogy a műszerek beszerzése kövesse a felmerülő igényeket. A műszerállomány strukturális változása és az árarányok eltolódása miatt ma már nem lehet jó összehasonlítható statisztikákat összeállítani. Alábbi táblázatunk így csak a kölcsönözhető műszerek darabszámának alakulását mutatja a különböző években:

Év	1953	1957	1966	1972	1977
darab	571	1568	4700	4700	4500

A műszerállomány kihasználtságán az állományban levő műszerek és az ügyfeleknél kölcsönzésben kint levő műszerek százalékos arányát értjük: ez már több éve 84% körül van, ami viszonylag magas arány. Ez az egyik oka annak, hogy a hozzánk forduló ügyfelek igényeit sokszor nem tudjuk, illetve csak hosszú várakozási idő után tudjuk kielégíteni.

#### A kölcsönzési feltételek

A kölcsönzött műszerekért 1956 óta kölcsönzési díjat kell fizetni. A díj az évek során változott. 1977-ben a kölcsönzés havi díja a műszer értékének 2–4%-a, illetve heti kölcsönzés esetén annak 0,7–1,5%-a. A kölcsönzéssel kapcsolatban az előzőekben hangsúlyoztuk, hogy a Szolgálat *rövid idejű* használatra biztosítja a műszereket, s ezért a műszerek hosszú idejű lekötésére nincs lehetőség. A gyorsabb műszerforgás elérése érdekében a Szolgálat a műszerkölcsönzési díjat félévnél hosszabb használat esetén 50%-kal, egy évnél hosszabb használat esetén pedig 100%-kal megemeli.

A műszereket minden esetben megvizsgáljuk saját laboratóriumunkban és csak az eredeti specifikációjának megfelelő állapotban kölcsönözzük ki. A kölcsönvevő a műszerekért és tartozékaiért teljes anyagi felelősséggel tartozik. A visszaérkező műszereknél, a hibás kezeléssel keletkező meghibásodástól eltekintve, az összes esetleg szükséges javítást a Szolgálat végzi el, saját költségére.

#### A műszerkölcsönzési feladat fejlődési iránya, jövője

A műszerkölcsönzés megkezdésekor a Szolgálat az egész világon elsőnek kezdett ilyen tevékenységet. Időközben másutt is alakultak különböző, műszereket bérbeadó cégek (pl. Rental az USA-ban, a Labhire Angliában, az Eurorent a NSZK-ban), de köztük és a Szolgálat között alapvető különbség van. A Szolgálat a műszerek kölcsönzésénél



nem nyereségszerzésre törekszik, hanem a népgazdaság számára szükséges ésszerű megtakarítást létrehozó, elsődlegesen műszaki segítséget nyújtó intézmény. 10 éves fejlesztési programunk elfogadását legjobban éppen annak felismerése motiválta, hogy az esetenként, és az élettartamhoz képest csak rövid időre szükséges műszereknél, a Szolgálatnál elhelyezett minden egyes műszer 6–10 műszer beszerzését képes országos szinten helyettesíteni. Fejlesztési programunk szerint a kölcsönzési műszerállomány a hatodik öt éves terv végéig a jelenlegi állománynak mintegy háromszorosát fogja kitenni. Arra törekszünk, hogy a hazai, a többi szocialista ország és a fejlett tőkés országok műszerválasztékából lehetőleg a megjelenés után közvetlenül beszerezzük az érdeklődésre számítható újdonságokat.

Célunk, hogy ügyfeleink igényeit – a népgazdaság elvárásainak megfelelően, támaszkodva a fejlesztési programban nyújtott lehetőségekre és az 1976-ban érvénybe lépett új kölcsönzési feltételekre – már a közeljövőben is az eddigiekhez képest lényegesen jobban és gyorsabban tudjuk kielégíteni.

## MŰSZER- ÉS MÉRÉSTECHNIKAI SZOLGÁLTATÁS

Az ilyen típusú szolgáltatásunkat három fő irányra bonthatjuk: *mérés, szerviz és műszerfejlesztés*. A felsorolás egyben fejlődésünk lépcsőit is tükrözi.

E szolgáltatás megindulásakor, 1961-ben, a *mérésszolgáltatás* volt az első munkaterületünk. Kezdetben a spektroszkópiai, az elektronmikroszkópiai és az elektroakusztikai laboratóriumok végeztek megbízások szolgáltatásokat. A mérési igények rendszeres és alapos felmérése alapján azonban szükségessé vált új mérési módszerek kidolgozásával és meghonosításával egyidejűleg ennek a területnek strukturális megváltoztatása is. A hatvanas évek közepén megszüntettük a spektroszkópiai, majd az elektronmikroszkópiai laboratóriumot.

Ezzel egyidejűleg megszerveztük a nem villamos mennyiségek elektronikus úton való mérése területén a *hőmérséklet, sugárzó hő, mechanikai mennyiségek, szilárdsági állapotjelzők*, valamint *különleges villamos és mágneses mérések* mérési szolgáltatását.

A 70-es években is a szolgáltatásaink iránti nagymértékű és állandó igénynövekedés volt a jellemző. Több lett a megrendelések száma, és a megrendelésekhez kapcsolódó *műszaki teljesítmény volumene* is megnövekedett. Példaként említjük meg az algyői kísérleti olajküttűz hőtechnikai és zajméréseit, amelynél a mérés megtervezésétől a kivitelezésen keresztül a mérési eredmények kiértékeléséig és az ebből eredő következtetések levonásáig, rendelőknek minden egyes munkafázis szolgáltatását kérte.

Mérésszolgáltatásunk fejlődésének jelentős állomásait jelentették a 70-es évek elején a gépjárművek okozta rezgések mérése, távfűtő hőközpontok hőtechnikai vizsgálata, acélöntő ívkemencék szabályozástechnikai paramétereinek mérése, léghevítő és műanyagprés szilárdságtani vizsgálata, valamint motorkerékpárváz dinamikus igénybevételének mérései. Új típusú feladatot jelentett számunkra a BME Műanyag- és Gumiipari Tanszékének megbízása: a mérési módszer kidolgozása után új érzékelők kifejlesztését és a mérést megvalósító rendszer megtervezését és kivitelezését kellett megoldanunk.

1968-ban indítottuk be *műszertechnikai, műszer- és rendszertervező* programunkat, amelynek első és nagyjelentőségű munkája a Forte Fotokémiai Gyár számára tervezett és kivitelezett emulzióöntőgép szabályozó berendezés volt.

A növekvő külső igények kielégítésére ekkor már a *szerviztevékenység* is megindult. Kezdetben a Brüel-Kjaer, Radiometer, Marconi, majd a C. Reichert külföldi cégek műszereinek szervizével foglalkoztunk. Későbbiekben a Metrimpex vevőszolgálati osztályával közösen találtunk megoldást arra, hogy szervizszolgáltatásaink anyagellátása megbízhatóbb legyen. A konzignációs raktárak létrehozása mellett, amelyek lehetővé teszik a külföldi műszerek javításához szükséges anyagok belső raktárról való ellátását, kibővítettük szolgáltatásaink körét is. Így 1969-ben a Philips céggel kötöttünk újabb szervizszerződést. A Philips-szervizen belül vállaltuk a rutinműszerek pl. a multiméterek javításán kívül a rendkívül komplex felépítésű laboratóriumi berendezések, pl. röntgendiffrakciós spektrométerek javítását is.

A szerviztevékenység a 70-es évek kezdete óta igen dinamikus fejlődött:

- 1972-ben a Hewlett–Packard,
- 1973-ban a Kosimex, Tekelec,
- 1974-ben a Perkin–Elmer,
- 1975-ben a Beckman, Brabender, Kontron–Labtest,
- 1976-ban a Varian, MTS Systems

cégekkel kötöttünk szerződést. 1977-ben már összesen 13 külföldi cég szervizképviselét látjuk el. Ez a szám- szerű növekedés a műszerféleségek jelentős bővülése miatt a feladatok ugrásszerű növekedését hozta magával. A főleg elektronikus műszerek mellett a kémiai laboratóriumi műszerek (spektrofotométerek, gázkromatográfok), optikai, finommechanikai műszerek (mikroszkópok, mikrotómok), asztali számítógépek és perifériáik, mechanikai és hőtechnikai készülékek javítási, karbantartási feladatait is el kell látnunk. Jellemző például, hogy a Magyarorszá-



igon mintegy 160 darab Radiometer gyártmányú vérgázanalizátorból, szinte valamennyi készüléket rendszeresen karbantartjuk. Ez a szolgáltatásunk nagy jelentőségű ezeknek az életmentő készülékeknek a sorsa szempontjából. A feladatok elvégzését részben a létszám növelésével oldottuk meg, részben pedig a munkatársak rendszeres szakmai és idegen nyelvi kiképzésével. A szerviztevékenység biztosításához egyértelműen hozzátartozik a munkatársak megfelelő műszerellátása, a konzignációs raktárak zavartalan működésének biztosítása, valamint a vevőszolgálati csoport kialakítása.

Fejlődésünkre jellemző, ha összehasonlítjuk az 1974. és 1976. évek adatait. (A táblázatban a teljesített feladatok számát találjuk.)

Teljesített feladatok	1974	1976
Mérés	45	58
Szerviz — javítás	314	788
— garanciális javítás	94	238
— karbantartás	226	251
Műszerfejlesztés	6	12

A jövőre nézve fel kell készülnünk a szerviztevékenység további bővítésére a nagyértékű és komplex készülékek pl. a kisszámítógépek, tömegspektrométerek stb. szervizére is. Mivel ezeket folyamatosan üzemeltetik az intézmények, ilyen feladatok vállalásakor a folyamatos szervizmunkát is meg kell szerveznünk.

Méréstechnikai feladatainkat a korszerű mérés technikai gyakorlat és módszerek alkalmazása mellett rendszeresen korszerűsített műszerparkkal igyekszünk megoldani. 1977. évben kezdte meg működését egy *HP 9830* készülékkel dolgozó *adatfeldolgozó* csoport. Mérési szolgáltatásainkhoz használt műszerparkunk a modern mérési követelményeknek megfelelően növekszik.

Rendszeresen foglalkozunk a profilunkba tartozó mérési módszerek továbbfejlesztésével, főképpen a *számítógépes kiértékelési módok* alkalmazásának lehetőségével. Ily módon fejlesztjük mind minőségben, mind mennyiségben mérésszolgáltatásainkat.

*Műszertechnikai* vonatkozásban továbbra is a kereskedelemben nem beszerezhető, speciális célokat szolgáló *célműszerek tervezését és megépítését* kívánjuk vállalni, emellett olyan különleges mérési módszerek és hozzátartozó műszerek kidolgozásával foglalkozunk, amelyek az ipar területén jelentkező problémák megoldására hivatottak.

## KUTATÓFILMEZÉSI TEVÉKENYSÉG

### *A kutatófilmzés hazai központjának kialakulása*

A kutatófilmzés a kutató és fejlesztő munka egyik új ága: a film felhasználása mérés technikai és információ regisztrációs célra.

A Magyar Tudományos Akadémia 1962-ben, OMFB tanulmány alapján, kezdeményezte a hazai kutatófilmzés központi megszervezését: Szolgálatunk 1963-ban önálló kutatófilm részleget szervezett. Három év alatt sikerült nagyértékű különleges filmtechnikai eszközöket beszerezni. Kezdetben csak kölcsönöztük a berendezéseket. Hamarosan világossá vált, hogy ez a megoldás nem gazdaságos. A berendezések üzemeltetéséhez különleges nyersanyagokra, a műszerek kezeléséhez szakértelemre, a filmek kidolgozásához és értékeléséhez megfelelő körülményekre volt szükség. A kezdetben néhány fővel működő részleg létszáma hamarosan 10–12 főre emelkedett, hogy a berendezésekkel *szolgáltatás jellegű* feladatokat is vállalni tudjon. Így 1965-től kezdve ellátta az *Országos Kutatófilm Központ* feladatait is, és fokozatosan kiépítette kapcsolatát hazai érdeklődő vállalatokkal, intézményekkel, egyetemi intézetekkel stb. Hazai vonatkozású információs munkájuk során Kutatófilm Anketot és Eszköztechnikai Kiállítást, majd később Országos Különleges Filmtechnikai Anketot rendeztünk a MTESZ Optikai Akusztikai és Filmtechnikai Egyesületével közösen.

1966-ban új lendületet adott az OMFB Film Állandó Bizottsága által készített tanulmány, amely „A műszaki tudományos kutatófilmzés technikai bázisának kialakítása” címmel helyzetfeltáró összefoglalást végzett. Ez után több vonatkozó publikáció, könyvfordítás és tanfolyami jegyzet került kiadásra.

Kutatófilmes tevékenységünk első öt évében főként igényfelkeltő munkát folytattunk. A megbízások gyors növekedését az alábbi táblázatból láthatjuk.

Év	1962	1967	1972
Megbízások száma	18	107	330

Jelenleg tevékenységünket már fix árral és keretmegállapodással összevont *állandó szerződéses* formában végezzük, amelynél az egyes tevékenységek megsokszorozódtak, de számszerűen nem különíthetők el jól.



## *Különleges filmtechnikai szolgáltatások*

Különleges filmtechnikai megbízások alapján vállaljuk normál sebességű, időgyorsító, kis-, közepes- és nagylassítási, impulzus megvilágítású, schlieren-technikai, mikroszkópos és sávfelvétel készítését korszerű berendezésekkel. Az évek folyamán a KGST országok közül elsőnek sikerült kialakítani széles tevékenységi kört felölelő, jól műszerezett bázist, amely a tudományos kutatás, és az ipari fejlesztés és sok esetben az oktatás számára is olyan szolgáltatásokra képes, amelyet más módszerrel nem érhetünk el. A filmre rögzített információk feldolgozására is súlyt kell helyezni. A szubjektív értékelési forma sok hibalehetőségét nagymértékben kiküszöböli a *műszeres értékelés*; ma már egy digitális kijelzésre is alkalmas *számítógéphez kapcsolható* korszerű analízist tudunk feladatainkhoz alkalmazni.

### *Néhány kiemelkedő munka a kutatófilm tevékenység munkái közül az utóbbi évekből*

*MTA Vízgépészeti Akadémiai Munkaközösség, BME.* A tíz éve elkezdett és világszerte újszerűnek elismert kavitációs hullámok vizsgálatához több új értékes felvételsorozatot készítettünk el. A kavitációs üregleválás mechanizmusának és a periódikus jelenség időbeli lefolyásának jobb megismeréséhez adott eredményes segítséget a különleges filmtechnika.

*MTA KFKI, Műszaki és Kísérleti Főosztály.* Léptető leolvasó mechanizmus vizsgálatát nagysebességű filmfelvétel sorozattal vizsgáltuk, mert kistömegű érzékelőket más módon nem lehetett rögzíteni. A kizárólag optikai úton rögzített információt számítógépre feldolgozva, út-idő; sebesség; gyorsulás és frekvencia-spektrum paramétereket nyertünk.

*MTA Vízgazdálkodási Munkaközösség, Agrártudományi Egyetem, Gödöllő.* Hetedik éve végzünk tervszerű kísérletsorozatot sugárhidraulikai témakörben a repülő vízecseppek mozgás-törvényeinek mérésére és feltérképezésére, az adatokat számítógéppel értékeljük.

*Villamosipari Kutató Intézet.* A mechanikus mérések és az ívmozgások pontos egyidejű vizsgálatára csak a nagysebességű filmtechnika ad lehetőséget. Több éves kísérletsorozatot rendelt meg az Intézet.

*Földmérő és Talajvizsgáló Vállalat.* Épületgépészeti, hőszigetelésvizsgálati hibahelyek feltárására sikeresen alkalmazták több éve infratechnikai szolgáltatásainkat.

*Ritkafém Tárcaközi Bizottság.* A ritkafémek alkalmazása és a népgazdaságban betöltött szerepe a nagyközönség előtt még kevésbé ismert. Információs filmünk erről 3 nyelvű értékes tájékoztatást ad.

*Hűtőgépgyár, Jászberény.* Az elmúlt évek során 4 kutatófilmet készítettünk reléfejlesztési munkájuk során, amely értékes információt adott a hőkioldók tervezési munkáihoz.

*Munkaügyi Minisztérium.* A Mosonmagyaróvári Fémművek csaptelep szereldéjének átszervezésére szinkronfelvétellel végeztünk a szalagszerű szerelésről felmérési munkát. A kontroll felvételek kitűnően mutatták, hogy munkaszervezési kérdésekben a kutatófilm technika milyen jó módszer.

*MTA Biológiai Kutató Intézet.* 50 éves jubileumi évfordulójára dokumentumfilmet készítettünk az Intézet kutató tevékenységének bemutatására, amely mintául szolgálhat más intézetek hasonló jellegű igényeinek kielégítésére.

*Az Országos Műszaki Fejlesztési Bizottsággal* több éven át kötött szerződésünk alapján az ELTE Általános Fizikai Tanszéke részére a közép és felsőoktatásban jól használható fizikai témakörű felvételsorozatokot készítettünk különleges filmtechnikával, amelyek a nehezen vagy egyáltalán nem megfigyelhető jelenségeket mutatták be.

## *Infratechnikai szolgáltatások*

1971-ben, az OMFb támogatásával, beszereztük az *AGA Thermovision System* hőmérséklet eloszlást regisztráló berendezést, amely  $-30$  és  $+200^{\circ}\text{C}$  közötti hőmérsékleti pontokból álló tárgyak képét tudja oszcilloszkópon és fényképezett színes hőterkép formájában rögzíteni. Az új szolgáltatás iránt évről évre fokozódó érdeklődés mutatkozik.

### *Megbízások filmkészítés hangosítással*

Megbízóink igényei alapján kiépítettük a 16 mm-es normál sebességű filmkészítési és filmtechnikai részletmunka szolgáltatásainkat is. Így megrendelésre elkészítjük a vállalatok kutatást dokumentáló, üzemszervezési, oktatási és tudományos propaganda célú filmjeit, másrészt átvállalhatjuk a filmet készítő stúdiók és egyéb munkahelyek részadatainak elvégzését. Az utóbbira példa a filmek hangosítási munkái. Ezt a több helyen jelentkező igényt 1974 óta fokozatosan felszerelt hangfelvevő berendezéseinkkel üzemi szinten tudjuk kielégíteni. 1977-től kis hangstúdió építésével és a 16 mm-es filmek mágnes-hang melletti *fényhangos kivitelű* készítésével e téren átfogóbb szolgáltatást tudunk nyújtani.



1972-ben a MTESZ Optikai Akusztikai és Filmtechnikai Egyesülettel közösen rendeztük meg az NSZK legnagyobb tudományos filmközpontja: a Göttingeni Tudományos Filmintézet 3 napos budapesti bemutatóját, amelyen 97 műszaki, biológiai és néprajzi kutatófilmet vetítettünk le. A bemutató országos érdeklődést váltott ki, elsősorban felsőoktatási szempontból. Eredményeként 1974–75-ben MTA, OMFB, MM és OOK pénzügyi támogatással sikerült kópia áron megvásárolni az „Encyklopaedia Cinematographica” több száz filmjét, amely alapját képezi az „Országos Oktatástechnikai Központ” segítségével 1976-ban létesített Felsőoktatási és Kutatófilm Tár-nak. A *filmtár* kiépítésére 1976-ban került sor és a nyilvános kölcsönzés első lépcsőben megindulhatott. A nemzetközi EC munkájában 34 ország 528 tudományos filmet készítő szakembere vesz részt – köztük 15 Nobel-díjas – így pótolhatatlan dokumentációs értéket képvisel. 14 országban van teljes, vagy részarchívuma. A KGST-országok közül Magyarországon került megalapításra az első szocialista EC archívum. Az EC több általunk készített műszaki filmet is adaptált.

#### *Filmsorozat magyar kutatókról*

1975-ben indítottuk, Magyar Kutatói és Találmányi Magazin címmel, a *magyar akadémiai és ipari kutatásokról* készült, híradószerűen összeállított *filmsorozatot*. A magazin több nyelven kerül forgalomba és a KKI, a Külügyminisztérium és a Magyarok Világszövetsége kulturális munkáját segíti.

#### *Nemzetközi kutatófilmes kapcsolatok és eredmények*

Hazi eredményeinken felül a tevékenységünknek fokozatosan kiépített *nemzetközi kapcsolatai és eredményei* is vannak. Már 1963-ban felvettük a kapcsolatot a Nemzetközi Tudományos Filmszövetség (AICS–ISFA) Kutatófilm Szekciójával, amely évenként más-más helyen nemzetközi kongresszusokat szervez. A jelenleg 30 éve működő szervezetben az elmúlt 15 évben számos előadást tartottak belső és külső munkatársaink a saját maguk készíttette filmek illusztrálásával. 1974-ben Magyarország vállalta az AICS Kongresszus szervezését Miskolcon, melynek keretében a Kutatófilm Szekció teljes szervezési munkáját elláttuk. Az eddig elért eredmények elismeréseként 1974-től folyamatosan Magyarország látja el a megtisztelő szekcióelnöki tisztséget kutatófilm osztályunk szakmai vezetője személyében. De nemzetközi kapcsolataink nemcsak e szervezetre korlátozódnak, állandók a nemzetközi High-Speed Fotográfiai Kongresszussal, a padovai, milanoi, utrechti, eindhoveni egyetem központjaival, a Brno-i Nemzetközi Oktatófilm – Kutatófilm Kollokviummal, a varsói, katovicei filmközpontokkal, a jeni NTA Mikrobiológiai Intézet kutatófilmes szakembereivel, a szófiai OMFB-vel, a párizsi Tudományos Kutatófilm Szolgálattal. 1976-ban javasoltuk, hogy a KGST-országok információs rendszere keretében a moszkvai számítógépes INTERFILMINFORM rendszerben kutatófilmes munkacsoport is jöjjön létre, amely összefogná a szocialista országokban egymástól sok esetben elszigetelten működő kisebb-nagyobb csoportokat. Javaslatunk realizálására most történnek intézkedések. E tapasztalatcserre kapcsolatok teszik lehetővé, hogy a munkánk irányítását, szolgáltatásaink tartalmi és technikai színvonalát állandóan a nemzetközi szinten tudjuk tartani és hozzá tudunk járulni a magyar kutatási eredmények növeléséhez.

## SAKTANÁCSADÁSI TEVÉKENYSÉG

A Szolgálat 1957-es megalakulása óta egyik alapfeladatunk ez a tevékenység. Célja a tudományos kutatás és a népgazdaság műszaki fejlődésének segítése, hatékonyabbá tétele. Ez a jobbra ingyenes szolgáltatás szervesen kiegészíti a műszerkölcsönzés, a mérésszolgáltatás, a műszerszervíz, a kutatófilmezés térítéses tevékenységi körét.

Maga a szaktanácsadási tevékenység olyan kérdések megválaszolását jelenti, amelyek vagy egyes műszerekre és mérés-technikai berendezésekre, ezek műszaki adataira, alkalmazhatóságára, beszerezhetőségére, vagy mérési és műszeres ellenőrzési lehetőségekre vonatkoznak.

#### *Az Országos Műszerkataszter*

Alapja az 1961 óta rendeletre támaszkodó országos adatszolgáltatás. Az adatszolgáltatás nyomán készült és e tevékenység keretében kezelt kartonállomány felöleli a népgazdaság valamennyi ágának, ágazatának műszertulajdonosai által bejelentett nagyértékű műszereket és berendezéseket. Ez a szaktanácsadási tevékenységünknek legdinamikusab-



ban fejlődő része. 1977 január óta, új rendelet alapján folyamatosan számítógépes adatfeldolgozó rendszerre alakítjuk át. Így jó közelítéssel naprakész (up-to-date) adatbáziskezelő rendszerünk lesz, amely alapul szolgál népgazdasági szintű műszerberuházási döntések meghozatalához is. Ezt a szolgáltatást főképp országos hatáskörű szervek megbízására vállaljuk, de segítjük az egyes szakminisztériumok, intézmények (vállalatok, szövetkezetek, stb.) döntéseinek előkészítését is.

#### *A szaktanácsadói munka*

A műszeres méréstechnika legkülönbözőbb területeit felölelő, általános elvi és egyes részletkérdések megválaszolásához villamos-, ill. vegyészmérnök *szaktanácsadó munkatársaink* prospektustárunkra, a műszaki könyvtárunkra és az országos műszerkataszter információanyagára támaszkodnak, de van lehetőség külső méréstechnikai szakértők bevonására is.

A könnyen megválaszolható kérdésekre *azonnal és térítésmentesen* válaszolunk, de megvan annak lehetősége is, hogy megbízóinkkal nagyobb beruházások előkészítésére, berendezések üzembeállítására, nagyobb műszaki jellegű felmérésekre *szerződéses együttműködés* jöhessen létre. Példaként álljon itt két, a közelmúltban megoldott feladat. Ezek egyikét az ország szénbányáinak végeztük. A speciális gázelemző, robbanásveszélyt jelző műszerek és berendezésekről készítettünk műszaki témafigyelést és elemzést. Másrészt a Fővárosi Gázművek légáteresztőképesség vizsgáló műszerének üzembehelyezését és kezelőszemélyzetének kiképzését végeztük el.

Alapos körütekintést igénylő fontos feladata szaktanácsadó mérnökeinknek az ún. *háttérinformációs tevékenység*, mely a MTA Műszerügyi Bizottságának döntéselőkészítő munkájában igen fontos szakmai és regionális műszertelepítési támpontokat ad. E tevékenység során a beruházásra javasolt nagy értékű műszerekről és kutatási segédberendezésekről adunk szakvéleményt, ill. jelezzük esetenként a már az országban meglévő berendezés üzemeltetési helyét.

#### *A prospektustár*

Gyűjteményünk mintegy 1000 hazai és külföldi műszergyártó cég gyártmányait ismertető, 23–25 ezer prospektust tartalmaz. A gyártók szerinti és méréstechnikai szakrendben osztott prospektustár egyrészt a szaktanácsadást szolgálja, másrészt az érdeklődők rendelkezésére is áll, mind helyszíni tanulmányozásra, mind indokolt esetben rövid időre szóló kikölcsönzésre. Az információk anyag naprakészen tartásához rendszeres levelezés útján, ill. szakmai kiállításokon, rendezvényeken gyűjtjük be a műszerkatalógusokat. Számos műszergyártótól kapjuk meg rendszeresen időszaki kiadványaikat is (pl. Jeol News, Neues von Rohde-Schwarz, Jenaer Rundschau, Tekscope, H-P Journal, Beckman Information, Impuls stb.). Ügyfeleink kívánságára beszerezzük egy-egy speciális szakterület információs anyagait és folyamatosan egészítjük ki állományunkat az újonnan jelentkező műszergyártók gyártmányismertetőivel is.

#### *A műszaki könyvtár*

A MTA Könyvtárához tartozunk mint hálózati könyvtár és kb. 3500 műszaki és műszaki-tudományos könyvet, folyóiratot és periódikát kezelünk. A könyvek és folyóiratok beszerzését saját könyvtári bizottságunk koordinálja. Mód van könyvtárközi kölcsönzésre csakúgy, mint tervezett reprográfiai és témafigyelési szolgáltatások igényének felmerülése esetén ezek biztosítására is.

#### *Műszerügyi és Méréstechnikai Közlemények*

A szaktanácsadói tevékenység keretében fontos feladatot jelent az, hogy az osztály szerkesztésében és gondozásában jelenik meg évente két alkalommal ez a kiadványunk. A 70–80 oldalas kiadványnak célja saját tevékenységeink szakcikkek formájában történő rendszeres ismertetésén kívül az, hogy ismertetjük a hazai és külföldi műszer újdonságokat, bemutatunk új méréstechnikai irányokat, kiegészítő listát adunk az újonnan beszerzett kölcsönözhető műszerekről, az országos műszerkataszterben nyilvántartott újdonságokról. Ezzel az általános értelemben vett műszaki tájékoztatás ügyét is szolgáljuk.

Stokum Gyula  
a műszaki tudományok kandidátusa  
igazgató



**Ajánlás a megismételt  
sikeres cikkanyagunkhoz**

*A Közleményekben az elmúlt 13 év során számos, a Szolgálat tevékenységeit is bemutató cikk jelent meg. Cikkeink jelentős hányada a műszer- és mérés technika különböző területeivel, új alkalmazásokkal foglalkozott. Amikor most, Szolgálatunk fennállásának évfordulóján, az eddig megjelent legsikeresebb cikkekből egy öt cikkből álló válogatást nyújtunk át olvasóinknak, reméljük, hogy a terjedelem korlátozottsága mellett is jó keresztmetszetet kapnak e cikkek alapján tevékenységeink fő irányairól az elmúlt években.*

*Meggyőződésünk, hogy a Közleményeket rendszeresen olvasó szakemberek, munkánk iránt érdeklődő olvasóink, további ösztönzést kapnak arra, hogy műszer- és mérés technikai, kutatófilmes és egyéb tevékenységeinkkel kapcsolatos szolgáltatásainkat igénybe vegyék.*

*Dr. Solti Mihály  
felelős szerkesztő*

## Mágneses jeltároláson alapuló fordulatszám- és sebességmérés

**SENTIRMAI ENDRE**

*A szerző részletesen ismerteti a különféle fordulatszám-mérési módszereket, majd az újonnan kidolgozott mágneses jelrögítési módszert is. Leírja a jelfeldolgozás menetét, az elektronikus kapcsolásokat és beszámol egy üzemi mérés tapasztalatairól illetve az egyéb felhasználási lehetőségekről.*

Többször merül fel ipari igényként mechanikai rendszerek fordulatszámának, sebességének mérése. Ugyanehhez kapcsolódik a fordulatszám és a sebesség különbségének a mérése is.

A FORTE Fotokémiai Ipar váci telephelyén, többek között, egy feszített pályás emulzió-öntőgép papírtovábbítási sebességét, illetve annak egyenletességét kellett mérni. A probléma megoldásaként dolgoztuk ki az itt ismertetett mérési módszert és mérőrendszert. A továbbiakban nem teszünk különbséget a sebesség és a fordulatszám mérés között, hiszen a kettő egymásra visszavezethető. A sebesség, ami kerületi sebesség is lehet, leszármaztatható egy tárcsa átmérőjének ismeretében hajtó tengelynek fordulatszámából, szögsebességéből, és fordítva.

### **Követelmények**

Az alábbiakban összefoglaljuk a mérésnél felmerülő különleges követelményeket.

- a) A sebességérzékelő 1...30 m/min fotopapírtovábbítási sebességek mérésére legyen alkalmas.
- b) A mérés pontosságának érdekében biztosítani kell, hogy az érzékelő nyomatékigénye a lehető legkisebb, a gördülés pedig csúszásmentes legyen.
- c) A fotopapír emulzió nélküli oldalával érintkezhet a sebességérzékelő anélkül, hogy a papíron nyomot hagyjon.
- d) Fényérzékeny anyag környezetében lehessen mérni.
- e) A sebesség és annak változása folyamatosan regisztrálható legyen.



- f) A relatív sebességváltozásokat két vagy több helyen is mérni lehessen.

### A mérési módszerek

Az ismert fordulatszám- és sebességmérési módszerek rövid áttekintésével összehasonlítási alapot kívánunk szolgáltatni az általunk kidolgozott mérési módszerhez. A módszereket működés szempontjából az alábbiak szerint osztályozhatjuk:

1. mechanikai rendszerű,
2. örvényáramú,
3. fordulatszám-mérő generátoros,
4. impulzus rendszerű fordulatszám-mérés.

#### Mechanikai és elektromechanikai rendszerű fordulatszám-mérés

A fordulatszám-mérés legegyszerűbb módja, hogy mechanikus számláló szerkezettel kötjük össze a forgó tengelyt, és a számláló szerkezetről leolvassuk a fordulatok számát. Az elektromechanikus fordulatszám-lálóknban viszont számláló jelfogót, és a forgótengelyen elhelyezett szaggató érintkezőt találunk (1. ábra).

Az ábrán szaggatott vonallal jelölt időkapcsolóval ez a mérés mintavételes rendszerűvé tehető. A mechanikus és az elektromechanikus rendszerű fordulatszám-láló hátránya az aránylag nagy és egyenetlen nyomatékigény, a mechanikus szerkezet által korlátozott felső méréshatár, az elektromechanikus rendszernél pedig a bizonytalan érintkezési lehetőség okozta hiba. Folyamatos regisztrálás nem valósítható meg.

#### Fordulatszám-mérés örvényáramú tachométerrel

A tachométereket 20—10 000 ford/min közötti tartományokra készítik. Működésük azon alap-

szik, hogy a vizsgálandó tengely henger alakú, több pólusú mágneset forgat. A mágnes erőterébe helyezett alumínium- vagy rézhengerben a mérni kívánt fordulatszámmal arányos feszültség indukálódik. Ez örvényáramot kelt, amely a mágneses erővonalakkal együtt forgatónyomatékot fejt ki. A henger ennek hatására elfordul. A hengerhez, illetve egy rögzített ponthoz erősített spirálrugó addig feszül meg, míg a viszatérítő nyomaték és a forgatónyomaték egyensúlyba nem kerül. A henger elfordulási szöge arányos a fordulatszámmal.

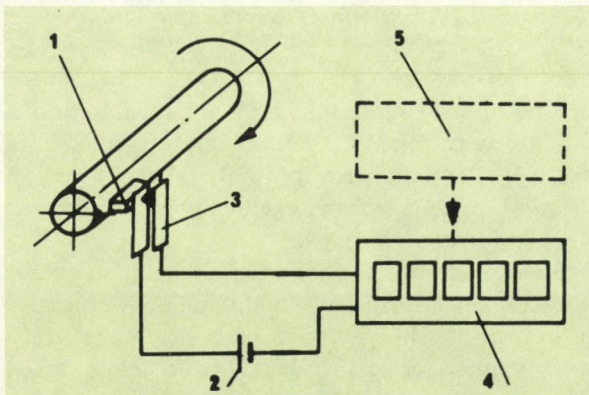
Ennek a jelnek egyszerű úton való rögzítése, regisztrálása nehézségekbe ütközik. Nagyon kis fordulatszámok mérése esetén gyorsító áttételeket alkalmaznak, ami nagyobb forgatónyomaték igényt jelent.

#### Fordulatszám-mérés fordulatszám-mérő generátorral

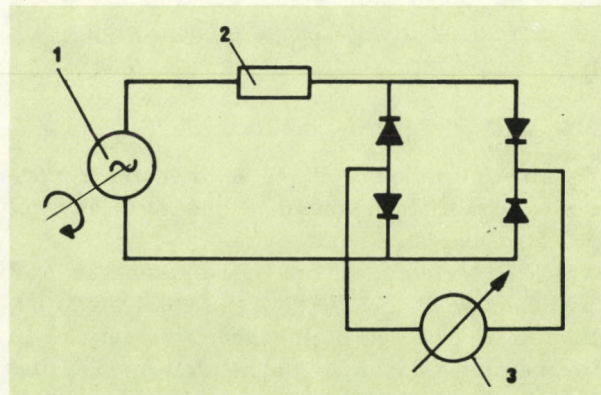
Ilyen célra egyen- és váltakozófeszültségű fordulatszám-mérő generátorokat készítenek. Az egyenfeszültségű fordulatszám-érzékelők felépítése a kismotorokéhoz hasonlít, a gerjesztő teret állandó mágnes szolgáltatja. A generátor kapcsain mérhető feszültség arányos a fordulatszámmal. Előnye a forgásirány-érzékenység. Hátránya, hogy kommutátora van, így jelentősége és használhatósága korlátozott.

Az egyfázisú, váltakozófeszültségű fordulatszám-mérőt 100—3000 ford/min mérésére használják. Előnye, hogy nincs szükség kommutátorra. A 2. ábra a mérési elrendezést szemlélteti.

A mérni kívánt legkisebb érték esetén a mutató nyugodt beállása végett a feszültség frekvenciájának nem szabad egy bizonyos minimum alá esni. Ez az érték, a mérőmű csillapítása szerint 4...10 Hz között van. A kisebb fordulatszámok mérésére háromfázisú, változóáramú tekercsel készített generátorokat



1. ábra. Elektromechanikus fordulatszám-láló  
1 vezérlő büttyök; 2 áramforrás; 3 érintkezők; 4 számláló relé; 5 időkapcsoló



2. ábra. Váltakozóáramú generátoros fordulatszám-mérés  
1 generátor; 2 előtétellenállás; 3 mutató műszer



használnak. Előnyük, hogy egyenirányítás után analóg jelet szolgáltatnak, de csak terheletlen állapotban van arányosság a fordulatszám és a feszültség között. Hibája, hogy a fordulatszám—feszültség jelleggörbék terheléskor (10 kohm) észrevehetően eltérnek a lineáristól. A jelenség magyarázata, hogy a generátor belső ellenállásának induktív összetevőjén esik a feszültség, ami az áramerősség mellett, a fordulatszámmal is növekszik.

#### Impulzus rendszerű fordulatszám-mérés

Ez a leggyakrabban alkalmazott módszer. Az impulzusok előállítására és kiértékelésére különböző eljárásokat alkalmaznak. Ezek közül a legfontosabbakat ismertetjük.

Impulzusok előállítása a következő módon történhet.

- Elektromechanikai úton*, mint már láttuk, a mérőtengely által működtetett érintkezőkkel.
- Fordulatszám-mérő váltakozóáramú generátorral*, aminek a frekvenciája is arányos a fordulatszámmal. A generátor által szolgáltatott periódikus jelet impulzustechnikai módszerekkel feldolgozható jelekké alakíthatjuk.
- Induktív impulzusadóval*. Ez működés szempontjából a fordulatszám-mérő generátorhoz hasonló (3. ábra).

- Fényvillamos úton*. Közvetlen fénysugár szaggatásával való impulzus előállítását mutatja a 4. ábra.

Visszavert fényt szaggatásával. Ennek vázlatos felépítését szemlélteti az 5. ábra.

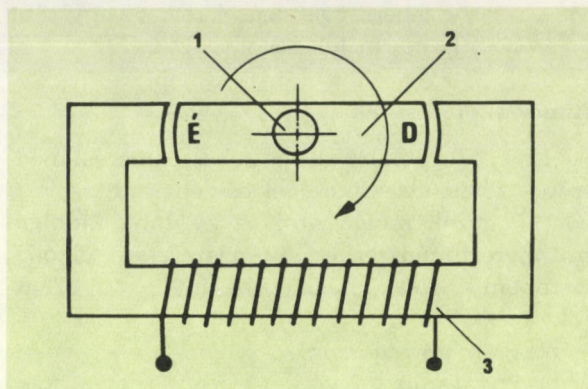
Ezek közül ez utóbbi rendelkezik a legtöbb előnnyel. Nem terheli a vizsgált tengelyt, nagy (100 000/min feletti) fordulatszámok mérésére is alkalmas. Nagyon kis fordulatszámok esetén növelni kell a lyuktárcsán a lyukak számát, hogy megfelelő számú impulzust szolgáltatson.

Esetünkben a fényvillamos fordulatszám-érzékelő megfelelő lett volna, de alkalmazása a fényérzékeny anyag környezetében, sajnos, sok nehézséggel jár.

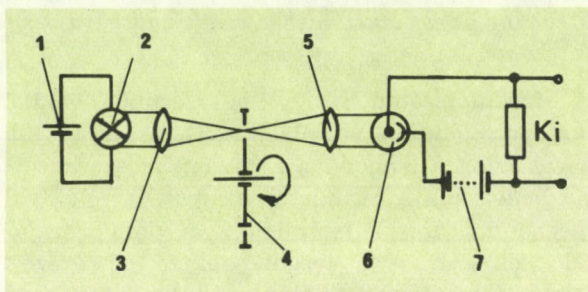
#### Mágneses jelrögzítési módszer

Az általunk kidolgozott mérési módszer a mágneses jelrögzítésen alapul. A módszer lényegét a 6. ábra alapján követhetjük.

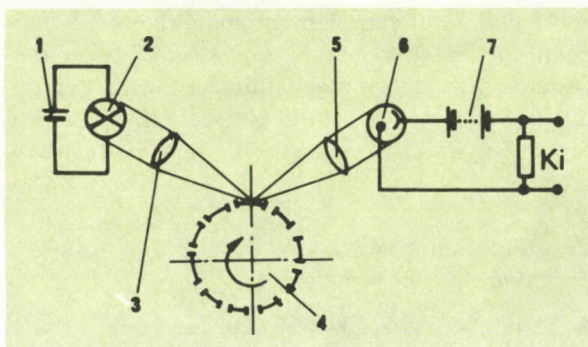
Az 1 végtelenített magnetofon-szalagot a 2 hajtóhenger és a 3 feszítőhenger folyamatosan továbbítja, ha a hajtóhengert forgatjuk. A magnetofon-szalag a 4 magnetofonfej előtt halad el. Ha a magnetofon-szalagra ismert, állandó szalagsebességnél meghatározott frekvenciájú szinusz- vagy impulzusjeleket viszünk fel, a



3. ábra. Induktív impulzusadó  
1 tengely; 2 mágnes; 3 tekercs



4. ábra. Fénysugár-szaggatásos impulzusadó  
1 izzó áramforrása; 2 izzó (fényforrás); 3 és 5 optikai rendszer; 4 lyuktárcsa; 6 fotocella (fotoellenállás); 7 feszültségforrás

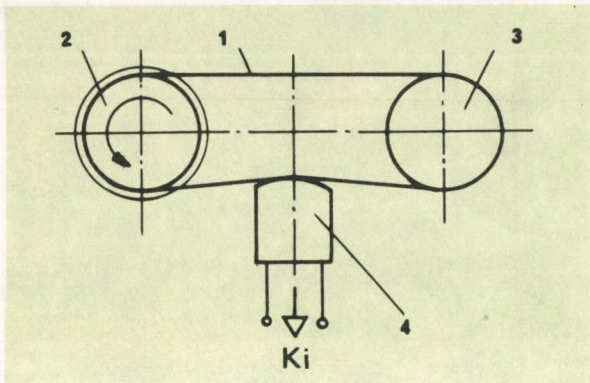


5. ábra. Visszavert fénysugaras impulzusadó  
1 izzó áramforrása; 2 fényforrás; 3 és 5 optikai rendszer; 4 fekete-fehér tárcsa; 6 fotocella (fotoellenállás); 7 feszültségforrás

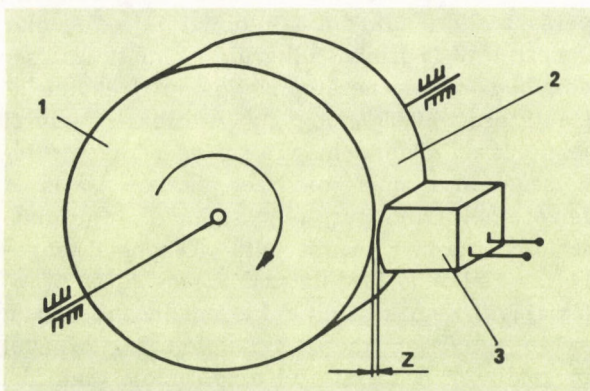
magnetofonfej előtt elhaladó szalag a fejben a mágnesesen rögzített jelalaknak megfelelő feszültséget indukál. Az indukált jel frekvenciája arányos a szalagsebességgel, vagyis a 2 hajtott henger fordulatszámával.

Kivétel szempontjából módosítottuk az előbbieken leírt fordulatszám-érzékelőt. A végtelenített szalag helyett pontosan ismert méretű műanyaghenger palástjára vittük fel a lakkanyagban diszpergált vasoxidot (7. ábra). A magnetofonfej és a jeltároló-henger között 0,05 mm légrést állítottunk be. Így kiküszöböltük a





6. ábra. Mágneses jelrögzítéses jeladó  
1 végtelenített magnetofonszalag; 2 hajtó henger; 3 feszítő henger; 4 magnetofonfej



7. ábra. Jeltároló-hengeres sebességérzékelő  
1 jeltároló-henger; 2 mágnesezhető réteg; 3 magnetofonfej

magnetofonfej és a szalag közötti, valamint a feszítőhenger okozta súrlódásból adódó nyomatéknövekedést. A felépítés is lényegesen egyszerűsödött. Az érzékelő henger forgatásához szükséges nyomaték, a jeltároló-henger tengelyének megfelelő csapágyazása esetén  $10^{-4}$  Nm nagyságrendű. Ez az érték gyakorlatilag elhanyagolható.

#### A jeltároló henger

A magnetofonfej és a mágnesezhető réteg frekvenciaátviteli tulajdonságának ismeretében meghatározhatjuk a jeltároló-henger legkisebb kerületi sebességéhez tartozó alsó frekvenciahatárt. Itt figyelembe kell venni a rendszer jel/zaj viszonyát. A jeltároló-henger átmérőjét a mérendő legkisebb fordulatszám határozza meg. Mivel a magnetofonfejben indukált feszültség arányos a kerületi sebességgel,

$$U = K_1 v \quad (1)$$

ahol  $K_1$  állandó [V s/m],  
 $v$  kerületi sebesség [m/s],

a kerületi sebesség pedig egyenlő a fordulatszámmal, azaz

$$v = \frac{D\pi n}{60} \quad (2)$$

ahol  $D$  a jeltároló-henger átmérője [m],  
 $n$  a henger fordulatszáma [1/min].

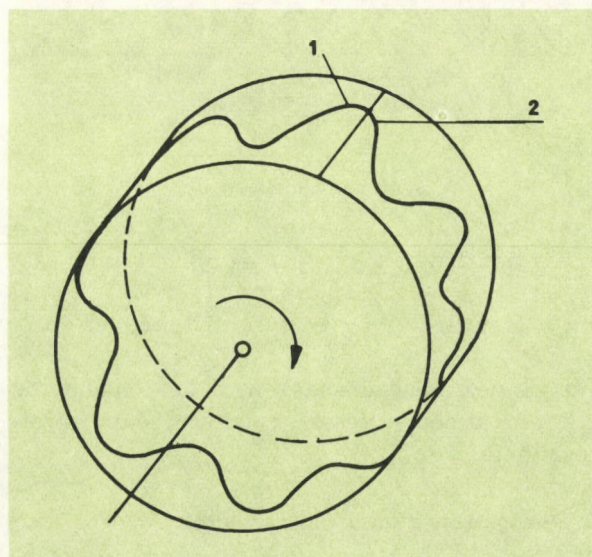
Az (1) és (2) egyenletből

$$U = K D n, \quad (3)$$

itt  $K = K_1 \cdot 1/60$  (V min/m)

A jeltároló-henger átmérőjét kis fordulatszámoknál növelni kell, ha azt kívánjuk, hogy az indukált feszültség meghatározott érték felett maradjon.

Ez a hatás részben kompenzálható, ha növeljük a jeltárolóra felvett jel frekvenciáját. Ennek határt szab a jeltároló-henger kis kerületi sebessége mellett felvehető jel felső határfrekvenciája, ami a magnetofonfej résméretétől, valamint esetünkben a mágnesezhető réteg és a fej közötti hézag nagyságától függ. További befolyásoló tényező a mágnesezhető réteg vastagsága, a vasoxid szemcsemérete. A fentiek alapján egy  $3 \dots 4 \mu\text{m}$  résméretű magnetofonfejet véve alapul, és az Agfa PE 41 magnetofonszalag réteganyagát, a jeltároló-henger méretét úgy választottuk meg, hogy palásthossza — amit a mágnesezhető réteggel vontunk be —  $0,1$  m legyen. A tároló hengerre  $100$  Hz-es jelet vettünk fel  $1$  m/min kerületi sebességgel. Így a jeltároló-henger palástján rögzített jel kezdete és vége megfelelő fázisban találkozik, aminek szükségessége a 8. ábrából látható.



8. ábra. A felvett jel fázisviszonyainak szemléltetése  
1 felvétel kezdete; 2 felvétel vége



Kísérleteink azt mutatták, hogy 1 m/min kerületi sebesség és  $Z = 0,01$  mm hézag (7. ábra) esetén 200 Hz a felvehető jel maximális frekvenciája. Nagyobb frekvenciáknál a jelalak torzulása és rohamos amplitúdócsökkenés lép fel.

A „végtelenítés” fontos ahhoz, hogy az átmenetnél ne keletkezzék ugrásfeszültség, ez a jeltároló-henger mérettűrését határozza meg.

A hengerpalást hosszának változása átmérőjének tűréséből számítható:

$$(D \pm \Delta) \pi = D\pi \pm \Delta\pi \quad (4)$$

ahol  $D$  a jeltároló-henger átmérője,

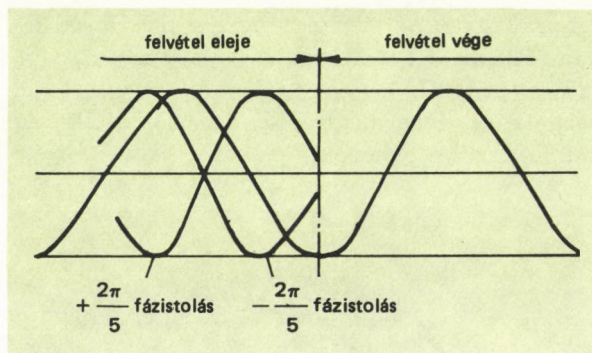
$\Delta$  a tűrésből adódó méretváltozás.

Legyen  $D\pi = 100$  mm,  $\pm \Delta = \pm 0,01$  mm, akkor

$$\pm \Delta\pi = \pm 0,031 \text{ mm} \quad (5)$$

Ez az érték a magnetofonfej résméretének tízszerese, ami már nem elhanyagolható, ha a felvett jel frekvenciája 100 Hz. Ebben az esetben a henger palástjára felvett jel egy periódusának hossza 0,167 mm, ami a magnetofonfej légrésének (3...4  $\mu\text{m}$ ) kb. 50-szerese. A fázis-

hiba  $\pm \frac{2\pi}{5}$ . A 9. ábra ezt az esetet szemlélteti.



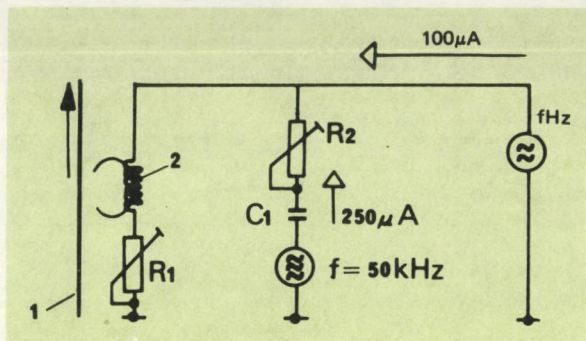
9. ábra. Fázisviszonyok

Kiszámítható, hogy  $\pm \Delta = \pm 0,001$  mm esetén a fázishiba  $\pm \frac{2\pi}{56}$ . a fenti feltételek mellett.

Ennek megvalósítása nem kis feladat, de  $\pm 2 \mu\text{m}$  átmérő-tűréssel a jeltároló-henger elkészíthető.

#### A jel rögzítése a jeltároló-hengeren

A jel felvétele a mágnesezhető rétegre a magnetofontechnikában ismert módon történik (10. ábra).



10. ábra. A felvételhez használt áramkör  
1 mágnesezhető réteg; 2 magnetofonfej

A nagyfrekvenciás előmágnesező jelet (50 kHz) és a felvételre kerülő jelet megfelelő keverés mellett adjuk a kombinált fejre. A már ismertetett fázishiba elkerülése miatt szükséges, hogy a jelgenerátor rövididejű frekvencia-stabilitása  $\pm 0,05\%$  legyen. A hibásan felvett jel törlését állandó mágnessel végeztük, de lehetséges más ismert módszer alkalmazása is. A felvételnél szükséges, hogy állandó fordulatszámmal hajtsuk meg a jeltároló-henger tengelyét. Az állandó fordulatszámú meghajtás problémájával nem kívánunk itt foglalkozni, hiszen ez jó minőségű mérőmagnetofon segítségével megoldható. A felvett jel amplitúdója csak abban az esetben állandó, ha a jeltároló-henger tengelye központos a magnetofonfejhez képest, vagyis a henger és a fej közötti rész közel állandó. Technológiailag megoldható, hogy a tengely excentricitása  $\pm 0,005$  mm-nél ne legyen nagyobb. Az így okozott amplitúdóváltozás kisebb mint  $\pm 1\%$ . Ha frekvenciamérésre vezetjük vissza a fordulatszámérést, ez az amplitúdóváltozás nem okoz zavart.

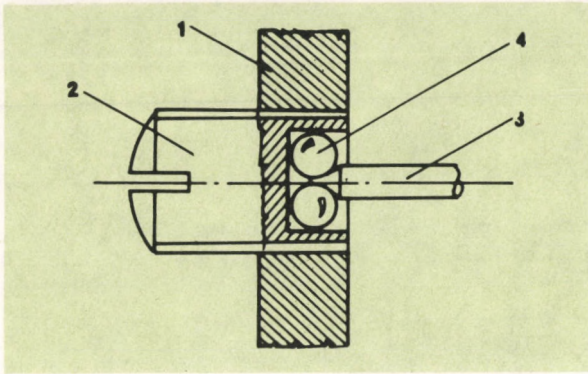
#### A jeladó konstrukciója

Biztosítani kell a hengerpalást és a kombinált fej kölcsönös helyzetének, illetve a résméretnek a változtatási lehetőségét. A jeltároló-henger forgatásához szükséges nyomaték a tengely csapágyazásának a jóságától függ. A finomechanikában használatos görgős túcsapágyazással (11. ábra) ez megoldható. Az érzékelő képét a 12. ábrán láthatjuk.

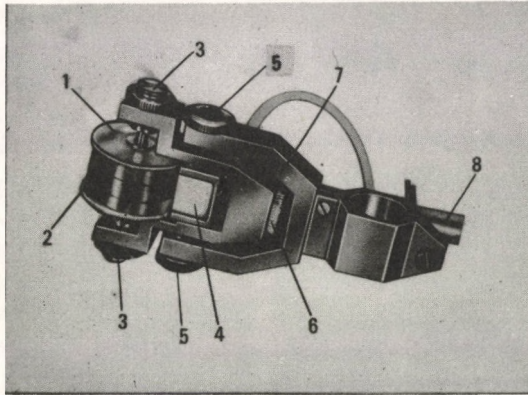
#### A jeladó méréstartományja

A méréstartomány meghatározásánál az általunk megvalósított 31,831 mm átmérőjű jeltároló-hengeres jeladóval foglalkozunk. Mint már említettük, 1 m/min kerületi sebesség mellett vettük fel a 100 Hz szinuszos váltakozófeszültségű jelet. Ez 10/min fordulatszámnak





11. ábra. A tengely csapágyazása  
1 ház; 2 golyófészek; 3 tengely; 4 golyók



12. ábra. Az érzékelő  
1 jeltároló-henger; 2 mágnesezhető réteg; 3 jeltároló-henger csapágyazása; 4 magnetofonfej; 5 függőleges forgáspont; 6 hézag állítócsavar; 7 tartó; 8 BNC csatlakozó

felel meg. A kombinált fej felső határfrekvenciája 18 kHz, így a méréstartomány felső fordulatszám-határa 1800/min, illetve 180 m/min sebesség. Négysávos kombinált fej használata esetén a másik sávra tízszeres (100/min) fordulatszám mellett vehetjük fel a 100 Hz-es jelet, ebben az esetben a méréstartomány felső hatá-

rát sávátkapcsolással tízszeresíthetjük, vagyis 18 000 for./min értékig kiterjeszthetjük. A méréstartomány lefelé való kiterjesztése csak a jeltároló-henger átmérőjének növelésével, vagy áttétel alkalmazásával lehetséges.

#### A fordulatszámérzékelő jelének feldolgozása

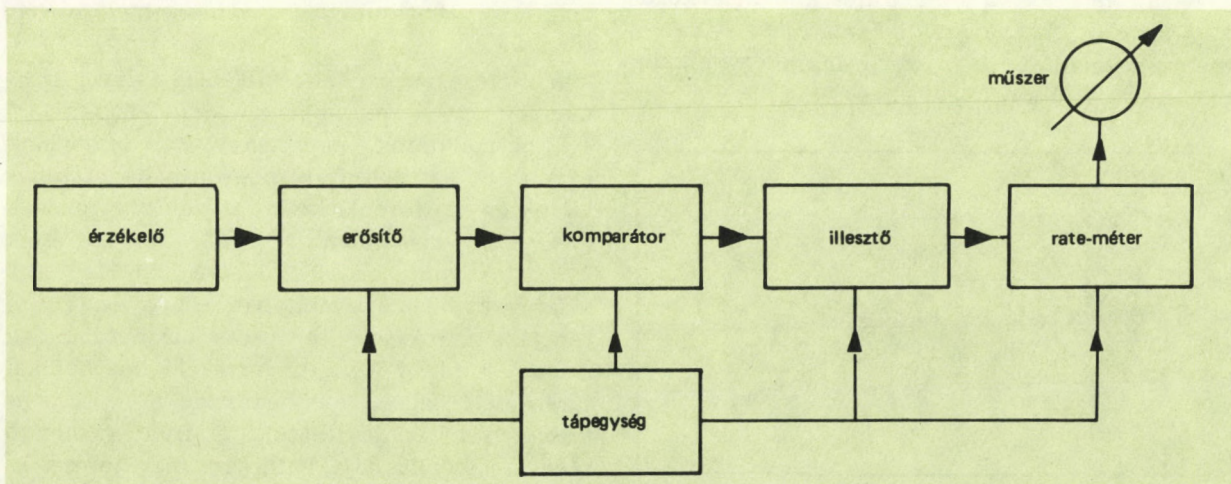
Az érzékelő által szolgáltatott jelet csak megfelelő erősítés után lehet jelzésre, illetve regisztrálásra alkalmassá tenni. Két lehetőség van az erősített jel feldolgozására, hogy a fordulatszám arányos információt nyerjünk: jel-amplitúdó-mérés, frekvenciamérés.

A jelamplitúdó mérése csővoltmérő rendszerű, csúcseyenirányítású műszerrel történhet. A mért érték regisztrálható is. A módszer hátránya, hogy a jel amplitúdója az érzékelő mechanikus felépítése (nem állandó a fej és a tárolóhenger közötti légrés), valamint az érzékelő frekvenciakarakterisztikája miatt változik, és ez a változás nem arányos a fordulatszámmal. A frekvenciamérési módszer ezeket a hibákat megszünteti. A felerősített jelet az impulzustechnikában használatos áramkörrel uniformizált négyzögjellé alakítjuk. Schmitt-trigger, vagy érzékeny amplitúdókomparátor erre a célra megfelel. Az így kapott jelet digitális frekvenciamérővel mintavételesen, vagy rate-meter segítségével analóg jellé alakítva dolgozhatjuk fel.

Ezt az utóbbi megoldást választottuk, mivel az analóg jel regisztrálása egyszerűbb, hiszen több mérőhely egyidejű megfigyelésére nyílik lehetőség.

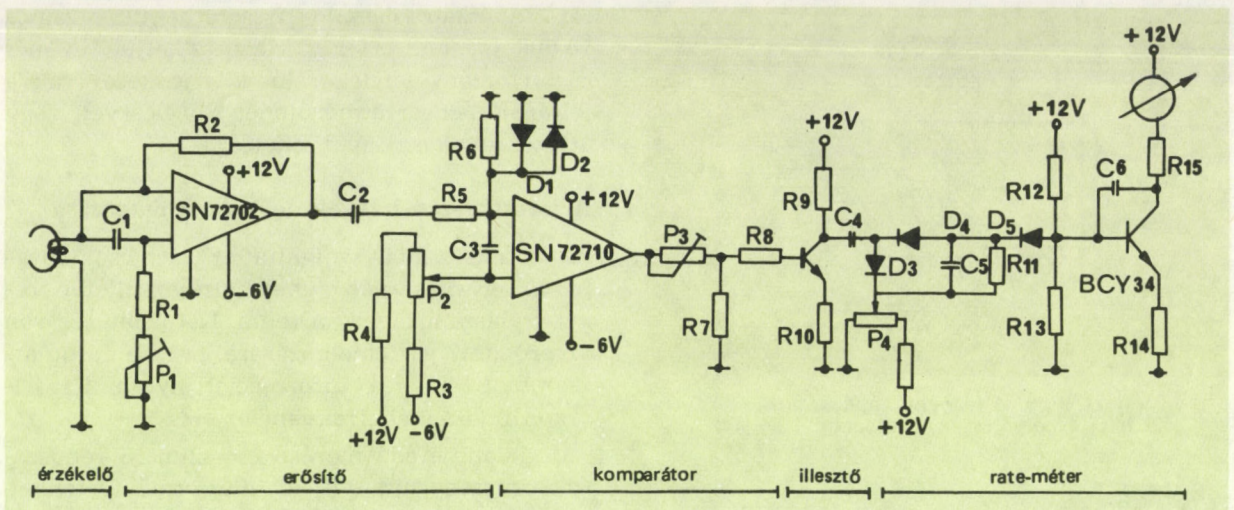
#### A frekvenciamérés

A mérőrendszer blokkvázlatát a 13. ábrán láthatjuk. Az erősítőt és a komparátort analóg in-



13. ábra. A mérés blokkvázlata





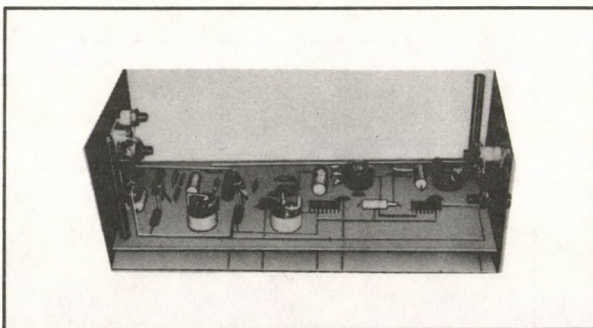
14. ábra. Az elektronikus mérőrendszer

tegrált áramkörti elemekből építettük meg. Az SN 72702 típusú analóg műveleti erősítővel (14. ábra) az érzékelő által szolgáltatott jellet 60 dB-lel erősítjük. Evvel az erősítéssel már 1 m/min jeltároló-henger kerületi sebesség mellett is nagyobb az erősítő kimenetén levő jel mint 0,5 Vpp. Nagyobb sebességeknél a bemenőjel növekedésével a kimenőjel is mintegy 10 Vpp értékig növekszik.

Az erősítő kimenő jelét kapacitíve csatolva, az SN 72710 típusú komparátorra vezetjük. A bemenő jel határolására diódás vágót alkalmaztunk. Ezzel a megoldással a komparátorra a megengedettnél nagyobb bemenő jel nem kerülhet. A komparátor „non-inverting” bemenetén levő osztóval a komparálási szint optimális értékét a zajszint fölé állítjuk be.

A komparátor kimenetén 4 Vpp amplitúdójú, a bemenővel azonos frekvenciájú négyszögjel jelenik meg. A komparálási szinttel a kitöltési tényező szintén beállítható.

A rate-meter és a komparátor kimenete közé egy illesztő fokozatot csatlakoztattunk. A rate-meter megoldásában újszerű áramkört alkalmaztunk (15. ábra).



15. ábra. Az elektronika fényképe

### Mérési tapasztalatok

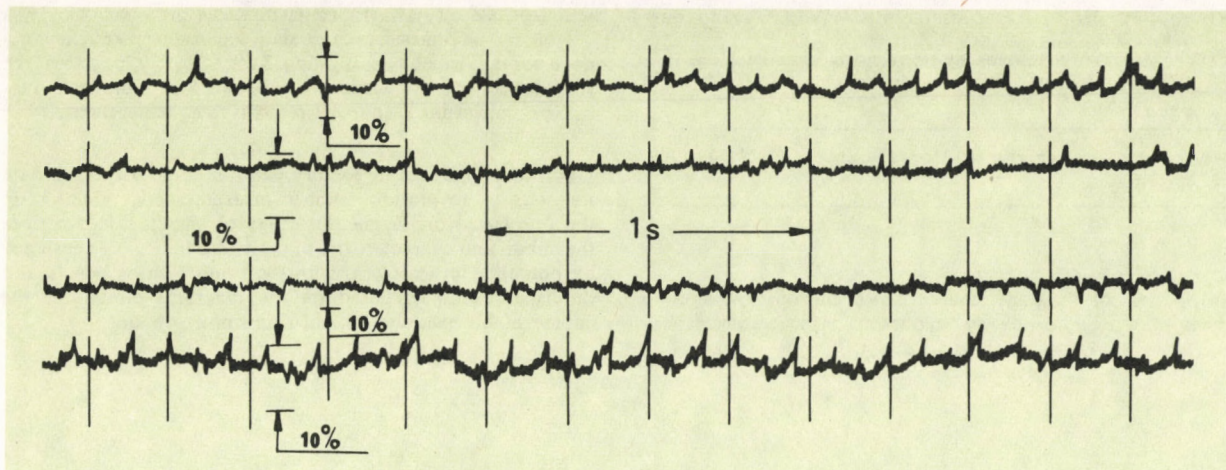
Az érzékelővel, néhány kisebb hibától eltekintve, a várt eredményeket kaptuk. A hibák első sorban mechanikai jellegűek voltak, és a jeltároló henger tengelyének excentricitásából, ezenkívül a henger és a fej közötti rés beállításából adódtak. A jeltároló-hengerre való jelfelvitel is sok nehézséggel jár. A fázishibát nehéz volt elkerülni, ez is tulajdonképpen mechanikus hibára vezethető vissza, de a felvételhez használt generátor frekvenciájának megfelelő pontos beállításával a fázishibát kiküszöböltük. Természetesen ez a generátor célszerű átalakításával vált lehetségessé. A jeltároló-henger felvétel alatti többszöri körülfordulását megakadályoztuk, és az így létrejövő hibát megelőztük.

Az érzékelővel végzett mérések négy mérőhelyes regisztrátumát mutatja a 16. és 17. ábra. Ez a regisztrátum a váci Forte Gyár emulzió-öntőgépén végzett mérések egy részlete. A diagramot 10 m/min papírsebesség mellett vetjük fel.

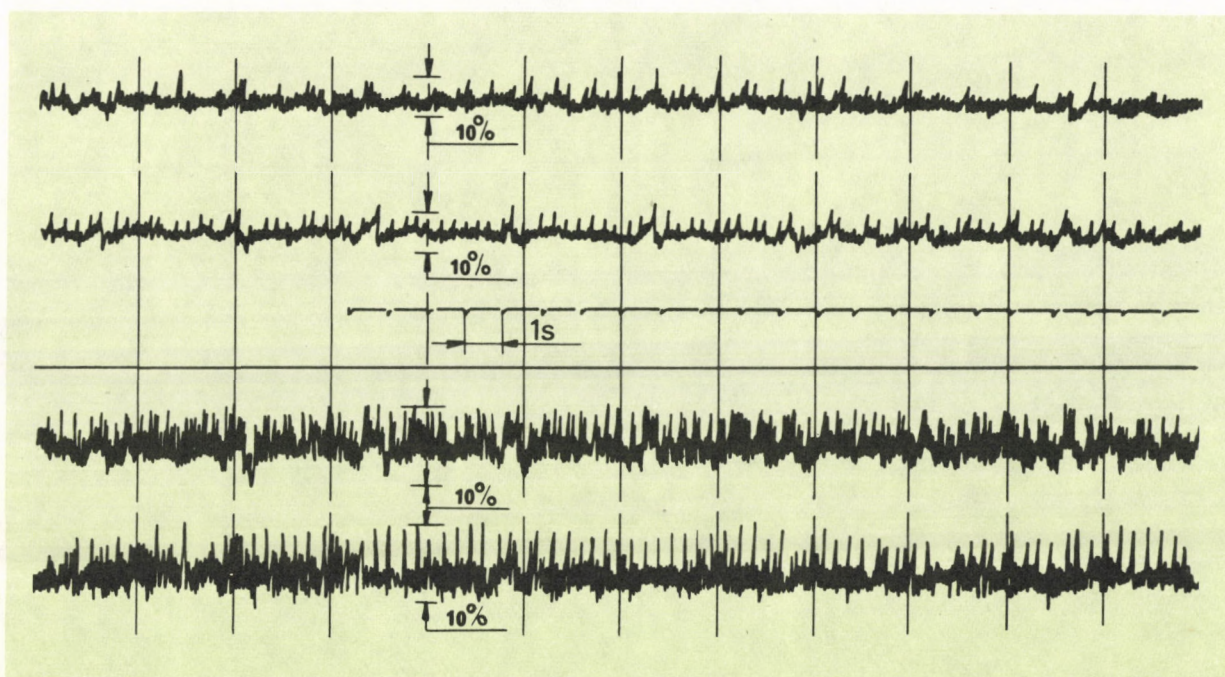
A mérések kiértékelése jelenleg folyik; eredményeit egy újabb cikkben fogjuk közölni.

Tapasztalataink és mérési eredményeink egyébként azt igazolták, hogy a mérés bizonytalansága a fordulatszám abszolút értékének mérésekor kisebb mint  $\pm 3\%$ . Ez az érték 5...30 m/min sebesség, illetve 300 Hz...1,8 kHz frekvenciatartományban érvényes. Differenciális méréseknél a mérés bizonytalansága kisebb mint  $\pm 5\%$ . Az érzékelő mechanikai tűréseinek szigorú megtartásával a fenti pontossági értékek javíthatók. A frekvenciamérő rendszer időállandója határozza meg jórészt az érzékenységet. Különösen vonatkozik ez gyors





16. ábra. Négymérőhelyes vizsgálat diagramja



17. ábra. Négymérőhelyes vizsgálat diagramja

változások kimutatására. Bizonyos mértékig ez az időálló változtatható, és optimális értékre beállítható.

#### Alkalmazási terület

Az érzékelő és mérőrendszer elsősorban fordulatszám és sebesség mérésére alkalmas. Jól felhasználható vezérlésre is, mikor egyenáramú villamosmotor fordulatszámát kívánjuk szabályozni. A papír-, textil-, nyomdaiparban való felhasználása például az automatizálási lehetőségek területét bővítheti.

Szabályozható az anyag haladási sebessége a hajtómotor fordulatszámának változtatásával. Beállítható egy meghatározott nagyságú slip,

így az anyag feszítettsége is. Több meghajtómotor fordulatszámának egyidejű szabályozása is megvalósítható.

További alkalmazással és méréssel kapcsolatos kérdésekben a Mérésszolgálató Osztály szívesen áll az érdeklődők rendelkezésére.

#### Irodalom

- Greif, H.: Fényvillamos érzékelők alkalmazása az automatikában. *Műszaki Könyvkiadó*, 1969.
- Frolov, L. B.: Forgatónyomaték-mérés. *Műszaki Könyvkiadó*, 1970.
- Katisz, G. P.: Korszerű áramlásmérők. *Műszaki Könyvkiadó*, 1967.
- Nelting, H.—Thiele, G.: Elektronisches Messen nicht-elektrischer Größen. *Philips Technische Bibliothek*, 1966.



Anders, R.: Halbleiter Messtechnik. Akad. Verlag Berlin, 1969.

Telkes B.: Tranzistoros egyenfeszültség erősítők a mérés-  
technikában és az automatikában. Műszaki  
Könyvkiadó, 1970.

---

Megjelent: Műszerügyi és Mérés-technikai Közlemények,  
11. sz. 1971.

---

Автор статьи излагает современные способы измерения  
числа оборотов по поводу заводского заказа, подчеркивая

при этом метод магнитного накопления сигналов. Автором  
в этой статье описывается схема и характеристика сигналь-  
ного датчика своей конструкции. Затем автором описывается  
устройство оценки сигналов и приводятся примеры диа-  
грамм, полученных при четырехпультных измерениях.

Upon the order of a factory, author lists the up-to-date  
methods of revolution number measurements, pointing up  
the one based on magnetic storage of signals. He describes  
the circuit and characteristics of the signal transmitter designed  
by himself. He deals also with the evaluation of signals and  
publishes examples based on the diagrams plotted in the  
course of his examinations of four control points.



# Rezgésmérés és -elemzés ergonómiai szempontok alapján

KOMÁROMI TIBOR

*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 hatásu kalapján így csoportosíthatók:

- a hallószervekre közvetlenül ható rezgések, a zaj, amely az embert és a gépet körülvevő közeg közvetítésével hat;
- az ember testrészeire elszigetelten való 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 módszert ismerünk. Hazai mérési szabvány még nincs. Az ISO 2632 — 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 értékelésből 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 mértékéként a rezgésérzet szubjektív megítélését veszik alapul, pl. kényelmetlenség, fáradtság, fájdalom stb. Az ISO 2631 szabvány az egyes rezgésigénybevételi szintekhez tartozó rezgésterhelési szint-



teket 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 logaritmus egységben, általában decibelben kifejezve:

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

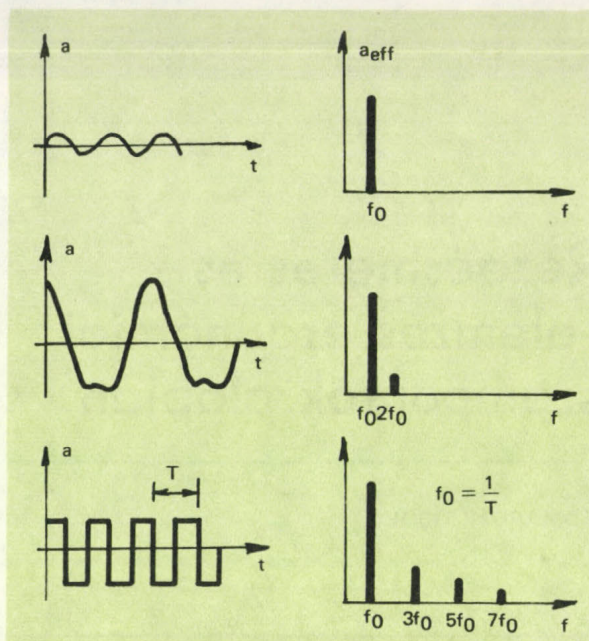
Az összefüggésben  $a_0$  jelenti az alapértéket, ezt gyakorlati szempontok szerint választják meg.

### Frekvencia és frekvenciaspektrum

Ha a rezgőmozgást leíró időfüggvény periodikus, 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



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

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 elegendőek 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 időfüggvényvel, 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 frekvenciaértékekkel 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.

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



— állandó relatív sávszélességű intervallumok, azaz

$$\frac{\Delta f_i}{f_i} = \text{const.}$$

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

Néhány nem periodikus rezgéskép 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.

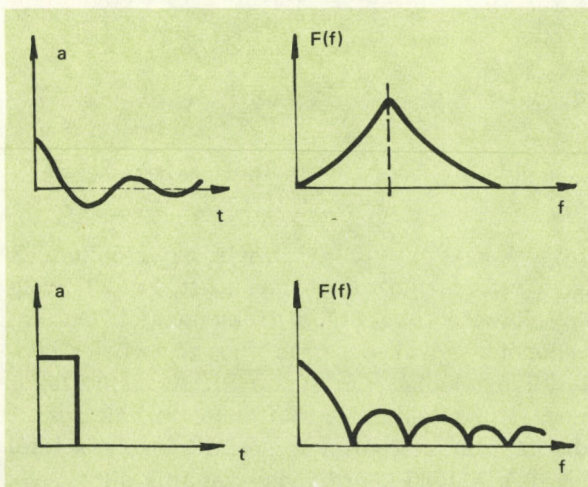
### A frekvenciaspektrum időbeli változása

A rezgés mennyiségi jellemzőinek időbeli változása a frekvenciaspektrumban is megmutatkozik. Az egyes frekvenciákhoz tartozó összetevők effektívértéke időbeli változásának statisztikai értékeléséhez újabb spektrumokat képeznek.

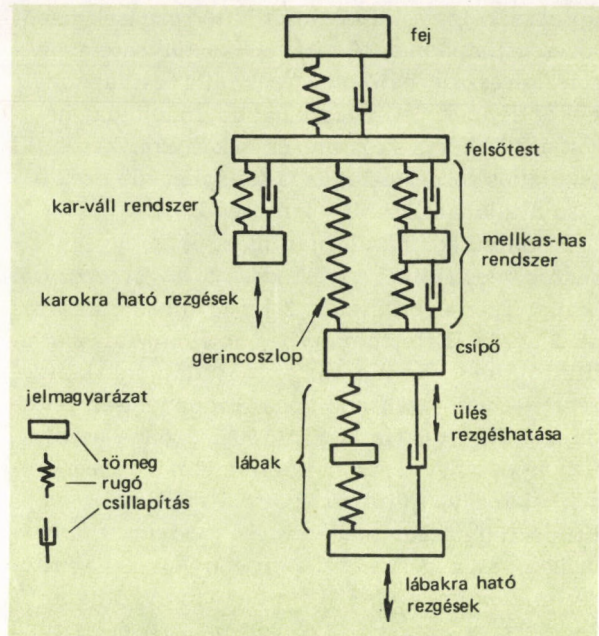
— Átlag-spektrum: a vizsgálati időn belül kijelölt, elegendően sok időpillanathoz tartozó frekvenciaösszetevők átlagából képzett spektrum.

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

*Gyorsulásszint-gyakoriság* a gyorsulás effektívértékének időbeli változását statisztikailag



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



3. ábra Az emberi test modellje függőleges irányú rezgésterhelés esetére

jellemzi. A változó gyorsulásszintből elegendő számú mintát vesznek, ezeket értékük 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 frekvenciatartományban [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



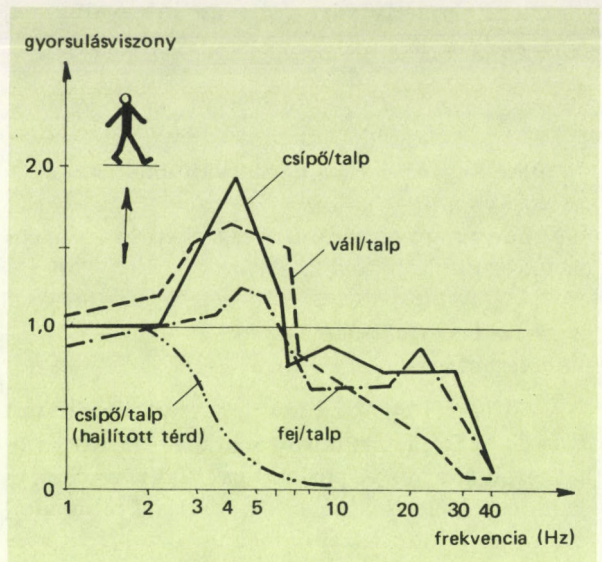
igyekeznek, így a talpakon át ható rezgések jelentősen csillapodnak. Az ülő ember törzsére az ülésen keresztül ható rezgések alig csillapodnak, ekkor lépnek fel a legnagyobb fiziológiai hatások is. Ekkor a lábakon és a karokon keresztül járulékos rezgésterhelés is felléphet, de ezek hatása általában 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 amplitúdója eléri az ülő rész amplitúdójának kétszeresét. A váll-nyakszirt zóna rezonancia-amplitúdója 4 Hz...6 Hz között 160...260% az üléshez képest. A törzson végzett elmozdulásmérésekkel megállapították, hogy a maximális amplitúdó függőleges rezgésekre a medencén, a hasüregen és a gerincoszlopon jön létre; együttes rezonanciájuk a 4...8 Hz tartományban van. A törzsben 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 gyorsulás igénybevételre jellemző számokkal kifejezve, összefoglalóan a 4. és 5. ábra mutatja.

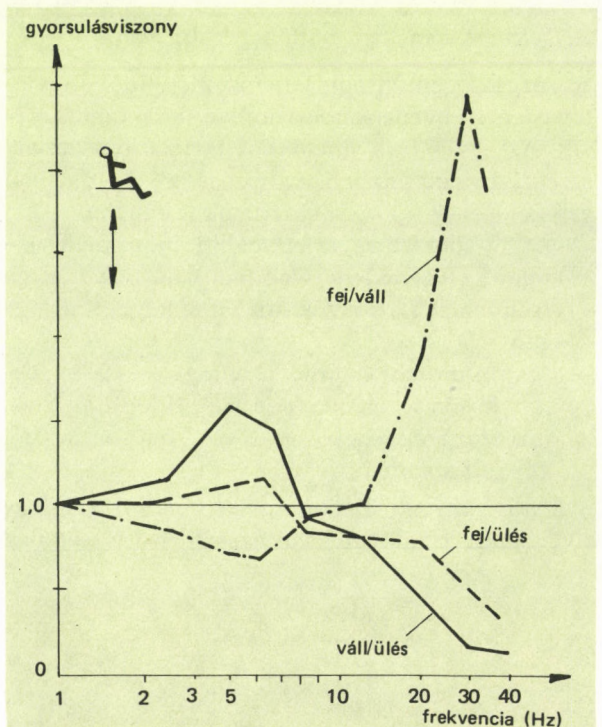
#### Élettani viselkedés

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 mutatható ki. A perifériás vérkeringés változása az ujjakon pulzus-amplitúdó növekedését és az alsó-ajakon a bőrhőmérséklet csökkenését okozza, melyek a 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



4. ábra. Az álló ember testrészeinek rezgésviszonyai



5. ábra. Az ülő ember testrészeinek rezgésviszonyai

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.

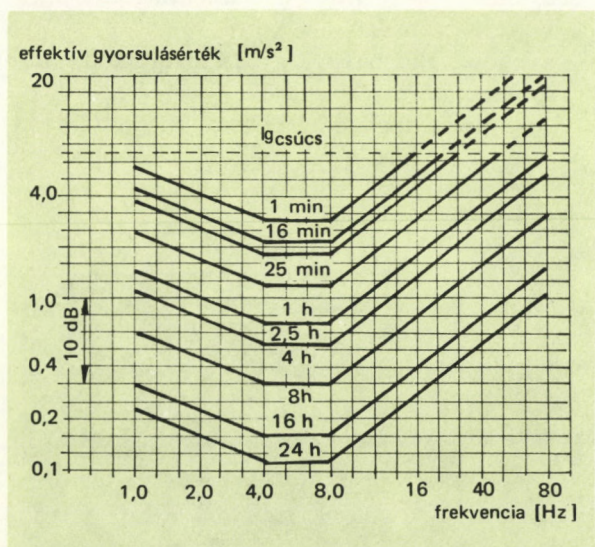
Az ezekhez tartozó rezgésterhelési szinteket a 6. és 7. ábrán látható kritérium-görbék adják meg, külön a test hossz tengelyébe eső és külön a hossz tengelyre merőleges vízszintes irányú rezgésterhelésre. A görbék közvetlenül a csökkent munkavégző képességhez tartozó, a rezgésterhelés időtartamát jelző 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.

E kritérium-görbék az  $1 \dots 80$  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 felbontóképeségén belül nyert spektrumot feldolgozni:

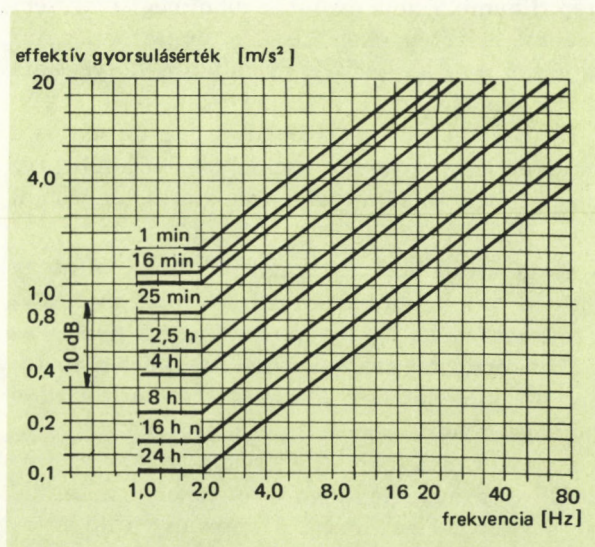
- a diszkrét frekvenciájú összetevőket külön-külön kell értékelni;
- folytonos spektrumú rezgés esetén a terc-sáv középfrekvenciájához tartozó összetevőket kell külön-külön értékelni.

Rezgés szempontjából egyforma vagy elkülöníthető időszakaszokban 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 izomösszehúzóddással válaszol, mely *időállandóval* jellemezhető, s egy izomösszehúzóddás alatt bekövetkező gyorsulás-szint-változásokat kevésbé kényelmetlennek ítéli meg, mint azokat, melyek mindegyike izomösszehúzóddást 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  $0,8 \dots 2$  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.



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



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.

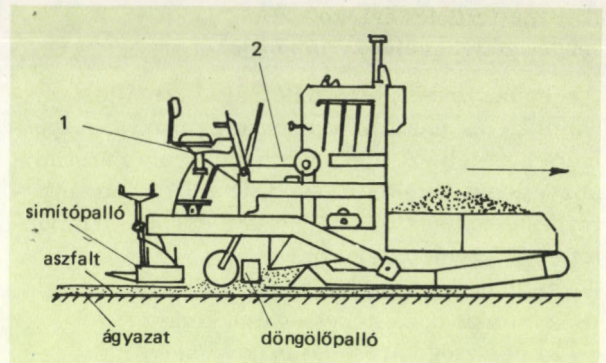
### Aszfaltterítőgép vizsgálata rezgésterhelés szempontjából

A vizsgálatot az MTA Műszerügyi és Méréstechnikai Szolgálat végezte egy D—150B típusú aszfaltterítő gépen. A feladat az volt, hogy aszfaltterítés közben a gép meghajtó motorjának és döngölőpallójának dinamikus erőhatásaiból, valamint a haladó mozgás során a terep egyenetlenségéből 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 rezgésterhelésen 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 a korszerű műszerezettség adta lehetőségeket.

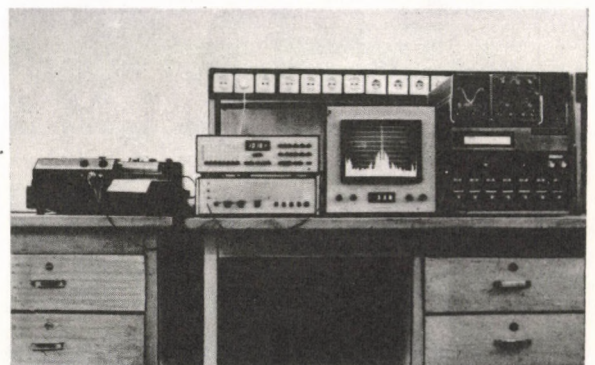


8. ábra. Aszfaltterítő gép vázlati képe

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 sávszélességű csatornán állít elő frekvenciaspektrumot. A 0...20 kHz tartományt kivéve, real-time működésű, ami azt jelenti, hogy a választott frekvenciatartománynak és a végleges sávszélességű 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



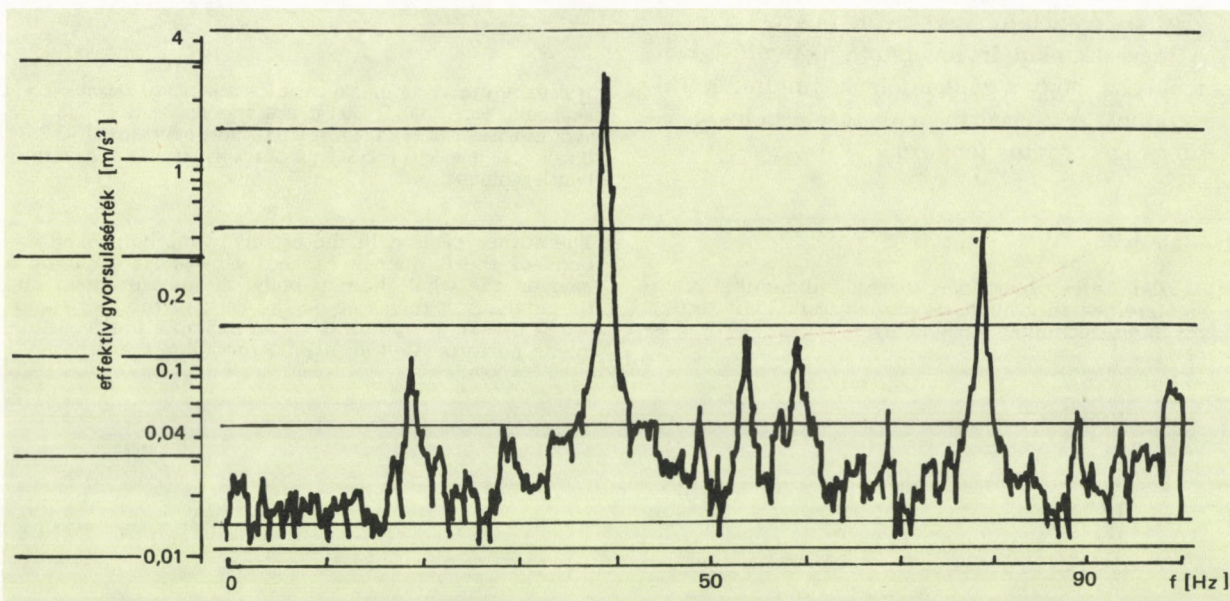
9. ábra. A frekvenciaelemzésre alkalmazott műszerek



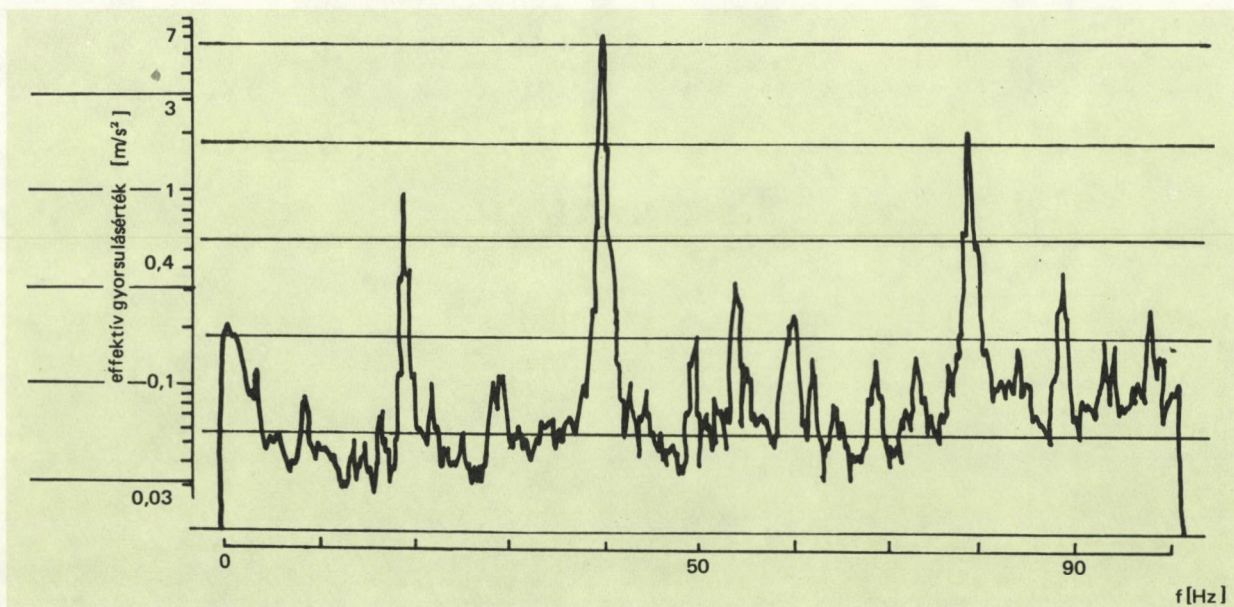
spektrumhoz képest a következő többletet nyújtja: a rezonancia helyek és a lengéstan jellemzők jobban megismerhetők, az 1...80 Hz frekvenciatartományban terc-sávossal 20, míg a 400 csatornás elemzéssel több, mint 300 frekvenciaértékre kapjuk a spektrumot. Közleményeink korábbi számaiban már olvashattunk a terc-sávossal elemzésről [1, 5]. A szóban forgó frekvenciaelemző új lehetőségeket biztosít az alacsony frekvenciás tartományokban; a legalsó, 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 üzemi állapotokra és mérőhelyekre vonatkozó mérési adatok spektrális összetételének vizsgálata megmutatta, hogy a rezgésigénybevétel 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 periodikus 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 néz-



10. ábra. Az ülésen mért rezgés gyorsulás frekvenciaspektruma



11. ábra. A munkaálláson mért rezgés gyorsulás frekvenciaspektruma



ve értékelhető különbség nem volt, mely azt mutatta, hogy a rezgésterhelés időben állandó.

A gép üzemére legjellemzőbb esetben (aszfaltterítés közben), az ülés és munkaállás által létrehozott rezgésyorsulás 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 frekvenciatartományba 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.

---

Megjelent: *Műszerügyi és Méréstechnikai Közlemények*, 20. sz. 1976.

---

В данной статье автор занимается действием механических вибраций частотой 1...80 Гц, действующих на все тело человека, их измерением и анализом на основе стандарта ISO 2631. В качестве примера рассматривается измерение асфальтирующей машины.

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.



# Építmények műszeres dinamikai állapotvizsgálata

MILLEI LAJOS

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

## 1. Széllökések 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 széllökés 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 lengésszámait mérésrel meghatározzuk. A kémény vázlatos rajzát az 1. ábrán láthatjuk.

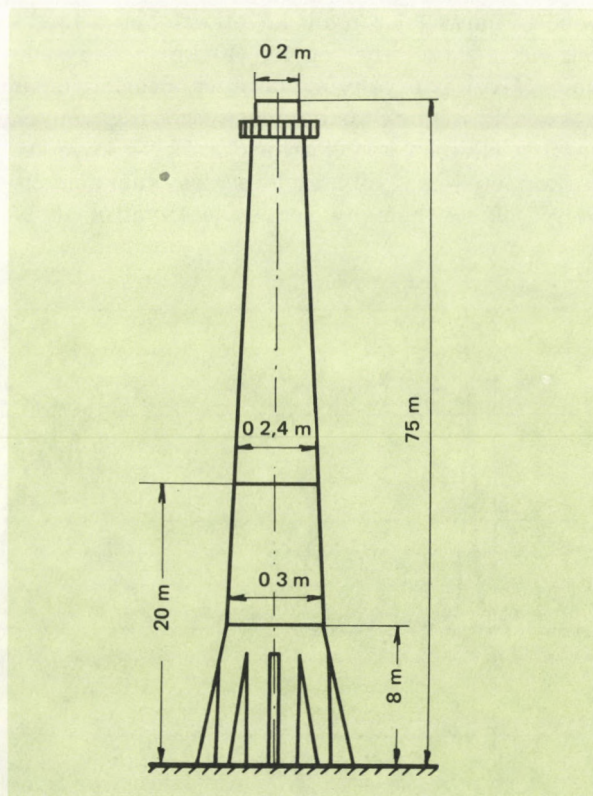
A mérési feladat teljesítéséhez olyan mérési módszert kellett kidolgoznunk, ami alkalmas a várhatóan igen kisfrekvenciás lengések mérésére. Irodalmi adatokból ismeretes, hogy a karcsú ( $L/D \approx 5$ ) és magas építmények — mint pl. tornyok, kémények, antennák sajátrezgése 0,2... 1 Hz közé esik. Ezért mérőátalakítóként Brüel—Kjaer gym. 8306 típ. rezgésyorsulásérzékelőket, mérőerősítőként pedig Brüel—Kjaer gym. 2651

típ. töltéserősítőt használtunk; e mérőrendszer alkalmazása révén a 0,03 Hz frekvenciánál nagyobb jeleket torzításmentesen mérhettük.

Mivel szükségünk volt a kéménylengések trajektóriájára is, ezért a kémény tetején (a kémény hosszanti tengelyére merőleges síkban) két, egymásra merőleges helyzetű érzékelőt helyeztünk el.

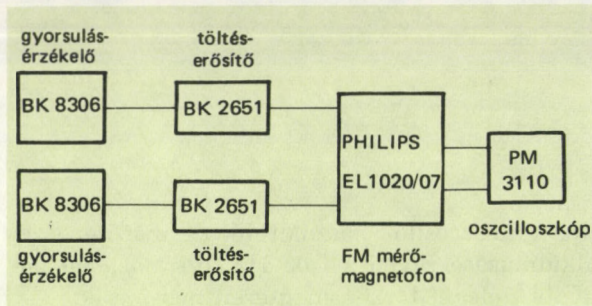
Az aerodinamikai hatások hosszabb időtartamon keresztül tartó hatásainak megismerése érdekében a lengésgyorsulással arányos villamos jeleket egy Philips gyártmányú hétcsatornás, EL 1020/07 típusú frekvencia modulációs elven működő mágnesszalagos jeltárolóval rögzítettük. A mérési elrendezés vázlata a 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 —

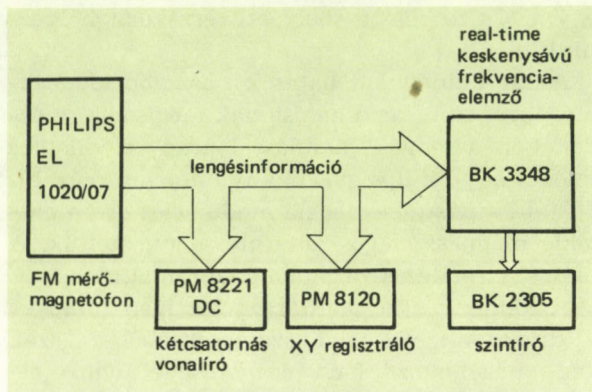


1. ábra. A vizsgált kémény vázlatrajza





2. ábra. A kémények helyszíni lengésvizsgálatánál alkalmazott mérési elrendezés



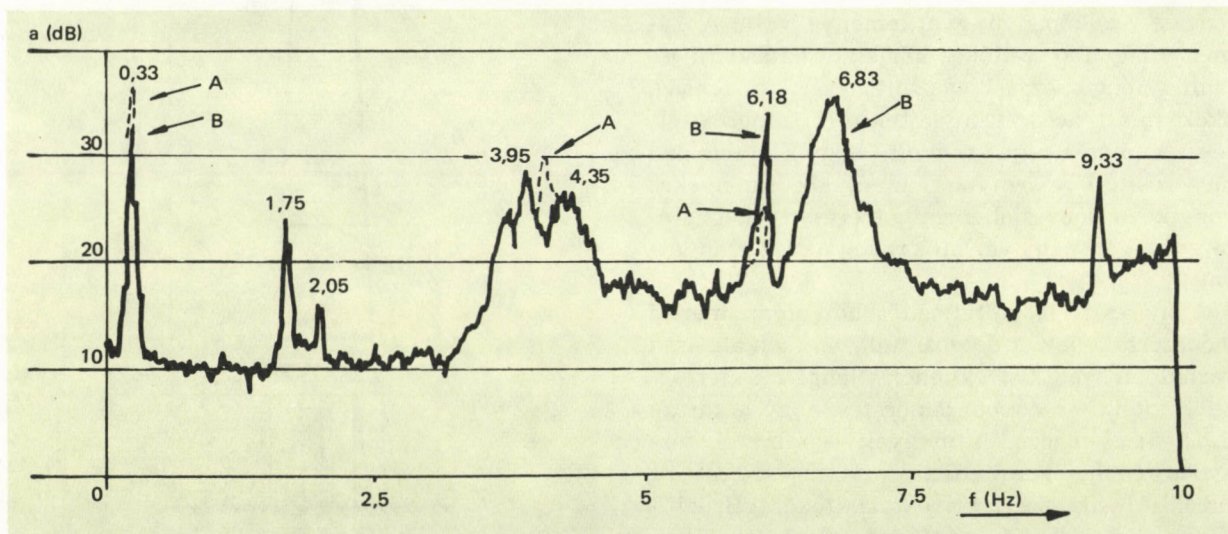
3. ábra. A kéménylengés időfüggvény, trajektória, frekvenciaspektrum kiírásához alkalmazott műszeres elrendezés

a szélesebbesség változásokat is mértük. A kedvező időjárás viszonyok következtében a mérések alatt a szélesebbesség kb. 40 km/h nagyságú volt. Mivel az örvényleválások és a torlónyomás a szélesebbességnek nem megegyező függvényei, ezért a cikkben közölt trajektóriák — következésképpen — nagyobb szélesebbességéknél nem érvényesek. A kémény lengésvizsgálatairól több-

órás időtartamú mintát tároltunk a mérőmagnetofonnal. A mérés egyik célja a kémény önlegrésszámának mérése volt. A rezgés gyorsulás időfüggvény frekvenciaelemzéséből a kémény önlegrésszáma meghatározható. Az időfüggvény frekvenciaelemzéséhez a Brüel—Kjaer gym. 3348 típusú „azonos idejű keskenysávú frekvenciaanalizátort” használtuk. (A műszer működési elvét részletesebben ugyanezen számban a szerző másik cikke ismerteti).

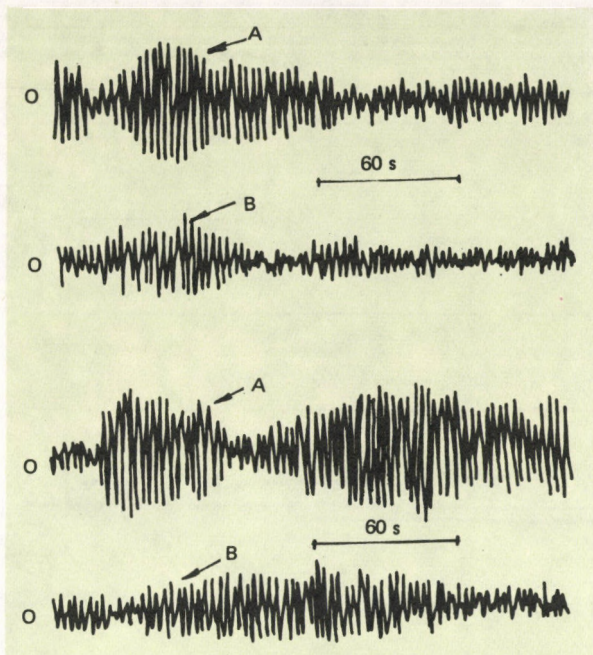
Az elemzéshez használt mérési elrendezés blokkvázlatát a 3. ábrán láthatjuk. A frekvenciaelemzés során a rezgés gyorsulás időfüggvényét a 0,025...10 Hz frekvenciasávban elemeztük. A rezgésspektrum diszkrét sávszintjeinek várható értékét 64 statisztikailag egymástól független mintából határoztuk meg. Az analízator 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 azonos idejű 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 lengésvizsgálatai 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.

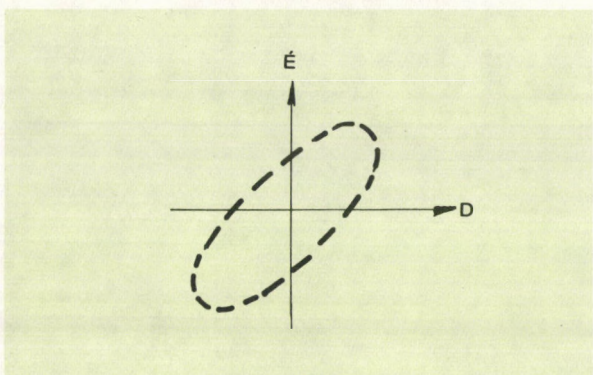


4. ábra. Kéménylengés lineárisan átlagolt rezgés gyorsulásszint spektruma. Mindkét lengéskomponens (hasonlóságuk miatt) egy spektrumon ábrázoltuk





5. ábra. Különböző mintavételekből származó kéménylengések rezgés gyorsulás időfüggvényei



6. ábra. A kéménylengések trajektóriája

mok. 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 rezgés gyorsulás komponens hatását elhanyagolhatjuk, mivel a felharmonikus kétszeres integrálása után belátható, hogy jelenléte csak mintegy 1<sup>0</sup>/<sub>0</sub>-kal követi az önlengésszámnál jelentkező rezgéselmozdulást.

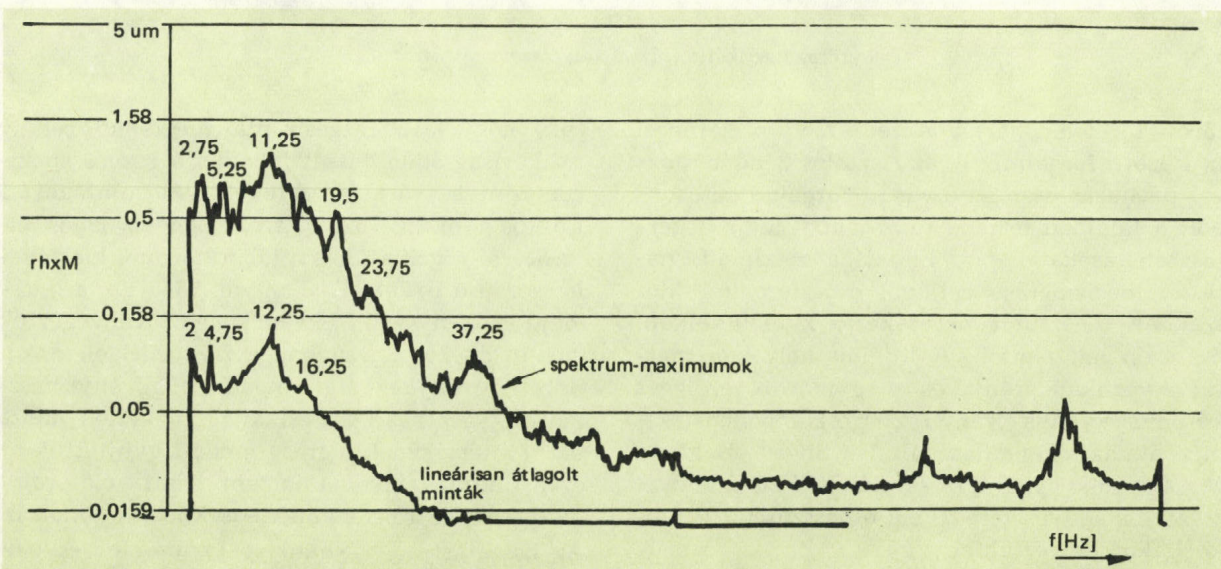
A kéménylengések 0,33 Hz-es frekvenciakomponensének időfüggvényét a Philips gym. PM 8221 típ. kétsatornás egyenáramú vonalíróval regisztráltuk. A kéménylengések időbeni változásait jellemző regisztrátumokat az 5. ábrán mutatjuk be.

A kéménylengések trajektóriáját a 3. ábrán látható mérési elrendezésnek megfelelően egy Philips gym. 8120 típ. X—Y regisztrálóval rögzítettük. A kéménylengések trajektóriája a 6. ábrán látható.

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

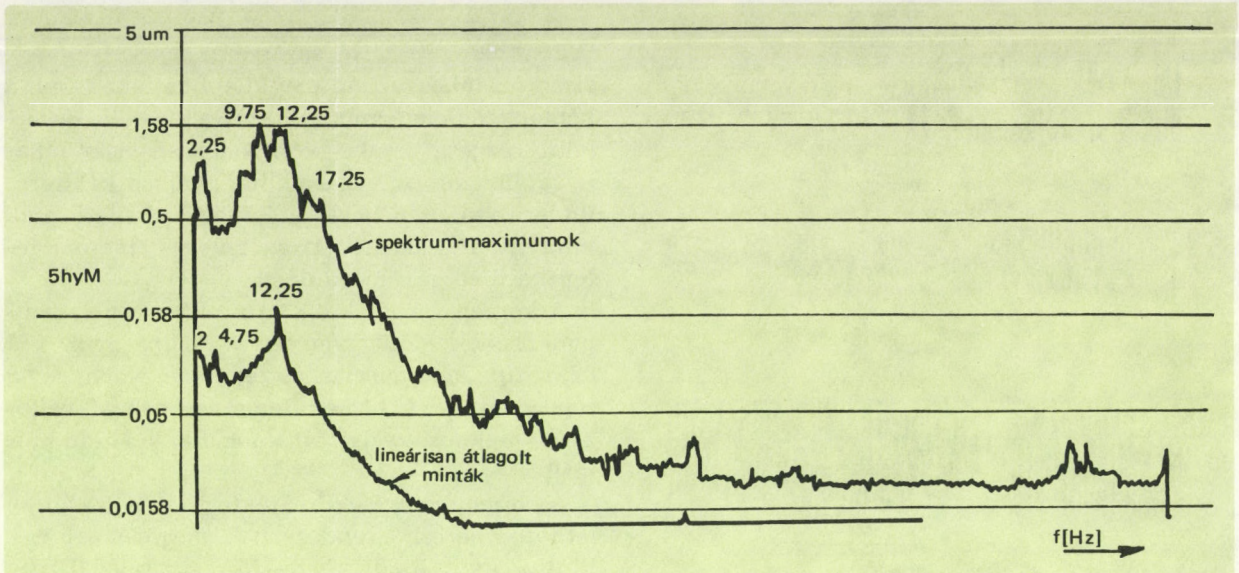
Alacsony rezgésszintű követelményeket kielégítő építmények alapozásának tervezéséhez nem elegendő csupán statikai módszerekkel meghatározott talajfizikai jellemzők ismerete, hanem ismerni kell az épületre az altalajból származó gerjesztő rezgések dinamikusan jellemzőit is, hogy a várható dinamikusan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

A szóban forgó létesítményt a tervek szerint a Kerepesi út és Asztalos Sándor utca által ha-

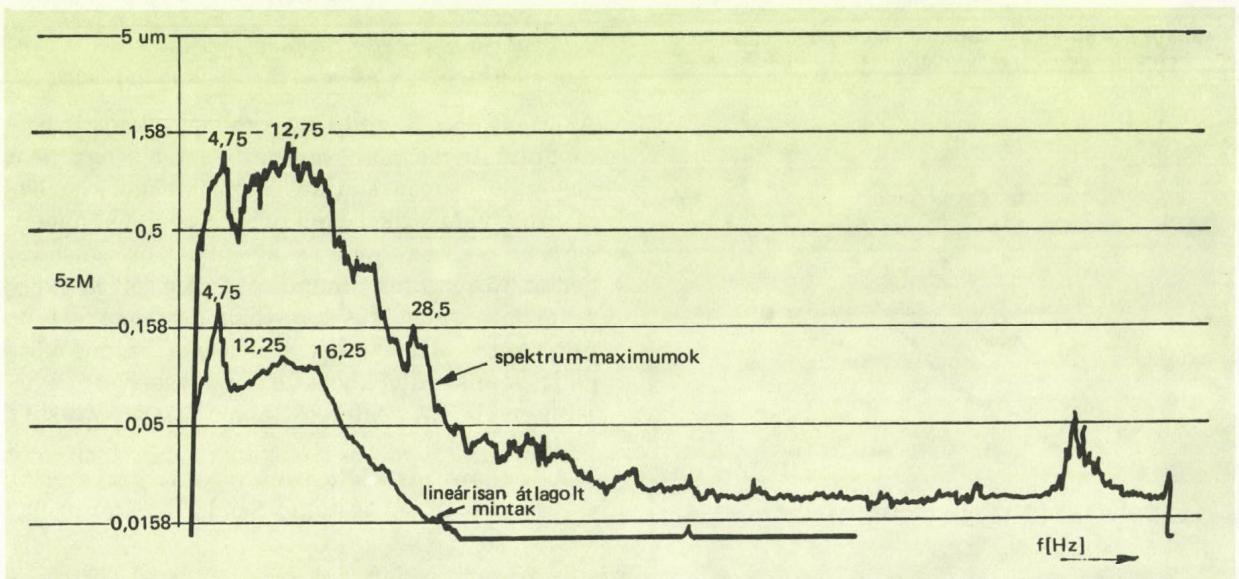


7. ábra. „hx”-irányú talajrezgés spektrumok





8. ábra. „hy”-irányú talajrezgés spektrumok



9. ábra. Vertikális irányú talajrezgés spektrumok

tárolt területen helyeznék 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, összesen hat ponton. A kijelölt helyeken mértük a vertikális irányú és az egymásra merőleges két horizontális irányú rezgéskomponenst. A mérőátalakítóként használt Hottinger—Baldwin Messtechnik gym. B4z és B4h típusú úradókat a talajba süllyesztett 60 cm élhosszúságú betonkockákon helyeztük el.

Statisztikai vizsgálatok útján megállapíthat-

tuk, hogy 512 rezgésminta megfelelő relatív gyakoriság-stabilitással jellemzi a rezgés spektrumszintek várható értékeit. A mintákat a Philips gym. EL 1020/07 típ. mágnesszalagos jel-tárolóval rögzítettük, s a laboratóriumi kiértékelés 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 használtunk. 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 előfordult spektrummaximum görbét a kedvezőbb



összehasonlíthatóság érdekében közös felvételen ábrázoltuk. Amint ez a felvételeken is látszik, a spektrumokon a maximum 12 Hz körül jelentkezik és a helyi maximum után a görbék —12 dB/oktáv meredekséggel csillapodnak. A kisfrekvencián jelentkező kiemelés okára a választ az adja, hogy a telken levő általaj feltöltött, nedves állapotú, így a rezgéshatárokat kis csillapítással közvetíti. A 7., 8. és 9. ábrákon egy-egy horizontális és egy azonos mérőhelyhez tartozó vertikális rezgésspektrummal szemléltetjük a talajrezgéseket.

---

Megjelent: *Műszerügyi és Méréstechnikai Közlemények*, 20. sz. 1976.

---

---

В статье сообщается об исследованиях колебаний сооружений различного назначения и анализируются разные динамические действия, которым подвергаются сооружения. Излагается исследование колебаний заводской дымовой трубы под воздействием толчков ветра, а также анализ вибраций, вызванных в грунте автодорожным и железнодорожным движением.

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 the vehicle traffic on buildings and the analysis of soil vibrations originated by road and railway traffic.



# Megfigyelés — automatikusan vezérelt fényképezőgéppel

CECH VILMOS

*Az automatikusan vezérelt fényképezőgép ma már fontos eszköz az emberi megfigyelés helyettesítésére termelési folyamatokban, hosszabb időtartamú jelenségek követésében. A szerző az ilyen célú fényképezőgépek, filmfelvevők és nyersanyagok ismertetése után gyakorlati példaként leírja az elvégzett mérési feladatokat: munkanap-fényképezés, forgalomszámlálás és állatmegfigyelés.*

Az iparnak, mezőgazdaságnak stb. a gyors fejlődéshez szüksége van sok információs anyag statisztikus feldolgozására. Az adatok összegyűjtése, rögzítése gazdaságosan és dokumentálhatóan sok esetben fényképező- vagy filmfelvevő géppel a legcélszerűbb. Az automatikusan vezérelt fényképezőgéppel készített filmfelvételek azokon a területeken a leghasznosabbak, ahol az ember mint megfigyelő, már nem képes eredményesen követni az egyidejűleg történő, párhuzamosan folyó jelenségeket, vagy az emberi megfigyelőképesség számára túl lassan vagy túl gyorsan végbemenő eseményeket.

Közismert dolog, hogy pl. a virágnylás menetét bemutató film vezérlő berendezéssel ellátott filmfelvevővel készül. A virág — a megfigyelni kívánt tárgy — elég kis méretű ahhoz, hogy megfelelő képfelvételi sebességgel a jelenség teljes folyamatát részleteiben és egészében is rögzíthessük, s egyetlen lényeges pillanat se maradjon ki. Az ember nem képes hosszú időn keresztül fokozott figyelmet fordítani valamely fontos eseménysorozatra és az apró részletekre.

## Automatikusan vezérelhető filmfelvevők, fényképezőgépek

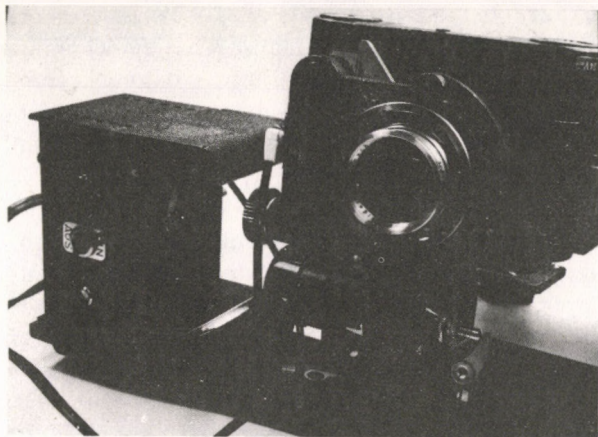
A filmfelvevőgépeket leginkább olyan esetekben alkalmazzák, ahol az eseményt filmszerűen is vetíteni akarják. A jelenség lejátszódási idejét a felvételkor célszerűen választott képfrekvenciával gyorsítani lehet. A filmfelvételek készítésével két filmméret között kell döntenie. A 16 mm-es film nyersanyaga olcsóbb, kidolgozása gyorsabb, kezelése, értékelése, vetítése, raktározása egyszerűbb, mint a 35 mm szélességűé. Az utóbbi részletdúsabb, élvezhetőbb, de nyersanyaga, hívása, másolása, kezelése, értékelése, vetítése, tárolása sokkal többbe kerül mint a 16 mm-es filmeké. Az olyan film esetében, amely csak statisztikus vizsgálathoz készült és a szerzett információk csak kis körben kerülnek szakemberek, érdeklődők elé, a 16 mm-es méret; ha a vizsgálatok részlet dúsága, kivitele fontos, vagy ha nagy számú érdeklődő előtti bemutatás számára is készül, a 35 mm-es filmméret a megfelelőbb.

Az időben lassan lejátszódó jelenség filmre vételére a legtöbb filmfelvevő alkalmas, ha az rendelkezik automatikus vezérlő szerkezettel, kapcsoló órával, amely előre kiszámított és beállított időközönként automatikusan jelet ad a filmfelvevőnek. A nagyobb kamerákat gyártó gyárak szállítanak ilyen vezérlőberendezéseket az általuk gyártott filmfelvevőkhöz. Nálunk a kutatóintézetekben, filmgyárakban a leggyakrabban az *Arriflex 35* és *Cameflex 35* típusokat alkalmazzák. A 16 mm-es filmfelvevők közül kockánkenti felvételre alkalmasak az *Arriflex 16*, a *Pentaflex 16*, *Bolex H16*, általában a tükörreflexes keresővel ellátott gépek. A tükörreflexes vagy prizmás filmfelvevők különösen a közeli, vagy a mikroszkopikus felvételek készítésénél előnyösek, mert könnyű és gyors az élesre állítás és a felvétel képkivágásának ellenőrzése.

Az automatikusan vezérelt fényképezőgépeket olyan esetekben alkalmazzák, amikor a filmfelvevők által készített filmkockák negatív mérete, vonalfelbontása, információtartalma nem felel meg a követelményeknek, vagy csak kisebb számú felvételt kell készíteni.

A legismertebb a *Robot-* és az *NDK* gyártmányú *Pentacon Super* automata fényképezőgép család. Mindkét fényképezőgépben a filmet villa-

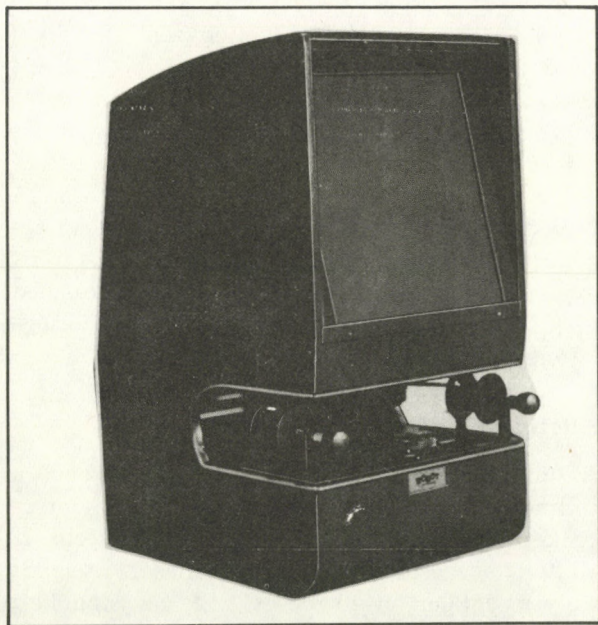




1. ábra. Robot Recorder 36 ME típusú fényképezőgép tartó állványra szerelve, amelyen óraszám-lap képszámláló is van. A 60 m-es filmkazetta a kamera hátlapjához elmozdulásmentesen csatlakozik

mosmotor továbbítja, s a kameratesthez nagyobb hosszúságú film befogadására is alkalmas kazetta csatlakozhat. A Robot kamerához így, a normál patron töltésén kívül, 10, 30 és 60 m-es filmkazetta is tartozik (1. ábra).

A fényképezőgép vezérlő órával működtethető, s hosszú időre, esetleg napokra is magára hagyható. A vezérlő órával tág határok között szabályozható az expozíciós és a képismétlődési idő. A Robot Recorder 36 ME típusú fényképezőgépen egy tükör is van a kamera felső részén, amellyel óra, képszámláló, adattábla vagy más egyéb jelzés fényképezhető a képmező sarkába. A bevetített kép  $8 \times 8$  mm-es méretű, s a képmező sarkában mindig elhelyezhető úgy, hogy



2. ábra. Asztali olvasó készülék a felvételek értékeléséhez

a fényképezendő területből ne takarjon ki értékes részt. A fényképfelvételek értékelése során mindig segítségünkre van, és a tévedés veszélyét is kizárja a kép száma és a felvétel idejét mutató óraszámplap képe.

A felvételeket általában a negatívról készített pozitív csíkmásolatról értékelik diavetítő, vagy mikrofilmolvasó (2. ábra) berendezés segítségével. A legjellemzőbb felvételek negatívjáról készített fényképek szemléletesek, s jelentések, publikációk fényképillusztrációi céljára alkalmasak.

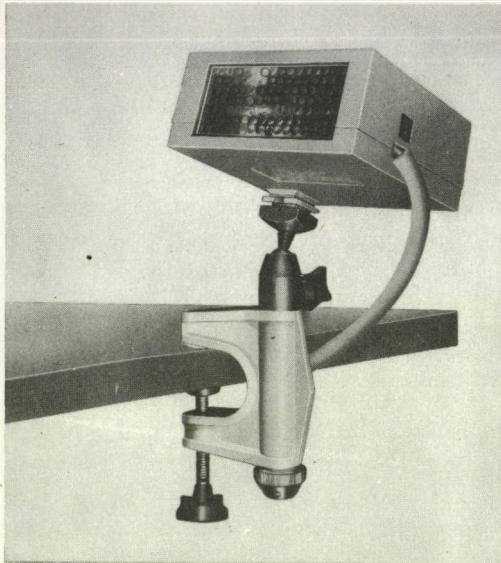
Az automata fényképezőgépekhez sok cserélhető objektív tartozik. 30 mm-es gyújtótávolságú, nagylátószögű és a 150 mm-es teleobjektív közötti típusokból kiválasztható a témának legmegfelelőbb leképező rendszer.

Az automata fényképezőgépekkel készített felvételeknél a tárgy megvilágítása nem minden esetben állandó. Gyakran a fényképezendő tárgy vagy térség a szabadban van, s a megvilágítás időben erősen változó. Ilyenkor az automata fényképezőgép mellé egy személyt kell állítani, aki a fényképezőgép rekeszét a megvilágításnak megfelelően zárja vagy nyitja. Ennél sokkal jobb, korszerű megoldás, ha fényérzékelő szervomechanizmussal vezéreljük az automata kamera rekesznyílását. Az ilyen tartozék azonban nagyon költséges.

### Villanófény alkalmazása

Ha természetes vagy vegyes világítású helyen kell hosszabb ideig felvételeket készíteni, célszerű villanófényt használnunk. A villanófény azért is előnyös, mert pl. az állatok rendes életkörülményeit nem befolyásolja úgy, mintha reflektorfényt kellene éjjel-nappal elviselniük. A párhuzamosan kötött villanólámpákkal 20... 30 m hosszúságú területek bevilágíthatók úgy, hogy nappali fényben is lehet felvételeket készíteni. Ha több napon keresztül, vegyes megvilágítású helyeken fényképezünk, célszerű a fényképezőgép zárját  $1/60$  s-ra vagy  $1/120$  s-ra beállítani, s a villanólámpákat olyan sűrűn elhelyezni, hogy a várható legerősebb természetes fény se okozzon túlexpozíciót. Gyakorlatunkban legjobban bevált a hálózatról üzemeltetett VEB Elgawa Plauen V. (NDK) gyártmányú Minilux villanó berendezés (3. ábra). Ezek a kisteljesítményű, és kisméretű fényforrások könnyen felszerelhetők, olcsók és beszerzésük egyszerű. A villamosberendezéseket nem célszerű állandóan feszültség alatt, feltöltött állapotban tartani, mert a helyiségben levő por, illetve a meleg tűzveszélyt okozhat. Ezért hosszabb időközönként (5, 10, 15 min-ként) készülő felvételek esetén a





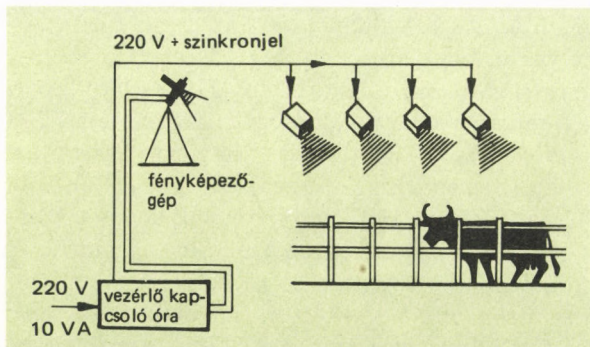
3. ábra. Minilux típusú hálózati villanólámpa gömbcsuklós asztali állvánnyal, tartó lécre erősítve

villanólámpa tápegysége a fényképezés előtt 20—30 s-mal kerül feszültség alá, s kezdi tölteni a kondenzátort a névleges feszültségre. A vezérlő egység villamos-mechanikus kapcsolóórája ugyanis egy érintkezőpár beszerelésével átalakítható, ami a villanólámpák villamos áramát kapcsolja be.

Az exponálás pillanatában a fényképezőgép zára süti ki a villanólámpákat. A villanólámpák összekapcsolásánál vigyázzunk arra, hogy a hálózatra és a szinkronvezetésekre azonos polaritással kapcsoljunk, különben az üzemük bizonytalanra lesz, s a töltés ideje alatt a más polaritású villanólámpákon keresztül ki is sül (4. ábra).

### Filmnyersanyag

Az automata vezérlésű fényképezőgépekben általában fekete-fehér negatív filmet használunk, s ezek közül is a nagy érzékenységtartományú, magasabb érzékenységű filmeket. Leg-



4. ábra. Az automatikus vezérlésű fényképezőgép összekapcsolása a villanólámpákkal

gyakrabban az *Ilford HPS 27—29 DIN* és az *Ilford HP3 24 DIN*, valamint az *ORWO NP55 20 DIN* anyagokat használjuk. A nagyobb érzékenységű filmeknél szűkebb rekesznyílást állíthatunk be, ami a fényképezett terület mélységélességét nagymértékben növeli.

Az automata fényképezőgép zárszerkezete szinkron üzemű, ami azt jelenti, hogy a villanófény számára a kontaktust teljesen nyitott állapotban adja, s így a villanófénnyel a legrövidebb (1/500, 1/750 s) expozíciós időknél is használható.

### Néhány alkalmazási példa

#### Munkanapfényképezés

A *BRG Kecskeméti Gyáregységében* szerelőszalag munkáját fényképeztük 20 s-ként reggel 7 h-tól 15 h 30 min-ig. A vizsgált időszak alatt készített mintegy 1530 felvételről meg lehetett állapítani a műszak során előforduló munkafennakadásokat, s azok időtartamát. Követni lehetett a diszpécserok mozgását, tartózkodási helyeiket és azok idejét, szalag mellett dolgozók alkatrészellátottságát, s annak ütemességét. A szalag mellett dolgozók testtartásából megállapíthatták, hogy a műszak során mely dolgozók vannak jobban terhelve, s mely munkahelyeken rövidebb a szerelési idő az ütemidőnél (5. ábra).

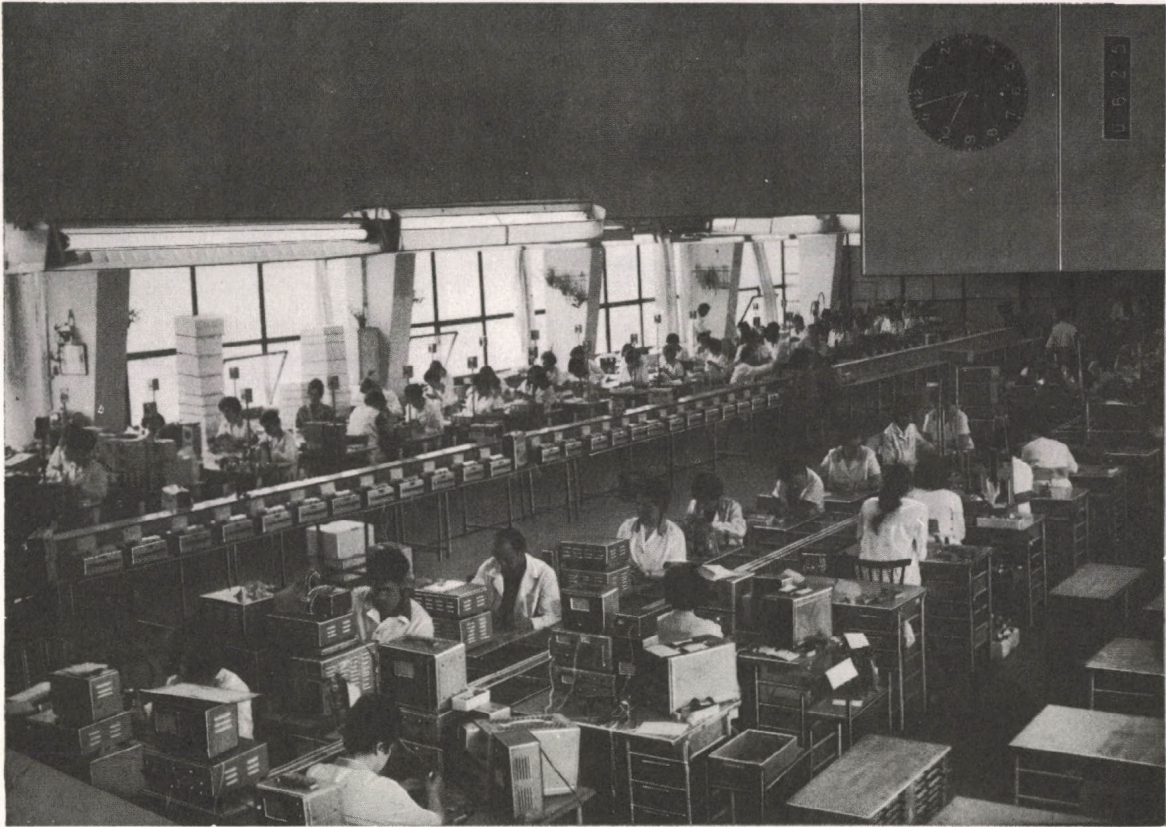
#### Forgalomszámlálás

Hosszú időn keresztül a forgalomszámlálás komoly szervezési feladatot is jelentett a szakemberek számára. A járművek honnan—hová számlálása a régi korszerűtlen színes cédulás módszer vagy rendszám feljegyzés óta sokat fejlődött a fényképezés alkalmazásával. A 2...4 s-ként készített fényképekről a honnan—hová forgalmon kívül meghatározható a vizsgált területen való járművek átlagos mozgási sebessége útiránya, leggyakoribb sávvaltoztatása. A felvételek értékelését egy szakember és egy segéderő is elvégezheti rövid időn belül, ami figyelemre méltó munkaerő- és időmegtakarítást biztosít a régi módszer nagy munkaerő-szükségletéhez képest (6. ábra).

#### Állatmegfigyelés

Az üzemszerű állattenyésztés elterjedésével a technológia tökéletesítése egyre jobban előtérbe került. Fokozott figyelemmel kell kísérni az állatok mozgását, étkezését, pihenését, nyugodt vagy nyugtalan viselkedését, hogy az istállókat, ólakat a legmegfelelőbb módon alakítsák ki a tenyésztés, a tejtermelés, vagy hizlalás céljai-





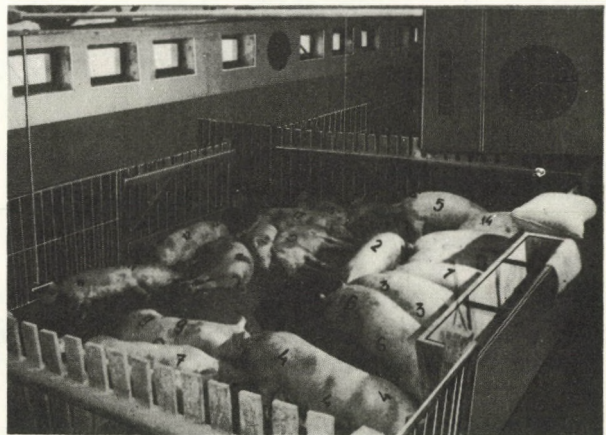
5. ábra. Szerelőcsarnok munkamenetének, anyagellátásának felmérésekor készült vizsgálat egy filmkockájáról készült kép. A fénykép jobb felső sarkában az óra jelzi a felvétel idejét és a számláló a kép sorszámát



6. ábra. Forgalmatszámolás filmfelvételekről. A budapesti Clark Ádám tér forgalmát különböző időpontokban 2...4 s-ként Arriflex 35 filmfelvételgéppel fényképezik

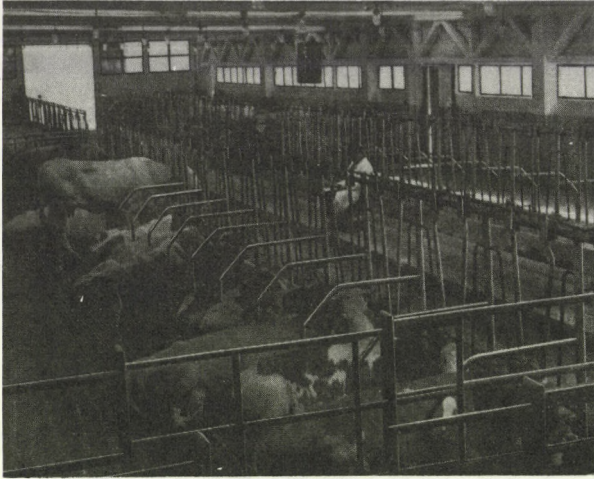
nak megfelelően (7. ábra). A hosszú ideig tartó film- vagy fényképfelvételek segítségével több olyan súlyos hibára derült fény a más vizsgálati céllal készült felvételek során, amelyek a vizsgált tenyésztő telepek eredményeit károsan befolyásolták. Ezekből néhányat említve: az etetések időpontja a vizsgált 4—5 napos periódus alatt 45...60 min-es ingadozást mutatott. Az ál-

latok éhesen az ajtó felé fordulva, nyugtalanul várták az etetést hosszú időn keresztül. Sertés-hizlaldában a sertések számára nem volt olyan lánc vagy egyéb zörgő „játék” elhelyezve, amelyik a sertés mozgás- és játék-igényét kielégítette volna, így a hizlalásra fogott állatok ha-



7. ábra. Sertés-hizlaldában a rekesz helykihasználásának ellenőrzésére irányuló vizsgálatok során a sertések gyakori pihenőhelyét, pihenésük időtartamát, testhelyzetüket, étkezésük időtartamát, az itató használatának gyakoriságát kísérték figyelemmel. A felvételeket 5 min-es időközönként készítették





8. ábra. Szarvasmarha istállóban végzett állatmegfigyelés során az állatok pihenési idejét és a pihenés időbeni eloszlását vizsgálták szállítás után hosszú időn keresztül. A fényképfelvételek 10 min-ként készültek

rapdálták társaikat, amire azok felugrottak és a fekvő társaikon keresztül gázoltak, megzavarva azok pihenését. — Sok hasonló és más kisebb-nagyobb hiba kiküszöbölésével a termelési eredmények jelentősen megjavultak.

Az állatgondozók személyes megfigyelései, feljegyzései is sok tapasztalatot nyújtanak, de

azok nem terjedhetnek ki egyidejűleg sok állatra, s hosszú időtartamra (8. ábra). A megfigyelések szubjektívek, s nem biztos, hogy minden tekintetben a leglényegesebb jellemzőket tartalmazzák, ha azok a termelést tervező és irányító szakemberek kezébe érkeznek. A film és fénykép mintegy személyes részvételt is ad a hosszú vizsgálati időről a felvételek dokumentum jellege mellett.

---

Megjelent: *Műszerügyi és Méréstechnikai Közlemények*, 13. sz. 1972.

---

Автор в своей статье излагает преимущества съемок управляемых автоматически, которые связаны с длительными по времени событиями. Кратко излагаются оборудования и характеристики управляющих механизмов. В конце статьи сообщаются примеры нескольких работ, разработанных по заказу, например: фотографирование трудового дня, учет движения, наблюдения за животными.

The author makes us acquainted with the advantages offered by automatically controlled photography applied for observation of events lasting longer. Characteristics of the best known equipment and control mechanism are summed up. Finally, the author reports some of his jobs for example: photography on a working day, traffic counting, observing of animals.



# Nagysebességű filmfelvételek értékelése számítógéppel

CECH VILMOS – EGRI BÉLA – RÁNKY MIKLÓS

*A nagysebességű filmfelvételek információs adatainak feldolgozása egyszerű eszközökkel gyakran hosszú és pontatlan. A kézzel szerkesztett út—idő diagramok egyszerű és kétszeres differenciálásával a mérési és szubjektív hibák erősen megnöttek és téves következtetésre vezethetnek. Az intenzív számítógépes értékelés elősegíti a mérési eredmények gyors, pontos numerikus és grafikus feldolgozását. Egy mechanikus szerkezet mozgáselemzésének menetét ismerteti a közlemény.*

Sokféle módszerrel vizsgálhatjuk a mozgásokat. A nagysebességű filmfelvétel, mint a jelenségeket rögzítő eszköz, a következő előnyös tulajdonságai miatt rendkívül alkalmas rövid idő alatt lejátszódó események vizsgálatára:

- technikailag aránylag egyszerű;
- szükség szerint több százszoros — több ezer-szeres lassításban örökíti meg a jelenséget;
- a képnagyítás mértéke tág határok között változtatható;
- a módszer nem visz zavaró tényezőket a vizsgálandó eseménybe;
- aránylag „mostoha” körülmények között is elkészíthetők a felvételek;
- az előhívott filmen a jelenség vizuálisan jól értékelhető.

Napjainkban már kialakult a nagysebességű filmelés alkalmazási területe — és sok esetben ez az analízis a leggazdaságosabb és legeredményesebb.

## A nagysebességű filmfelvétel elsődleges és latens információi

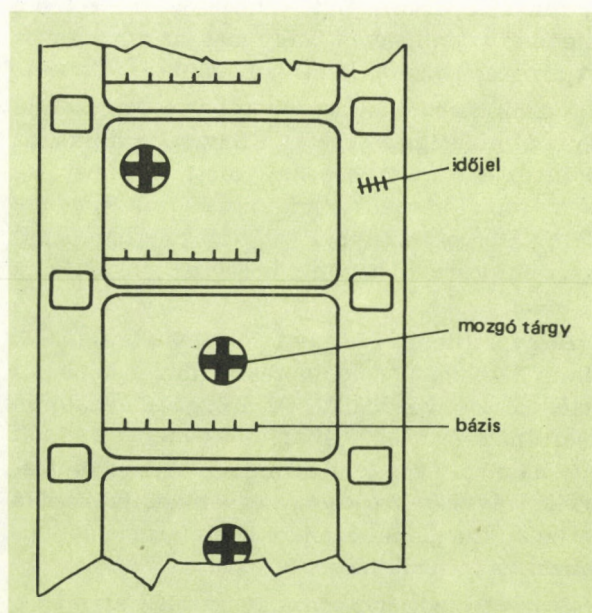
A rögzített képinformáció lényegében a vizsgált jelenség optikailag leképzett pontthalmaza. A

képkockák a mozgó tárgy és a bázisok vizsgált pontjainak térbeli elhelyezkedését rögzítik, a felvételi képfrekvenciának megfelelő időközönként. Vetítéskor az „elsődleges” információtartalom jelenik meg: a mechanikai mozgások, relatív elmozdulások vagy deformációk. A filmre exponált képek azonban sok látens információt is tartalmaznak, amelyek csak a megfelelő értékelő folyamattal vagy analízissel hozzáférhetők.

A ma használatos nagysebességű kamerákkal a filmre időjeleket lehet fényképezni. Időlépték-ként használva ezeket a jelenség analízisének, az időbeli lefutásról is pontos és értékelhető információkat kaphatunk (1. ábra). Az információtartalmat növelhetjük, ha színes nyersanyagokat használunk, amikor a mozgásokon kívül a színváltozással fizikai vagy kémiai események is rögzíthetők.

## Az értékelés matematikai és számítógépes módszerei

Sok esetben elegendő tanulság vonható le a vizsgálandó jelenségről a vetítéskor látottakból. Szerencsésen megválasztott sebességgel készített, jó minőségű felvétel referenciapontjainak ismeretében egyszerű eszközökkel használható út—



1. ábra. Mozgás rögzítése nagysebességű filmfelvételen



idő diagramot szerkeszthetünk. A jelenségek időbeli lefutása általában nem ismert, ezért a választott képfrekvencia nem minden esetben optimális. A filmanyagok felbontóképessége függ az érzékenységtől, kedvezőtlen esetben a referenciapontok koordinátái nem olvashatók le tökéletes biztonsággal, az értékelő személyi hibái is bekerülnek az eredménybe.

A hibás értékekről vagy kevés pontból rajzolt görbe, (görbesereg) félrevezethető lehet, és a vizsgált jelenség törvényszerűségeit nem tudjuk megállapítani. A görbék „simítása”, a hibák számítása és korrekciója, az első látásra nem észlelhető törvényszerűségek megkeresése, a törvényszerűségek függvényvel való felírása, annak differenciálása vagy integrálása és további műveletek jól definiálhatók, de általában rendkívül sok munkával járnak. Indokolt és célszerű tehát számítógépet bevonni a feladat megoldásába. Már az egyszerűbb vizsgálatoknál is több ezer fázisképet és mérési pontot kell figyelembe venni és az út—idő diagram felrajzolásán túl a vizsgálat nem folytatható manuális módszerekkel.

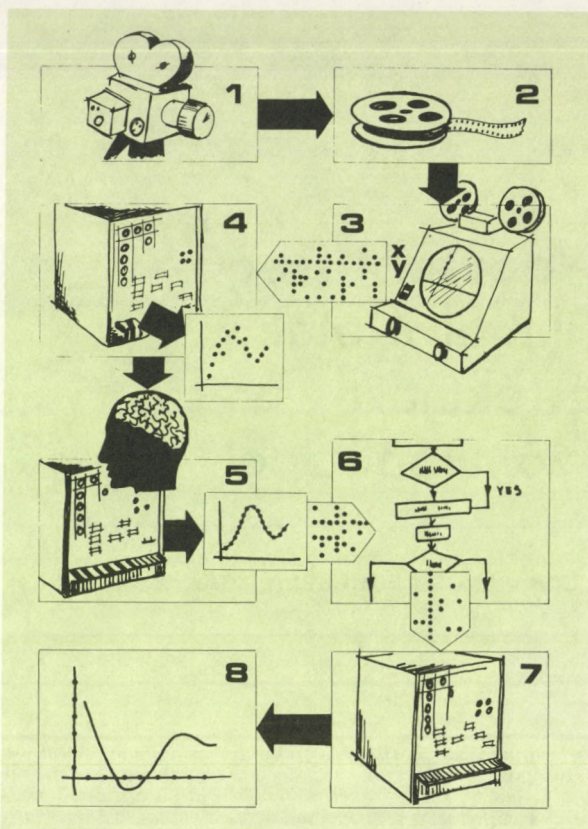
### A számítógépes értékelés

Módszerünk segítségével, standard filmtechnikai és számítástechnikai berendezések felhasználásával, szinte minden típusú film értékelhető kisszámítógéppel, hagyományos perifériákkal. A később ismertetésre kerülő munkánkhoz TPA-i kisszámítógépet használtunk, 2×32 K kapacitású mágnesfóliás háttértárolókkal; saját fejlesztésű HSSP High Speed Subroutin Package, Basic programnyelven írt szubrutin csomaggal értékeltünk. Speciális igényekhez természetesen nagyobb számítógépet, vagy más, az alkalomhoz írt programot is fel lehet használni.

Számítástechnikai szempontból a nagysebességű filmfelvétel előlétele: a felvételtechnika, az előhívás stb. nem érdekes, mert a filmszalag csak mint közbelső adattároló (intermediate Data Storage) szerepel az értékelésben, amit igazi információ beviteli közege, lyukszalagra viszünk.

A gyorsfilmes vizsgálat folyamatábrája a 2. ábrán látható. A feldolgozás a filmkockánkénti értékeléssel kezdődik. A mozgásanalizátoron koordináta értékeket állapítanak meg a vizsgált ponthalmaz megfelelő elemeiről. A koordináta-értékek lyukszalagra vagy egyéb adathordozóra írásával tulajdonképpen a képinformáció digitalizálása történik meg.

A következő lépésben a lyukszalag alapján a számítógéppel kirajzoljuk a ponthalmazt; X—Y regisztrálón induláskor célszerű megvizsgál-

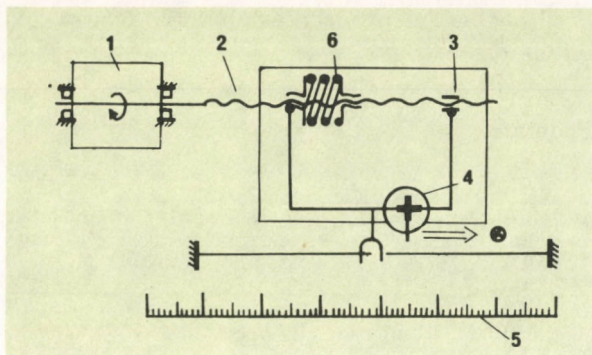


2. ábra. A számítógépes értékelés folyamatábrája. 1 felvétel; 2 a film előhívása, másolása; 3 a képinformáció digitalizálása; 4 első kirajzoltatás; 5 interaktív korrekció; 6 simítás, függvény illesztése; 7 a vizsgálandó értékek számítása, HSSP; 8 eredmények kiírása, kirajzoltatása

ni, hogy mire számíthatunk. A valószínűleg szubjektív hibák által okozott, az extrém helyzetű pontok feltűnővé válnak, a koordináták rögzítése vizuálisan ellenőrizhető. Az előző lépésben felderített hibákat interaktív módon javíthatjuk. Hangsúlyozni kell, hogy az egész folyamat a jelenséget jól ismerő szakember közreműködésével történhetik, mert általános software-rel nehezen javíthatók a szubjektív jellegű hibák. A korrigált adatok alapján ismét kirajzolhatjuk a pályagörbét, illetve a vizsgált ponthalmaz időbeli elmozdulását.

Most következik az értékelés lényegi része. Szinte minden esetben szükség van még a korrigált görbe simítására is, amely már a HSSP egyik programjával elvégezhető. Software úton esetleg függvény illeszthető a vizuálisan már megismert pályagörbébe. A vizsgálat céljától függően történik a további feldolgozás, a HSSP programjai szerint. Differenciálás, integrálás, esetleg görberészletek elemzése, hibaanalízis, a mozgás frekvencia spektrumának felvétele és más olyan paraméterek számítása, amelyekhez a gyorsfilm elegendő kiindulási adatot szolgáltat. Az ered-





3. ábra. Léptetőmotoros mechanizmus vázlata  
Az 1 léptetőmotor 2 menetes orsóval mozgatja a 3 szánszerkezetet; 4 referencia pont; 5 mérce az elmozdulás méréséhez; 6 holtjáték kiegyenlítő

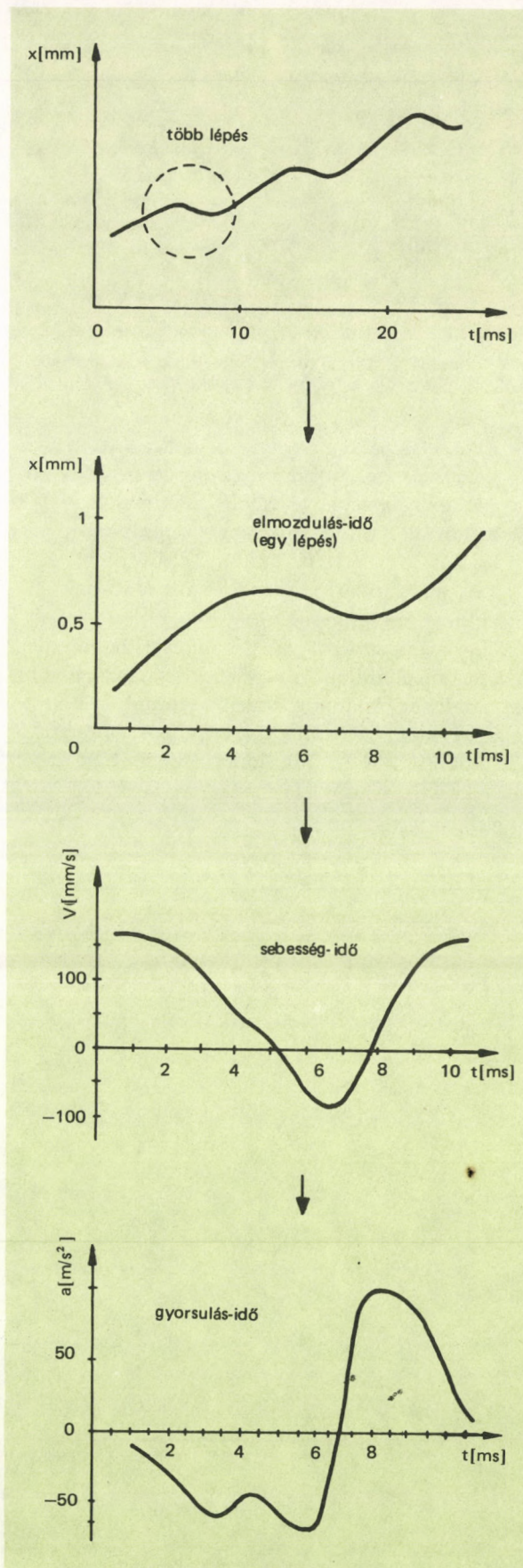
mények végső kirajzoltásával kezünkbe kerülnek azok a diagramok, amelyeknek a felvételét a mérés megkezdésekor terveztük.

### Példa a számítógépes értékelésre

Feladatunk volt a 3. ábrán látható szerkezet mozgásviszonyainak vizsgálata. Az 1 léptetőmotor a 2 menetes orsóval mozgatja a 3 szánszerkezetet. Az elmozdulás tengely mentén, de váltakozó irányban történhet. A referencia pont a 4 keresztel megjelölt helyen volt, a méretek rekonstruálásához az 5 hosszúság etalont helyeztük el a képmezőbe. A mozgás geometriai és kinetika viszonyainak ellenőrzése mellett a vizsgálat egyik célja volt az irányváltáskor fellépő tehetlenségi erők nagyságának megismerése, a 6 holtjáték kiegyenlítő rugó méretezéséhez. Egy lépés időtartama néhány millisecundum, ezért a felvételeket 4000 kép/s felvételi frekvenciával, HITACHI HIMAC 16 HB típusú nagysebességű kamerával készítettük. A kamera és a szerkezet szinkron indítását elektronikus vezérlőegység biztosította. Esetünkben nem volt szükség interaktív korrekcióra, a simító program alkalmazásával jól használható út-idő diagramot kaptunk.

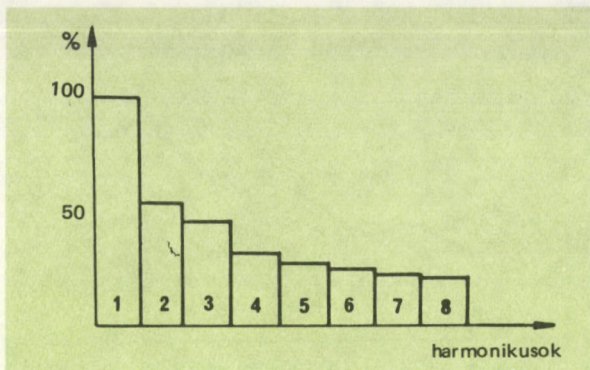
Az értékelés a kapott eredmények lépésenkénti változása a 4. ábrán látható.

- Az első lépésben kirajzolt, majd simított és ismét kirajzolt elmozdulás—idő diagram a mozgás egyenletességéről, a lépések pontosságáról ad képet.
- Egy teljes lépés figyelembevételével, a HSSP segítségével számoltuk a sebesség—idő diagramot.
- Kétszeres differenciálással kaptuk a gyorsulás—idő diagramot. A rugó méretezéshez szükséges tehetlenségi erő maximumok egyszerűen számolhatók a gyorsulás maximumokból (Newton II. törvénye). A feladatot tehát megoldottuk.



4. ábra. Az értékelés menete





5. ábra. A 3. ábrán látható mechanizmus mozgásának frekvencia spektruma

— Értékelés közben igény jelentkezett a mozgásjelenségek jobb megismerésére. Egy következő lépésben a HSSP alkalmazásával az 5. ábrán látható frekvencia spektrumot állítottuk össze. Az ordinátán feltüntetett értékek az alapharmonikus amplitúdójának százalékában értendők.

Az alkalmazott software-t fejlesztjük jelenleg, főképp mechanikai rendszerek rendszertechnikai analízise és identifikációja témakörében. A nagysebességű filmfelvételi eszközök és módszerek biológiai, orvosi alkalmazásai azonban már a

közeljövőben jelentkezhetnek hasonló módszerek kidolgozásának igényével.

#### Irodalom

- [1] Dékány S.—Cech V.: Műszaki fényképezés és filmzés. Bp. Műszaki Könyvkiadó, 1973. 218 p.
- [2] Ránky M.—Egri B.: Nagysebességű filmfelvételek számítógépes értékelése műszaki rendszerek vizsgálatára. ISFA Kongresszus. 1974. Miskolc.

Megjelent: *Műszerügyi és Méréstechnikai Közlemények*, 18. sz. 1975.

Обработка информационных данных скоростных фильмов простыми методами часто длительна и неточна. При одноили двукратном дифференцировании диаграмм путь-время, сделанных от руки, увеличивается количество измерительных и субъективных погрешностей, что приводит к ошибочным выводам. Интенсивная оценка вычислительной машиной помогает быстро и точно произвести графическую и числовую обработку. В статье описан ход оценки движения одного из механических устройств.

Processing of the information supplied by highspeed filmshots often proves to be a long and inaccurate procedure. The distance-time graphs plotted manually and being differentiated once or twice increase highly the measuring and subjective errors, leading to erroneous conclusions. Rapid, accurate numerical and graphical processing of measuring results are largely promoted by the intensive computerized evaluation. The publication comprises the analytical process on the motion of a mechanical structure.



# A fáziszárt hurok és alkalmazása

BUCSY GYÖRGY

*A szerző ismerteti a fáziszárt hurok működését, főbb műszaki paramétereit. Bemutatja a statikus és dinamikus tulajdonságra jellemző követési és megfogási tartományokat. A cikk második részében tárgyalja a fáziszárt hurok híradástechnikai, mérés technikai és szabályozástechnikai alkalmazását és a frekvenciaszintézisben történő felhasználást.*

A korszerű elektronikus mérés technika, híradás technika és adatátvitel egyik fontos eszköze a fáziszárt hurok (Phase-Locked Loop = PLL). Egyre gyakoribb külföldi és hazai felhasználása, s a jelentőségéhez képest kevés magyar nyelvű irodalma indokolja, hogy bemutassuk felépítését, működését és alkalmazási lehetőségeit.

## A fáziszárt hurok működési elve

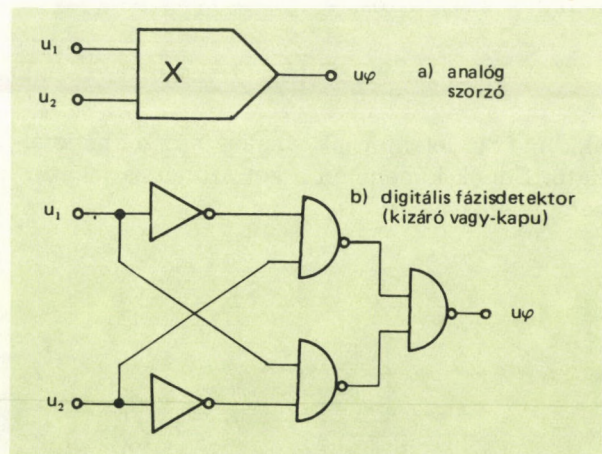
A PLL szabályozást már az 1960-as évek elején alkalmazták különleges területeken (pl. az űrhajózásban); szélesebb körű, általános elterjedése — az integrált technológia fejlődésével párhuzamosan — az elmúlt néhány évben kezdődött.

A PLL hurok olyan áramkör, amely a bemeneti jelre szinkronizálja egy oszcillátor frekvenciáját. Ez az oszcillátor nagy pontossággal képes követni a bemeneti jel frekvenciáját.

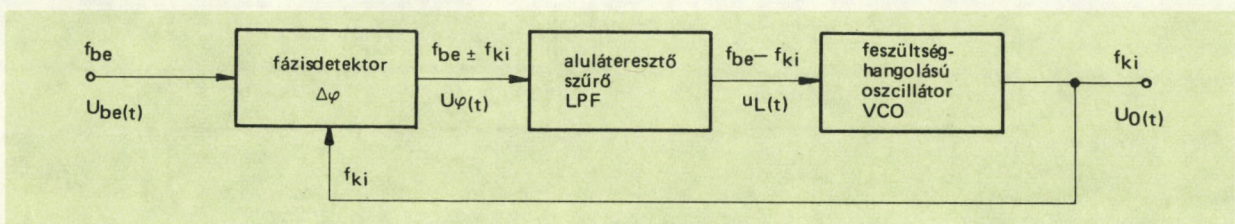
Az áramkör működését az 1. ábrából érthetjük meg. A PLL három fő részből áll:

- a fázisdetektorból ( $\Delta\varphi$ );
- az aluláteresztő szűrőből (Low-Pass Filter — LPF);
- a feszültséghangolású oszcillátorból (Voltage Controlled Oscillator — VCO).

A bemeneti jel és a VCO jele egy — a két jel közötti fáziskülönbséget érzékelő — fázisdetektorra kerül. Ez egyszerűbb esetben egy analóg négynegyedes szorzó, de lehet más fázisösszehasonlításra alkalmas áramkör is (2. ábra). A fázisdetektor jele egy aluláteresztő szűrőre kapcsolódik. A szabályozó kör dinamikus tulajdonságait ezzel az egységgel lehet változtatni. A szűrő rendszerint egyszerű passzív RC, de bizonyos esetekben aktív szűrőt is lehet alkalmazni (3. ábra). Az aluláteresztő szűrő kimeneti jele a két jel (a bemeneti és a VCO jele) közötti fáziskü-

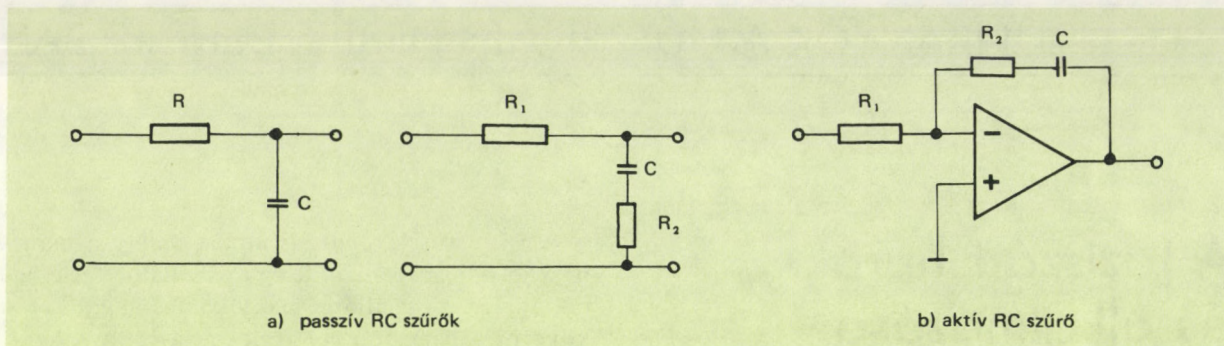


2. ábra. A PLL-ben használt egyszerűbb fázisdetektor-típusok



1. ábra. A PLL működési vázlatja





3. ábra. Az aluláteresztő szűrő megoldási lehetőségei

lönbséggel arányos feszültség. Ezt a jelet nevezik hibafeszültségnek, s ez hangolja a VCO-t.

Kövessük végig a hurok egységeit a jelterjedés irányában vizsgáljuk meg, hogyan jön létre a szinkronizált állapot. Ha a VCO ( $u_L = 0$  esetben mérhető) saját frekvenciája  $f_0$  és az előállított rezgés szinuszos, a jelet a következőképpen írhatjuk le:

$$u_o(t) = \hat{u}_o \cos [\omega_o t + \varphi_o(t) + \alpha u_L \cdot t] \quad (1)$$

ahol  $\omega_o = 2\pi f_0$ ,  $u_o$  a jel csúcserőssége,  $\varphi_o$  a fázishelyzete,  $\alpha$  az oszcillátor lineáris feszültség-frekvencia átalakítási tényezője Hz/V-ban. Ez a tényező azt mutatja meg, hogy a VCO bemenetére kapcsolt 1 V nagyságú egyenfeszültség hány Hz elhangolást eredményez  $f_0$ -tól. Ha a bemeneti jel is szinuszos,

$$u_{be}(t) = \hat{u}_{be} \sin [\omega_{be} \cdot t + \varphi_{be}(t)] \quad (2)$$

akkor fázisdetektornak analóg szorzó használható. Ennek kimenetén a két szinuszos jel szorzata jelenik meg:

$$u\varphi(t) = u_{be} \cdot u_o \cdot F \quad (3)$$

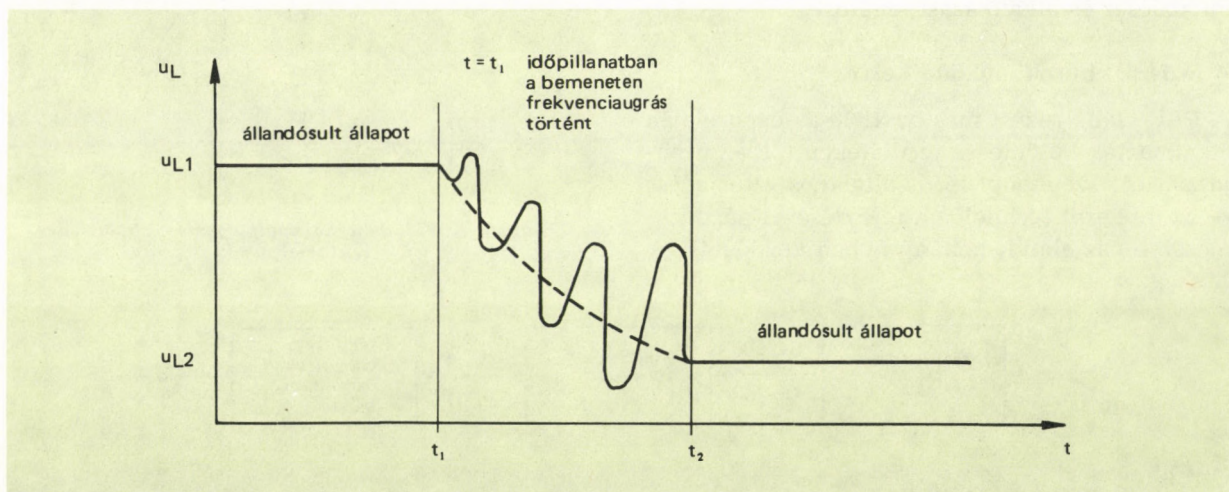
ahol  $F$  a szorzó feszültségerősítési tényezője. Az aluláteresztő szűrőn megjelenő hibafeszültség:

$$u_L(t) = \frac{u_{be} u_o \cdot F \cdot L}{2} \cos [(\omega_o - \omega_{be} + \alpha u_L)t + \varphi_o(t) - \varphi_{be}(t)] \quad (4)$$

ahol  $L$  az aluláteresztő szűrő áteresztőtartománybeli feszültségátviteli tényezője. Ez a feszültség hangolja az oszcillátort. Látható, hogy az ilyen általánosan felírt kifejezésben a hibafeszültség rezgő jellegű, a VCO frekvenciája ingadozik. Ebben az esetben nincs szinkronizálódás. Ilyen állapotba kerül a PLL, ha a bemeneti jel frekvenciájában ugrás következik be (4. ábra).

Állandósult állapotban a hibafeszültség nagysága csak a két jel fázishelyzetétől függ, ami azt eredményezi, hogy a (4)-es kifejezésből eltűnik a rezgő tag. Ez azt jelenti, hogy

$$\omega_{be} = \omega_o + \alpha u_L \quad \varphi_o(t) - \varphi_{be}(t) = \text{áll.} \quad (5)$$



4. ábra. A PLL tranziens viselkedése. A  $t_1-t_2$  időtartam alatt az oszcillátort hangoló hibafeszültség rezgő jellegű



azaz a VCO frekvenciája megegyezik a bemenő-jel frekvenciájával, és a két jel egymáshoz viszonyított fázishelyzete állandó. Ezt az esetet nevezük a PLL *reteszelt* állapotának. A (4)-es kifejezés alapján a *reteszelt PLL hibafeszültsége*:

$$u_L = \frac{\hat{u}_{be} \cdot \hat{u}_o \cdot F \cdot L}{2} \cdot \sin [\varphi(t) - \varphi_{be}(t)] \quad (6)$$

Látható, hogy a hibajel — így a VCO frekvenciája is — csak a két szinuszos jel fáziskülönbségétől függ. Mivel a szinuszos függvény  $-1$  és  $+1$  között változik,  $u_L$  értéke — és ezzel a PLL követési képessége — korlátozott, maximálisan:

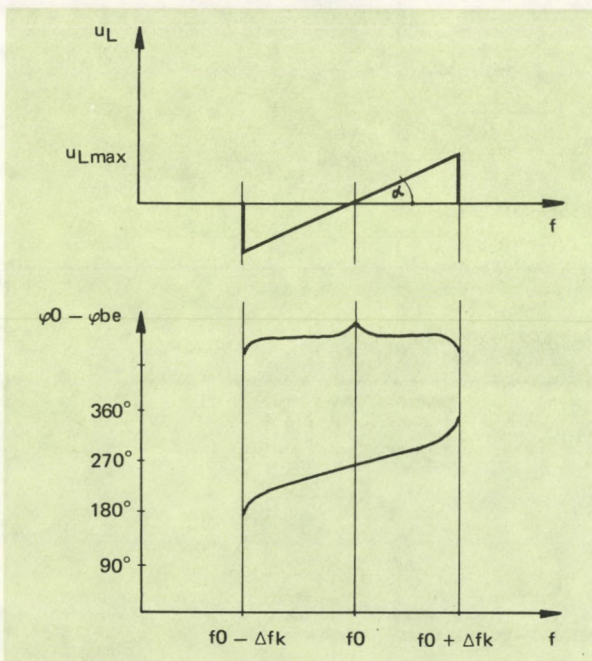
$$u_{Lmax} = \frac{\hat{u}_{be} \cdot \hat{u}_o \cdot F \cdot L}{2} \quad (7)$$

Ezt az értéket a PLL  $180^\circ$ -os és  $360^\circ$ -os fáziskülönbség esetén éri el. (Ha a fáziskülönbség  $90^\circ$ , a hibajel zérus, az oszcillátor  $f_o$  frekvencián rezeg. Ez az áramkör *sávközepe*.)

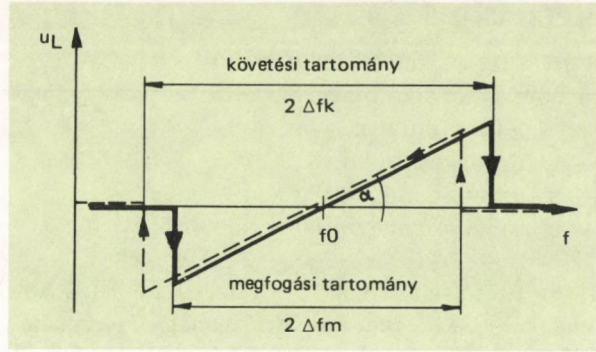
Az (5) és a (7) egyenletek összevetése alapján a VCO frekvencia-követési tartománya:

$$2\Delta f_k = \hat{u}_{be} \cdot \hat{u}_o \cdot F \cdot L \cdot \alpha \quad (8)$$

Azt a frekvenciatartományt tehát, melyben a fáziszárt hurok képes fenntartani a reteszelt állapotot, **KÖVETÉSI** (vagy **benntartási**) **TARTOMÁNYNAK** nevezzük. A követési tartományt csak a hurok valamelyik elemének telítődése vagy túlvezérlődése korlátozza (5. ábra.). A VCO



5. ábra. A hibafeszültség és a fáziskülönbség menete a követési tartományban



6. ábra. A PLL reteszelt állapotára jellemző frekvenciatartományok

vezérlőfeszültsége e tartományon belül  $\pm u_{Lmax}$  között lineárisan változik, a fáziskülönbség arkuszos szinuszos függvényt követ.

Ha a PLL áramkör reteszeltlen állapotból reteszeltődik, más szóval a sávközéptől távoli frekvenciával közeledünk  $f_o$  felé, megmérhetjük azt a frekvenciát, ahol a PLL reteszeltődik. Reteszeléskor a bemeneti frekvenciára szinkronizálódik az oszcillátor, a bemenő-jel „megfogja” a VCO-t. Azt az  $f_o$ -tól mért  $\pm \Delta f_m$  frekvenciasávot, amelyben a reteszeltetés létrejön, **MEGFOGÁSI TARTOMÁNYNAK** nevezzük. Ezt a tartományt a PLL dinamikus tulajdonságai (pl. az aluláteresztő szűrő időállandója) határozzák meg elsősorban. A *megfogási tartomány mindig kisebb (vagy egyenlő) a követési tartománynál* (6. ábra). Ha a 3a ábra szerinti RC szűrőt használjuk, a követési és megfogási tartomány közötti kapcsolatot a következő összefüggéssel közelíthetjük:

$$\Delta f_m \leq \sqrt{\frac{\Delta f_k}{2\pi RC}}, \text{ ha } \Delta f_m \ll \Delta f_k \quad (9)$$

Gyors működésű PLL felépítéséhez széles sávban (lehetőleg lineárisan) hangolható oszcillátor szükséges. A legelterjedtebben használt oszcillátorok relaxációsak (pl. az asztabil multivibrátor). Ezek integrálása egyszerű, árammal vagy feszültséggel széles sávban hangolhatók, és saját frekvenciájukat egyetlen elem (rendszerint egy kapacitás) határozza meg. Ezek az oszcillátorok azonban nem szinuszos, hanem négyszög alakú jelet állítanak elő. Ez lényegében nem befolyásolja a fáziszárt hurok működését, viszont nagy jelentősége van a PLL alkalmazása tekintetében, ugyanis a digitális áramkörökben a négyszög alakú jelek közvetlenül feldolgozhatók.

Ha a bemeneti jel sem szinuszos, hanem négyszög alakú, fázisdetektorként analóg szorzó helyett digitális fázisösszehasonlító használható (pl. 2b ábra.).



## A PLL alkalmazása

A PLL felhasználási területe igen széles, és egyre bővül. Az alkalmazások közül néhány jellegzetes példát mutatunk be

- a híradástechnika,
- a mérés technika és
- a szabályozástechnika területéről.

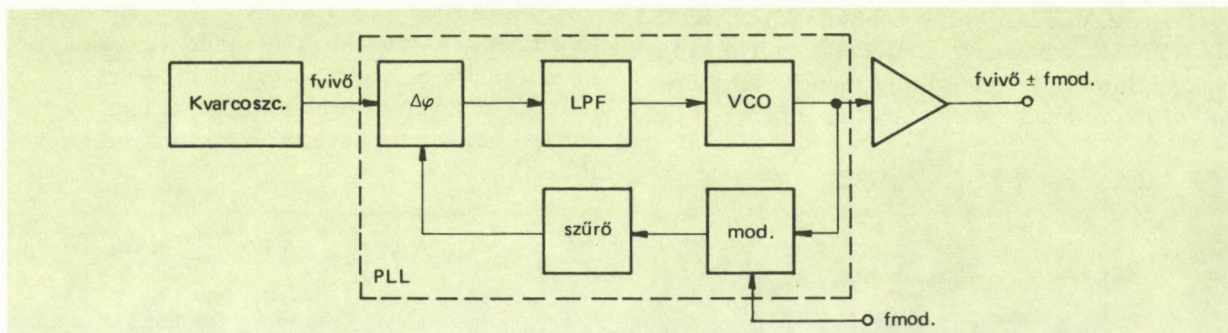
1. Az utóbbi években igen elterjedt a PLL *híradástechnikai alkalmazása*. A nagyfrekvenciás FM (frekvenciamodulált) jelek *előállításában* és *demodulálásában* jól használható ez a technika. Az adóállomások száma növekszik, egyre több a kisugárzott információ, magasabbak a követelmények a vivőfrekvencia pontosságára, stabilitására, és a moduláció tekintetében. Mivel PLL-lel a vivőfrekvencia rászinkronizálható egy nagy-stabilitású kvarcoszcillátor jelére, ezzel a módszerrel egyszerűen valósítható meg a moduláció is (7. ábra). A VCO frekvenciája megegyezik a vivőfrekvenciát előállító kvarcoszcillátor frekvenciájával. A PLL hurokban elhelyezett modulátorral (általában szorzóáramkörrel) a VCO frekvenciáját  $f_{\text{mod}}$  ütemében tudjuk változtatni. A VCO kimenetére kapcsolt erősítővel az FM jel közvetlenül nyerhető. A kvarcoszcillátor frekvenciájának megváltoztatásával (pl. frekven-

ciaosztással) a vivőfrekvencia is változik. Így egyszerűen készíthetők jó minőségű, széles frekvenciatartományban használható szignálgenerátorok. Az ilyen felépítésű műszerekben a moduláló frekvenciát is lehet szinkronizálni (újabb PLL hurokkal) a kvarcoszcillátorhoz. Egy ilyen precíziós szignálgenerátor látható a 8. ábrán.

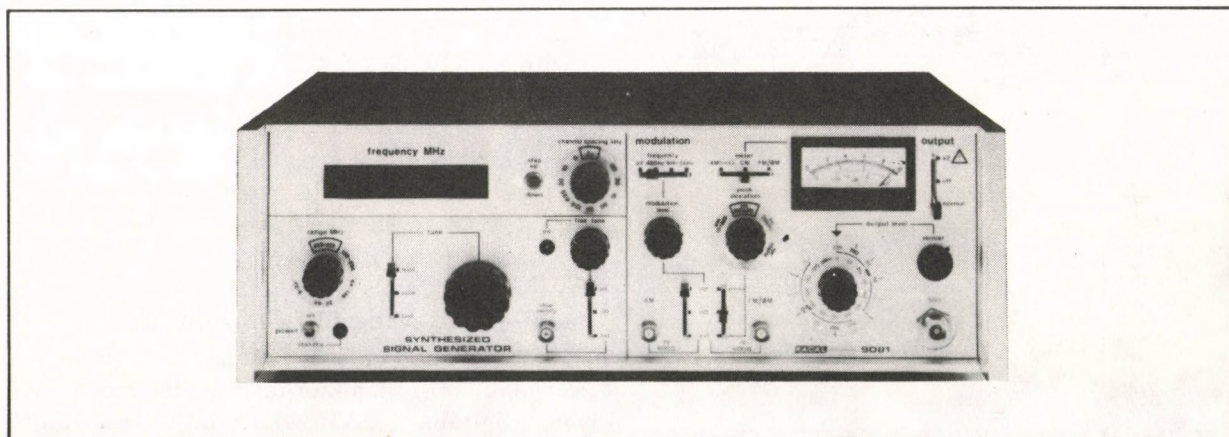
Az FM jelek demodulálására szintén jól használhatók a PLL szabályozók. Ennél azt használják ki, hogy a VCO vezérlőfeszültsége az (5) összefüggés szerint arányos a sávközéptől történő elhangolással:

$$u_L = \frac{f_{\text{be}} - f_0}{\alpha} \quad (10)$$

Mivel az információt a frekvenciaingadozás hordozza, az  $u_L$  feszültség maga a demodulált jel. Így a PLL-lel külön szűrő és fázisérzékeny egyenirányító (aránydetektor) nélkül is demodulálható az FM jel (9. ábra). A moduláció mértékét (a legnagyobb jelamplitúdót) a PLL követési tartománya határozza meg. Az ezen az elven működő demodulátorokkal *nagy sávszélesség* (a PLL igen gyors szabályozó) és *kis zajszint* érhető el. További előnyük, hogy érzéketlenek a vivőfrekvencia kismértékű ingadozására. Ma már olyan integrált kivitelű demodulátorok készülnek, me-

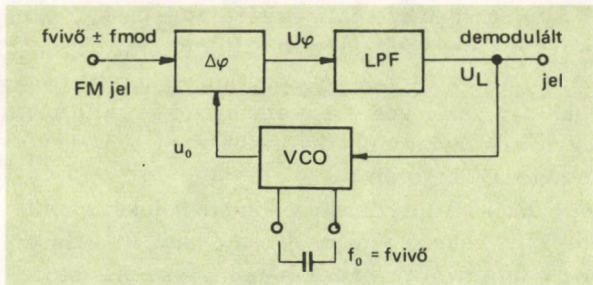


7. ábra. FM jel előállítása PLL-lel

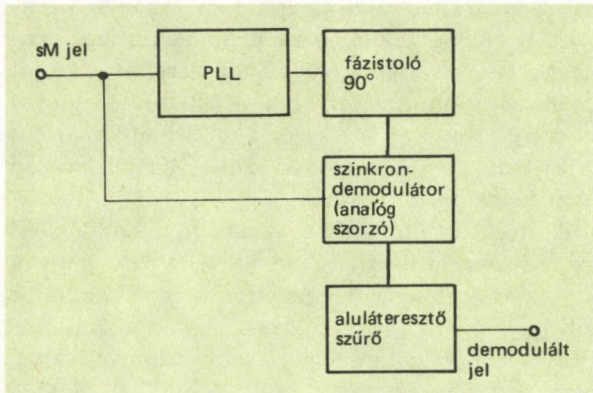


8. ábra. Racal 9801 típusú mérőadó, szignálgenerátor





9. ábra. PLL hurok, mint FM demodulátor



10. ábra. AM jel demodulálása PLL-lel

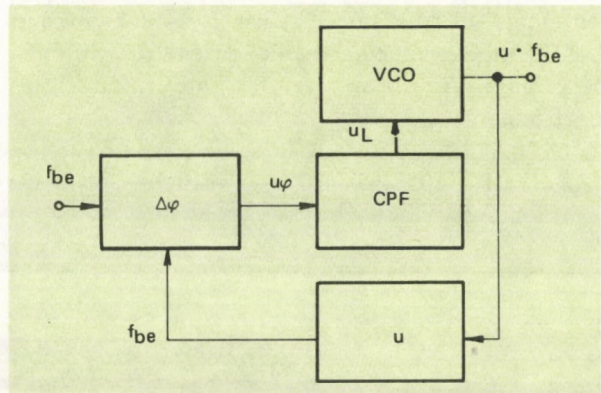
lyek passzív RC elemek külső hozzákapcsolásával az FM sztereo adás nagyfrekvenciás jeléből közvetlenül előállítják a két csatorna hangfrekvenciás jelét.

A PLL-lel egyszerűen valósítható meg az *amplitúdómodulált (AM) jel demodulálása* is. Ezt az alkalmazást elsősorban mérővevőkben találhatjuk meg (10. ábra). Az AM jel egy szinkron-demodulátorra kerül, ez lehet pl. egy analóg szorzó. A szinkron demodulátor működéséhez

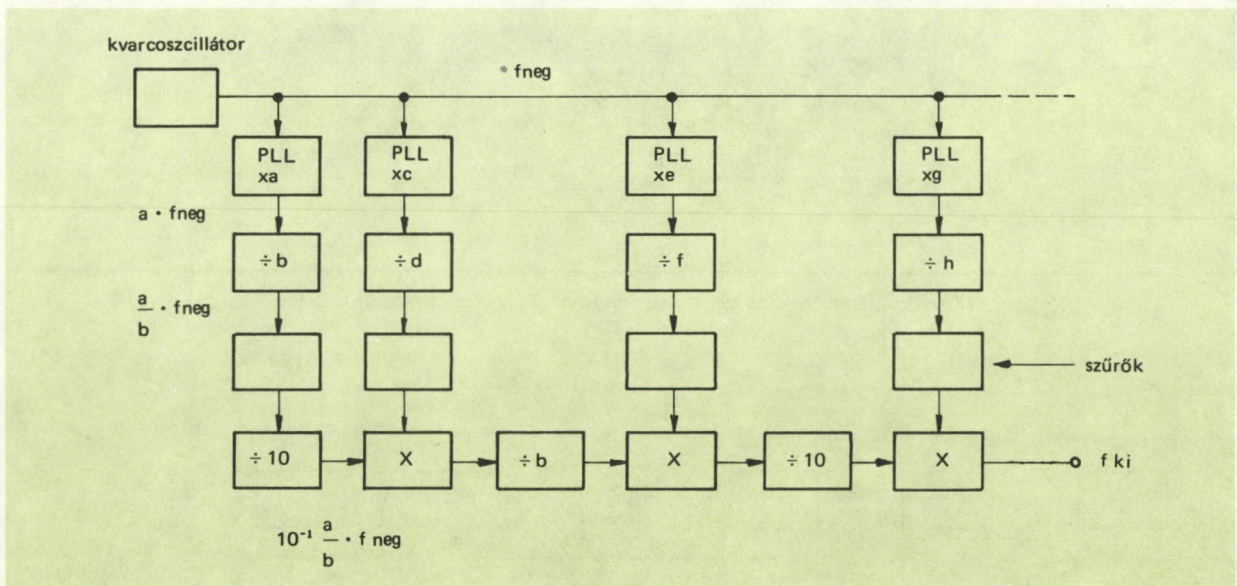
szükséges modulálatlan vivőfrekvencia előállítását végzi a PLL. Mivel a PLL bemeneti jele (AM jel) és a VCO jele között reteszelt állapotban  $90^\circ$ -os fázistolás van, a szinkron-demodulátor helyes működéséhez a VCO-n megjelenő modulálatlan vivőfrekvenciát még egy  $90^\circ$ -os fázistolón is át kell vezetni.

2. A PPL legfontosabb *méréstechnikai alkalmazása a frekvenciaszintézis*. Ez a technika egészen új lehetőségeket nyitott meg a nagy pontosságú, nagy tisztaságú rezgések előállítása előtt.

A *szintetizátorok* (Synthesizer) olyan frekvenciagenerátorok, amelyek kvarckristály pontoságú, diszkrét frekvenciaértékű jeleket állítanak elő széles frekvenciatartományban. Fő jellemzőjük, hogy egy-egy frekvencia értéke kézi vagy elektronikus vezérléssel nagy pontossággal ( $10^{-8}$ ) reprodukálható. Mivel a diszkrét frekvenciaértékek tetszőleges sűrűségűek lehetnek, felbontóképességük igen nagy. Ezekben a generá-



12. ábra. Egyszerű frekvenciasokszorozás PLL hurokkal



11. ábra. A direkt frekvenciaszintézis elve



torokban egyszerűen és pontosan lehet megvalósítani a frekvencia szélessávú változtatását, sweepelését is. A szintézisnek ezt a tulajdonságát elsősorban mérőadók és szignálgenerátorok készítésében használják ki. A szintetizátorok felépítésük — működésük — szerint több csoportra oszthatók:

- *direkt frekvenciaszintézis*;
  - *indirekt frekvenciaszintézis (frekvenciaanalízis)*;
  - *BCD szintézis*;
  - *direkt digitális szintézis*
- elvén működők.

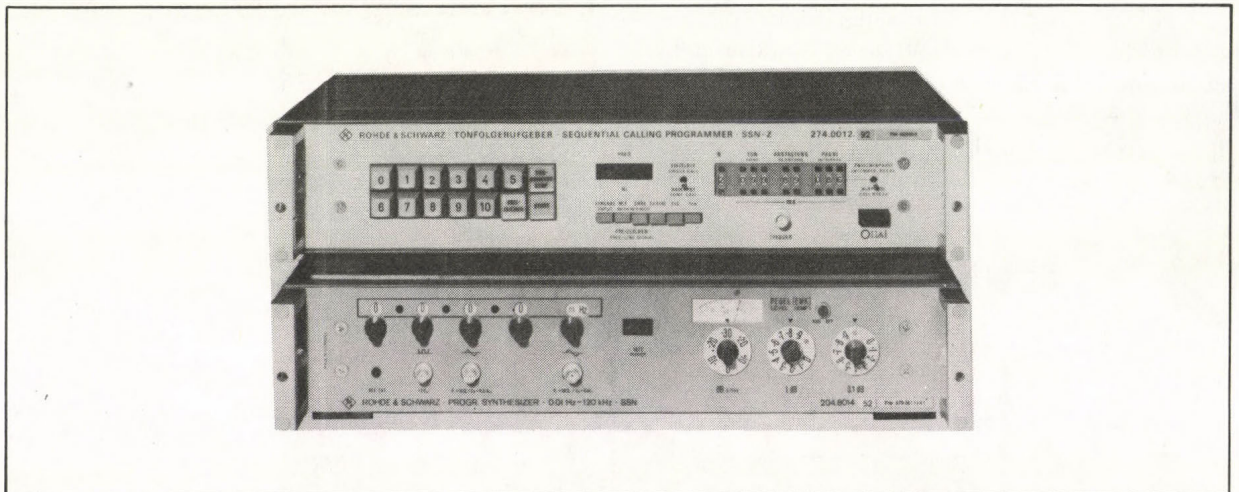
A *direkt szintézis* diszkrét frekvenciák keveréséből áll (11. ábra). Az egyes összetevőket egy kvarcoszcillátor jeléből állítják elő PLL-lel és digitális frekvenciaosztóval. Frekvenciaszorozást a 12. ábra szerint lehet megvalósítani. A visszacsatoló ágban digitális frekvenciaosztó van elhelyezve, így a VCO frekvenciája az osztásarányának megfelelően megnő. Egy-egy fokozat általában egy-egy frekvenciadekádunk felel meg, a kimeneti jel frekvenciáját az egyes dekádokban beállított frekvenciaértékek összege, ill. különbsége adja. Az ábrán vázolt szintetizátor kimeneti jele:

$$f_{ki} = f_{ref} \left( \frac{a}{b} 10^{-3} \pm \frac{c}{d} 10^{-2} \pm \frac{e}{f} 10^{-1} \pm \frac{g}{h} \right) \quad (11)$$

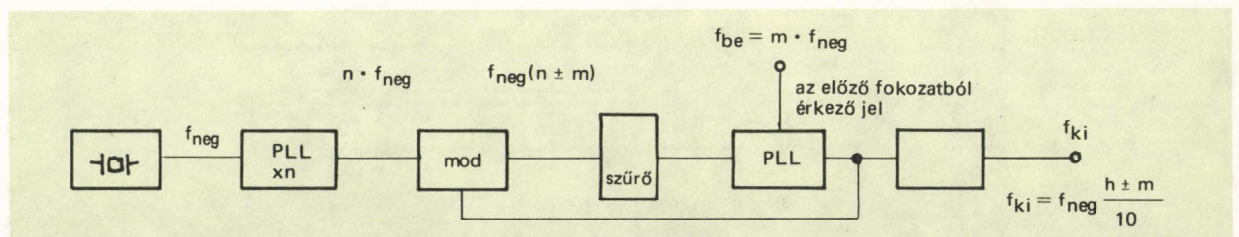
A kifejezésben szereplő együtthatók (*a, b, c stb.*) az egyes dekádok által előállított összetevőket határozzák meg. Ezek egész számok, kombinációjukkal tetszőleges frekvenciaérték beállítható. Egy ilyen elven működő öt dekádos szintetizátor látható a 13. ábrán.

A *direkt szintézisben* a kimeneti jel közvetlenül egy keverőfokozatról csatolható ki. Ahhoz, hogy a keverőre kapcsolt sok frekvenciaösszetevőt tartalmazó jelből kiválaszthassuk az összeg, ill. különbségi frekvenciát, minden egyes fokozatba megfelelő átkapcsolható szűrőt kell beépíteni. Ezeket gondosan kell behangolni, ami igen megdrágítja az ilyen típusú műszereket. Egy jól beállított szintetizátorral 80—100 dB-es jel/zaj viszony érhető el, ezt az értéket a hagyományos felépítésű generátorokkal széles tartományban nem lehet megvalósítani

A *direkt szintézisnél* egyszerűbb megoldást ad az *indirekt szintézis*. Erre az jellemző, hogy a kimeneti frekvenciát közvetlenül egy oszcillátor állítja elő (14. ábra). Mivel ez az oszcillátor PLL-lel egy referenciára van szinkronizálva, még nagyobb jel/zaj viszony érhető el ezzel a technikával, mint *direkt szintézissel*. Az ábrán egy dekádot előállító egységet vázoltunk. Minden ilyen egység két PLL hurkot tartalmaz. Ezzel biztosítható, hogy valamennyi fokozat szinkronban működik a referenciával. A kimeneti osz-

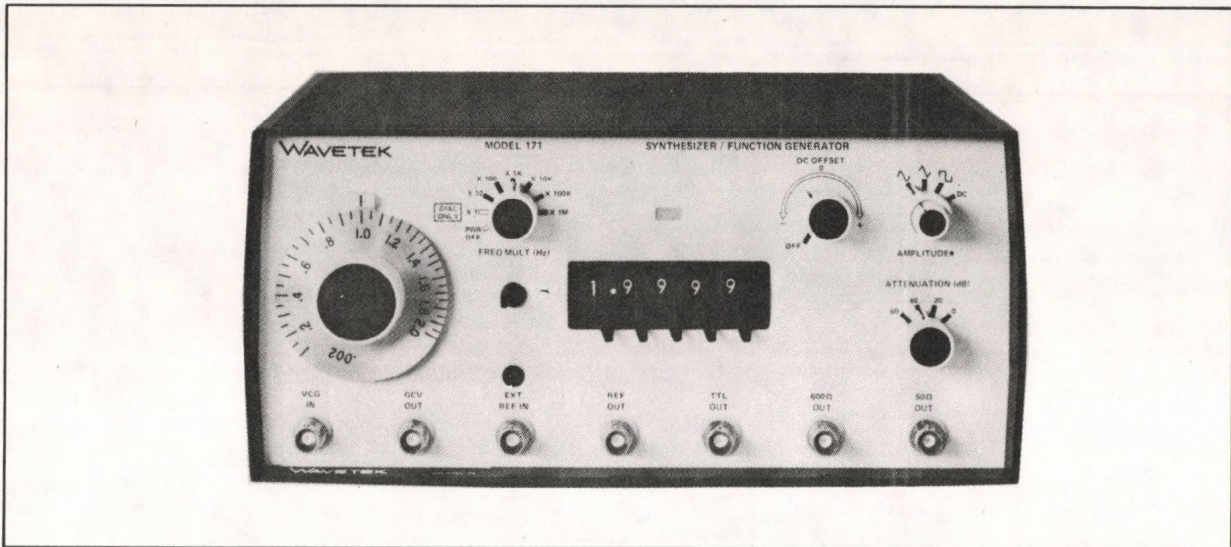


13. ábra. Rohde—Schwarz gyártmányú SSN típusú szintetizátor



14. ábra. Indirekt szintézissel működő generátor egy dekádjának tömbvázlata

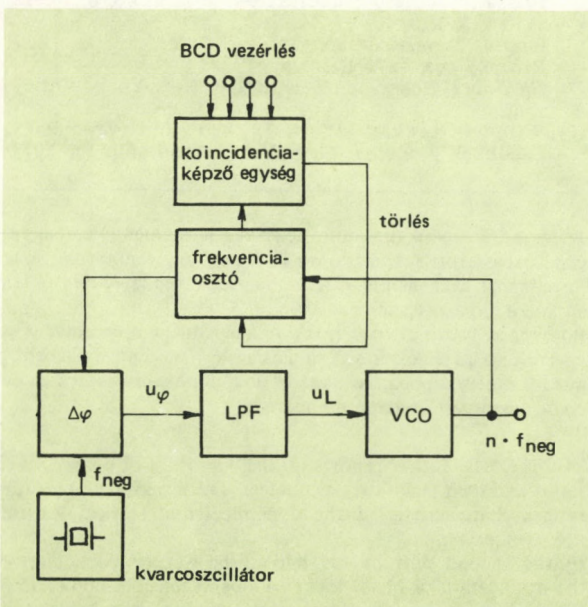




15. ábra. Wavetek gyártmányú 171 típusú szintetizátor függvénygenerátor

cillátor általában négyszög alakú jelet állít elő. Egyéb jelalakok (szinusz, háromszög) jelformálással nyerhetők. Ennek az alkalmazásnak jellegzetes műszere a Wavetek cég 171-es típusú funkciógenerátora (15. ábra).

A direkt és indirekt szintézis kombinációja a BCD frekvenciaszintézis (16. ábra). Ennek lényege, hogy a PLL szabályozó frekvenciasokszorozását, és a frekvenciaosztást digitális kód határozza meg. A BCD kódban megadott frekvenciaérték egy koincidencia-képző egységgel állítja be a szükséges frekvenciatranszponálást (sokszorozást, vagy leosztást). A BCD szintézissel működő generátorok különösen jól alkalmazhatók automatikus mérőrendszerekben.



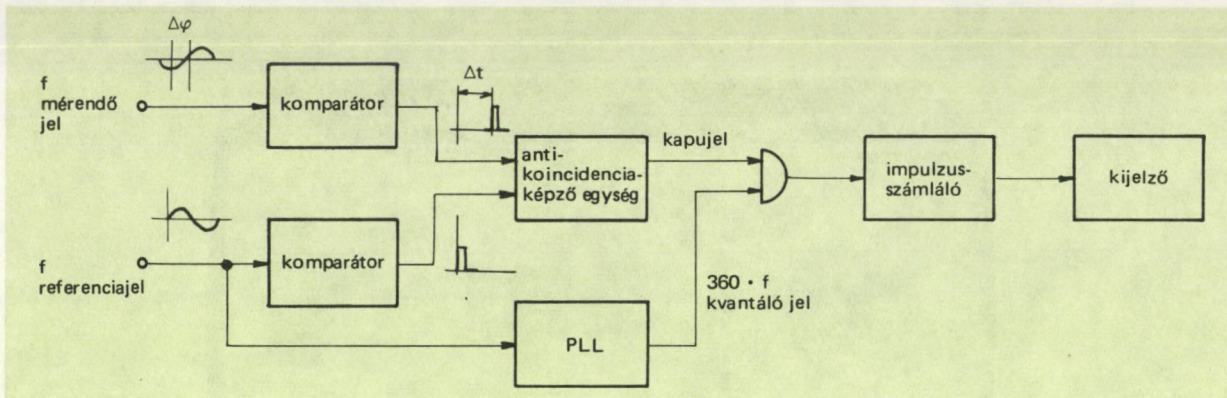
16. ábra. A BCD szintézis alapelve

Digitális mérőműszerekben gyakran kell impulzusokat vagy impulzussorozatokat egymáshoz szinkronizálni. Példaként nézzük meg egy nagypontosságú digitális fázismérő működési vázlatát (17. ábra). A referenciajel frekvenciáját PLL-lel felsokszorozzuk  $n$ -szeresére. A fáziskülönbség az antikoincidencia-érzékelő egység kimenetén egy vele arányos időintervallummá alakul. A felsokszorozott referenciajelet egy kapuáramkör ezalatt az idő alatt áttereszt. Az így nyert impulzusokat számlálóra vezetve a fáziskülönbséggel arányos szám kerül a kijelzőre. Ha a sokszorozás értékét ( $n$ ) 360-ra választjuk, a kijelzett számérték a fáziskülönbséget mutatja fokokban.

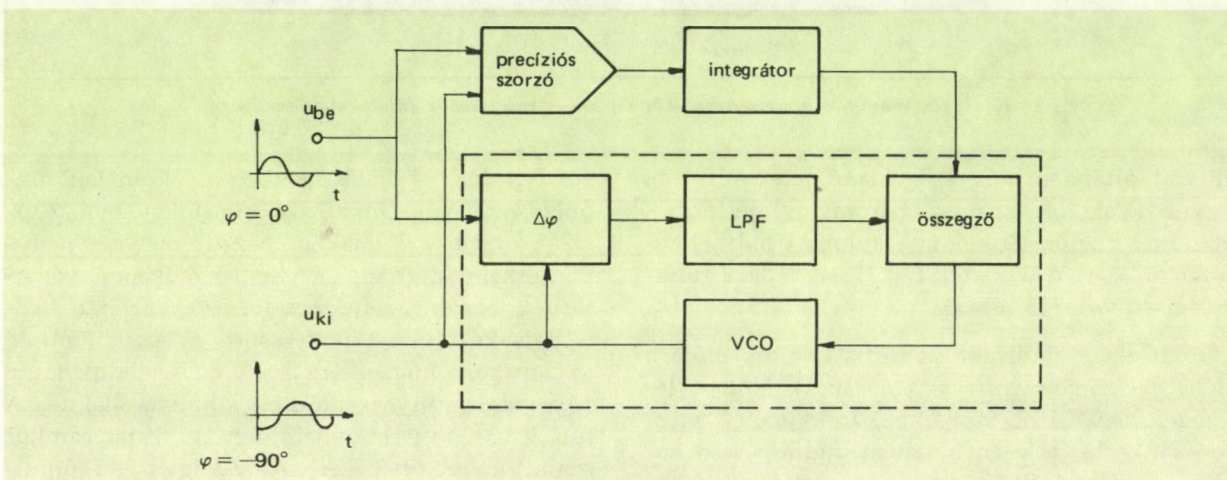
Kevésbé ismert a PLL fázistolóként történő alkalmazása. A hagyományos fázistolókkal szemben az ilyen felépítésűeknek nagy előnyük, hogy velük széles frekvenciatartományban egyszerűen igen pontos ( $0,1^\circ$ ) fázistolás valósítható meg. Egy PLL hurokkal  $90^\circ$ -os fázistolás érhető el (18. ábra), több hasonló áramkör összekapcsolásával tetszőleges fázishelyzet beállítható. Az ábrán látható fázistolóban a precíziós szorzó a rendszerint integrált, egyszerű felépítésű fázisdetektor offsethibáit küszöböli ki. A PLL-es fázistolóknak igen nagy szerepük van a precíziós impedanciamérők, vektor-voltmérők felépítésében.

3. A PLL szabályozástechnikai alkalmazására talán a legszemléletesebb példa a 19. ábrán vázolt motor-fordulatszám szabályozás. A szabályozandó egyenáramú motor és a vele együtt forgó impulzusgenerátor feszültséghangolósú oszcillátorként viselkedik. A hibafeszültség egy teljesítményerősítőn keresztül vezérli a motor fordulatszámát. Az impulzusgenerátor (általában optikai

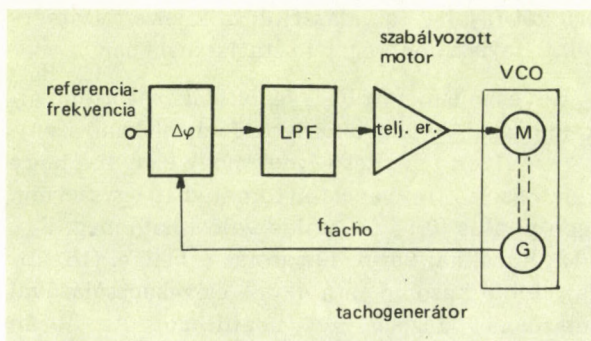




17. ábra. PLL áramkörös digitális fázismérő vázlata



18. ábra. Nagypontosságú fázistoló PLL hurokkal



19. ábra. Motor fordulatszám-szabályozás PLL körrel

érzékelő) kimeneti frekvenciája egyenesen arányos a fordulatszámmal. A PLL reteszelt üzemmódban működik, ami azt jelenti, hogy a motor fordulatszámát a bemeneti jel frekvenciájával közvetlenül lehet szabályozni.

#### Irodalom

- [1] *Papaieck, R. J.—R. P. Coe*: New technique yields superior frequency synthesis at lower cost. *EDN*, 1975 Oct.

- [2] Phase-locked loops in f.m. modulation. *Electronic Engineering*, 1973 June.  
 [3] *Mallon, D.*: Phase-locked Loop. Funk-Technik, 1973/2.  
 [4] *Moschytz*: Miniaturized RC Filters Using PLL.  
 [5] *Best, Roland*: Theorie und Anwendungen des Phase-locked Loops, *Elektroniker*, 1975/3, 8, 10, 12, 1976/1, 5, 7, 9, 10, 11, 12.  
 [6] *Gupta, Sonestwar C.*: Phase-Locked Loops. *IEEE Proceedings*, 1976 February  
 [7] *Gardner*: Phaselock Techniques. New York, Wiley, 1966.  
 [8] *Kappler-Frankle*: Phase-Locked and Frequency-Feedback Systems. New York, Academic Pr. 1972.

В статье изложен принцип действия и важнейшие технические параметры закрытой по фазе петли. Демонстрируются интервалы следования и захвата, характеризующие статические и динамические свойства.

Во второй части статьи автор подчеркивает применение закрытой по фазе петли в технике связи, в измерительной технике и в регулировании. Автор подробно занимается ее использованием в синтезе по частоте.

In this article author reports on the operation of phase-locked loops and their technical parameters. The tracking and capture ranges characteristic of the dynamical and static features are also presented.

In the second part of his paper, the author particularizes the application of phase-locked loops in telecommunication-, measuring-, and control techniques, giving thorough details on the application of the loop in frequency synthesis.



# A nyomatékterhelés mérés forgógépeken

BODROGAI JÓZSEF

*A szerző a nyomatékterhelés mérésére vonatkozó mérési tapasztalatokat foglalja össze. A nyomaték-mérés módszereit három területen ismerteti: önálló erőgépen (motoron), munkagéppel bontható kapcsolatban levő erőgépen és végül a nem-bontható erőgép—munkagép kapcsolatában.*

Gépcsoportok üzembehelyezésekor, felújításakor, új technológiai eljárások kísérletei alkalmával, vagy energetikai vizsgálatokhoz gyakran kell a forgógépek tengelyét terhelő forgatónyomatékot megállapítani mérésekkel. A mérési munkák megtervezésekor egyik legfontosabb szempont a feladat sürgőssége, vagyis az a legrövidebb idő, amely a mérési eredmények kiértékeléséig rendelkezésre áll. A tervezésben további, nem kevésbé figyelemre méltó körülmény a hozzáférhető, és pillanatnyi állapotát tekintve is felhasználható mérőeszközök, műszerek számbavétele. De mindezek mellett sem lebecsülendő fontosságú a mérésekben szükséges módszerek, elvek, a megengedett ráfordítás és az elvárt pontosság összefüggéseinek áttekintése, különösen, ha a használatba vehető műszerek választéka szűk. Márpedig ez utóbbi eset igen gyakori, s emiatt a feladat sikeres megoldásához a mérésre kijelölt szakembernek nemcsak alapos szakmai felkészültségére, hanem találékonyságára és sokoldalúságára is szükség van. Ennek a feladatnak az előkészítéséhez kívánunk — mérésszolgáltató

tevékenységünk tapasztalataiból merítve — némi segítséget nyújtani.

Mondanivalónkat a vizsgált gépegység összetettsége szerint három részre tagolhatjuk: megvizsgáljuk az önálló erőgépen (motoron), a munkagéppel bontható kapcsolatban levő erőgépen, valamint a nem bontható kapcsolatban levő erőgép—munkagép—együttesen végrehajtott nyomaték-mérés lehetőségeit és módszereit.

Bármelyik gépegységről is legyen szó a felsorolt három közül, mindenekelőtt tájékozódnunk kell a mérés közben várható nyomatékértékek nagyságáról. Értékelnünk kell a géptípusra jellemző jelleggörbe alakját; más szóval azt az ábrát, amely megmutatja, hogy milyen mértékű változásra számíthatunk a nyomaték értékében, adott fordulatszám-változás hatására. Az így kapott adatok alapján választjuk ki mérőeszközünket. A következőkben említett feladatok megoldásakor a várható mérési pontosság a használt eszközöktől és az alkalmazott elvektől függ, de üzemi — nem laboratóriumi — mérésekről lévén szó, a 2—5%-os pontosság általában biztosítható és rendszerint kielégítő.

## 1. A forgatónyomaték mérése önálló erőgép tengelyén

Az erőgépek terhelésvizsgálatával kapcsolatos leggyakoribb feladat a megadott tengely-fordulatszámhoz tartozó forgatónyomaték-értékek megmérése. Ez a feladat egyezik egy jelleggörbe pontjainak felvételével, vagy az erőgéphez mellékelt jelleggörbe ellenőrzésével. További mérési feladatok lehetnek: egyes üzemi tulajdonságok, pl. a melegedés vizsgálata, az energiafelvétel (fogyasztás) mérése, rezgésjelenségek fellépésének vizsgálata különböző nyomatékterhelések mellett stb.

Mivel önálló gépről van szó, így a mérésekhez szabad tengelyvég léte, vagy nemléte, a mérőség a méréshez szükséges eszközök felszerelése szempontjából a feladatot jelentősen egyszerűsíti, s mint látni fogjuk, a nyomaték-mérés problémáinak legnagyobb részét is ez a körülmény: a szabad tengelyvég léte, vagy nemléte, a mérőeszköz elhelyezéséhez szükséges hely biztosítása szokta jelenteni.

A nyomaték-mérés közben a vizsgált gép tengelyére alkalmas munkagépet vagy más, féke-



zésre alkalmas berendezést kapcsolunk, amivel mechanikai munkát végeztetünk. Igen egyszerű, csekély költséggel kivitelezhető, régen ismert, de egyedi mérésekhez ma is jól használható eszköz a Prony-fék. A csavarokkal összeszorított fékpo-fák fékezőnyomatékat fejtenek ki a féktárcsára. Ha a fékpo-fákat tartalmazó szerkezet elfordulását egy támasztékkal megakadályozzuk, s a támasztóerőt villamos erőmérőcellával mérjük, ezenkívül a támaszték karhosszúságát lemérjük, akkor a  $M$  fékezőnyomaték az  $F$  támasztóerőből és a  $k$  karhosszúságból kiszámítható:  $M = F \cdot k$ .

Gyakorlati szempontként megjegyezhetjük, hogy mivel az erőgéppel kifejtett munka a Prony-féken teljes mértékben hővé alakul át, a fékpo-fák működés közben átforrósodnak. Ezért a hűtés nélkül kivitelezett Prony-fék csak rövidebb ideig tartó fékezésre ajánlható.

Ezzel a szerkezettel egyszerre tudjuk a vizsgált tengelyt fékezni és a fékezés nyomatékát mérni. Más berendezésekben ezt a két feladatot elkülönítve bonyolultabb, drága szerkezetekkel oldják meg, amelyek viszont hosszan tartó üzemp próbák lefolytatására is alkalmasak.

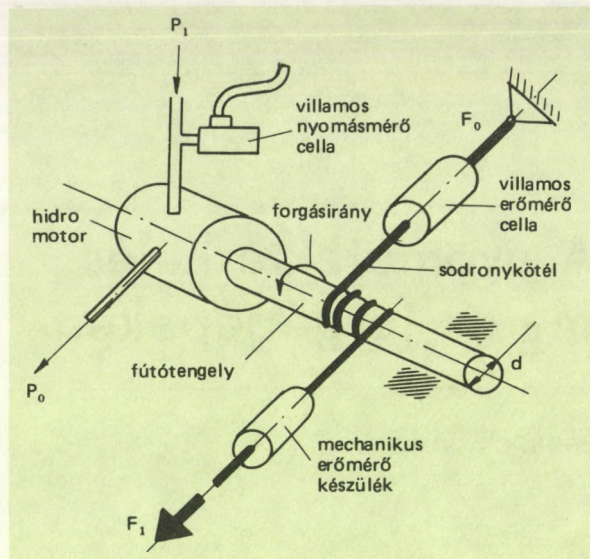
Egyszerű megoldást mutatunk be az 1. ábrán. Ezt a fékezési és mérési módszert a váci kőbánya hidraulikus működtetésű közetfúrógépeinek vizsgálatához alkalmaztuk. Kellő hosszúságú és szilárdságú, megfelelően hajlékony acél-sodronykötél egyik végét a tengely csapágyazásával egybekapcsolt álló rendszerhez rögzítjük, a sodronykötélet a  $D$  átmérőjű dobon többszörösen körülcsavarjuk, a másik végét pedig kézi erővel, dinamométer közbeiktatásával húzzuk. A dob forgásiránnyal ellentétes irányú az  $F_1$  reakcióerő. A sodronykötéllal a dobon kifejtett forgatónyomaték:

$$M = \frac{F_0 \cdot D}{2} [\exp(\alpha\mu) - 1] \quad (1)$$

Ebben az összefüggésben  $\mu$  a sodronykötél és a  $D$  átmérőjű dob közötti súrlódási tényező,  $\alpha$  pedig a sodronykötél körülcsavarási szöge ivmértékben. Mivel a sodronykötél nem ideálisan hajlékony és általában a súrlódási tényező értéke sem ismeretes pontosan, az (1) összefüggést közelítő képletként, előzetes számításhoz tanácsos alkalmazni. A forgatónyomaték pontos megállapításához mérni kell mind a  $F_0$ , mind a  $F_1$  értékét. Ezekkel a forgatónyomaték a következők szerint adódik:

$$M = (F_1 - F_0) \frac{D}{2} \quad (2)$$

A sodronykötél melegedése ráfúvott levegővel



1. ábra. A fűtőtengelyen létrehozott csavarónyomaték és a  $P_1$  tápvezetéknyomás összefüggésének mérése

mérsékelhető, 150—200 °C hőmérsékletig még szilárdságsökkenés nélkül működik.

A vizsgált erőgépet nyomatékmérés közben villamos generátorral is kényelmesen fékezhetjük. Ebben az esetben az erőgép tengelye alkalmas egyenáramú generátort hajt meg. A generátor kivezetéseire ohmos terhelést kapcsolunk, s a vizsgált erőgép nyomatékterhelését a terhelőellenállás és a gerjesztőáram nagyságának változtatásával állítjuk a kívánt értékre. A forgatónyomaték az állórészre hat: elfordulás ellen alkalmasan kitámasztva, a támasztóerő nagyságát és karját a Prony-féknél mondottakhoz hasonlóan mérve és összeszorozva adódik a forgatónyomaték.

A villamos mérési módszerek közé sorolhatjuk azt, a pontosságát tekintve kissé kezdetleges módszert is, amely szerint a vizsgált villamos erőgép fordulatszámát és felvett teljesítményét, teljesítménytényezőjét, valamint hatásfokát számításba véve kiszámíthatjuk a forgatónyomatékot. (A pontosságot az a körülmény befolyásolja, hogy a hatásfokot nem tudjuk közvetlenül mérni és becslésekre vagyunk kénytelenek hagyatkozni.)

## 2. A forgatónyomaték mérése bontható kapcsolatú gépegységen

A bontható kapcsolatot úgy értjük, hogy a gépegység működésének megzavarása nélkül lehetőségünk van a meghajtó és a meghajtott tengelyvégek közé mérőeszközök (nyomatékmérők) felszerelésére. Ez a lehetőség természetesen a mérőeszközök férőhelyszükséglete szempontjából is



fenn kell, hogy álljon. Tekintettel arra, hogy a bontható kapcsolatú gépegységek nyomatókmérései igen gyakoriak, az átvitt forgatónyomaték mérésére az ismert elektromechanikai mérőszköz-gyáraknak érdemes volt kényelmesen használható nyomatókmérőket kialakítani. Ezek a nyomatókmérő fejek különféle tengelymérethez és nyomatóktartományhoz készülnek, villamos jeleik megfelelő mérőerősítő műszerrel mérhetők, amelyekhez regisztrálóberendezések is csatlakoztathatók.

A mérések fő problémáit a jeltovábbítás jelenti. A mérőeszközök a terhelt tengellyel együtt forognak, a mérőerősítő és regisztráló berendezés pedig áll. A két rendszer közötti jelátvitelt a kialakult gyakorlat szerint kétféle rendszerrel oldják meg:

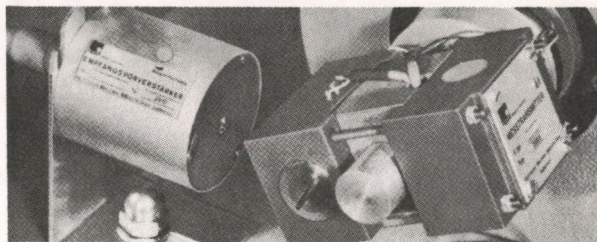
- a) csúszógyűrűs jellevétellel,
- b) vezeték nélküli, induktív jeltovábbítással.

A gyors megoldást kereső és a primitív megoldást is elfogadni kényszerült méréstechnikust a csúszógyűrűs kivitel csábítja. Egyszerűnek látszik minden jelkivezetést a tengellyel együtt forgó fémtárcsára kapcsolni, amely vagy higanyfürdőben, vagy alkalmas kefével érintkezve juttatja el a jelet az álló rendszerhez. Az ilyen megoldásra irányuló vérmes reményeket azonban csillapítanunk kell: igen gondos megoldás, pontos megmunkálás, a keferendszerhez gondos anyagmegválasztás szükséges és ami rendszerint figyelmen kívül marad: tartós használat esetén rendszeres karbantartásra van a csúszógyűrűs rendszernek szüksége.

Jól alkalmazhatónak látszik és a szakember kezében valóban bevált eszköz a mágnesporos tengelykapcsoló. Ennek hasznosságáról, használatának körülményeiről lapunk közölt már cikket [1]. A mágnesporos tengelykapcsoló által átvihető nyomaték szigorúan lineáris kapcsolatban áll a beállított gerjesztéssel, s ez az összefüggés igen alkalmas az átvitt nyomaték mérésére.

### 3. A forgatónyomaték mérése nem bontható kapcsolatú gépegységen

A forgatónyomaték-mérések ide tartozó feladatai jelentik a legnehezebb feladatot a méréstechnikus számára. Példaként említhetjük valamely a vaskohászatban használt hengermű meghajtását. A bonyolult gépegység nem teszi lehetővé az egyes gépek kiválasztását a mérés céljára. A forgatónyomaték erőfolyamában az a keresztmetszet, ahol a mérést kell végezni, technológiai vagy szerkezeti okokból nem bontható, nem alkalmas arra, hogy az egyebüktől jól bevált mérőeszközöket felszereljük, beiktassuk.



2. ábra. Az érintésnélküli jelátvitel eszközei működés közben

A megoldás lehetőségei itt jelentős mértékben függenek attól, hogy a kérdéses helyen van-e az átmérőnek 2—3 szorosával egyenlő hosszúságú hengeres tengelyszakasz, ahol nyúlásmérő ellenállásokból felépített mérőhíddal mérhetnénk a tengely nyomatékkal arányos alakváltoztatását (elcsavarodását). Ha erre van lehetőség, akkor további kérdésként szokott felmerülni, hogy a jeltovábbító szervek elhelyezhetők-e a mérőhely közelében, vagy ismét csak szerkezeti okokból a tengely közepén készített furaton kell-e a jeltovábbító vezetéseket átvezetni, hogy tovább feldolgozhatóvá tegyük a jeleket.

Az eddig is sikeresen megoldott nyomatékmérési feladataink sora bizonyítja, hogy — ha figyelembe is kell venni a lehetőségek és eszközök alkalmazhatóságának végességét, korlátait, és ezek egyes esetekben nem is elegendőek a felmerült probléma megoldására — a mérőeszközök széles választéka és a szakemberekkel folytatott konzultációk, nem utolsósorban az eddigiekben szerzett tapasztalatok többnyire biztosítják a feladat sikeres végrehajtásához szükséges feltételeket.

### Irodalom

- [1] Szentirmai Endre: Vezérelhető nyomatékátvitel forgógépeknél. *Műszerügyi és Méréstechnikai Közlemények*, 15. szám, 1973.
- [2] Szentirmai Endre: A mérésszolgáltató osztály néhány mérési munkájáról. *Műszerügyi és Méréstechnikai Közlemények*, 14. szám, 1973.
- [3] Pásztor Lajos: Nyomatékmérés érintésnélküli jelátvitellel. *Műszerügyi és Méréstechnikai Közlemények*, 11. szám, 1971.
- [4] Istvánffy Gy.: Villamos gépek mérései. Bp. Tankönyvkiadó, 1953.

Автор обобщает опыт измерений относящихся к измерению момента нагрузки. Излагаются способы измерения момента в трех областях: на самостоятельных агрегатах (двигателях) и на агрегатах присоединенных разъемно, или жестко к рабочим машинам.

The author summarizes the experiences obtained in measuring torque loads. Torque measuring methods are described in three fields: on individual power machines (motors), on power machines in releasable connection with machine tools, and on not releasable combination of power machine—machine tool.



# Szolgáltatásaink kiterjesztése mérési adatok feldolgozására

SZENTIRMAI ENDRE – KOVÁCS ANDRÁS –  
MILLEI LAJOS – KÁRPÁTI ZOLTÁN

*A cikkben a szerzők összefoglalják azokat a tapasztalatokat és eredményeket, amelyeket új szolgáltatásként egy HP 9830 kisméretű számítógéppel és csatlakozó perifériáival szereztek. Több gyakorlati példán mutatják be a nagyszámú mérési adatok feldolgozási technikáját a rezgésmérések, frekvenciaelemzés, hőmérsékleteloszlás és hangosságértékelés területén.*

A méréstechnika és a mérőeszközök fejlődése egyre inkább háttérbe szorítja a manuális módszerekkel történő mérési adatgyűjtést. A digitális elven alapuló mérőhálózatok pedig lehetővé teszik a mérések automatizálását, a mérés számítógépbázisú lebonyolítását és a mérési adatok korszerű, számítástechnikai módszerekkel történő feldolgozását.

A korszerű mérőrendszerben funkcionálisan a következő megkülönböztetést tehetjük:

1. Mérőhálózat.
2. Rendszer vezérlő.
3. Mérési algoritmus.
4. Adatfeldolgozó egység.

E funkcionális követelményeket a legjobban a „kisméretű számítógép” (gyakran asztali kalkulátornak nevezik) bázisú mérőrendszerek teljesítik, ha a feladatorientált szervezést, a készülék méreteit és a készülék árát is figyelembe vesszük. Működési sebességet tekintve nem versenytárs a nagyszámú számítógépeknek; az esetek túlnyomó többségénél (pl. szakterületünkön a méréstechnikában) nincs is szükség nagy teljesítményű számítógépre. Sokkal előnyösebben alkalmazha-

tó a kisméretű számítógép olyan területen, ahol gyakran kell programot készíteni és futtatni, továbbá ahol a mérőrendszer adatforgalma „mérés-kelt” és a méréstechnikai feladat jelentékeny mennyiségű számítási munkával párosul.

A kisméretű számítógépnek, a probléma-orientált funkciójából eredően számos olyan perifériája van, ami nagy gépek esetén nem általános (pl. digitális rajzgép, rajzdigitalizáló). Csatlakoztathatók azonban a nagy gépek szokásos perifériái is (pl. interaktív display, mágneslemezes háttértár, lyukszalag és lyukkártyakezelő egységek). Ezen felül többnyire alkalmazhatók időosztásos rendszerekhez is terminálként.

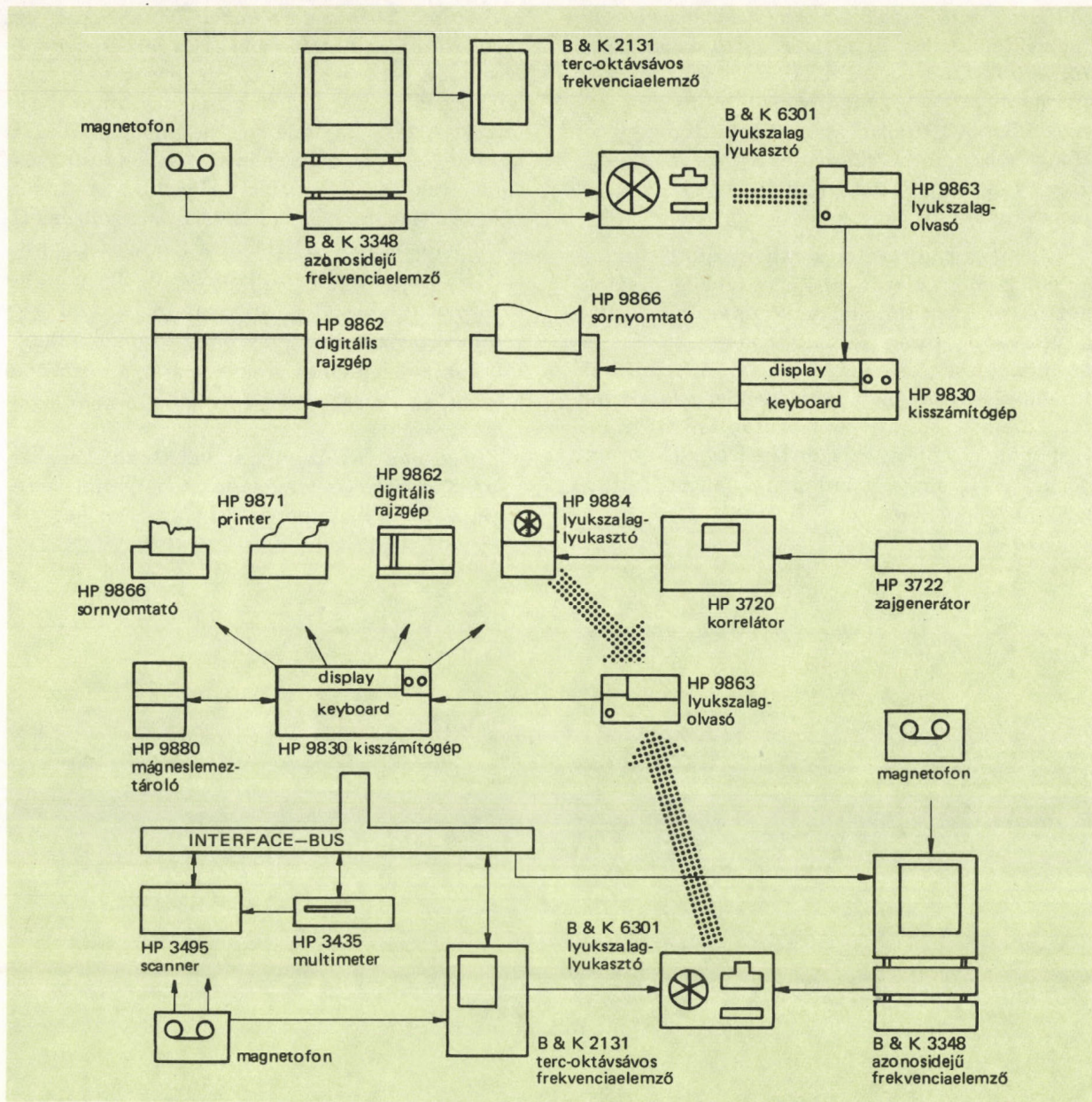
Műszer- és Méréstechnikai Főosztályunk méréstechnikai laboratóriumában különböző nem villamos mennyiségek villamos módszerekkel történő mérése jelenti a fő munkaterületet. Ide soroljuk a nyúlásmérőbélyeges mechanikai feszültség, illetve erőméréseket, a hőelemes mérőátalakítóval történő hőmérsékleteloszlás méréseket, valamint a különböző mérési eljárások szerint végzett zaj- és rezgésméréseket.

Feladataink növekvő volumene és a kiértékelés igényességének növekedése egyaránt szükségessé teszi mérési módszereink, és ezzel párhuzamosan műszerparkunk fejlesztését. Ez két lépésben mehet végbe:

1. hagyományos módszerekkel gyűjtött adatok számítógépes feldolgozása és kiértékelése;
2. mérések lefolytatása automatikus mérőrendszerrel.

A fejlesztés első fokozata (1975 végétől) volt egy HP 9830 típusú kisméretű számítógép a hozzá tartozó perifériákkal, amely lehetővé teszi, hogy olyan méréseknel, amelyek értékelésekor sok adat feldolgozása szükséges, lényeges időmegtakarítást érjünk el. Másrészt statisztikai módszerek bevezetésével a kiértékelést minőségileg is értéke-sebbé tehetjük. A Brüel—Kjaer gyártmányú azonos idejű frekvenciaelemzők és a lyukszalag-lyukasztó használatával elsősorban zaj- és rezgésméréseink kiértékelése oldható meg félauto-mata módon. További műszerberuházásban arról törekszünk, hogy a leggyakrabban végzett mérési típusainkhoz, a meglévő kisméretű számítógép által vezérelt olyan mérőrendszert építsünk ki, amely a lehetőségekhez képest sokoldalú legyen, és





1. ábra (felső) 2. ábra (alsó)

ezáltal más típusú és komplex feladatok megoldását is lehetővé tege.

Az 1. ábrán a jelenleg használt műszerösszeállítás látható. A helyszíni mérés során rögzített jelfelvételt a mérőmagnetofonról a frekvenciaelemző bemenetére juttatjuk. Jelfeldolgozás után, a lyukszalaglyukasztó, illetve olvasó közvetítésével a spektrumok digitális formában a számítógép memóriájába jutnak. A megfelelő számítások elvégzése után az eredmények a sornyomtatón alfanumerikus, a digitális rajzgépen pedig grafikus formában megjeleníthetők. Olyan méréseknél, ahol a regisztrálás nem mágnesszalagon történik, illetve a frekvenciaelemző és lyukasztó nem használható (pl. hőmérsékletmérés),

az adatok közvetlenül a billentyűzetről juttathatók a számítógépbe. Mód van az adatok mágneskasszétán történő tárolására is későbbi feldolgozás céljából.

Terveink szerint egyrészt növelnénk a számítógép memóriáját, perifériális ellátottságát, másrészt interface-bus használatával vezérelhető műszerek kerülnének alkalmazásra. Ezt az összeállítást még kiegészítené egy korrelátor, amely lyukszalaglyukasztón keresztül, indirekt módon csatlakozna a rendszerhez. A 2. ábra ezt az összeállítást mutatja.

A továbbiakban néhány, a méréstechnikai szolgáltatásunkban már alkalmazott mérési adatfeldolgozásról számolunk be.



*Ikarus autóbuszok karosszéria-lemezének hőmérsékleteloszlás vizsgálata égető kemencében történő felfűtés hatására.* A mérés folyamán egy mérőpontváltós (24 mérőpont), Philips gyártmányú PR 3500 típusú, kompenzográffal gyűjtöttük 2 s-os mintavételezéssel a buszon elhelyezett 24 hőmérséklet mérőátalakító kimeneti jelet.

A hosszú mintavétel során gyűjtött mintegy 15 000 hőmérséklet mérési adat feldolgozását végeztük el kisszámítógépes rendszerünk segítségével, a 3. ábrán látható adatgyűjtő és egy számítórajzoló program alapján. A munkaciklus-idő és a mérőhely hőmérséklet-adatait mutatja be a 4. ábra és az 5. ábrán látható a mérési adatok digitális rajzjép segítségével ábrázolt görbeserege, ami két különböző jellegű felfűtés hatását szemlélteti.

*Az Erzsébet-híd tartókábeleiben ébredő erő meghatározása a tartókábel saját rezgésének mérésével.* A kényszergerjesztésbe hozott tartókábel rezgésválasztát FM-mérőmagnetofonra rögzítettük. A tartó saját lengésének meghatározását a Brüel—Kjaer gyártmányú 3348 típusú real-time frekvenciaelemzővel végeztük. A kapott frekvenciaadatokról, valamint a tartókábelek fizikai jellemzőiből, a feladatra kidolgozott program lefuttatásával kaptuk meg a 6. ábrán látható adatokat táblázatos formában. A táblázat (sorrendben tartalmazza a mérőhely számát, a tartókábel saját lengésének frekvenciáját, a tartókábel hosszát, és a szerkezetben ébredő erő nagyságát.

*Erősáramú hálózatokon keletkező zavarfeszültség spektrális vizsgálata.* A helyszíni méréseket a BME Automatizálási Tanszéke végezte,

```

5 DIM ASE(60,8)
10 REM IKARUS TABLAZAT ES ADATGYUJTES
20 DISP "HANYAS MERES ADATAI:"
30 INPUT K
40 FOR C=(K-1)*3+1 TO (K-1)*3+3
50 FORMAT 10/
60 WRITE (15,50)
70 PRINT
80 FORMAT 45X
90 WRITE (15,80)"MŰTÁ MŰESZERUEGYI EES"
100 WRITE (15,80)"MEEREESTECHNIKAI SZOLGAALATA"
110 PRINT
120 WRITE (15,80)"MEGRENDELŐE: IKARUS"
130 WRITE (15,80)"SZERZŐEDEES SZÁMA: N-6051/M"
140 PRINT
150 PRINT
160 DISP "ABRASZAM:"
170 INPUT N
180 FORMAT 30X,F3.0,F5.0
190 WRITE (15,180)N,".ABRA"
200 PRINT
210 PRINT TAB15"IKARUS 280 TÍPUSU CSUKLÓS AUTOBUSZ MEERŐPONTJA -
220 PRINT TAB15"INAK HŐMEERSEEKLETADATAI CELSIUS FOKBAN."
230 PRINT TAB15"MEEREES IDŐEPONTJA: 1977.JANUAR 25."
235 PRINT
236 PRINT
237 PRINT
240 DISP "ELSO BEADOTT CSAT. SZAMA:"
250 INPUT R
260 DISP "MERESI CIKLUSOK SZAMA:"
270 INPUT I
280 PRINT "MEERŐHELY",R;R+1;R+2;R+3;R+4;R+5;R+6;R+7
290 PRINT "CIKLUSSZAM"
300 FOR J=1 TO I
310 DISP J;"CIKLUS ADATAI="
320 WAIT 3000
330 FOR G=1 TO 8
340 INPUT ACJ,G]
350 ACJ,GJ=(ACJ,GJ*1.41)+7
360 NEXT G
370 FORMAT F6.0,F7X,8F6.1
380 WRITE (15,370)J,ACJ,1],ACJ,2],ACJ,3],ACJ,4],ACJ,5],ACJ,6],ACJ,7],ACJ,8]
390 NEXT J
400 WRITE (15,50)
405 FORMAT 80"-
406 WRITE (15,405)
410 DISP "KAZETTA ELOKESZITVE?"
420 STOP
430 STORE DATA C,A
440 NEXT C
445 REWIND
450 END

```

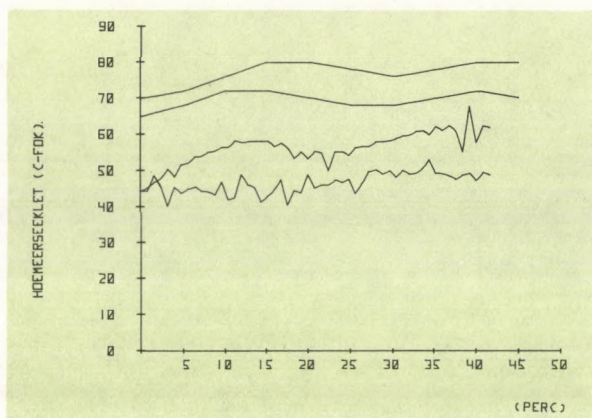
3. ábra



IKARUS 280 TÍPUSU CSUKLOS AUTOBUSZ MEERŐPONTJA -  
INAK HOEMEERSEEKLETADATAI CELSIUS FOKBAN.  
MEERŐS IDŐPONTJA: 1977. JANUÁR 25.

MEERŐHELY CIKLUSSZÁM	1	2	3	4	5	6	7	8
1	44.4	39.4	42.0	46.7	40.9	48.8	46.7	42.0
2	44.4	42.3	42.0	47.3	42.3	49.9	46.4	42.3
3	48.5	41.7	43.5	48.2	42.9	50.2	47.6	42.9
4	45.5	42.0	44.4	50.5	42.6	50.2	45.5	44.4
5	40.3	42.3	45.5	47.9	44.7	47.9	47.9	45.0
6	45.3	45.3	46.4	49.3	45.3	49.3	48.5	43.2
7	43.8	43.8	46.7	49.0	46.1	49.6	48.5	43.5
8	45.0	45.5	42.3	49.0	44.7	49.0	47.6	43.5
9	45.5	43.5	45.3	50.8	46.4	51.1	45.3	43.5
10	44.4	44.4	44.4	51.7	45.8	50.8	44.4	40.3
⋮								
46	49.0	47.9	49.3	49.9	50.5	55.5	48.5	47.9
47	48.5	48.8	49.3	49.0	50.2	54.0	48.5	48.5
48	47.6	47.3	49.0	53.4	51.4	52.3	52.0	46.1
49	48.8	49.3	46.4	53.1	50.2	50.8	44.4	46.7
50	49.3	47.6	49.0	52.3	48.2	52.6	45.8	47.9
51	47.3	47.9	53.1	49.9	47.6	50.2	48.8	45.5
52	49.3	45.3	49.0	49.6	49.3	49.9	46.1	49.0
53	48.8	45.0	47.9	50.8	46.4	49.9	49.3	47.6

4. ábra



5. ábra

a mi feladatunk a mágnesszalagra rögzített villamos jelek feldolgozása volt. A tárolt jelek frekvenciaelemzését a Brüel—Kjaer gyártmányú 3348 típusú frekvenciaelemzővel végeztük. A spektrumokat lyukszalagon tároltuk, majd a számítógépbe olvasva egy megfelelő algoritmus segítségével elvégeztük a gépi adatfeldolgozást. A megbízó kérése szerint a maximális amplitúdóval jelentkező 50 Hz frekvenciájú alapharmonikus jelszintjét 100% értéknek tekintve nyomtattuk ki a többi jelösszetevőnek az alapharmonikus jelszintjéhez viszonyított jelszintjét százalékban kifejezve (7. ábra).

A táblázatban szereplő adatokat jeleníti meg vizuálisan a digitális rajzgéppel kirajzolt, 8. ábrán látható spektrum is.

*Akusztikai és rezgésmérések.* Szolgáltatunk rendszeresen végez akusztikai és rezgésmérése-

BUDAI OLDAL ESZAKI KAMRA

SORSZ.	[HZ]	[CM]	[KMP]
1	9.50	10.131	58.3
2	9.40	10.134	57.0
3	9.85	10.295	65.4
4	9.30	10.011	54.1
5	9.23	10.541	60.0
6	9.53	10.505	63.8
7	9.13	10.928	63.7
8	9.28	11.165	69.3
9	9.40	10.446	61.2
10	9.33	10.413	59.8
11	9.48	10.720	66.1
12	9.20	10.604	60.5
13	8.98	10.723	58.9
14	9.28	10.706	63.0
15	8.98	10.604	57.4
16	9.23	10.680	61.9
17	8.88	10.583	55.8
18	9.25	10.688	62.3
19	8.68	11.030	58.4
20	8.30	11.109	53.9
21	8.55	10.639	52.0
22	8.35	10.622	49.2
23	8.68	10.903	56.9
24	9.00	11.108	64.2
25	8.53	11.642	63.6
26	8.45	11.764	63.9
27	8.65	11.318	61.5
28	8.63	11.195	59.7
29	8.68	11.604	65.6
30	8.55	11.989	68.3
31	8.50	11.212	58.0
32	8.63	11.454	62.9
33	8.50	11.472	61.1

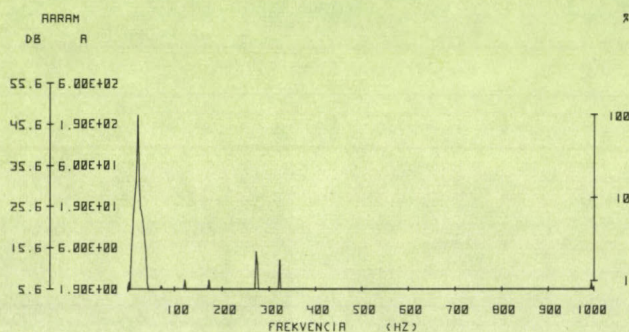
6. ábra

ket, így állandóan fejlesztjük, bővítjük e témák elsősorban a hazai és nemzetközi szabványok figyelembevételével készített adatfeldolgozó, értékelő, minősítő és jegyzőkönyv-író software-anyagát.



ALAPHARMONIKUS (F=50 HZ) AMPLITUDOJA: 100%= 238.9 A

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	0.8	1.0	0.8	1.9	3.6	6.5	9.8	14.8	25.7	100.0
2	15.8	7.4	6.3	5.4	4.3	2.9	1.9	1.0	0.8	0.8
3	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8
4	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8
5	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	1.0
6	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8
7	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	1.0
8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8
9	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8
10	0.8	0.8	9.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8
11	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.6	2.2
12	1.6	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8
⋮										
38	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8
39	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8
40	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	1.0	0.8

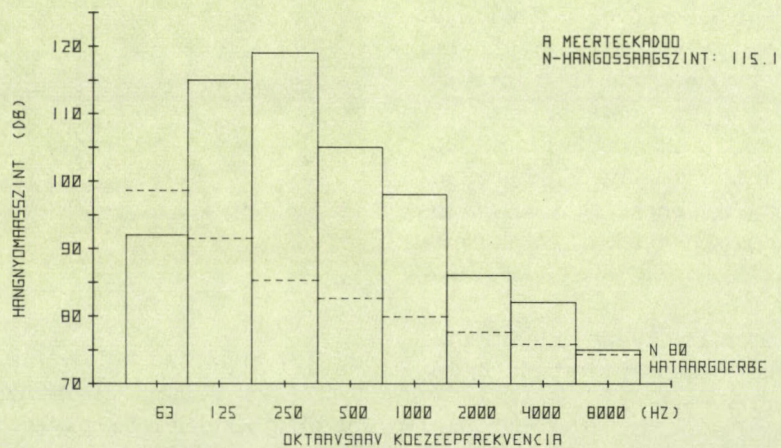


7. ábra (felső) 8. ábra (alsó)

Az ÁBEO szerint rögzített, N-hangosság megítélés szerint történő munkahelyi zajminősítésre mutatunk be egy adatfeldolgozási példát. A zajfelvételek frekvenciaelemzését Brüel—Kjaer gyártmányú, 2131 típusú terc/oktávsváros real-time rendszerű frekvenciaelemzővel végeztük.

A 9. ábra tartalmazza a jegyzőkönyv mérési

adatait, a számított oktávsváros N-hangosság szint értékeit, az N—80 határgörbétől való eltérés nagyságát, továbbá a minősítést is. Ezután a rajzgép elkészíti a mért eredmények grafikus megjelenítését, és a kész rajzon tájékoztatásul berajzolja a munkahelyeken megengedhető N—80 határgörbét is. (10. ábra).





ZAJMEERES ADATOK OKTARVSRAVOS ELEMZESE.

MEERES IDŐPONTJA: 1976. MÁJUS 17-21.  
MEERES:  
GÉPI MŰVELET:

MEERT ÁRTLAGOS HANGNYOMÁSSZINTEK (DB):

OKTARVSRAV KOEZEEPFREKVENCIA (HZ)	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
HANGNYOMÁSSZINT (DB)	92.0	115.0	119.0	105.0	98.0	86.0	82.0	75.0
ELTEERES AZ N 80 GOERBEETOEL (N)	-6.7	23.4	33.6	22.3	18.0	8.3	5.1	0.6

SZÁMITOTT; MEERTEEKADÓO N-HANGOSSÁGSSZINT: N= 115.1

MINDOSITEES: AZ N= 115.1 A MEGENGEDETT EERTEEKET TULLEEPI!

10. ábra

A mérésadatfeldolgozás, mint új szolgáltatás a Műszer- és Méréstechnikai Főosztály szervezeten belül alakult Mérési Adatfeldolgozó és Számítástechnikai Csoport végzi. Feladata a Méréstechnikai és Műszertechnikai Osztályok munkáinak hathatós támogatása mellett, ügyfeleink adatfeldolgozással kapcsolatos igényeinek kielégítése. Lehetőségeinknek megfelelően, új programok kidolgozásában, valamint meglévő programok lefuttatásában, megfelelő gépi időkapacitással állunk ügyfeleink rendelkezésére.

A cikkben szereplő műszerek főbb jellemzői

HEWLETT—PACKARD GYÁRTMÁNYÚ 9830 TÍPUSÚ KISSZÁMITÓGÉP

8 kbyte memória; bővítés 16 kbyte-ra  
Basic programnyelv  
6 kbyte ROM; bővítés 16 kbyte-re  
32-karakteres alfanumerikus display  
beépített mágneskazettás tároló, 64 kbyte/kazetta tárolási kapacitással.

HEWLETT—PACKARD GYÁRTMÁNYÚ 9866 TÍPUSÚ TERMÍKUS SORNYOMTATÓ

nyomtatási sebesség; 250 sor/min, 80 karakter/sor

HEWLETT—PACKARD GYÁRTMÁNYÚ 9862 TÍPUSÚ DIGITÁLIS RAJZGÉP

25×38 cm<sup>2</sup> rajzfelület  
írótoll: filcfelegyű  
pontosság: a teljes rajzméret 99,7%-a  
rajzolási sebesség: 13 mm/90 ms egyenes vonal rajzolása esetén

HEWLETT—PACKARD GYÁRTMÁNYÚ 9871 TÍPUSÚ KARAKTERNYOMTATÓ

nyomtatási sebesség; 30 karakter/s; soronként 152 karakter jelkészlet: kis- és nagybetűk, számok, szimbólumok másolatkészítési lehetőség, max. 6 példány

HEWLETT—PACKARD GYÁRTMÁNYÚ 9884 TÍPUSÚ SZALAGLYUKASZTÓ

Lyukasztási sebesség 75 karakter/s  
kód: ASCII

HEWLETT—PACKARD GYÁRTMÁNYÚ MÁGNESLEMEZES TÁROLÓ

Mágneslemezek száma 2 (1 fix és egy cserélhető lemez)  
Memóriakapacitás: 2,4 Mbyte/lemez  
Átlagos hozzáférési idő: 42,5 ms

HEWLETT—PACKARD GYÁRTMÁNYÚ 3455 TÍPUSÚ DIGITÁLIS MULTIMÉTER

Mésmódok: DC, AC, ohm  
Leolvasási sebesség: DC-mérésnél: 24 leolvasás/s  
AC-mérésnél: 13 leolvasás/s  
ohm-mérésnél: 12 leolvasás/s

Érzékenység: DC-mérésnél 1 μV  
Matematikai funkciók: (mikroprocesszoros)  
— korrekció (mérőátalakítók lineárizáláshoz)  
— százalékos eltérés számítás, stb.

HEWLETT—PACKARD GYÁRTMÁNYÚ 3495 TÍPUSÚ MÉRŐHELYVÁLTÓ

Mérőhelyváltás: max. 40 csatorna  
A kapcsolt feszültség határértéke 230 V  
A kapcsolt áram határértéke: 200 mA

HEWLETT—PACKARD GYÁRTMÁNYÚ 3721 TÍPUSÚ KORRELÁTOR

Frekvenciatartomány: DC—250 kHz  
Funkciók: autókorreláció  
keresztkorreláció  
digitális elvű átlagképzés, sűrűség-, és eloszlásfüggvény.  
Felbontás: 100 pont

HEWLETT—PACKARD GYÁRTMÁNYÚ 3722 TÍPUSÚ ZAJGENERÁTOR

bináris és véletlen jelsorozat és Gauss eloszlású stat. zaj generálása  
Frekvenciatartomány  
lineáris jelkimenet 0,003 Hz... 1 MHz  
Gauss eloszlású stat. zaj kimenet 0,00015 Hz... 50 kHz



**BRÜEL—KJAER GYÁRTMÁNYÚ 3348 TÍPUSÚ REAL-TIME  
RENDSZERŰ KESKENYSÁVÚ FREKVENCIAELEMZŐ**

Frekvenciatartomány: 0,0025 Hz ... 20 kHz

Funkciók: lineáris átlagképzés  
exponenciális átlagképzés  
spektrum maximum gyűjtés  
spektrális teljesítménysűrűség mérés  
tranzien jelek spektrumvizsgálata

Memóriák száma: kettő (spektrum összehasonlításhoz)

Kimenet: analóg és digitális

Dinamikatartomány: 60 dB

Memóriák száma: kettő (spektrum összehasonlításhoz)

Bemenet: analóg és digitális

Kimenet: analóg és digitális

Dinamikatartomány: 69 dB

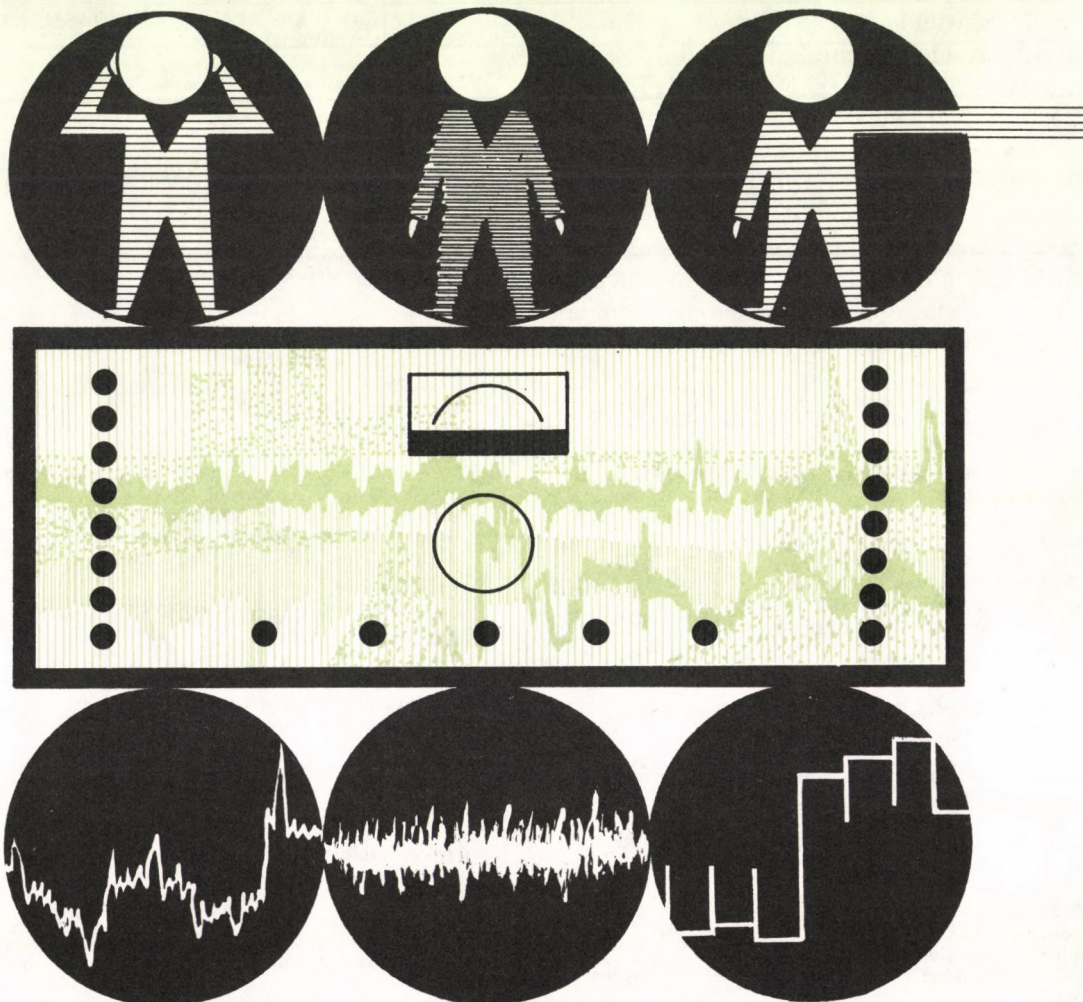
**BRÜEL—KJAER GYÁRTMÁNYÚ 2131 TÍPUSÚ REAL-TIME  
RENDSZERŰ TERC- ÉS OKTÁVSÁVOS FREKVENCIAELEMZŐ**

Tercsávós elemzési tartomány: 1,6 Hz ... 20 kHz

Oktávásávós elemzési tartomány: 2 Hz ... 16 kHz

Funkciók: lineáris átlagképzés  
exponenciális átlagképzés  
spektrum maximum gyűjtés

The authors give account on the experiences and results obtained with a calculator Type HP 9830 and its connected peripherals as a new kind of service. Practical examples are quoted for the techniques of processing a large number of measurement data in the fields of vibration measurements, frequency analyses, distribution of temperature and evaluation of sound levels.



**Nemvillamos mennyiségek mérése villamos úton**

• Mechanikai igénybevétel mérése

• Hőtechnikai vizsgálatok

• Zaj- és rezgésmérések

Villamos mérések

**MTA MMSZ**

Méréstechnikai Osztály

Budapest VI., Lenin krt. 67.

Levél cím: 1391 Budapest, Pf. 241

Telefon: 220-425\*

Telex: SCIME 22-5114



# A vérgáz-analizátorok mérési pontosságát befolyásoló tényezők

VICHNALEK ISTVÁN:

*A szerző a Radiometer vérgáz-analizátorok üzemeltetésével és karbantartásával kapcsolatos szerviz-tapasztalatokról számol be. Felhívja a figyelmet a vérvétel és az elektródok kezelése során fellépő hibákra és azok kiküszöbölésére.*

A vér sav-bázis egyensúlyának Astrup által kifejlesztett mérési módszere ma már a kórházi laboratóriumok rutinvizsgálataihoz tartozik. Hazánkban mintegy 300-ra tehető azon vérgázelemző készülékek száma, amelyek e módszert használják a vér pH,  $P_{O_2}$ ,  $P_{CO_2}$ , sőt újabban a hemoglobin értékének meghatározására.

Elterjedt mérésről és mérőműszerekről lévén szó, e cikk keretében azzal szeretnénk a felhasználók segítségére lenni, hogy néhány tipikus hibára, vagy hibalehetőségre hívjuk fel figyelmüket, amelyeket az általunk szerzett szerviztapasztalatokból szűrtünk le. Ezek főleg a mérés előkészítésére, a vérvételre, a műszer kalibrálására vonatkoznak, és így figyelembevételük segítséget nyújthat a vérgázelemzők által nyújtott mérési pontosság eléréséhez.

## Vérvétel és a vérminta előkészítése a méréshez

Nagyon sok gyakorlati példa igazolja, hogy a vérvétel helyes technikája rendkívül fontos részét képezi a teljes mérési folyamatnak. Helyte-

lenül vett vér természetesen nem ad reális képet a beteg respiratórikus állapotáról. Gyakori, hogy a vérgázanalizátor műszaki szempontból kifogástalanul működik és ezt a különböző tesztvizsgálatok, valamint a hitelesítő pufferekkel történő kalibrálás is igazolja: a vérrel történt mérés azonban orvosi szempontból mégsem ad elfogadható eredményeket. Ilyen esetben rendszerint vagy a vérvétel vagy pedig a vér előkészítése a méréshez nem volt megfelelő.

A méréshez artériás vérre vagy pedig megfelelően arterializált kapilláris vérre van szükségünk. Az artériás punktúraban nagy előrelépést jelent a műanyag fecskendő használata. Ilyen pl. a Radiometer gyártmányú B109 Arterial Sampler, de más cégek is gyártanak hasonló fecskendőket (1. ábra). A B109 típus speciális kiképzése azért újszerű, mert a vér artériás nyomása elegendő arra, hogy azt megtelítse vérrel, és az ábrán nyíllal jelölt irányba a levegőt kinyomja anélkül, hogy a dugattyút mozgatnunk kellene. A műanyag fecskendőket steril csomagolásban hozzák forgalomba és csak egyszeri használatra alkalmasak, ezért nem adnak lehetőséget esetleges fertőzések (pl. hepatitis) továbbterjesztésére. Koppenhágában, az University Hospitalban összehasonlító vizsgálatokat végeztek, hogy a műanyag használata mennyiben befolyásolja a vér jellemzőinek értékét. A 10 ml-es hagyományos üveg és az 1 ml-es műanyag fecskendők összehasonlítása azt mutatta, hogy a vér sav-bázis jellemzőire 50%-on belüli eltérések adódtak, vagyis a műanyag fecskendők beváltak.

Fontos, hogy a fecskendőt vérvétel előtt heparinozni kell, majd a vérvétel után a heparinnak a vérrel való jó keveredése céljából ujjaink között meg kell forgatni. A heparin helyes keverési aránya a vérben 0,5 mg/ml; ez még nem okoz pH változást. Gyakori az az eset, hogy a vett vérminta buborékos: ez két hiba forrása lehet. Egyrészt megváltoznak a vér sav-bázis jellemzői, másrészt a buborék bekerülve a mérő elektródba, bizonytalan — esetleg hibás — leolvasást okoz.

Tapasztalatból tudjuk, hogy általában a vérvétel és a vér mérése nem egy helyen történik. Gyakran előfordul, hogy hosszabb idő telik el (esetleg órák) amíg a vérminta eljut a laboratóriumba. Ez, figyelembe véve azt a tényt, hogy a



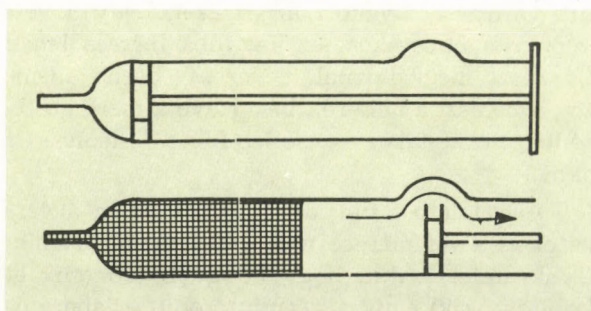
vér szobahőmérsékleten max. 15 min-ig tárolható anélkül, hogy a sav-bázis jellemzőkben jelentős változás ne következzen be, teljesen hamis eredményeket fog mutatni a beteg állapotáról. Ezért javasoljuk, hogy már a vérvétel helyén a fecskendőt helyezzük jeges vízbe, (2. ábra), addig is, amíg a vér a laboratóriumba kerül. Így eleve kizárhatunk egy jelentős hibaforrást. Tudnunk kell azonban, hogy így jeges vízben is a vér max. 3 h-n át tárolható. Ennél hosszabb tárolás után nem érdemes kísérletezni a méréssel, mert az nem adhat helyes eredményt.

Általában jobban elterjedt az artériás punk-túrával szemben az arterializált kapilláris vérből történő mérés. Az ma már szakmailag nem vitat-ható, hogy a megfelelően arterializált vér teljes mértékben összehasonlítható a sav-bázis jellem-zők tekintetében az artériás vérrel. Itt azonban azt, hogy megfelelően arterializált, szeretnénk hangsúlyozni. Mindazok a vérré vonatkozó meg-állapításaink, amelyeket az előzőekben tettünk, itt is érvényesek, de néhány hibalehetőség szin-te magától adódik az utóbbinál, amelyre szeret-nénk a figyelmet felhívni.

Már maga az a tény, hogy a kapilláris vérvé-tellel szemben nincs olyan magas követelmény (gondolunk itt arra, hogy sok helyen arteriás punk-túrát csak orvos végezhet, míg a kapilláris vért nővérek vagy esetleg a műszert kezelő is vehet) már egy hibalehetőséget rejt magában. Aki a vért veszi, nem mindig ismeri a vérvétel helyes technikáját, vagy nem számol azzal, hogy a helytelenül vett vérminta hibás eredményeket adhat.

Elterjedt, hogy ujjbegyből veszik a vért és ilyenkor gyakori hiba, hogy az ujjbegy megfele-lő előkészítése, a vérbőség biztosítása (meleg tö-rülköző vagy fűtőpárna rácsavarása 40—50 °C, 4—5 min) elmarad. Ez azt eredményezheti, hogy a szűrés után a vérvételi helyen a vérzés nem megfelelő, ezért szinte ki kell préselni a kapillá-ris vérmintát.

A préselés hatására a vérminta vénás vért és szövetnedveket is tartalmaz, ami teljesen meg-



1. ábra

hamisítja az eredményeinket. Gyakori panasz pl. hogy a készülék alacsony  $PO_2$  eredményeket ad, amelyek orvosi szempontból elfogadhatatlanok. Később a vizsgálatból kiderül, hogy a vérvétel az előbb leírt helytelen módon történt és helyes vérvétellel a készülék pontosan mér.

A tapasztalat azt mutatja, hogy előnyösebb a fülcimpából történő vérvétel (általában sokkal könnyebb vérbővé tenni, mint az ujjhegyet). Ajánlatos a fülcimpát kevés szilikonzsírral be-kenni — ez meghosszabbítja a vérzést — majd 2—3 min-es masszázst alkalmazni. (3. ábra.)

Nem ajánljuk a tű használatát sem (bár hely-telenül eléggé elterjedt) a szűrésre, mert nem ad megfelelő vágást, célszerű inkább az erre a célra készült szűrőláncsát használni, amely-lyel megfelelő sebet lehet vágni. Ellenkező eset-ben nem elég erőteljes a vérzés és a kapilláris vér buborékos lesz, esetleg megalvad még a ka-pilláris megtöltés előtt. Hibaforrás lehet az is, ha nem gyári, hanem házilag heparinozott vagy más célra készült kapillárist használunk, így a hely-telen heparin koncentráció a vérben pH-válto-zást okoz.

Optimális, ha a vérvételt közvetlenül követi a mérés, ellenkező esetben a vér tárolására vonat-kozó korábbi megjegyzéseink itt is érvényesek. A kapilláris belső mérete olyan, hogy az közvet-lenül illeszthető az elektróda szívócsövéhez és a vér az elektródba szívható.

### Pufferek, kalibrálás

A pH-mérés pontossága nagy mértékben függ az elektródalánc kalibrálására felhasznált pufferek pontosságától. Puffer-oldatokat általában a kö-vetkező szennyező és pH-jukat megváltoztató szennyező behatásoktól kell védeni:

1. Az atmoszférában levő kéndioxid, oxigén, am-mónia és más jelenlevő gázok.
2. A puffert tartó edény falából kioldott ionok.
3. Fényhatás általában és különösen rövid hul-lámhosszúságú fény és a napfény behatása.
4. Hőmérséklet hatása.
5. Különböző baktériumok és gombák hatása.

A felsorolt behatásokkal szemben az eddig is-mert legeredményesebb védekezés, ha a puffert sötét színű, sterilizált, nagy kémiai ellenállóké-pességű, légmentesen zárt üvegedényben, vagy pedig zárt ampullákban, hűtőszekrényben tárol-juk. Gyakran házi készítésű puffereket használ-nak, melyeknél különösen kell ügyelni a fenti behatásokra.

A pH-mérés hőfokfüggéséből következik, hogy a pufferek hőfokának a mérendő minta hőfoká-val (vér esetében 37 °C) meg kell egyeznie. Min-



dig frissen bontott puffert célszerű használnunk, mert a különböző szennyeződések, különösen a szobalevegőben levő  $\text{CO}_2$  hatása miatt kb. 2—4 h hosszat tekinthetők csak a pufferek stabilnak. Tapasztalataink szerint gyakran több hete felbontott puffer ampullából próbálnak kalibrálni. Ez még akkor sem ad helyes beállítást, ha az ampullát gondosan leragasztották és hűtőszekrényben tárolták. Az elektród szívócsövén mindig marad valami kis nedvesség, ami szennyeződést okoz, ezért mindig le kell törölni a pufferbe mártás előtt. Gyakori eset, hogy az egyik fajta puffer előbb elfogy, mint a másik. Ilyenkor a maradék puffert mindig el kell dobni és két frissen bontott ampullával kell a kalibrálást elvégezni.

A műszer kalibrálását a használati utasítás szerint, azonban mindig a hőmérséklet stabilizálódása után végezzük. A hőmérséklet megváltozásával az elektródok rövid időre instabillá válnak (pl. bekapcsolás utáni felfűtés). Az instabil állapot időtartama elsősorban a hőfokváltozás nagyságától függ és többszöri pufferrel történő kalibrálással lehet kompenzálni. Ez a magyarázata, hogy bekapcsolás után a hőmérséklet stabilizálódása után is bizonyos időre van szükség, hogy reprodukálható eredményeket kapjunk. Ezért kerüljük a gyakori ki-bekapcsolást. Optimális, ha a készülék állandóan bekapcsolt, mérésre kész állapotban van.

### Üzemeltetés és karbantartás

Az üzemeltetéssel és karbantartással kapcsolatosan a használati utasításban leírtakon kívül a következőkre hívjuk fel a figyelmet.

Új üveg elektródoknál, valamint szárazon tárolt elektródoknál az első napokban bizonyos „drift potenciál” tapasztalható, amely a nullpont változását okozza. Ezt az elektród tartós beáztatásával, valamint gyakori, pufferrel történő kalibrációval lehet csökkenteni. Az elektród beáztatását 0,1 ml sósavban szobahőmérsékleten kb. 24 h-n keresztül kell végezni. Ezután desztillált vízzel lemosuk és pufferben áztatjuk kb. 24 h-t. A beáztatás sokszor hasznos lehet olyan régi elektródoknál is, amelyek érzékenysége és megszólalási ideje nem megfelelő. A pH-mérés közvetve elektrosztatikus elv alapján történik, ebből következik, hogy minden elektrosztatikus zavarra rendkívül érzékeny. Az üvegelektrod kábelje ugyan árnyékolva, az elektród pH-érzékeny mérőrésze azonban nincs árnyékolva és ide juthatnak elektrosztatikus zavarok. Ezek megakadályozására az elektródot körülvevő termosztát vizet használhatjuk árnyékolásra. Ezt 3 g/l káliumnitrát vagy káliumkarbonát adagolásával

érhetjük el, amely a termosztátvizet vezetővé teszi és árnyékolást biztosít.

A Clark által kifejlesztett oxigén elektród egy közös házban elhelyezett ezüst—ezüstklorid anód és egy platina katódból áll, amelyet egy vékony membrán választ el a mérendő mintától. Bizonyos idő után az oxigén elektródoknál bizonytalanság tapasztalható a méréskor. Ennek az lehet az oka, hogy az elektród felületén a platina katódnál ezüst rakódott le. Ez eltömiti az elektród végén levő finom kis erezést. Korábban az volt a szokásos, (a használati utasítás szerint), hogy durva csiszolópapírral megcsiszolták az elektród végén levő kérdéses felületet. Ez a kezelési eljárás két okból hátrányos. Egyrészt tönkreteszi az elektród végén levő eredeti gyári erezést, másrészt a csiszoláskor óhatatlanul kicsit „hegyesre” csiszoljuk az elektródvéget, ami viszont elősegíti a kérdéses helyen a fokozottabb ezüstlerakódást.

Tapasztalataink alapján egy újabb eljárást ajánlunk, amivel ugyanazt a hatást érhetjük el az elmondott hátrányok nélkül. Eszerint 6 M salétromsavat csöppentünk egy üveglapra (megfelelő óvatosság mellett, mert súlyos égési sebeket okozhat) és az elektród csúcsát belemártjuk; kb. 2 min elengendő, hogy az eltávolítsa az ezüstrészecskéket a platina katódról. Ilyenkor mindig csak az elektród vége érintkezhet a salétromsavval, az ezüstklorid réteg sohasem. Desztillált vízzel lemosva az elektród szerelése a továbbiakban az ismert módon történhet.

A  $\text{Pco}_2$  elektródnál, mint ismeretes, régebben Josef-papírt és teflon membránt használtak. Újabban Josef-papír helyett könnyebben kezelhető vékony nylonháló van. A teflon membrán helyett pedig szilikon membrán, amelynek ugyan kisebb a kémiai ellenálló képessége (de ez vér esetében még mindig elegendő), a megszólalási ideje viszont kb. a fele mint a teflon membránál.

---

Автором изложен опыт, накопленный при эксплуатации и ремонте анализаторов газов в крови типа Радиометр. Автор обращает внимание на ошибки и их устранения при взятии крови и применении электродов.

In his study the author reports on the service-experiences obtained when operating blood gas analysers, mainly the Model Radiometer. Attention is called to possible mistakes in the course of blood sampling and when the electrodes are handled, finally to the elimination of these mistakes.



# Hidraulikus bontókalapács ütési út-idő diagramjának meghatározása nagysebességű filmezéssel

HORNOK ANTAL – CECH VILMOS

*A szerzők ismertetik a hidraulikus bontókalapáccsal felszerelt kotrógép gémszerkezetére a szerelék ütési impulzusából átadódó dinamikus terhelések mozgásegyenletekkel történő meghatározását. Az egyenletekbe a nagysebességű filmfelvételekkel optikai úton meghatározott gerjesztőerők írhatók.*

## A bontás technológiai igényei

Az építési tevékenységet megelőzi a terület előkészítése, az útalap kiemelése, a közművesítés, ezekhez több-kevesebb bontást kell végezni. Egy-egy korszerű városrész kialakításához néha egész kerületeket kell lebontani. A közműhálózat árckainak nyitásakor, a hálózat bővítésekor és a karbantartáshoz gyakran kell feltörni a burkolatot és eltávolítani a kotrógép útjába kerülő akadályokat. Épületalapok kiemelésekor és útpályák bevágásainak készítésekor sok esetben kell sziklákat eltávolítani.

A bontási feladatok végzésére használt, a városlakók által is ismert zajos, sűrített levegős, kézi bontókalapácsok, fizikailag igen erősen igénybeveszik a kezelőszemélyzetet és teljesítményük is messze elmarad a technológiai lánc többi berendezésétől. A mélyépítési munkálatoknál alkalmazott hidraulikus kotrógépek megfelelő bázisgépek voltak a bontások elvégzésére. Kezdetben a pneumatikus bontókalapácsot szerelték a kotrógép karrendszerére, majd a bázisgép energiaátviteli rendszerét hasznosító hidrau-

likus kalapácsot (1. ábra). Így feleslegessé váltak zajos és levegőszennyezést okozó kompresszorok, csökkent a bontás fajlagos energiaigényessége és kézi munkaerőt lehetett kiváltani.

Hazánkban mély- és útépítő vállalatok, építőanyagipari, ill. kőbányászati üzemek vásároltak először bontókalapácsot. Három nagyobb felhasználási terület alakult ki:

- beton, vasbeton épületszerkezetek és épületalapok bontása (2. ábra);
- épületalapok kiemelésénél és ároknyitásnál kőzet kitermelése és bontása;
- a kőbányákban a méreten felüli tömbök aprítása, batározása (3. ábra).

A bontókalapáccsal végzett munka technológiája az alapgépre, valamint a gépkezelőre gyakorolt hatásban sokban különbözik a hagyományos kotrógép-üzemtől. A gépre és a gépkezelőre a berendezés működése közben jelentős dinamikus terhelések hatnak, ennek nagysága és a gép technológiai lehetőségeinek kihasználása, nagymértékben függ a szerelék és az



1. ábra. Roxon B-200 típusú hidraulikus bontókalapács





2. ábra. Útalap bontás Krupp HM-401 bontókalapáccsal



3. ábra. Batározás kőbányában Montabert BRH 500 C típusú hidraulikus bontókalapáccsal

alapgép helyes kiválasztásától. A bontókalapács csak az egyik munkaeszköz az aktív szerelések közül. A mélytömörítő vagy a kaparóláncozó szerelék ugyancsak dinamikusan terheli az alapgépet, a hatást rezgésvizsgálattal lehet megállapítani.

### A kotrógép-bontókalapács rendszer analitikai vizsgálata

A bontókalapácsok rezgésvizsgálata alapján megállapítható, hogy erős rezgések lépnek fel a kotrógép gémszerkezetén, és a csúcspannban mért kité-

rés 3—10 mm. Ennek számítás útján való megállapításához ki kell dolgozni a kotrógépre a kalapács impulzusszerű reakcióerejét figyelembe vevő mozgási egyenleteket.

Ismétlődő ütésszerű dinamikus terhelések vizsgálatával csak a marótárcsás külszíni kotrógépekkel kapcsolatban foglalkozik az irodalom, azok felépítése viszont nem hasonlítható össze a hidraulikus kotrógépekkel.

A kotrógépek karrendszerének mozgását a legcélszerűbben Lagrange-egyenletekkel lehet felírni, az analitikus módszer nem elég pontos.

A hidraulikus kotró gémszerkezete és munkaszereleke három szabadságfokú síkbeli karrendszernek tekinthető, amely elemeinek mozgását hidraulikus munkahengerek biztosítják. A másodfajú Lagrange-egyenlet felírásához szükséges általános koordinátákként a gémtagok szögelfordulásait választva a matematikai modell megalkotásához a kotrószerelék rugalmas dinamikai rendszerét a 4. ábrán láthatóan ábrázolhatjuk. A Lagrange-egyenlet általános alakja a következő:

$$\frac{d}{dt} \frac{\partial E}{\partial \dot{q}_i} - \frac{\partial E}{\partial q_i} + \frac{\partial U}{\partial q_i} + \frac{\partial D}{\partial \dot{q}_i} = Q_i \quad (1)$$

A három szabadságfokú mechanikai rendszer mozgását összesen három másodfajú Lagrange-egyenletből álló egyenletrendszer írja le. Az egyenletek felállításához meghatározzuk az alkotóelemeket. A Lagrange-egyenlet bal oldalán szerepel a rendszer  $E$  mozgási energiája,  $U$  helyzeti energiája és a kotrógép karrendszer energia  $D$  disszipációja, amit ismertnek tekintünk. Az (1) egyenlet jobb oldalán szerepel a rendszer elmozdulását kiváltó generalizált erő, amit meg kell határoznunk.

A rendszert gémtagok súly-erői, a hidraulikus munkahengerekkel kifejtett erők és a bontókalapács reakcióereje igyekszik elfordítani, ami a karrendszer 1, 2, 3 csuklópontjaira számított nyomaték összegével fejezhető ki.

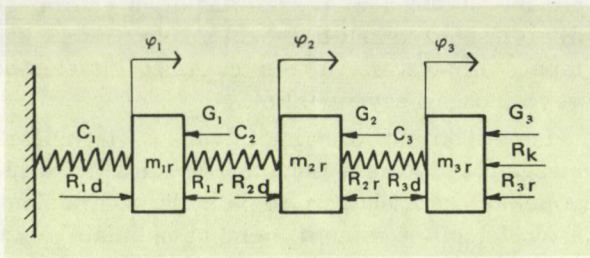
$$M_i = M_{G_i} + M_{R_i} - M_{S_{zi}}$$

$$\text{ahol } M_{S_{zi}} = R_k \cdot b_i$$

a bontókalapács reakcióerejének nyomatéka az  $i$ -edik csuklópontra. Az erőkomponensek közül részletesebben meg kell vizsgálni a bontókalapács  $R_k$  reakcióerejét, amely a kalapács percnkénti ütésszámának  $n = 400—500$  megfelelő gyakorisággal dinamikusan terheli az egész kotrógépet.

A kalapács ütéséből az alapgép karrendszerére átadódó terhelés nem tekinthető harmonikusan változó periodikus gerjesztő erőnek, melynek le-





4. ábra. Hidraulikus kotrórgép gémszerkezetének dinamikai vázlata

ahol

- $C_1$  az egyes gémtagokat mozgató munkahengerek rugóállandói,
- $G_1$  a gém súlya,
- $G_2$  a kotrószár súlya,
- $G_3$  a szerelék súlya,
- $m_{1r}$  a gémtagnak a gémmozgató henger be-kötési pontjára redukált tömege,
- $R_{1d}$  a munkahengerdugattyún ébredő erő,
- $R_{1r}$  a dugattyúrúd felőli oldali ébredő erő,
- $\varphi_1$  a gémen, a kotrószáron és a szereléken fellépő csavaró erő.

folyását munkahipotézisünk szerint az 5. ábra szemlélteti.

### Mozgás-egyenletek

A Lagrange-egyenletben előírt deriválások elvégzése után felállíthatók a rendszer kitérés szögeinek differenciál egyenletei. Az egyszerűsítések után az állandókat nagy betűvel jelölve az alábbi gyorsulás csatolású inhomogén nem lineáris egyenletrendszert kapjuk.

$$A \ddot{\varphi}_1 + (N - B)\ddot{\varphi}_2 + \ddot{\varphi}_3 + K\dot{\varphi}_1 = S,$$

$$C \ddot{\varphi}_2 + (Z - B)\ddot{\varphi}_1 + \ddot{\varphi}_3 + R\dot{\varphi}_2 = P,$$

$$G \ddot{\varphi}_3 + \ddot{\varphi}_1 - \ddot{\varphi}_2 + E\dot{\varphi}_3 = L,$$

amelyben a gerjesztő erő az  $S, P, L$  tagokban szerepel.

A feladat viszonylag egyszerű megoldása érdekében a matematikai modellt úgy kell átalakítani, hogy linearizálható differenciálegyenletrendszert kapjunk, amely lehetővé teszi a gerjesztő erő Fourier-sorba fejtését.

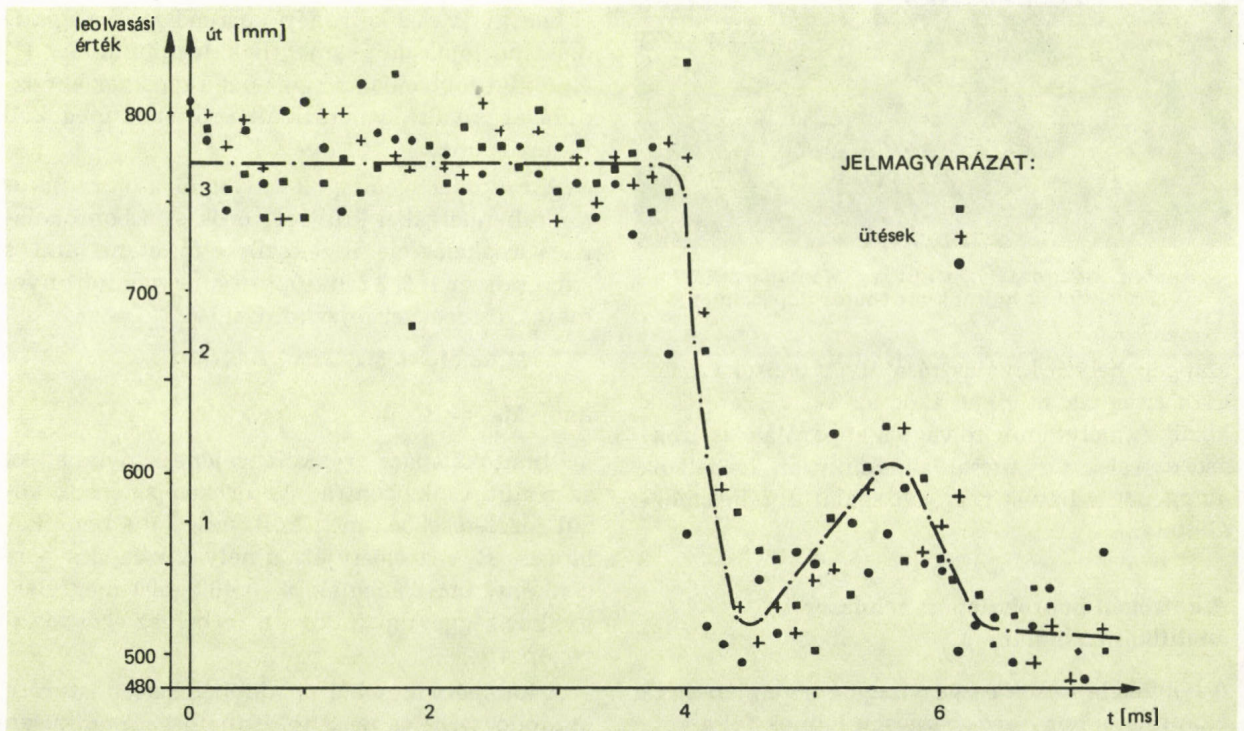
Ha a kotrószár munkaszerelék rendszert me-revnek tekintjük, akkor a kétszabadságfokú rendszerre az alábbi kis kitérésekre érvényes hiányos alakú nemlineáris inhomogén rendszert kapjuk

$$D \ddot{\varphi}_1 + \ddot{\varphi}_2 + M\dot{\varphi}_1 = P_1,$$

$$E \ddot{\varphi}_2 + \ddot{\varphi}_1 + N\dot{\varphi}_2 = P_2$$

Az egyenletrendszer csatolását megszüntetve másodfokúra visszavezethető inhomogén lineáris differenciálegyenletet kapunk. A belőle képzett homogén egyenlet a rendszer önlengését, az inhomogén egyenlet partikuláris megoldása pedig a gerjesztett lengést határozza meg.

A nagysebességű filmezéssel meghatározott le-folyású gerjesztő erőt a partikuláris megoldás-nál használjuk fel, melyet az állandók variálásá-nak módszerével keresünk.



5. ábra. Ütési diagram a munkahipotézis szerint



Az ütési diagram tényleges alakjára és a  $T$  periódus időre kísérleti úton kerestük a választ. A kalapács ütéséről nagysebességű filmzéssel felvett út—idő diagram alapján a gerjesztő erő Fourier-sorba fejtése a harmonikus analízis módszerével elvégezhető. A gerjesztő erő Fourier-sorának általános alakja:

$$F(t) = F_0 + \sum_{k=1}^{\infty} (A_k \cos k\omega t + B_k \sin k\omega t)$$

A bontókalapács esetében

$$F(t) = F_0 \left[ \frac{1}{\pi} + \frac{1}{2} \sin \omega t - \frac{2}{3\pi} \cos 2\omega t - \frac{2}{15\pi} \cos 4\omega t - \frac{2}{35\pi} \cos 6\omega t \right]$$

$$R_k = Z \cdot F(t),$$

ahol  $Z$  arányossági tényező.

A hidraulikus bontókalapács üzemeléséről nagysebességű filmfelvételeket az MTA Műszerügyi és Méréstechnikai Szolgálat Kutatófilm Osztálya készítette az ÉTI Szentendrei Kísérleti Telepén 1976 decemberében.

#### Mérési (filmezési) feltételek

A bontókalapács percenkénti ütésszáma a szivattyú által szállított folyadékmennyiségnek megfelelően, 400—500 között változik (6,7—9,2 Hz). Az ütés hatására végbemenő elmozdulás értéke a szerszám lehajtásának során eltérő. A bontás kezdetén — indításkor — a tüske kúpos vége alatt gyorsan összetörik az anyag, az elmozdulások nagyok, a kalapács csak ezután veszi fel fokozatosan az üzemi ütésszámot. Később a tükén az ütésenkénti elmozdulásokat 1—2 mm-nek becsültük.

A nagysebességű filmfelvételeknek a következő kérdésekre kellett válaszolni. A bontókalapács ütésszámának ellenőrzése mellett az üzemi ütések lefolyásának és jellemzőinek pontos megismerése és több üzemi ütésimpulzus vizsgálata alapján a jellemző út—idő görbe meghatározása.

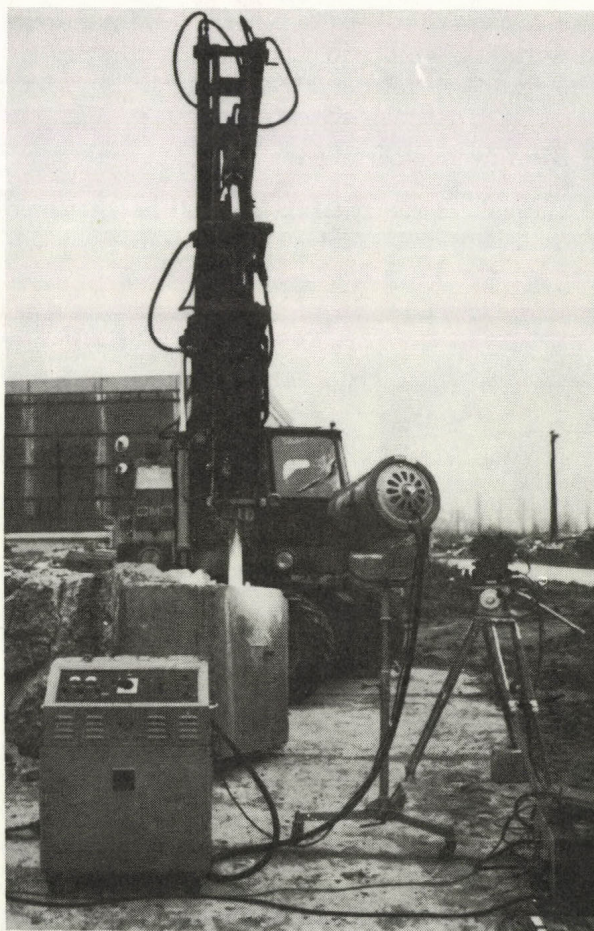
#### A nagysebességű filmfelvételek készítése

Az előzetes, nem nagysebességű filmfelvételes vizsgálati módok eredményeként az ütésimpulzus alakjára vonatkozó kialakult feltételezés szerint várhatóan 1,5 ms ideig tart az ütés. A tüske szárának elmozdulásáról az elmozdulásgörbe meghatározásához 10—15 fázisképre, pont-ra van szükség. Így feltételezve az 1,5 ms ideig tartó ütéset a 10 000 kép/s-os filmfelvételi sebességgel 15 képkockát, mérési pontot nyerünk. Ha ennél hosszabb ideig tart a jelenség a mérési

pontjaink száma arányosan növekedik. Bontókalapács tüskéinek átmérője 80 mm. Ez túlságosan nagy kiterjedésű ahhoz, hogy a képmezőn teljes szélességében és a bontandó betontömbre szilárdan felhelyezett bázispont is a képmezőbe kerüljön. Az 1—2 mm-es maximális elmozdulás a 0,1 mm-es pontossággal történő mérhetőségének érdekében a filmen a részletek megkülönböztethetőségét 0,5 mm-es értékre számoltuk. (24 DIN Ilford Marc V. típusú nyersanyag esetén.) A koordináta értékkelő 23-szoros nagyítású képernyőjén a 0,05 mm — 1,15 mm-es nagyságban — jól és egyértelműen mérhető.

A bontókalapács üzeme folyamatos. Így a felvételek tervezése során nem kellett külön szinkronizáló berendezéseket figyelembe venni, mert a folyamatos normál terhelésnél a felvételeket el lehetett készíteni.

A tervezett 8—10 ezer kép/s-os felvételi sebességnél egy 30 mm-es filmtekercsre 4—5 ütés került. Az ilyen nagy képsebességnél az állóhelyzetből induló film folyamatosan gyorsuló futással kb. 0,45—0,6 s alatt lefut 3500—3900



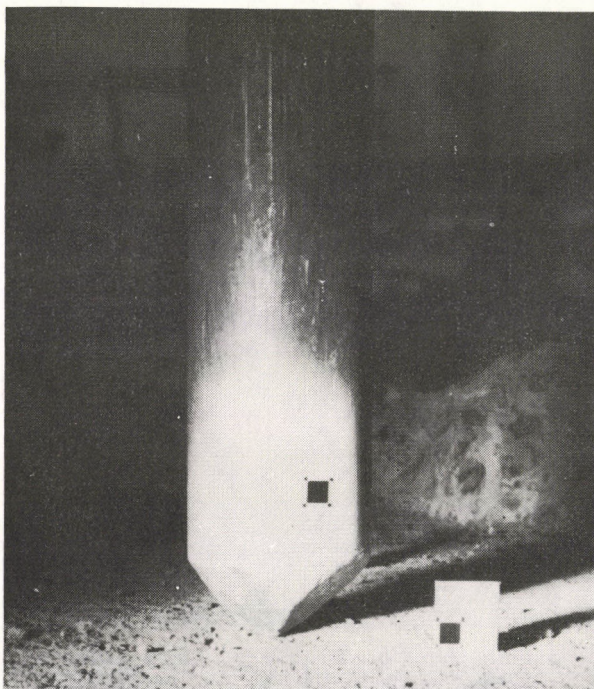
6. ábra. Mérési beállítás, a bontótüske — kotrógép — betontömb nagysebességű filmfelvevő és xenonlámpa elrendezése a mérések alkalmával az ÉTI szentendrei kísérleti telepén



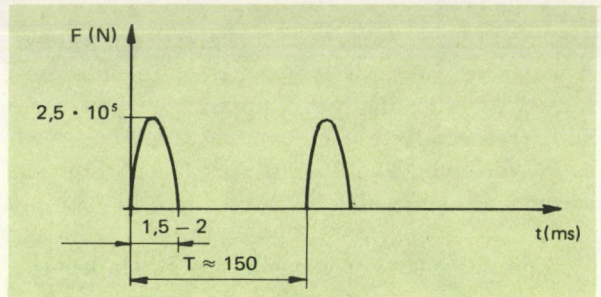
képkockát fényképezve. A japán Hitachi gyártmányú HIMAC 16 HM típusú nagysebességű filmfelvevő a 8—10 ezer kép/s-os sebességnél nagyon rövid idejű expozícióval rögzíti a képet (1/50 000 s). A filmkockák megfelelő megvilágításához nagyerejű xenon flash, 7,5 kW-os külön a nagysebességű filmfelvételekhez alkalmazható fényforrást kell használni (6. ábra). A filmre rögzített mozgásjelenségnél a képet úgy terveztük meg, hogy a képmező egyik részét a tüske egyharmada töltse ki, s a képmező másik sarkában a betontömbre szilárdan rögzített, méréshez bázispontként szolgáló L-szögvas idom egyik részét helyeztük el. A szögvas idomra még a filmfelvétel sorszám jelzést is el tudtuk helyezni, így minden később szükséges azonosító és bázispont információt a filmképmezőbe fényképeztük. A terjedelmes betontömbhöz a kamerával nem lehetett közel menni (7. ábra). A lepattanó részecskék is veszélyeztették volna a kamerát és annak objektívjét, ezért 1 m távolságból, 55 mm-es gyújtótávolságú lencsével és 5,6 mm-es rekesznyílással készítettük a felvételeket. A filmfelvétel előtt a tuskét és a bázisnak tekintett felragasztott L-vasat fehérre festettük és arra tettük az azonosító jelzéseket. A film szélére 100 Hz időjeleket fényképeztünk.

#### A filmfelvételek értékelése

A vizsgálat során hét filmfelvételt készítettünk. A laboratóriumi kidolgozás után először vágó-



7. ábra. A bontótüske a nagysebességű filmzéshez előkészített állapotban



8. ábra. A kalapács egyes ütéseinek út-idő diagramja

asztalon tekintettük meg, ahol a film előre-hátra továbbításával az ütés-impulzusokat jól ki lehetett jelölni.

A kijelölés után, a közelmúltban üzembe állított NAC-GORDON koordináta értékelőn kockánként mértük a tüske mozgását. A koordináta analízator képernyőjén 23-szoros nagyításban kivetített képről szervomotorral mozgatott szálkereszt segítségével a bázispont és a tüske kijelölt pontjának X és Y koordinátákat az értékelő berendezés automatikusan kijelzi és gombnyomásra kiíratja.

A filmek értékelése során az út—idő görbe pontjainak meghatározása volt az elsőrendű célunk. De a továbbiakban számítógéppel meghatározhatók a mozgás időpontjában a sebesség és a gyorsulás értékei is. A tuskén mérhető elmozdulás alapján, különösen, ha több mérési pont van, a frekvencia spektrum is meghatározható az alapharmonikus százalékában. A mérések eredményeinek értékelése során a 8. ábrán látható diagram készült, ami igazolta előzetes feltételezéseinket. A diagramból is mérhető ütésidő 2 ms, így a számított gyorsulás

$$a = 8,1 \times 10^3 \text{ m/s}^2$$

az ütési erő  $F_0 = 3,19 \cdot 10^5 \text{ N} (3,26 \times 10^4 \text{ kp})$

Az út—idő diagram választ ad az ütés lefolyására, az egy ütéssel végzett törési roncsolási munkára.

Статья сообщает о способе определения динамической нагрузки переданной ударными импульсами арматуры стрелы экскаватора, снабженной гидравлическим разломочным молотком, при помощи уравнений движения. В уравнения подставляются силы возбуждения, определенные оптическим путем с помощью сверхскоростной съемки.

The study presents a method to determine by equations of motion the dynamical loads transferred from the strokes of the accessories to the boom structures of baggers equipped with hydraulic break hammers. In the equations there can be inserted the induced forces determined optically, by means of high-speed filmshots.



# A kép és hang szinkronizálása vetítőgépek fénysugarával

LENKEI GYULA

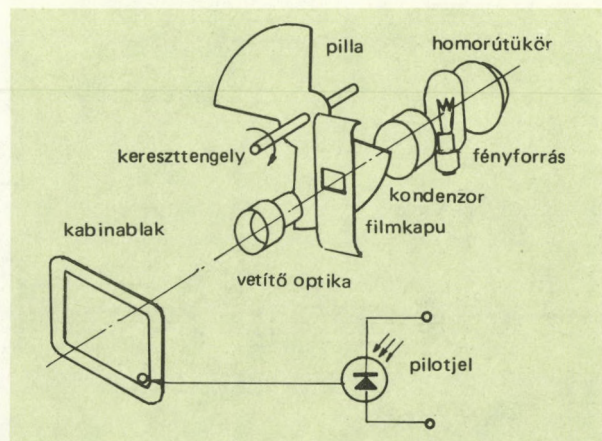
*Műszaki filmbemutatókon fontos feladat az idegennyelvű filmek közbeni magyar nyelvű bemondás. A szerző a kidolgozott szinkronhangosítás technikáját ismerteti, amely a vetítőgép fényjelét használja fel a magyar szinkron szöveget játszó magnetofon vezérlésére.*

A Magyarországon háromévenként megrendezésre kerülő műszaki filmfesztiválokra a külföldről beérkezett filmeket célszerűnek látszott magyar hanggal bemutatni. Így a csak magyarul tudók is megértik a filmeket és szakmai információt szerezhetnek. A fesztiválokra beérkező filmek nagy mennyisége, 16 és 35 mm-es mérete, a beérkezés és vetítés közötti rövid idő miatt nem lehetett kétszalagos vagy fényhangos magyar nyelvű kópiát készíteni, nem is szólva a megnövekvő költségekről. Emiatt az előző fesztiválokra szinkron-tolmáccsal, majd a későbbiekben „magyar dialógot” normál 6,25-ös magnószalagon stúdiómagnón rögzítették. A vetítéskor szinkronpontról indult a magnetofon és mozierősítőn helyileg történt a keverés. A helyi keverés hibái mellett nem volt megfelelő a szinkron a kép és a hang között. Hosszabb filmeknél jelentős „elcsúszás” keletkezett, ami a vetítés érthetőségét erősen rontotta, sőt sok esetben megzavarta. A VI. és VII. Műszaki Filmfesztivál vetítési és szinkronhangosítási problémái megoldására az MTA MMSZ Országos Kutatófilm

Központ kapott megbízást. A rendelkezésünkre álló berendezésekkel és azok kiegészítésével egy olyan univerzális rendszert kellett kialakítanunk, amely alkalmazható bármilyen 16-os és 35-ös vetítőgéphez, anélkül, hogy azokon átalakítást kelljen végezni. Célunk volt, hogy hagyományos normál méretű magnószalaggal a rendszer könnyen és gyorsan alkalmazható legyen bármilyen felállási viszonyok között és legalább jelenet-szinkronitást biztosítson.

A felhasznált magnetofon típus az UHER 1200 SYNCRO a hozzátartozó W 352-es vezérlő egységgel. Ez a magnetofon önmagát képes vezérelni a szalagról lejövő belső pilot-jel és egy külső pilot-jel fázisösszehasonlításával. A vezérlőegység a saját szinkronizációján kívül a következő főbb szolgáltatásokkal rendelkezik: pilot-jel indítás, külső pilot-jelre indul a magnó; kézfutás szabályozás, kb. 16–22 cm/s; futásmemória, a külső, vagy belső pilotjel kimaradása esetén az utolsó kettős pilotjelhez tartozó futássebességet tartja.

A kialakított szinkronizálási rendszerrel nem használható az 50 Hz-es szabványos pilotjel, mert a vetítőgépeknél pilotjel generátor felszerelését igényelné, s így a rendszert nem lehet bármilyen típusú vetítőgéphez, bármikor alkalmazni. Ezért felvételkor és lejátszáskor a vetítőgépek pillája által megszaggatott fénysugarat használtuk fel pilotjel-adóként (1. ábra). A vetítőgépek kereszttengelelén elhelyezett forgó pilla szaggatja meg a fényforrás fényét. A kép villódzásának csökkentésére a pillát kétágúra készítik.



1. ábra



A vetítógépek konstrukciója olyan, hogy a kereszt tengely egy fordulatára a gép egy képet vetít ki. Ebből következik, hogy a kétágú pilla egy képkocka vetítési ideje alatt kétszer szakítja meg a vetítési fénysugarat. Tehát a névleges 24 kép/s vetítési sebességnél a pilotjel frekvenciája 48 Hz, amit az általánosan használt pilotjeles magnetofonok rögzíteni képesek. Megszorítás volt, hogy csak kétágú pillájú vetítógép jöhetett számításba, de ma már alig van háromágú pillájú gép, amelyekre ez a rendszer nem alkalmazható.

### Felvételi rendszer

A hangfelvételek a Pannónia Filmstúdióban, illetve a MTA MMSZ Országos Kutatófilm Központ stúdiójában készültek. A filmek eredeti fényhangját a magyar dialóggal a szokásos módon kevertük 16 mm-es perforált magnóra, filmmérettől függetlenül. A kész kevert anyagot erről a perforált szalagról játszottuk át az UHER-magnóra. A keverthang átírását és a speciális 48 Hz-es pilotjel rögzítését és felvételi rendszer blokkját a 2. ábra mutatja.

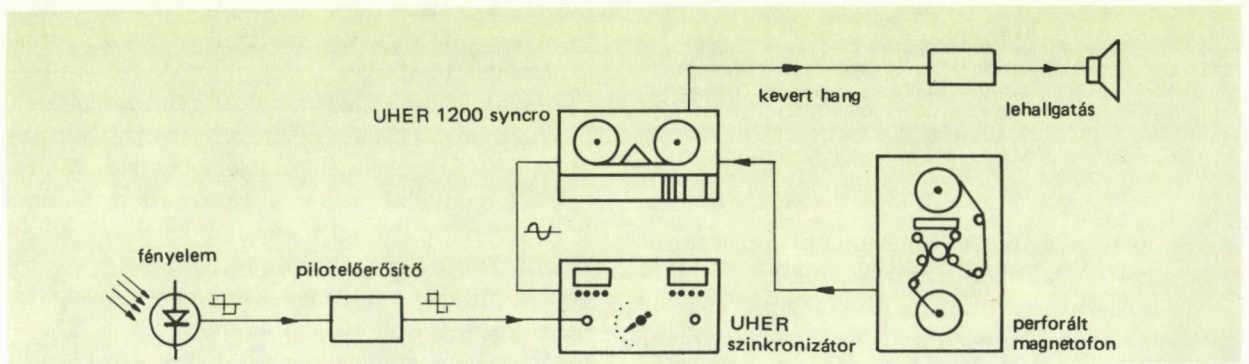
A vetítógépházban helyeztük el a 16-os és

35-ös vetítógépek sugármenetében az élesség-határon kívül az 1 PP 75 típusú, Tesla gym. fényelemeket.

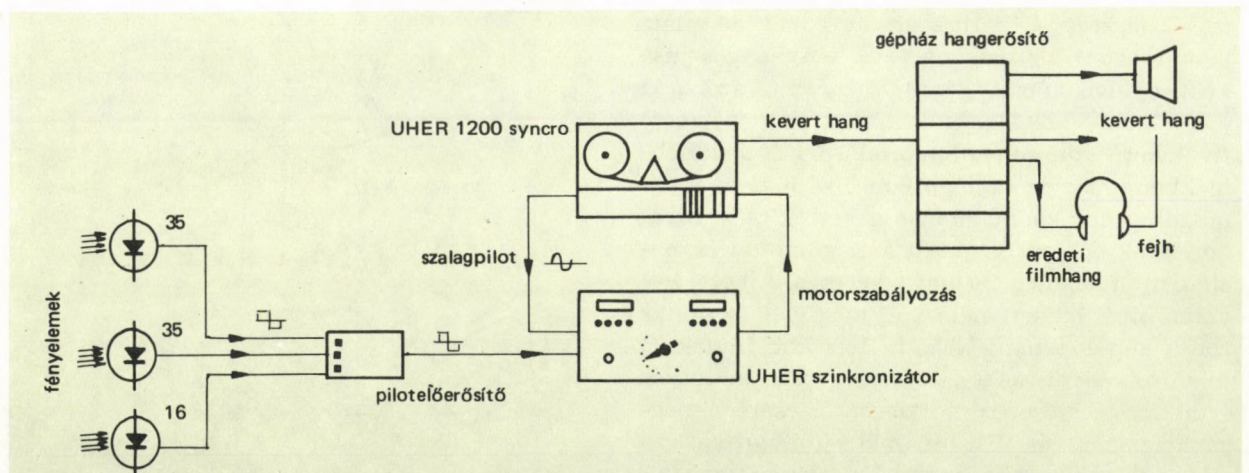
A vetítógépek a kevert hang 6,25-ös szalagra való átírásakor film nélkül üresen futottak, csak pilotjel adóként szolgáltak. A fényelemről lejövő, közel négyszög formájú jel egy előerősítőn keresztül került a szinkronizáló egységbe. A szinkronizáló tartalmaz egy jelformáló és stabilizáló áramkört, így a szalagra kerülő jel alakja közel szinuszos. A kész hang tartalmazott egy jól hallható és azonosítható három képkocka időtartamú, általában 1 kHz-es startjelet, aminek megfelelője a képszalagon is megtalálható.

### Lejátszási rendszer

A külső pilotjel útja ugyanaz, mint a felvétel esetén a különbséggel, hogy minden, a gépházba beépített, vagy alkalmilag elhelyezett vetítógép sugármenetében elhelyeztünk egy fényelemet. A fényelemeket legcélszerűbben a kabinablakon tudtuk rögzíteni, így azok nem zavarták a gép kezelését (3. ábra). A pilot előerősítőtől jövő jel szinkronizátorba került, ahol jelformálás és stabilizálás után a berendezés frek-



2. ábra



3. ábra



venciában és fázisban összehasonlította a szalagra rögzített pilotjellel. Amennyiben a két jel frekvenciája és fázisa nem egyezik, egy fázis-diszkriminátor egység hibajelet állít elő, amely a magnetofonmotor fordulatszámát, illetve a 6,25-ös magnetofonszalag futási sebességét szabályozza. Így a magnetofon a szalag futási sebességét a mindenkorai vetítógép sebességével, illetve a képfrekvenciával szinkronban tartja.

A legtöbb problémát a kép és a hang szinkron indítása okozta, mert a magnetofon csak szinkronfutásra képes. A szinkron felfutás és leállás nem oldható meg vele. Ezért legegyszerűbb megoldásként kézi indítást alkalmaztunk. Az indítás pontossága erősen függött az indító-személy figyelmétől. A gyakorlatban néhány próbaindítás után azonban már kb. 5—10 kép kockás pontosságú együttfutást lehetett elérni, az esetek nagy részében az megfelelt. Az indítás pontosságát tovább lehet fokozni pilotjel indító automatika beépítésével, de ez a rendszer nagyfokú mobilizálhatóságát csökkentené. Indításkor előbb a vetítógépet kellett felfuttatni. A „Start” jelet a képszalagon úgy helyeztük el, hogy mire az a képkapuba ért a vetítógép elérte a névleges képsebességet. Amikor a „Start” jel a képkapuba ért, kellett a gépésznek kiadni a fényt. A vetítógépek fényereje olyan nagy, hogy ha a „Start” jel fekete befutóra került, akkor is kellő nagyságú pilotjel állt rendelkezésre a magnetofon indításához és szinkronizálásához.

A szinkronegység pilotjel stabilizátora biztosította a kép fedettségétől függetlenül az állandó nagyságú pilotjelet. A magnetofonnak van egy olyan indítási lehetősége is, amikor a külső pilotjel beérkezik, az indítja a magnetofonszalag futását. Ezt a lehetőséget használtuk fel a magnetofon „szinkron-pontos” indításához. A hangszalagon levő három képkocka időtartamú 1 kHz-es „Start” jelet a lejátszófejre állítottuk. Ha az indítás, minden igyekezet ellenére sem elég pontos, a magnetofont kézi szabályozással szinkronba lehet hozni. Ez a gyakorlatban úgy történt, hogy egy sztereo fejhallgató egyik csatornáján a film eredeti fényhangját, a másikon a magne-

fonról lejövvő kevert hangot hallgatva a kézi futákszabályozóval addig kellett a magnetofonszalag sebességét változtatni, amíg az eredeti filmhang „zengve” nem jelentkezett a fejhallgatóban. Ebben az esetben a szinkronfutás 1—2 képkockán belül volt, ami a „szájszinkron” feltételeit is kielégíti. Egyébként az egész folyamat, a gyakorlatban kb. 1 min-en belül megvalósítható. A magnetofon-szinkron beállása után a továbbiakban már nem volt szükség beavatkozásra.

Az eljárás jól használható volt és megbízhatónak bizonyult az eddigi vetítéseken. A VI. Műszaki Filmfesztiválon a Duna moziban, ahol a 35 mm-es filmeket 2 db beépített ERNEMAN VII/B típusú gépeken, a 16 mm-eseket alkalmmilag elhelyezett Bauer Selecton II/B típusú gépen vetítették. A VII. Műszaki Filmfesztivál vetítési helye az MTESZ Kossuth Lajos téri nagyvetítője volt, ahol a 35 mm-es filmeket Dresden típusú, míg a 16 mm-es filmeket Bauer típusú vetítógépeken játszották. Ezen vetítéseken túlmenően alkalmi vetítéseken is használtuk ezt a módszert, pl. a Duna Intercontinental Szállóban, hordozható Bauer P6 Automatic 300 típusú 16 mm-es vetítógéppel. Ez a „fénypilot-szinkronizálás” első sorban az egy-két alkalommal vetítésre kerülő filmek magyar nyelvű változatainak gazdaságos és gyors elkészítésénél látszik célszerűbbnek. Ezen eljárás használhatóságát a VI. és VII. Nemzetközi Műszaki Filmfesztiválon vetített kb. 160 db, mintegy 320 felvonás külföldi film jó minőségű magyar szinkronhangja bizonyította.

---

На демонстрациях технических кинофильмов важной задачей является звуковой монтаж. В статье изложена техника синхронизации звука. Для этой цели используется светопоток проектора и данный способ применим для любого проектора отечественного производства.

When technical films are projected, running Hungarian commentary is of capital importance. The author makes known the technique of synchronizing developed by him, where light signals from the projector are used for this purpose. The method is applicable with any of the domestic film projectors.



# Néhány újabb termovíziós mérésünk

OSVÁTH BÉLA

*A szerző az utóbbi években megbízások alapján végzett termovíziós mérések alapján számol be. Rámutat a hőterkép készítéssel elért megtakarítások előnyeire is különböző épületek és objektumok esetén.*

Az MTA MMSZ Országos Kutatófilm Központja 1972 óta végez megbízásra termovíziós feladatokat. Az AGA Thermovision 680 típusú berendezéssel ez idő alatt igen sok szakterületen végeztünk vizsgálatokat. Az elmúlt év közel húsz tématerülete közül, az anyagtakarékossági intézkedések hatására, a termovíziós vizsgálatok iránt a legnagyobb igényvel az építőipar lépett fel. Különböző építési móddal készült (könnyűszerkezetes és különböző típusú házgyári) ipari és lakóépületek nyílászáró és épületgépészeti szerkezetei hőtechnika vizsgálatait végeztük.

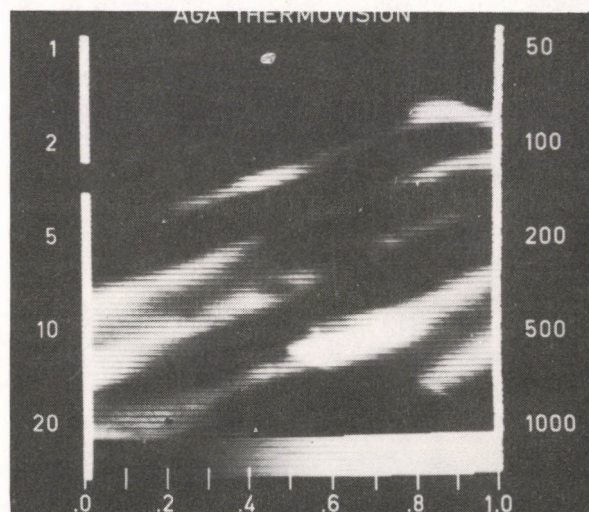
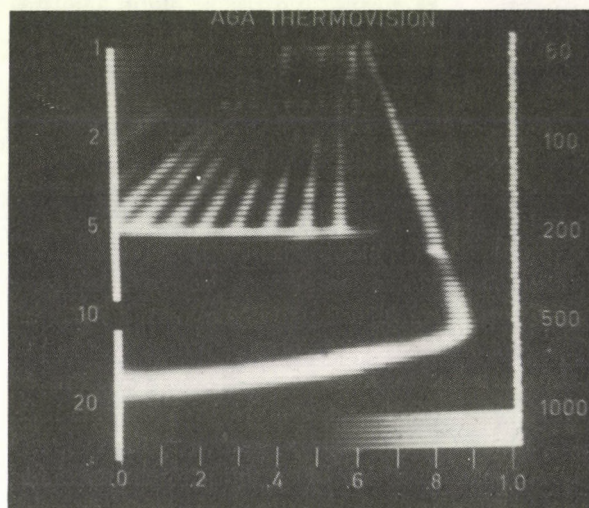
A Földmérő és Talajvizsgáló Vállalat részére Budapesten, Dunakeszin és Gödöllőn könnyűszerkezetes épületeket vizsgáltunk. Gödöllőn egy „Calsp” építési rendszerű iskolában 24-h-s méréssel átfogó képet kaptunk az épületről. A házgyári épületekről Szegeden, Győrben, Veszprémben és Budapesten is készítettünk felvételeket.

Egyes épületek magasabb szintjeinek vizsgálatához kosaras emelődarut használtunk. Ezzel a módszerrel a kamera merőlegesen „rálát” a mérendő felületre.

Ugyanilyen berendezést használtunk egy magas téglakémény állapotvizsgálatánál is. A Déli és Keleti pályaudvari aluljárók padlófűtési csőrendszerének vizsgálata, hibahelyeinek felkutatása egyik legnagyobb lélegzetű feladatunk volt (1. és 2. ábra).

Az Építéstudományi Intézet megbízásából laboratóriumi körülmények között mértük különböző típusú radiátortestek hőeloszlását (3. ábra).

A Miskolci Közúti Építő Vállalat megrendelésére az aszfalt gyártásánál és bedolgozásánál jelentkező hővesztés mértékét mértük. A melegaszfalt tárolójának esetleges hibahelyeit kerestük, majd



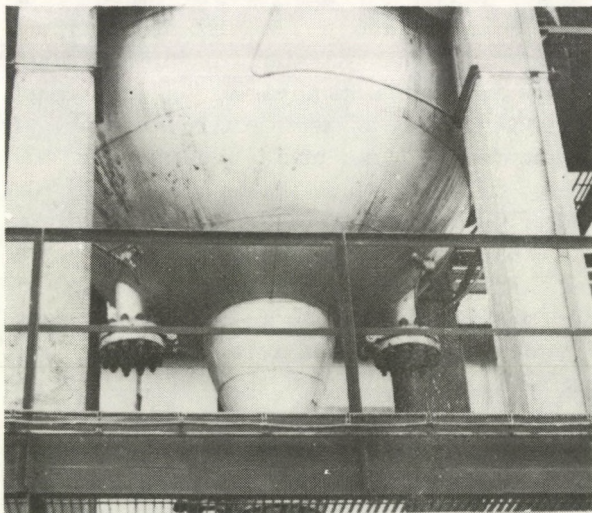
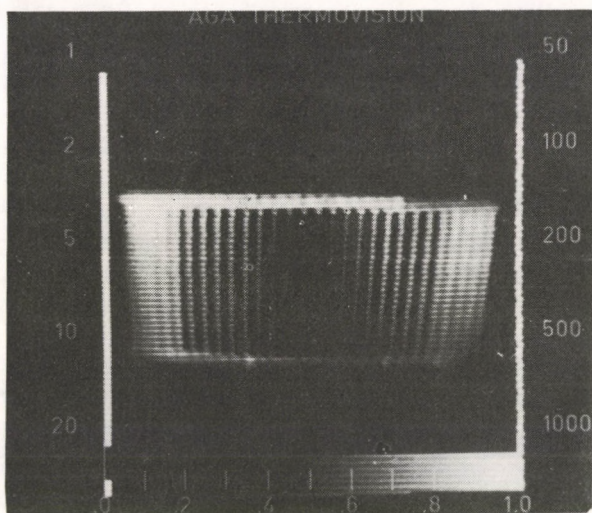
1. ábra (felső) 2. ábra (alsó)



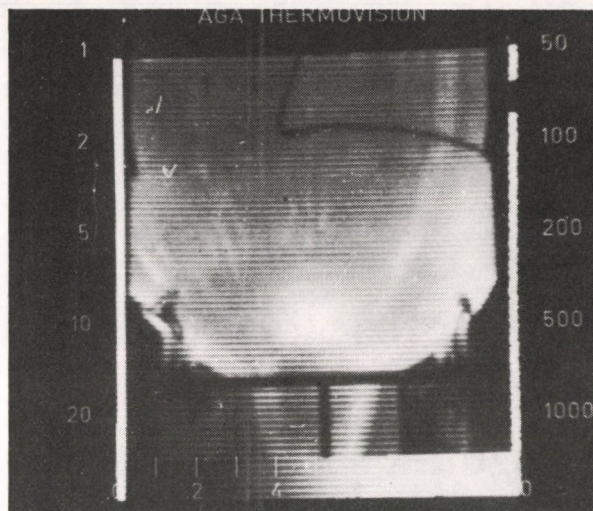
az úttestre való terítés után sorozatfelvételekkel az aszfalt hűlését vizsgáltuk.

A Győr-Sopron megyei Tervező Vállalat egy oroszlányi lakótelep távfűtőcső-rendszerének nyomvonalát vizsgáltatta. Ezt a feladatot ugyanúgy, mint a Déli és Keleti pályaudvari vizsgálatokat, csak az éjszakai órákban tudtuk elvégezni, mivel így tudtuk a napsugárzás hatását kiküszöbölni.

A Dunai Vasmű lemezkémények állapotvizsgálatára kért fel bennünket. Ez a mérés gazdaságilag is igen nagy jelentőségű, mivel egy kémény felállványozása több millióba kerül, így



3. ábra (felső) 4. ábra (alsó)



5. ábra

viszont rövid idő alatt üzem közben tudtuk a vizsgálatokat elvégezni. Ugyanilyen vizsgálatokat végeztünk a diósgyőri Lenin Kohászati Művek részére.

A Csepel Művekben a Fémmű részére az apci alumíniumöntődében az öntőformákon és a kész munkadarabokon vizsgáltuk a hőátadás és hűlés folyamatát. Ugyancsak a Fémmű megbízásából mértük a folyamatos szalagöntőberendezés végtermékének hőeloszlását. A harmadik vizsgálat ruhagyáraknak készült nagy vasalópárnák hőviszonyainak feltérképezése volt.

A Dunai Kőolajipari Vállalat felkérésére a benzinreformáló üzemben magas hőmérsékleten működő reaktorok állapotvizsgálatait végezzük sorozatmérés keretében (4., 5. ábra).

Fentiek során szerzett mérési tapasztalataink is igazolják, hogy a termovíziós vizsgálatok az ipar úgyszólván minden területén alkalmazhatók.

Автор излагает результаты по термовизионным измерениям, сделанных в последние годы по заказам. Подчеркивается преимущество по экономии при использовании термокарт для различных зданий и объектов.

The author reports on the results of thermovision measurements performed in the recent years, in behalf of our clients. He accentuates the economic advantages of plotting heat maps for various buildings and other objects.



## Négycsatornás elektrofiziológiai mikroiontoforézis készülék analóg integrált áramkörökkel

MAJOR JÁNOS – MAKARA GÁBOR –  
VINCZE GYÖRGY

*A szerzők a „Microiontophor” elnevezésű, négycsatornás, analóg integrált áramkörös áramgenerátort és árammérő készüléket ismertetik, amellyel igen nagy ellenállású mikroelektrodákon át hormonokat és egyéb vegyületeket lehet egyes idegsejtek környezetébe juttatni nanoamper nagyságrendű árammal való iontoforézis segítségével.*

Az utóbbi húsz évben a mikroiontoforézis (mikroelektroforézis) módszerét arra dolgozták ki, hogy elektrofiziológiai kísérletben egy vizsgált sejtre vagy annak közvetlen környezetébe különféle anyagokat juttassanak. Ezekben a kísérletekben a vizsgálat tárgya mikroelektrodákkal közelíthető meg, és a beadott anyagok hatását gyakran célszerű csak a vizsgált sejtre korlátozni. A néhány mikronos nyílással rendelkező mikroelektrodákon keresztül a hagyományos injekciós módszerrel oldott anyagot átjuttatni csak igen nagy nyomással és lassan lehet.

Ionizálható anyagok injekció nélkül is beadhatók, mert az iontoforetikus mobilitás lehetővé teszi, hogy az ionokat a mikropipettából kijuttassuk. Ilyenkor az oldatot olyan vegyhatásúvá tesszük, hogy a beadandó anyag jól ionizálódjon. Az ionvándorlás sebessége, vagyis a pipettából kibocsátott anyag mennyisége az oldatokon átáramló töltéssel (árammal) arányos lesz, így az anyag kibocsátása az áramerősség változtatásával szabályozható. Nem ionizálható anyagok is beadhatók, ha azokat elektrolitban keverve old-

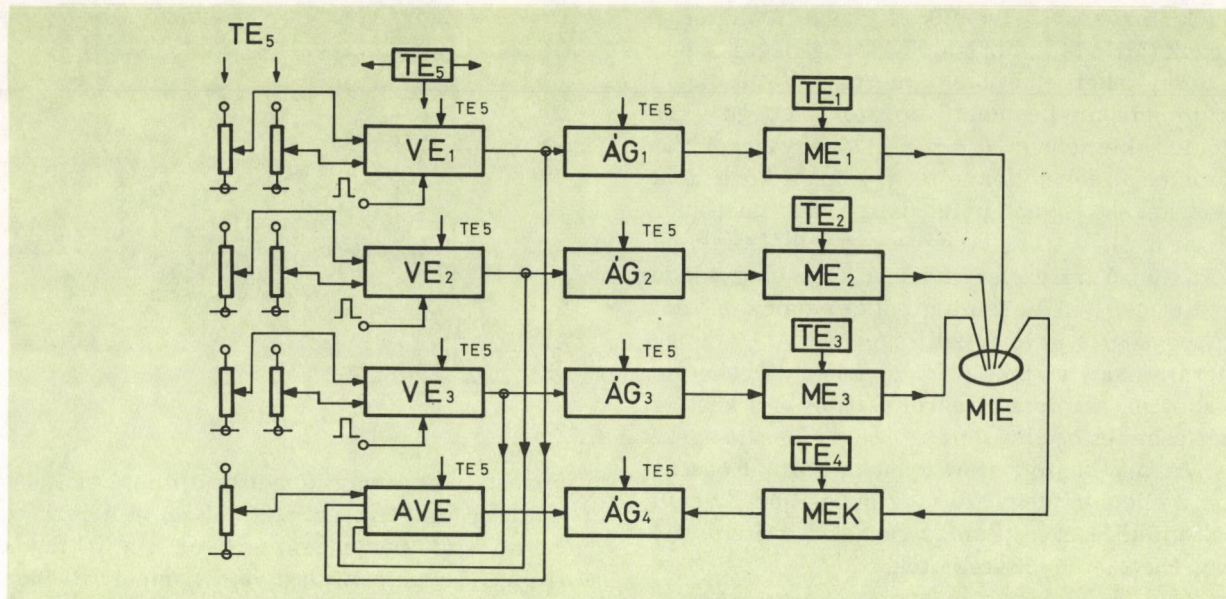
juk, és az oldaton át elektromos áramot vezetünk; ilyenkor az anyag vándorlását az elektrooszmózis segíti elő.

A mikroiontoforézis gyakorlatában számos nehézség adódik. Egyrészt a legtöbb beadandó anyag még viszonylag nagy töménységben is rossz vezető, és így a szokásos mikropipetták ellenállása függ az áram irányától és erősségétől, továbbá kísérlet közben az elektróda hegyének hatásos keresztmetszete is megváltozhat, ha az oldatból vagy a szövetekből mikroszkopikus törmelék jut a pipetta hegyébe. Ezért nehéz állandó áramot biztosítani. Másrészt a pipetta nyílásán át biológiailag aktív anyagmennyiség diffundálhat ki; ezt a diffúziót a minimumra kell csökkenteni az egyes injekciók között alkalmazott olyan „visszatartó” árammal, amely az aktív ionokat a pipetta belsejébe szállítva csökkenti vagy megszünteti a diffúziót.

A mikroiontoforézisre használt áramforrásnak tehát számos igényt kell kielégítenie: 1. A 10... 1000 nA-es tartományban változtatható, és az elektróda-ellenállástól tág határok között független áramot kell biztosítani; 2. úgy, hogy az injekciók közötti szünetben 50 nA-ig szabályozható, ellenkező irányú, tartós „visszatartó” áramot vezethessünk át a pipettán. Az injekciós áram iránya az alkalmazott anyagtól függően választható, a „visszatartó” áram ezzel ellentétes. 3. A pipettán átfolyó áram mennyiségét folyamatosan mérni kell, hogy a pipetta ellenállásának extrém megváltozása, vagy a folyadékoszlop megszakadása miatt bekövetkező áramingadozások észrevehetőek legyenek. 4. A mikroiontoforézises kísérletben általában több üvegcsőből egybeforrasztott és együtt vékonyra húzott elektródákat használnak. A többcsövű elektródához az áramforrás több, egymástól független csatornából álljon. 5. Hasznos, ha az egyik csatorna felhasználható arra, hogy a sejt környezetéből a többi csatornán átfolyó áramok algebrai összegének megfelelő áramot elvezesse, automatikusan ellensúlyozza, mert így csökkenthető az áram nem-specifikus hatása a vizsgált sejtre.

E közleményben a fenti igényeket kielégítő, a hazai kereskedelemben hozzáférhető alkatrészekből készült négycsatornás készülékről, és az építés közben szerzett tapasztalatokról számolunk be. Az elektronikus berendezés konstruk-





1. ábra

ciójánál abból kellett kiindulni, hogy a feladat pontosan definiált 10...1000 nA-es áram áthajtása olyan elektródákon, amelyek ohmos ellenállása 10...1000 megaohm között változhat (a kísérlet közben is). Az elektródák ellenállásának változását a berendezésnek nem szabad „megéreznie”, az átfolyó áramnak állandónak kell lennie. Ugyanakkor a mindenkor i áramot csatornánként exakt módon mérni is kell.

Ma, a korszerű analóg integrált áramkörök (lineáris műveleti erősítők) segítségével a kérdést 10 V nagyságrendű feszültséggel is meg lehet oldani, ha az analóg integrált áramkört áramgenerátorként használjuk fel. Más áramköri megoldásokkal lehetővé válik leválasztott bemenetű összegező áramkörök megvalósítása, az automatikus áramkompenzálás, valamint az igen kicsiny, 1...1000 nA-es áramok pontos mérése is.

Az MTA Kísérleti Orvostudományi Kutató Intézetben épített „Microiontophor” nevű készülék konstrukciójánál a fenti szempontokat vettük tekintetbe, amikor egy 4 csatornás áramkörrel ellátott mikroiontoforézis-készülék elkészítését tűzzük ki célul. Az elkészült berendezés tömbvázlata az 1. ábrán látható.

Az áramgenerátorok (ÁG) látják el a mikroelektródákat (MIE) a mindenkor szükséges árammal. Az 1...3 csatorna áramgenerátorai a biológiailag aktív anyagok bevitelét teszik lehetővé, a 4. csatorna az 1...3 csatornán befolyó áramok automatikus kompenzálását végzi, ezenkívül kézzel is szabályozható (a kompenzálásra, mint a bevezetőben említettük, az áram nem-specifikus hatásának kiküszöbölése miatt van szükség).

A vezérlőegységek (VE) összegező típusú erősítők. Az 1...3 csatornák bemenete három különböző módon állítható be: „PUMP” jelű, tízfordulatú helipot precíziós potenciométerek által szolgáltatott feszültséggel állítható be az áram, ami a mikropipetta megfelelő csövén keresztül folyik; „HOLD” jelű potenciométerekkel az a „visszatartó” áram, amely megakadályozza az aktív anyagnak a pipetta végén történő ki-diffundálását; végül minden csatorna bemenetére külső impulzusvezérlés is adható, az anyag lökésszerű adagolásának megvalósításához. A 4. csatorna vezérlőegysége (AVE) automatikus, mert bemenetére kerül a három első csatorna vezérlő jele és kimenete. Úgy vezérli a 4. áramgenerátort, hogy az éppen az első három csatorna áramai algebrai összegének megfelelő áramot „szívjon vissza” a neki megfelelő mikropipettán keresztül. Ezen kívül az AVE — különleges alkalmazásakor — kézzel is vezérelhető.

A mérőegységek (ME) szimmetrikus bemenetű lineáris erősítők, amelyek az egyes mikropipettákkal a generátor felé eső oldalon sorbakapcsolt, és a méréshatároknak megfelelően váltott hiteles ellenállásokon eső feszültséget mérik. Az áramokat mutatós műszerek jelzik. A 1...3 mérőegységek a nekik megfelelő mikropipettákon átfolyó áramokat mérik; ha az AVE-t kompenzálásra használjuk, akkor a kompenzáló mérőegység (MEK) a három első csatorna áramainak algebrai összegét mutatja; ezzel egyúttal az egész berendezés szabályszerű működése is ellenőrizhető.

A tápegységek telepes kivitelűek és külön

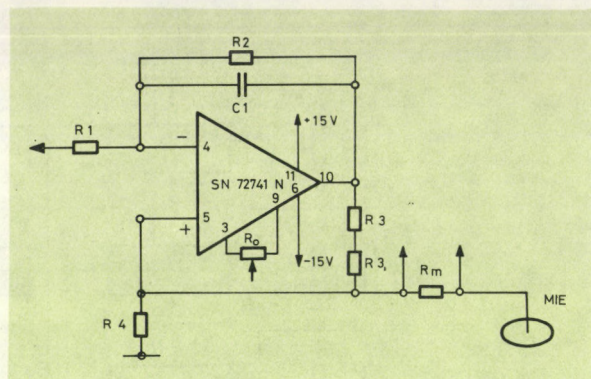


rack fiókokban helyeztük el azokat. A mérőegységek ( $ME_1, ME_2, ME_3, ME_4$ ) tápegységeit külön-külön kellett elkészíteni, mert az általuk táplált szimmetrikus bemenetű erősítők „lebegő”, nem földelt kivitelűek és közös tápegységgel való táplálásuk lehetetlenné tette volna a közös földhöz képest egyedi potenciálon való tartásukat. Ezek a  $TE_1 \dots TE_4$  tápegységek  $\pm 9$  V-osak, góliát típusú szárazelemekkel. A  $TE_4$  tápegység feszültsége  $\pm 15$  V, szintén góliát elemekkel; ez a tápegység látja el feszültséggel az ÁG áramgenerátorokat, a VE és AVE vezérlőegységeket, továbbá erről a feszültségről osztjuk le a kézi vezérléshez és beállításhoz szükséges feszültségeket is. Az alkalmazott szárazelemek normál használat mellett mintegy fél évig biztosítják a készülék működését; ezután az elemek forrasztás nélkül, egyszerűen cserélhetők.

Külön kapcsolók biztosítják a kézi vezérlő feszültségek, a „PUMP” és a „HOLD” polaritásának csatornánként történő megválasztását; a kapcsolás biztosítja, hogy egy-egy csatorna „HOLD” árama mindig ellentétes polaritású legyen, mint a „PUMP” áram. Ugyancsak polaritásváltó kapcsolókkal gondoskodtunk arról, hogy a ME mérőegységek műszerei mindig pozitív irányba térhessenek ki.

#### Az egyes működési egységek részletes ismertetése

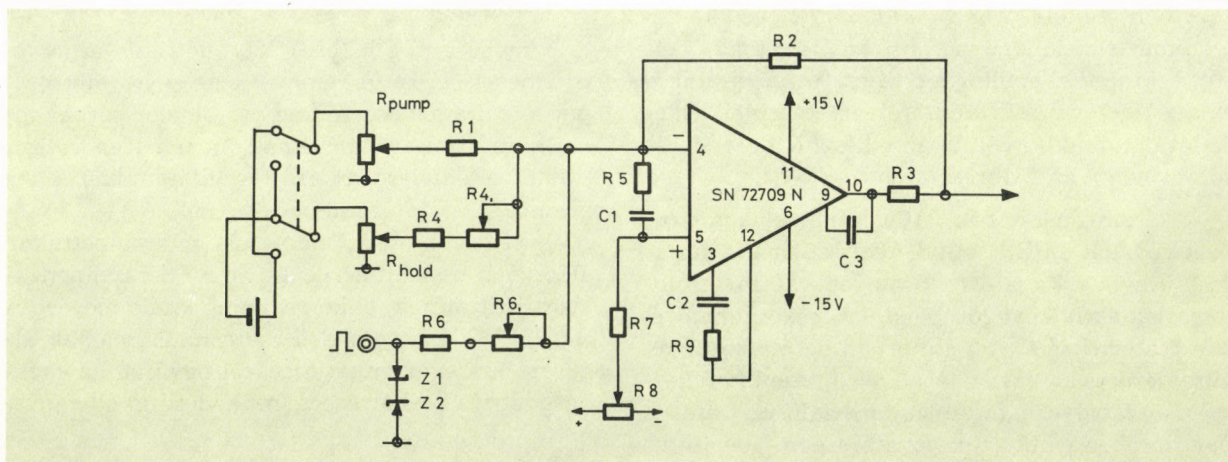
A vezérlőegységek (2. ábra) SN 72709 N típusú integrált áramkörös műveleti erősítők, összegező erősítő kapcsolásban. Az összegezésre kerülő „PUMP”, „HOLD” és impulzus feszültségek az erősítő bemenetére kerülnek. A külső (impulzus) vezérlés felől a túlfeszültség elleni védelmet szolgálják a  $Z_1-Z_2$  zenerdiódák. (Az AVE automatikus vezérlőegység bemenete ettől némileg eltérő; ide a másik három vezérlőegység kimenő fe-



3. ábra

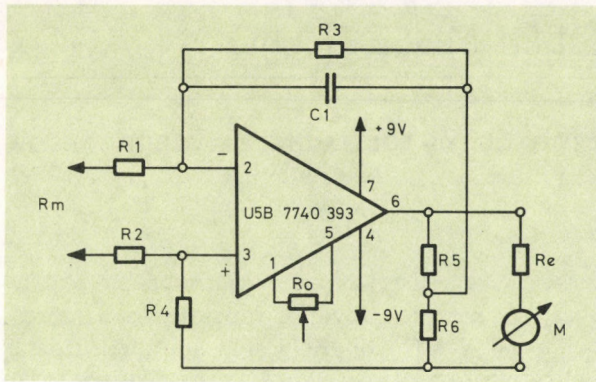
szültsége, illetve egy kézzel beállítható vezérlőfeszültség jut.) Az erősítők ofset nullázása a nem-invertáló bemeneten történik. Az RC tagok a frekvenciakompenzálást végzik, amely itt igen kritikus az erősítés széles határokon belüli változásai miatt. A kimenőfeszültség a kimeneti ponton jelenik meg, és az áramgenerátorok vezérlésére szolgál.

Az áramgenerátorok (3. ábra) Howland-típusú kapcsolásban működnek, az alkalmazott áramkörök SN 72741 N típusúak. Ebben a kapcsolásban és ezekkel az áramkörökkel a maximális vezérlőfeszültség  $\pm 10$  V lehet, ami max. 200 megaohm elektródaellenállás mellett max. 50 nA áramot képes stabilan biztosítani az elektródaellenállás tetszőleges ingadozása mellett (értelemszerűen a maximális áram 20 megaohm max. elektródaellenállásnál már 500 nA, 10 megaohmnál 1000 nA lehet). A drágább, és nehezen beszerezhető speciális integrált áramkörökkel az áramgenerátor  $\pm 120$  V tápfeszültséggel is megvalósítható; ilyenekkel hasonló kapcsolással és ugyanakkora elektródaellenállással a stabil áramot egy nagyságrenddel lehetne növelni; erre azonban a tapasztalat szerint a gyakorlatban nincs szükség.



2. ábra





4. ábra

A mérőegységekben (4. ábra) különleges követelményeket kellett kielégíteni. Az alkalmazott mutatós műszerek  $100 \mu\text{A}$  végkitérésűek, a tápfeszültség  $\pm 9 \text{ V}$ , a soros mérőellenállás értéke a legkisebb méréshatáron 1 megaohm. Ezt a lehető legkisebb terhelés miatt 20 megaohm bemenőimpedanciájú, szimmetrikus FET-bemenetű U 5 B 7740 393 típusú erősítővel oldottuk meg. A bemenőimpedanciát a mérőellenállások hitelesítésénél figyelembe vettük. Az alkalmazott méréshatárok: 1000 nA, 200 nA és 50 nA.

A készülék nyomtatott áramkörű panelokra épült, 19 inches rack kivitelű, műszeroszlopba

építhető a teleptartókkal együtt. A műszer-előlap csatornánként eltérő színű alugrafikai eljárással készült.

#### Irodalom

- [1] Moss, R. L.—Beechey, P.: *Electroenceph. clin. Neurophysiol.* 32, 87—89, 1972.
- [2] Geller, H. M.—Woodward, D. J.: *Electroenceph. clin. Neurophysiol.* 33, 430—432, 1972.
- [3] Richez, J.: *Electroenceph. clin. Neurophysiol.* 31, 625—627, 1971.
- [4] New, W. Jr.: *J. Appl. Physiol.* 32, 885—887, 1972.
- [5] Herpy M.: *Analóg integrált áramkörök.* Műszaki Könyvkiadó, Budapest, 1973.

Megjelent az „Orvos és Technika” 1975/1. számában, pp. 13.—15.

Авторы описывают „Микроионтофор” — генератор тока с четырехканальной аналоговой интегрированной электросхемой и аппарат для измерения тока, с помощью которого через микроэлектроды очень большого сопротивления гормоны и другие соединения можно перенести в среду нервной клетки.

Authors describe the 4-channel analogue IC generator and ammeter unit called „Microiontophor” whereby through very high resistance micro-electrodes hormones and other compounds are ingestible in the environment of certain neurocytes by means of iontophoresis utilizing currents that belong to nano-Ampère order of magnitude.



Összeállította: BUCSY GYÖRGY – SOLTI MIHÁLY – VARGA SÁNDOR

## **Magmágneses rezonanciás spektrométer, BS 497 típus.**

*Tesla, Brünn, Csehszlovákia*

A készülék a gyár 487-es típusának továbbfejlesztése. Az alapkészülékkel  $^1\text{H}$  és a  $^{19}\text{F}$  spektrumok vehetők fel,  $-130$  és  $+200$  °C közötti hőmérséklettartományban. A mintatartó átmérője 5 mm. Munkafrekvencia protonra 100 MHz, fluormagra 94,07 MHz. A készülék három fő egységből áll: az elektromágnesből, az elektronikus vezérlő és kiíró egységből, valamint az elektromágnes tápegységéből. A légrés 30 mm széles, az itt felszerelt hőszabályozó szonda stabilizálja a hőmérsékletet.

A spektrométernek három független frekvenciacsatornája van: a jel-, a stabilizáló- és a lecsatoló (decoupler) csatorna. A frekvenciák szintetizáló elven, számjegyes vezérléssel gerjeszthetők. A belső magstabilizálás proton és deutérium rezonanciaviszonyokra alkalmazható. Az elhangolhatóság 1... 50 MHz között, valamint a munkafrekvenciákon  $\pm 100$  kHz. A homonukleáris és heteronukleáris kettős rezonancia módszernél az ún. INDOR-technika is megvalósítható. A rezonanciastabilizálással a szétválasztás  $10^{-9}$  nagyságrendű. A készülék előnye még: az üzemeltetési módok gyorsan gombnyomással kapcsolha-

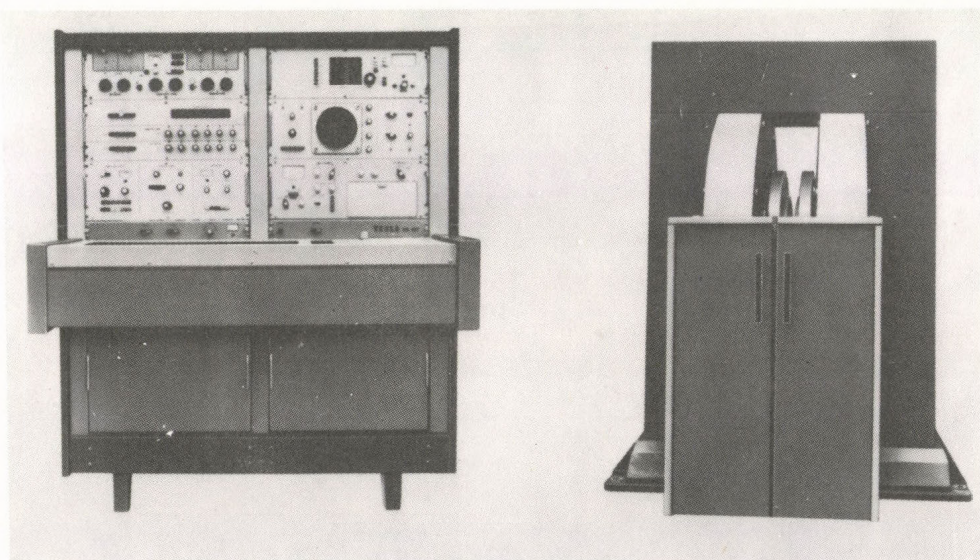
tók és a vezérlőegységek fiókjai cserélhetők. (1. ábra.) A készülék további fejlesztésében szerepel a FT NMR BP 4970 jelű impulzusüzemű Fourier-transzformációs kiegészítőegység is, amellyel még több kutatási feladat oldható meg ( $^{31}\text{P}$ ,  $^{11}\text{B}$  és  $^{13}\text{C}$  magokra alkalmazható cserélhető egységek).

## **Érintésnélküli fordulatszám-mérő, PU 420 típus.**

*Metra, Brünn, Csehszlovákia*

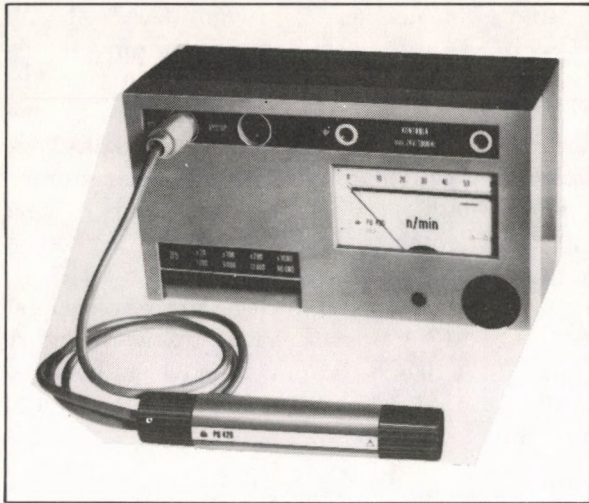
A készülék hordozható, tranzisztoros, teleskop fordulatszám-mérő. Forgó gépek, motorok és generátorok üzem közbeni vizsgálatára alkalmas, fényelektromos elven működik. A készülékhez csatlakozó kisméretű optikai mérőfejben levő lámpa fényét 30... 45 cm távolságból irányítják a forgó részre ragasztott reflektáló csikra és az így keletkező fényimpulzusok a mérőfejben vilamos jelekké alakulnak. A készülékhez digitális frekvenciamérő, illetve regisztráló csatlakoztatható. (2. ábra.)

Mérési tartományai: 1200, 6000, 12 000 és 60 000 ford/min. A mutatós műszerének osztálypontossága 1,5%. A jelcsík legkisebb mérete 8 mm  $\times$  4 mm lehet.



1. ábra





2. ábra

**Nagyfelbontású elektronmikroszkóp,  
EMV—100 LM típus.**

*Maspriborintorg, Moszkva, SzU*

A szovjet elektronmikroszkóp-család új tagja főleg vékonybevonatok vizsgálatára alkalmas. A pontfelbontása jobb mint 3 Å, nagyítása 600 000-szeres. A gyorsítófeszültségek: 25, 50, 75 és 100 kV. Igen jó az objektíváram és a feszültségek stabilizálása, a diffrakciós kamra effektív hossza 24 m és végvákuuma  $10^{-6}$  Hgmm. A vizsgált szigetelő anyagok zavaró töltését semlegesítik. A vizsgált objektum bevonási sebessége igen\* kicsire:  $5 \cdot 10^{-3}$  Å/s-re állítható. A mikrodiffrakciós vizsgálatnál és felvételnél a tárgy legkisebb vizsgálható részlete  $0,005 \mu\text{m}$ . Ennek a nagyfelbontású korszerű elektronmikroszkópnak további előnyei: félautomatikus vákuum előállítási rendszer, kapcsolótáblás és programozott üzemeltetés, automatizált fénymérés és képfelvételezés, beépített fénymikroszkópos megfigyelés két üzemeltető részére stb.

**Szélessávú frekvenciakarakterisztika vizsgáló,  
H1—42 típus.**

*Maspriborintorg, Moszkva, Szovjetunió*

A készülékkel erősítés-frekvencia karakterisztika vizsgálható a  $0,5 \dots 1250$  MHz tartományban, két sávban, a sávhatár 610 MHz-nél van. A sweep-sáv határa 600 MHz, a sweep-generátor a kimeneti feszültséget is stabilizálja. A karakterisztika ingadozása maximálisan 0,6 dB. Az 1, 10 és 100 MHz-es intervallumban kristályvezérlésű jelkalibrálás van, másrészt a sweep-generátorban 0,02; 0,8; 10 és 40 s-onként választhatóan a sweep és a frekvenciatartományok is új-

raállíthatók. Ez megkönnyíti a dinamika hibáinak kiküszöbölését. A generátort egyébként szimmetrikus sweep üzemmódban is használhatjuk a  $\pm 30$  MHz és a  $\pm 3$  MHz tartományokban.

A display egység kétsatornás, ami a készülék felhasználását kibővíti, mert így egy többfokozatú erősítő egész frekvenciakarakterisztikája egyidejűleg vizsgálható, miközben a második csatornán, egy másik mérőfejjel az egyes fokozatok karakterisztikáját vizsgálhatjuk és követhetjük hatását a karakterisztika jelalakjára (3. ábra).



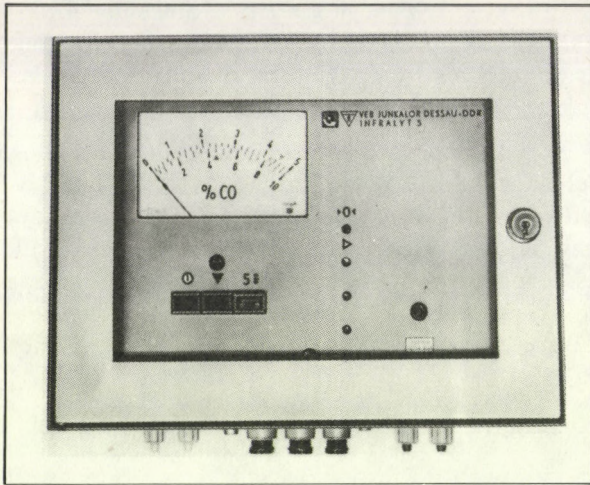
3. ábra

**Infravörös üzemi gázelemző, INFRALYT—5 típus.  
Junkalor, Dessau, NDK**

A műszercsalád új tagja egyszerű és a levegőszennyezettség rutin mérésére alkalmas. Az INFRALYT—4 típushoz hasonlóan kétsugaras, váltakozó sugármenetes elven működik, érzékelője kapacitív-pneumatikus mérőátalakító. Az elektronikát tartalmazó dugaszolható egység a cég INFRALYT-típusjelű készülékével azonos kivitelű.

Alkalmazásának előnyei: 1. Két, átkapcsolható méréstartománya van (azonos műszerskálán olvashatók le), ami előnyös ha a mért érték nagyon ingadozik. 2. A mérésekhez nem kell kalibrációs görbe, az általában előforduló szennyező gázokhoz külön osztott skála van. 3. Kalibráló gázra általában nincs szükség. A nullázás után nyomógombbal egy adott koncentrációértéknek megfelelő villamos feszültség kerül a műszerre, így belső kalibrálás végezhető. Csak időnként és nagyobb mutató eltérés esetén kell kalibrálni megfelelő etalon-gázzal. Az aránylag rövid, 150 mm-es küvettahossz és a közepes érzékenységű előerősítő miatt a méréstartományok





4. ábra

alsó határain az Infraclyt—4 típus pontosabb. A legnagyobb méréstartomány a különféle gázokra  $0 \dots 100\%$ ; a legkisebb pl.  $\text{CO}_2$ -re  $0 \dots 0,02$ ;  $\text{CH}_4$ -re  $0 \dots 0,1$ ;  $\text{SO}_2$ -re  $0 \dots 0,5$  és  $\text{CO}$ -ra  $0 \dots 0,1$  térfogat  $\%$ . A készülékkel gyors, de nem túl nagy érzékenységet kívánó gázelemzéseket célszerű végezni (füstgázok, védőgázok, szennyezőgázok stb.). A műszer a 4. ábrán látható. Méretei:  $320 \text{ mm} \times 240 \text{ mm} \times 320 \text{ mm}$ . Súlya: 19 kg.

#### Automatikus mintaváltó, P 100 típ.

C. Zeiss, Jena, NDK

A mintaváltóval automatizálhatók a nagyszorozatú kémiai és klinikai laboratóriumi mérések. Különösen az AAS 1 típusú atomabszorpciós spektrofotométerhez és a FLAPHO—4 típ. lángfotométerhez, de más készüléktípusokhoz is előnyösen alkalmazható. Két változatban gyártják: a P 100—A az atomabszorpciós, a P 100—E az emissziós mérésekhez használható. A készüléken

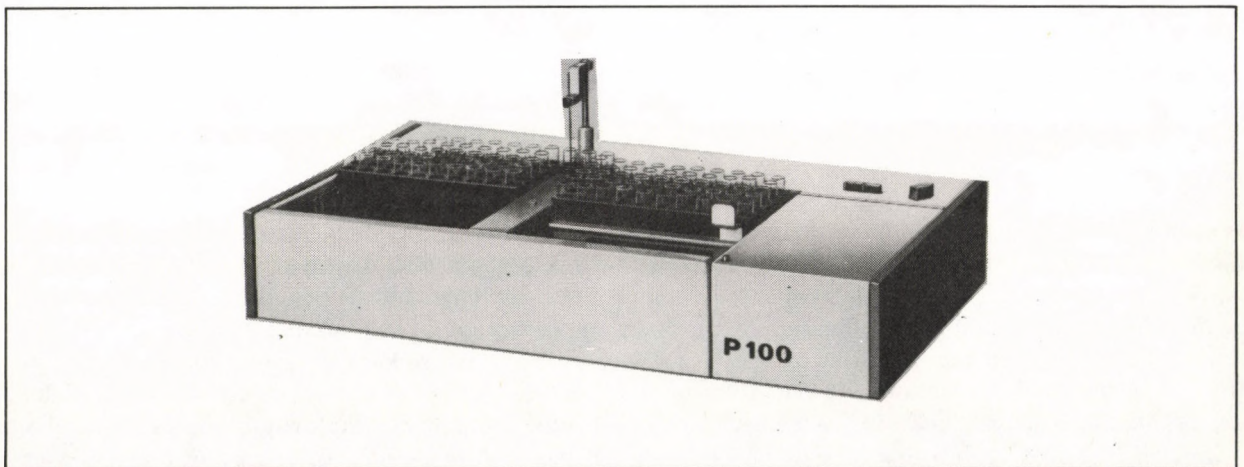
a minta analizálásától függő (AAS—1 ill. FLAPHO—4 típ.) üzemiidők, ill. a mintavételi és továbbítási részidők állíthatók  $2 \dots 30$  s között. A P 100-ban 10 mintatartó rekesz van, egyenként 10 mintával. A vizsgálandó mintákat üvegcsőbe vagy polietilén edényekbe töltik. A mintavételező holtideje 2 s. Van automatikus és kézi indítással léptető üzemmódja. Lehetőség van a mintaszám digitális kijelzésére és a mért érték kinyomatására is külön kiegészítő egységekkel (SI 1.2 és SI 1.1 típusok, VEB Funkwerk Erfurt gym.-ok). A 100 db-os mintaszám 600-ra bővíthető (5. ábra). Méretei:  $680 \text{ mm} \times 400 \text{ mm} \times 120 \text{ mm}$ . Súlya: 23 kg.

#### VELOMET INTERPHAKO, interferenciás mikroszkóp

C. Zeiss, Jena, NDK

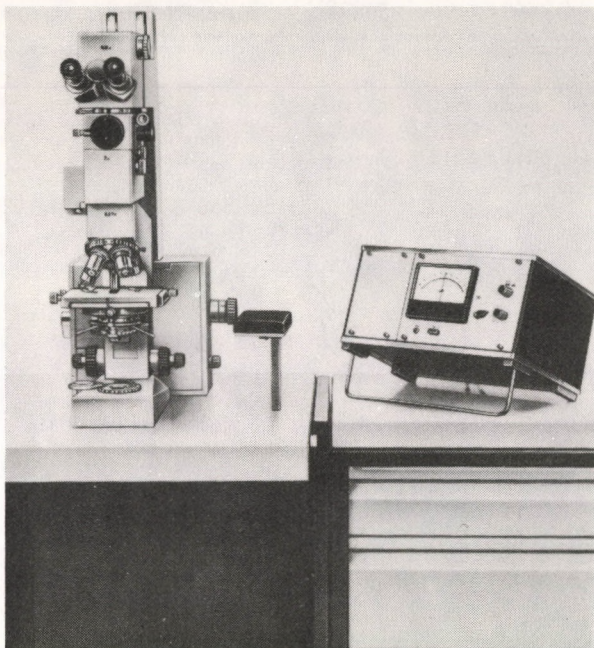
Az új mikroszkóppal a mérés időtartama rövidebb és a mérési pontossága jobb. Az interferenciaállapotot a korábbi színeltérésen, ill. világosság különbségén alapuló szubjektív módszer helyett az analóg villamos műszer alapján lehet kiegyenlíteni. Kedvező esetben  $0,5 \text{ nm}$ -re ismételtelhető értékeket kapunk. Ezt minimálisan  $0,5 \mu\text{m}^2$ , maximálisan  $500 \mu\text{m}^2$  nagyságú felületen érhetjük el.

A mikroszkóp a MIKROVAL típus asztalából, annak megvilágító rendszeréből, az EPIVAL, ill. a PERAVAL interferenciás mikroszkópokból, a fotoelektronsokszorozóból, egy modulátorból és az elektronikus egységből áll (6. ábra). A modulátorban egy különleges félárnyéklemez van beépítve, ezt rezgésbe hozva az interferencia állapot változik és ezt jelzi az analóg műszer. Adott hullámhossznál nagyobb menetegyenlőtlenség-nél az interferenciarendűség mgállapításához kü-



5. ábra





6. ábra

lön megfigyelő egység alkalmazható; folyamatos regisztráláshoz  $\pm 45$  nm menetegyenlőtlenség tartományban kompenzográf csatlakoztatható. A mikroszkóp szubjektív mérési módokra is alkalmas, köztük pl. az ún. Shearing-vizsgálatra differenciál, ill. totális képfelbontással.

### Szintetizáló szignálgenerátor, 8672 A típus.

Hewlett—Packard, Palo Alto, USA

A mikrohullámú szignálgenerátor a 2...18 GHz-es tartományban működik, sokoldalú és nagy pontosságú berendezés, két, három, esetleg négy más műszert is helyettesíthet. Az indirekt szintézis elvén működő — PLL (fáziszárt hurok)

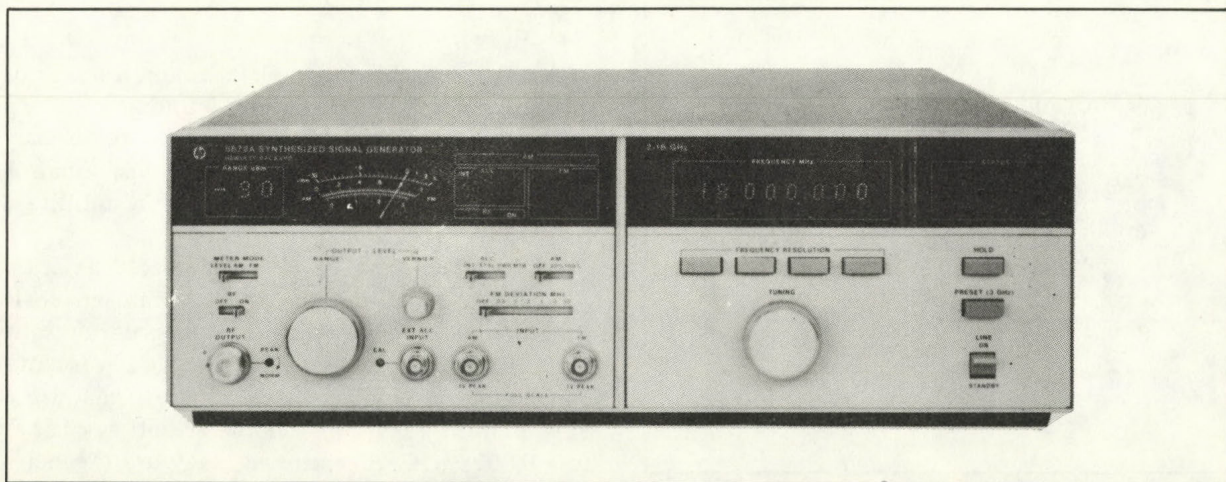
szabályozó egységeket felhasználó — vezérlő oszcillátort a legfejlettebb vékonyréteg-technikával készítik. A generátor jele spektrálisan tiszta, kicsi a torzítás, és a műszer frekvenciamenete egyenletes. A jelszintet kalibrált csillapítóval, +3 és -120 dB között állíthatjuk. Érzékeny vevőkészülékek és szélessávú berendezések egyaránt jól vizsgálhatók a szignálgenerátorral.

Sokoldalúságát növeli a pontos AM/FM üzemmód. Az amplitúdómoduláció mélysége két fokozatban vezérelhető ( $30\%/V$  és  $100\%/V$ ) a moduláló jel frekvenciája 10 Hz...100 kHz, amplitúdója 0...1 V. FM üzemmódban a maximális frekvencialejtés 10 MHz. A moduláció értéke ellenőrizhető az előlapon elhelyezett indikátorral. A szignálgenerátor alapfrekvenciája a beépített 8 digités frekvenciamérővel ellenőrizhető, így 1...3 kHz-es a beállítási pontosság.

Az előlapon elhelyezett világító feliratokról a berendezés kezelőszervei és az üzemmód gyorsabban áttekinthetők. A berendezést az interface-sínen át bármelyik HP 9800-as sorozatú kalkulátorral vagy kismámítógéppel digitálisan vezérelhetjük. Így használható automatikus mérőrendszerekben is (7. ábra).

#### Műszaki adatok

Frekvenciatartomány	2,0...18,0 GHz
Felbontóképesség	2...6,2 GHz között 1 kHz 6,2...12,4 GHz között 2 kHz 12,4...18,0 GHz között 3 kHz
Időalap	
belső	10 MHz stabilitás jobb, mint $5 \times 10^{-10}/d$
külső	5 vagy 10 MHz
SSB fáziszaj	
1 kHz-es sávzélességgel	
mérve	-68 dB
100 kHz-es sávzélességgel	
mérve	-99 dB
Harmonikus összetevők elnyomás	-60 dB
Kimeneti jelszint	+3...-120 dBm
Frekvenciaátkapcsolási idő	15 ms
Szintátkapcsolási idő	30 ms



7. ábra

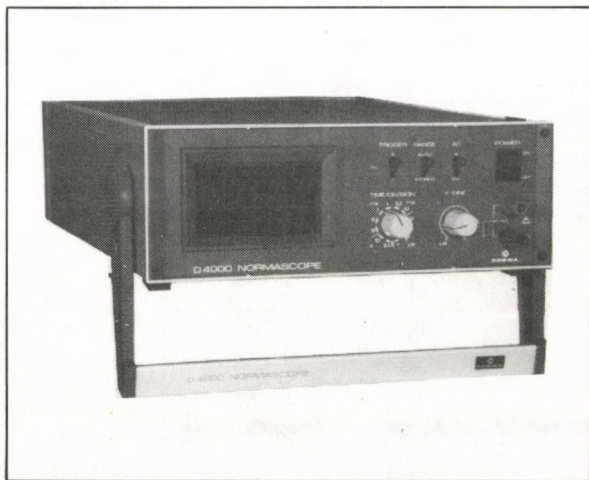


AM üzemmód modulációs mélység moduláló jel	max. 75% 10 Hz ... 100 kHz, 0 ... 1 V, 600 ohm-on
FM üzemmód maximális frekvencia- elhangelés moduláló jel	10 MHz 50 Hz ... 10 MHz, 0 ... 1 V, 50 ohm-on
HP interface-sin vezérlés frekvencia	1 ... 3 kHz-es lépésekkel prog- ramozható
szept	1 dB-es lépésekkel programoz- ható
AM FM szintszabályozás	30 %/V és 100 %/V 30, 100, 300 kHz/V 1, 3, 10 MHz/V belső, vagy külső kristályról, vagy teljesítménymérőről vezérelve
Fogyasztása	325 VA
Mérete	603 mm × 425 mm × 133 mm
Súlya	25 kg

### NORMASCOPE szerviz oszcilloszkóp digitális feszültségmérővel, D 4000 típus.

Norma Messtechnik, Wien, Ausztria

Az új műszer digitális feszültségmérővel egybeépített oszcilloszkóp. A beépített digitális voltmérővel a képernyőn megjelenített mért feszültség pontosabban értékelhető, mint a hagyományos oszcilloszkóppal. A mért feszültségérték számjegyesen jelenik meg az elektronsugárcső képernyőjén. A jelalak kirajzolásával egyidejűleg a műszerrel mérhető a jel effektív, ill. csúcserő és egyenáramú összetevője. Az effektívérték-mérőt szinuszos jelalakra kalibrálták. A DVM-ban automatikus méréshatárváltás van, egy méréshatárt a „Range Stored” kapcsoló segítségével rögzíthetünk. A DC összetevő előjelét is automatikusan kijelzi. A mérőpontok szimmetrikusak, ezért 1000 V-os DC összetevőjű, kis amplitúdójú jelek is jól vizsgálhatók.



8. ábra

A műszer egyszerűen kezelhető és kicsi, szervizműszerként jól használható (8. ábra).

### Műszaki adatok

Érzékenység	200 mV ... 1000 V, 5 fokozatban
Eltérítési idő	1 $\mu$ s/cm ... 300 ms/cm, 12 fokozatban
Bemeneti ellenállás	DC: 10 Mohm AC: 1 Mohm, 60 pF
DVM pontossága	DC: $\pm 0,1\%$ AC: $\pm 1\%$
Kijelzés	2×3,5 digit, 5×7-es pontmátrix + előjelbit; a számok magassága 7 mm
Triggerelés	automatikus, átkapcsolható poz.- v. neg élre, TV-trigger
Mérete	88 mm × 242 mm × 330 mm
Súlya	4,7 kg

### DC áram- és feszültséggenerátor, TR 6141 típus.

Nordmende, Bremen, NSZK

A programozható áram- és feszültséggenerátor kalibrálási célokra készült. Az üzemmód (áram, feszültség), polaritás és a szükséges érték egyszerűen beállítható. A generátorba épített digitális műszerrel öt jegy pontossággal ellenőrizhető a feszültség vagy áram értéke. (9. ábra.)



9. ábra

A műszer ezeket az értékeket nem a szokásos ellenállás osztólánccal, hanem impulzusszélesség modulációival állítja elő. Kiküszöbölhetők az osztóellenállások és a kapcsolók átvezetési hibái. A TR 6141 DC generátor hosszú idejű stabilitása nagyon jó.

A feszültség 1  $\mu$ V és 11,999 V között, az áram 0,1  $\mu$ A és 119,99 mA között folyamatosan beállítható, 0,03% pontossággal. A beprogramozott értéket a műszer két hónapig tartja ezen a határon belül. Az egy nap alatt történő ingadozása kisebb, mint a 0,015%, a hőmérsékleti együtthatója 0,002 %/°C. A pontosság nagy áramterhelés és hosszú mérővezeték esetén is tartható.





10. ábra

**Hordozható mintavevő készülék  
a levegő azbesztpor meghatározására,  
NS 1663 típus.**

*C. F. Casella, London, Nagy Britannia*

A levegőben szálló azbesztpor huzamosabb belégzés esetén súlyos betegséget: mezoteliómát vagy azbesztózist okozhat. A szóbajövő munkahelyek nagyrészt szabadtéren vannak (pl. építőipar-hőszigetelés, autószerelés — súrlódó tengelykapcsolók) így fontos a helyszíni vizsgálat. Az erre a célra kifejlesztett mintavevő berendezés a következőket tartalmazza:

- teleszes szivattyú, 10 ml/min... 2 l/min folyamatosan változtatható szívási sebességgel, valamint hordszija, vállra akasztáshoz;
- mintavevő szűrőkészlet: Millipore cellulózészter membrán szűrősorozat 0,8  $\mu\text{m}$ ... 0,5  $\mu\text{m}$  közötti áteresztőképességgel;
- levegőpulzálást tompító berendezés a mintavétel egyenletessé tételére;
- csatlakozó cső a szivattyú és a mintavevő szűrő közé;
- állvány a statikus mintavételhez;
- teleptöltő és tartaléktelep.



11. ábra



A készlet tartozéka lehet egy kiértékelő mikroszkóp. Az azbesztpor szálak szerkezetű, mérőszáma szál/ml ezeket számolják meg a mikroszkóp látószögében.

A mintavevő szűrőt a munkavégző személy ruhájához csiptetik, arcától max. 30 cm távolságra és meghatározott ideig levegőt szívatnak át rajta. Így a szűrő együtt mozog a személlyel, a mintavétel reális, mivel az azbesztpor koncentrációjának eloszlása nem egyenletes, egy-egy munkahelyen belül. (10. ábra.)

Megengedett koncentrációhatár:

- 0,2 szál/ml crocidolite-ra (kék azbesztre),
- 2 szál/ml egyéb azbesztfajtákra.

#### **Integráló zajszintmérő szimultán mérésekhez, ELDO 2 típus.**

*Rohde—Schwarz, München, NSZK*

A zajszintmérő az állami ellenőrzőhelyek és a nagyobb zajt okozó ipari üzemek igényeinek

megfelelően készült; eleget tesz a DIN 45633 és az IEC 179 szabványoknak. Szinttartománya igen széles, három egyszerű átfedő tartományban, 30...80, 50...100 és 70...120 dB között mérhetünk zajszintet. Átkapcsolással vagy a közepes szintek vagy a %-os zajdózis mérhető az ISO 1999 szerint. Az integrálórészt és a kiértékelő készüléket különállóan tervezték, így tetszés szerinti számú szimultán mérés, pl. ipari nagyüzemekben vagy imissziós méréseknél lakott területeken végezhető. Mindegyik mikrofonhoz egy-egy állítható integrálórész csatlakozik. Ha az integráló egységet a kiértékelő készülékbe tesszük, a tárolt adatokat mikroprocesszor veszi át és értékeli. Egy négyjegyű megjelenítőn választás szerint jelenik meg a középszint, a zajdózis, a mérési időtartam és a viszonylagos vagy abszolút túllépési tartam értéke. (11. ábra.)



Összeállította: GÖRGÉNYI LÁSZLÓ

## Alacsonyfrekvenciás generátor, 1117/3 típ.

EMG gyártmány

Frekvenciatartomány	0,001 ... 100 Hz (6 sávban)
Beállítható hullámformák	szinusz, négyszög, háromszög
Kimeneti impedancia	4 ... 150 ohm
Kimenő feszültség	100 $\mu$ V ... 10 V
Színusz hullám torzítása	2%
Négyszög felfutási és lefutási ideje	5 $\mu$ s

## Alacsonyfrekvenciás generátor, G—432 típ.

Meratronic gyártmány

Frekvenciatartomány	1 Hz ... 1,1 MHz (6 sávban)
Beállítható hullámformák	szinusz, négyszög, háromszög
Kimeneti impedancia	50 és 600 ohm
Kimenő feszültség	1,25 mV ... 2,5 V (50 ohm-on) 5 V (60 ohm-on)
Színusz hullám torzítása	1%
Négyszög felfutási és lefutási ideje	50 ns

## Szerviz oszcilloszkóp, Sz 1—73 típ.

Szovjet gyártmány

Képernyő mérete	6 $\times$ 10 osztás (1 osztás = 0,6 cm)
Függőleges erősítő	
frekvenciatartomány	DC ... 5 MHz
érzékenység	10 mV/osztás ... 50 V/osztás
Időeltérítés sebessége	0,1 $\mu$ s/osztás ... 50 ms/osztás

## Hordozható kétsugaras oszcilloszkóp, EO 203 típ.

RFT gyártmány

Képernyő mérete	6 $\times$ 10 cm
Függőleges erősítő	
frekvenciatartomány	DC ... 10 MHz
érzékenység	
5 MHz-ig	10 mV/cm ... 10 V/cm
5 MHz felett	10 mV/cm ... 2 V/cm
bemenő impedancia	1 Mohm, 60 pF
felütési idő	35 ns
Vízszintes erősítő	
frekvenciatartomány	2 Hz ... 0,8 MHz
érzékenység	0,5 V/cm
bemenő impedancia	1 Mohm, 35 pF
Időalapgenerátor	
időeltérítés sebessége	0,5 $\mu$ s/cm ... 200 ms/cm

## Oscilloszkóp, Sz 1—70 típ.

Szovjet gyártmány

Képernyő mérete	8 $\times$ 10 osztás (1 osztás = 0,8 cm)
1 U 11 típ. differenciál erősítő	
frekvenciatartomány	DC ... 50 MHz
érzékenység	10 mV/osztás ... 5 V/osztás
bemenő impedancia	1 Mohm, 30 pF
1 U 12 típ. kétsugaras erősítő	
frekvenciatartomány	DC ... 50 MHz
érzékenység	10 mV/osztás ... 5 V/osztás
bemenő impedancia	1 Mohm, 30 pF
1 R 11 típ. kettős időalapgenerátor	
időeltérítés sebessége	0,1 $\mu$ s/osztás ... 0,5 s/osztás
késleltetés	0,1 $\mu$ s ... 5 s

## Hangszintmérő, 00019 típ.

RFT gyártmány

Méréstartomány	35 ... 138 dB
Frekvenciatartomány	250 Hz ... 20 kHz
Frekvenciakarakterisztika	dinamikus, A, B, C, D korrekcióval, a nemzetközi szabvány szerint

A készülékben 2 db egyforma hangszintmérő egység van.

## Hangszintmérő, 00020 típ.

RFT gyártmány

Méréstartomány	
MK—102 típ. mikrofonnal	35 ... 138 dB
MK-201 típ. mikrofonnal	50 ... 155 dB
Frekvenciatartomány	
MK-102 típ. mikrofonnal	20 Hz ... 20 kHz
MK-201 típ. mikrofonnal	30 Hz ... 35 kHz
Frekvenciakarakterisztika	dinamikus, A, B, C, D korrekcióval a nemzetközi szabvány szerint
Kijelzés	analog és digitális

## Digitális frekvenciamérő, BM 533 típ.

Tesla gyártmány

„A” bemenet adatai	
frekvenciatartomány	0 ... 20 MHz
bemenő impedancia	1 Mohm, 40 pF
max. bemenő feszültség	250 V
„B” és „C” bemenet adatai	
frekvenciatartomány	0 ... 10 MHz
bemenő impedancia	50 ohm
max. bemenő feszültség	10 V
Frekvenciamérőként	
bemenet	„A” csatorna
érzékenység	
szinusznál	50 mV
impulzusnál	150 mV
Periódus idő és periódus idő átlagérték mérés	
bemenet	„A” csatorna
max. frekvencia	10 MHz
mértékegység	0,1 $\mu$ s ... 1 s/1 periódus
méréndő periódusszám	1 ... 10 <sup>7</sup>
Időintervallumként	
méréstartomány	0,1 $\mu$ s ... 10 <sup>8</sup> s
bemenet	„B” és „C” csatorna
Időintervallum átlagérték mérőként	
méréstartomány	1 ns ... 10 s
bemenet	„B” és „C” csatorna
impulzus szélesség	20 ns ... 10 s
méréndő intervallumok száma	1 ... 10 <sup>8</sup>
Számlálóként	
méréstartomány	1 ... 10 <sup>8</sup>
max. frekvencia	20 MHz
bemenet	„A” csatorna
Váltakozófeszültségmérőként	
méréstartomány	2 ... 500 V (4 sávban)
max. érzékenység	100 $\mu$ V
frekvenciatartomány	0 ... 20 MHz
bemenő impedancia	10 Mohm
Stabilitás	5 · 10 <sup>-4</sup> /1000 h
Kijelzés: feszültségmérőként	4 digit
más üzemmódban	8 digit



**Digitális stroboszkóp, OE 721 típus.***OMSZOV gyártmány*

Méréstartomány	100 ... 9990 ford/min (4 sávban)
Stabilitás	0,1%
Kijelzés	3 digit
Kijelzés pontossága	1% ± 1 digit

**Váltakozófeszültségű stabilizátor, 2895 típus.***Vas- és Műszeripari Szöv. gyártmány*

Kimenő feszültség	220 V
Terhelhetőség	
szélessávú üzemben	0 ... 2500 VA
keskenysávú üzemben	0 ... 500 VA
Szabályozási tartomány	
szélessávú üzemben	171 ... 269 V
keskenysávú üzemben	195 ... 244 V

**Kétcsatornás kompenzográf, 3047 típus.***Yokogawa gyártmány*

Méréstartomány	0,5 mV ... 10 V (17 sávban)
Pontosság	0,3%
Bemenő impedancia	1 Mohm
Futási idő	0,7 s
Papírszélesség	200 mm
Papírsebesség	2 cm/h ... 50 cm/min

**Infrasugaras hőmérsékletmérő, TSM 120 típus.***Electroexport gyártmány*

Mérési tartomány	0 ... 100 °C
Mérési pontosság	1%
Mérendő tárgy távolsága	0 ... 100 m
Spektrumtartomány	7 ... 15 μm
Emissziós tényező	0,2 ... 1

**Digitális hőfokleolvasó, 2809 típus.***Yokogawa gyártmány*

Méréstartomány	
Cu-Ko hőelemhez	-50 ... +200 °C
Fe-Ko hőelemhez	0 ... 800 °C
Ni-Cr-Ni hőelemhez	0 ... 1200 °C
Pt-PtRh hőelemhez	0 ... 800 °C
feszültségmérőként	20 ... 200 mV (2 sávban)
Felbontás	
Cu-Ko hőelemnél	0,1 °C
egyéb hőelemnél	1 °C
feszültségmérésnél	10, ill. 100 μV

**Termo-anemométer, GGA 23 S típus.***Wallac gyártmány*

Méréstartomány	
légssebességmérőként	0,1 ... 30 m/s
áramlásmérőként	20 ... 300 m <sup>3</sup> /h
hőmérsékletmérőként	-30 ... +180 °C
Pontosság	
légssebességmérőként	5%
áramlásmérőként	10%
hőmérsékletmérőként	1%

**Digitális pH-mérő, OP-208 típus.***Radelkis gyártmány*

Méréstartomány	0 ... 15 pH, ill. 0 ... 2000 mV
Pontosság	0,002 pH ± 1 digit, ill. 0,1% ± 1 digit.
Felbontóképesség	0,001 pH, ill. 0,1 mV
Bemenő ellenállás	10 <sup>12</sup> ohm

**Digitális gyorsmérleg, PT 1200 típus.***Mettler gyártmány*

Méréstartomány	0 ... 1200 g
Tára kiegyenlítés	0 ... 1200 g
Leolvashatóság	10 mg
Pontosság	15 mg
Regisztráló kimenet	BCD kód szerint TTL/DTL kompatibilis

**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\***



# 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 Szolgálat 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 100 000,— Ft-nál nagyobb értékű műszerre vonatkozhat):

#### Kiadványok megküldése

Kérem az alábbi kiadványokat:

- Kölcsönműszerek Jegyzéke
- 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 nyúlásmérőbélyeges 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:

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



A FELADÓ

NEVE:

MUNKAHELYE:

CÍME:

TEL.:

MTA  
Műszerügyi és Méréstechnikai  
Szolgálat

1391 BUDAPEST, Pf. 241.

**Legfontosabb  
telefonszámaink:**

Központ 220—425\*

Műszerkölcsonzés 220—425\*

Szaktanácsadás,  
műszerkataszter 220—425\*

Műszer-  
és Méréstechnikai  
Főosztály 183—176, 420—388

Méréstechnikai Osztály 220—425\*

Műszertechnikai Osztály 220—425\*

Szerviz Osztály 186—333\*

Kutatófilm Osztály 116—820, 116—828  
116—829

**E számunk hirdetői:**

- Kontakta Alkatrészgyár (88)
- Orvosi Műszer Szövetkezet (91)
- SERVINTERN ISz. (86)
- VIDEOTON Számítástechnikai Gyára Fejlesztési Intézet (88)
- MEDICOR Művek (91)
- MIGÉRT Műszer- és Irodagép-  
técseítő Vállalat (89)
- FOTO—OPTIKA ISz. (85)
- MMG Automatika Művek (87)
- Műszeripari Kutatóintézet (90)
- GOULD—ADVANCE AUSTRIA (98—99)
- BRABENDER (93)
- PERKIN—ELMER (97)
- KONTRON (92)
- RADIOMETER (94—95)
- HEWLETT—PACKARD (96)

A FELADÓ

NEVE:

MUNKAHELYE:

CÍME:

TEL.:

MTA  
Műszerügyi és Méréstechnikai  
Szolgálat

1391 BUDAPEST, Pf. 241.

A FELADÓ

NEVE:

MUNKAHELYE:

CÍME:

TEL.:

MTA  
Műszerügyi és Méréstechnikai  
Szolgálat

1391 BUDAPEST, Pf. 241.



AZ ALÁBBI

**külföldi cégek**

KIZÁRÓLAGOS HAZAI

**márkaszervize**



**VEB Carl Zeiss Jena**

- fizikai-optikai mérőkészülékek
- mikroszkópok
- precíziós finommérő eszközök és készülékek
- geodéziai műszerek
- orvosi készülékek
- spektroszkópok, spektrográfok és gerjesztők
- spektrofotométerek
- mikrofilmtechnikai mérőkészülékek
- szemészeti műszerek

**Packard Instrument GmbH**

- izotóp vizsgálók és analizátorok
- gázkromatográfok

**Mashpriborintorg**

- spektroszkópok
- mikroszkópok
- geodéziai műszerek
- elektronmikroszkópok

**3M-(EAST) AG**

- mikrofilmtechnikai készülékek
- fénymásolók
- írásvetítők

**Olympus Optical Co**

- flexibilis, száloptikás gastroendoszkópiai vizsgáló készülék

**Medata AB Stockholm**

- fotométerek

**AB. C.E Johansson Eskilstuna**

- filmdenzitóméterek

**PZO Warszawa**

- mikroszkópok
- geodéziai műszerek
- refraktométerek
- műhelymikroszkópok

**Tesla Brno**

- elektronmikroszkópok

**MLW Medingen Sitz Freital**

- laboratóriumi analitikai műszerek
- viszkozitás mérők
- termosztátok
- kryosztátok

**VEB Hochvakuum Dresden**

- vákuumgőzölők

**VEB Analytik Dresden**

- „Boetius” mikroszkópok

GARANCIÁLIS ÉS JÓTÁLLÁSI  
IDŐN TÚLI JAVÍTÁSOK!

Kössön karbantartási szerződést szövetkezetünkkel!

MEGRENDELÉS ÉS FELVILÁGOSÍTÁS KÖZPONTUNKBAN:

1052 Budapest, V. Kossuth Lajos u. 17. I. emelet.  
Telefon: 173-485, 173-930



# SERVINTERN

IPARI SZÖVETKEZET

Bp. VII., Landler Jenő u. 26.

Telefon: 425-932, 227-496.

Vevőszolgálat: 429-564.

A SERVINTERN ISZ különböző műszergyártó és forgalmazó cégek szerviz és vevőszolgálatát látja el. Ez műszerek üzembehelyezésére, garanciális és garancián túli javítására, karbantartására, felújítására, továbbá alkalmazástechnikai szaktanácsadásra terjed ki az alábbi területeken:

- villamos mutató mérőműszerek, regisztrálók, galvanométerek;
- erősáramú ipari töltőberendezések, stabilizátorok;
- üzemi és laboratóriumi elektronikus mérőműszerek;
- analitikai mérlegek, spektrofotométerek, gázkromatográfok, ultracentrifugák, klímaberendezések.

## szervizüzemek

Budapest, VII., Hernád u. 40. telefon: 424-153, 426-639

Budapest, VII., Marek J. u. 28. telefon: 425-761, 425-049

Budapest, XIV., Dorozsmai u. 65. telefon: 634-928

## KGST-márka szervizek

villamos, elektronikus, nukleáris és laboratóriumi műszerek, klímaberendezések területén

Mashpriborintorg, Moszkva

Elektrotechnik Export-Import, Berlin

Metronex, Labimex, Warszawa

Kovo, Praha

## tőkés márkaszervizek

Pye Unicam Ltd., Cambridge; MSE Measuring and Scientific Equipment; J. and S. SIEGER Ltd.; Bizerba-Waagen Export; Sartorius Werke; Original Hanau Quarzlampen; KLN-Ultraschall GmbH.; W. C. Heraeus GmbH.; Vötsch GmbH.; Ahlborn Mess- und Regelungstechnik; KIPP and ZONEN KG.; MIELE GmbH.;

## belföldi műszerek szervize

GANZ EKM

Híradótechnikai Vállalat

MTA KFKI (TPA típusú számítógépek)

EMG (garanciaidőn túli szervíz)

A szövetség a szerviztevékenységen kívül furatgalvanizált nyomtatott áramköri lemezek gyártását – korszerű Dr. Hesse technológiával – kis és nagy sorozatban vállalja.

Üzem: Budapest, XIV., Őrs Vezér út 32–34. Telefon: 841-361







## MMG AUTOMATIKA MŰVEK

Az MMG Automatika Művek pneumatikus és villamos műszerek, biztonságtechnikai készülékek és berendezések stb. számítógépes irányítástechnikai rendszerek fejlesztésével, tervezésével, kivitelezésével és üzembehelyezésével foglalkozik.

### FONTOSABB GYÁRTMÁNYAI

#### Pneumatikus analógműszerek

ROTAREGR pneumatikus nyomás-, nyomáskülönbség-, hőmérséklet- és szinttávadók, nyomás-, nyomáskülönbség- és hőmérsékletszabályozók.

#### Villamos analógműszerek

Villamos nyomás-, nyomáskülönbség-, abszolútnyomás-, hőmérséklet- és mV-távadók.  
Villamos kiszolgáló- és tápegységek, gyújtószikragátak.  
Villamos műveleti- és analóg számítógységek  
Folyadékszintmérők, határszintmérők.  
Tartály átlaghőmérséklet érzékelők.

#### Biztonságtechnikai készülékek és berendezések:

BJK biztonsági jelzőközpontok.  
Gázveszélyjelzők (GfG licencia).  
Signalmik D 500 robbanásveszélyjelző.  
Lángőrök, lángrelék, lángérvezők.  
Gyújtótranszformátorok, mágnesszelepek.  
RT 15 B (FOR) biztonsági gázcsap és MT 7200 hőmérsékletszabályozó gázcsap.

#### Kommunális kisautomatikák

Gáznyomásszabályozók.  
Szoba hőmérséklet szabályozó.  
Táglórudas hőmérsékletszabályozók.  
Folyadéktáglós hőmérsékletszabályozók és -korlátozók.  
Hőmérséklet-szabályozó radiátorszelepek.

#### Mérő- és irányítórendszerek

COR-VOL tartálypark mérő- és vezérlő berendezések.  
Számítógépes irányítástechnikai rendszerek.  
Nyomásra-hőmérsékletre korrigált gázáramlásmérő rendszerek.

Budapest III., Szépvölgyi út 41.  
Telefon: 886-340, 886-345 Telex: 22-4444  
Levél cím: H-1300 Budapest, Pf.: 59.

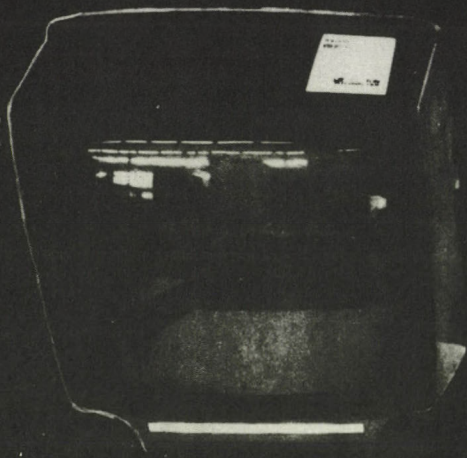


Az adatrögzítési problémákat megoldja, az adatfeldolgozást megkönnyíti a VIDEOTON új intelligens adatgyűjtő rendszere, a

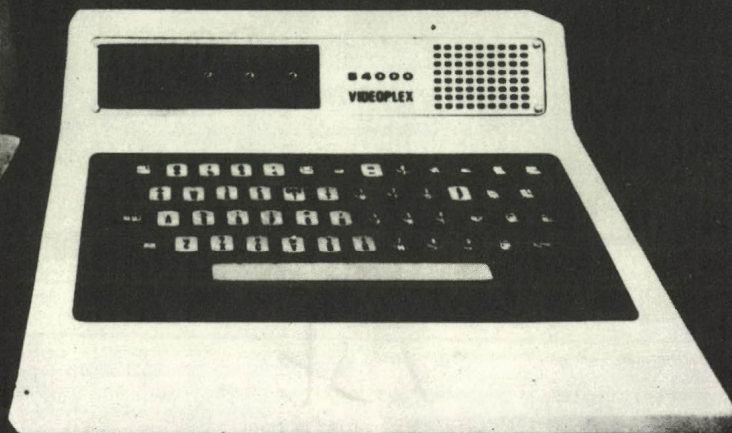
# VIDEOPLEX 2

VIDEOTON

Az adatok előzetes rögzítése, rendezése és ellenőrzése nagyobb kihasználtságot, gépi időmegtakarítást jelent az Önök számítógépén! Csökkenti a régimódi, mechanikus perifériák szerepét, és ezzel növeli a termelékenységét!



Az operátor a feldolgozandó adatokat a zajtalanul működő, ellenőrzést biztosító VIDEOPLEX MUNKAÁLLOMÁS-on bebillentyűzi, a VIDEOPLEX 2 központi egysége rögzíti, és előkészíti a feldolgozásra. A központi állomás 32 munkaállomás adatait képes befogadni, melyek az épület más helyiségeiben is elhelyezhetők.



## a **KONTAKTA** a műszeripar **ALKATRÉSZGYÁR** szolgálatában

A műszeripar területén az ipar átlagánál gyorsabb ütemben jelennek meg az új termékek, a gyártmánystruktúra átrendeződése esetenként viharos gyorsasággal megy végbe. A végtermék műszaki színvonala egyre nagyobb mértékben az alkatrészgyártó bázis felkészültségének függvényévé válik, mivel a legkötőbb konstrukciós eredményeket is leronthatja a gyenge résztermék. Mindez fokozódó követelményeket támaszt az alkatrészgyártókkal szemben, melyek közé tartozik a mi vállalatunk is.

Nagy termelékenységű automata fém- és műanyagmegmunkáló technológiát alakítottunk ki. Gyártási és gyártmány licenciákat, know-how-t vásároltunk, az elektromechanikai alkatrészgyártó szakma több nyugat-európai reprezentánsával termelési kooperációkat alakítottunk ki.

- A számítástechnikai ipar igényeit figyelemmel kísérve megkezdtük a *DS 111* és francia licenc alapján a *Socapex* számítástechnikai csatlakozók gyártását.
- A BNV nagydíjat nyert *KONTASET műszerváz-rendszer* kifejlesztését és a műszeripar rendelkezésére bocsátását vállalatunk legkomolyabb eredményei között tartjuk nyilván.
- Fejlesztőink névjegyeként kívánjuk a műszeripar jelképes asztalára letenni a folyamatszabályozás mai korszerű eszközeit: a *mozaikrendszert*.
- *Nyomtatott áramköri csatlakozóink* minden bizonnyal ismertek a műszeripar valamennyi szakembere előtt.

A fejlesztésben azonban nem hagyhatunk „fehér foltokat”. Vállalatunk fő célja — egyéb feladataink mellett — az elektromechanikai alkatrészek gyártási volumeneinek és gyártmányaink műszaki szintjének az emelése. A fejlesztésben a családélvet érvényesítjük, minden lehetséges igény kielégítésére alkalmassá kívánunk válni. Ennek érdekében gyártmányaink felhasználóival szeretnénk szoros, személyes kapcsolatokat kialakítani, hogy kívánságaikra minél gyorsabban reagálhassunk, tanácsaikat kikérhessük, — úgy véljük ez partnereinknek is az érdeke és a miénk is.

E közös érdek nevében kérjük, hogy ha Ön hajlandó és akar velünk együttműködni — vállalata munkáját a felajánlott kapcsolat előnyeivel segíteni kívánva —, tegye be a névjegyét egy borítékba és küldje el nekünk.







Budapest VI. Népköztársaság útja 2.

Tel: 117-090 Telex: 22-4736

# MŰSZER ÉS IRODAGÉPÉRTÉKESÍTŐ VÁLLALAT

ÚJ SZAKÜZLETEINK A JOBB ÁRÜELLÁTÁS ÉRDEKÉBEN!

A legmodernebb ügyviteli és számítástechnikai eszközöket és tartozékokat  
szerezheti be:

5. sz. Új szaküzletünkben Budapest II. Frankel Leó utca 9.  
Tel: 359-368

Pénztárgépek – Sokszorosító és másológépek, címnyomó és címprésgépek,  
másoló papírok vásárolhatók:

3. sz. szaküzletünkben Budapest VII. Kertész utca 37.  
Tel: 220-887, 215-181

FIGYELJE TÖBBI SZAKÜZLETÜNK ÚJ PROFILJÁT!

1. sz. MŰSZERSZAKÜZLET — Budapest VI. Népköztársaság útja 2.  
Tel: 117-090  
Automatikák, labor -anyagvizsgáló műszerek  
mechanikai műszerek

2. sz. MŰSZERSZAKÜZLET — Budapest VII. Majakovszkij u. 59.  
Villamos és elektronikus műszerek,  
Hőtechnikai és üzemviteli műszerek

IRODAGÉP SZAKÜZLET — Budapest VI. Népköztársaság útja 2.  
Tel: 111-021  
Író- és számológépek

4. sz. SZAKÜZLET — Budapest VIII. Rákóczi út 57/a.  
Ügyvitelgépésítési mintaterem és szaküzlet  
a lakosság szolgálatára.



# MIKI MŰSZERIPARI KUTATÓ INTÉZET

A MAGYAR MŰSZERIPARI EGYESÜLÉS TAGJA

Az Intézetet 1950-ben alapították, így a magyar műszeripar egyik legrégebbi kutató-fejlesztő intézete. 27 éves működése során alapvető munkát végzett az elektromechanikus, pneumatikus, elektronikus mérő- és szabályozóműszerek, valamint hálózatvédelmi relék kutatásában és fejlesztésében. Ma mintegy 800 tudományos kutatója és szakembere van, akiknek jól felszerelt kutató-laboratóriumok és műhelyek állnak rendelkezésére.

Az Intézet elsősorban a korszerű követelményeknek megfelelő automatika elemek és rendszerek, adatgyűjtő és feldolgozó rendszerek kidolgozásával kapcsolatos kutató-fejlesztő munkát végez. Foglalkozik ezenkívül különféle híradástechnikai műszerek, átviteltechnikai műszerek kutatásával és fejlesztésével, valamint hírközlő rendszerek üzemalatti ellenőrzését biztosító műszerek kutatásával-fejlesztésével.

## AZ INTÉZET MUNKATERÜLETE

Különbféle vizsgálatok (Klímavizsgálat stb.)

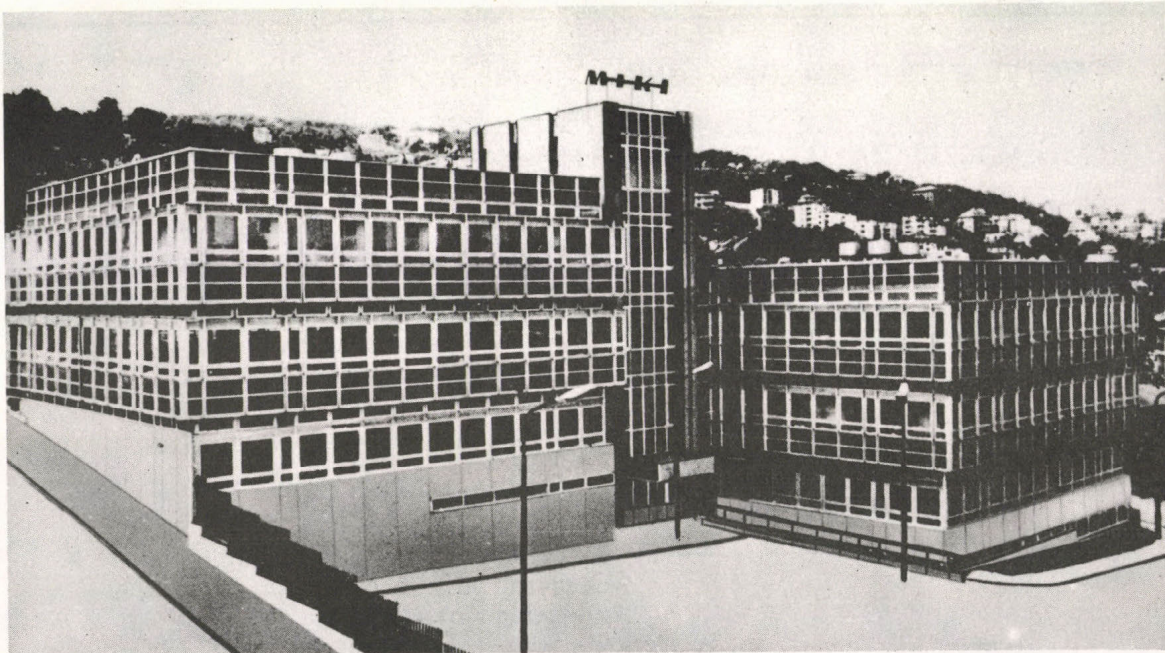
Célberendezések kidolgozása

- Kis- és nagyfrekvenciás mérőberendezések analóg és digitális technikával
  - Folyamatszabályozó készülékek automatikák és automatika elemek
  - Elektronikus alkatrészek, műszerek, készülékek
  - Mérésadatgyűjtő rendszerek
  - Gázveszély és tűzveszély jelzőberendezések
  - Orvosi műszerek
  - Villamoshálózatok védelme és automatikája
  - Technológiai készülékek és ellenőrző műszerek
  - Célműszerek, különleges mérőberendezések pneumatikus automatika elemek hitelesítésére, gyártás-közbeni ellenőrzésre, laboratóriumi használatra
  - Számítógép-program fejlesztési (software) munkák
- Az Intézet vállalja különböző kutatási-fejlesztési feladatok számítógépes áramkör – analízis és szintézis – programok kidolgozását, laboratóriumi vizsgálatok elvégzését, kissorozatok gyártását önállóan vagy kooperációban

---

1368 Budapest B. P. 183  
Távirat: MIKI Budapest  
Telefon: 201-860, 169-083  
Telex: 224298

---





A MEDICOR MŰVEK

## AZ ORVOSTECHNIKAI BERENDEZÉSEK ÉS KÉSZÜLÉKEK GYÁRTÁSÁNAK HAZAI BÁZISA

60 országba történő exporttevékenysége mellett ellátja a hazai egészségügyi intézményeket a szükséges orvosi vizsgáló, és kezelőberendezésekkel.

A Medior Művek végzi az új kórházak létesítésének és rekonstrukciók tervezésének és a kivitelezésnek orvostechnikai feladatait.

A Medior Művek főbb gyártmánycsoportjai:

- röntgenberendezések,
- őrzőkészülékek,
- miográfok
- audiometriás készülékek,
- vérlabor készülékek,
- spirométerek,
- vérnyomásmérők,
- táskadiagnosztikai készülékek,
- lélegeztetők,
- teljes műtőberendezések.



## ORVOSI MŰSZER SZÖVETKEZET

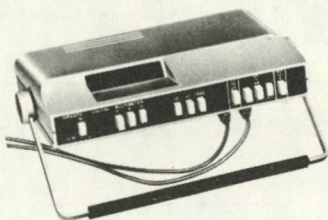
1081 BUDAPEST, VIII., RÁKÓCZI ÚT 71. TELEFON: 142-642, 339-757

Szövetkezetünk elsősorban orvosi műszerek gyártásával foglalkozik, 1973 óta azonban nagy súlyt fektetünk gyártási profilunk kialakításánál az elektronikus- és laborműszerek fejlesztésére is. A piaci igényeknek megfelelően olyan termékek gyártását kezdtük el, melyek a mai elektronikai ipar korszerű, nélkülözhetetlen készülékeként pótolják az importbeszerzést (devizamegtakarítást eredményezve). Ilyen műszereink: *3 csatornás tápegység, Egyenfeszültség-stabilizáló, Digitális stroboszkóp, TTL Logic checker.*

*Digitális multiméter, Digitális panelmérő és Függvénygenerátor frekvenciamérővel* készülékeinket az idei tavaszi BNV-n mutattuk be először, s már most komoly igények jelentkeztek irántuk. Digitális multiméterünk szövetkezetünk fejlesztőmérnökeinek szabadalmazott terméke, mely jelentős exportra tarthat számot.

Külön kiemeljük az orvosi és vegyi laborok igényét kiszolgáló *Digitális lángfotométer* elnevezésű termékünket, mely a legkorszerűbb eljárással K, Na és Li tartalmú oldatok nagypontosságú mérését szolgálja.

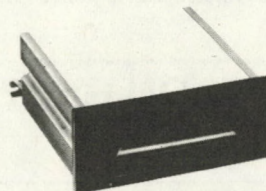
Elektronikus készülékeink hazai forgalmazója a MIGÉRT Vállalat.



Digitális multiméter



Függvény-  
generátor  
frekvencia-  
mérővel



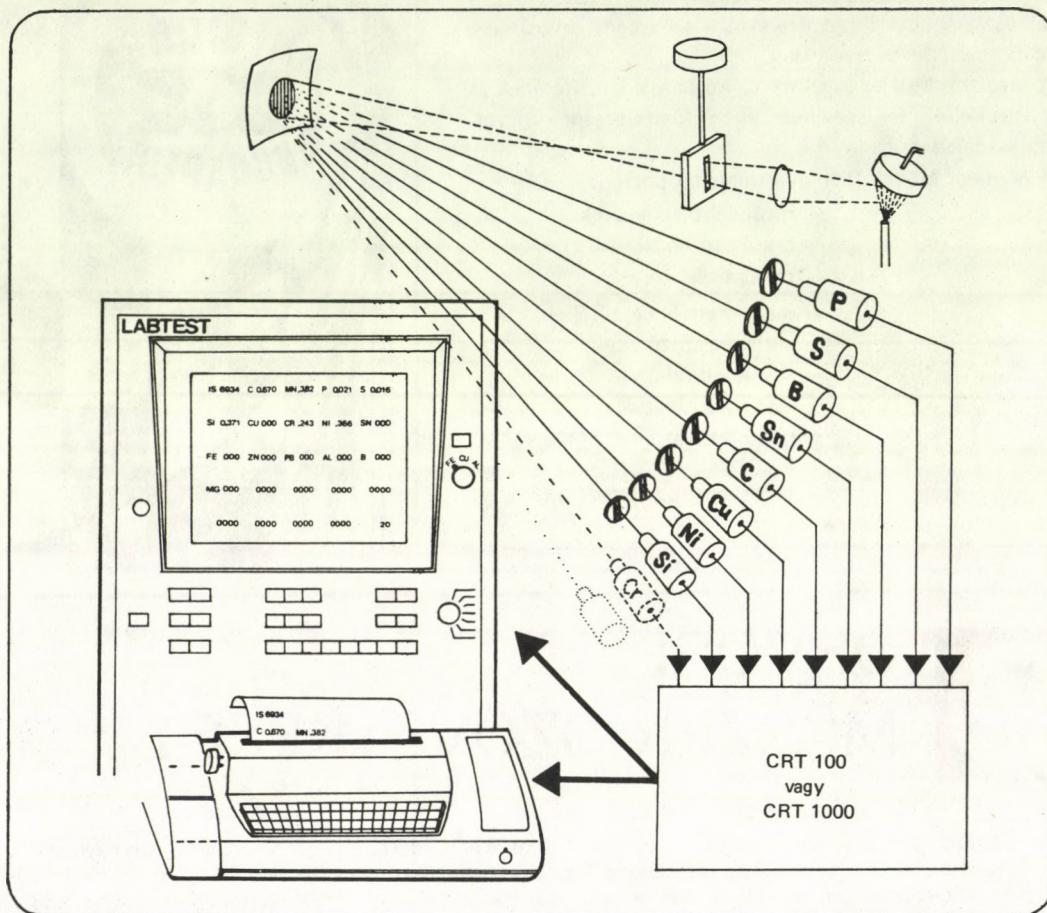
Digitális panelmérő



# labtester

**KONTRON**  
GMBH

## EMISSZIÓS ÉS RÖNTGENFLUORIMETRIÁS SPEKTROMÉTEREK SPEKTROKÉMIAI ÜZEMI ANALÍZISEKHEZ



- **Modell 2100**  
Vákuum-levegő emissziós spektrométer, 1 m-es gyújtótávolságú konkáv ráccsal, maximálisan 28 analizáló csatornáig
- **Modell V25**  
Vákuum emissziós spektrométer, 1 m-es gyújtótávolságú konkáv ráccsal, maximálisan 42 analizáló csatornáig
- **Modell 310**  
Levegő emissziós spektrométer, 1,5 m-es gyújtótávolságú konkáv ráccsal, maximálisan 60 analizáló csatornáig

- **Modell XRP 70**  
Röntgenfluorimetriás spektrométer, maximálisan 12 monokromátorral
- Röntgenfluorimetriás és emissziós spektrométer kombinációja

Adatkijelzés és -feldolgozás:

- CRT 1000 – képernyőkijelző és regisztráló rendszer
- CRT 880 – képernyőkijelző, regisztráló és számítógépes rendszer

**KONTRON GmbH., A-1140 WIEN, Ameisgasse 49, Ausztria**

TELEFON: 94 56 46 • TELEX: 01-1699

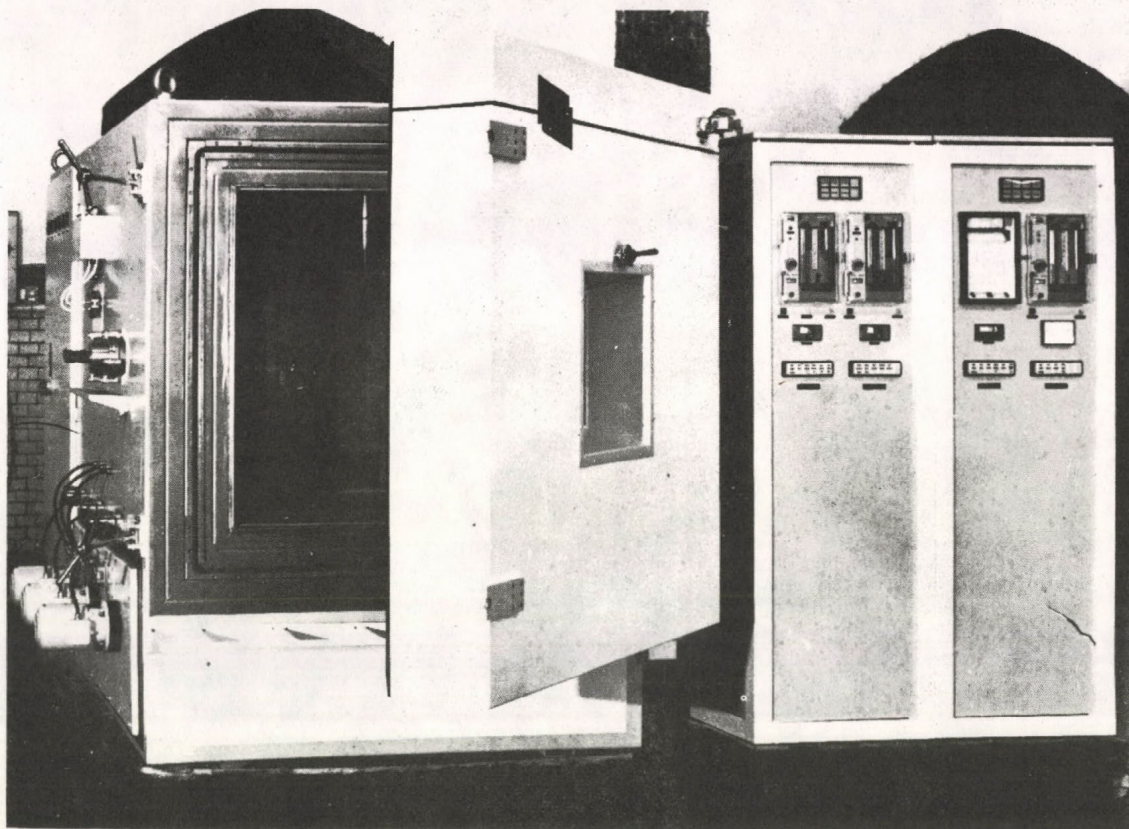
Szervizképviselő: MTA MMSZ LABTEST Service

Budapest, VI. Lenin krt. 67.  
Telefon: 220-425\* Telex: MTA MM 22-5114  
Levél cím: 1391 Budapest, Pf. 241.



# Brabender<sup>®</sup> Realtest

1938–óta a tudomány és kutatás szolgálatában



A Brabender Realtest GmbH gyártási programjába olyan készülékek és berendezések tartoznak, melyekkel lehetőség van a környezeti feltételek szimulálására.

A szimulált feltételek között elvégzett ellenőrzési eljárások – melyek igazodnak a DIN- és a nemzetközi előírásokhoz – lehetővé teszik, hogy megbízható következtetéseket vonjunk le a tesztelt

darabok és minták viselkedéséből, különös tekintettel a szélsőséges klimatikus feltételekre.

A szériában gyártott termékek sorába klímaegységek, klímazekrények és klímatermek tartoznak. A tesztelésre szolgáló tér a különböző berendezéseknél 20 liter és 200 m<sup>3</sup> között van, különleges típusoknál az utóbbi értéknél nagyobb is lehet.

BRABENDER REALTEST GmbH  
A-1235, WIEN  
Liesingkekgasse 17.

MTA MMSZ Brabender Service

Budapest V., Martinelli tér 3.  
Telefon: 186-333 • Telex: 22-5114 mtamm • Levélcím: 1391 Bp. Pf. 241

**Brabender**  
**Realtest**



# Kevesebb idő az analízisre = több idő a betegre.



Önnek a vérgáz elemzési adatok rendszerint igen gyorsan kellene. Az ABL 2 Acide-Base Laboratory nevű vérgázanalizátor lehetővé teszi az adatok meghatározását minden időben. Az automatikus kalibrálás és a beépített mérési program a műszert állandóan készletben tartja a mérések végrehajtására.

A méréshez 200  $\mu$ l vérminta szükséges.

A mért pH,  $PCO_2$  és  $PO_2$  értéket a beteg hőmérsékletére lehet korrigálni egy kezelőgomb megnyomásával.

A hemoglobin és a barometrikus nyomás értékének mérése az ABL-2 műszert valóban kompletté teszi. Önnek csak egy heparinozott vérmintára van szüksége, ezt az ABL-2-be adagolva gyorsan megkapja az összes fontos vérgázadatot.

Küldje el ezt a szelvényt a Radiometer cég címére:

**RADIOMETER A/S, EMDRUPVEJ 72.**

**DK-2400 COPENHAGEN NV, DENMARK**

és megkapja a második generációs mikro-vegygáz-analizátorának összes adatait.

Név: \_\_\_\_\_

Munkahely: \_\_\_\_\_

Cím: \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

Radiometer A/S, Emdrupvej 72.  
DK-2400 Copenhagen NV, Denmark

Szerviz  
képviselőt:

**MTA MMSZ Radiometer Service**

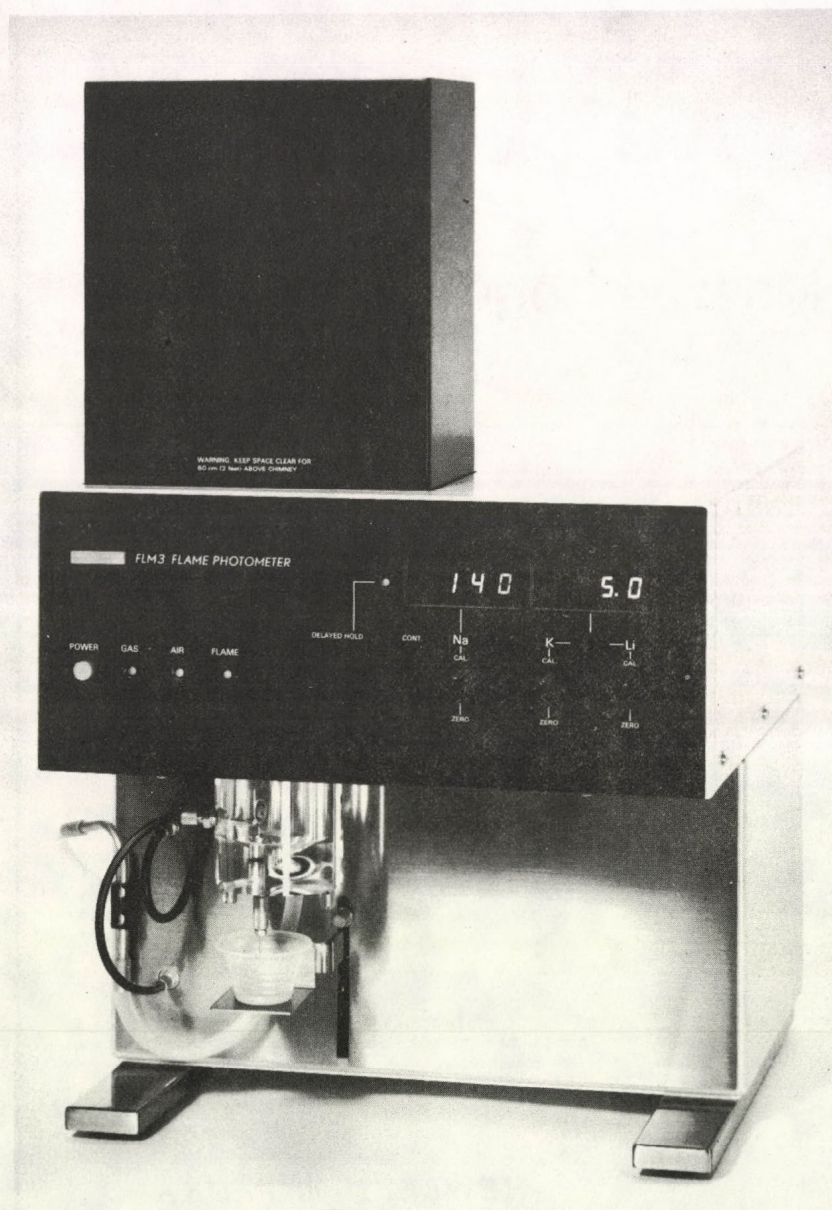
Budapest, V. Martinelli tér 3.  
Telefon: 186-333\*. Telex: 22-5114 mtamm h.  
Levélcíme: 1391 Budapest, Pf. 241.

**RADIOMETER**   
**COPENHAGEN**



# MÉRJEN A LÁNGFOTOMÉTERÜNKKEL IDŐT TAKARÍT MEG . . .

**RADIOMETER**   
**COPENHAGEN**



Vizsgálja meg a következő időt megtakarító előnyöket:

- **GYORS EREDMÉNYEK.** Az első eredményleolvasás 3 s alatt. Végső eredmény 6 s alatt higított mintákból.
- **ÚJ ELŐNYÖK A STABILITÁSBAN.** Az időbeli ingadozásokat automatikusan kiegyenlíti. A hosszú idejű stabilitás rendkívül jó. Kézi időállítás nem szükséges. Gyors szivattás a kalibrációnál. A kalibrációs mintát felszívja és máris leolvasásra kapcsolhatunk.
- **AUTOMATIKUS NULLÁZÁS.** Ez belső Li<sup>+</sup>-standardon alapul a Na<sup>+</sup> és K<sup>+</sup> mérése alatt. Nincs szükség Li<sup>+</sup> utánszabályozásra.
- **AUTOMATIKUS „SZÉRUMVIZELET” (Serum-Urine) ÁTVÁLTÁS.** A K<sup>+</sup> érzékenységet egy kapcsoló automatikusan váltja.

Név:	Munkahely:	Cím:							
------	------------	------	--	--	--	--	--	--	--

Radiometer A/S, Emdrupvej 72.  
DK-2400 Copenhagen NV, Denmark

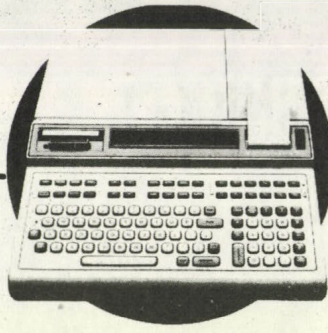
Az új FLM 3 típusú lángfotométert a  
RADIOMETER cég gyártja.  
RADIOMETER A/S, EMDRUPVEJ 72.  
DK-2400 COPENHAGEN NV, DENMARK

**Szervizképviselő:**  
**MTA MMSZ Radiometer Service**  
Budapest, V. Martinelli tér 3.  
Tel: 186-333\*. Telex: 22-5114 mtamm h.  
Levél cím: 1391 Budapest, Pf. 241.





HP 9815 – Tárcapacitás: 2008 programlépés. A mágnesszalag egység 96 KByte-ot rögzít. RPN logika, egyszerű gépi nyelv. Számos előre programozott matematikai és statisztikai függvény. Programszerkesztést elősegítő gombok, alfanumerikus kijelző és nyomtató.



HP 9825 – A megszakítási rendszer és az „élő” billentyűzet révén, akár egyidőben is vezérel, rendezi és kiszámítja az adatokat. Igen gyors. A belső tár 32 KByte-ig bővíthető. A gyors mágnesszalag egység 250 KByte-ot rögzít. Korszerű programnyelv és széleskörű illesztési lehetőség.



HP 9831 – Belső tár: 8–32 KByte. A beépített, két irányban kereső, nagy sebességű mágnesszalag-egység egy kazettán 250 KByte-ot tárol. Speciális függvénybillentyűkkel, egy vagy két gomb lenyomásával 24 előre rögzített program válik hozzáférhetővé. Könnyen elsajátítható programnyelv.

## Gazdaságos kisszámítógépek a HP-től

472–2008 program lépésig 8–32 KByte. A HP programozható asztali számítógépek belső tárcapacitása az igények szerint választható meg. Fokozatosan bővíthetők a változó igények szerint dugaszolható tároló egységekkel, külső háttértárolókkal.

### Perifériák

Széleskörű lehetőségek vannak a ki/bemeneti periféria megválasztásában, így az adatokat a legkedvezőbb formában vihetjük be, illetve nyerhetjük vissza. Ezek is HP gyártmányok és egyszerűen csatlakoztathatók az Önök rendszeréhez, többségük bármely 9800 sorozatú kalkulátorhoz illeszkedik. Ha Önök bővíteni akarnak, nincs szükség újabb rendszer kiépítésére. De Önök asztali számítógépeket műszerek, vagy termelési folyamatok vezérlésére is felhasználhatják. A ki/bemeneti perifériák fogadására minden kalkulátor alkalmas a 9815-t kivéve, amelynél ez kívánságra biztosítható. A ki/bemeneti rendszerhez a HP-IB interface rendszer is illeszthető.



### Software „know-how”

A HP asztali számítógépek egyszerű, széles körben használt nyelveken programozhatók. Ezek a nyelvek korszerű programszerkesztést tesznek lehetővé. Az egyedi feladatokhoz a HP kész programjai alkalmazhatók, vagy a felhasználó maga is elkészítheti ezeket. A készülék használója folyamatosan informálódhat a legújabb fejlesztésekről a programokban és a programozási technikában, mert az információk az alkalmazástechnikai összefoglalókban, a HP rendszeresen megjelenő „Keyboard magazinjában” és a felhasználók klubján keresztül juthatnak el a felhasználókhoz. Így az érdekelt szakember bevált programok ezereihez juthat hozzá. Mindez része a HP szolgáltatásainak, és mindaddig igénybevehető, amíg a számítógéprendszer a felhasználó birtokában van.

További információkkal, a készülékre, illetve alkalmazástechnikai kérdésekre vonatkozóan készséggel állunk rendelkezésükre:

HEWLETT  PACKARD

Szerviz: MTA Műszerügyi és

Méréstechnikai Szolgálat

Budapest, V. Martinelli tér 3.

Telefon: 186-333\* Telex: 22-5114 mtamm

Levélcím: 1391 Budapest, Pf. 241.

Hewlett-Packard GmbH

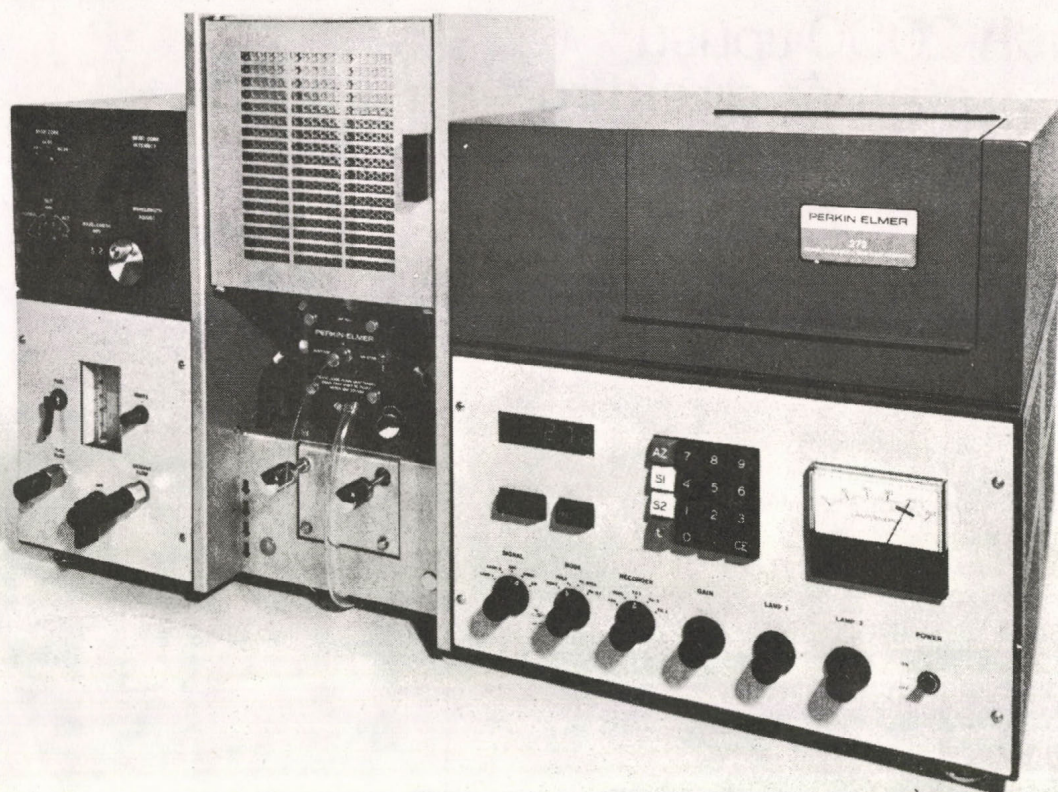
Handelskai 52, A-1205 Wien

Tel. (0222) 35 16 21 Telex 75923



# PERKIN-ELMER

## Atomabszorpciós spektrofotométer Model 272



## NAGY TELJESÍTMÉNY ALACSONY ÁRÉRT PERKIN-ELMER MODEL 272

Az egyetlen alacsony árú MIKROCOMPUTER-REL működő AAS műszer.

Fontosabb jellemzői:

- különösen fényvesztégmentes optika
- egysugarú mérési elv, deutérium-háttér-kompensátorral kiegészíthető
- négyszámjegyes digitális kijelzés; extinkció-, koncentráció- és emisszió-mérési mód választhatóan
- automatikus görbekorrekció mikrocomputerrel
- hitelesítés egy vagy két standarddal
- 50-szeres méréshatárkiterjesztés
- alkalmas lángnélküli technikával, grafitcső küvettával (HGA) való mérésre
- integráló, csúcsmagasság és csúcsterület mérési üzemmódok
- integrációs idők 0,5 és 20 s között választhatók

---

**PERKIN-ELMER** GmbH

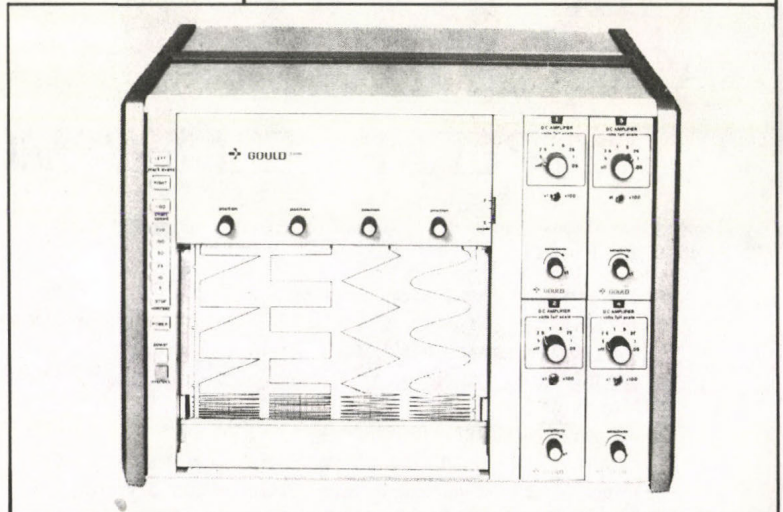
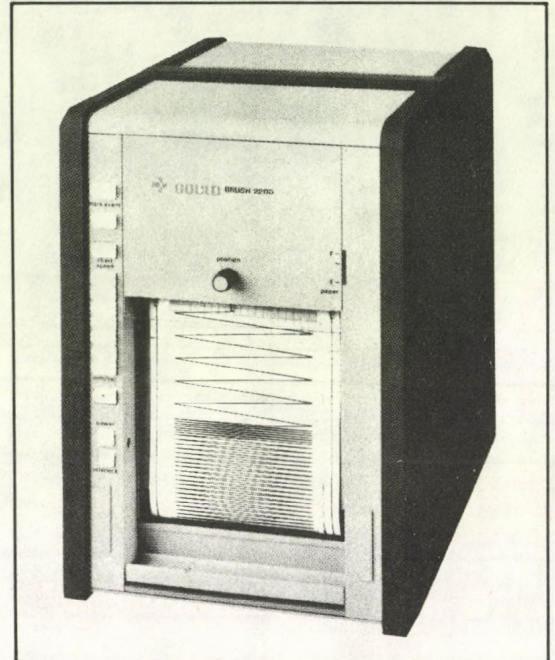
1100 Wien, Rotenhofgasse 17  
Telefon: (0 22 2) 64 36 45.  
Telex: 12078

SZERVIZKÉPVISELET:  
MTA MMSZ Perkin-Elmer Service  
Budapest, V. Martinelli tér 3.  
Telefon: 186-333\*.  
Telex: 22-5114 mtamm  
Levélcím: 1391 Budapest, Pf. 241.



## Brush 2000 típusú 1...6 csatornás direktíró

- modul építési rendszer
- nagy pontosságú szervorendszer  
linearitás 99,65%
- felfutási idő 8 m/s,  
négy szögjel esetén 1%-nál kisebb
- berezgés 30. . . 125 Hz (jeltől függően)
- nagy regisztrálási szélesség: 50 és 100 mm
- nyomásos tintairó rendszer éles tiszta és  
kenődésbiztos regisztrátum
- papírtovábbítás 12 fokozatban állítható  
0,05 mm/s és 200 mm/s között
- beépített markergenerátor
- beépített időjeladó 7 különböző idő-  
intervallummal
- távvezérlés start (stop kapcsolóval)
- előerősítő fiókok  
DC előerősítő 25 mV-tól 500 V-ig,  
híderősítő  
differencia-átalakító  
effektívérték erősítő  
hőérzékelő erősítő  
erősítők orvosi célokra.



**Gould Advance GmbH**  
Niederlassung Wien  
Hochsatzengasse 25, 1140 Wien  
Tel. (0222) 94 51 13/94 51 33  
Telex 01-1380 gould a

**Szerviz: MTA Műszerügyi és Méréstechnikai Szolgálat**  
Budapest, VI. Lenin krt. 67.  
Telefon: 220-425\*  
Telex: 225114 mtamm  
Levél cím: 1391 Budapest Pf. 241.



# Alpha III

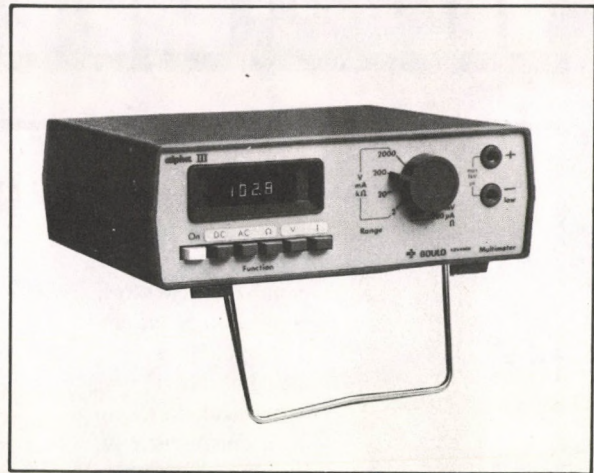
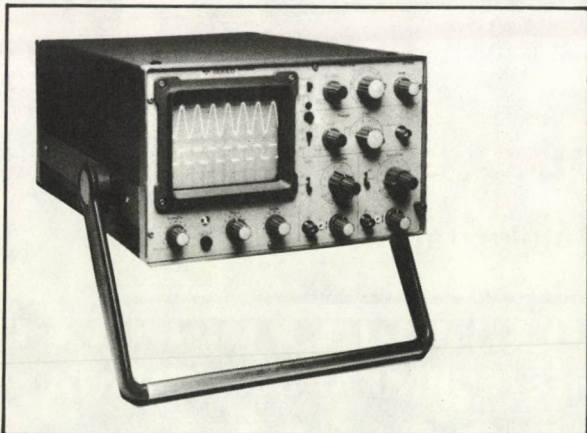
az «olcsó»  
multiméter

#### Műszaki adatok:

Katódsugárcső: 8 X 10 cm-es négyszögletes ernyő, „split beam” technika, 10 kV-os utángyorsítás, megvilágítható raszter

Függőleges erősítő: sávszélesség DC . . 15 MHz, (-3 dB) érzékenység 2 mV/cm . . 20 V/cm között 12 fokozatban, változtatható, adott fokozaton belül finombeállítás

Vízszintes erősítő: 18 tartomány 0,5  $\mu$ s/cm és 0,2 s/cm között, nyújtás változtathatóan beállítható 1 . . 10-szeres között, „Bright Line” automatikás triggerelés



# OS 260

tipusú  
valódi kétsugaras  
oszilloszkóp  
(15 MHz, 2 mV-os)

#### Műszaki adatok:

Kijelzés: 3 1/2 számjegyes, mintegy 5 mm magas LED (fényemittáló dióda) kijelzővel, automatikus polaritásváltással, túlterhelés jelzése valamennyi tizedespont egyidejű felvillanásával

Méréstartományok: 25 fokozatban az egyen- és váltakozó feszültség 1000 V-ig, az egyen- és váltakozó áram 2 A-ig, az ellenállás 2 MOhmig történő mérésére.

Mérésismétlődés: kb. 3/s

Teljesítményfelvétel: 300 mW.

Táplálás: belsőleg: 4 szokványos száraz teleppel,  
külsőleg: 4 . . 15 V/50 mA-es tápegységgel

Gould Advance GmbH

Niederlassung Wien  
Hochsatzengasse 25, 1140 Wien  
Tel. (0222) 94 51 13/94 51 33  
Telex 01-1380 gould a

Szerviz: MTA Műszerügyi és Méréstechnikai Szolgálat

Budapest, VI. Lenin krt. 67.  
Telefon: 220-425\*  
Telex: 225114 mtamm  
Levél cím: 1391 Budapest Pf. 241.



# ne csak olvassa

**hanem fogadja meg tanácsunkat:**

a kutatás,  
a műszaki fejlesztés,  
a műszaki propaganda,  
a vezetőképzés,  
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

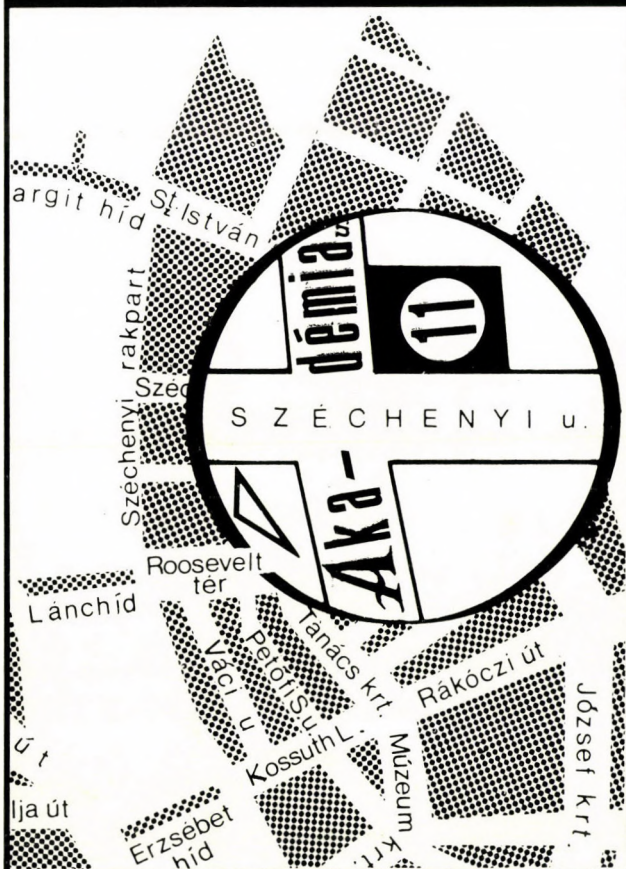
## KUTATÓFILM

Bp.V. Akadémia u.11. T: 116-820



KÜLÖNLEGES **film** TECHNIKA

MTA  
MŰSZERÜGYI  
ÉS  
MÉRÉSTECHNIKAI  
SZOLGÁLATA



KUTATÓ **film** STÚDIÓ

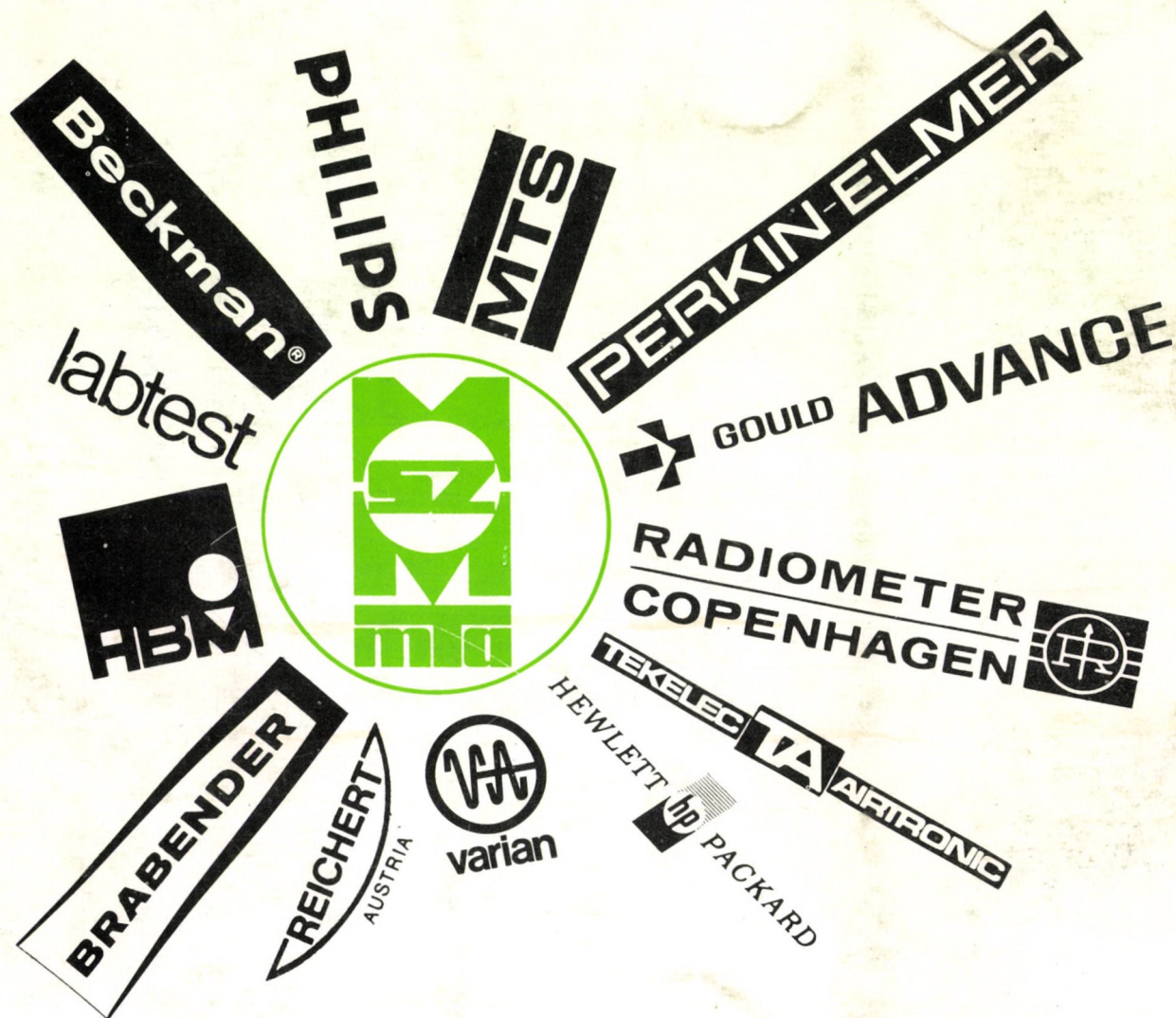
BUDAPEST, V.  
AKADÉMIA U. 11.

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



1977 DEC 6

# szerviz



MTA MMSZ MŰSZER-SZERVIZ • JAVÍTÁS-KARBANTARTÁS

Beckman, Brabender, Hewlett-Packard, Perkin-Elmer, Philips,  
Radiometer, C. Reichert, Tekelec-Airtronic, Varian cégek

Budapest V., Martinelli tér 3. (telefon: 186-333\*)

Hottinger-Baldwin Messtechnik, MTS System, Labtest és  
Gould Advance cégek

Budapest V., Lenin krt. 67. (telefon: 220-425\*)

LEVELCIM 1391 BUDAPEST, PF. 241 • TELEX MTA MM 225114