

E 3593

MŰSZERÜGYI ÉS MÉRÉSTECHNIKAI KÖZLEMÉNYEK

MAGYAR TUDOMÁNYOS AKADÉMIA
MŰSZERÜGYI ÉS MÉRÉSTECHNIKAI SZOLGÁLATA
ORSZÁGOS KUTATÓFILM KÖZPONT

HU ISSN 0133-3704

1980.
16. ÉVFOLYAM

BUDAPEST

28

MTA MŰSZERÜGYI ÉS MÉRÉSTECHNIKAI SZOLGÁLATA ORSZÁGOS KUTATÓFILM KÖZPONT



BUDAPEST VI. LENIN KRT. 67.
1391 BUDAPEST, PF. 241.
TELEX: 22-6936 akamu
TELEFON: 220-425*

Műszaki és Igazgatási Titkárság
Személyzeti vezető
Főkönyvelőség
Üzemeltetési Osztály

Beruházási és Anyaggazdálkodási Osztály
Budapest V. Városház u. 1.
Telefon: 182-916

KUTATÓFILMOSZTÁLY
ORSZÁGOS KUTATÓFILM KÖZPONT
Budapest V. Akadémia u. 11.
Telefon: 116-820, 116-828, 116-829

FELSŐOKTATÁSI ÉS KUTATÓFILMTÁR
INFRA TECHNIKA
Budapest V. Városház u. 1.
Telefon: 186-522

MŰSZERKÖLCSÖNZÉSI FŐOSZTÁLY
MŰSZERKÖLCSÖNZÉSI OSZTÁLY
MŰSZERELLÁTÁSI OSZTÁLY
MŰSZERRAKTÁR
Budapest VI. Lenin krt. 67.
Telefon: 420-967

MŰSZERTECHNIKAI FŐOSZTÁLY
Budapest VI. Lenin krt. 67.
Telefon: 220-425*

SZERVIZKÉPVEISELETI FŐOSZTÁLY
Budapest XI. Bártfai u. 65.
Telefon: 869-844*
Telex: 22-5114 mtamm

SZAKTANÁCSADÁSI OSZTÁLY
Budapest VI. Lenin krt. 67.
Telefon: 220-425*

Szolgáltatásaink

KUTATÓFILMEK KÉSZÍTÉSE – KÜLÖNLEGES FILMTECHNIKA

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

MŰSZERKÖLCSÖNZÉS

Műszerek kölcsönzése
Kölcsönműszerek bemutatása, kezelési tanácsadás
Kölcsönzött műszerek szállítása
Műszerjavítás – karbantartás

MŰSZERTECHNIKAI SZOLGÁLTATÁS

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

Új mérési módszerek kidolgozása
Szabályozástechnikai rendszerek tervezése és kidolgozása
Mérési adatok számítástechnikai feldolgozása
Műszaki-tudományos számítástechnikai feladatok megoldása
Mérési adatarchiválás

SZERVIZSZOLGÁLTATÁS

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

- Beckman, Brabender, Hewlett-Packard, Jeol, Opton, Perkin-Elmer, Radiometer, C. Reichert, MTS System, és Varian cégek:
Budapest XI. Bártfai u. 65.
Telefon: 869-844* Telex: 22-5114 mtamm
- Gould, Hottinger-Baldwin Messtechnik, Labtest, Philips és Tekelc-Airtronic cégek:
Budapest VI. Lenin krt. 67.
Telefon: 220-425* Telex: 22-6936 akamu

SZAKTANÁCSADÁS

Műszer- és méréstechnikai tanácsadás
Országos Műszernyilvántartás
Műszaki folyóirat- és könyvtár,
Műszerprospektustár



TARTALOM

1980. 28. szám

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

Szerkeszti:
a Szerkesztőbizottság
A Szerkesztőbizottság elnöke:
Dr. Stokum Gyula
Felelős szerkesztők:
Dr. Solti Mihály és Török Gábor
Operatív szerkesztő:
Radnai Rudolf
Technikai szerkesztő:
Árkos Iván
Lektorálta:
Babartzy László, Eördögh Imre,
Fischer Éva, Hampel Antal,
Dr. Horváth János, Lőrinczy László,
Mátrai Vilmos és Dr. Lukács Gyula

Szerkesztőség:
MTA Műszerügyi
és Méréstechnikai Szolgálat
Országos Kutatófilm Központ
Budapest, VI. Lenin krt. 67.
Telefon: 420-144
Levél cím: 1391 Budapest, Pf. 241.

E számunk szerzői

Békési Kálmán technikus, *Bucsy György* okl. villamosmérnök, *Dr. Csocsán László* okl. fizikus, *Görgényi László* osztályvezető, *Hersényi Tamás* okl. közgazdász, *Dr. Nemes Zoltán* okl. mg. mérnök, *Osváth Béla* elektronikai műszerész, *Radnai Rudolf* okl. villamosmérnök, *Dr. Solti Mihály* okl. vegyész, *Dr. Stokum Gyula* kandidátus

*Terjeszti: MTA
MMSZ*

A kiadásért felel:
Dr. Stokum Gyula igazgató

Készült:
az MTA Kutatási Ellátási
Szolgálat Soksorozósító Üzemében
8011163, Budapest

Felelős vezető:
Dr. Héczey Lászlóné
főosztályvezető

Dr. Stokum Gyula–Hersényi Tamás: Műszerkölcsonzéssel vagy beruházással? 3

Mérésszolgáltatás

Békési Kálmán: Korrelációs méréstechnika alkalmazása erőművi hőcserélő akusztikus tulajdonságainak vizsgálatára 7

Kutatófilmzés

Dr. Nemes Zoltán–Osváth Béla: Infratechnikai mérésekről röviden 13

Új irányok a műszer- és méréstechnikában

Radnai Rudolf: Automatizálás a méréstechnikában, III. rész. Az IEC interface rendszer 19

Bucsy György: Véletlen jelek méréstechnikája, III. rész. Alkalmazási példák 29

Külföldi műszerújdonások

Összeállította: Bucsy György–Dr. Csocsán László–Radnai Rudolf–Dr. Solti Mihály. 41

Műszerkölcsonzés

Görgényi László: A kölcsönműszerpark szaporulata 49

Könyvismertetés

Összeállította: Bucsy György–Radnai Rudolf–Dr. Solti Mihály 55

СОДЕРЖАНИЕ

<i>Д-р Д. Штокум—Т. Хершени: Прокатом приборов или инвестицией?</i>	3
Измерительное хозяйство	
<i>К. Бекеши: Использование корреляционной техники измерения для испытания акустических свойств механического теплообменника</i>	7
Исследовательская съемка	
<i>Д-р З. Немеш—Б. Ошват: Коротко об инфратехнических измерениях</i>	13
Новые направления приборостроительной и измерительной техники	
<i>Р. Раднаи: Автоматизация в измерительной технике, III-й раздел: Система сопряжения (интерфейса) типа ИЕС</i>	19
<i>Д. Бучи: Техника измерения случайных сигналов, III-й раздел: Примеры применения</i>	29
Новости зарубежного приборостроения	
<i>Составили: Д. Бучи—Д-р Л. Чочан—Р. Раднаи—Д-р М. Шолти</i>	41
Прирост количества приборов напрокат	
<i>Составил: Л. Гергени</i>	49
Сведения о книгах	
<i>Составили: Д. Бучи—Р. Раднаи—Д-р М. Шолти</i>	55

INSTRUMENTS AND MEASURING
TECHNIQUES NEWS 1980. 28.

Instruments and Measuring Technique Service
of the Hungarian Academy of Sciences
National Research Film Centre

CONTENTS

<i>Dr. Gy. Stokum and T. Hersényi: Hire or Invest?</i>	3
Measuring Service	
<i>K. Békési: On the Use of Correlation Techniques for the Acoustic Testing of Heat Exchangers in Power Plants</i>	7
Films in the Research Work	
<i>Dr. Z. Nemes and B. Osváth: A Brief Review of Infrared Measuring Techniques</i>	13
New Trends in Measurements and Instruments:	
<i>R. Radnai: Automated Measurements. Part III: The IEC Interface System</i>	19
<i>Gy. Bucsy: On the Measurement of Stochastic Signals. Part III: Typical Applications</i>	29
New Instruments Abroad	
<i>Gy. Bucsy—Dr. L. Csocsán—R. Radnai—Dr. M. Solti</i>	41
New Instruments on Hire	
<i>L. Görgényi</i>	49
Books Review	
<i>Gy. Bucsy—R. Radnai—Dr. M. Solti</i>	55

Műszer- kölcsonzással vagy beruházással?

DR. STOKUM GYULA—HERSÉNYI TAMÁS

A műszerkölcsonzás az egész világon egyre inkább elterjedő formája a beruházási javakkal való takarékoságnak. A szerzők a Magyar Tudományos Akadémia Műszerügyi és Méréstechnikai Szolgálatának műszerkölcsonzási szolgáltatásával foglalkoznak, az eddig elért eredményeket bemutattva, kiemelve azokat a számszerű jellemző adatokat, amelyek igazolják a műszerkölcsonzás vitathatatlan előnyeit a műszerek gazdaságos kihasználásának érdekében.

Д-р Д. Штокум—Т. Херсени: Прокатом приборов или инвестицией?

В мире всё более распространённой формой экономности инвестиционных средств является прокат приборов. Авторы занимаются службой прокатом приборов Службы приборов и измерительной техники Академии наук ВНР, показывая достигнутые результаты, подчёркивая количественными данными, свидетельствующими о неспорных преимуществах проката в интересах экономичной эксплуатации приборов.

Dr. Gy. Stokum and T. Hersényi: Hire or Invest?

Hiring of instruments in an ever more preferred method of economizing on investment costs. This paper presents the earlier results and present activities of the Instrument and Measuring Technique Service of the Hungarian Academy of Sciences, and gives numeric data to prove the economic advantages of instrument hiring.

MŰSZERÜGYI ÉS MÉRÉSTECHNIKAI KÖZLEMÉNYEK
1980. 28. szám 3–5 p.

5 milliárd forint helyett
csak 500 millió

Népgazdaságunk előtt ma központi kérdésként szerepel minden téren a takarékoság. Vonatkozik ez a beruházási javakkal, a tőkés importbeszerzésekkel való takarékoságra is. Másfelől általános és helyes törekvés jelentkezik az élő- és holtmunka hatékonyságának javítására. Hazánkban évről-évre jelentős összegeket fordítanak műszerek beszerzésére. A nagy számú, nem egy esetben nagy értékű műszerek kihasználása ugyanakkor sokszor alacsony fokú. Kutató és fejlesztő intézetek, továbbá termelő vállalatok kutatóhelyei nem egyszer beszereznek műszereket olyan esetekben is, amikor a műszerre, annak élettartamához képest csak rövid időre van szükség (esetleg néhány napra, néhány hétre vagy néhány hónapra). Jó esetben ugyan ismét használják a műszert, de esetleg csak évekkel később. Nyilvánvaló, hogy jelentős összegeket lehetne megtakarítani, ha ilyenkor a szükséges kutatási eszközöket és berendezéseket az intézmények megfelelő időre kölcsönvennék. Emellett a hatékonyság, a kihasználtság mértéke is kedvezőbben alakulna.

A műszercsoportok erősen eltérő elavulását is figyelembe véve a különféle műszerek átlagos élettartama 6–8 év. Ha a rövid időre szükséges műszereket egy kölcsönző szervezet koncentráltan szerzi be, és kölcsönzi az igénylő intézményeknek, akkor ez alatt az időtartam alatt kb. 10 intézmény ilyen irányú szükségletei elégíthetők ki. Máskülönben ezeket a műszereket tíz esetben külön kellett volna beszerezni, tehát azonos feladatok biztosítására tízszer annyi műszer lenne tízszer annyi értékben. Természetesen ez átlagosan értendő. Az előző megfontolásokat számszerűen a következőképp mutathatjuk be. Ha ez a központi hely 500 millió forint értékű műszervagyonnal rendelkezik, ami az előző megfontolásokat figyelembe véve kb. 5 milliárd forint értékű beruházással egyenértékű (ennyit kellene ugyanis az egyes intézményeknek beruházni, ha nem ettől a központi helytől kölcsönzéssel, hanem saját beruházással akarnák az ilyen jellegű műszerigényeiket kielégíteni), akkor ezt a kölcsönállományt igénybe vevő intézmények — az átlagos 6–8 éves élettartam alatt — igényeiket 5 milliárd forintos beruházás helyett csak kb. 500 millió kölcsöndíj

fizetés ellenében elégíthetik ki. És akkor még nem számítjuk a működési, üzemeltetési költséget, amely mindkét esetben fennáll. *6–8 évenként tehát ezen számítás szerint kb. 4,5 milliárd forintos beruházási költség megtakarítás érhető el a népgazdaságban.* Különösen jelentős ez azért is, mert ezáltal számottevő tőkés import takarítható meg. Az esetek többségében az érdekelt intézmények a műszereket *állandó használatra is* igénylik a kutató-fejlesztő munkában, ami tapasztalati adatok szerint a szükséges műszerállomány átlagosan 80 százaléka. *Legalább 20 százalék esetében azonban éppen a rövid és esetenkénti felhasználás feltétlenül a kölcsönzést indokolja.*

Műszerkölcsönzés Magyarországon elsőként a világon

1957-től önálló intézményként működik a Magyar Tudományos Akadémia Műszerügyi Szolgálat, melynek fő feladata a műszerkölcsönzési feladat ellátása hazánkban. Az eltelt több mint két évtizedes munka nyomán számos, az országos műszer- és mérés technikai ellátottságot javító, a népgazdaság műszervagyonának jobb kihasználását biztosító eredményt ért el. A kutatás és fejlesztés műszerellátottságával és a műszerállomány kihasználásával kapcsolatos 1971. évi KNEB vizsgálat eredményének figyelembevételével a Minisztertanács mellett működő Tudománypolitikai Bizottság, felismerve a szolgálat tevékenységeiben rejlő potenciális lehetőségeket, több fontos, a Szolgálattal közvetlenül vagy közvetve összefüggő határozatot hozott. Ennek alapján elfogadta a Magyar Tudományos Akadémiának a Műszerügyi és Méréstechnikai Szolgálatra vonatkozó tíz éves fejlesztési programját. A fejlesztési program végrehajtásával igen jelentősen kibővült a hazai műszerkölcsönzés bázisa.

Az 1960-as évek végén alakultak ki *Nyugat-Európában*, az USA-beli néhány éves tapasztalat és példa alapján, a különböző műszerkölcsönzési rendszerek és intézmények, és egyre nagyobb tért hódítanak. A múlt évben a *Heti Világgazdaság* egyik száma érdekes tájékoztatást adott a *műszerkölcsönzés Szovjetunióbeli fejlődéséről*. Hazai tapasztalatok is azt mutatják, hogy érdemes segíteni, és erősíteni ezt a tevékenységet. A műszerkölcsönzés célja kezdettől fogva a kutatási-fejlesztési feladatok során felmerülő különböző mérési problémák megoldásának elősegítése, a takarékoságra ösztönzés volt.

A Műszerügyi és Méréstechnikai Szolgálat műszerállománya és annak értéke az elmúlt 22 évben dinamikusan fejlődött. Míg 1957-ben alig több mint 1500 volt a kölcsönállományban levő műszer, értéke pedig mintegy 8 millió forint, addig 1979-ben ez az állomány közel 5 ezer darabból áll, 200 millió forint értékben. Az értékbeni növekedés lényegesen gyorsabb volt a darabszámnál. A kölcsönzésre szolgáló műszerállomány tehát eltolódott az összetettebb, bonyolultabb műszerek irányába.

Mikor érdemes műszert kölcsön venni?

Azok a főbb esetek, amikor a műszerkölcsönzésnek kiemelkedő jelentősége van a következők lehetnek:

1. Gyakori, hogy egy-egy kutatási téma megoldásához olyan *részfeladatot* is ki kell dolgozni, amelyhez nincs meg a megfelelő mérőberendezés. Ilyen részfeladat megoldásánál a készülék megvásárlása nem gazdaságos, a műszer más feladatok megoldásához pedig nem szükséges.
2. Sokszor előfordul, hogy egy méréssorozatban *párhuzamos ellenőrző mérésekre* is szükség van. Az ilyen jellegű mérések elvégzéséhez ismét nem célszerű és nem gazdaságos a műszereket másodszor is megvásárolni.
3. Más esetekben előfordul, hogy egy intézmény új műszert vásárol, és ezt előzőleg *csak leírásból* vagy katalógusból ismerik. Ilyenkor kérdéses, hogy az adott műszer milyen módon használható a mérésre. Ilyen kérdésekre csak a műszer birtokában lehet válaszolni. A célszerűség és a gazdaságosság azt kívánja, hogy a kérdéses paramétereket kölcsönvett műszerekkel vizsgálják meg.
4. Végül sokszor előfordul, hogy a használatban levő műszerek közül valamelyik *meghibásodik*, pótlására a feljavításig tartalék műszerre van szükség. A munka zavartalan folytatása érdekében a javítás időszaka alatt kölcsönműszer igénye merül fel.

Ezek azok a főbb esetek, amelyeket a szervezett műszerkölcsönzés képes gazdaságosan és rugalmasan megoldani.

Külön említésre méltó a kölcsönzésnek az a változata, amikor egyes intézmények *használaton kívüli és mobilizálható* műszereit más intézmények, akiknek éppen ilyen műszerre van szükségük ún. *kooperációs kölcsönzésbe* veszik. Itt is mindegyik partner „takarékoskodik”. A *kölcsönadó* azért, mert a kölcsön díj túlnyomó többségét megkapja, amikor a műszer nála úgyis „üresjáratban” lenne; a *kölcsönvevő* azért, mert beruházás nélkül, a beszerzési árhoz képest viszonylag kis összegű forint fizetése ellenében megkapja a kívánt időtartamra a műszert, s végül a *forgalmazó* azért, mert a kooperációs kölcsönzés bonyolításáért kapott díjjal növeli bevételét.

Figyelemmel az előzőekre és arra, hogy a lehetőségekhez képest ma még elég kicsi a kooperációs kölcsönzés elterjedtsége, további erőfeszítések szükségesek – elsősorban a műszertulajdonosok részéről – a jelenlegi forgalom jelentős növelésére.

Ösztönző tarifák a műszerkölcsönzésnél

Felvetődik a kérdés milyen kölcsönzési díjrendszer alkalmazása célszerű? Nyilvánvalóan olyan, amelyik arra ösztönzi az igénybevevőket, hogy valóban csak a *rövidebb időre szükséges* műszerigényeiket elégítsék ki ezen az úton. A Műszerügyi és Méréstechnikai Szolgálat *tarifa-*

rendszerét éppen ennek az elvnek a szem előtt tartásával alakította ki. Mód van arra, hogy heti vagy havi díjrendszer alapján vegyék igénybe a kívánt műszereket. Ha egy intézet például egy 100 ezer forintos műszert kíván kölcsönvenni egyhónapos időtartamra, a kölcsöndíj átlagosan 3 ezer forint; ha csak egy hétre veszi igénybe, átlagosan ezer forint. A hat hónapnál hosszabb ideig igénybe vett műszereknél a díjtételek 50 százalékkal emelkedhetnek, 12 hónapot meghaladó kölcsönzés esetében pedig 100 százalékkal. Mint látható, a *rövid idejű kölcsönzések viszonylag kis terhet jelentenek a beszerzés értékéhez képest az igénylő intézmények részére.*

A műszerkölcsönzés korábbi helyzetét elemző értékeléseket a Közlemények korábbi számaiban is találhatnak olvasóink.

Irodalom

- [1] *Wölfel Lajosné*: A Műszerkölcsönzési Osztály munkájáról. Műszerügyi és Méréstechnikai Közlemények 9. szám. 1970. 5...8 p.
- [2] *Dr. Stokum Gyula*: Szolgáltatunk szerepe az országos műszer- és méréstechnikai ellátottság megjavításában. Műszerügyi és Méréstechnikai Közlemények 15. szám 1973. 5... 8 p.
- [3] *Dr. Stokum Gyula*: 20 év Szolgáltatunk fejlődése és eredményei. Műszerügyi és Méréstechnikai Közlemények 23. szám. 1977. 3...9 p.
- [4] *Henk Károly*: Mikor kifizetődő a műszerkölcsönzés? Műszerügyi és Méréstechnikai Közlemények 25. szám. 1978. 51...53 p.
- [5] *Dr. Stokum Gyula–Hersényi Tamás*: Venni vagy kölcsönözni. Figyelő. 1979. november 21. 4 p.

HA EGY MŰSZERRE CSAK RÖVID IDEIG VAN SZÜKSÉGE,
VAGY HA EGY ÚJ TÍPUST SZERETNE KIPRÓBÁLNI,
CÉLSZERŰBB AZ ÚJ MŰSZER BESZERZÉSE HELYETT
MŰSZERKÖLCSÖNZÉSI SZOLGÁLTATÁSUNKAT
IGÉNYBE VENNIE.

HÍVJA FEL TELEFONON VAGY TELEXEN A
MŰSZERKÖLCSÖNZÉSI OSZTÁLYT ÉS A
KÉRT MŰSZERT RÖVID IDŐN BELÜL
KÖLCSÖNÖZNI TUDJUK. SZEMÉLYES
LÁTOGATÁSA SORÁN KOLLÉGÁINK
KÉSZSÉGGEL SEGÍTENEK A
MEGFELELŐ MŰSZER
KIVÁLASZTÁSÁBAN.



**1228 FÉLE
KORSZERŰ
MŰSZERÜNK
ÁLL AZ ÖN
RENDELKEZÉSÉRE
NEGYEDMILLIÁRD
FORINT ÖSSZÉRTÉKBEN**

**MTA MMSZ Műszerkölcsonzési
Főosztály**

BP. VI. LENIN KRT. 67.

Telefon: 220-425/53, 420-967

Telex: 22-6936 akamu

Korrelációs méréstechnika alkalmazása erőművi hőcserélő akusztikus tulajdonságainak vizsgálatára

BÉKÉSI KÁLMÁN

Ipari berendezések rezgéseinek vizsgálatakor alapvető fontosságú a rezgések forrásainak és a berendezés dinamikus jelátviteli tulajdonságainak felderítése. A cikkben a korrelációs méréstechnika alkalmazásának lehetőségeit mutatjuk be ezen feladatok megoldása során.

К. Бекеси: Использование корреляционной техники измерения для изучения акустических свойств механического теплообменника

Основным требованием при изучении вибрации промышленных устройств является выяснение источников колебаний, а также свойств динамического прохождения сигналов в устройстве. В статье в ходе решения задач показываются возможности использования корреляционной техники измерения.

K. Békési: On the Use of Correlation Techniques for the Acoustic Testing of Heat Exchangers in Power Plants

When investigating vibration in industrial systems, it is of essential importance to localize the vibration sources and determine the dynamic response of the system. This article deals with the use of correlation techniques for solving the above problems.

MŰSZERÜGYI ÉS MÉRÉSTECHNIKAI KÖZLEMÉNYEK
1980. 28. szám 7–11 p.

Ipari berendezések megbízhatóságát jelentős mértékben befolyásolják az üzemeltetés közben jelentkező rezgések, melyek üzemviteli zavarokat, súlyos esetben a berendezés meghibásodását okozhatják.

A rezgéscsökkentés során az egyik alapvető feladat a vizsgált berendezés dinamikus jelátviteli tulajdonságainak meghatározása és ennek révén a rezgések forrásainak felderítése. A hagyományos rendszeridentifikációs módszerek determinisztikus vizsgálójelek, pl. impulzusjel, változtatható frekvenciájú szinuszel alkalmazását feltételezik. Ezen jelek előállítása az esetek többségében nehezen oldható meg. Nehezíti a feladat megoldását, hogy sokszor az üzemi paraméterek valamilyen ok miatt nem változtathatók, így a mért rezgésekre gyakorolt hatások meghatározása nem lehetséges.

Az eddig leírt problémák megoldására igen hatásos módszer a korrelációs méréstechnika, mely az üzem közben jelentkező zajok fluktuációinak összehasonlításából von le következtetést a mérendő mennyiségek értékére. Tehát elmarad a vizsgálójelek előállításának problémája, és a mérések az üzemvitel lényeges zavarása nélkül végezhetők el. A következőkben csak az ergodikus zajok felhasználásának lehetőségeit tárgyaljuk.

Egy sztochasztikus folyamat leggyakrabban alkalmazott jellemzői: az eloszlás- vagy sűrűség-függvény, a várható érték, a négyzetes középérték (centrálított folyamatoknál ez a szórásnégyzet, a variancia, effektív érték), az autokorrelációs függvény.

Egy $x(t)$ ergodikus folyamat autokorrelációs függvénye a következő módon definiálható:

$$R_{xx}(\tau) = \lim_{T \rightarrow \infty} \frac{1}{T} \int_0^T x(t) x(t-\tau) dt$$

Ennek eltérése a folyamat középérték-négyzetétől az autokovariancia függvény:

$$C_{xx}(\tau) = R_{xx}(\tau) - \mu_x^2$$

Gyakran használják ezen függvény normalizált alakját:

$$R_{nxx}(\tau) = \frac{C_{xx}(\tau)}{C_{xx}(0)}$$

Megjegyzendők a következők:

- 1.1 Az autokovariancia függvény értéke $\tau = 0$ pontban a szórásnégyzetet (varianciát) adja.
 1.2 A függvény páros függvény mivel a definícióból

$$R_{nxx}(\tau) = R_{nxx}(-\tau)$$

(Itt figyelembe kell venni, hogy $t=0$ időpontban nem a folyamat, hanem a mérés indul, tehát $x(-t)$ értelmezve van.)

- 1.3 Időben periodikus jelek periodicitásukat az eltolási időtartományban (τ) megőrzik, a zajjelek az origónál elhelyezkedő csúcsba transzformálódnak.
 A keresztkorrelációs függvény definíciója $x(t)$ és $y(t)$ ergodikus folyamatokra:

$$R_{xy}(\tau) = \lim_{T \rightarrow 0} \frac{1}{T} \int_0^T x(t) y(t-\tau) dt$$

a kovariancia függvény:

$$C_{xy}(\tau) = R_{xy}(\tau) - \mu_x \mu_y$$

illetve ennek normalizált alakja:

$$R_{nxy}(\tau) = \frac{C_{xy}(\tau)}{\sqrt{C_{xx}(0) C_{yy}(0)}}$$

A méréstechnikai szempontból érdekes tulajdonságok:

- 2.1 Ha $x(t)$ és $y(t)$ függetlenek egymástól $C_{xy} = 0$ ($C_{xy} = 0$ -ból viszont nem következik a függetlenség)
 2.2 A függvény a $\tau=0$ pontra nem szimmetrikus, de

$$R_{nxy}(\tau) = R_{nyx}(-\tau)$$

- 2.3 Amennyiben $x(t)$ és $y(t)$ folyamat tartalmaz időben periodikus komponenseket, ezek közül a mindkét folyamatban jelenlevők megjelennek a kovariancia függvényben.
 2.4 A függvény maximumának távolsága az origótól a két jel közötti fázisviszonyra jellemző.

A korrelációs függvények vizsgálata által tehát lehetőség van:

- egy jel valódi effektív értékének meghatározására (1.1 pont),

- zajban eltemetett periodikus jelek rekonstruálására (1.3 pont),
 - két változó mennyiség kölcsönös függésének jellemzésére (2.1 pont),
 - két jel közös periodikus komponensének jellemzésére (2.3 pont),
 - terjedési idő, illetve fáziseltolás mérésére (2.4 pont).
- A következőkben egy konkrét mérés eredményein szemlélítjük a fenti megállapításokat.

A mérési feladat egy erőművi hőcserélő hőátadó csöveinek fáradásos törését okozó rezgések forrásainak felderítése, illetve ezen rezgések jellemzése volt.

Az előzetesen rendelkezésre álló információk a következők voltak:

- üzemviteli okokból a hőcserélő üzemét meghatározó paraméterek közül csak a beáramló fűtőgőz mennyiségét lehet változtatni,
- a hőátadó csövek törése a berendezés egyes körzeteiben lényegesen gyakoribb, mint más helyeken, így megkülönböztethetők veszélyes és kevésbé veszélyes zónák a tönkremenetel szempontjából.

A méréseket a rendelkezésünkre álló Hewlett–Packard 3721A típusú korrelátorra alapoztuk. A műszer lehetővé teszi autokorrelációs és keresztkorrelációs függvények megjelenítését széles eltolási időtartományban. Lehetőség van továbbá amplitúdó valószínűsűrsűrűség- és eloszlás-függvények megjelenítésére, valamint periodikus jelek rekonstruálására is. A mérési feladat megoldása végső soron a berendezés dinamikus jelátviteli tulajdonságainak meghatározásaként volt elképzelhető.

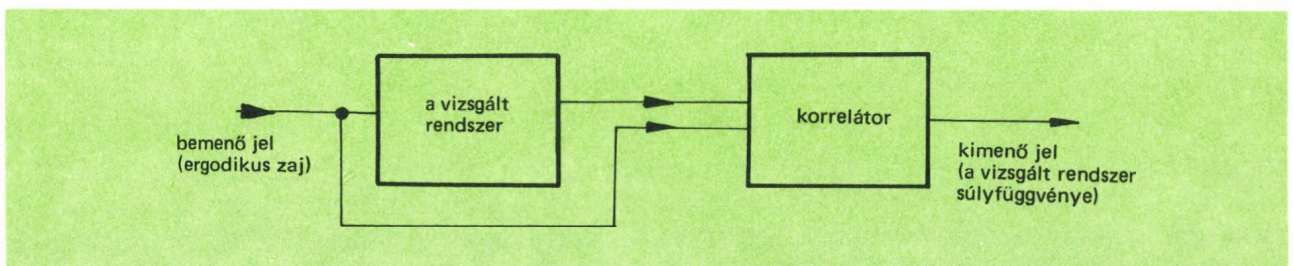
Korrelációs módszerrel a fenti rendszeridentifikáció az 1. ábra blokksémája alapján lehetséges. Bemenő jelként tekinthetők:

- a berendezés alapzatának rezgésgyorsulása,
- a gőzbevezető cső rezgései,
- a hűtővízbevezető cső rezgései,
- a gőzhang,
- a hűtővíz dinamikus nyomásingadozásai.

Kimenő jel a hőátadó cső rezgésyorsulása.

A megfelelő jeleket a helyszíni mérések során egyidejűleg vettük fel egy ANALOG 14 mérőmagnetofonra. A laboratóriumi feldolgozáskor így megfelelő párosításokat vizsgálhattunk.

Az egyes hőátadó csövek egymáshatásának vizsgálata céljából látszott különböző csövek rezgéseinek



1. ábra. Rendszeridentifikáció korrelációs módszerrel

keresztkorrelációs függvényét is előállítani. A különböző jelek vizsgálatához ezek autokorrelációs függvényeit használtuk fel.

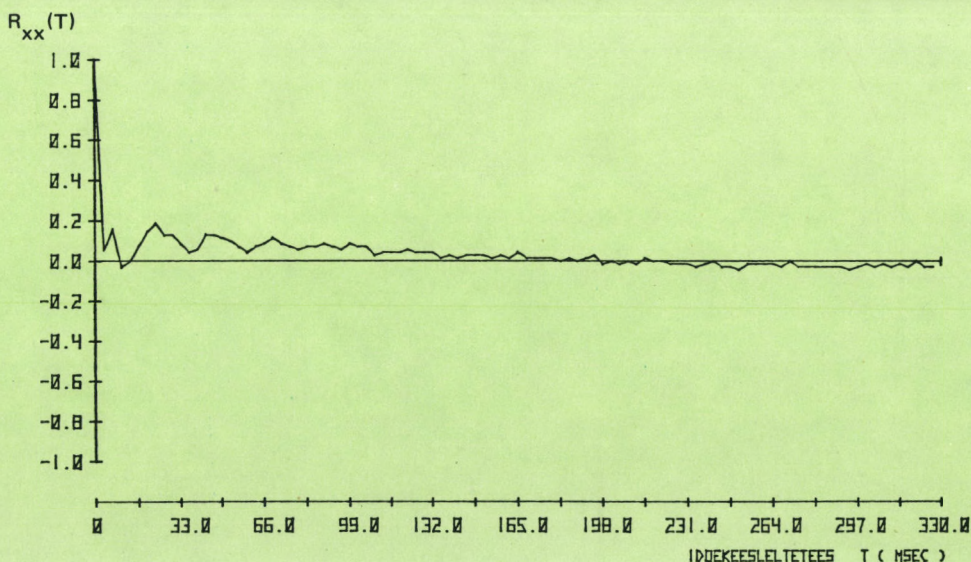
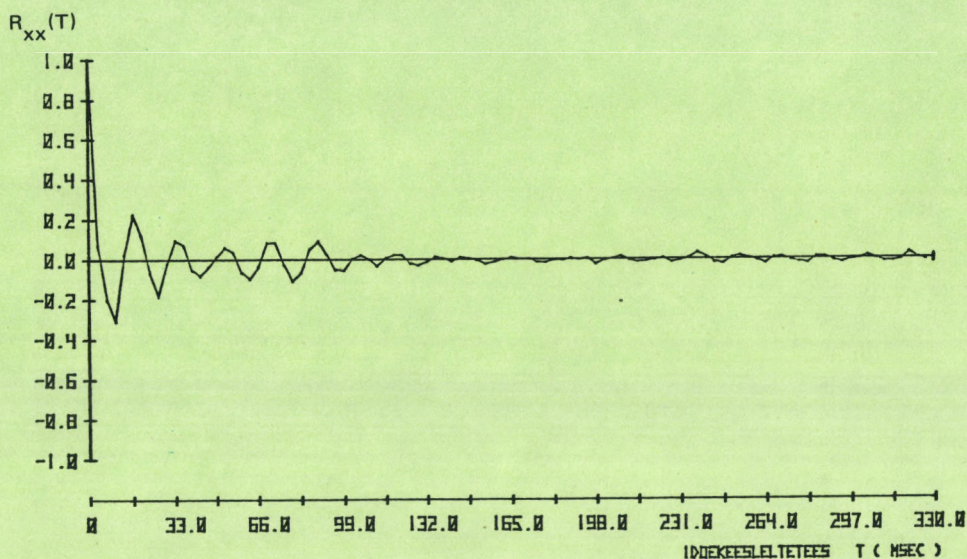
A fentiek szerint készített korrelogramok közül néhány jellegzeteset a 2...6. ábrákon adunk meg. A 2. ábrán sávhatárolt Gauss-zajra utaló autokorrelációs függvény látható, a felvétel a gőzhangról készült. A 3. ábra autokorrelogramja szélesebb sávú Gauss-zaj autokorrelációs függvénye, a felvétel a gőzbevezető cső rezgéseiről készült.

Zaj jellegű gerjesztések rezonancia révén okozhatják a hőátadó csövek törését, mivel a sávhatár alatt minden frekvenciát tartalmaznak. Ezt a feltevést a hőátadó csövek rezgéseivel készített megfelelő keresztkorrelációs

függvények alapján elvetettük, mivel ezek azonosan zérus értékűek voltak.

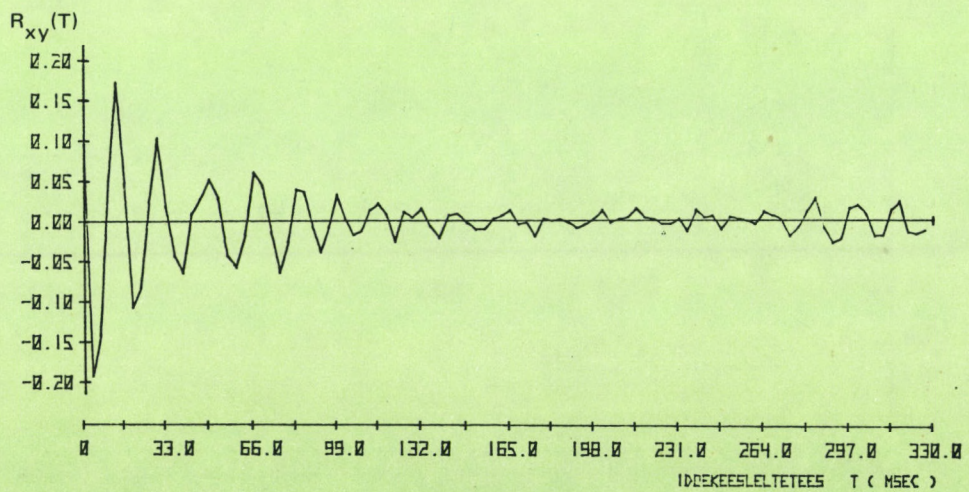
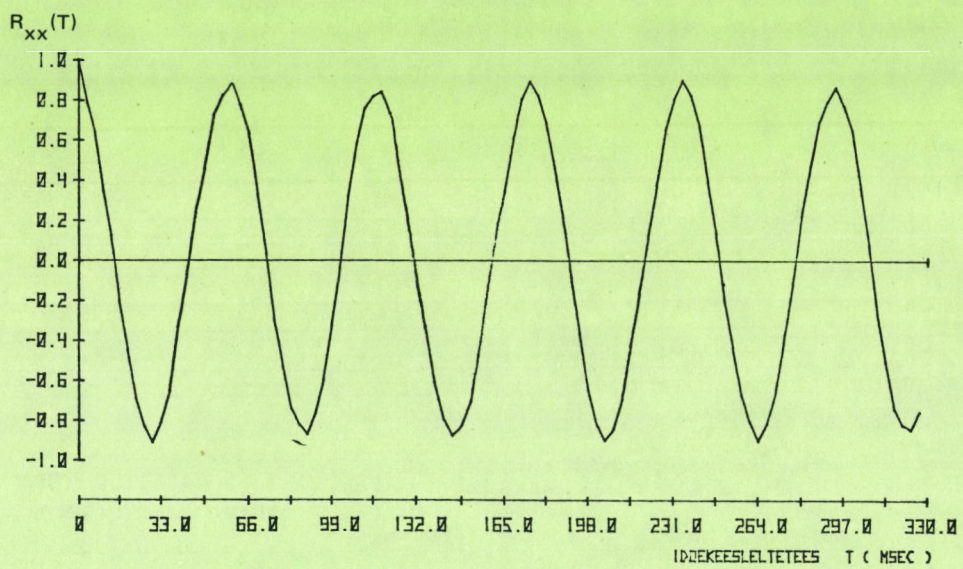
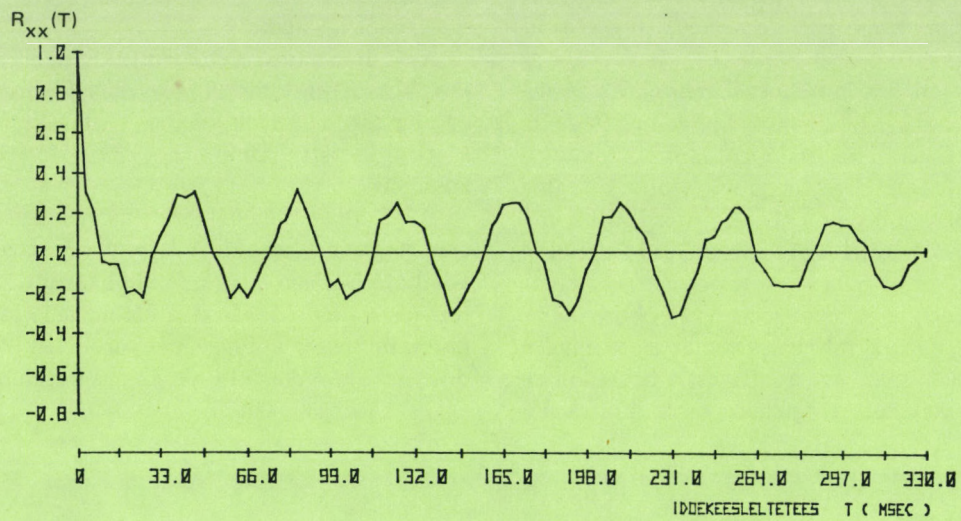
A 4. ábra autokorrelogramja kis amplitúdójú periodikus komponenst tartalmazó zajra jellemző. A felvétel egy kevésbé veszélyes zónában található hőátadó cső rezgéseiről készült. Látható, hogy nem lép fel veszélyes rezonancia.

Az 5. ábrán dominálón szinuszos rezgés autokorrelációs függvénye látható. A felvétel egy veszélyes zónában található hőátadó cső rezgéseiről készült. Látható, hogy rezonancia lép fel. Mivel a két hőátadó cső rezgéseinek keresztkorrelációs függvénye azonosan zérusnak adódott, arra következtettünk, hogy a rezgések a berendezés egyes zónáiban lokálisan gerjesztettek.



2. ábra. Sávkorlátozott zajra utaló autokorrelációs függvény (fent)

3. ábra. Szélessávú zajra utaló autokorrelációs függvény (lent)



4. ábra. Zajban eltemetett periodikus jel autokorrelációs függvénye (fent)

5. ábra. Periodikus jel autokorrelációs függvénye (középen)

6. ábra. Viszonylag gyengén korrelált folyamatok keresztkorrelációs függvénye (lent)

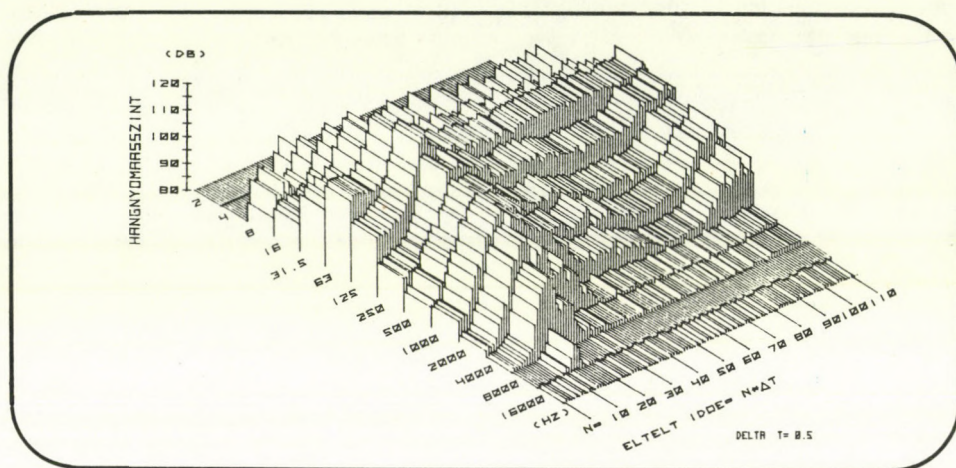
A 6. ábrán két, viszonylag gyenge korrelációban álló folyamat keresztkorrelációs függvénye látható, a közös komponens sávhatárolt zaj. A felvétel a gőzhangnak és a gőzbevezető cső rezgéseinek keresztkorrelációs függvénye.

Megjegyzendő, hogy a korrelációs technika még egy szempontból is jelentősen egyszerűsíti a mérések elvégzését. A korrelációs függvények pontjai ugyanis átlagolás révén képezhetők. Ennek következtében előállíthatók kétértékű jelekből is, melyek csupán azt az információt tartalmazzák, hogy a mérendő mennyiség pillanatértéke egy adott referenciaértéknél nagyobb vagy kisebb. Ez a tény rendkívüli mértékben csökkenti a követelményeket az érzékelők linearitásával szemben.

Irodalom

- [1] *Reza M.F.*: Bevezetés az információelméletbe, Bp. Műszaki Könyvkiadó, 1966. 398...428 p.
- [2] *Pellionisz Péter*: Amikor a zajok segítenek a mérésben, Korrelációs mérés technika, Bp. Fizika 1978, cikkgyűjtemény, Gondolat Könyvkiadó, 1979, 163...192 p.
- [3] *Bucsy György*: Véletlen jelek mérés technikája (I. rész) Műszerügyi és Mérés technikai Közlemények, 1979. 26. szám. 17...25 p.
- [4] *Bucsy György*: Véletlen jelek mérés technikája. (II. rész) Műszerügyi és Mérés technikai Közlemények, 1979. 27. szám. 11...25 p.
- [5] *Randall, R.B.*: Frequency Analysis. Brüel-Kjaer kiadvány 1977. 200...216 p.
- [6] *Csáky Frigyes*: Szabályozások dinamikája. Bp. Akadémiai Kiadó, 1970.

VEGYE IGÉNYBE SZOLGÁLTATÁSUNKAT!



KORSZERŰ * PONTOS * EREDMÉNYES

számítástechnika

SZÁMÍTÓGÉPVEZÉRELT ADATGYŰJTÉS
ADATFELDOLGOZÁS
BÉRELT SZÁMÍTÓGÉP-HOZZÁFÉRÉS
ADATARCHIVÁLÁS

jelfeldolgozás

REAL-TIME FREKVENCIA-ANALÍZIS
KORRELÁCIÓS JELANALÍZIS
JELEK, SPEKTRUMOK POLAROID FELVÉTELEZÉSE

Műszertechnikai

MTA MMSZ

Levél cím: 1391 Budapest, Pf. 241.
Telefon: 220-425* Telex: 22-6936 akamu

Főosztály

Infratechnikai mérésekről röviden

Dr. NEMES ZOLTÁN – OSVÁTH BÉLA

A termográfia a kutatás és a fejlesztés egyre több területén használják eredményesen hőterképek felvételére. A cikkben a MTA MMSZ keretében működő Országos Kutatófilm Központ AGA gyártmányú berendezéseivel végzett mérés szolgáltatás néhány érdekes feladatát mutatják be a szerzők.

Д-р З. Немеш—Б. Ошват: Коротко об инфратехнических измерениях

Термография успешно используется в областях исследований и развития для съёмки теплокарт. В статье авторы представляют несколько интересных задач измерительного хозяйства, проводимых с помощью устройств типа АГА Центра исследовательских фильмов при Службе приборов и измерительной техники Академии наук ВНР.

Dr. Z. Nemes and B. Osváth: A Brief Review of Infrared Measuring Techniques

Thermography gain an increasingly wide acceptance in research work and development. This paper describes the solution of a few interesting practical problems by means of the AGA equipments of the National Research Film Center.

A kis hőmérsékletváltozások pontos mérése és regisztrálása ma már számos kutatási és fejlesztési feladathoz nélkülözhetetlen. A különböző rendszerű és működési elvű hőmérők alkalmazása „régí” módszerként ismeretes. Az orvosi gyakorlatban alkalmazott lázhőmérő ugyan tized $^{\circ}\text{C}$ -os pontossággal mutatja a testhőmérsékletet, kiderült azonban, hogy a gyógyászat sok esetben nemcsak az „átlagos” testhőmérsékletre kíváncsi, hanem a helyi hőmérsékleti változások alapján alkot diagnózist. Az ipari kutatásoknál és hibakeresésnél számos esetben döntő lehet bizonyos hőmérséklet-határok között a néhány tized $^{\circ}\text{C}$ -os változás kimutatása is, illetve a helyi hőmérsékleteloszlás alakulása.

E rövid cikkben nem vállalkozhattunk a hőmérsékletmérési technika gyakorlati kialakulásának nyomomonkövetésére, széles skálájának bemutatására, vagy éppen az alkalmazható módszerek kritikai elemzésére. Szeretnénk azonban gyakorlati példákkal alátámasztva olyan gondolatokat adni a szakmai érdeklődők számára, amelyből saját kutató-fejlesztő munkájukhoz meríthetnek jól felhasználható információt. Az egyes munkák elemzésénél nem törekedtünk a mérési módszer eredményeinek tudományos kifejtésére és a szakmai következtetések levonására, mert ez egy-egy példával sok esetben igen hosszú úrra nyúl. Mozaikszerűen ötletet adni – ez minden, amire vállalkoztunk e cikk keretében.

Az általunk használt AGA THERMOVISION berendezést a svéd cég 1965-ben mutatta be és állította a mérés-technika szolgálatába. Az elsőként forgalomba hozott infra-érzékelő berendezés egészen újszerű módszert alkalmazott. Az AGA cég nem elhallgatható büszkeséggel említi, hogy cégük volt a termográfia alapuló orvosi diagnosztika úttörője és még ma is az élvonalban van számos orvosi területen. A szakirodalmi adatok, a már számottevő mennyiségű tudományos pontossággal és részletességgel megírt cikk, mind arra utal, hogy a rákkutatásban – főként az emlőrák esetében – van nagy jelentősége e mérés-technikai módszernek. De számos cikk tanúsodik a trombózis, érszűkületi és keringési zavarok, valamint a reumatikus megbetegedések termográfiai diagnosztikájáról is. Adatokat kaptak a rejtett vakbélgyulladás és egyéb a bőr felszínre is hatással járó betegségek diagnosztikájához is. Sajnálattal állapíthatjuk meg, hogy Magyarország az orvosi területen még nem használta és használja ki kellő mértékben azokat a lehetőségeket, amelyeket e diagnosztikai módszer ad.

A termográfia nemzetközi szaklapja az ACTA THERMOGRAPHICA 1979-ben már a negyedik kötettel, négy nemzetközi szervezet munkájának összefogásaként jelenik meg. A hőmérséklet-méréssel foglalkozó tudományos irodalom növekedésével együtt jár a szakmai nyelv pontos terminológiájának kialakítása is. Az Európai Termográfiai Egyesület 1973-ban bizottságot hozott létre, amelynek keretében számos európai ország tudományos dolgozója gyűlt össze, akik a módszer elterjedése óta eltelt rövid idő alatt szereztek gyakorlatot. A bizottság négy éves munka után 1977-ben adta közre a TERMOGRÁFIA TERMINOLÓGIÁJA című kiadványát – mint a szaklap mellékletét. 1979 szeptember végén került sor Selva di Fasano-ban (Brindisi, Italia) a 2. Termográfiai Kongresszus megrendezésére.

Az új mérési módszer gyakorlati alkalmazására 1970-ben tettük meg a kezdeti lépéseket. Magyarországon elsőként szereztük be az AGA 680-as típusú THERMOVISION berendezést, melyet az MMSZ keretében működő Országos Kutatófilm Központ szolgáltatászerűen üzemeltet. A Szolgálat Közleményei 1971-ben megjelent 10. számában igen átfogó szakmai áttekintést ad Cech Vilmos: INFRAVÖRÖS SUGÁRZÁST ÉRZÉKELŐ KAMERA A KUTATÁS ÉS FEJLESZTÉS SZOLGÁLATÁBAN címmel (41. oldal). A cikk a hőmérsékletváltozások egyes elméleti kérdéseinek tisztázása mellett a műszer felépítéséről és működéséről, az infrakép-felvevő és képvisztaadó oszcilloszkóp egységről, valamint a filmre rögzítés lehetőségeiről ad tájékoztatást, de útmutatót ad az ipari alkalmazás lehetőségeiről is. A tömör anyagot 7 ábrával és képpel is illusztrálta.

Emlékeztetőül néhány szót az AGA THERMOVISION működési elvéről. A készülék a 2...5,6 μm -es hullámhossztartományban érzékeli az infravörös sugarakat. A germánium vagy szilícium alapanyagú objektív ezeket a sugarakat egy vízszintes és egy függőleges tengelyű forgóprizmával képezi le az indium-antimonid (InSb) detektorra. A cseppfolyós nitrogénnel ($-196\text{ }^\circ\text{C}$) hűtött kristály az infravörös sugarakat villamos jellé alakítja át és a zártláncú TV elven működő berendezés monitor egységébe továbbítja. A képernyőn fekete-fehér kép látható, amin a magasabb hőmérsékletű helyeket világosabb tónus jelzi. Az érzékelési tartomány $-20\text{ }^\circ\text{C}$ -tól $+850\text{ }^\circ\text{C}$ -ig terjed. A legkisebb különbség $+30\text{ }^\circ\text{C}$ -os tárgyhőmérsékletnél $0,2\text{ }^\circ\text{C}$.

A mérési tartomány egy szürke szűrő beiktatásával $+2000\text{ }^\circ\text{C}$ -ig kiterjeszhető. A kamera csak a felületről érkező sugárzást érzékeli, így a mélyebb területekről csak közvetett információt kaphatunk. Ennél a módszernél nagy szerepe van a felület emissziós tényezőjének (kiszugárzóképeség) és egyenletességének.

A 680-as típusú berendezéssel 1978-ig számos témakörben végzett mérések számát a táblázat mutatja.

A mérések elsősorban ipari kutatások és fejlesztések céljait szolgálták. Megbízóinknak ezáltal számottevő devizás beruházást takarítottunk meg. A helyszínen történt

mérésregisztrálás után színes hőterképeket is tartalmazó mérési jegyzőkönyveket adtunk át kívánt példányszámában, amelyeket a megbízók saját szakmai szempontjaik alapján értékelhettek. Jó helyszíni előkészítés után naponta 4–5 h időtartamú mérések alkalmával számos olyan hőeloszlási problémára kaptak választ, amelyet más módszerrel nem, vagy csak igen költségesen végezhetek volna. A mérési idő hosszától függően és változóan a néhány 10 eFt-os szolgáltatási költség a legtöbb esetben ellenőrzési, hibakeresési, energiatakarékossági, épületszigetelési stb. probléma megoldásához adott korszerű, gyors segítséget. Rendkívül sürgős esetekben a Polaroid fényképezési technikával maximum 2 min időn belül azonnali színes hőterképet is kaphatunk, amellyel a kritikus helyek hőeloszlása a helyszínen is értékelhető.

Táblázat

Év	Mérések száma
1971	8
1972	9
1973	10
1974	17
1975	14
1976	18
1977	26
1978	32
1979	33

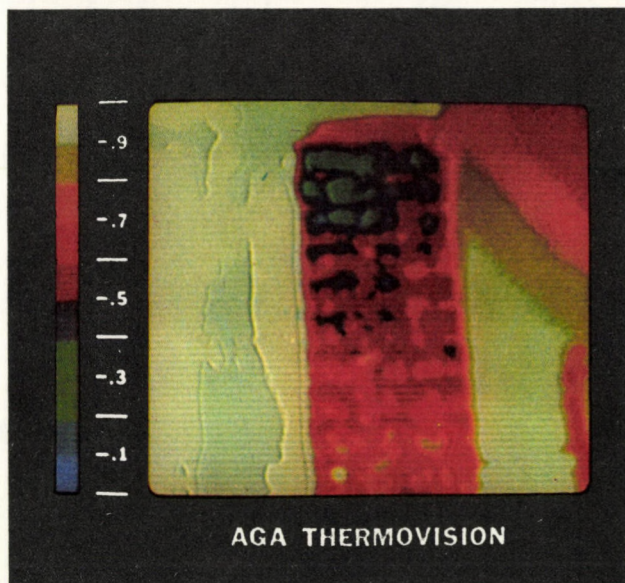
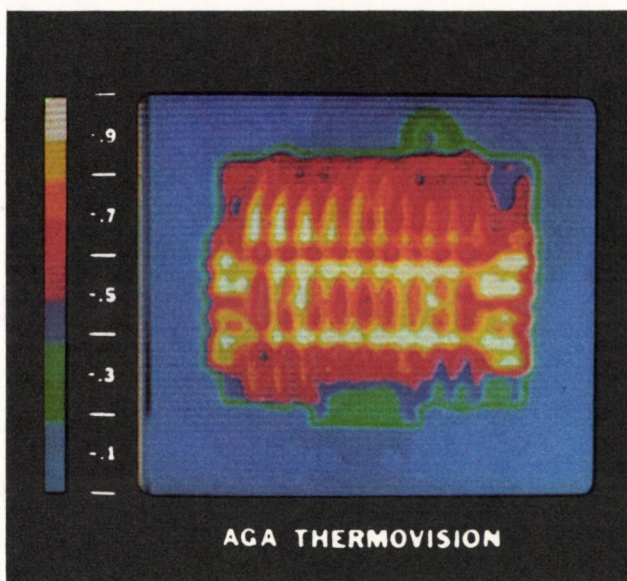
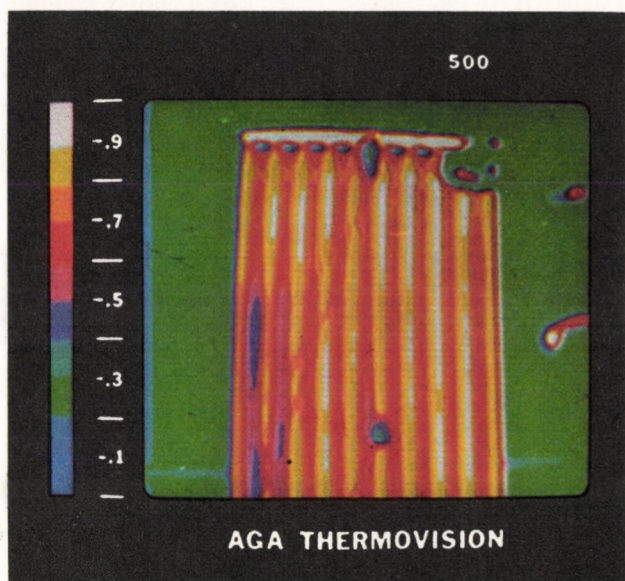
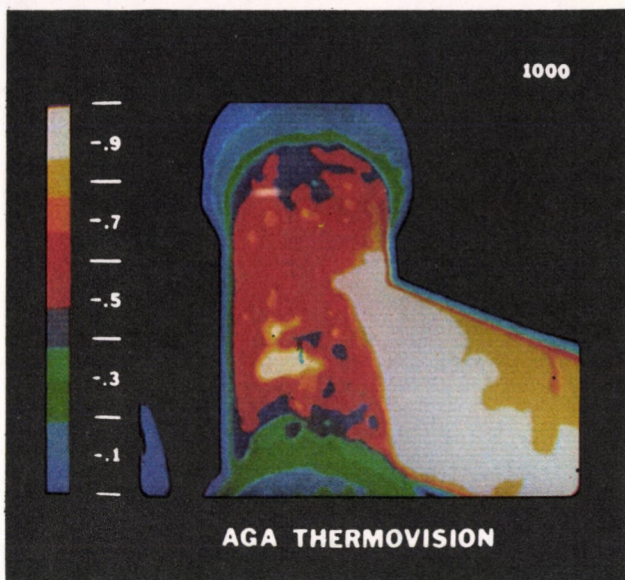
1978-tól 100 ezer dolláros beruházással beszerzésre került a korszerűbb AGA 750-es készülék is, amely tovább szélesítette méréseink körét és alkalmazási lehetőséget. A 750-es típusú berendezés, könnyen mozgatható, kisméretű műszer, amely akkumulátorral is üzemeltethető. Kis méretei, mobil kivitele lehetővé teszik szélsőséges időjárási viszonyok között is a mérések elvégzését.

A hozzátartozó színes monitor egy időpillanatban az adott mérési tartomány határai között tíz különböző színű hőmérsékleti értéket jelenít meg a vizsgált felületről. Ezzel lehetővé válik a gyors felületi hőmérsékletváltozások regisztrálása és pontos mérése is. A sok különböző kiegészítő tartozék – video felvevő, „Superviewer” helikopteres feltét, a kamerára szerelhető hővédő pajzs, különféle fényképezőgépek – speciális mérések végzésére is alkalmassá teszik a készüléket. (A színes monitor csak 220 V-os hálózatról üzemeltethető.)

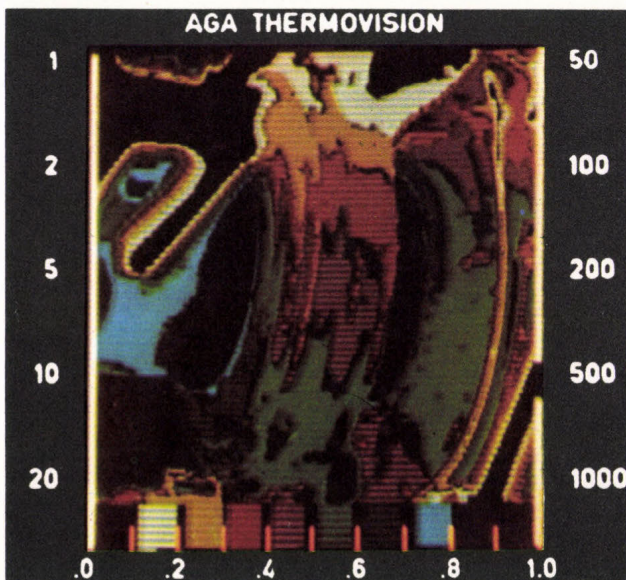
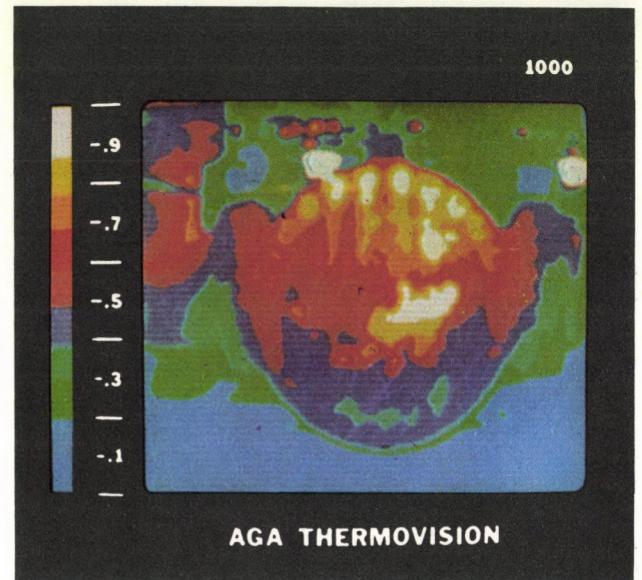
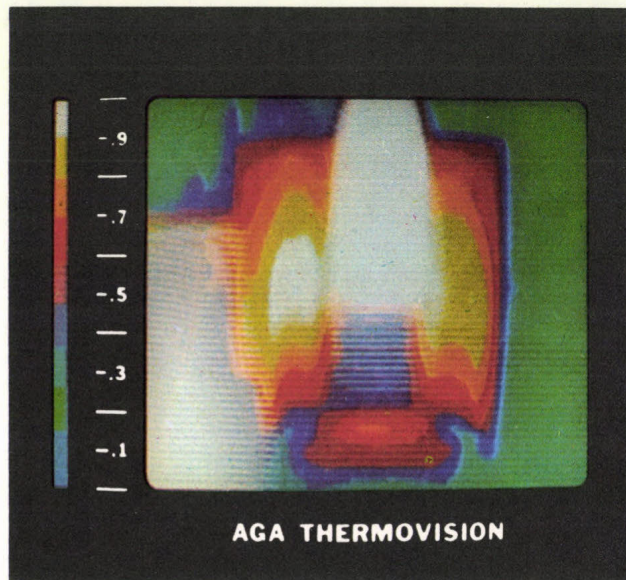
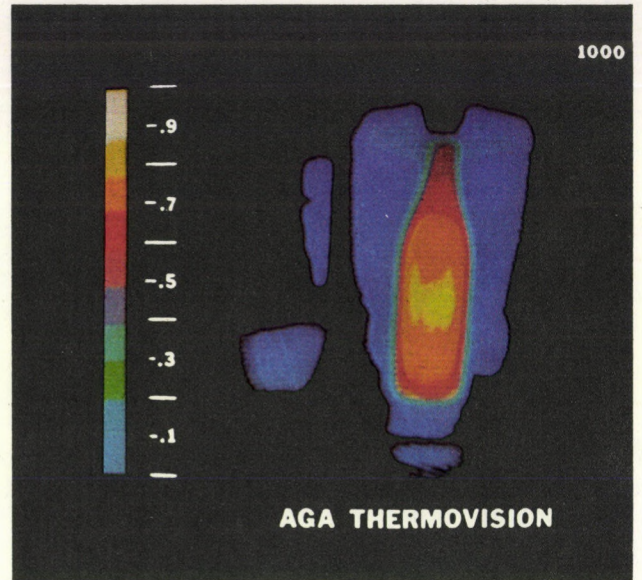
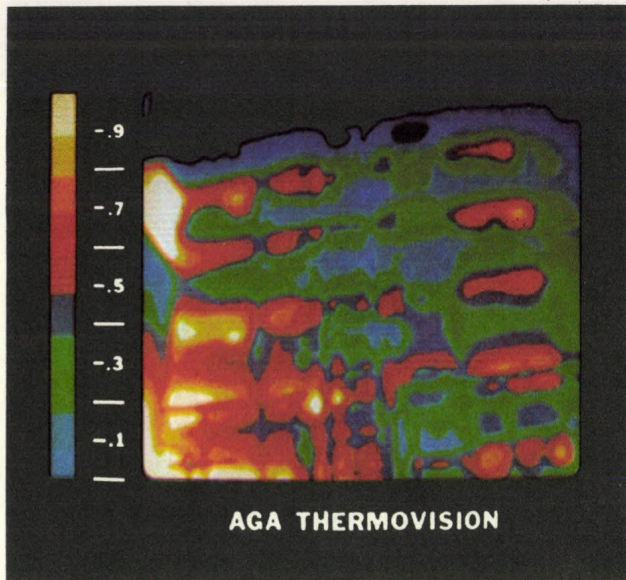
Az alábbiakban röviden az utóbbi évek jelentősebb és közreadható mérései közül szeretnénk 20 példát gondolatébresztőként kiemelni, amelyek típusos munkáknak is tekinthetők.

SZINTÉZISBONTÓ CSŐRENDSZER ÁLLAPOT-VIZSGÁLATA

A Péti Nitrogénművek részére évek óta folyamatos állapotvizsgálatot végzünk az Ammónia II. üzem szintézisbontó csőrendszerén. E mérések alapján a karbantartók



1. ábra. Szintézisbontó kemencecső (balra fent)
2. ábra. Szintetikus szálhúzófej (jobbra fent)
3. ábra. Gőzfűtésű radiátor (balra középen)
4. ábra. Nagyteljesítményű reflektorbúra (jobbra középen)
5. ábra. Szigeteltfalú terményszárító (lent)



- 6. ábra. Kukoricaszárító (balra fent)
- 7. ábra. Gyártásmeleg öblösüveg (jobbra fent)
- 8. ábra. Öblösüveggyártó készforma (balra középen)
- 9. ábra. Csőelzáró lemez (jobbra középen)
- 10. ábra. Műanyagipari hengercsapágy (lent)

előre tudják a kritikus helyet, ahol cserélni kell a szerelvényt (1. ábra és 9. ábra).

SZINTETIKUS ANYAGOK SZÁLKÉPZÉSÉNEK VIZSGÁLATA

A Magyar Viscosagyárban a szintetikus anyagok szálképzőfejen végeztünk hőeloszlási mérést. Ennek alapján megváltoztatták a fej anyagát és ezzel egyenletes szálképzést sikerült elérni (2. ábra).

BENZINREFORMÁLÓ REAKTOR HŐELOSZLÁS MÉRÉSE

A Dunai Kőolajipari Vállalat megkeresésére végeztünk sorozatmérést a százhalombattai kőolajfinomító területén a benzinreformáló üzemben, igen magas hőmérsékleten működő reaktoroknál. Ezek a vizsgálatok információt nyújtottak arról, hogy a reaktorfalazat vékonyodása hol vált veszélyessé. Így időben tudják megkezdeni a sérült rész kicserélését, illetve a reaktor felújítását.

RÁDIÓÁLLOMÁS ADÓBERENDEZÉSEK VIZSGÁLATA

A Posta Rádió- és Televízió Műszaki Igazgatóság részére végeztünk mérésorozatot a solti rádióállomás adóberendezéseiben. A többnapos vizsgálat során az adó teljes területét feltérképeztük. Ezzel a méréssel a szakemberek számára igen sok hőtechnikai adatot tudtunk szolgáltatni. Eredményképpen sok esetben meg tudják akadályozni a várható meghibásodásokat.

HANGLEMEZPRÉSEK HŐELOSZLÁS MÉRÉSE

A Magyar Hanglemeggyártó Vállalat dorogi üzemében különböző típusú berendezéseken végeztünk hőeloszlási vizsgálatokat, hogy választ kapjunk a hanglemeggyártás során felmerülő hőtechnikai problémákra. Mértük a lemezek hőeloszlását, valamint a késztermék: a hanglemeggyártás során létrejövő hőkülönbségeket. A vizsgálatok alapján olyan változtatásokat lehet végrehajtani a gépeken, amelyek még jobb minőségű hanglemeggyártást teszik lehetővé.

KEMENCEFALAZAT ÁLLAPOTÁNAK VIZSGÁLATA

A Dunai Kőolajipari Vállalat megkeresésére a cseh-szlóvakiai Kralupy vegyipari üzemben kemencék falazatát vizsgáltuk. A mérést a kemence üzemszerű működése közben végeztük, a belső szigetelő falazat hibáit a külső falon jelentkező hőmérsékletkülönbségekből igen pontosan meg tudtuk jelölni. A kemence leállítása után azonnal meg lehet kezdeni a hibák kijavítását, ami nagy időmegtakarítást jelent.

GYÓGYÁSZATI CÉLÚ HŐMÉRSÉKLETMÉRÉS

Átfogó vizsgálatba kezdünk a SOTE I. sz. Női Klinikájával közösen. A terhes anyák méhlepényének vérellátására irányuló vizsgálatok a magzat fejlődése szempontjából döntő jelentőségűek lehetnek.

ASZFALTÚTÉPÍTÉS VIZSGÁLATA

A Miskolci Közüti Építő Vállalat részére az aszfaltgyártás folyamatának egyes gépein szigetelés és hőeloszlási méréseket végeztünk. A talált hibák kijavításával az építőanyag jobb minőségét érhetik el. Az útépítéskor be-dolgozásra kerülő aszfalt hőeloszlását és hűlési folyamatát is vizsgáltuk, ami befolyásolja az út minőségét.

FŰTŐTESTEK HŐELOSZLÁS MÉRÉSE

Az Építéstudományi Intézet megrendelésére több éven keresztül végeztünk vizsgálatokat különböző típusú fűtőtesteken. A méréseknél a radiátorok hőleadásának mértékét próbáltuk megállapítani, ami energiatakarékossági szempontból fontos. A vizsgálatok eredményeképpen több változtatást hajtottak végre a vizsgált berendezéseken (3. ábra).

VILÁGÍTÓBERENDEZÉSEK HŐMÉRSÉKLETÉNEK VIZSGÁLATA

A VBKM Elektromos Készülékek és Anyagok Gyára részére nagyteljesítményű világítóberendezések hőeloszlásmérését végeztük el. A középületek, sportlétesítmények és más nagy területek világításához használt lámpatestek mérésekor a búra és az izzó hőviszonya alapján az izzó élettartamát növelő változtatásokat lehetett végrehajtani (4. ábra).

HŰTŐHÁZAK FALAZATÁNAK MÉRÉSE

A MÉM Műszaki Intézet megrendelésére almatároló hűtőházak hőszigetelését mértük, a szigetelőfalazat és az illesztések hőzárásának megállapítására. Meg kell említenünk, hogy a mérésnek nagy jelentőséget tulajdonítottak, mivel a szigetelési hibák miatt kárbavesző energia milliókban mérhető.

SZELLŐZŐBERENDEZÉSEK VEZÉRLŐ ELEKTRONIKÁJÁNAK MÉRÉSE

Az ikladi Ipari Műszergyár megrendelésére 15, 20 és 30 egységes szellőző berendezések vezérlő elektronikáját különböző nagyságú villamos terhelésekkel vizsgáltuk. A kimutatott túlmelegedéseket nyomban korrigálni tudták.

ELEKTROMOS BERENDEZÉSEK VEZÉRLŐKÁRTYÁINAK VIZSGÁLATA

A BME Híradástechnikai Intézete megrendelte elektromos berendezések vezérlőkártyáinak hőterképét. A vizsgálat eredménye alapján több konstrukciós változtatást hajtottak végre.

ÖBLÖSÜVEG GYÁRTÓSOR VIZSGÁLATA

Az Orosházi Üvegyárban az öblösüveg gyártósoron végeztünk vizsgálatot. Az egyes állomások, illetve a formák hőkülönbsége alapján konstrukciós változtatás lehetséges, amivel elérhetik az üvegek azonos falvastagságát. (7. ábra és 8. ábra.)

IPARI LEMEZKÉMÉNYEK VIZSGÁLATA

A miskolci Lenin Kohászati Művek részére lemezkéményeken végeztünk méréseket. A kéményeken vegyi anyagokat tartalmazó füstök, gázok távoznak el, melyek a fal korrózióját nagymértékben „elősegítik”. A vizsgálattal üzemküzben a falazat vastagságának egyenletességét ellenőriztük. A nagyobb hőmérsékletű vékonyabb részek a korrózió által kikezdett helyek voltak. Termovíziós mérés nélkül ez a vizsgálat csak az üzem leállítását követően történhetett volna, ami többmillió forintot jelenthet a gyárnak és a népgazdaságnak.

LÉGIFELVÉTELES HŐTÉRKÉPEK KÉSZÍTÉSE

A Földmérési Intézet megkeresésére részt vettünk az MTA Interkozmosz Tanács által irányított programban. A Penc-i, a Kisköre–Szolnok-i és a Balaton-i teszttmezőkön légifelvételeket készítettünk. Az első kísérleti jellegű felvételek kiértékelése után kerül majd sor a rendszeres vizsgálatokra.

GÁTSZIVÁRGÁS ÉS HŐSZENNYEZÉS FELDERÍTÉSE

A VITUKI részére a Duna felső szakaszán végeztünk légi mérést, gátszivárgás és hőszennyezés felderítésére. A képernyőn a szivárgó helyek hideg foltként jelentkeztek és az egyidejűleg készült normál fényképről pontosan lehetett ezeket a területeket azonosítani.

PANELHÁZAK SZIGETELÉS VIZSGÁLATA

A panelházakon és könnyűszerkezetes épületeken a Földmérő és Talajvizsgáló Vállalat megbízása alapján vé-

geztünk diagnosztikai vizsgálatokat az ország több nagyvárosában. A mérések alapján az épület-fűtés során most veszendőbe menő energiát próbálják megmenteni.

VILLAMOS FELSŐVEZETÉK MELEGEDÉSMÉRÉSE

A MÁV Vasúti Főosztály részére a Budapest–Aszód közötti vasútszakaszon a villamos felsővezeték vizsgáltuk a szigetelők és a villamos kötések állapotát.

GÉPSOR KARBANTARTÓ VIZSGÁLATOK

A Hungária Műanyagfeldolgozó Vállalat részére műanyagpadló gyártó gépsoron végeztünk hőmérsékletmérést. E vizsgálat alapján a karbantartáskor a túlmelegedési helyeket megszüntették, amit a második kontroll vizsgálat bizonyított (10. ábra).

* * *

Úgy érezzük, e felsorolt példák egyértelműen alátámasztják a termográfiaiban sikerrel alkalmazható AGA THERMOVISION mérés technikai módszert. Szolgáltatásainkkal rendelkezésre állunk vállalati és intézményi megbízóink részére. Keretmegállapodással vagy eseti megbízásra budapesti és vidéki vállalatok telephelyein, szerződéssel rögzített fix áron vállaljuk a hőeloszlás-mérések elvégzését és a színes fényképes dokumentációt is magába foglaló jegyzőkönyvek elkészítését.

Örömmel szolgálna, ha a Közlemények egyik későbbi számában az Önökkel végzett hasznos együttműködésről is beszámolhatnánk.

Automatizálás a mérés technikában (III. rész). Az IEC interface rendszer

RADNAI RUDOLF

A mérésautomatizálással foglalkozó cikksorozat harmadik részében az egységes IEC interface rendszert mutatjuk be. A cikk keretein belül nem vállalkozhatunk a többszáz oldalas IEC ajánlás teljes, átfogó ismertetésére. Ebben a részben az interface rendszer főbb jellemzőit, valamint a villamos és szerkezeti előírásokat tekintjük át.

R. Radnai: Автоматизация в измерительной технике, III-й раздел: Система сопряжения (интерфейса) типа IEC

Третий раздел по автоматизации измерений ознакомляет единой системой сопряжения (интерфейса) типа IEC. В этом разделе промагиваются главные черты системы сопряжения (интерфейса), а также электрические и структурные предписания.

R. Radnai: Automated Measurements. Part III: The IEC Interface System

This third part of the series of articles summarizes the concept and main characteristics of the IEC 625 interface system.

MŰSZERÜGYI ÉS MÉRÉSTECHNIKAI KÖZLEMÉNYEK
1980. 28. szám 19–28 p.

Az IEC 625 ajánlásban leírt interface általános célú csatlakozórendszer: automatikus mérőrendszerek építőelemeinek összekapcsolására és az elemek közötti adatforgalom lebonyolítására. Az interface sín-rendszerű csatlakozással kapcsolja össze a különböző rendszer-elemeket, mérőműszereket, kalkulátorokat, mérési eredmény nyomtatókat, stb., amelyeket a továbbiakban összefoglaló néven *készülékeknek* nevezünk (1. ábra).

A készülékek között az információ-átvitel byte-soros, bit-párhuzamos alakban, aszinkron üzemmódban ún. üzenetek formájában történik. Az üzenetek két csoportját különböztethetjük meg:

- a) az *interface* üzenetek, a rendszer működésének vezérlésével,
- b) a *készülékfüggő* üzenetek az egyes készülékek működésével vannak kapcsolatban.

Jellemzők (Az MI 12049/1...4. sz.
Műszaki Irányelvek alapján)

Összekapcsolható elemek: legfeljebb 15 készülék.

Csatlakozásmód: sín-rendszerű, passzív összekötővezetékekkel; az interface funkciók az egyes készülékeken belül vannak megvalósítva.

Összekötővezetékek: 16 jelvezetőből és 8 föld visszavezetőből álló, árnyékolt kábel, amelynek teljes hossza nem haladhatja meg a 20 m-t, illetve a készülék közötti 2 m-t.

Csatlakozó: 25 pólusú, tűérintkezős, trapezoid alakú.

Adatátvitel: byte-soros, bit-párhuzamos, aszinkron.

Adatáramlás: legnagyobb sebessége korlátozott vezeték-hossz esetén 1 Mbyte/s, a megengedett legnagyobb vezeték-hossz esetén 200...500 Kbyte/s.

Tipikus üzenethossz: 10...20 karakter.

Jelszint: TTL

Címezhetőség: elsődleges címezésnél (1 byte-ból álló cím) 31 beszélő és 31 hallgató cím.

Készülékek csoportosítása

Az egyes készülékeknek az interface rendszer szempontjából háromféle szerepük lehet:

- *Beszélő (talker).* A beszélő képességgel rendelkező készülék szelektíven címezhető egy interface üzenettel

és címzett állapotban készülékfüggő üzeneteket továbbíthat a sín felé. Egy rendszerben egy időben csak egy készülék lehet aktív beszélő szerepben és a sínen levő információ csak ezen készüléktől származhat.

- *Hallgató (listener)*. A hallgató képességgel rendelkező készülék szelektíven címezhető egy interface üzenettel és címzett (aktív) állapotában készülékfüggő üzeneteket vehet a sín felől. Egy rendszerben egy időben több készülék is lehet hallgató szerepben.
- *Vezérlő (controller)*. A vezérlő képességgel rendelkező készülék alkalmas a rendszer többi készülékének szelektív címzésére azaz a beszélő és hallgató szerepek kijelölésére és egyéb interface üzenetek továbbítására, amelyek a rendszer valamennyi készülékére vonatkoz-

nak. A csak vezérlő képességgel rendelkező készülékek nem vesznek és nem adnak készülékfüggő üzeneteket.

A készülékeknek az interface rendszer működésében betöltött szerepe lehet állandó vagy változó. Minden készüléknek legalább egy szerepe van a felsoroltak közül, de gyakori eset, hogy egyetlen készülék több szerepet is betölt, más és más időben. A továbbiakban az egyszerűbb szóhasználat érdekében a beszélő elnevezés aktív beszélő készüléket és hallgató elnevezés aktív hallgató készüléket jelöl.

Valamennyi beszélő és hallgató készüléknek van egyéni azonosító kódja, amelyet címnek nevezünk. Ez a cím különbözteti meg az adott készüléket a rendszer többi



1. ábra. Készülékek összekapcsolása az IEC interface rendszerben

tagjától. Egy készüléknek lehet vagy hallgató címe vagy beszélő címe, vagy mindkettő. Egy rendszeren belül lehet több készüléknek azonos hallgató címe, ha ezeknek mindig ugyanazon adatokat kell venniük. Egy rendszerben viszont nem lehet két azonos beszélő című készülék.

Az IEC csatlakozórendszerben összekapcsolható készülékek száma a 15-öt nem haladhatja meg. Minimális kiépítésben egyetlen beszélő és egyetlen hallgató készülék kapcsolható össze vezérlő készülék nélkül. Ilyen például egy digitális voltmérőből és mérési eredmény nyomtatóból álló egyszerű félautomatikus mérőrendszer.

Sín-szerkezet

Az IEC csatlakozórendszerben 16 jelvezetékűből álló sín köti össze az egyes készülékeket. Ezen a 16 jelvezetéken bonyolódik a csatlakozórendszer teljes adatforgalma kódolt formában. A sín-rendszerű csatlakozásban az összekötő vezetékek feladata lényegében az egyes készülékeken levő azonos típusú csatlakozók megfelelő pontjainak párhuzamos összekapcsolása.

Ennek a csatlakozási módnak előnye, hogy egyszerű a mérőrendszerek bővítése, vagy konfigurációjuk módosítása, ami alapvető fontosságú feltétel egy általános célú csatlakozórendszerrel szemben. Hátránya viszont ennek a párhuzamos elrendezésnek hogy az információ átviteléhez a rendszer egyes elemei között viszonylag bonyolult címzési és vezérlési műveletekre van szükség. További velejárója a sín-rendszerű felépítésnek, hogy a készülékek kivétel nélkül tartalmazniuk kell egy illesztőegységet (2. ábra). Ezek az illesztőegységek alakítják át a sínen érkező, készülékfüggő üzeneteket (pl. műszer programozási adatokat) az adott készülék működtetéséhez szükséges formába. Ugyancsak ezeknek az egységeknek a feladata, hogy a készülékek belső jeleit (pl. mérési eredményeket) a sín-rendszernek megfelelő kódolt formába alakítsák át.

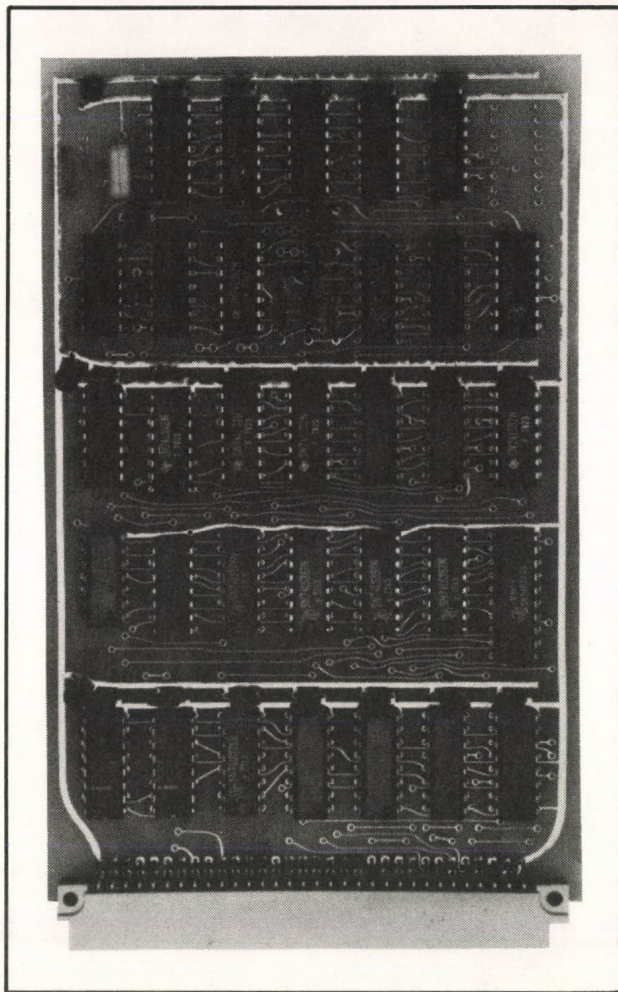
Az IEC interfacsín-szerkezete a 3. ábrán látható. A 16 jelvezeték az interface rendszer működésében elfoglalt szerepe szerint három csoportba sorolható:

- adatsín (8 jelvezeték),
- adatátvitelt vezérlő sín (3 jelvezeték),
- interface adminisztrációs sín (5 jelvezeték).

Az *adatsín* nyolc vezetéke továbbítja az interface üzeneteket byte-soros, aszinkron üzemmódban. Az üzenet lehet cím, programozási adat, mérési eredmény vagy különféle utasítás és származhat a rendszer bármely készülékétől, amely beszélő vagy vezérlő szerepben működik. Az adatsín vezetékeinek jelölése:

Adat bemenet–kimenet (data input-output, DI01... DI08).

A három jelvezetékűből álló *adatátvitelt vezérlő sín* feladata a DIO jelvezetékén levő adat byte-ok átvitelének vezérlése valamely megcímezett beszélőtől vagy a vezérlőtől az összes hallgatóig.



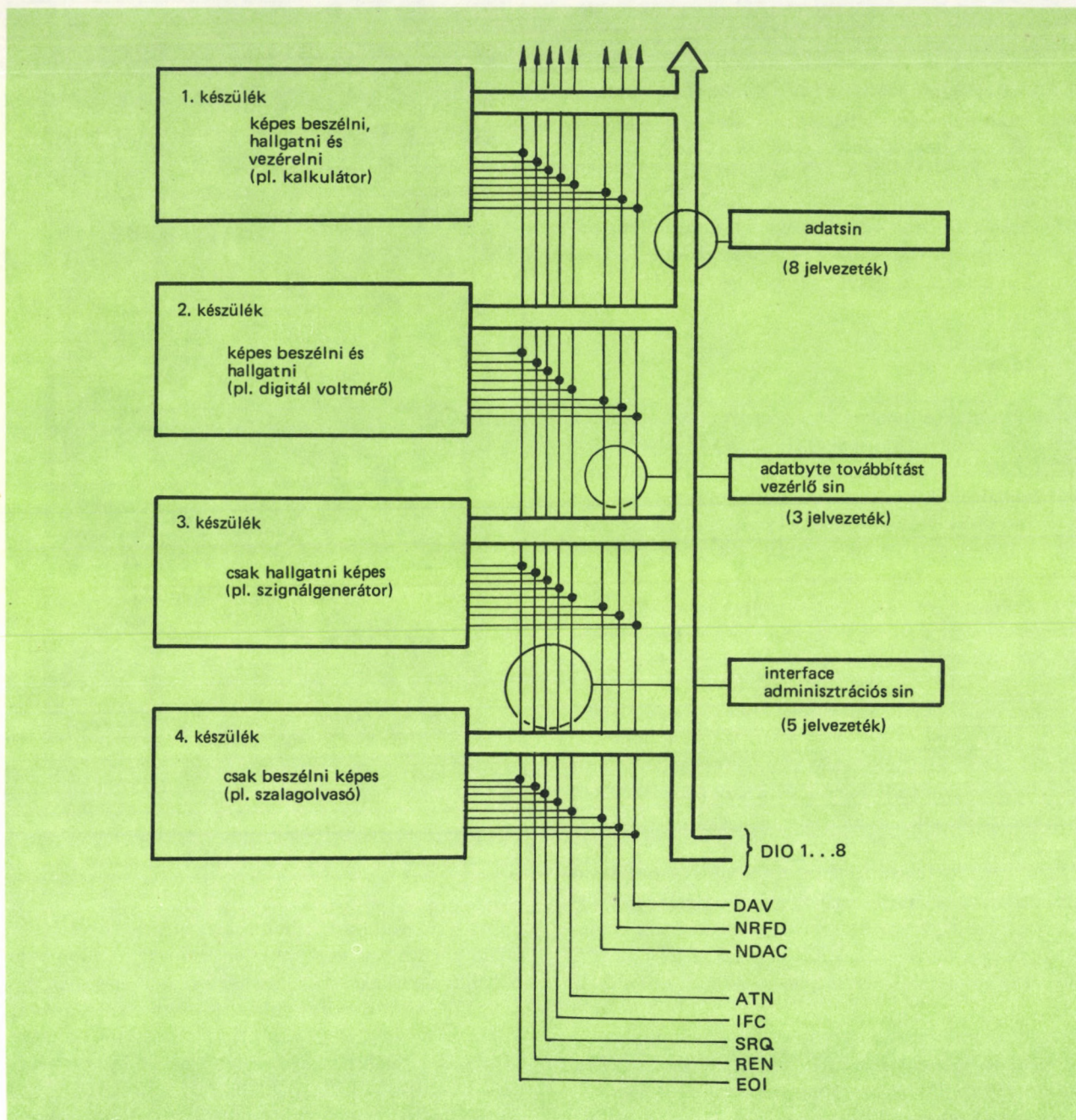
2. ábra. μ LOG gyártmányú univerzális IEC illesztőkártya

Az automatikus mérőrendszerek elemei erősen eltérő adatátviteli sebességgel működnek. Ezért ha több byte-ból álló üzeneteket kell átvinni a beszélő készülék és a hallgatók között, ekkor ehhez egy bizonyos fajta vezérlésre van szükség. Ez a vezérlés biztosítja, hogy a beszélő készülék valóban akkor „beszéljen” amikor ezt a hallgató készülékek „hallgatják” és hogy a beszélő készülék ne működjék gyorsabban, mint a leglassúbb hallgató.

Az IEC csatlakozórendszerben ez a vezérlés az adatátvitelt vezérlő sín három jelvezetékén keresztül bonyolódó aszinkron kézfogásos folyamat (handshake cycle) feladata. Az egyes jelvezetékek jelölése:

- *Adat érvényes* (data valid, DAV) jelvezetékén L szint jelzi, hogy az adatsínen levő információ érvényes és elfogadható.
- *Vételre nem kész* (not ready for data, NRFD) jelvezetékén a hallgató készülékek H szinttel jelzik, ha készen állnak az adatok fogadására.
- *Adat nincs fogadva* (no data accepted, NDAC) jelvezetékén a hallgató készülékek H szinttel jelzik az adat elfogadását.

Az adattovábbítást vezérlő jeleket az adatforgalomban



3. ábra. Az IEC interface sín-szerkezete

résztevő beszélő és hallgató készülékek illesztő egységei állítják elő, nem pedig a vezérlő egység.

Az interface adminisztrációs sín mind az öt jelvezetékének önálló feladata van az információk rendezett áramlásának irányításában. Ezeket a jelvezetéseket elsősorban a vezérlő készülék használja:

- **Interface törlés** (interface clear, IFC). A csatlakozórendszer általános törlőjelvezetékét a vezérlő készülék használja a rendszer valamennyi készülékének alapállapotba juttatásához. Ez azonos kiindulási feltételt jelent valamennyi interface művelet megkezdéséhez.

- **Figyelem** (attention, ATN) jelvezetékén a vezérlő készülék azt jelzi, hogy az adatsínen levő információt az egyes készülékek hogyan értelmezzék. Ha ezen a jelvezetékén L szint van, akkor az adatsínen interface üzenet (cím, általános vagy címzett parancs), míg H szint esetén készülékfüggő üzenet (pl. program parancs) található.

- **Kiszolgálás kérés** (service request, SRQ) jelvezetékén keresztül kérhetik a készülékek a vezérlőtől az éppen folyamatban levő művelet megszakítását.

- **Távvezérlés engedélyezés** (remote enable, REN) jelve-

zetéken egyéb üzenetekkel együtt a vezérlő készülék a rendszer valamelyik elemét távvezérlésre állíthatja át.

- *Vége vagy azonosít* (end or identify, EOI) jelvezetékkel jelölhető ki egy több byte-ból álló adatszoport utolsó eleme. Ez a jelvezeték az ATN-nel együtt párhuzamos lekérdezés (parallel poll) végrehajtására is szolgál.

Villamos és szerkezeti előírások

Az IEC interface meghajtó- és vevőáramköreire vonatkozó összes előírás TTL technológia használatát tételezi fel. A meghajtó- és vevőáramköröket kivéve az interface funkciókat ellátó többi áramkör a tervező választása szerint más technológiával is megvalósítható.

Jelszintek

Az üzenetek kódolási táblázatában megadott logikai állapotok és a jelvezetéseken mérhető villamos szintek között a következő kapcsolat áll fenn:

Logikai érték (kód)	Villamos jelszint
0	$\geq \pm 2V$ (magas állapot)
1	$\leq \pm 0,8V$ (alacsony állapot)

A feltüntetett feszültségértékeket a jelvezeték és a föld között kell mérni, a készülékek csatlakozóján.

A 4. ábrán egy készüléknek valamely jelvezetékre való csatlakozására látható jellegzetes áramköri megoldás. A készülékekben minden egyes jelvezeték egy ellenállás-jellegű terheléssel kell lezárni, még akkor is, ha meghajtó- vagy vevőáramkörök ezekhez nem kapcsolódnak. A lezárás célja, hogy egy meghatározott értékű feszültség álljon

be a jelvezetéseken akkor is, ha a vezetékre kapcsolt összes meghajtó magas állapotban van. Ezenkívül a lezárás egyforma készülékimpedanciát tart fenn és javítja a zavarérzékenységet. Az ábrán feltüntetett terhelő kapacitás (C_{ct}) legnagyobb értéke 100 pF lehet, készülékenként.

Valamennyi készüléknek tartalmazni kell egy olyan kapcsolási elemet, amely a negatív feszültségű ugrásokat korlátozza. Ilyen lehet például az ábrán látható védődióda (D), amely a vevőáramkörben van elhelyezve.

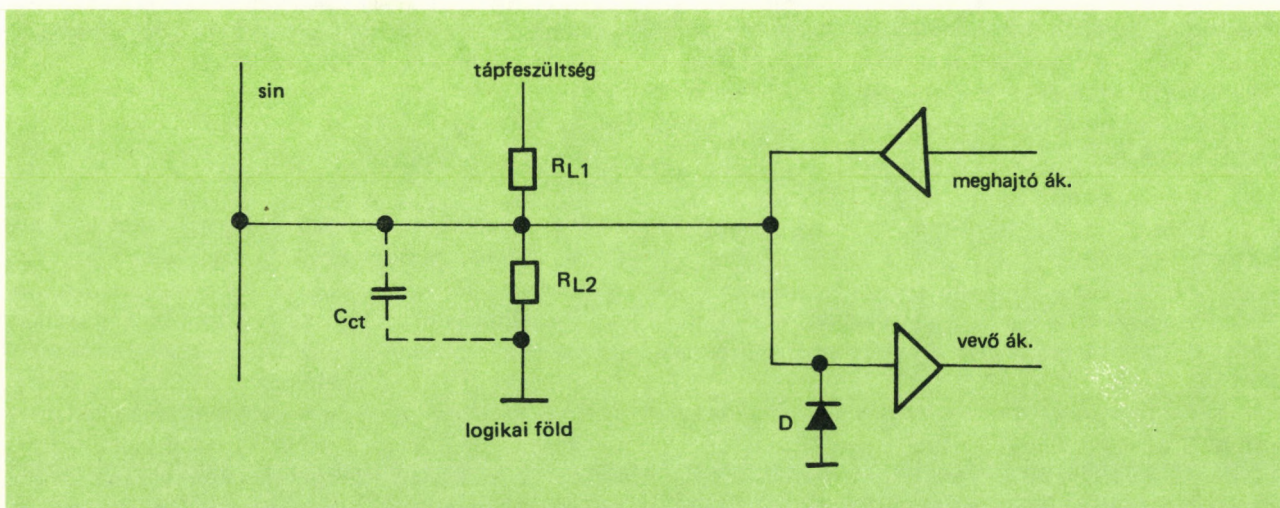
Terhelés

A készülékek terhelési jellemzőit az ellenállásos lezárás, a jelfeszültségmefogó elem és a meghajtó- ill. vevőáramkörök együttesen határozzák meg. Ezért az előírt terhelési jellemzők nem az egyes alkatrészekre, hanem az interface síkjában az egész készülékre vannak megadva (5. ábra). Helyes működés esetén a jelvezeték feszültsége és a készülékbe folyó áram által meghatározott jelleggörbének a vonalkázott területeken belül kell lennie.

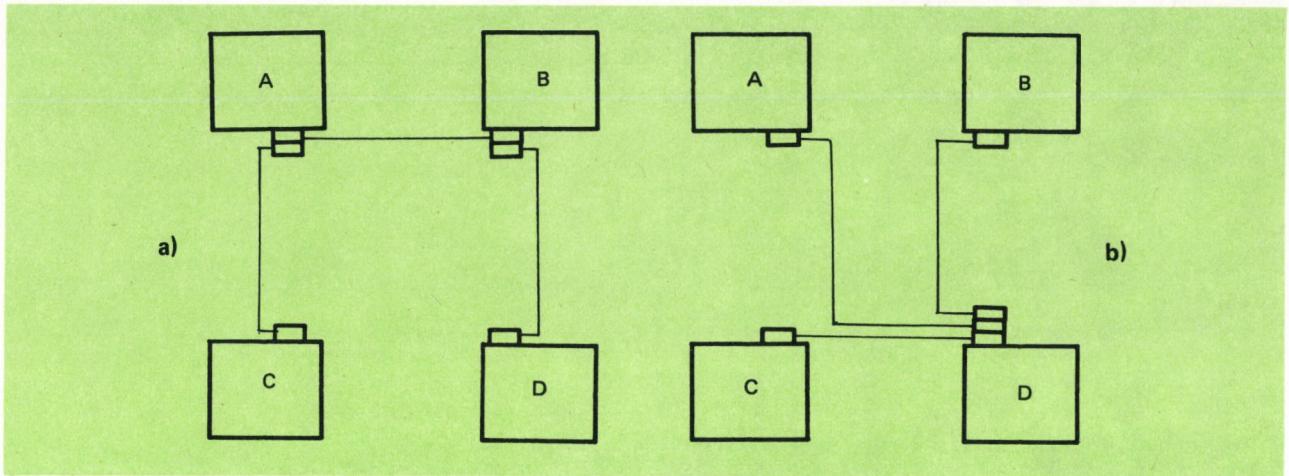
Kábelezés

Az IEC interface rendszerben az egyes készülékeket összekötő kábelek hossza összesen 20 m lehet. Ilyen hosszú kábelezés esetén már gondoskodni kell a jelvezetésekre megfelelő zajvédelmről. Ezért az IEC előírások részletesen rögzítik a kábelekre vonatkozó követelményeket.

Az interface rendszerben használt összekötő kábeleknek legalább egy külső árnyékolást és 24 vezetőt kell tartalmazniok. Ebből 16 vezető jelvezeték, a többi logikai földvissavezetőnek kell használni. Az NRFD, DAV, NDAC, EOI, ATN és SRQ jelvezetéseket mindegyikét össze kell sodorni egy-egy földvissavezetővel, vagy más ezzel egyenértékű módon kell árnyékolni.



4. ábra. Készülék csatlakoztatása az IEC sin jelvezetékéhez



6. ábra. IEC készülékek csatlakoztatása: a) soros felépítés; b) csillag felépítés

adatátvitel a „leglassúbb” készüléknek megfelelő sebességgel történik.

A három-vezetékes kézfogásos folyamat működése a digitális technikában jól ismert huzalozott-VAGY (wired-OR) függvénykapcsolat felhasználásán alapul.

A 7. ábrán az adatátvitelt vezérlő sín egyik jelvezetékének (NRFD) az egyes készülékhez való csatlakozása látható. A készülékek kimenetén levő ún. szabad kollektorú meghajtó áramkörök a föld felé vezető kapcsolóként működnek, tehát az NRFD jelvezeték L szintre kerül, ha a két meghajtó (Q_A és Q_B) közül valamelyik, vagy mindkettő bekapcsolt állapotba kerül. Mivel az IEC sínrendszer negatív logikai szint konvencióval működik, ez azt jelenti, hogy az NRFD akkor igaz (L szintű), ha a vezetékre csatlakozó készülékek közül valamelyik kimenete L szintre kerül.

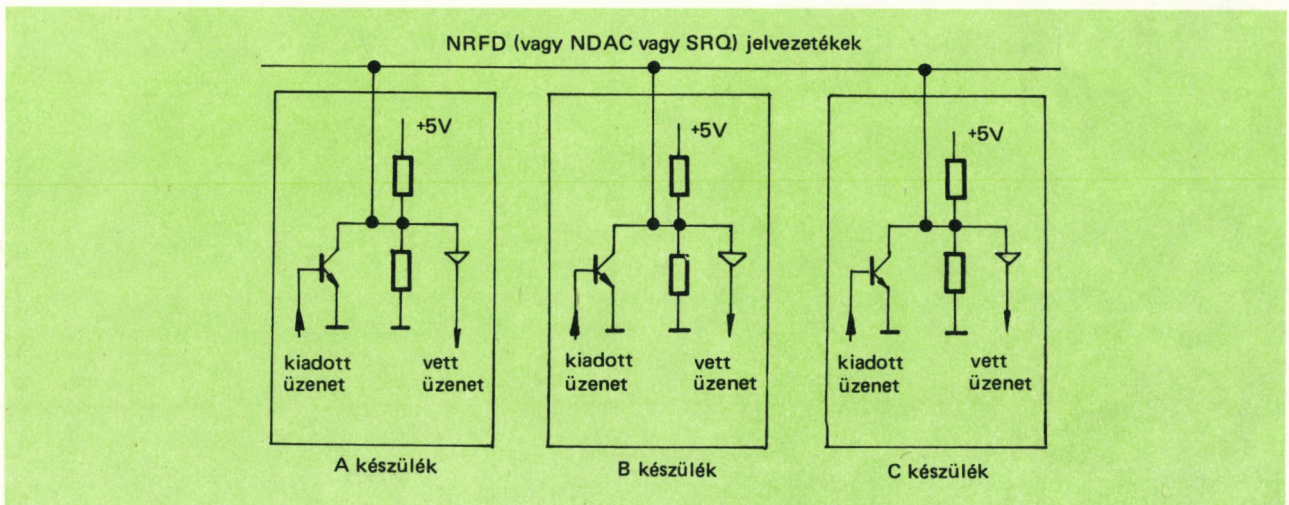
Az IEC interface rendszerben az adattovábbítást vezérlő sín az egyes készülékek NRFD és NDAC kivezetései között huzalozott-VAGY logikai kapcsolatot hoz

létre. Így ezeken a jelvezetéseken csak akkor jelenik meg H szint, ha valamennyi aktív hallgató készülék (még a leglassúbb is) H kimeneti szinttel jelzi, hogy készen áll az új adat fogadására (NRFD), illetve már elfogadta az adat byte-ot (NDAC).

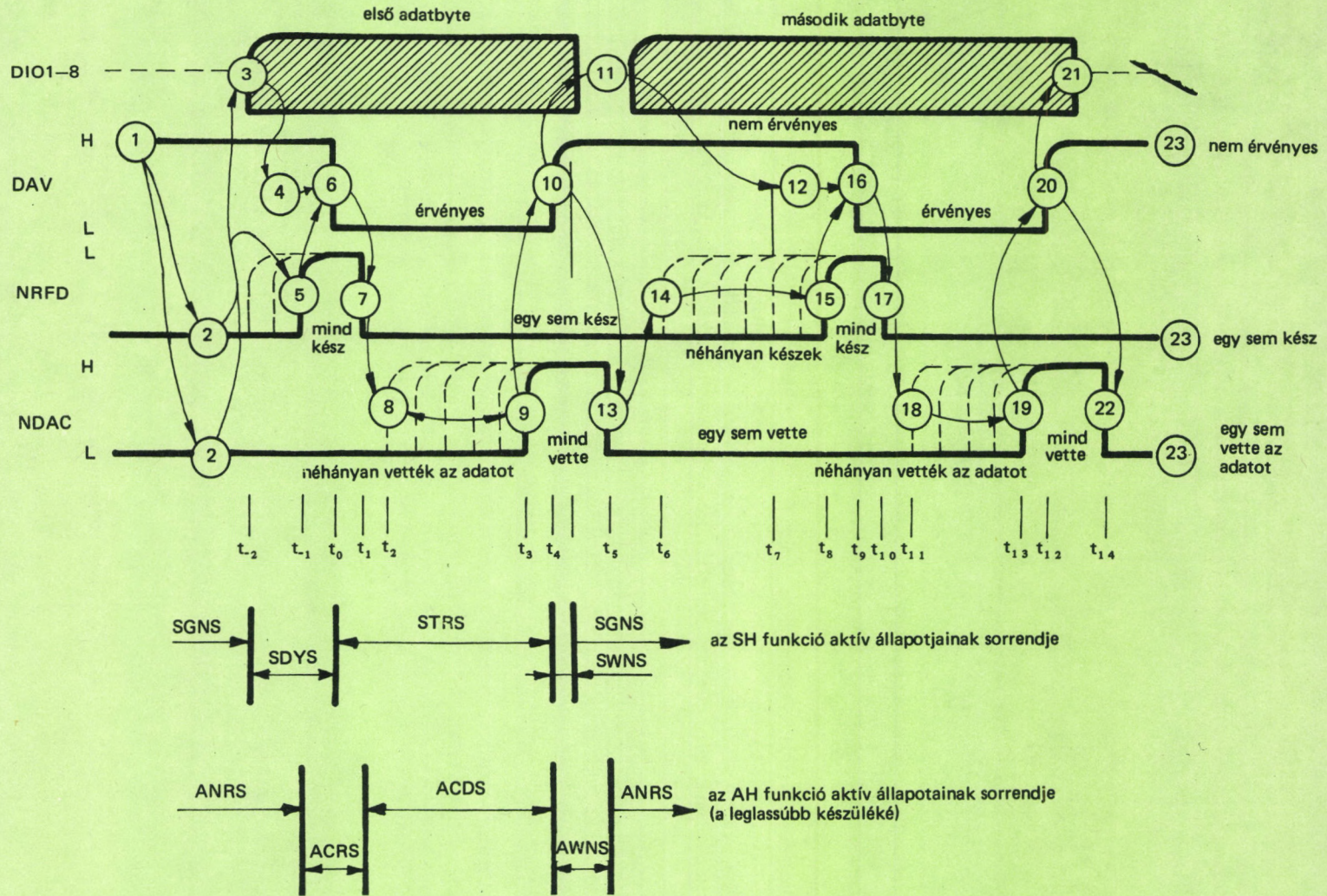
Az adatátvitelt vezérlő sín jelvezetékei közül a DAV jelűt a forrás (beszélő) vezérli, míg az NRFD és a NDAC jelvezetéseket a vevőoldali készülékek vezérlik.

A kézfogásos adatátviteli ciklus időzítésviszonyai a 8. ábrán láthatók, a működés állapotábráját a 9. ábra mutatja. A körbezárt számok az alábbi eseményeket jelzik:

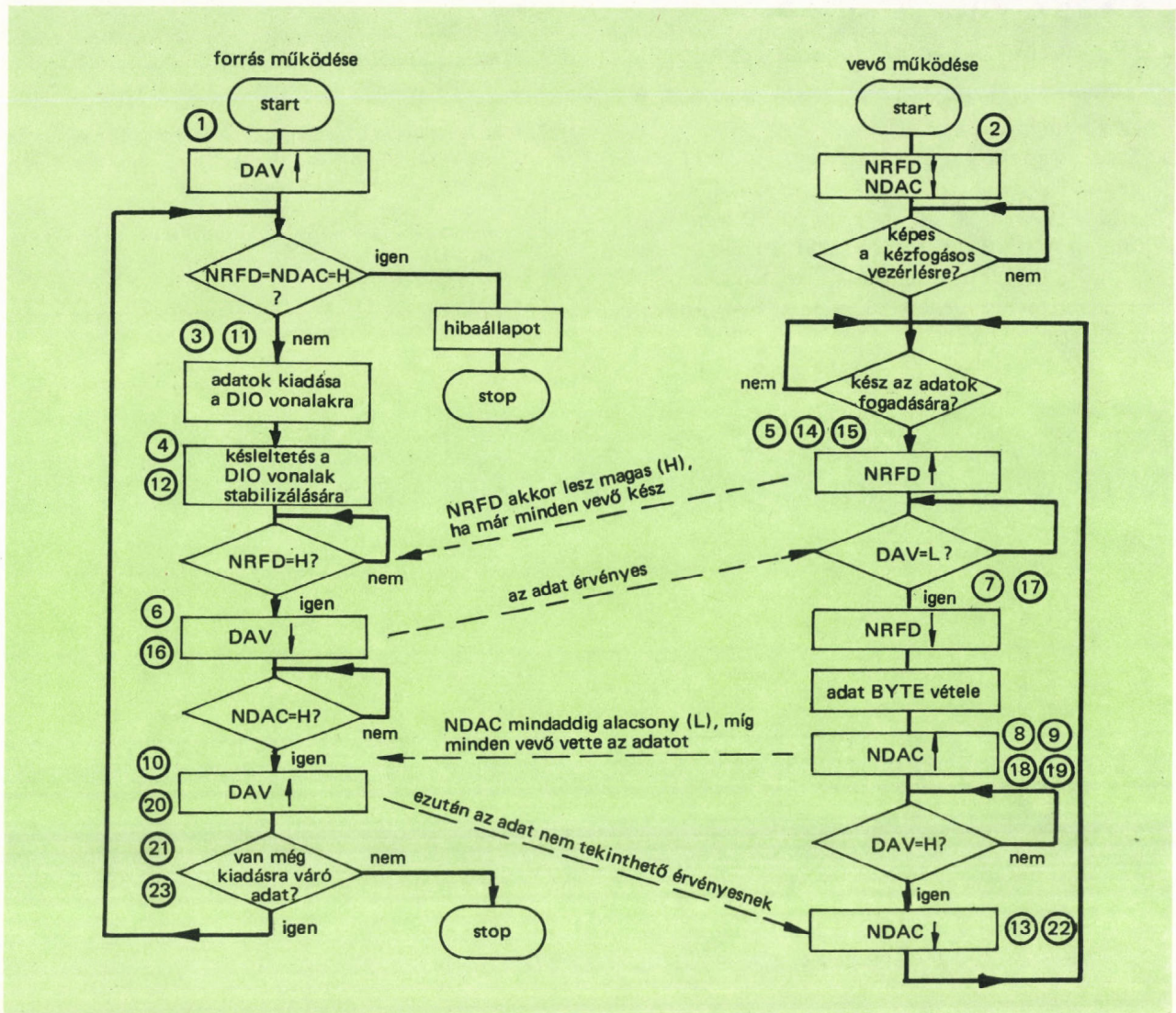
1. A forrás a kiindulási H állapotba állítja a DAV-t, ezzel jelzi, hogy az adat nem érvényes.
2. A vevők a kiindulási L állapotba állítják az NRFD és NDAC jeleket.
3. A forrás ellenőrzi NRFD és NDAC L szintjét, majd a DIO vonalakra adja az adat-byte-ot.
4. A forrás késleltet, hogy lehetővé tegye a DIO vonalon az adatok stabilizálódását.



7. ábra. Az adatátvitelt vezérlő sín jelvezetékeinek csatlakoztatása a szabad kollektorú meghajtókhöz



8. ábra. A kézfogásos adatátviteli ciklus időztetésviszonyai



9. ábra. Az adatátviteli ciklus állapotábrája

5. A vevők mind jelezték, hogy készen állnak az adat-byte fogadására (NRFD vonal H szintre került).
6. A forrás az NRFD vonal H szintjének érzékelése után a DAV vezetékre L szintet ad, jelezve ezzel, hogy az adat stabilizálódott és érvényes.
7. Az első vevő beállítja az NRFD L állapotot annak jelzésére, hogy már nem kész, majd átveszi az adatot. A többi vevő hasonlóképpen cselekszik a saját működési sebességének megfelelően.
8. Az első vevő beállítja az NDAC H állapotot, annak jelzésére, hogy elfogadta az adatot (az NDAC jelvezetéken ekkor még L szint van a huzalozott-VAGY kapcsolat következtében).
9. Az utolsó vevő is elfogadta az adatot, ezzel az NDAC jelvezeték H szintre kerül.
10. A forrás NDAC H állapotát érzékelve megszünteti adat érvényes jelzést (DAV H szintre kerül).
11. A forrás új adat-byte-ot kapcsol a DIO vonalakra.
12. A forrás készletet, hogy lehetővé tegye a DIO vonalakon az adatok stabilizálódását.
13. A DAV H szintjét (10 pont) érzékelve a vevők a következő ciklusra felkészülve L szintre állítják az NDAC vonalat.
14. Az első vevő H állapottal jelzi, az NRFD vonalon, hogy kész a következő adat-byte fogadására (NRFD ekkor még L szinten marad).
15. Az utolsó vevő készenlétével egyidőben H szintre kerül az NRFD jelvezeték.
16. A forrás DAV L szintjével jelzi az adat érvényességét.
17. Az első vevő NRFD L állapottal jelzi az adatátvitel megkezdését.
18. Az első vevő H szinttel jelzi az NDAC vonalon, hogy elfogadta az adatot.
19. Az utolsó vevő is elfogadja az adatot, így az NDAC vonal is H szintre kerül.

20. A forrás DAV H szinttel jelzi az adat érvénytelenségét.
21. A forrás „leveszi” az adat-byte-ot a DIO vonalakról.
22. A vevők NDAC L szinttel felkészülnek a következő adat-byte fogadására.
23. A kézfogásos folyamat a kezdeti állapotba (1 pont) kerül.

Az időzítésábrán látható, hogy az NRFD és az NDAC jelek mindegyike összetett, több jelalakból áll. Ez abból ered, hogy a hallgatók különböző működési sebességük, ill. az adatátviteli úthosszak különbsége miatt nem egyszerre válaszolnak.

Irodalom

- [1] *Műszaki irányelvek*: MI 12049/1...5: Programozható elektronikus mérőkészülékek. Magyar Szabványügyi Hivatal. 1976...1979.
- [2] Interface system for programmable measuring apparatus, byte-serial, bit-parallel; IEC, Technical Committee No 66: Electronic Measuring Equipment, June 1975.
- [3] IEEE Standard 488-1975, „Digital interface for programmable instrumentation”, The IEEE, Inc., New York, Apr. 1975.
- [4] *Loughry, D.C.-Allen, M.S.*: IEEE Standard 488 and Microprocessor Synergism, Proceedings of the IEEE, VOL.66. No.2, February 1978., 162...178 p.

Véletlen jelek méréstechnikája (III. rész). Alkalmazási példák

BUCSY GYÖRGY

Sorozatunk utolsó részében néhány jellegzetes alkalmazási példát mutatunk be a sztochasztikus méréstechnika sokoldalúságára. Így szabályozó egységek dinamikus tulajdonságait, zajos körülmények között végzett méréseket, akusztikai és rezgésmérési alkalmazásokat mutatunk be. A kevésbé ismert alkalmazások közül kiemeltük a biológiai jelek mérési módszereinek jellegzetes kérdéseit az EEG vizsgálatokon keresztül.

Д. Бучи: Техника измерения случайных сигналов, III-й раздел: Примеры применения

V utolsó részünkben нашего выпуска показывается несколько характерных примеров многостороннего использования стохастической техники измерения. Представляются динамические свойства регулирующих единиц, измерения, проведенные при шумной среде, а также способы применения измерения акустики и колебаний. Среди менее известных способов применения подчеркиваются характерные вопросы метода измерения биологических сигналов через ЭЭГ.

Gy. Bucsy: On the Measurement of Stochastic Signals. Part III: Typical Applications

This last article of the series is concerned with the practice of measuring stochastic signals. Dynamic tests on control elements, measurements in noisy environments, acoustical test methods and vibration test applications are described. Less typical applications like the measurement of biological signals are illustrated with the example of electro-encephalography.

MŰSZERÜGYI ÉS MÉRÉSTECHNIKAI KÖZLEMÉNYEK
1980. 28. szám 29–40 p.

A méréstechnikai gyakorlatban legtöbbször nem kívánjuk a mérendő mennyiség, vagy folyamat valamennyi paraméterét meghatározni. Például ha egy generátor jelét mérjük meg, ez többnyire csak a frekvencia és az amplitudó mérésére korlátozódik, nem határozzuk meg a jelalakot (ezt a generátor felépítése, specifikációja szerint elfogadjuk), torzítást, fázishelyzetet, stb. Ugyanígy más mérések esetén is csak egy-egy *számunkra fontosnak* ítélt jellemzőt mérünk, a többi ismertnek feltételezzük, vagy hatásukat a mérési eredményünkre elhanyagolhatónak tekintjük. A véletlen jelek mérésekor is ezt a gondolatot követjük. Nem kívánjuk a vizsgált folyamatot pontról pontra, minden paraméterét meghatározva leírni, megelégszünk bizonyos *jellemző* értékek (pl. az alapjellemzők: átlagérték, négyzetes középérték, autokorrelációs függvény stb.) meghatározásával. Ez egyszerűsíti a méréstechnikus munkáját – igaz, sok információ elvész. Akkor miért alkalmazzuk mégis ezt a technikát? – Mert a gyakorlatban mindennaposak azok a mérendő jelek, amelyeket korrekt matematikai formában nem tudunk leírni, így determinisztikus jelként történő kezelése nem lehetséges. Más esetben létezik ugyan determinisztikus leírás, de ez olyan bonyolult összefüggéseket tartalmaz olyan sok paraméterrel, hogy a determinisztikus tárgyalásmóddal járó többletmunka nincs arányban a kapott eredménnyel. Ezért sokszor megelégszünk a sztochasztikus leírás adta statisztikai jellemzőkkel történő jel-leírással.

Így elképzelhető, hogy szinuszos, vagy akár négyzet-jelek mérésekor is ezt a módszert választjuk (pedig ezek igazán determinált lefolyású jelek), ugyanis csak a folyamat valamely statisztikai jellemzőjét akarjuk mérni. Az előző részekből kitűnt, hogy ez a vizsgálat nincs tekintettel a jelalakra, ezért az ilyen méréseknél kikerülhetők a korrekciós tényezőkkel történő mérési eredmény-átszámítások (csúcstényező, formatényező, stb.), amelyek egyébként feltételezik a jelalak ismeretét. Ez pedig csak egy előzetes méréssel vizsgálható meg. A determinált jelalak, ill. időfüggvény tulajdonképpen idealizált, speciális esete a mindennapi gyakorlatban előforduló jeleknek. Például zaj nélkül a valódi mérések sajnos el sem képzelhetők.

Már az eddigiekből is látható, hogy egymástól eléggé távol eső jeltípusok, rendszerek is mérhetők ugyanazokkal a sztochasztikus módszerekkel, és ha e jelek fizikai eredeteit is figyelembe vesszük, az alkalmazások végelát-

hatatlan sora következhetne. Itt néhány jellemző mérési alkalmazást vázolunk csak fel, gondolatébresztő szándékkal. A bemutatott példák megfelelő analógiák keresésével más esetekre is alkalmazhatók.

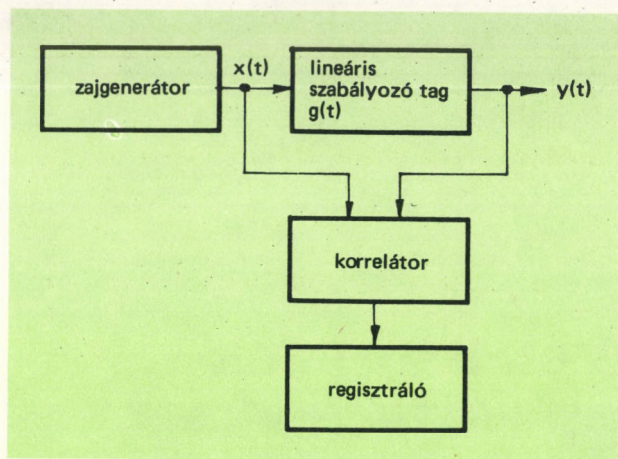
1. Szabályozó egység súlyfüggvényének meghatározása

Folyamatszabályozó rendszerek egységei dinamikus viselkedésének ismerete rendkívül fontos, az egész rendszer irányíthatóságának elemzéséhez és méretezéséhez. Gyakori probléma a valóságos rendszerek mérésekor, hogy a méréshez szükséges speciális gerjesztést nem tudjuk előállítani, vagy a mérendő egység nem képes azt átvenni. Például egy olajkazan késleltetési ideje mérhető lenne, ha impulzusszerűen fűtenénk be, ettől azonban a kazán esetleg felrobbanna, a mérésnek pedig nem ez a célja. Hasonló nehézségekbe ütközik egy víztároló rendszer vizsgálata, erre ugrásszerű bemenetijelel szintén nem lehetséges adni. Az ilyen, és ezekhez hasonló esetekben a következő megfontolásokkal élhetünk:

Feltételezzük a mérendő egységről, hogy *idővariáns* és *lineáris*, legalábbis a munkatartományban (ez legtöbbször teljesül), és a hálózat $g(t)$ súlyfüggvénnyel jellemezhető. A hálózat bemenetére (bemeneteire) érkező jeleket (vezérlést) véletlen jelekként kezeljük, azaz nem írjuk elő annak időbeli lefutását stb. Tulajdonképpen a legjobb mérőjelet magából a valódi vezérlésből nyerhetjük, ez a tényleges munkatartományban vezérli a szabályozó egységet. Ha csak szimulált vezérlést alkalmazhatunk, akkor a mérendő egységhez képest szélessávú zajgenerátort kapcsolunk a bemenetre, az 1. ábra szerint. Itt arra kell ügyelni, hogy a generátor jele ne vezérelje túl a mérendő egyetlen részegységét sem. A bemenő és kimenő jelek közötti kereszt-korreláció függvényt időtartományban a következő *konvolúciós integrál* adja meg:

$$R_{XY}(\tau) = \int_{-\infty}^{\infty} g(t)R_{XX}(\tau-t)dt \quad (38)$$

Ez pedig a bemenőjel (vezérlés) autokorrelációs függvé-



1. ábra. Szabályozó tag súlyfüggvényének mérése korrelációs technikával, zajgerjesztéssel.

nyének és a mért rendszer súlyfüggvényének a konvolúciója. Mivel $g(t)$ állandónak tekinthető (a rendszer invariáns), a vezérlés pedig szélessávú (fehér) zaj, az integrálkifejezés egyszerűsödik:

$$R_{XY}(\tau) = 2 \cdot \pi \cdot S \int_{-\infty}^{\infty} g(t) \cdot \delta(t-\tau) dt \quad (39)$$

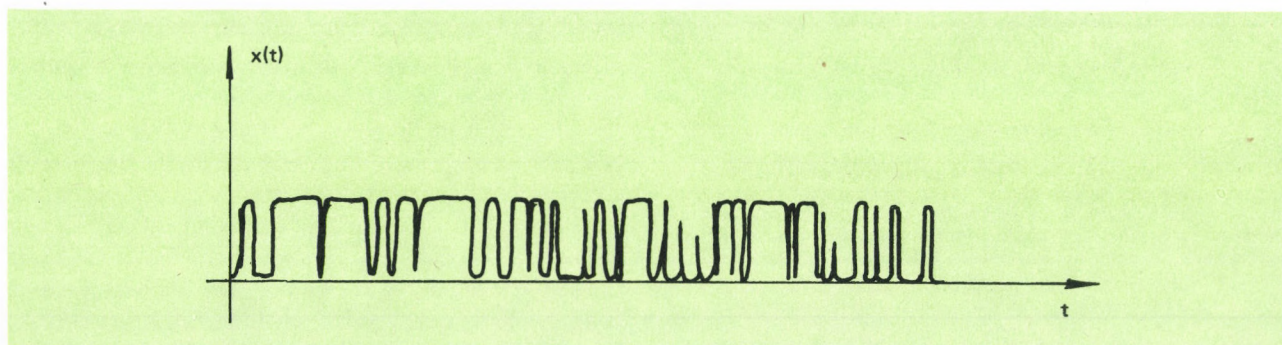
ahol S a fehérzaj teljesítménye (állandó), δ pedig a Dirac-delta. Az előzetes megkötések tükrében ez az integrálegyenlet már könnyen megoldható:

$$R_{XY}(\tau) = 2\pi Sg(\tau) \quad (40)$$

amiből látható, hogy a keresztkorreláció-függvény mérésével meghatározható a rendszer súlyfüggvénye:

$$g(\tau) = \frac{R_{XY}(\tau)}{2\pi S} \quad (41)$$

A mért függvény és a keresett $g(t)$ között konstans arányossági tényező tesz különbséget, ez a gerjesztés teljesítményét normálja.



2. ábra. Bináris véletlen jel időfüggvénye

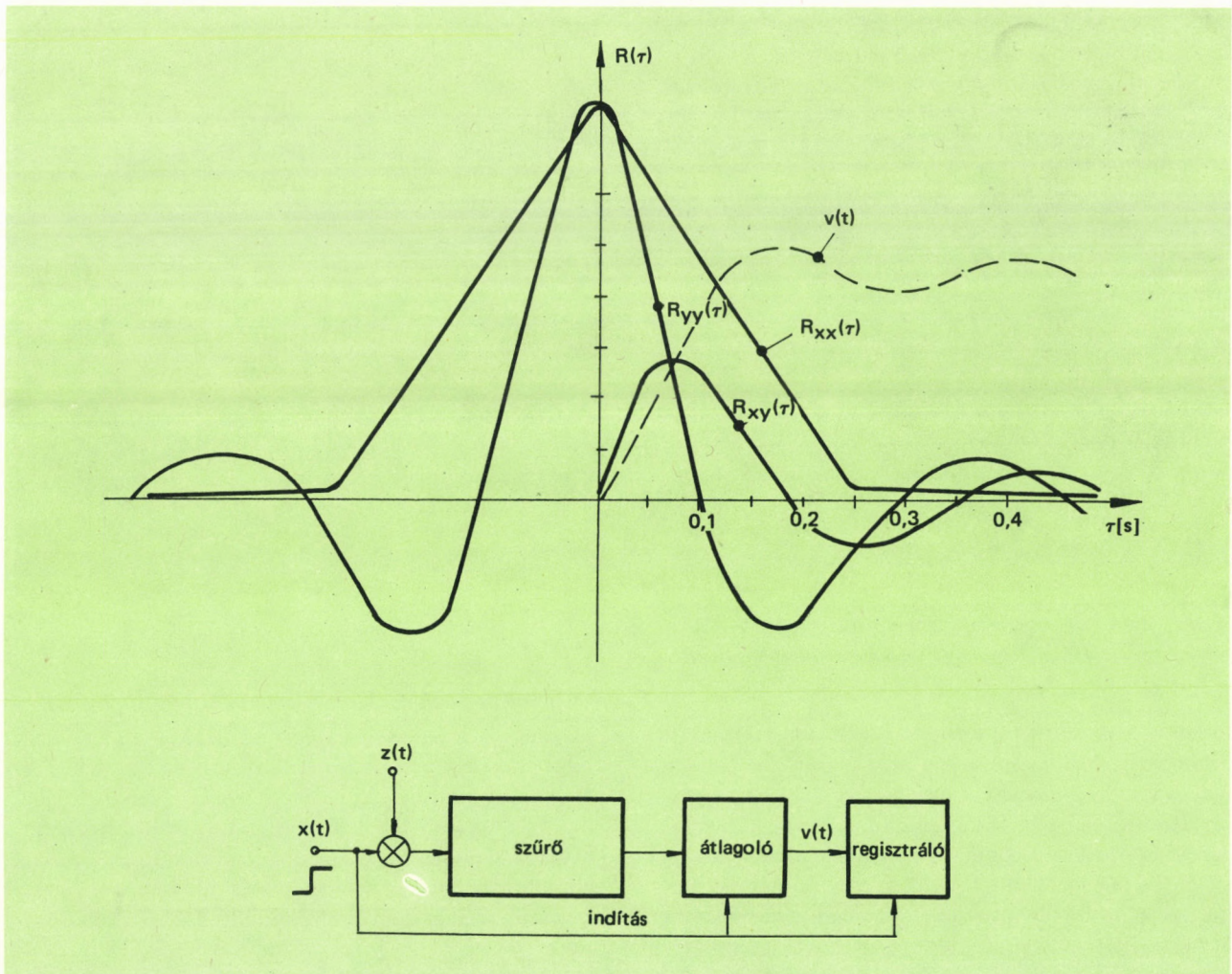
Tekintsük az 1. ábra mérési elrendezését. Az ismeretlen átviteli tulajdonságokkal rendelkező rendszer bemenetére a 2. ábrán látható zaj jellegű gerjesztést csatlakoztunk (bináris véletlen zaj). Előzetesen meggyőződöttünk arról, hogy ennek sávszélessége sokkal nagyobb, mint amekkora a vizsgált rendszerre várható.

A mérés eredményét a 3. ábrán látható regisztrátumokból értékeljük. Itt kirajzoltattuk a bemeneti és kimeneti jelek autokorreláció-függvényeit is. Ezekon látható, hogy a gerjesztés valóban szélessávú négyzetjellel volt (R_{XX} háromszög alakú, nem tartalmaz periodikus szakaszt és az origó körül gyors lefutású). A regisztrátumban ennek az időléptékezését megnyújtottuk, itt egy osztás 1 ms-ot jelent (50-szeres nyújtás). A kimeneti jel autokorrelációs függvényéből leolvasható (R_{YY}), hogy a sávszélesség jelentősen csökkent, tehát a szabályozó integráló jellegű. R_{XY} -ből már számszerűen is megállapíthatjuk a főbb jellemzőket. E két utóbbi regisztrátum időléptékezése 50 ms/osztás. A regisztrátumok alapján megállapíthatjuk, hogy a szabályozó egység statikus át-

viteli tényezője (erősítése) egységnyi, ugyanis a $\tau = 0$ helyen x és y jelek autokorrelációs függvénye (jelek effektív értéke) megegyezik. A $g(t)$ súlyfüggvénnyel arányos R_{XY} görbéből a rendszer időállandója, csillapítási tényezője, átviteli függvénye egyszerű számításokkal meghatározható (ez utóbbi pl. a súlyfüggvény integrálja). Ezek szerint a mért egység időállandója 60 ms, csillapítási tényezője pedig 0,3. Ezzel a méréssel lényegében kiküszöböltük az ugrásjel, ill. Dirac impulzus alkalmazását, a szabályozó jellemző dinamikus paramétereit mégis meghatároztuk.

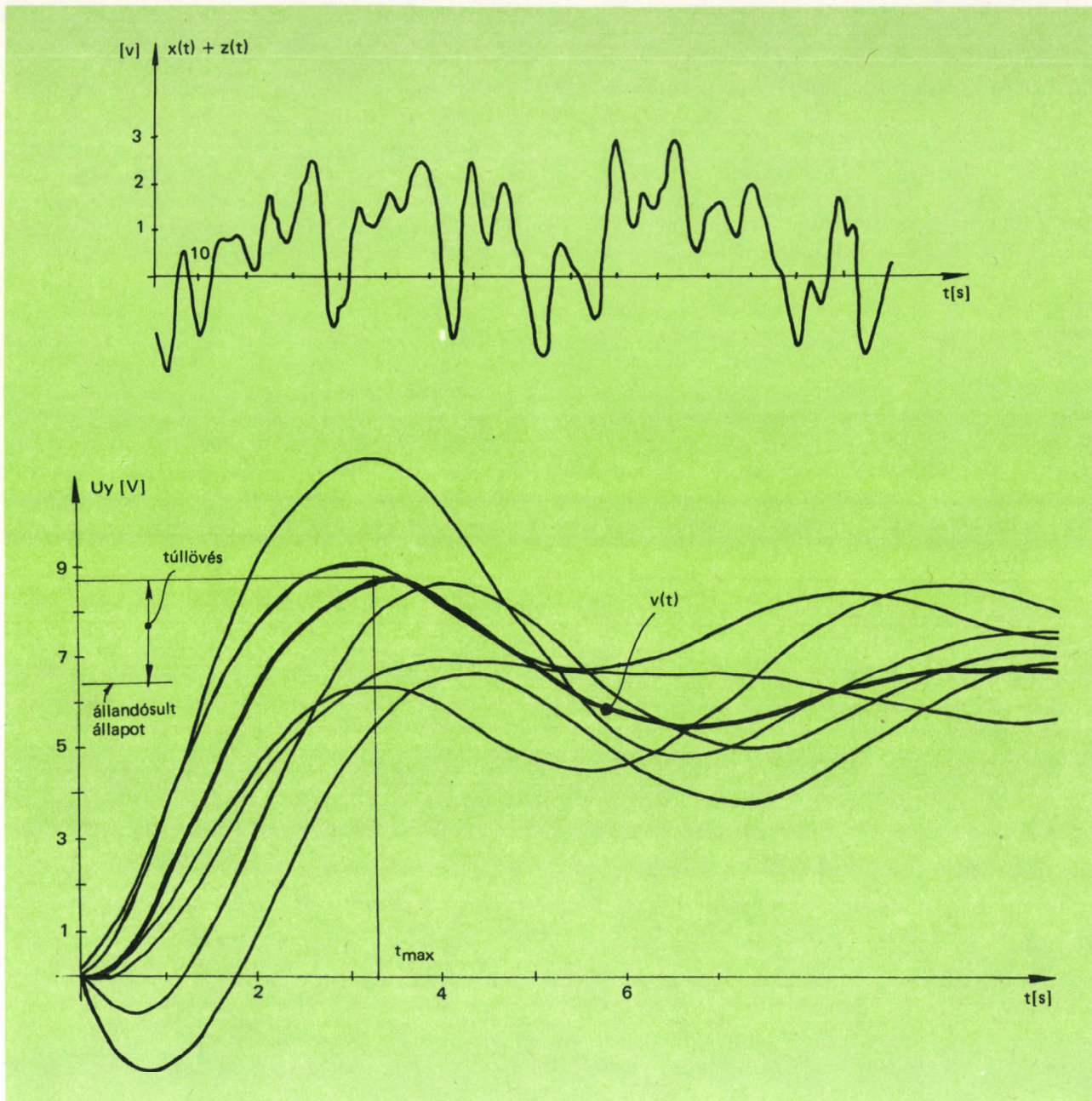
2. Szűrő átviteli függvényének $-v(t)$ – mérése zajos körülmények között

Az előző méréshez hasonló a probléma, amikor vizsgált hálózat bemenetén, vagy magában a hálózatban zaj keveredik a hasznos (pl. mérő) jelhez. A következő példánkban ilyen esetet mutatunk be. A mérés modellje a 4. áb-



3. ábra. A vizsgált hálózatot jellemző korreláció-függvények (fent)

4. ábra. Szűrő átviteli függvényének mérési elrendezése zajos környezetben (lent)



5. ábra. Zajos négyszögjel-sorozat időfüggvénye (fent)

6. ábra. Szűrő átviteli függvénye több mérés átlagából (lent)

rán látható. A szűrő bemenetére kerülő zajjal terhelt jel időtartománybeli képét az 5. ábra mutatja. A zajszint olyan nagy, hogy a vezérlő négyszögjel alakját erről a regisztrátumról fel sem lehet ismerni. A szűrő kimenetén szintén értékelésre alkalmatlan, minden méréskor más-más görbe regisztrálható. Célunk az átviteli függvény mérése, ezért több mérési eredmény átlagát képezzük (várható érték, μ) minden időpillanatban. Ezzel a zaj hatása elnyomható, ugyanis ennek átlagértéke feltételezésünk szerint zérus, és lineáris hálózatot feltételezve a zajgerjesztés nem hoz létre állandó összetevőt a kimeneten. A

hat ismételt mérés során nyert válaszfüggvényt és ezek átlagát mutatja a 6. ábra. Az átlagfüggvény kiértékelésével az előző pontban leírt méréshez hasonlóan itt is meghatározhatók a hálózat lényegesebb (kívülről hozzáférhető) paraméterei. Ezek szerint a mért szűrő kéttárolós aluláteresztő típusú, időállandója és csillapítása a válaszjel maximumának helyéből, és a túllövés mértékéből számítva: $T = 0,97$ s, $\xi = 0,28$, erősítés: $A = 3,2$.

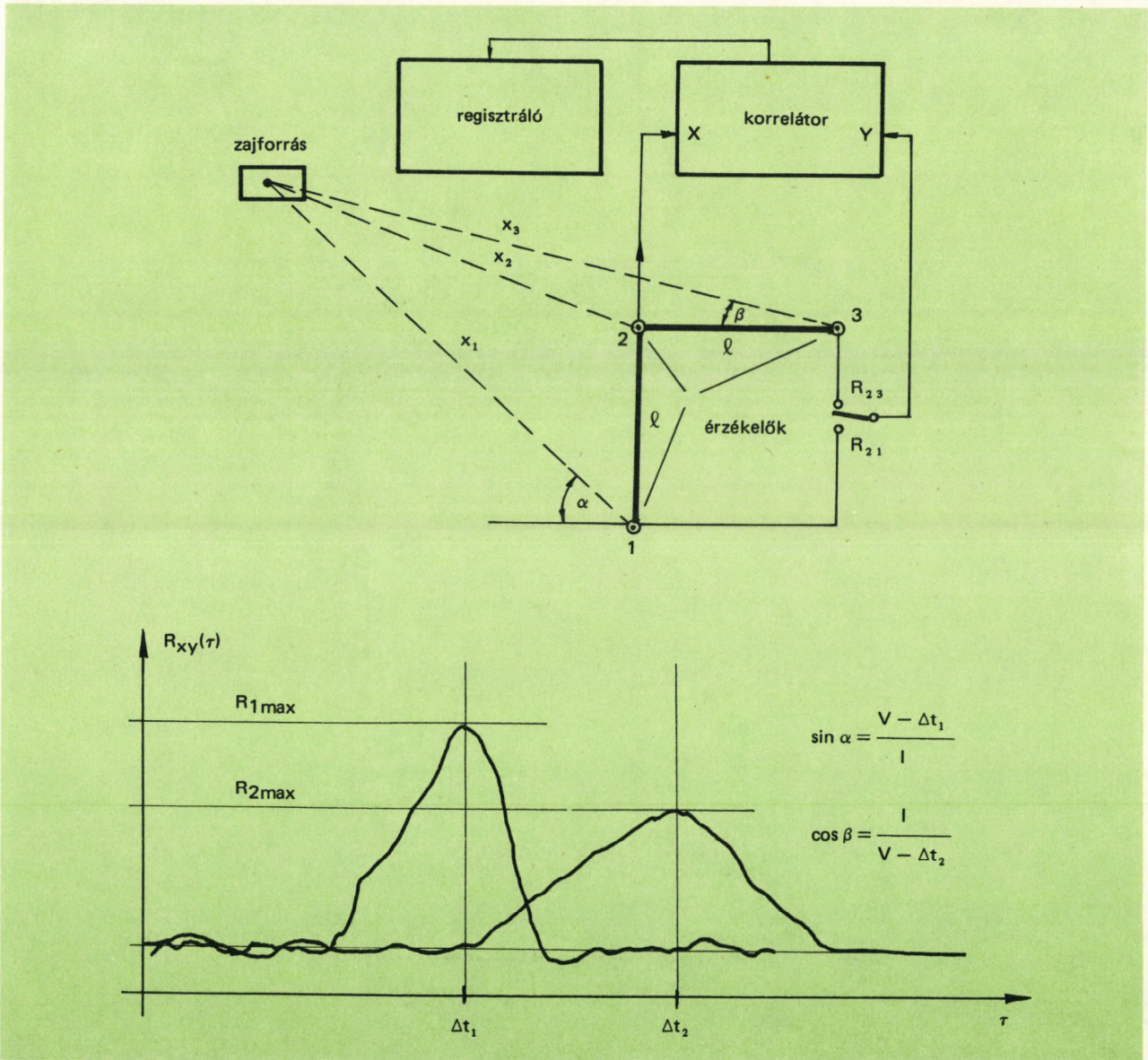
A fent bemutatott módszerek jelentősége elsősorban a modellezés és szimuláció területén nagy, amit az eddig bemutatott ábrák is bizonyítanak.

3. Zajforrás helyének meghatározása

A korrelációs függvények fizikai jelentése szerint felhasználhatjuk bizonyos jelek oksági kapcsolatainak vizsgálatára, sőt a normált korrelációs tényezővel megadhatjuk a kapcsolat szorosságát is. Ennek legegyszerűbb mérési módja, ha a két vizsgált jel keresztkorrelációját képezzük, és ezt elemezzük. A függvény kiemelkedő csúcsai bizonyos τ pontokban a kapcsolat erősödését jelentik, míg a zérus közelében lévő szakaszok, vagy a negatív részek arról adnak felvilágosítást, hogy a két jel között nincs oksági kapcsolat. Ezt a függvénytulajdonságot először a radartechnikában alkalmazták távolság és sebesség mérésekre, ma már mérés technikai alkalmazása is általános.

Egy ilyen könnyen áttekinthető feladatot ábrázol a 7. ábra. Egy műhelyben egymással összekapcsolva több gépegyység üzemel egyszerre. Valamelyik azonban túl nagy akusztikus zajt kelt, amely a dolgozókra ártalmas lehet. A feladat ennek az egységnek a pontos behatárolása, majd a zaj csökkentése. Az ábrán látható geometriai elrendezésben elhelyezünk három rezgésérzékelőt (mikrofont). Az ezekről elvezetett jeleknek páronként képezzük a keresztkorreláció függvényét, és ezek csúcstekeinek mérésével (a késleltetési idő meghatározásával) számítható a zajforrás és az érzékelők közötti távolság, ill. a zajforrás iránya (8. ábra):

$$\Delta t_1 = \frac{x_1 - x_2}{v} \quad \Delta t_2 = \frac{x_3 - x_2}{v}$$



7. ábra. Zajforrás helyének meghatározására szolgáló mérési összedíltítés (fent)

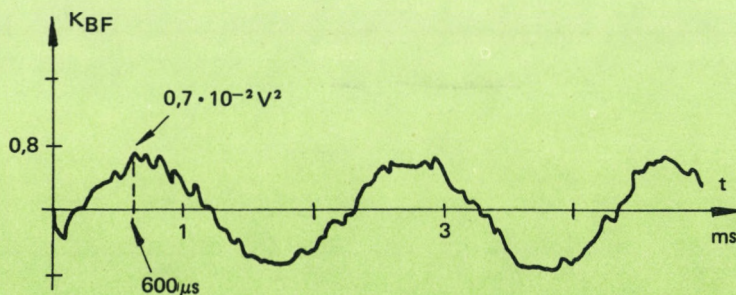
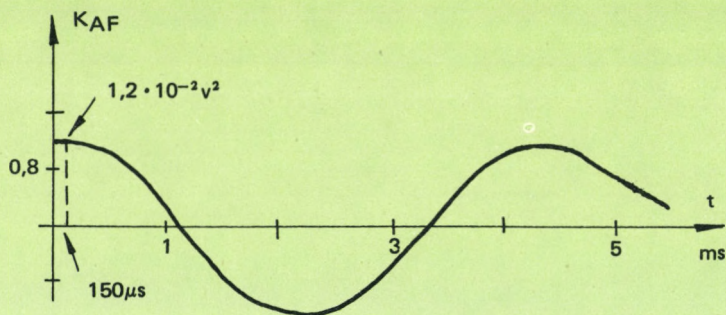
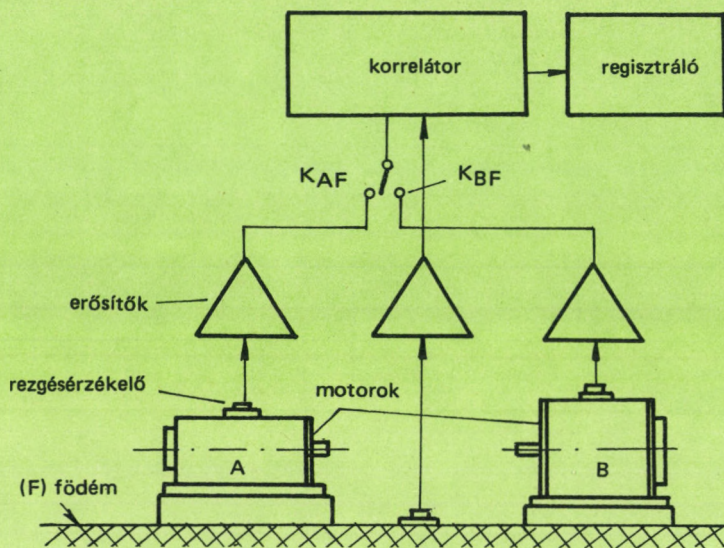
8. ábra. Az érzékelőkről elvezetett jelekből képzett keresztkorreláció-függvények regisztrátuma (lent)

ahol v a hang (rezgés) terjedési sebessége, $x_1 \dots x_3$ a zajforrás és az érzékelők közötti távolság.

A mérési elrendezést célszerű úgy kialakítani, hogy minden irányra kellően érzékeny legyen és az irányszög meghatározása lehetőleg egyszerű trigonometriai számításokkal történjék. Az ábrán vázolt elrendezés megfelel ezeknek a követelményeknek, ezért ezt sok helyen alkalmazzák. A részletes számításra itt nem térünk ki, csak az

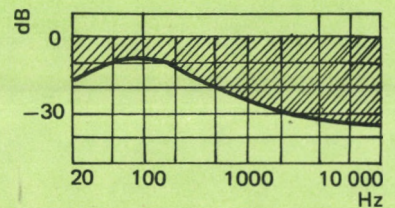
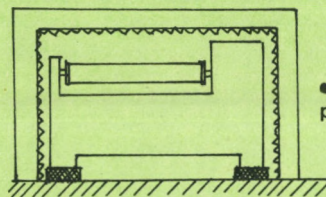
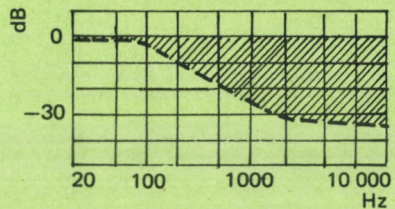
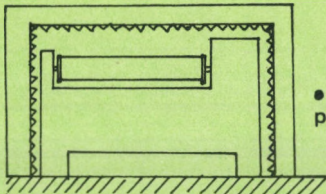
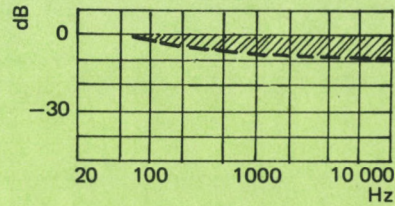
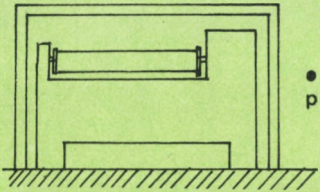
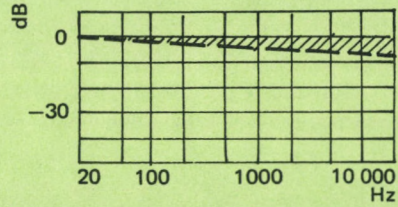
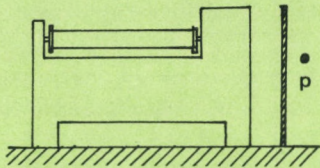
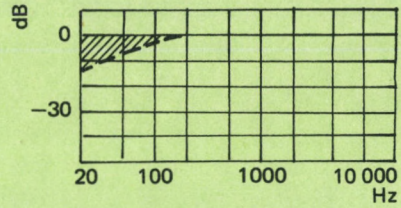
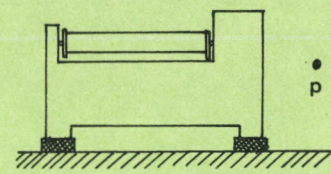
eredményt tüntettük fel az ábrán. Ügyes léptékezéssel elérhető, hogy a korrelációfüggvényen mért késleltetés közvetlenül az irányszög szinuszát, ill. koszinuszát adja.

A mérés elve átvihető más feladatra is, így ezzel a módszerrel végezhető ultrahangos anyagvizsgálat, rétegvastagságmérés, anyagvastagságmérés, sűrűségmérés, kábelek áthallási helyeinek meghatározása, nagynyomású csővezetékek hibahelyeinek megkeresése, stb.



9. ábra. Forgó gépek talpzat-csillapításának mérése (fent)

10. ábra. Az A és a B motor rezgéseinek földemmel vett korrelogramjai (lent)



11. ábra. Zajcsökkentő megoldások és ezek hatása a zajspektrumra

4. Rezgés mérés forgó gépeken

Gyakran kevés a fő zajforrás előző módon leírt behatárolása, a cél általában az ilyen zajforrások kiküszöbölése, vagy legalábbis hatásuk csökkentése. Ez két különböző feladatot jelent. Egyrészt csökkenteni kell a levegőben szétterjedő zajt, másrészt csillapítani kell a gépek talapzatán keresztül a födémnek átadott mechanikai rezgések amplitudóját. Ez utóbbi esetben érdemes megvizsgálni, hogy melyik gép okoz egyáltalán számottevő rezgést a födémbe. Egy ilyen ellenőrző mérést mutat a 9. ábra. A mérési elrendezés és metodika érzéketlen az épület egyéb rezgéseire. A rezgésérzékelőket két egymás mellett lévő motor házára, ill. a padlóra helyezük el. Az

előzetes mérések során az A jelű motorra helyezett érzékelőn 190 mV effektív értékű feszültség, míg a B-re helyeztetten 1 V nagyságú jelent meg. Ebből arra következtettünk, hogy a fő zajforrás a B jelű gép. Meglepő tehát a két normált keresztkorrelogram által nyert eredmény (10. ábra), mely szerint az A motor az épületrezgés 63%-ért felelős, míg a B csak 37% káros zajt kelt. Ezt a korrelációfüggvények maximum értékeiből állapíthatjuk meg. Az is látható, hogy a meglévő csillapító talapzatok késleltetési ideje nagyon különböző, az A motoré csak 150 μ s, míg a B-é 600 μ s. Ez is mutatja, hogy a hiba az A motor rossz talpcsillapításában keresendő. Ennek kicserélésével, vagy módosításával az épület káros rezgése jelentősen csökkenthető.

Az előzőekben említett akusztikusan lesugárzott zajt is csökkenteni kell, kérdés, hogy milyen megoldás vezet eredményre. Többféle zajcsillapító megoldás lehetséges, de mindegyik hatása más és más, azt kell eldönteni, adott esetben melyik a leghatásosabb. Zajcsillapítók hatásos alkalmazásához fontos ismerni a zaj frekvenciaspektrumát, azaz meghatározni azokat a frekvenciatartományokat, ahol a káros rezgés teljesítménye dominál. A különböző tipikus akusztikai védelmeket és ezek csillapító hatását mutatja a 11. ábra.

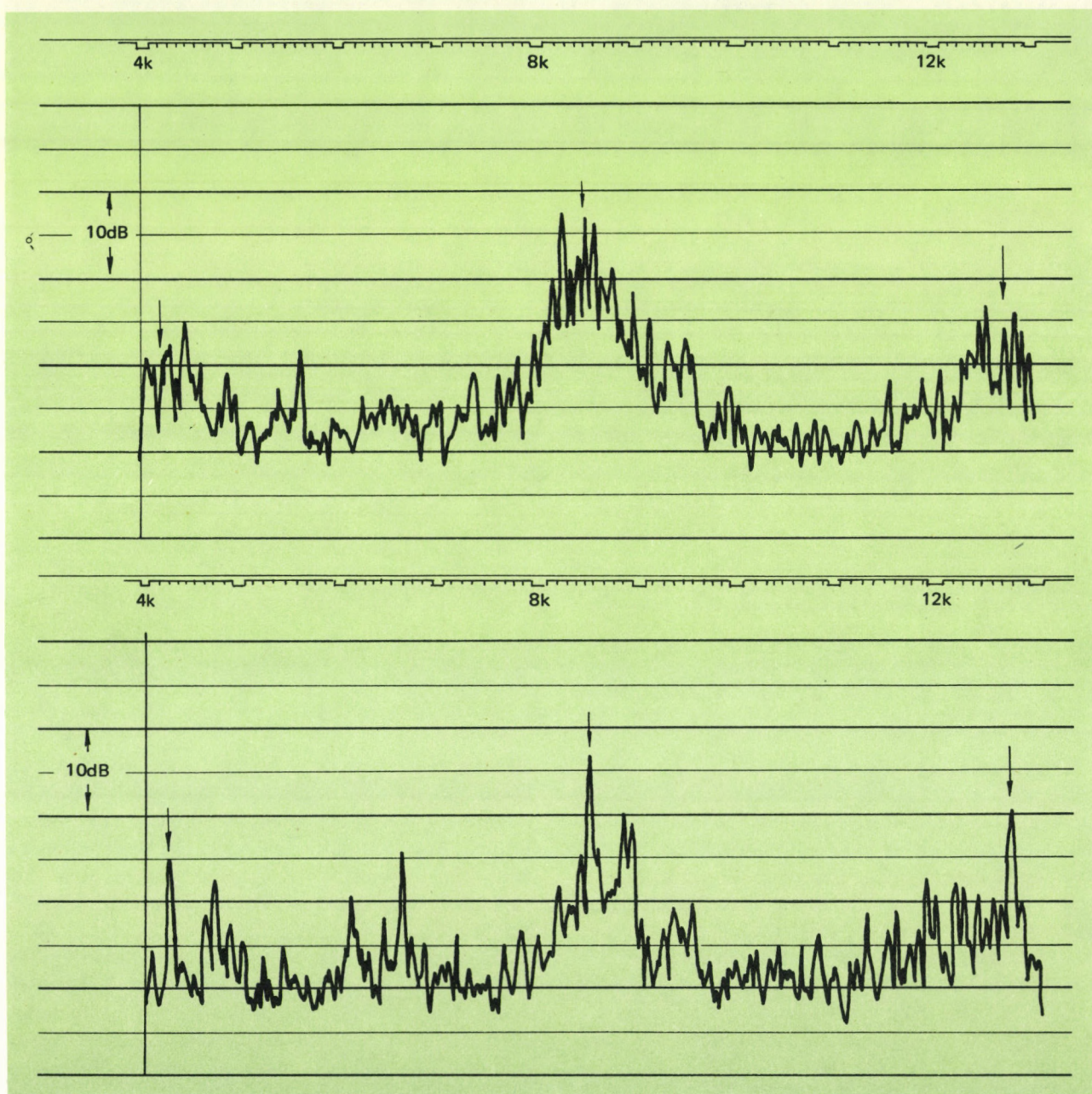
A mérés tehát itt elsősorban a zaj teljesítménysűrűség-spektrumának meghatározását jelenti. Ennek ismeretében (egy ilyen spektrum látható a 12. ábrán) méretezhe-

tő a csillapító. Hatása az ábra alsó regisztrátumán érzékelhető.

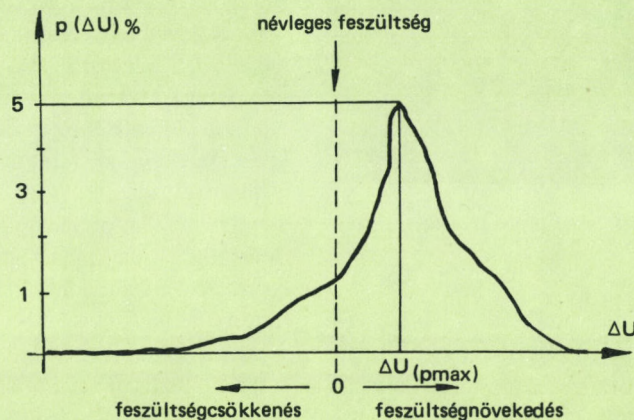
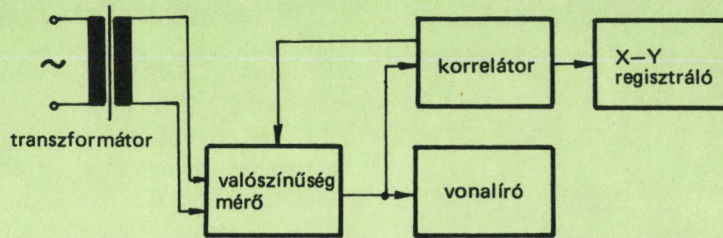
Akusztikus és rezgésmérési feladatok számtalan variációja és egyedi esete lehetséges, ezekről úgy gondoljuk ez a néhány példa elegendő, bővebbet a szakirodalomból méríthet az olvasó.

5. Hálózati feszültség effektív értékének valószínűség sűrűségfüggvény mérése

Minden nagyteljesítményű berendezés erősen terheli a villamos hálózatot nagy áramfelvételével, így ezek üze-



12. ábra. Tipikus zajspektrum beavatkozás előtt és után



13. ábra. Hálózati feszültség valószínűségi sűrűségfüggvényének mérési elrendezése (fent)

14. ábra. A hálózati feszültség effektív értékének valószínűségi sűrűségfüggvénye egy óra időtartamú mérés alapján (lent)

melésekor a vezetékek véges ellenállása miatt lecsökken a kapocsfeszültség. Más esetben pedig az induktív jellegű fogyasztók feszültségugrásokat, zavarokat hoznak létre ugyanitt. A villamos energiát létrehozó erőművek teljesítménye is ingadozó, így a névleges értéktől adott valószínűséggel eltérhet a hálózati feszültség, pozitív és negatív irányban egyaránt. Ez az ingadozás megzavarhatja az érzékenyebb berendezések (pl. műszerek) működését, ezért érdemes megvizsgálni, milyen valószínűséggel tér el valójában a kapocsfeszültség a névleges (220 V) értéktől? A műszerekbe beépített zavarűző és stabilizáló áramköröket ez alapján lehet méretezni, ugyanis meghatározható a várható ingadozás mértéke.

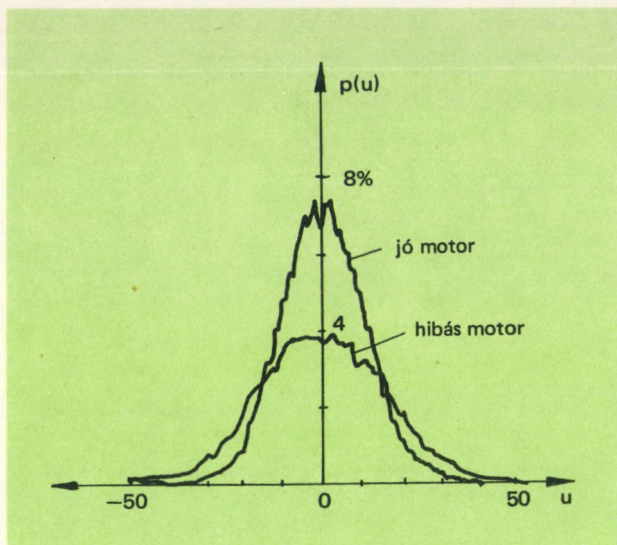
A mérési elrendezést a 13. ábra mutatja. A hálózati feszültség egy elválasztó transzformátoron keresztül (ez illeszti a jelet a műszer bemeneti fokozatához) egy valószínűségi sűrűség-függvény mérő műszerre kerül. Ennek mérési elvét a cikksorozat előző része 2 d) szakaszában tárgyaltuk, itt nem részletezzük. A 14. ábrán látható diagram egy 60 min-es mérés eredménye. Erről leolvasható, hogy kb 5% valószínűséggel nagyobb a hálózati feszültség értéke a névlegesnél. Ez valamilyen környezetben levő zavarforrás jelenlétére hívja fel a figyelmet. Az ideális hálózaton ezzel a méréssel csak egy 100% értékig felnyúló impulzust kapnánk a névleges értéknél, a görbe értéke a többi pontban zérus lenne.

Ugyanez a mérési elv alkalmazható a precíz (pl. filmkamera) kismotorok gyártási ellenőrzésére is. Az ideális motor forgási frekvenciája állandó, a csapágyak nem keltenek rezgést. A valóságban ezt csak közelíthetjük, de az ideálistól való eltérésnek határt szabhatunk egy adott szinten. A mérés a motor zajának rezgésérzékelőn történő elvezetésével történik. Az így nyert feszültség valószínűségi sűrűség-függvénye felvilágosítást ad a működés stabilitásáról, egyenletességéről, zajáról. Két ilyen motorról készített diagramot mutat a 15. ábra. Ha a névleges amplitúdóhoz tartozó előfordulási valószínűséget 4%-nál állapítjuk meg, mint elfogadható értéket, az egyik motor selejtnek minősíthető. Hasonló határt szabhatunk a regisztrátum szórására is.

6. Biológiai jelek értékelése

Közismert, hogy az élettani folyamatokat igen kis értékű (mikrovolt...millivolt nagyságrendű) biofeszültségek kísérik. Ezek vizsgálata sok tekintetben segíti a kutatót az egyes biológiai funkciók megismerésében, a gyógyzatban pedig közvetlenül felhasználható diagnosztikai célokra pl. szívbetegedések esetén.

E jelek mérése két szempontból ütközik nehézségbe: egyrészt nagyon nagy zajszinttel regisztrálhatók (kis jel-



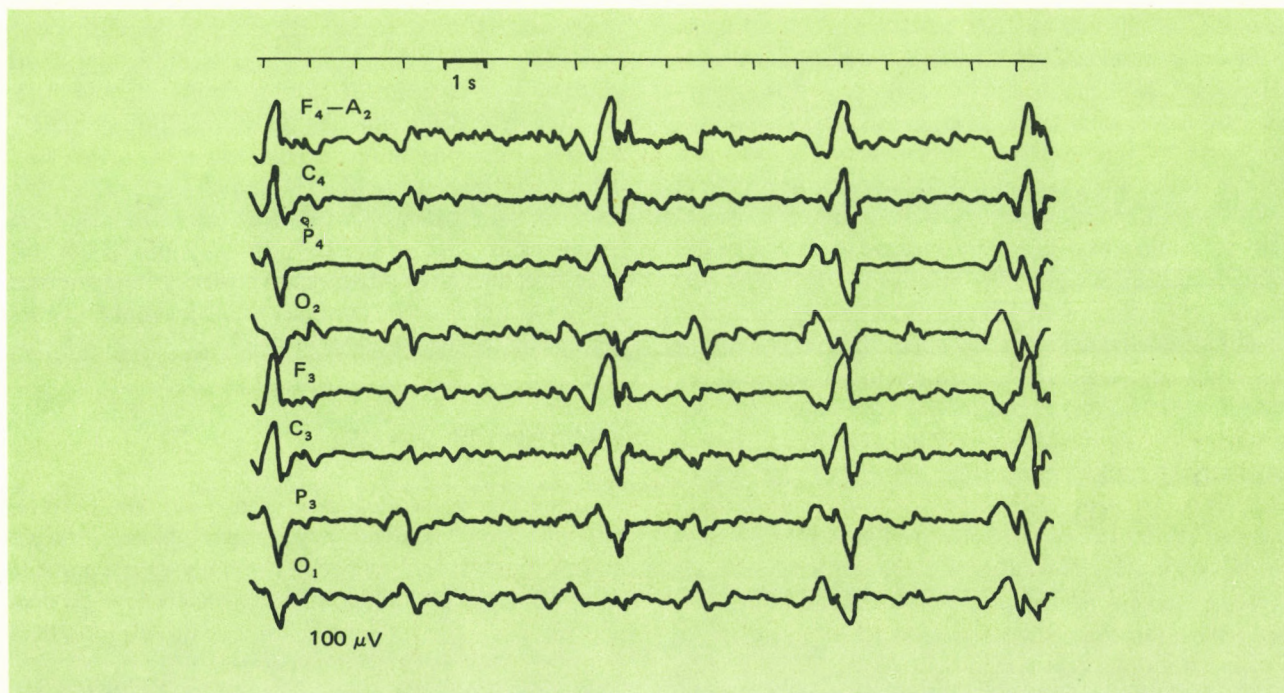
15. ábra. Motorok zajának valószínűségi sűrűségfüggvényei, minősítési célokra

szint, nagy generátorimpedancia), másrészt a jelek is, és maga az élő szervezet is állandóan változik. Ezért a jelek időtartománybeli vizsgálata csak néhány speciális esetben vezet eredményre (pl. ilyen az EKG-vizsgálat), a behatóbb analízishez ez soha nem elegendő. Kézenfekvő tehát a *sztochasztikus jelekre* kidolgozott mérésmélet és mérés technika alkalmazása itt is. Ezzel kiküszöböljük a nemkívánatos jelek – zajok – hatásait, és a vizsgált szervezetről néhány fontos statisztikai jellemzőt állapíthatunk meg, amely lehetőséget ad a működés jobb megis-

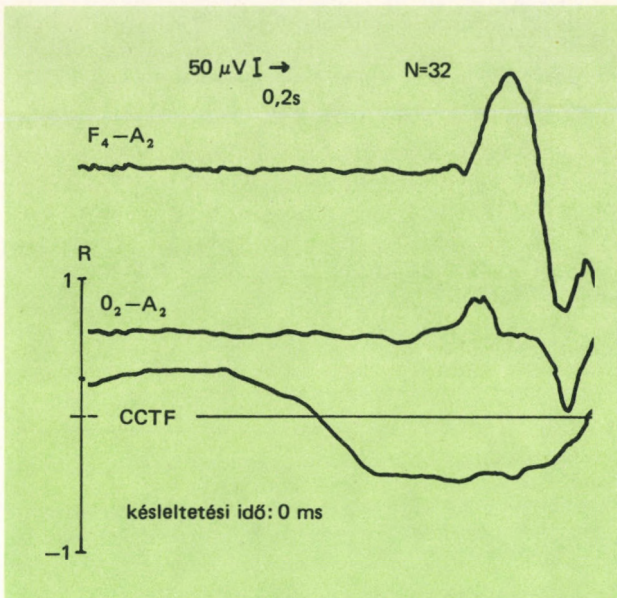
merésére, bizonyos törvényszerűségek, kapcsolatok felfedezésére, és az egészséges, ill. beteg működés elválasztására.

Példáinkat az *agyi elektromos tevékenység* vizsgálati módszereiből (EEG) vettük, ahol az elvezetett jelek közvetlen regisztrálásával szinte egyáltalán nem értékelhetők, továbbá egy érzékelő jele semmit nem mond a vizsgált személy állapotáról. Egyszerre 8–16 jelet kell vizsgálni, ezek egymáshoz való viszonya, okozati kapcsolatuk ad felvilágosítást az egyes agyterületek működéséről. Ezt demonstrálja a 16. ábrán látható regisztrátum, amely 8 érzékelő jelét mutatja azonos időintervallumban. Azokban az időszakaszokban, ahol nagy amplitudójú lassabb lefutási jelszakaszok láthatók, az előzetes tapasztalatok szerint rendellenes működés zajlik le.

Látható az is, hogy az O_1 és O_2 jelzésű elvezetésekről nyert jelekben ilyen rendellenesség nem észlelhető. Ez figyelmeztet arra, hogy az ilyen idődiagramok nem adnak megbízható információt minden esetben. A kiértékelés történhet frekvencia tartománybeli elemzéssel, vagy korrelációs technikával. Most ez utóbbi módszerre mutatunk példát. Az előbb említett nyolc elvezetés jelei között oksági kapcsolatok vannak, amit a páronként képzett keresztkorrelogramok pozitív értéke tükrözhet. Az előző eset egy kiemelt szakaszára elvégezve a mérést, a 17. ábra alsó regisztrátumát kapjuk. Ebből érdekes következtetés vonható le: az időfüggvényen tapasztalható rendellenes működést mintegy 0,9–1 s-mal megelőzően meglazultak a kapcsolatok az egyes agyterületek között, tehát a ténylegesen rendellenes működés már előbb megkezdődött. Az elvezetett jelek nagyszintű potenciálinga-



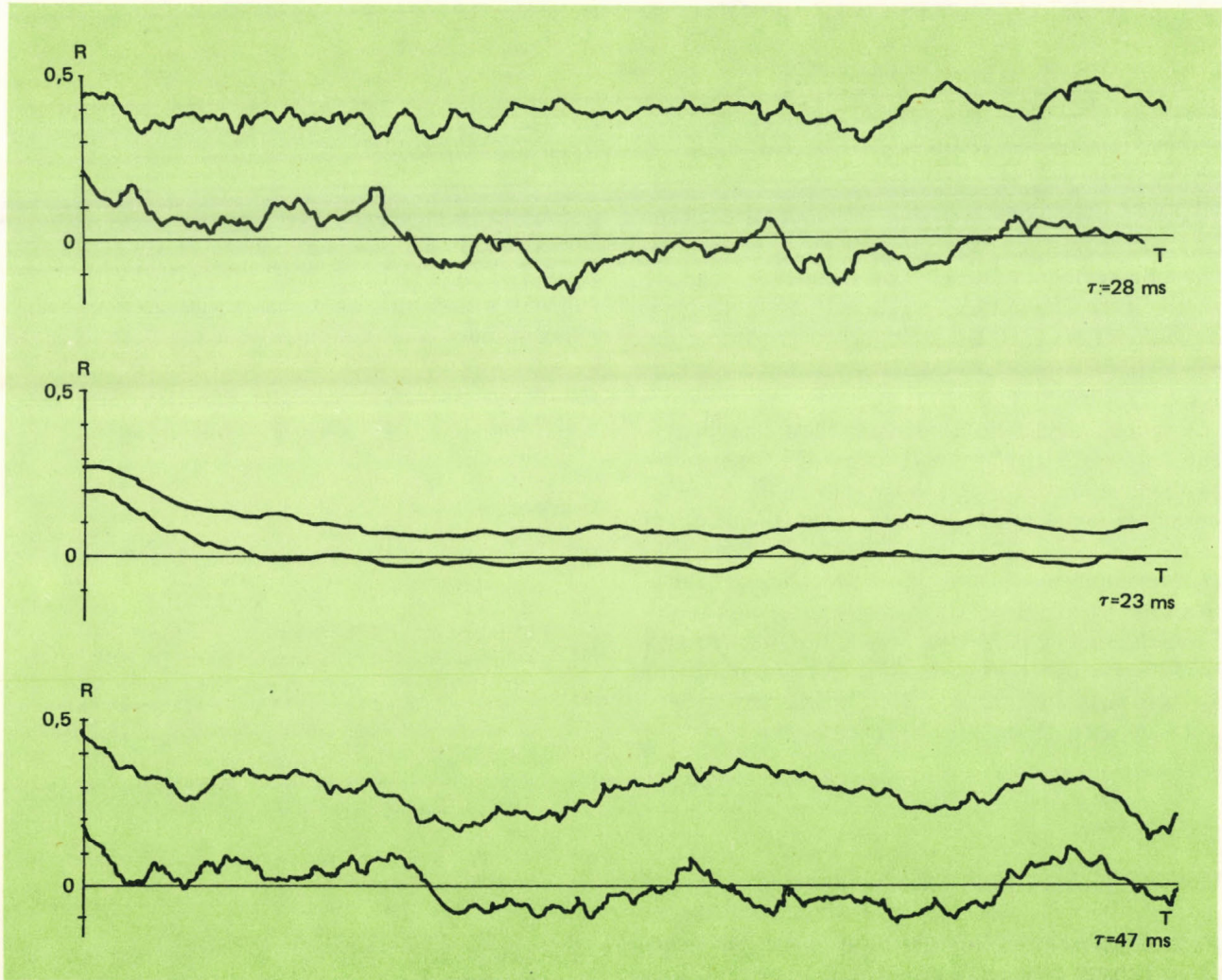
16. ábra. Tipikus 8 csatornás EEG regisztrátum (kóros)



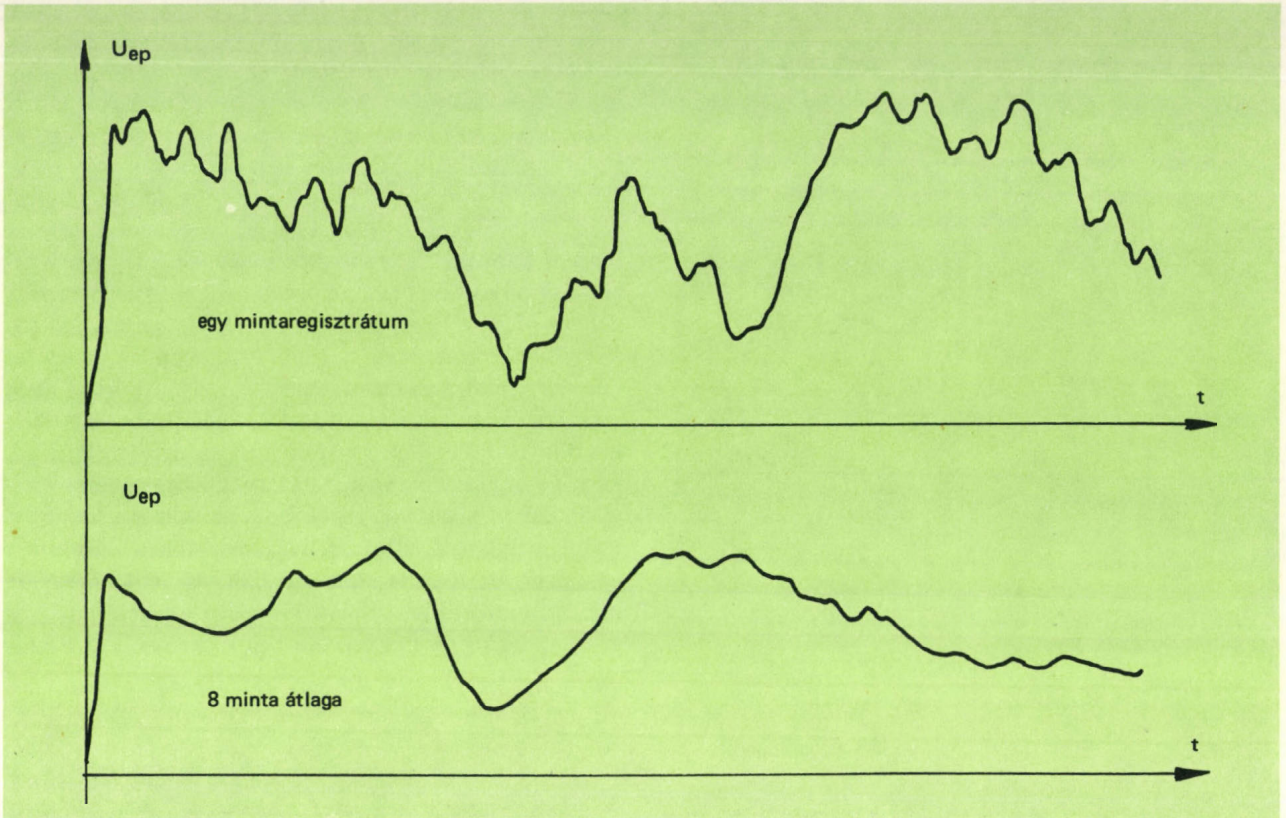
17. ábra. A kiemelt időszakok, és a hozzájuk rendelt kereszt-korrelációs függvény

dozásai csak másodlagos jelenségek, az igazi ok valamely más folyamat egyensúlyának (pl. vegyi) megbomlása lehetséges. Ebből láthatjuk, hogy csak az idődiagram alapján még az sem állapítható meg, mely szakaszok tartalmaznak a mérés szempontjából fontos információkat, és mely szakaszokat hagyhatunk el.

Hasonló kérdés vetődik fel a vizsgálat időtartamának meghatározásakor is. Az elméleti részben utaltunk rá, hogy a *sztochasztikus mérés technika* kizárólag *stacionárius* (sőt *ergodikus*) jelekre alkalmazható. Az élő szervezet azonban nem teljesíti ezt a feltételt, *statisztikai jellemzői változnak*. Meg kell tehát határozni, hogy bizonyos szintű ingadozást engedve, milyen hosszú ideig vizsgálható egy személy közel azonos paraméterekkel, meddig tekinthető stacionáriusnak az elvezetett jel? A kérdés két probléma vizsgálatát igényli: egy személy vizsgálatakor meg kell határozni, hogy az egyes agyterületek közül melyiknek változnak leggyorsabban a statisztikai jellemzői, ez fogja korlátozni a mérési időt; másrészt minden emberre nézve mások ezek az értékek, tehát ez az előzetes mérés minden esetben szükséges. Ezt tükrö-



18. ábra. Stacionaritás becslés hosszú idejű spontán agyi aktivitás vizsgálatával, autokorrelációs függvény állandóságának mérésével



19. ábra. Stimulált agyi aktivitás mérési módszerével rögzített kiváltott potenciál időfüggvények

zi a 18. ábra. Itt három vizsgált személy spontán EEG jelének *autokorrelációs függvénye* látható. Az összehasonlíthatóság kedvéért a függvényeket normáltuk, és az idő tengelyére transzponáltuk (τ változtatásával). Látható, hogy azonos stacionaritási szint mellett a második személyről háromszor olyan hosszú regisztrátum is készíthető, mint a másik kettőről.

A spontán agyi aktivitás mérése mellett a legelterjedtebb módszer a *kiváltott potenciálok* (EP) mérésének módszere. Ennek lényege, hogy a vizsgált személyt akusztikus, fény vagy mechanikus hatással stimulálják, és mérik az ingerre kialakuló agyi aktivitás változását, alakját, fázisviszonyait, idejét stb. Mivel a spontán agyi aktivitás szintje teljesen elfedi ezt a jelet, a mérés csak átlagolási módszerrel lehetséges. Ez analóg, vagy digitális átlagolóval egyaránt történhet, az elvet cikksorozatunk (II.) részében tárgyaltuk, itt egy ilyen átlagképzés eredményét érzékeltetjük csak, a 19. ábra segítségével.

Összefoglalás

Cikksorozatunkban rövid áttekintést adtunk a véletlen jelek mérés technikájáról, ezen belül a fontosabb elméleti összefüggésekről, a lényegesebb műszerek felépítéséről, és néhány alkalmazási lehetőségről beszéltünk. Számos kérdést csak vázlatosan érintettünk, másokról nem

is szóltunk. Ezekre a szakterület irodalmában megfelelő eligazításokat talál az olvasó. Célunk az volt, hogy egy sokrétű és egyre jobban terjedő mérés technikai területre felhívjuk a figyelmet. Fontosnak tartjuk azonban hangsúlyozni, hogy ennél a módszernél a körültekintő munka, azaz a mérési feladat világos megfogalmazása, a hibaszámítás, a lényeges paraméterek kiválasztása továbbra is döntő az elérhető eredmények szempontjából.

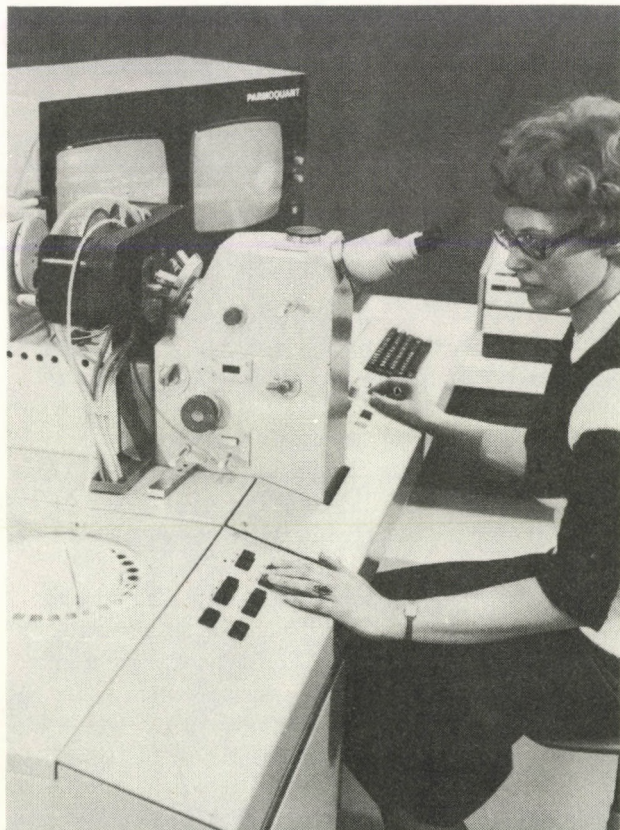
Irodalom

- [1] Wehrmann, W.: Korrelationstechnik, ein neuer Zweig der Betriebstechnik, Lexika Verl., 1977.
- [2] Osváth P. – Sztipánovits J.: Méréstechnika (jelanalízis) BME jegyzet. 1978. Budapest.
- [3] Schnell L. – Osváth P.: Villamos mérések III. BME jegyzet, 1974. Budapest.
- [4] Kolerus, J.: Grundlagen und Voraussetzungen der Korrelationstechnik; Messen+Prüfen/Automatik, 1978. September, 557...559 p.
- [5] Kolerus, J.: Neues verfahren zur Schadensdiagnose an Getrieben: Ceptrumanalyse, Die Maschine, 1978. 11...12 Heft.
- [6] Hassall, J.R. – Zaveri, K.: Acoustic Noise Measurements, Brüel-Kjaer Application, 1978.
- [7] Ellis, R.C.: Signal Averaging and Medical Applications, Medical Electronics and Data, 1976. March-April, 41...43 p.
- [8] Sciarretta, G.: Evoked Cortical Potentials, Recording Techniques. O.T.E. Biomedica, Firenze, 1977.

Összeállította: **BUCSY GYÖRGY** – Dr. **CSOCSÁN LÁSZLÓ** –
RADNAI RUDOLF – Dr. **SOLTI MIHÁLY**

Parmoquant 2, elektroforetikus mozgékonyagsvizsgáló mikroszkóp
VEB C. Zeiss Jena, NDK

A készüléket elsősorban biológiai alapkutatások céljára fejlesztették ki, különös tekintettel a különböző mozgó részecskék megfigyelésére és mozgékonyáguk automatizált kiértékelésére. A készülék az ember- és állatgyógyászatban, a biológiában, a cellulóziparban, a kolloidkémia-ban, oceanográfiában, valamint a környezetvédelmi kutatásoknál alkalmazható. Különleges alkalmazási területe a daganatdiagnózis. *Kézi, félautomatikus és automatikus üzemmódban* működtethető. Néhány jellemzője: egy részecske, vagy két kiválasztott minta mozgékonyasá-



1. ábra. A C. Zeiss Jena gym. Parmoquant 2 elektroforetikus mozgékonyagsvizsgáló mikroszkóp

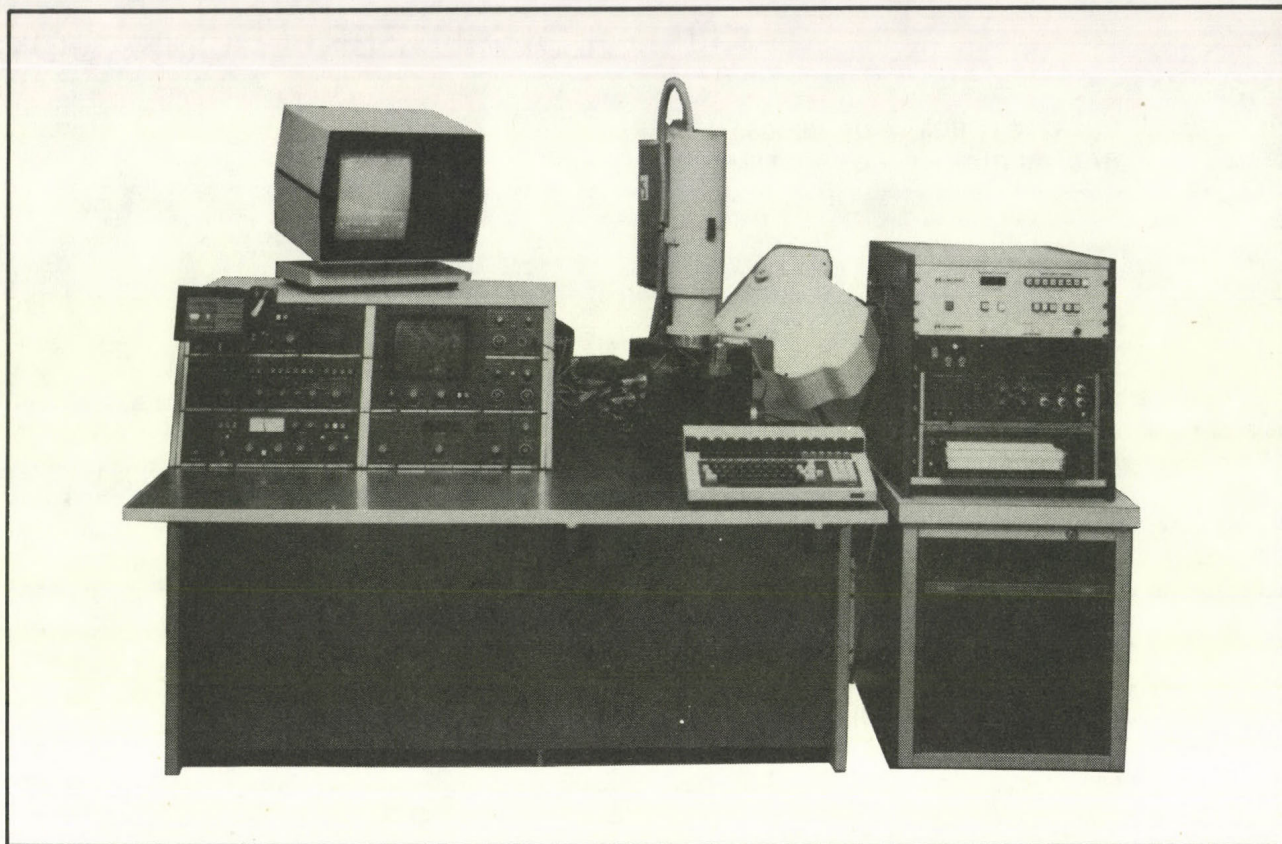
gának ismételhősége (reproducibility) 1,5%-on belül van. A minta hőmérséklete +10 °C...+39 °C között változhat. Vizsgálati sebessége automatikus üzemmódban 20 minta/h. Összehasonlítás céljára a vizsgálandó és a standard minták mérési eredményei kinyomtathatók.

A készülék működési elve az elektromosan töltött részecskék villamos térben történő elmozdulásán alapszik. A mérés különleges felépítésű küvetében, beállított hőmérsékleten és térerősség mellett történik. A részecskék mozgását binokuláris mikroszkóp látóterében, vagy egy monitor ernyőn figyelhetjük meg, *világos*, ill. *sötét látóterű*, vagy pedig *fáziskontraszt technikával*. A mozgás sebessége optoelektronikus képanalizáló rendszerrel is mérhető. A sebességből és a térerősségből a beépített mikroprocesszor minden egyes részecske mozgékonyágát kiszámítja. Automatikus üzemmódban *interaktív* kapcsolat van a kezelő és a műszer között (1. ábra).

Pásztázó (scanning) elektronmikroszkóp, SEM 501 B típus.

N.V. Philips Gloeilampenfabrieken,
Eindhoven, Hollandia

Az elektronmikroszkóp érdekessége, hogy rendkívül kis gyorsítófeszültségen működtetve is figyelemreméltó képminőséget és információt ad. A *gyorsítófeszültség* a sugárnyaláb menete vagy a Wehnelt-henger módosítása nélkül 1,8 kV ... 30 kV között változtatható. Az elérhető felbontás jobb mint 5 nm (50 Å), a sugárnyaláb áramerőssége 10^{-7} ... 10^{-12} A között van. Nagyítása 6x-os-tól 160.000x-esig terjed. Lencserendszere három fokozatú. Beépített tartozéka egy 360°-kal elforgatható nagypontosságú goniométer -15° ... $+90^{\circ}$ között excentrikusan dönthető. A minta maximális mérete 85 mm x 67 mm x 50 mm. Az elektronmikroszkóp többféle mérési üzemmódban használható: így hozzáilleszhetők *hullámhossz- és energiadiszperzív röntgenspektrometriás egységek pozitív csökkenési szöggel, anyagkontraszt és topográfiai kiértékelők félvezetős visszavezérléses elektron-detektorral, katódlumineszcenciás detektor, különleges tárgyasztalok félvezetők vizsgálatához, adatkijelző automatika stb.* (2. ábra).



2. ábra. Philips SEM 501 B típusú pásztázó (scanning) elektronmikroszkóp

Kettős széntartalom-mérő, LECO DC-12 típus.
Leco Corporation, St. Joseph, USA

Kifejezetten agrokémiai kutatások, ipari széntartalom-meghatározások céljaira tervezett készülék. Talajok, trágyafélék, mészkő vizsgálata során mind a „szerves” széntartalom, mind pedig az *össz-széntartalom* mérhető. Az elemzési időtartam kb. 4 min. A mintát indukciós kemencében oxigénben égetik el kb. 1000 °C-on vanádiumpentoxid katalizátorral, miközben a szén CO₂-vé alakul. Ennek mennyiségét hővezetőképességi detektor érzékeli és ezt követi a számjegyes kijelzés C%-ban. A készülék a „szerves” széntartalmat külön mintával határozza meg közel 600 °C-on történő elégetéssel. A kétféle széntartalom mérésének pontosításához standard mintákkal kalibrálnak. A „szerves” széntartalom a kétféle mérés különbségéből számítható. A készülék BCD kimenettel is el van látva, miniszámítógéphez csatlakoztatható. Méretei:

- 76 cm x 50 cm x 41 cm, súlya 66 kg (széntartalom-mérő);
- 148 cm x 41 cm x 69 cm, súlya 66 kg (indukciós kemence).

Teljesítményfelvétel: 1,0 kW, ill. 2,8 kW

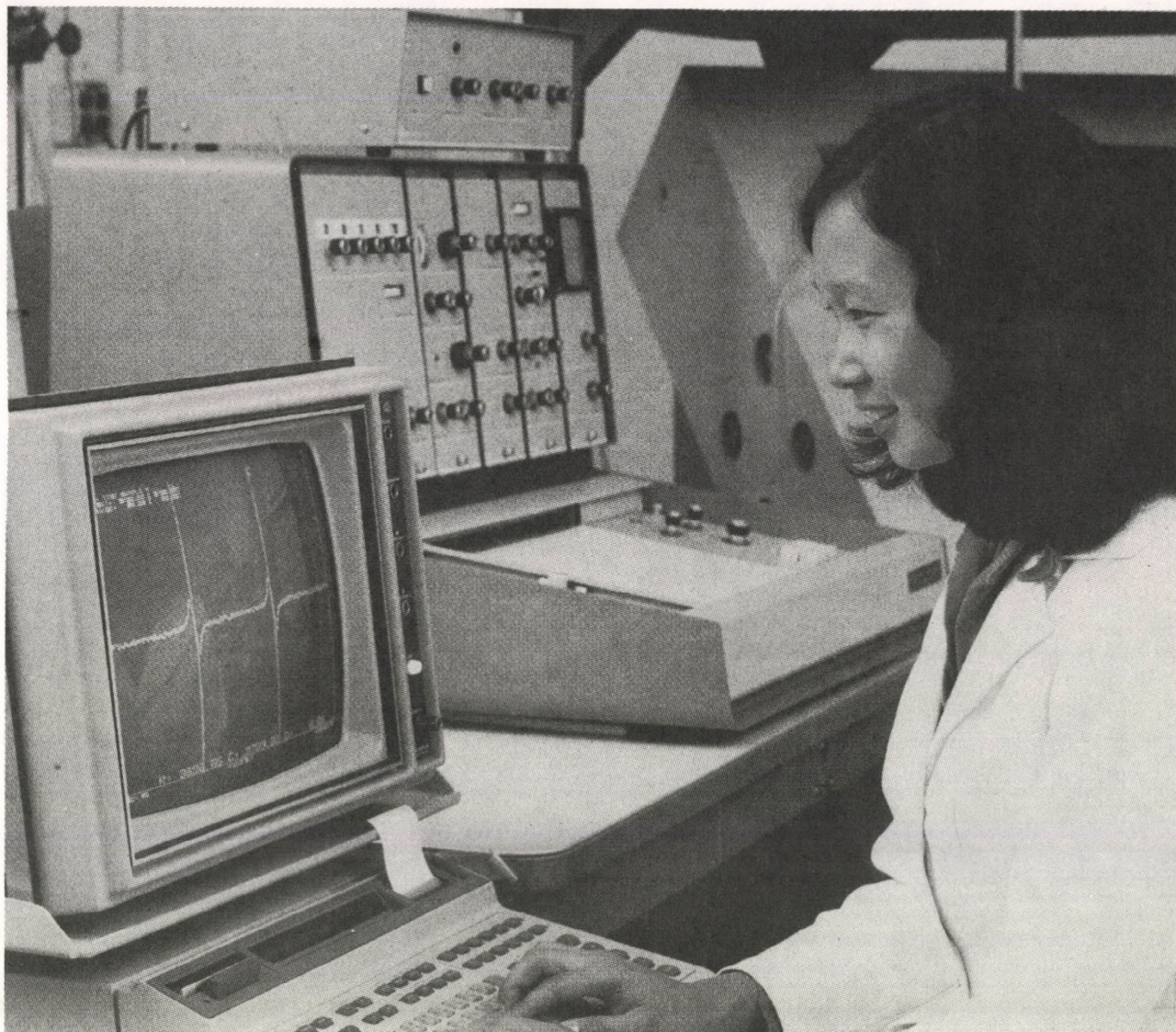
A készülékhez külön rendelhető elektronikus mérleg (EB-25 típusú), távnyomtatóíró és kiolvasó.

Új EPR adatfeldolgozó rendszer, E-935 típus.
Varian Associates, Inc., Palo Alto, USA

Ez a berendezés az E-900 típus korszerűsített változata. Ez az új EPR (elektron paramágneses rezonanciás) adatfeldolgozó rendszer a tudományos molekulaszervezet-kutatásban még nagyobb programozhatóságot, *bővebb tárolókapacitást*, nagyobb számítási sebességet nyújt. A berendezés adatfeldolgozó egysége egy HP-9835 programozható kiszámítógép. A készülék 4096 pontos spektrumok feldolgozását is lehetővé teszi, ez *kétszerese* az előző típus felbontóképességének. A programok terjedelme és változtathatósága is megnőtt. Az E-935 rendszer BASIC nyelvet használ, aminek előnyei közismertek. Rendelkezésre áll egy fordító program is, amely a HPL nyelven írt programokat BASIC-ra fordítja.

Az előbbi újítások, a software vonalán, a berendezést üzemeltetőnek gyors átfutású adatfeldolgozást biztosítanak: pl. külső indítást közel 100%-os hatásfokkal még a leggyorsabb 64 kHz-es adatfeldolgozás esetén is. Így pl. egy teljes adatsorozat megjelenítése 4 s-nál kisebb idő alatt történik, ami kétszer gyorsabb az előző típusénál.

Az E-935 típus könnyen csatlakoztatható bármely Varian gyártmányú *E sorozatú* spektrométerhez és a nemzetközileg egyre elfogadottabb HP-IB (IEC/IEEE 488) interface sínhez (3. ábra).



3. ábra. A Varian új E-935 adatfeldolgozó rendszere

**Automatikus folyadékszintillációs rendszer,
TRI-CARB 460C típus**

Packard Instrument CO., Inc., Downers Grove, USA

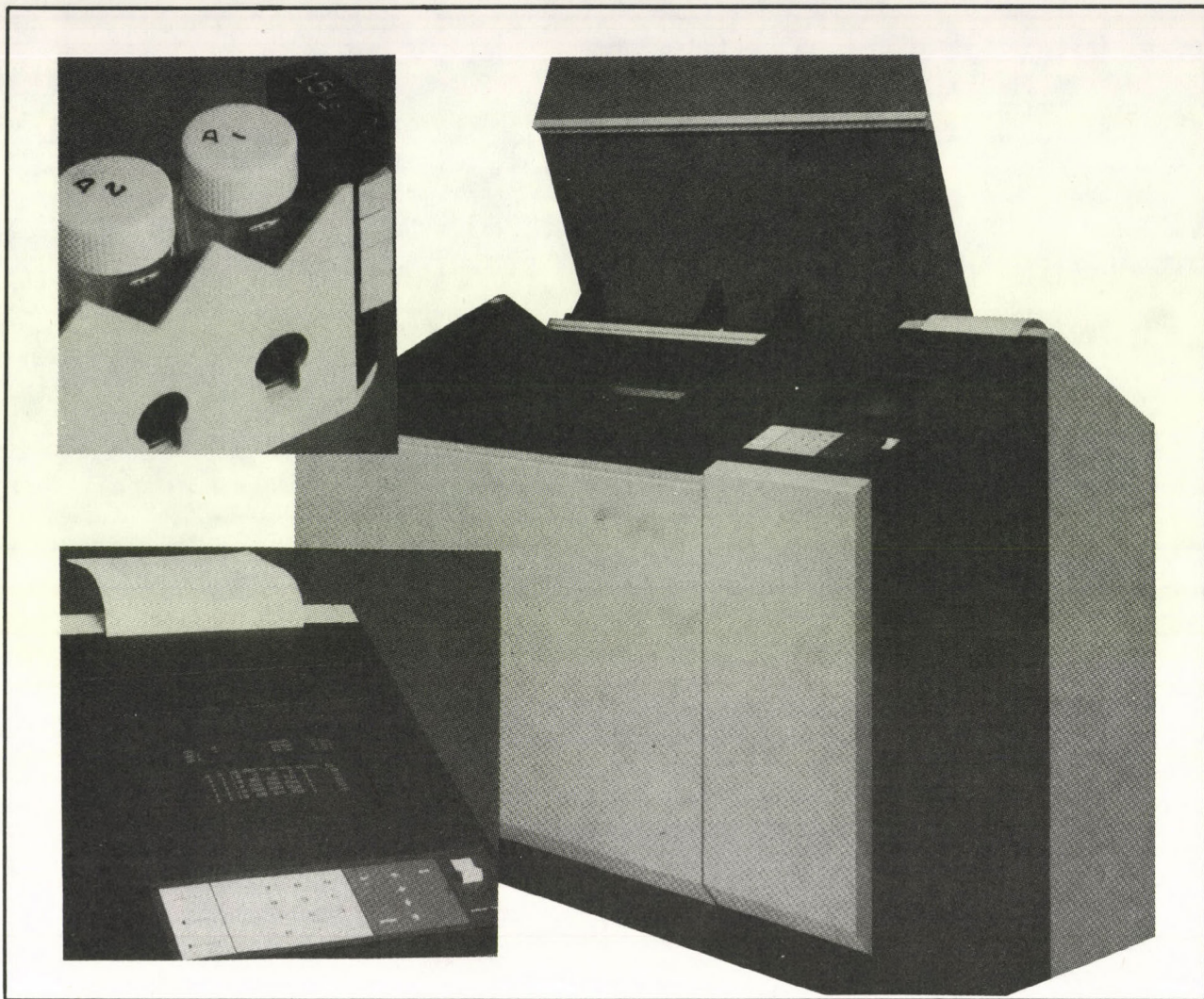
A cég korszerű folyadékszintillációs elemzői sorában ez az újdonság fokozott automatizáltságot valósít meg. A fontos spektrumadatokat egy *adatgyűjtő egység* („Spectralyzer”) gyűjti a mérések közben. A felhasználási terület a szokásos radioizotópos jelzésű mintákra (^3H , ^{14}C , ^{32}P), ill. a felhasználó által külön igényelt más izotópokkal történő vizsgálatokra terjed ki. A különféle mintákhoz szükséges optimális mérési feltételeket és átfutási időt az „Automatic Efficiency Control (AEC)” *beépített vezérlőegység* biztosítja. 15 különböző mérési program állítható be, így több felhasználó csoport dolgozhat egyidejűleg a készüléken. A kazettákban 10 minta helyezhető el. Maximális mintabefogadóképesség 460. A berendezés *display-t* és *nyomtató író-t* is tartalmaz, amelyen a

programszám, a köteg (batch) mintaszáma, a sugárzási időtartam, a cpm érték és a 2 szigma % jelenik meg az előzőleg beadott minták azonos értékeivel együtt. A minták kezelése *manuális* mintaváltóval is történhet (4. ábra).

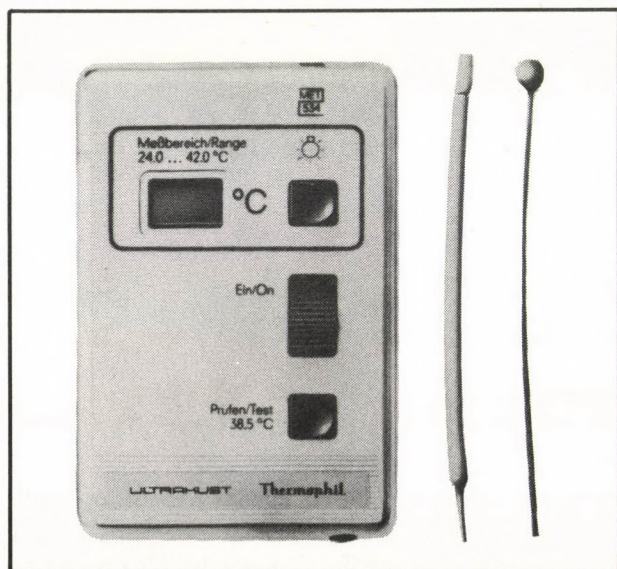
**Digitális kijelzésű lázmérő,
thermophil M 1010 típus**

*Ultrakust Gerätebau GmbH & Co.,
Ruhmannsfelden, NSZK*

A digitális kijelzésű hőmérsékletmérő gyógyászati célokra szolgál, méréstartomány $+24\text{ }^\circ\text{C}$... $+42\text{ }^\circ\text{C}$. Félvezető érzékelője könnyen kezelhető, válaszadási ideje 1 min-en belül van. A beépített teleppel 10 h üzemidő biztosítható, a készüléknek hálózati töltője is van. Szabványos és



4. ábra. Packard TRI-CARB 460C automatizált folyadékszintillációs rendszer



5. ábra. Ultrakust thermophil M 1010 digitális lázmérő és érzékelői

bőrfelületi érzékelővel szállítják. A készüléket az NSZK mérésügyi hivatala: a PTB hitelesíti.

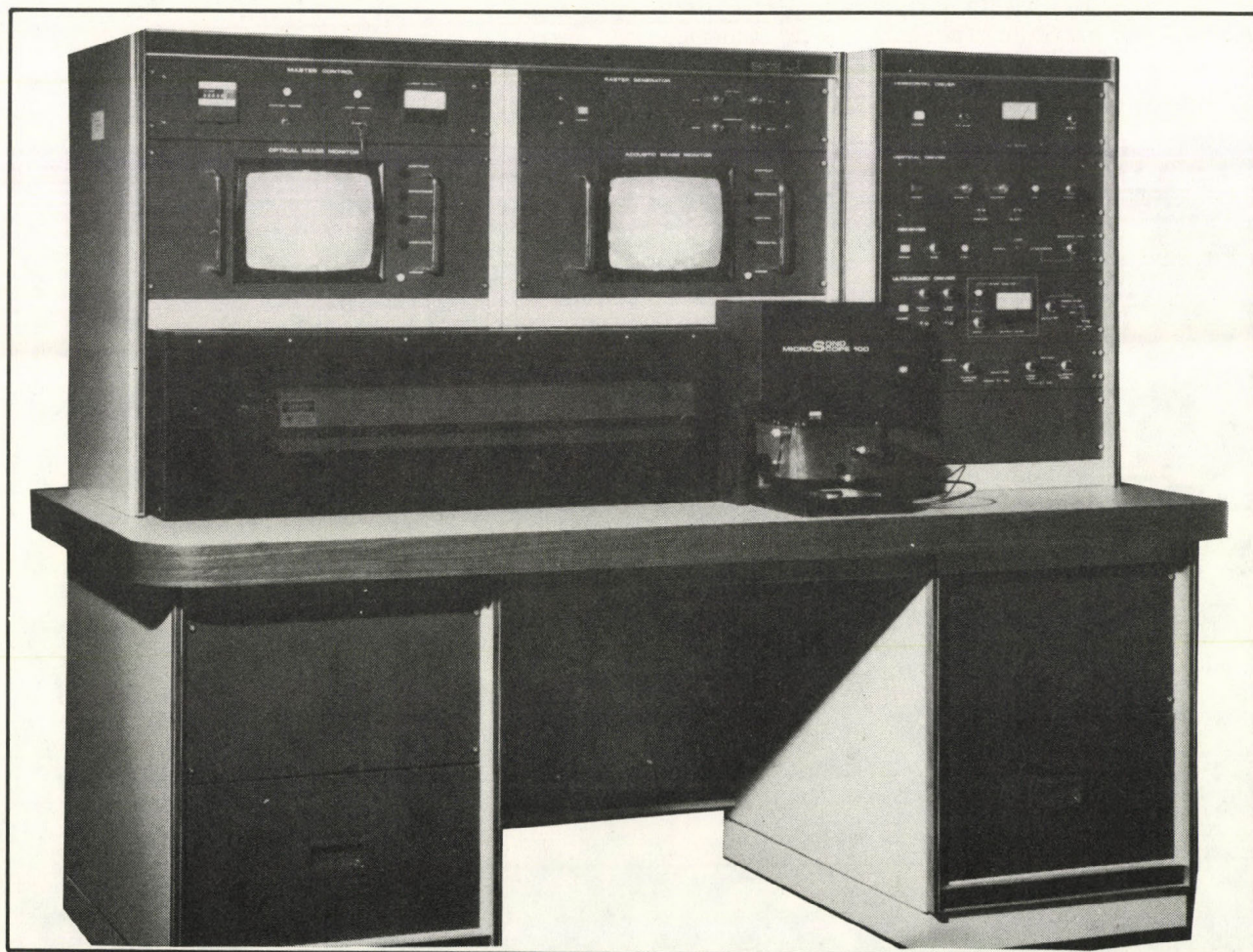
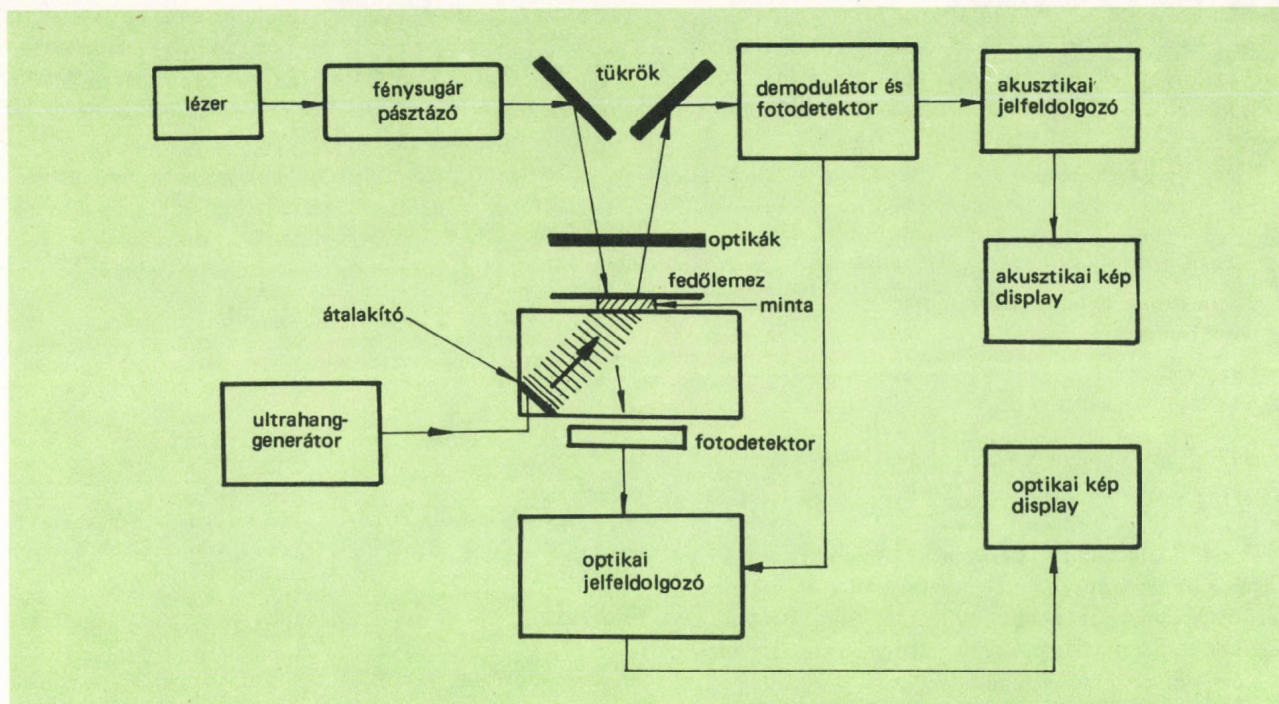
Mérési pontossága az érzékelőben 0,1 °C, a műszer leolvasási pontossága 0,05 °C (5. ábra).

Méretei: 96 mm x 66 mm x 17 mm. Súlya: 0,11 kg.

Szonomikroszkóp, Micro Sonoscope 100 típus.

Sonoscan Inc., Bensenville, USA

A Sonoscan cég újszerű képmegjelenítési módszert alkalmazott ebben a műszerében. A mikroszkóp felépítése és működési elve a 6. ábrán követhető. A tárgyasztalra helyezett mintára nagyfrekvenciás (100...500 MHz) akusztikus hullámokat sugároznak. E rezgések energiáját a minta elnyeli, visszaveri, vagy szórja az anyag elasztikus tulajdonságaitól függően. Páztázó lézersugárral az anyag rezgései láthatóvá tehetőek és optikai erősítő rendszeren keresztül kiértékelhetőek. Mivel a leképzés hozzávetőle-



6. ábra. A szonómikroszkóp működési vázлата (fent)

7. ábra. Sonoscan gym. Micro Sonoscope 100 ttp. készülék (lent)

sen 40 ezer pontból áll, a minta rezgése egy monitoron is megjeleníthető. A mérés során egyidejűleg vizsgálható az anyag felülete hagyományos optikai méréssel is, így a kétfajta mérés egymást kiegészíti (*kettős képernyős megjelenítés*).

Ezzel a módszerrel előnyösen vizsgálható a fémek, polimerek, üveg, kerámia anyagok (vékony minták) belső felépítése, valamint ezek anyagi jellemzői, mikrostruktúrája. A vizsgált minta belső homogenitásának már 50 μm nagyságú hibája is pontosan kimutatható a műszer segítségével (7. ábra).

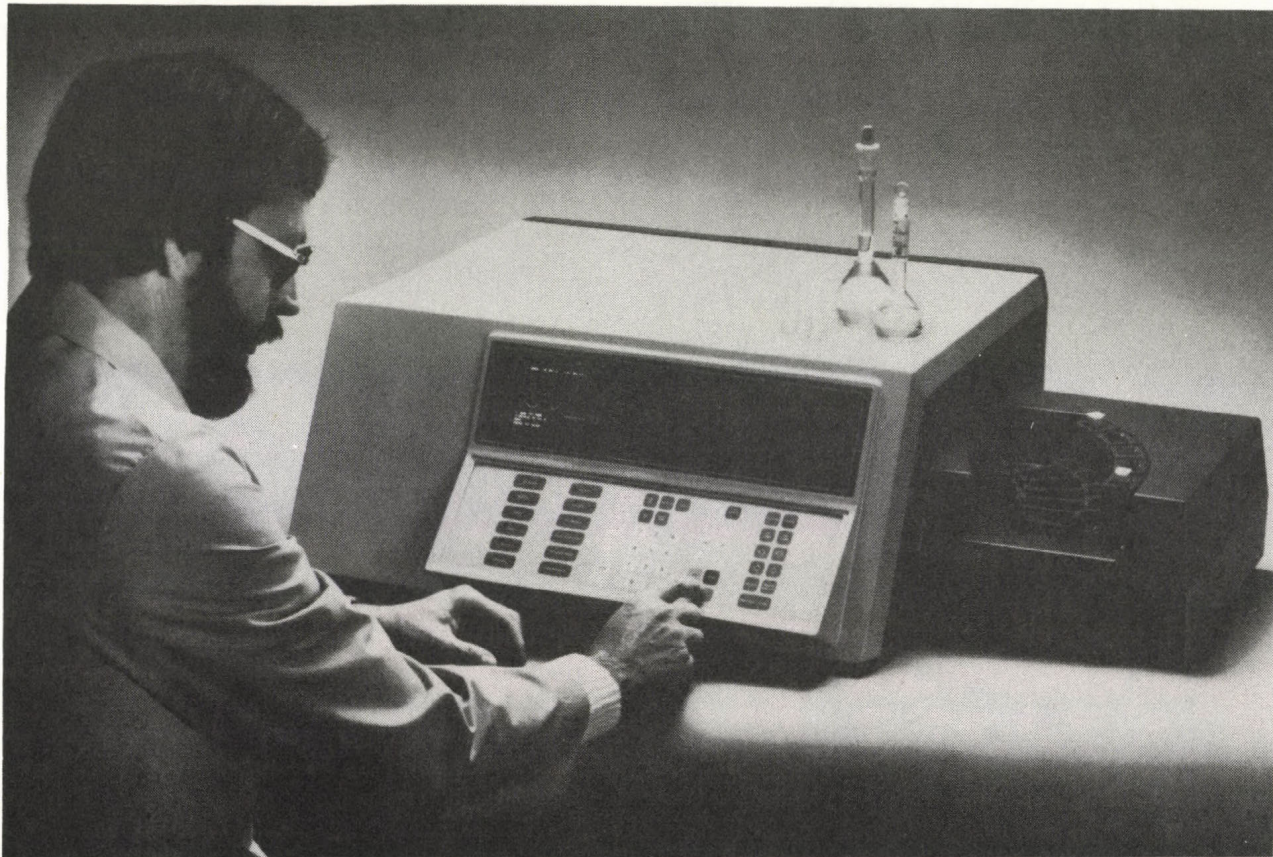
HP 8450 A ultraibolya és látható spektrofotométer
Hewlett-Packard, Palo Alto, USA

A HP 8450A ultraibolya és látható színek tartományban dolgozó spektrofotométert mikroszámítógép vezérli. A mérési paramétereket billentyűzeten lehet beadni, az eredmények katódsugárcsővön jelennek meg. Egyidejűleg négy minta mérését lehet elvégezni. A fényt egy léptetett tükröspár juttatja a küvetába. A *holografikus konkáv rács* álló színeképet hoz létre, amelyet 400 db fotodiódából álló érzékelőre képez le. A színeképet „letapogató” elektromos úton, a diódák által feltöltött kondenzátorok feszültségének mérésével történik kb. 1 s alatt. A számítógépbe betáplált programnak megfelelően a katódsugárcsővön megjelenik a teljes, vagy részlet színekép, megfelelő koordinátákkal és értelmező feliratokkal ellátva.

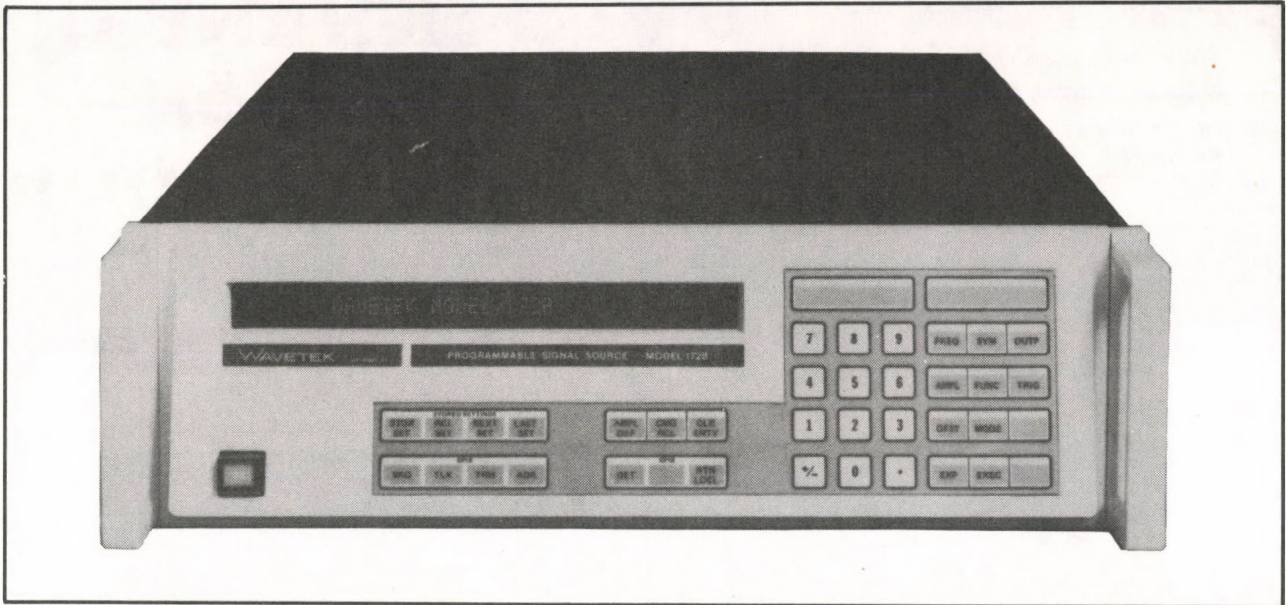
A beépített memória *100 mérési módszer tárolását* teszi lehetővé. A mérés gyorsasága lehetővé teszi a műszernek gáz-, ill. folyadékkromatográf érzékelőként való használatát, kinetikus mérések végzését (8. ábra).

Műszaki adatok

Hullámhossztartomány	200...800 nm
pontosság	200...400 nm: 1 nm 400...800 nm: 2 nm
spektrális sávzélesség	400 nm alatt ± 1 nm, felette ± 2 nm
Szórtny	$5 \cdot 10^{-4}$, 450 nm-nél, UV lámpára
Fényforrás	előre fókuszált deutérium és wolfram lámpa
Választható mérési módok	abszorpció (A), transzmisszió (T), koncentráció, ill. dA/dt , d^2A/dt^2 , $dA/d\lambda$, $d^2A/d\lambda^2$.
Fotometráls tartomány	0,0003...4,0 A
Ismétlőképesség 350 nm-nél	0,01 A mérése esetén $\pm 3\%$, 2 A mérése esetén $\pm 4\%$



8. ábra. A HP 8450A ultraibolya és látható spektrofotométer képe



9. ábra. Wavetek gyártmányú 172B típusú programozható függvénygenerátor

Zaj	200...220 nm között $\pm 0,005$ A_{p-p}
Stabilitás	$\pm 0,0005$ A/h, 0 A-nál, 350 nm-nél
Adatfeldolgozás	mikroszámítógépen 16 bit szó- hosszúság 26K operatív tár 16K felhasználói tár 2,9 . 10 ⁻³⁹ ...1,7 . 10 ³⁶ soros; RS232C, párhuzamos; HP-IB,
numerikus tartomány kimenetek	
IEEE 488-1978 inter- face-el csatlakoztathatók:	HP7225A grafikus plotter HP9872 grafikus plotter HP7245A plotter/printer HP9875A Cartridge Tape unit
Méreték	89 cm x 27 cm x 61 cm
Súly	44 kg
Teljesítményfelvétel	225 W.

Programozható jelalak generátor, Model 172B
Wavetek, San Diego, USA

A Wavetek cég 172B típusú programozható jelalakgenerátora (9. ábra) egy *függvénygenerátor*, egy *szintetizátor* és egy *impulzus generátor* mérési lehetőségeit egyesíti. A

kimenő jel frekvenciája 0,0001 Hz...13 MHz között változtatható, szintetizátor üzemmódban *fáziszárt hurok* biztosítja a szükséges frekvencia pontosságot és stabilitást. A kimenőjel csúcstól-csúcsig mért értéke 3 digit felbontással 1 mV...15 mV között változtatható.

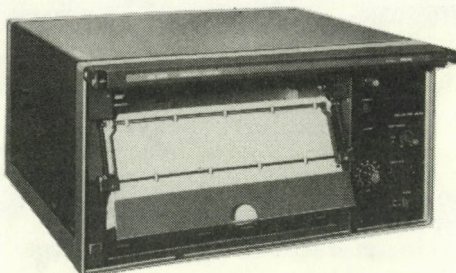
A mikroprocesszoros vezérlés következtében a műszer kezelése rendkívül egyszerű. A 172B az előlapján levő billentyűzettel és az IEC interface-n keresztül távvezérléssel működtethető. A 40 karakteres alfanumerikus kijelző mindkét esetben a készülék üzemmód és méréshatár jellemzőit mutatja a felhasználó számára közvetlenül értelmezhető alakban, a mértékegységekkel együtt. Távvezérelt üzemmódban a műszerbe épített mikroprocesszor nagymértékben mentesíti a vezérlőegységet a programozással kapcsolatos adatátalakítási műveletektől. Ezenkívül a mikroprocesszor felhasználható az IEC sín felől érkező program-adatok ellenőrzésére is. Ez biztosítja, hogy a készülék téves vagy egymásnak ellentmondó parancsokat nem hajt végre.

MEGJEGYZÉS

A köznapiban még használatos „súly” megnevezés helyett természetesen az SI-rendszernek megfelelő „tömeg” értendő.

**12 pontíró kompenzográf, PM 8236 tip.
Philips gyártmány**

Programozható kivitel, Pt—PtRh, Ni—CrNi, Fe—Ko hő-
elemekhez, valamint feszültségmérőként.
A méréstartományok tetszés szerint kombinálhatók.



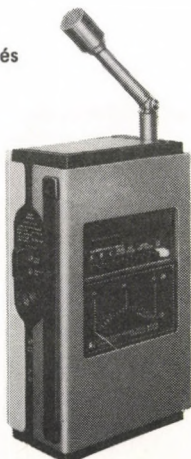
**Digital tester, 851. tip.
Tektronix gyártmány**



Univerzális műszer,
mely digitális
multiméterként,
frekvenciamérőként,
számlálóként és
impulzus jellemzők
mérésére egyaránt
alkalmas.
Kijelzés 5
számjegy.

**Precíziós hangszintmérő, 1933. tip.
Gen Rad gyártmány**

Méréstartomány: 10 ... 130 dB.
Beépített terc oktáv analízátorral és
rezgémérő adapterrel.



NÉHÁNY ÚJ KÖLCSÖN- MŰSZERÜNK

**Programozható digitális multiméter, 7115. tip.
Syston Donner gyártmány**

Egyenfeszültség mérése
1 μ V felbontással
0,003% pontosság,
6 számjegy kijelzés.



**Mintavételező oszcilloszkóp, SAS-601B tip.
Iwatsu gyártmány**

Nagyfrekvenciás mérésekhez nélkülöz-
hetetlen
Frekvenciatartomány: DC ... 6 GHz
60 ps-os felfutási idő.



MTA MMSZ

BP. VI. LENIN KRT. 67.

**Műszer
kölcsonzési
Főosztály**

Telefon: 220-425/53, 420-967

Telex: 22-6936 akamu

A kölcsönműszer- park szaporulata

Összeállította: GÖRGÉNYI LÁSZLÓ

Jelalakgenerátor EMG gyártmány

Frekvenciatartomány	0,0001 Hz...1 MHz (10 sávban)
Kimenő feszültség	max. 10 V
Kimenő impedancia	50 ohm
Kimenő hullámformák	színusz, négyszög, háromszög, impulzus, fűrész
DC eltolás	± 5 V
Színuszhullám torzítása	1%
Négyszöghullám felfutási és lefutási ideje	130 ns

MŰSZERÜGYI ÉS MÉRÉSTECHNIKAI KÖZLEMÉNYEK
1980. 28. szám 49–54 p.

Digitális pikoampermérő, 480 típus. Keithley gyártmány

Méréstartomány	1 nA...1 mA (7 sávban)
Max. érzékenység	1 pA
Pontosság	a mért érték 0,5%-a + 3 digit
Regisztráló kimenet	analóg

Generátor család FG–501–PG 502–DM 501 típus. Tektronix gyártmány

FG 501 típus. jelalakgenerátor egység adatai

frekvenciatartomány	0,001 Hz...1 MHz (9 sávban)
frekvencia stabilitás	0,05%/10 min 0,5%/24 h
kimenő feszültség	0,25...7,5 V
kimenő impedancia	50 ohm
kimenő hullámformák	színusz, négyszög, háromszög, impulzus, fűrész
DC eltolás	± 2,5 V
színuszhullám torzítása	0,5%
négyszöghullám felfutási és lefutási ideje	100 ns

PG 502 típus. impulzusgenerátor egység adatai

frekvenciatartomány	10 Hz...250 MHz (8 sávban)
impulzusszélesség	2 ns...50 ms
kimenő feszültség	0,5...5 V
kimenő impedancia	50 ohm
DC eltolás	± 5 V
felfutási és lefutási idő	1 ns

DM 501 típus. digitális multiméter egység adatai

Egyenfeszültségmérőként

méréstartomány	1 V...1 kV (4 sávban)
max. érzékenység	100 μ V
bemenő impedancia	10 Mohm
pontosság	0,1% ± 2 digit

Váltakozófeszültségmérőként

méréstartomány	1...500 V (4 sávban)
max. érzékenység	100 μ V
frekvenciatartomány	20 Hz...100 kHz
bemenő impedancia	10 Mohm, 100 pF
pontosság	0,5% ± 2 digit

Egyen- és váltakozóárammérőként

méréstartomány	1 mA...2 A (4 sávban)
max. érzékenység	100 nA
frekvenciatartomány	40 Hz...100 kHz
pontosság	0,6% ± 2 digit

Ellenállásmérőként méréstartomány	1 kohm...20 Mohm
max. érzékenység	0,1 ohm
pontosság	0,3% ± 2 digit
Mérőpontok száma	20 000

Digitális multiméter, 174 típus.
Keithley gyártmány

Egyenfeszültségmérőként méréstartomány	1 mV...1000 V (7 sávban)
max. érzékenység	0,1 μV
bemenő impedancia	100 Mohm
pontosság	a mért érték 0,01%-a és 1 digit
Egyenárammérőként méréstartomány	1 μA...3 A (7 sávban)
max. érzékenység	0,1 nA
pontosság	a mért érték 0,05%-a ± 2 digit
Váltakozófeszültségmérőként méréstartomány	100 mV...1000 V (5 sávban)
max. érzékenység	10 μV
frekvenciatartomány	50 Hz...20 kHz
bemenő impedancia	2 Mohm, 100 pF
pontosság	a mért érték 0,2%-a ± 6 digit
Váltakozóárammérőként méréstartomány	1 μA...3 A (7 sávban)
max. érzékenység	0,1 nA
frekvenciatartomány	50 Hz...5 kHz
pontosság	a mért érték 0,5%-a ± 20 digit
Ellenállásmérőként méréstartomány	100 ohm...300 Mohm (7 sávban)
max. érzékenység	10 mohm
pontosság	a mért érték 0,035%-a ± 1 digit
Mérőpontok száma	30 000

Digitális multiméter, 177 típus.
Keithley gyártmány

Egyenfeszültség méréstartomány	10 mV...1200 V (6 sávban)
max. érzékenység	1 μV
bemenő impedancia	10 Mohm
pontosság	a mért érték 0,03%-a ± 1 digit
Egyenárammérőként méréstartomány	10 μA...2 A (6 sávban)
max. érzékenység	1 nA
pontosság	a mért érték 0,2%-a ± 1 digit
Váltakozófeszültségmérőként (true RMS) méréstartomány	100 mV...1000 V (5 sávban)
max. érzékenység	10 μV
frekvenciatartomány	45 Hz...20 kHz
bemenő impedancia	1 Mohm, 75 pF
pontosság	a mért érték 0,5%-a ± 15 digit
Váltakozóárammérőként (true RMS) méréstartomány	10 μA...2 A (6 sávban)
max. érzékenység	1 nA
frekvenciatartomány	45 Hz...10 kHz
pontosság	a mért érték 0,8%-a ± 15 digit

Ellenállásmérőként méréstartomány	10 ohm...20 Mohm (7 sávban)
max. érzékenység	1 mohm
pontosság	a mért érték 0,04%-a ± 1 digit
Mérőpontok száma	20 000

Digitális multiméter, G-1001.500 típus.
RFT gyártmány

Egyenfeszültségmérőként méréstartomány	100 mV...1000 V (5 sávban)
max. érzékenység	100 μV
bemenő impedancia 2 V-ig	100 Mohm
2 V felett	10 Mohm
pontosság	a mért érték 0,2%-a és a méréstartomány 0,05%-a ± 1 digit
Egyenárammérőként méréstartomány	100 μA...2 A (5 sávban)
max. érzékenység	100 nA
pontosság	a mért érték 0,4%-a és a méréstartomány 0,1%-a ± 1 digit
Váltakozófeszültségmérőként méréstartomány	100 mV...500 V (5 sávban)
max. érzékenység	100 μV
frekvenciatartomány	45 Hz...20 kHz
bemenő impedancia	1 Mohm, 90 pF
pontosság	a mért érték 0,5%-a és a méréstartomány 0,2%-a ± 1 digit
Váltakozóárammérőként méréstartomány	100 μA...2 A (5 sávban)
max. érzékenység	100 nA
frekvenciatartomány	45 Hz...20 kHz
pontosság	a mért érték 0,8%-a és a méréstartomány 0,2%-a ± 1 digit
Ellenállásmérőként méréstartomány	100 ohm...2 Mohm (5 sávban)
max. érzékenység	100 mohm
pontosság	a mért érték 0,5%-a és a méréstartomány 0,1%-a ± 1 digit
Mérőpontok száma	2000

Digitális multiméter, V 7-22 A típus.
Szovjet gyártmány

Egyenfeszültségmérőként méréstartomány	100 mV...1000 V (5 sávban)
max. érzékenység	100 μV
bemenő impedancia 2 V-ig	100 Mohm
2 V felett	10 Mohm
pontosság	0,15% ± 1 digit
Egyenárammérőként méréstartomány	100 μA...2 A (5 sávban)
max. érzékenység	100 nA
pontosság	0,25% ± 1 digit
Váltakozófeszültségmérőként méréstartomány	100 mV...300 V (5 sávban)
max. érzékenység	100 μV
frekvenciatartomány	45 Hz...100 kHz
bemenő impedancia	10 Mohm, 120 pF
pontosság	0,6% ± 1 digit

Váltakozóárammérőként	
méréstartomány	100 μ A ... 2 A (5 sávban)
max. érzékenység	100 nA
frekvenciatartomány	45 Hz ... 10 kHz
pontosság	0,6% \pm 1 digit
Ellenállásmérőként	
méréstartomány	100 ohm ... 2 Mohm (5 sávban)
max. érzékenység	0,1 ohm
pontosság	0,3% \pm 1 digit
Mérőpontok száma	2000
Nyomtató kimenet	BCD kód szerint

Calcumeter, 4100 típus. ESI gyártmány

Egyenfeszültségmérőként	
méréstartomány	10 mV ... 1000 V (6 sávban)
max. érzékenység	10 μ V
bemenő impedancia	10 Mohm
pontosság	a mért érték 0,25%-a \pm 1 digit
Egyenárammérőként	
méréstartomány	10 ... 200 mA (2 sávban)
max. érzékenység	10 μ A
pontosság	a mért érték 0,35%-a és 1 digit
Váltakozófeszültségmérőként	
méréstartomány	10 mV ... 750 V (6 sávban)
max. érzékenység	10 μ V
frekvenciatartomány	45 Hz ... 20 kHz
bemenő impedancia	10 Mohm, 50 pF
pontosság	a mért érték 1%-a \pm 2 digit
Váltakozóárammérőként	
méréstartomány	10 ... 200 mA (2 sávban)
max. érzékenység	10 μ A
frekvenciatartomány	45 Hz ... 20 kHz
pontosság	a mért érték 1%-a \pm 2 digit
Ellenállásmérőként	
méréstartomány	100 ohm ... 20 Mohm (6 sávban)
max. érzékenység	100 mohm
pontosság	a mért érték 0,3%-a \pm 1 digit
Mérőpontok száma	2000

A beépített kalkulátorral a mért értékkel kapcsolatban tetszés szerinti számtani művelet, átlagolás, határértékképzés stb. végezhető.

Kétsugaras szerviz oszcilloszkóp digit. multiméterrel, PS 935/975 típus.

Vu-Data gyártmány

Képernyő mérete	8x10 osztás (1 osztás = 8,35 mm)
Függőleges erősítő	
frekvenciatartomány	DC ... 35 MHz
érzékenység	5 mV/osztás ... 10 V/osztás
felfutási idő	10 ns
bemenő impedancia	1 Mohm, 47 pF
Vízszintes erősítő	
frekvenciatartomány	DC ... 100 kHz

érzékenység	5 mV/osztás ... 10 V/osztás
felfutási idő	10 ns
bemenő impedancia	1 Mohm, 47 pF
Időalap generátor	
időeltérítési sebessége	10 ns/osztás ... 0,5 s/osztás
Digitális multiméter adatai	
egyén és váltakozófeszültségű	
mérés felbontása	1 mV
ellenállásmérő felbontása	1 ohm
pontosság	0,5% \pm 1 digit
frekvenciamérés felbontása	1 Hz
max. mérhető frekvencia	50 MHz
kijelzés multiméterként	3 és fél digit
kijelzés frekvenciamérőként	4 digit

Kétsugaras oszcilloszkóp, SC 504 típus. Tektronix gyártmány

Képernyő mérete	8x10 osztás (1 osztás = 8,35 mm)
Függőleges erősítő	
frekvenciatartomány	DC ... 80 MHz
érzékenység	5 mV/osztás ... 10 V/osztás
felfutási idő	4,4 ns
bemenő impedancia	1 Mohm, 20 pF
Vízszintes erősítő	
frekvenciatartomány	DC ... 2 MHz
érzékenység	5 mV/osztás ... 10 V/osztás
bemenő impedancia	1 Mohm, 20 pF
Időalap generátor	
időeltérítés sebessége	50 ns/osztás ... 0,5 s/osztás

A készülék a TM 500 típusú szervizkészletbe illeszthető.

Térerősségmérő, BSM 401.A3 típus. (szelektív mérővevő, STV 401 típus.) RFT gyártmány

Méréstartomány	6 ... 110 dB (1 μ V-ra vonatkoztatva)
Frekvenciatartomány	26 ... 300 MHz
Sávzélesség 6 dB-re	120 kHz \pm 30 kHz
60 dB-re	200 kHz \pm 50 kHz
Bemenő impedancia	75 ohm
Antennák	MA 101 típusú mérőantenna PA 101 típusú iránymérőantenna

Kétsugaras memória oszcilloszkóp, SC 503 típus. Tektronix gyártmány

Képernyő mérete	8x10 osztás (1 osztás = 8,35 mm)
Beírási sebesség	max. 400 osztás/ms
Max. tárolási idő	4 h
Függőleges erősítő	
frekvenciatartomány	DC ... 10 MHz
érzékenység 5 MHz-ig	1 mV/osztás ... 20 V/osztás
7 MHz-ig	2 mV/osztás ... 20 V/osztás
7 MHz felett	5 mV/osztás ... 20 V/osztás

felfutási idő	35 ns
bemenő impedancia	1 Mohm, 47 pF
Vízszintes erősítő	
frekvenciatartomány	DC...500 kHz
egyéb adatok	mint a függőleges erősítőnél
Időalapgenerátor	
időeltérítés sebessége	50 ns/osztás...2 s/osztás

A készülék a TM 500 típ. szervizkészletbe illeszthető.

Egyenfeszültségű stabilizált tápegység, TR 9177 típ. FOK-GYEM KTSZ gyártmány

Feszültség tartomány	0...40 V
Terhelhetőség	0...10 A
Stabilitás ($\pm 10\%$ hálózati feszültség ingadozásnál)	0,02% + 3 mV

Precíziós impulzushangszintmérő, 00024 típ. RFT gyártmány

Méréstartomány	35...140 dB
Nulla szint	$2 \cdot 10^{-5}$ Pa
Frekvenciatartomány	20 Hz...12,5 kHz
Frekvencia karakterisztika	korrekció nélkül dinamikus „A” korrekcióval
Üzem módok	lassú gyors impulzus

Megohm-mérő, IM 6 típ. Radiometer gyártmány

Ellenállásmérőként	
méréstartomány	1...10 ⁹ Mohm (9 sávban)
pontosság	5%
mérőfeszültség	0...1000 V
Egyenárammérőként	
méréstartomány	1 pA...1 mA (9 sávban)
pontosság	5%
Regisztráló kimenet	analóg

Digitális RLC mérőhíd, 1687 típ. Gen-Rad gyártmány

Méréstartomány	
induktivitás mérés	00,001...99999 μ H
kapacitás mérés	00,001...99999 pF
jóság tényező	00,01...999,9
veszteségi tényező	0,0001...9,999
ellenállás mérés	00,01 ohm...999,9 kohm
vezetőképesség mérés	00,01 μ S...999,9 mS
Mérőfrekvencia	1 MHz

Alappontosság	
kapacitásmérésnél	0,1% \pm 1 digit
induktivitás mérésnél	0,2% \pm 1 digit

Digitális teszter, 851 típ. Tektronix gyártmány

Egyenfeszültségmérőként	
méréstartomány	1...500 V (4 sávban)
pontosság	0,1% \pm 3 digit
Váltakozófeszültségmérőként	
méréstartomány	1...350 V (4 sávban)
frekvenciatartomány	40 Hz...25 kHz
pontosság	0,5% \pm 4 digit
Csúcsfeszültség mérés	
méréstartomány	\pm 30 V
pontosság impulzusmérésnél	5%
szinuszmérésnél	5%
Ellenállásmérőként	
méréstartomány	100 ohm...50 Mohm
pontosság	0,3% \pm 4 digit
Hőmérsékletmérőként	
méréstartomány	-55...+150 °C
pontosság	2%
Frekvenciamérőként	
méréstartomány	100 kHz...35 MHz (4 sávban)
pontosság	0,005% \pm 1 digit
Periódusidő mérőként	
méréstartomány	1 ms...10 s (5 sávban)
pontosság	0,005% \pm 1 digit
Impulzusszélesség mérőként	
méréstartomány	1 ms...10 s (5 sávban)
pontosság	0,005% \pm 1 digit
max. ismétlődési frekv.	30 MHz
Átmeneti idő-mérőként	
méréstartomány	1 ms...10 s (5 sávban)
pontosság	0,005% \pm 1 digit
max. ismétlődési frekv.	30 MHz
Koincidencia-idő mérőként	
méréstartomány	1 ms...10 s (5 sávban)
pontosság	0,005% \pm 1 digit
max. ismétlődési frekv.	30 MHz
Számlálóként	
méréstartomány	0...100000
max. ismétlődési frekv.	35 MHz
Frekvenciaarány mérőként	
méréstartomány	0...100000
max. ismétlődési frekv.	35 MHz
Átmenetszámlálóként	
méréstartomány	0...100000
max. ismétlődési frekv.	17,5 MHz
Kitöltési tényező mérése	
méréstartomány	0...100%
frekvenciatartomány	40 Hz...10 MHz
Kijelzés	5 számjegy

Torzításmérő, EHD 55 típ. LEA gyártmány

Torzításmérőként	
méréstartomány	0,1...100%

frekvenciatartomány	10 Hz...300 kHz
bemenő feszültség 1 kHz-ig	100 mV...300 V
1 kHz felett	100 mV...10 V
pontosság	a mért érték 5%-a
Váltakozófeszültségmérőként	
méréstartomány	100 μ V...316 V
	-78...+52 dB
frekvenciatartomány	10 Hz...300 kHz
pontosság	10 Hz...300 kHz
Bemenő impedancia	50 kohm, 40 pF

Digitális frekvencia- és időmérő, TS 1083 típ. Tritron gyártmány

Frekvenciamérőként „A” bemeneten	
méréstartomány	5 Hz...80 MHz
érzékenység 40 MHz-ig	10 mV
40 MHz felett	20 mV
bemenő impedancia	1 Mohm, 20 pF
Frekvenciamérőként „B” bemeneten	
méréstartomány	20 MHz...1 GHz
érzékenység 500 MHz-ig	10 mV
500 MHz felett	75 mV
bemenő impedancia	50 ohm
Periódusmérőként	
frekvenciatartomány	5 Hz...10 MHz
számlált periódus	10^n (n=0...5)
Számlálóként	
számkapacitás	10^8
max. frekvencia	80 MHz
Aránymérőként	
osztandó jel frekvenciája	max. 80 MHz
osztó jel frekvenciája	max. 10 MHz
Stabilitás	10 ⁻⁷ /hó
Kijelzés	8 számjegy

Nyúlásmérő híd, „DIGISTRAIN 3000” típ. Delristor gyártmány

Híd feszültség	1,5 vagy 3 V
Mérési elrendezés	teljes, fél és negyed híd
Bélyeg faktor	1,33...4
Pontosság	0,1% \pm 1 digit
Ellenállás tartomány	30 vagy 60 ohm
Digit. kijelzés	2000 mérőpont
Regisztráló kimenet	analóg és digitális (BCD)

Digitális hőmérsékletmérő, 2802 A típ. Hewlett-Packard gyártmány

Méréstartomány	-200...+600 °C
Felbontás -100 és +200 °C között	0,01 °C
Egyéb tartományban	0,1 °C
Pontosság	0,25 % \pm 0,5 °C
Mérőpontok száma	20000
Regisztrálókimenet	analóg

Fluoreszcencia mikroszkóp, FLUOVAL 2 típ.

Zeiss gyártmány

Binokuláris ferde tubus	
okulárok	PK 6,3 x
objektívek	6,3x, 16x, 40x, HI 100 X (apochromat sorozat)
Mozgatható négyszögletes tárgy-asztal	
színszűrők	teljes sorozat
megvilágítás	6 V-os mikroszkópizzó HBO 202 típ. higanygőzlámpa
Mikrofotografáló berendezés kamerával	
Át- és rávilágító mikroszkópként használható	

Átütésvizsgáló, NSG 509 típ.

Schaffner gyártmány

Mérőfeszültség	0...5 kV (50 Hz)
Max. áram	100 mA

Rotációs viszkoziméter, Rheomet-30 típ.

Contraves gyártmány

Méréstartomány	
viszkózitásmérésnél	1...17 . 10 ⁹ cP
forgatónyomaték mérésnél	0...4,9 cNm
ismétlőképesség	1%
Fordulatszám	0,048...350/min
Nyírófeszültség	0,6...200 . 10 ³ Pa
Regisztrálókimenet	analóg

Vízminőségvizsgáló készülék, U-7 típ.

Horiba gyártmány

pH-mérőként	
méréstartomány	0...14 pH
pontosság	0,1 pH
Hőmérsékletmérőként	
méréstartomány	0...40 °C
pontosság	0,5 °C
Vezetőképességmérőként	
méréstartomány	0...50 mS
pontosság	2,5 mS
Kijelzés	3 számjegy
Hordozható, telespek kivitelű készülék.	

Ultratermosztát, F3-C

Haake gyártmány

Belméret	4 l
Hőmérséklettartomány	-10...+100 °C
Hűtőteljesítmény	50 W
Szabályozási pontosság	0,02 °C

Univerzális polarográf, OH-105 típus.*Radelkis gyártmány*

Indikátor elektród potenciál-tartománya	+2...-6 V
Polarizáló feszültségtartomány	0...-4 V
Indulófeszültség beállítása	+2...-2 V (0,2 V-os lépésekben állítható)
Indulófeszültség hibája	0,2%, ill. 2 mV
Egyen- és váltakozóáram mérés érzékenysége	$3 \cdot 10^{-10} \dots 10^{-6} \text{ A/mm}$
Az árammérés hibája	2%
Egyenfeszültségmérés érzékenysége	0,3 mV/mm...3,5 V/mm
Feszültségmérés hibája	2%

Diffúziós áram kompenzálása	$0 \dots +10^{-3} \text{ A}$
Kondenzátor áram kompenzálása	$0 \dots 5 \cdot 10^{-7} \text{ A/V}$
Regisztrátum szélessége	250 mm

Automatikus harmatpontmeghatározó, SADP típus.*Shaw gyártmány*

Méréstartomány	-80...-25 °C
Pontosság	3 °C
Mérési idő	3 s
Áramlási sebesség	2...20 l/min

Összeállította: **BUCSY GYÖRGY—RADNAI RUDOLF—
—Dr. SOLTI MIHÁLY**

**Best, R.: THEORIE UND ANWENDUNGEN
DES PHASE-LOCKED LOOPS**

AT-Verlag, Stuttgart, 1976. 142 p.

A szerző korábban megjelent sikeres cikksorozatának összegyűjtött és kibővített változata ez a könyv. Aki még nem foglalkozott a PLL szabályozókörök elméleti és gyakorlati kérdéseivel, e könyv tanulmányozása során jó eligazítást kap e téren. A területen jártas olvasó pedig rendszerezett áttekintést talál az eddig elért eredményekről, sőt néhány fontos elméleti részproblémára is választ kap.

A könyv két külön témakörre bontva tárgyalja a PLL-eket: analóg- és digitális felépítésük szerint. A szerző egyúttal bemutatja a gyakrabban használt, elterjedt integrált PLL eszközöket, azok gyakorlati alkalmazásait.

A könyv csaknem egyharmadát teszi ki a függelék rész, amely főleg elméleti fejtegetéseket, bizonyításokat, alapismereteket tartalmaz. Ezek a főrész menetét, gördülékenységét esetleg zavarták volna, ezért kerültek ide. Az áramkörök részletesebb elemzéséhez fontos elméleti alapokat is közöl a szerző.

A szigorúan műszaki, „száraz” témakört ügyesen alkalmazott szellemes Wilhelm Busch rajzok és idézetek oldják, szórakoztatva az olvasót.

**Ower, E.—Pankhurst, R.C.: THE MEASUREMENT OF
AIRFLOW**

Pergamon Press, Oxford, 1977. 483 p.

Az ötödik kiadásban megjelenő könyv mintegy 25 év terjedelemben foglalkozik a csőben és szabad téren történő levegőáramlás mérésével. A klasszikus módszereket bemutató részek csaknem minden gyakorlatban felmerülő kérdéssel foglalkoznak.

A szerzők bemutatják a nyomást érzékelő anemometerek működési elveit, részletesen ismertetik a Pitot és a statikus cső jellemzőit, és az ezekkel végezhető mérések fajtáit csőben, szabad térben, ill. különböző jellegű közegekben.

Külön fejezetet szentelnek az egyéb ismert mérőeszközök (mérőperem, szűkítő elem, Venturi cső) működésére.

A bolygókeres és termikus anemometria bemutatása után röviden tárgyalja a könyv az egyéb mérési módszereket is. A záró szakaszban példákkal világítja meg az előző részek mondanivalóit.

A könyv előnye, hogy az SI-rendszert alkalmazza, bár nem mindenütt következetes. Ez is nagy segítség az olvasónak, ugyanis az eddig megjelent hasonló témájú angol kiadványok az angol mértékegység-rendszereket használták, ezek átszámítása nehézkes volt.

A könyv egyes mérési módszereket különösen alapos részletességgel tárgyal, ilyenek a dinamikus módszereket bemutató részek.

Az újabb eljárásoknak pl. lézer-doppler anemometria kevés teret szentel. A könyv így is széles réteg érdeklődésére tarthat számot, mivel a mérési módszerek alapjával éppúgy foglalkozik, mint az egyes illesztési kérdések magasabb szintű tárgyalásával.

**Peschel, M.: MODELLIERUNG FÜR SIGNALE
UND SYSTEME**

VT-Verlag, Berlin, 1978. 312 p.

A didaktikai szempontból is jól szerkesztett könyv olyan témát dolgoz fel, amely napjainkban egyre aktuálisabb, magyar nyelvű irodalma azonban csak egyetemi jegyzetekben van meg. A mérés-technikai gyakorlat — digitális jelfeldolgozás, mérő- és szabályozó rendszerek vizsgálata, stb. — igényli a mérendő objektumok rendszerezett vizsgálatát, modellezését. Ehhez ad elméleti segítséget ez a könyv.

A fizikai rendszerek megismerése, vizsgálata egyszerűsítve három lépésben történhet: identifikáció (a rendszer sajátosságainak, paramétereinek meghatározása), modellalkotás és a szimuláció (a modellen végzett kísérlet, mérés-sorozat). A szerző ezekből a modellalkotási folyamatra helyez különös hangsúlyt, bemutatja a mérendő objektumokról nyerhető struktúra és paraméterjellemzők fajtáit, és ezek mérési lehetőségeit.

A rendszerek jellemzésére determinisztikus és sztochasztikus leírás, ill. vizsgálati módszereket is közöl.

A bemutatott alkalmazási példák értékes útmutatók, a szerző által idézett szépirodalmi és filozófiai bevezető

sek pedig érdekes gondolatébresztők, a könyv értékét csak emelik.

Eicholz, G.G.: PRINCIPLES OF NUCLEAR RADIATION DETECTION

Wiley, Ny., 1979. 350 p.

A könyv újszerűsége abban van, hogy a magfizikai berendezések félvezetős kapcsolásaival, valamint a félvezetős és termolumineszcenciás detektorokkal igen részletesen, a legújabb elektronikus műszertechnikai elvek felhasználásával foglalkozik. Részletesen tárgyalja a sugárzási detektorok felépítését és alkalmazását a nukleáris technológiában, az orvosi-biológiai laboratóriumi gyakorlatban és a sugárvédelemben. Foglalkozik az adott mérés technikához illeszthető detektorok optimális kiválasztásának, ill. kiváltásának kérdéseivel is. Külön fejezet tárgyalja az atomerőművi műszertechnikát és az automatikus detektálási megoldásokat, valamint a detektálást követő adatfeldolgozási (adatgyűjtési) eljárásokat magfizikai és sugárzástechnikai laboratóriumi célokra. A könyvet a magfizikai kutatómérnökökön kívül a nukleáris készülékeket tervezők és az ún. orvosi izotóp-laboratóriumok szakemberei hasznosíthatják.

Schneider, W.P.—Roggan, R.: SIMULATIONEN MIT ANALOGEN RECHENSCHALTUNGEN

Hüthig Verlag, Heidelberg, 1977. 130 p.

Az ipari folyamatokban lezajló statikus és dinamikus jelenségek leírása, közelítő jellemzése és vizsgálata több módszerrel lehetséges. Ezek közül általánosan elterjedt a differenciálegyenletekkel, vagy egyenletrendszerekkel történő leírás, ez ugyanis közvetlenül értelmezhető időtartománybeli viselkedést megmutató eredményt ad. Ezek a differenciálegyenletek nem kötöttek egy-egy fizikai paraméterhez, így általánosan is alkalmazhatók, rajtuk keresztül kapcsolat teremthető a különböző paraméterek között.

Mivel a mai fejlett elektronikával igen egyszerűen lehet realizálni egy adott differenciálegyenletet, mint kimenőjelet létrehozó hálózatot, a mechanikai, pneumatikus, áramlástan stb. rendszerek ilyen „analóg” villamos modellekkel jól szimulálhatók. Gyakori, hogy a vizsgált

jelenség rendkívül hosszú ideig esetleg napokig tartó, a villamos elemek egyszerű értékmódosításával ezek reális mérési időre gyorsíthatók, és a vizsgálat többször is megismételhető.

A mérések további előnye, hogy a folyamatok elemzése szintén elektronikus műszerekkel végezhető, nem szükséges különböző speciális érzékelők (erőmérő cella, nyomásérzékelő stb.) beszerzése. A könyv ebbe a modellezési technikába vezeti be az olvasót, részletesen tárgyalva a villamos alkatelmek (ellenállás, induktivitás, kapacitás és műveleti elemek) időfüggvényt realizáló tulajdonságait, és bemutatja az ezekből felépíthető differenciálegyenleteket realizáló áramkörök tervezési lépéseit.

Az összetettebb rendszerek modellezéséhez alkalmazható összeadó, differenciáló, ill. integráló és szorzó elemek számítási kérdéseit gyakorlati példákon mutatja be a szerző.

Zaks, R.: PROGRAMMING THE 6502

SYBEX, Berkeley, 1979. 300 p.

A MOS Technology cég 6502 típusú mikroprocesszora az Intel 8080 és a Zilog Z80 után az egyik leggyakrabban használt LSI integrált egység. Rodnay Zaks könyve, amely a mikroprocesszorokkal és mikroszámítógépekkel foglalkozó SYBEX könyvkiadó újdonsága, a 6502 típusal kapcsolatos programozási ismereteket foglalja össze. A könyv a programozás alapjainak ismertetésével kezdődik. A kezdő programozóknak szóló rövid bevezető után a szerző a 6502 hardware felépítését tárgyalja igen részletesen. Ezután a 6502 utasításkészletét és a használható címzési módokat bemutató fejezetek következnek. A szerző hosszú fejezetben tárgyalja a 6502 típushoz illeszthető bemeneti/kimeneti egységeket és azok használatát.

Gyakorlati szempontokat figyelembevéve állította össze a szerző az alkalmazási példákat, egymástól igen eltérő feladatok konkrét megoldásainak bemutatásával. A könyvet egy rövid áttekintés zárja, ebben a 6502 programfejlesztéshez gyártott eszközöket mutatja be a szerző, röviden értékelve az egyes berendezések előnyeit és hátrányait.

A könyv egy sorozat harmadik tagja, az első két könyv az Intel 8080 és a Zilog Z80 mikroprocesszorait mutatja be.

FELSŐOKTATÁSI FILMTÁR

- Az Encyclopaedia Cinematographica biológiai és műszaki kutatófilmjei
- műszaki filmfesztiválok ajándékfilmjei
- saját készítésű kutató- és oktatófilmek

Budapest, V. Városház u. 1.

Telefon: 186-522

INFRATECHNIKAI MÉRÉSEK

- AGA Thermovision berendezéssel fekete-fehér és színes thermogramok készítése (–30 és +2000°C között)



FILMKÉSZÍTÉS

- mérési
- kutató
- kutatást dokumentáló
- oktató és
- tudományos-műszaki propaganda céllal

FILMTECHNIKAI SZOLGÁLTATÁSOK

- filmfelvételi eszközök kölcsönzése
- 16 mm-es vágóasztalhasználat
- 16 mm-es fény- és mágneses hangosítás
- diasorozatok hangosítása
- filmek mágneses szélcsíkozása
- vetítőszolgálat

Budapest, V. Akadémia u. 11.

Telefon: 116-820

116-828

116-829

az infratechnikai mérésekről röviden

Az élet minden területén nagyjelentőségű a testek felületi hőmérséklet-eloszlásának ismerete. A termelési, technikai szakemberek, valamint a tudomány képviselői messzemenő következtetéseket tudnak levonni abból, ha rendelkezésükre áll a rövid idő alatt készített, pontos értékeket tükröző kép a vizsgált test-tárgy hőmérséklet-eloszlásáról.

Ilyen hőmérséklet-eloszlási képet és értékelést készít a *MTA Műszerügyi és Méréstechnikai Szolgálat Országos Kutatófilm Központ* az

AGA Thermovision 680 típusú berendezésével és

AGA Thermovision 750 típusú hordozható műszerével.

Az említett diagnosztikai és mérőberendezések a -30°C -tól $+2000^{\circ}\text{C}$ hőmérséklettartományban észlelik és rögzítik a testek hőszugárzását. A legkisebb megkülönböztethető hőmérsékletkülönbség $0,2^{\circ}\text{C}$, ha a tárgy felületi hőmérséklete $+30^{\circ}\text{C}$. A műszer képernyőjéről fekete-fehér és színes hőeloszlás-fénykép, valamint 16 mm-es fekete-fehér film is készíthető. Vállaljuk még a fekete-fehér video felvételes rögzítést is. Ha a hőeloszlási értékekre a mérés során azonnal szükség van, akkor az ún. Polaroid filmtechnikát is használhatjuk.

Széles körű tapasztalatok szerint a fenti készülékek számtalan helyen alkalmazhatók. Eddigi munkáink során többek között a különféle típusú panelek és könnyűszerkezetes épületek hőszigetelési vizsgálatát végeztük, de mértük a nehézipari kohók, kemencék, kazánok, kémények falzatának állapotát is. Dolgoztunk üvegyártási és -ipari berendezéseknél, vegyipari üzemekben és távfűtővezetékek nyomvonal vizsgálatánál. Az egészségügy területén is végeztünk – kísérleti jelleggel – vizsgálatokat. Mindenhol megbízható és pontos eredményeket kaptunk, illetve szolgáltatottunk.

Az infratechnikai méréseinket a mezőgazdaság minden fő- és mellékágazatában alkalmazni lehet. A gazdaságos energiafelhasználás nagyban befolyásolja az egyes ágazatok jövedelmezhetőségét. A termeléshez igénybevett energia egy része ugyanis gyakran a különféle tervezési-építési-üzemeltetési hibák miatt kárbevész. Ezen hibák pontosan felderíthetők az említett berendezésekkel.

NÉHÁNY GYAKORLATI TUDNIVALÓ

1. A 680 tip. műszer üzemeltetéséhez 220 V egyfázisú földelt hálózati feszültség szükséges, 250 VA teljesítménnyel. A 750-es típus 12 V-os akkumulátorról is üzemeltethető.
2. Az infratechnikai mérési jegyzőkönyvet és a teljes dokumentáció szolgáltatást (fényképek, értékelési táblázatok) napi 20 000 forintért általában a méréstől számított 15 munkanapon belül vállaljuk.
3. Írásbeli megrendeléseket a kívánt időpont előtt lehetőleg 15 nappal korábban a

MTA MMSZ Országos Kutatófilm Központ
Budapest, Pf. 241
1391

címre kérjük elküldeni.

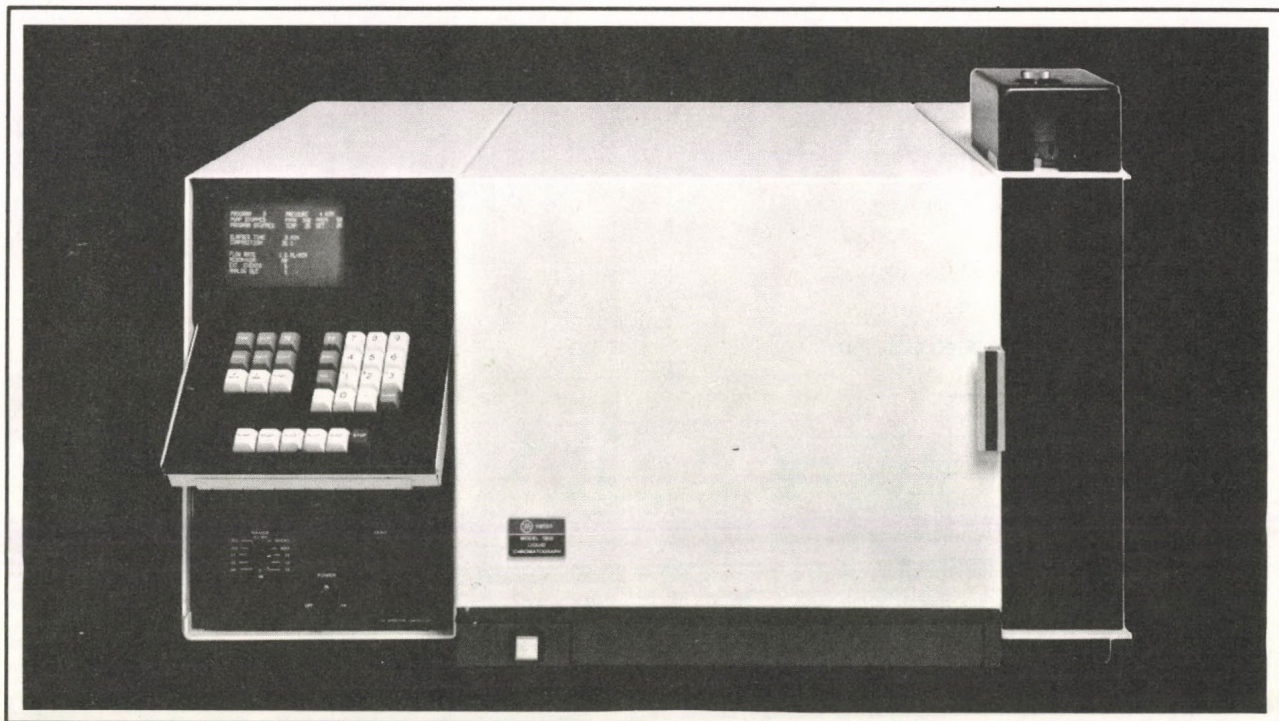
4. Ügyintézőnk infratechnikai témákban Osváth Béla, aki készséggel áll rendelkezésre. Található munkanapokon – szombat kivételével – Budapest, V. Városház utca 1. sz. alatt, telefon: 186-522 és 186-839.
5. Kívánságra szívesen bemutatjuk az infratechnikát ismertető, az AGA cég által készített színes magyar nyelvű filmet, mely bizonyítja e műszerek sokoldalú használhatóságát.

Reméljük, hogy a közeljövőben Önöket is hasznosan tudjuk szolgáltatásunkkal segíteni fontos munkájukban. Várjuk szíves érdeklődésüket.



MAGYAR TUDOMÁNYOS AKADÉMIA
MŰSZERÜGYI ÉS MÉRÉSTECHNIKAI
SZOLGÁLATA
ORSZÁGOS KUTATÓFILM KÖZPONT

A VARIAN 5000 FOLYADÉKKROMATOGRÁF- CSALÁD



Kezelése könnyű

A Varian 5000 folyadékkromatográf család tagjai nagyteljesítményű, mikroprocesszor-vezérlésű műszerek. Kezelésüket a beépített alfanumerikus kijelző segítségével néhány perc alatt bárki elsajátíthatja.

Ára kedvező

Az 5000-es sorozat öt alapmodelből áll, az egyszerű izokratikustól a teljesen automatikus gradiens rendszerig. Valamennyi model ára rendkívül előnyös, ha a teljesítményüket más folyadékkromatográfokkal hasonlítja össze.

Bővíthető felépítésű

Az 5000-es sorozatba tartozó kromatográfok kibővíthetők, ehhez számos kiegészítő berendezés áll rendelkezésre. Így mindenkor azt a konfigurációt tudja az LC 5000-ből felállítani, amelyre laboratóriumában éppen szüksége van. Ha később nagyobb teljesítmény kívánna meg műszerétől, annak kiegészítésére bármikor lehetősége van.

VARIAN AG
CH-6300 Zug/Svájc
Steinhauserstrasse
Telefon: /042/232575



Szervizképviselő:

MTA-MMSz Varian Service
Budapest XI. Bártfai u. 65.
Tel.: 869-844*. Telex: 22-5114 mtamm.
Levél cím: 1391 Budapest, Pf. 241.

Bemutatjuk Önnek a BRABENDER TECHNOLOGIE ATLAS-programját

Fénysugárzás és az időjárás rövid idejű hatásainak vizsgálatára készült laboratóriumi készülékek:

- ATLAS Fade—Ometer
- ATLAS Weather—Ometer
- ATLAS Light—Monitor—System
- ATLAS UV—CON
- ATLAS Gaskontroll-System

- A Brabender Technologie ATLAS készülékeket egyéni kívánalmaknak megfelelő változtatásokkal is szállítjuk.
- Műszereink teljesítik az ASTM, ISO, DIN és AATCC előírásokat, de tervezésüknél és kivitelezésüknél figyelembe vesszük a textil-, vegyi-, festék-és műanyagipar sajátos igényeit is.
- „Dominó rendszerben” készített műszereink között kis asztali és teljesen automatizált laboratóriumi vizsgálóberendezések egyaránt megtalálhatók.
- Gyártmányaink alkalmazásának elősegítésére know-how-kat szállítunk.
- Részletes információért és szaktanácsadásért forduljon:

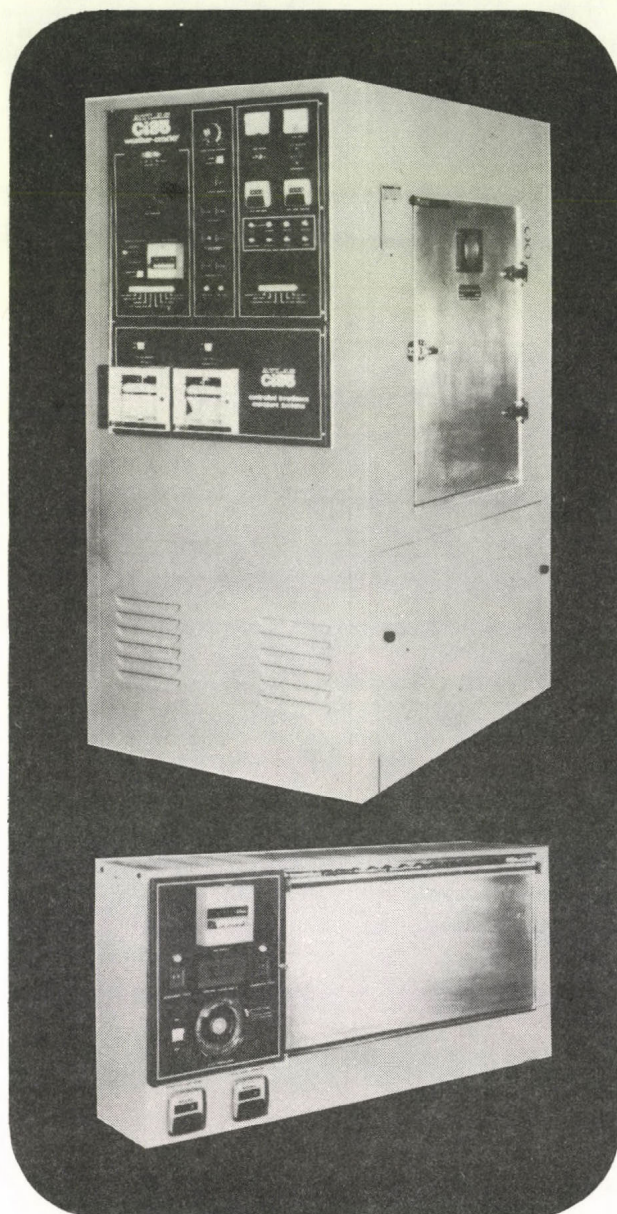
brabender

TECHNOLOGIE KG

D-4100 Duisburg 1.

Kulturstrasse 51-55. POB. 350138

Tel.: (0203) 774032 Telex: 0855317



Szervizképviselő:

MTA—MMSZ BRABENDER SERVICE

Budapest XI. Bártfai u. 65.

Telefon: 869 844. Telex: 22-5114 mtamm

Levélcím: 1391 Budapest, Pf. 241.

C. REICHERT OPTISCHE WERKE AG
1170 WIEN, HERNALSER HAUPTSTRASSE 219, TEL. 46 16 41

POLYVAR nagyátómezejű fotomikroszkóp

A 30-as látómezőszámra tervezve alkalmas:

- planachromátokkal
- planapochromátokkal
- valamennyi vizsgálati módszerre és eljárásra interferenciakontrasztnál, felsőmegvilágítású fluoreszcenciánál
- tartozékokkal rajzóberendezéssel és diszkussziós tubussal is tetszőleges képírtettségben minden munkaterületen

POLYMATIC nagyátómezejű kamerarendszer

A 24-es látómezőszámra tervezve:

- digitális időjelzéssel
- automatikus vagy kézi működtetéssel
- 35 mm-es kamerával 4 X 5"-ig
- film és TV-felvételhez kiegészítéssel

Szervizképviselőt

MTA-MMSZ REICHERT SERVICE

Budapest XI. Bátfai u. 65.

Telefon: 869-844*. Telex: 22-5114 mtamm

Levél cím: 1391 Budapest, Pf. 241





A KÜLFÖLDI MŰSZAKI-TUDOMÁNYOS CSERÉKET LEBONYOLÍTÓ ÖSSZ-SZÖVETSÉGI EGYESÜLÉS

segítséget nyújt szovjet és külföldi tudományos, kutató, tervező-szerkesztő és technológiai-tervező intézeteknek, iparvállalatoknak és cégeknek a műszaki-tudományos együttműködés megvalósításával kapcsolatos kereskedelmi, szállítmányozási és jogi kérdésekben az alábbi témakörökben:

- közös, illetve egyedi megrendelésre elkészített tudományos, kutató, tervező-szerkesztő és technológiai-tervező munkák kivitelezése;
- szovjet és külföldi cégek részére műszaki dokumentáció készítése és átadása, valamint tudományos berendezések, kísérleti minták, termékek és anyagok megrendelés szerinti kivitelezése;
- műszaki-tudományos szakvélemények kidolgoztatása, berendezések és anyagok vizsgálata, konzultációk lebonyolítása.

„V/O VNESHTECHNIKA”

Cím: MOSZKVA, STAROKONIUSHENNY PER., 6.

Telex: 411418 MOLOT, telefon: 202-02-60

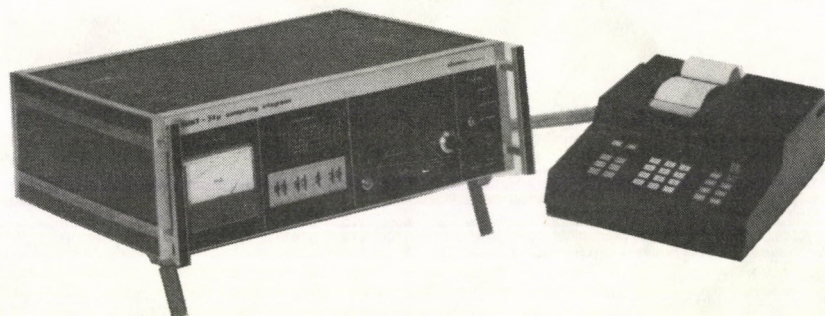
Távírat: MOSZKVA VNESHTECHNIKA

Leányvállalat: KIJEV, N. BOTANICHESKAJA UL., 2.

Telefon: 24-51-44, távírat: KIJEV VNESHTECHNIKA

DIGINT • 34 μ

Digitális számítóintegrátor
gáz- és folyadékkromatográfokhoz



Bármilyen kromatográfhoz utólag is csatlakoztatható
Asztali számítógéppel szállítjuk
Perforátorhoz, számítógéphez illeszthető
Kedvező tapasztalatok alapján a garanciaidőt 2 évre emeltük
Előnyös szállítási határidő



Chinoi Gyógyszer és Vegyszeti Termékek Gyára Rt.

MŰSZER—AUTOMATIKA OSZTÁLY
1325 Bp. Pf. 110

szervíz

V. KERÜLET

Martinelli
TÉR
3.

 HEWLETT
PACKARD


varian

Beckman®

JEOL

OPTON

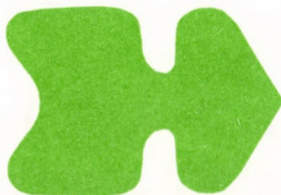
brabender

RADIOMETER
COPENHAGEN 

PERKIN-ELMER

 **REICHERT**

MTS



XI. KERÜLET

BÁRTFAI
UTCA
65.

Telefon: 869-844*
Telex: 22-5114 mtamm
Levélcímünk változatlan
1391 Budapest, Pf. 241

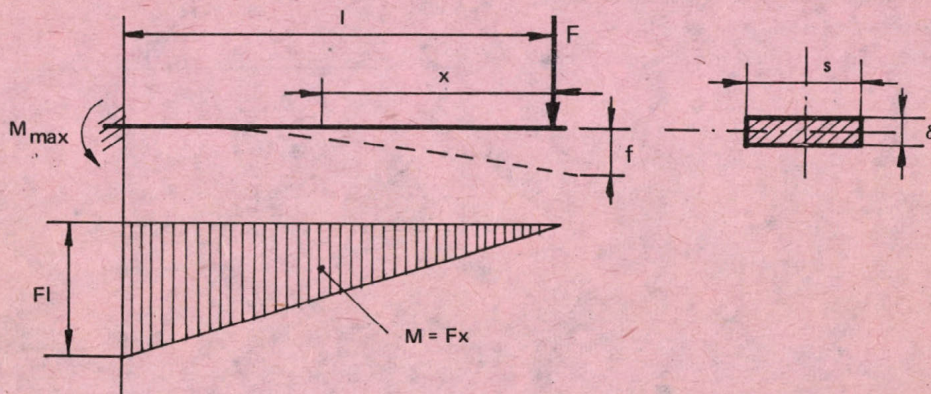


HIBAIGAZÍTÓ

A Közlemények 27. számában közölt Szentirmai Endre: Cipőipari bőryanagok hajlítási ellenállásának mérése c. cikk 29., 30. és 31. oldalának helyreigazítását az alábbiakban tesszük meg:

A keresztmetszetben a feszültség

$$\sigma_{\max} = \frac{F \cdot \ell}{K_x} \quad (3)$$



5. ábra. Erőérzékelő tervezéséhez vázlat

Az összefüggésben K_x a rúd keresztmetszeti tényezője, ami

$$K_x = \frac{s \cdot \delta^2}{6} \quad (4)$$

A (3), (4) összefüggésből

$$\sigma_{\max} = \frac{6 \cdot F \cdot \ell}{s \cdot \delta^2} \quad (5)$$

Ismeretes, hogy

$$\sigma = \epsilon \cdot E, \quad (6)$$

ezt behelyettesítve az (5) összefüggésbe és a nyúlást kifejezve

$$\epsilon = \frac{6 \cdot F \cdot \ell}{E \cdot s \cdot \delta^2} \quad (7)$$

Az erő hatására létrejövő lehajlást az alábbi összefüggésből számítjuk ki:

$$f = \frac{F \cdot \ell^3}{3 \cdot I \cdot E} \quad (8)$$

Esetünkben a négyszög keresztmetszetű rúd $x-x$ tengelyre vett másodrendű nyomatékát behelyettesítve a (8) összefüggésbe

$$(I = \frac{s \cdot \delta^3}{12}):$$

$$f = \frac{4 \cdot F \cdot \ell^3}{E \cdot s \cdot \delta^3} \quad (9)$$

Ha a (7) és (9) összefüggésből kifejezzük a négyszög keresztmetszetű rúd méretét, a következőket kapjuk:

$$\delta = \sqrt{\frac{6 \cdot F \cdot \ell}{E \cdot \epsilon \cdot s}}, \quad \text{ill.} \quad (10)$$

$$\delta = \sqrt[3]{\frac{4 \cdot F \cdot \ell^3}{E \cdot f \cdot s}} \quad (11)$$

A fenti összefüggésekben behelyettesítve a rugalmassági modulus $E = 2,06 \cdot 10^5 \text{ Nmm}^{-2}$ értékét, valamint az alábbi kiinduló adatokat, műszaki meggondolások alapján:

$$F = 3 \text{ N}, \quad \ell = 20 \text{ mm}.$$

A fenti adatokat állandóként figyelembe véve a (10) és (11) összefüggések a következők lesznek:

$$\delta = 4,18 \cdot 10^{-2} \sqrt{\frac{1}{\epsilon \cdot s}}$$

$$\delta = 7,75 \cdot 10^{-1} \sqrt[3]{\frac{1}{f \cdot s}}$$

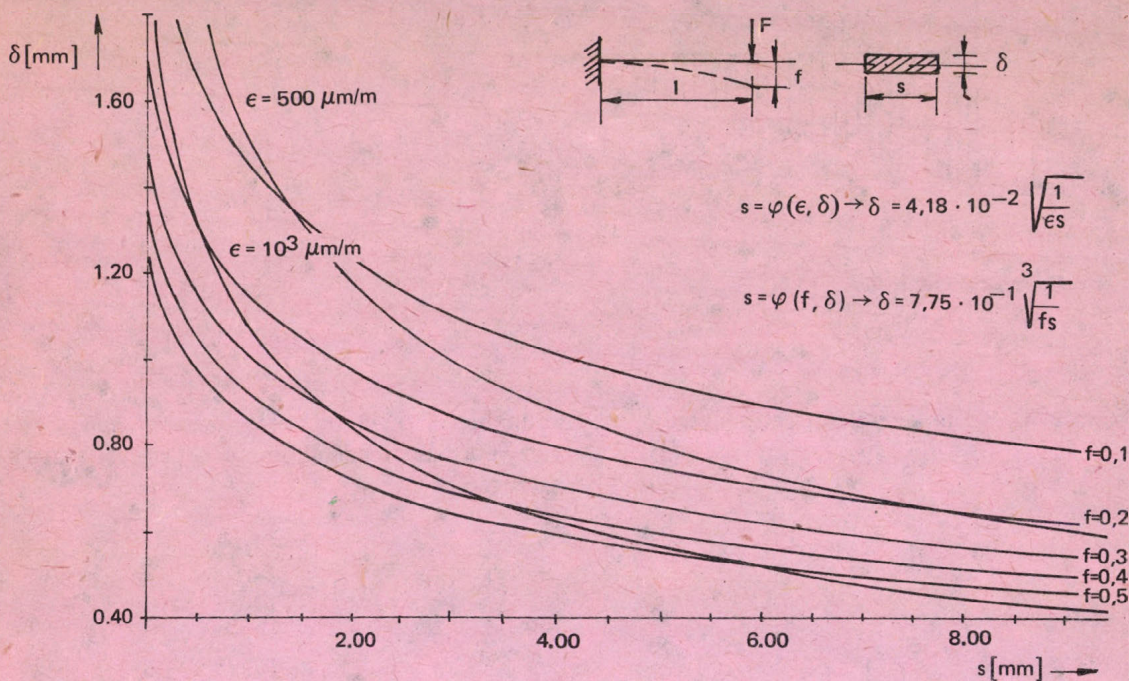
A (12) és a (13) összefüggéseket az alábbiak szerint ábrázoljuk.

Ábrázoltuk a $\delta = \varphi(\epsilon, s)$ és $\delta = \varphi(f, s)$ függvényeket, ahol ϵ és f értékeket paraméternek tekintettük (6. ábra). Az ϵ nyúlás paraméter-értékeit a nyúlás villamos úton való mérésérzékenységének figyelembevételével vettük

fel, $\epsilon = 500 \mu\text{m/m}$ és $\epsilon = 1000 \mu\text{m/m}$ értékekben. Az f lehajlás a lengő tengely 20° -os elfordulási szögében okoz $\Delta\alpha$ hibát. A hiba nagyságát az 1. táblázatban foglaltuk össze. A táblázat alapján az f paramétert 0,1 ... 0,5 mm értékek között 0,1 mm-enként vettük fel.

1. táblázat

f, mm	$\Delta\alpha, \text{perc}$	hiba %
0,1	8,56	0,71
0,2	17,51	1,46
0,3	26,47	2,21
0,4	35,43	2,95
0,5	44,39	3,70



6. ábra. Erőérzékítő méretezési grafikonjai

Tisztelt Olvasónk!

Amint arról legutóbbi számainkban tájékoztattuk, a Közlemények iránt fokozódó igény és a rendelkezésre álló korlátozott példányszám szükségessé teszi, hogy felülvizsgáljuk címjegyzékünket.

Kérjük, hogy az alábbi válaszlevelezőlapot

HA MÉG NEM TETTE VOLNA MEG,

kitöltve címünkre visszaküldeni szíveskedjék.



Kérem, hogy a MŰSZERÜGYI ÉS MÉRÉSTECHNIKAI KÖZLEMÉNYEK c. kiadványukat : továbbra is küldjék az alábbi-túoldal* címre.

80/28

*** nem kívánt rész törölendő**

Válaszlevelezőlap

Belföldre
bérmentesítés
nélkül
feladható.
A díjat a
címezett fizeti.

MTA MŰSZERÜGYI ÉS
MÉRÉSTECHNIKAI SZOLGÁLATA
Szaktanácsadási Osztály

BUDAPEST, Pf. 241.

1391



telefon:

BEOSZTÁSA

MUNKAHELYE:

CÍME Város

utca, házszám v. postafiók

irányítószám

Tisztelt Olvasónk!

Amint arról legutóbbi számainkban tájékoztattuk, a Közlemények iránt fokozódó igény és a rendelkezésre álló korlátozott példányszám szükségessé teszi, hogy felülvizsgáljuk címjegyzékünket.

Kérjük, hogy az alábbi válaszlevelezőlapot

HA MÉG NEM TETTE VOLNA MEG,

kitöltve címünkre visszaküldeni szíveskedjék.



Kérem, hogy a MŰSZERÜGYI ÉS MÉRÉSTECHNIKAI KÖZLEMÉNYEK c. kiadványukat : továbbra is küldjék az alábbi-túlolдали* címre.

80/28

1003

Országos Műszaki Könyvtár és
Dokumentációs Központ
Dr. Nagy Imre tud. főmunkatárs
Budapest
Pf. 12
1428

* nem kívánt rész törlendő

FELADÓ NEVE

BEOSZTÁSA

MUNKAHELYE

CÍME Város

utca, házszám v. postafiók

irányítószám

telefon:

Válaszlevelezőlap

MTA MŰSZERÜGYI ÉS
MÉRÉSTECHNIKAI SZOLGÁLATA
Műszerkölcsonzési Főosztály

BUDAPEST, Pf. 241.

1391



Belföldre
bérmentesítés
nélkül
feladható.
A díjat a
címezett fizeti.

KEDVES OLVASÓNK!

A Közlemények célja a Szolgálat eredményei-
nek és munkásságának megismertetése elsősor-
ban azért, hogy minél szélesebb körben válja-
nak köztudottá a lehetőségek, szolgáltatások,
amelyekkel az MTA Műszerügyi és Méréstech-
nikai Szolgálat a hazai kutatás és fejlesztés
rendelkezésére áll.

A meglévő igény minél teljesebb kielégítése
és egyben a Szolgálatnál fennálló lehetőségek
tökéletesebb hasznosítása érdekében a Közle-
mények ezen számához levelezőlapot mellé-
kelünk. A levelezőlapon feltüntetjük az MTA
Műszerügyi és Méréstechnikai Szolgálatának
fontosabb ingyenes ill. térítésses szolgáltatá-
sait.

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

Szerkesztőbizottság

FELADÓ NEVE

BEOSZTÁSA

MUNKAHELYE

CÍME Város

utca, házszám v. postafiók

irányítószám

telefon:

Válaszlevelezőlap

MTA
MŰSZERÜGYI ÉS
MÉRÉSTECHNIKAI
SZOLGÁLATA

BUDAPEST, Pf. 241.

1391



Belföldre
bérmentesítés
nélkül
feladható.
A díjat a
címezett fizeti.

FELADÓ NEVE

BEOSZTÁSA

MUNKAHELYE

CÍME: Város

utca, házszám v. postafiók

irányítószám

telefon:

Válaszlevelezőlap

MTA
MŰSZERÜGYI ÉS
MÉRÉSTECHNIKAI
SZOLGÁLATA

BUDAPEST, Pf. 241.

1391



Belföldre
bérmentesítés
nélkül
feladható.
A díjat a
címezett fizeti.

mérési feladatok megoldásában, műszerkiválasztásban rendelkezésükre állunk

MTA MMSZ Szaktanácsadási Osztály

Budapest VI. Lenin krt. 67. • Telefon: 220-425* • telex: 22-6936 akamu

MŰSZERBESZERZÉSI
ÉS
MÉRÉSTECHNIKAI
TANÁCSADÁS

PROSPEKTUSTÁR

ORSZÁGOS
MŰSZER-
NYILVÁNTARTÁS
SZÁMÍTÓGÉPES
ADATBÁZISA



**BÁRTFAI U.
65.**

**LENIN KRT.
67.**



MTA MMSZ MŰSZER-SZERVIZ • JAVÍTÁS-KARBANTARTÁS

BECKMAN
BRABENDER
HEWLETT-PACKARD
JEOL
MTS SYSTEM

OPTON
PERKIN-ELMER
RADIOMETER
C. REICHERT
VARIAN

cégek szervizének címe:

Budapest XI. Bártfai u. 65.
Telefon: 869-844*
Telex: 22-5114 mtamm
Levélcím: 1391 Budapest, Pf. 241.

HOTTINGER-BALDWIN MESSTECHNIK
PHILIPS
LABTEST
GOULD
TEKELEC-AIRTRONIC

cégek szervizének címe:

Budapest VI. Lenin krt. 67.
Telefon: 220-425*
Telex: 22-6936 akamu
Levélcím: 1391 Budapest, Pf. 241.