

E3593

# MŰSZERÜGYI ÉS MÉRÉSTECHNIKAI KÖZLEMÉNYEK

A MAGYAR TUDOMÁNYOS AKADÉMIA  
MŰSZERÜGYI ÉS MÉRÉSTECHNIKAI SZOLGÁLATA  
ORSZÁGOS KUTATÓFILM KÖZPONT

HU ISSN 0133-3704

1987.  
23. ÉVFOLYAM  
BUDAPEST

**43**

# MTA MŰSZERÜGYI ÉS MÉRÉSTECHNIKAI SZOLGÁLATA ORSZÁGOS KUTATÓFILM KÖZPONT



Budapest, XI. Szakasits Árpád u. 59-61. • Budapest, Pf. 58. 1502

Telex: 22-6936 akamu • Telefon: 662-366\*

## Szolgáltatásaink

### MŰSZERKÖLCSÖNZÉS

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

### SZERVIZSZOLGÁLTATÁS

Vevőszolgálati szerződések alapján külföldi cégek műszereinek üzembehelyezése, garanciális és garancián túli javítása, karbantartása, felújítása

### FILM ÉS VIDEO PROGRAM KÉSZÍTÉS

Nagysebességű és idősűrűtő kutatófilmek  
Oktató és referencia programok  
Videotechnikai szolgáltatások  
Film- és video hangosítás  
Filmtechnikai eszközök kölcsönzése  
Filmmanyagok mágnescsíkkozása

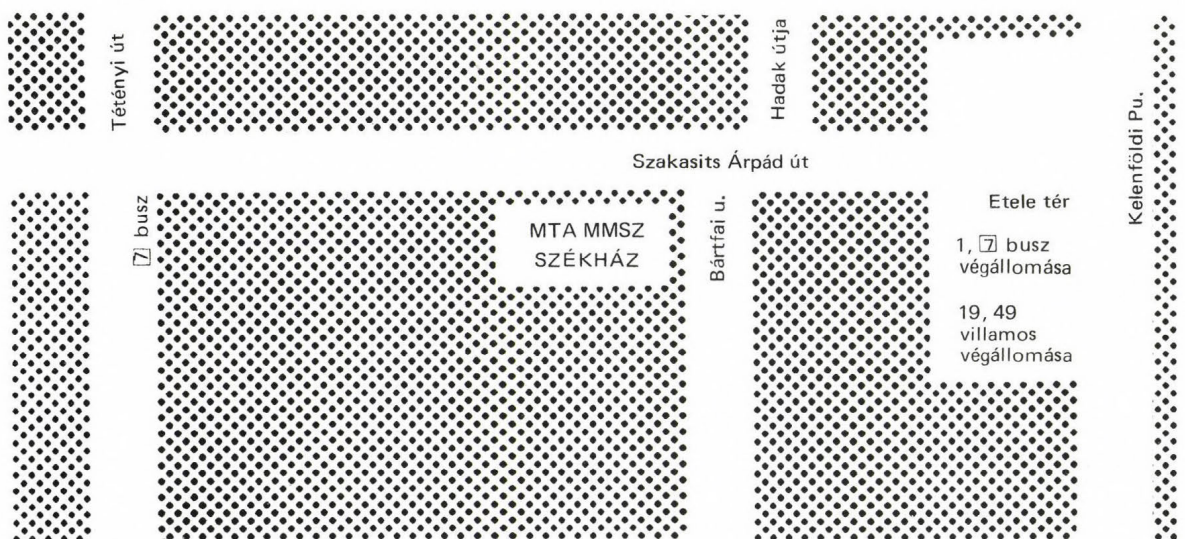
### FILMKÖLCSÖNZÉS

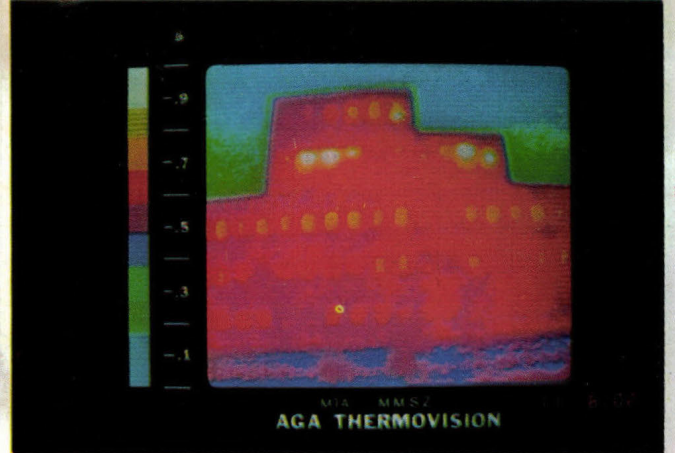
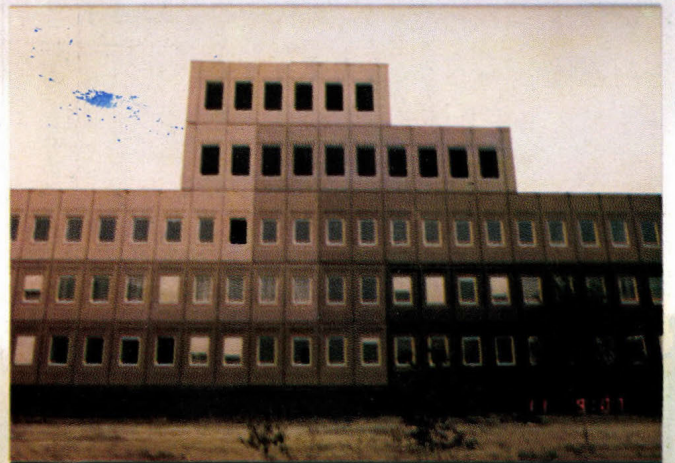
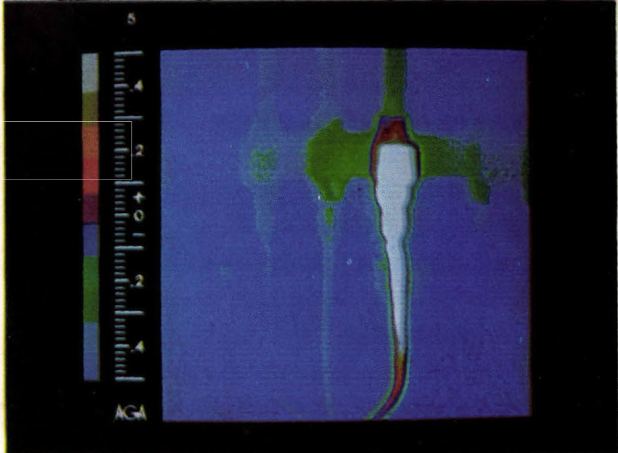
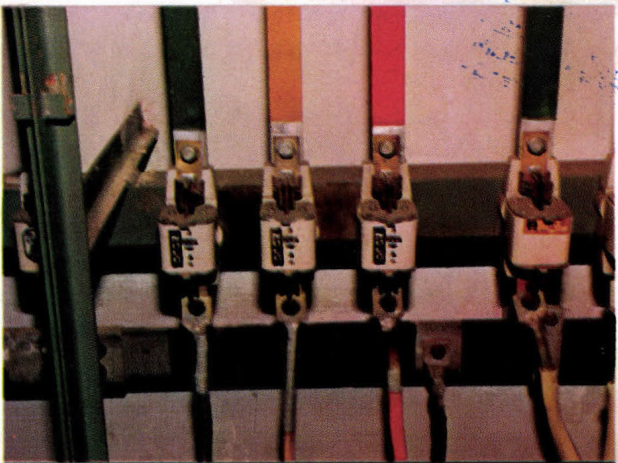
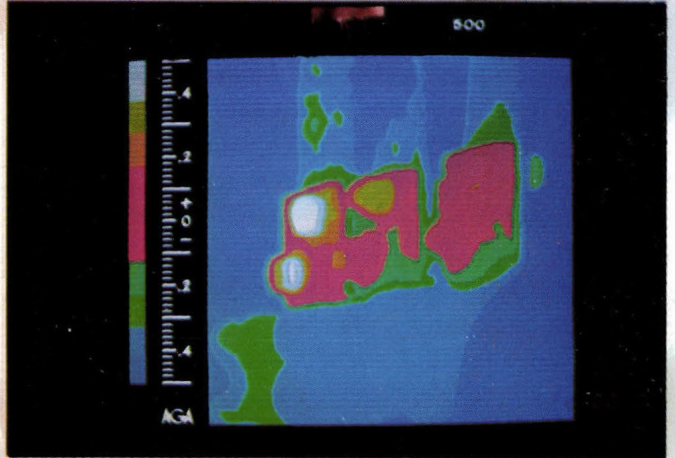
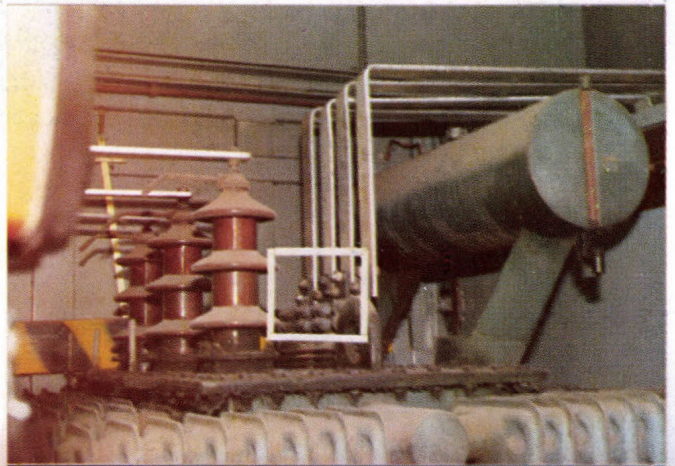
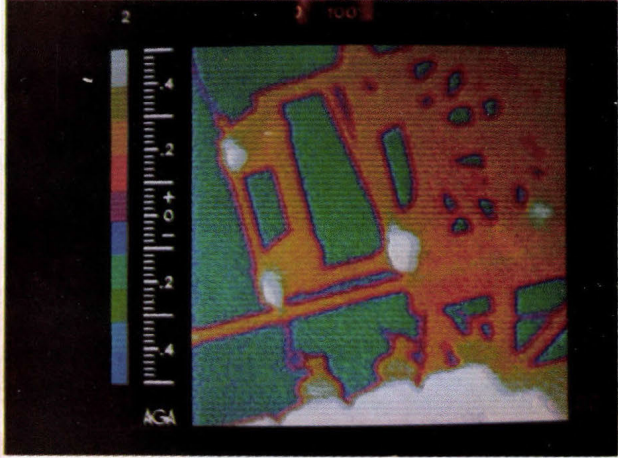
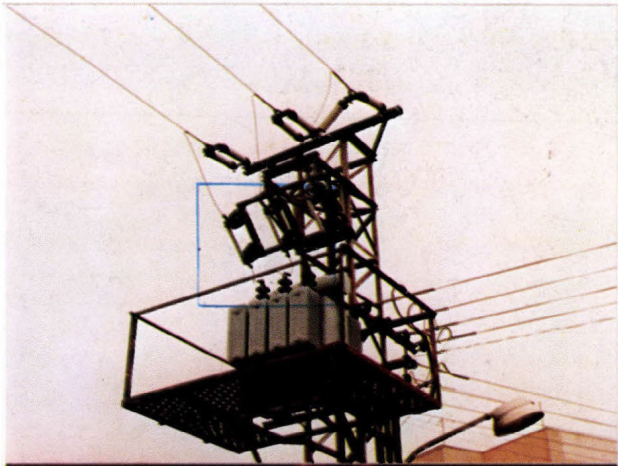
## MŰSZERTECHNIKAI SZOLGÁLTATÁS

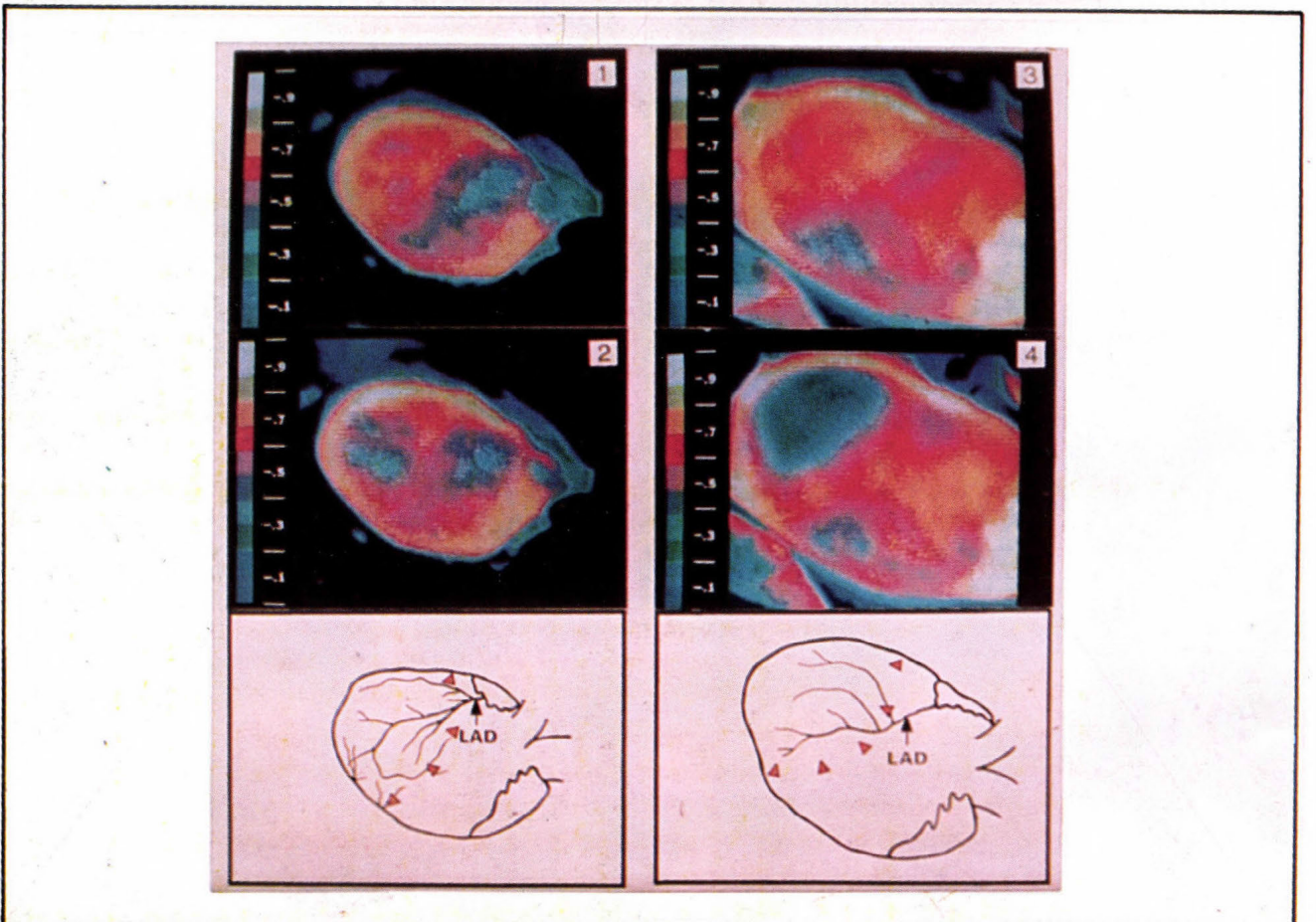
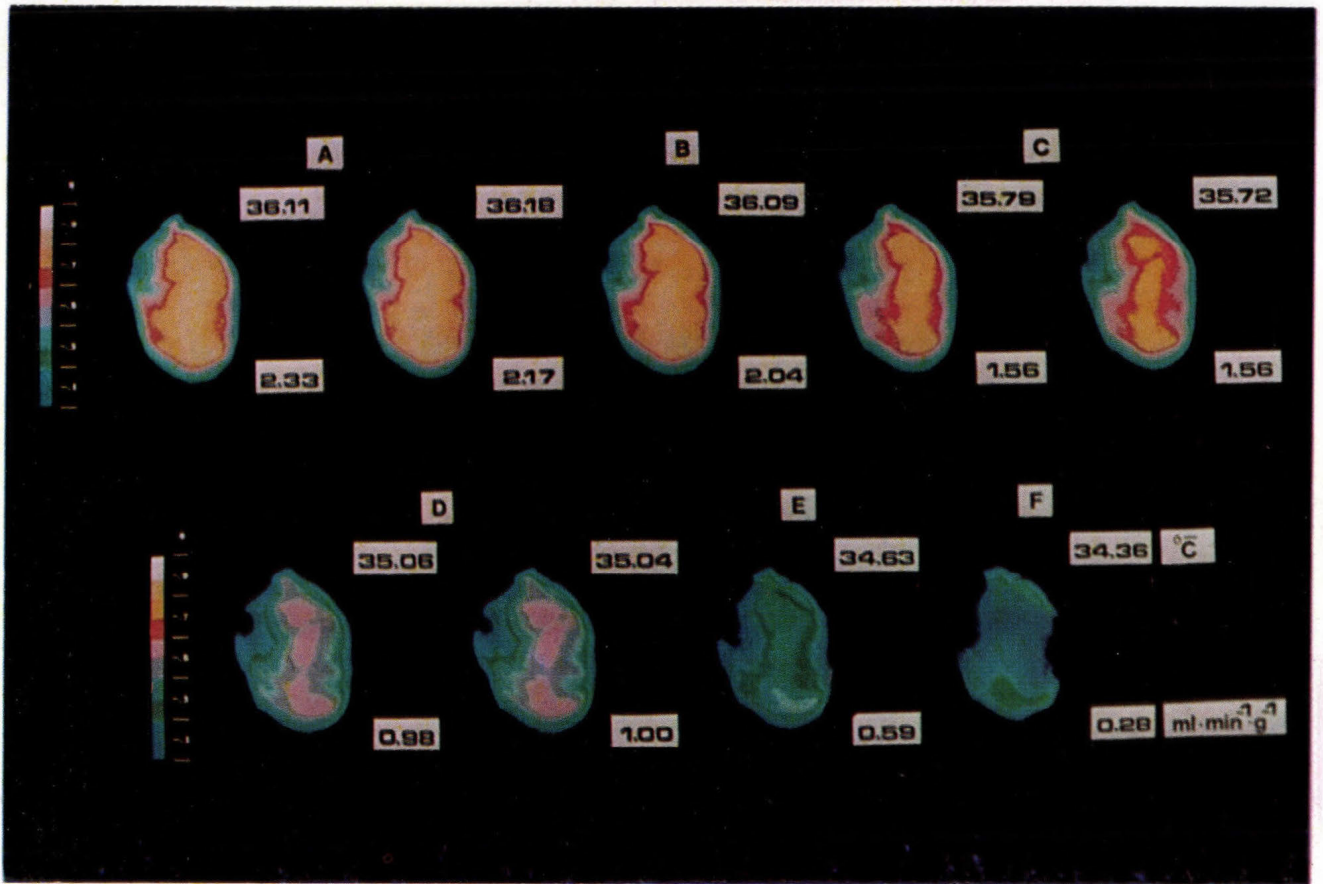
Speciális akusztikai vizsgálatok, zaj- és rezgésmérések  
Akusztikai, rezgéstechikai kutatás, fejlesztés, tervezés és szaktanácsadás  
Hő- és infratechnikai mérések  
Mechanikai igénybevétel mérése nyúlásmérőbélyeges módszerrel  
Villamos mennyiségek mérése és regisztrálása  
Egyedi és célműszerek építése  
Új mérési módszerek kidolgozása  
Jelelemzés, mérési adatok számítógépes feldolgozása  
8 és 16 bites mikroprocesszoros rendszerek fejlesztése  
Környezetvédelmi műszerek kifejlesztése és előállítás

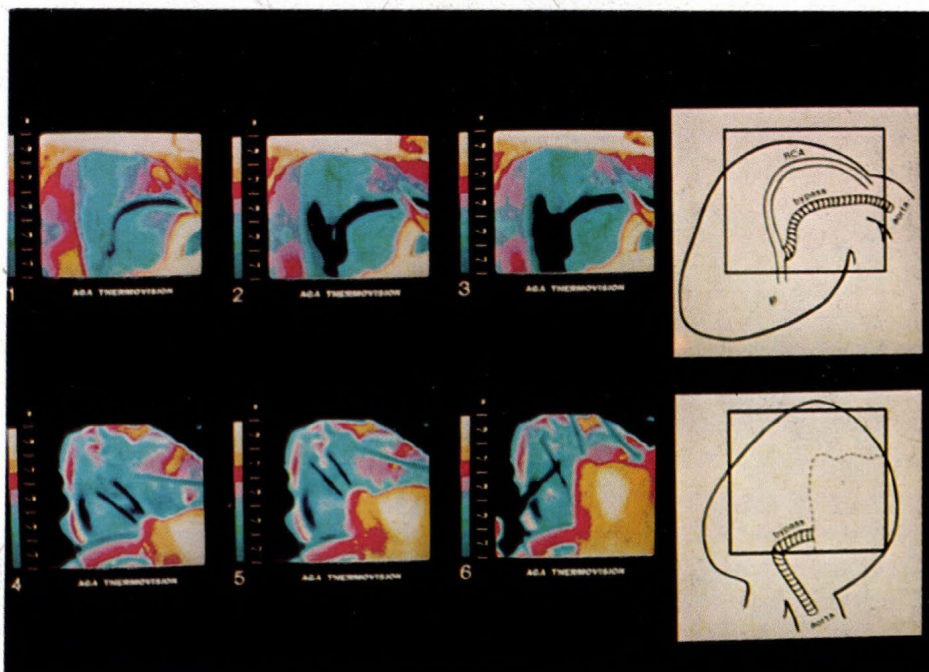
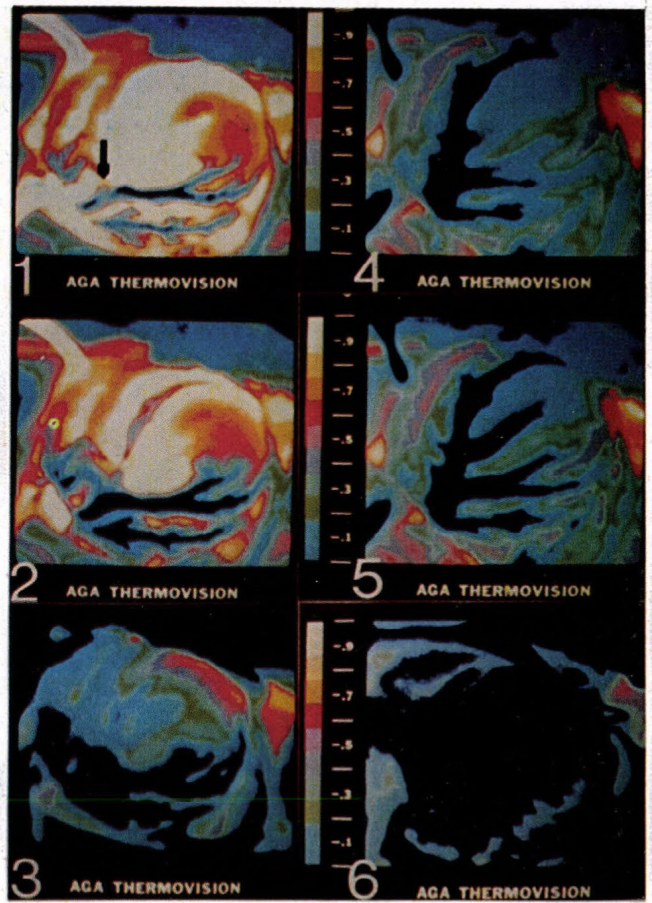
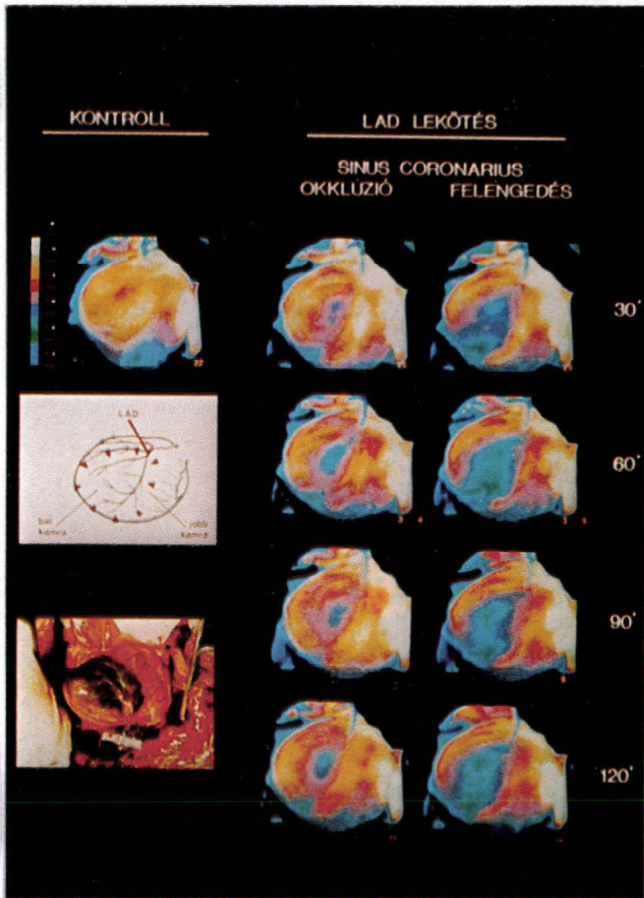
## SZAKTANÁCSADÁS

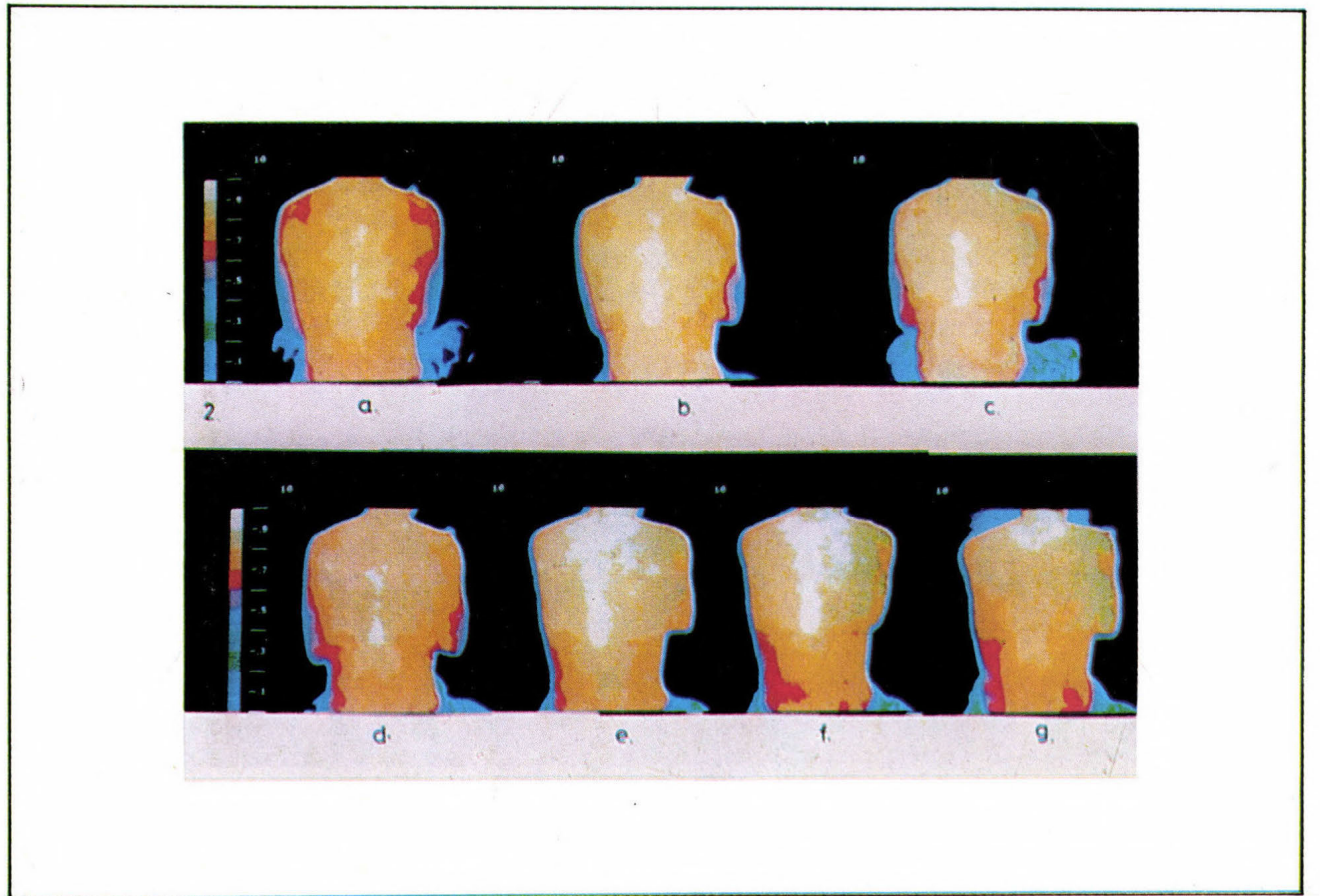
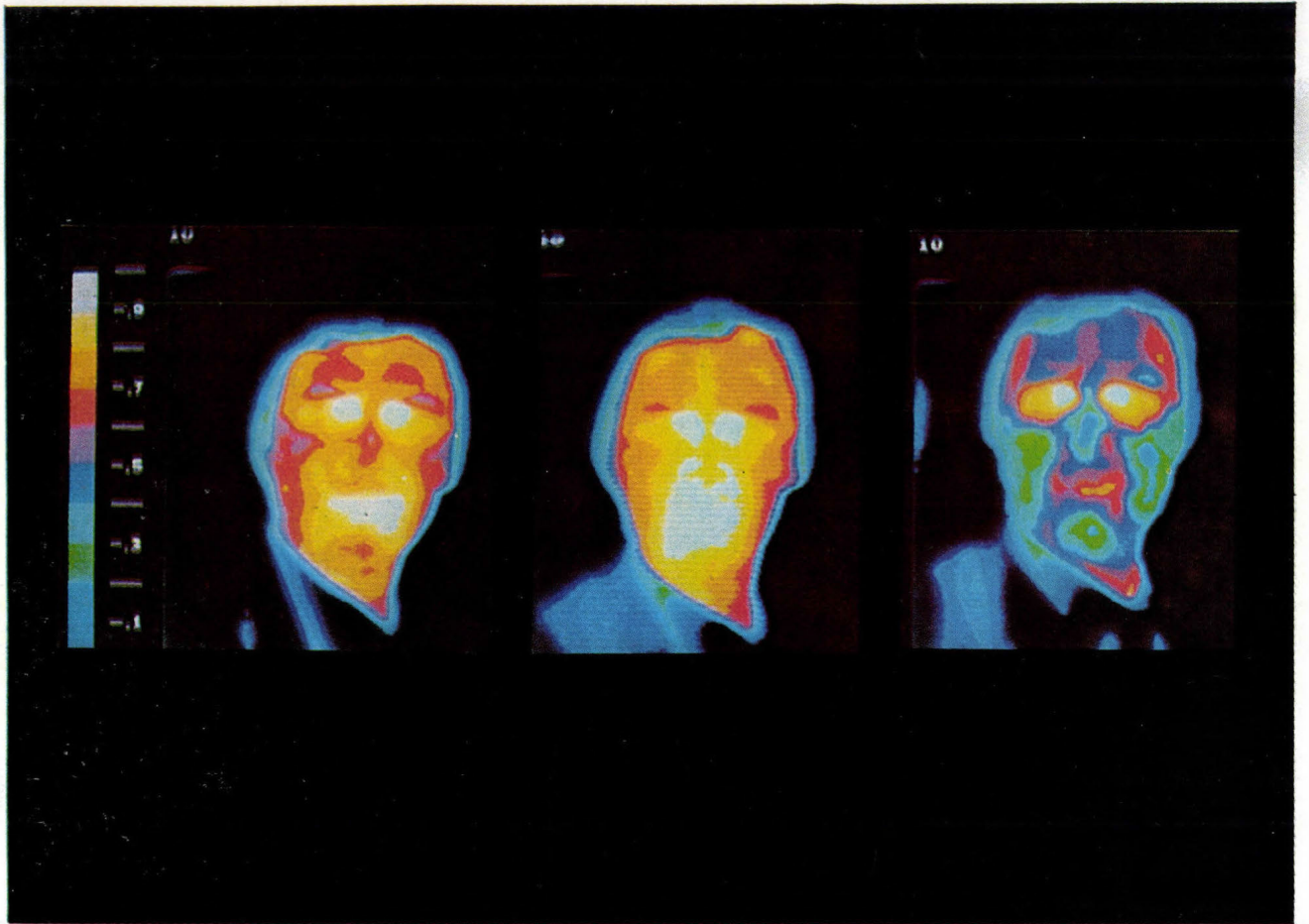
Műszer- és méréstechnikai tanácsadás  
Országos Műszernyilvántartás  
Műszaki Folyóirat és Könyvtár  
Műszerprospektustár  
Szabad Műszerkapacitás Adattár  
Országos Műszerszervíz-nyilvántartás













**Szerkeszti:**

*A szerkesztőbizottság*  
A szerkesztőbizottság elnöke:  
*Dr. Stokum Gyula*  
Felelős szerkesztő:  
*Bittsánszky Géza*  
Operatív szerkesztő:  
*Radnai Rudolf*  
Technikai szerkesztő:  
*Árkos Iván*

**Lektorálta:**

*Balla Éva, Henk Károly, Millei La-  
jos, Nyírjesi Gyula, Pollák Kata-  
lin, Pomáziné Kiss Éva, Dr. Schu-  
mann Béla, Szuhay Péter, Varga  
Zoltán és Dr. Lukács Gyula*

**E számunk szerzői:**

*Császár László, Csont Tamás, Har-  
gita Árpád, Dr. Hargita Gyöngyi,  
Dr. Illényi András, Dr. Juhász-  
Nagy Sándor, Kőfalvi Jenő, Ko-  
vács Attila, Kovács László Dezső,  
dr. Magai István, Radnai Rudolf,  
Sövényi Géza, Szathmáry Csaba,  
Tóthmátyás István*

**Szerkesztőség:**

**MTA Műszerügyi és  
Méréstechnikai Szolgálat**  
Országos Kutatófilm Központ  
Budapest, XI.  
Szakasits Árpád út 59–61.  
Levélcím:  
Budapest, Pf. 58. 1502  
Telefon: 662-366

**Terjeszti:**

**MTA MMSZ**

**A kiadásért felel:**

*Dr. Stokum Gyula*  
Készült:  
**Magyar Tudományos Akadémia**  
Sokszorosító Üzemében,  
Budapest  
Felelős vezető:  
*Dr. Héczey Lászlóné*  
8717443

**TARTALOM**

**1987. 43. szám**

**Műszerfejlesztés**

*Tóthmátyás István:* Adatgyűjtő személyi számítógépes vezérléssel és speciá-  
lis mérőperifériákkal ..... 5

**Új irányok a műszer és méréstechnikában**

*Radnai Rudolf:* Személyi számítógépes műszerek ..... 13  
*Kőfalvi Jenő:* A szuperkritikus fluidkromatográfia–SFC ..... 21  
*Csont Tamás:* Közvetlen tömegáramlás mérés ..... 29

**Mérésszolgáltatás**

*Hargita Árpád–Dr. Juhász Nagy Sándor–Dr. Hargita Gyöngyi–Dr. Magai  
István–Kovács László Dezső:* A termográfia kiaknázatlan lehetőségei a ku-  
tatás, a műszaki- és az orvostudományi diagnosztika területén ..... 35  
*Dr. Illényi András:* Gyakorlati tapasztalatok a zaj és rezgésvédelem terüle-  
tén ..... 45

**Műszerkölcsonzés**

*Császár László–Sövényi Géza:* Digitális multiméterek pontosságának auto-  
matikus ellenőrzése (1. rész) ..... 51  
*Kovács Attila:* FARNELL gyártmányú rádiófrekvenciás mérőműszerek ... 57

**Hazai műszerfejlesztés**

*Szathmáry Csaba:* Digitális vezérlésű oszcilloszkóp ..... 61

**Szaktanácsadás**

*Kőfalvi Jenő:* Válogatás az Országos Műszernyilvántartás nagyértékű mű-  
szerújdonyságaiból ..... 67

**Külföldi műszerújdonyságok**

Összeállította: *Csont Tamás–Kőfalvi Jenő–Radnai Rudolf* ..... 68

**Könyvismertetés**

Összeállította: *Radnai Rudolf–Kőfalvi Jenő* ..... 73

**Szolgálatunk életéből** ..... 79

|  |    |
|--|----|
| <b>Instrument Development</b>  |    |
| <i>I. Tóthmátyás</i> : Data collector with personal computer control and special measuring peripherals . . . . .   | 5  |
| <b>New Tendencies in Measurement and Instruments</b>   |    |
| <i>R. Radnai</i> : Instruments with personal computer . . . . .  | 13 |
| <i>J. Kőfalvi</i> : Super-critical fluid chromatography-SFC . . . . .  | 21 |
| <i>T. Csont</i> : Direct measuring of mass flow . . . . .  | 29 |
| <b>Measuring Service</b>   |    |
| <i>A. Hargita-Dr. S. Juhász Nagy-Dr. Gy. Hargita-Dr. I. Magai-Dr. L. D. Kovács</i> : Unexploited possibilities of thermography in the field of research, technical and medical diagnostics . . . . . | 35 |
| <i>Dr. A. Illényi</i> : Practical experiences in the field of noise and vibration protection . . . . .   | 45 |
| <b>New Instruments on Hire</b>   |    |
| <i>L. Császár-G. Sövényi</i> : Automatic surveying of the accuracy of digital multimeters. (Part 1.) . . . . .   | 51 |
| <i>A. Kovács</i> : RF measuring instruments produced by FARNELL . . . . .  | 57 |
| <b>New Hungarian Instruments</b>   |    |
| <i>Cs. Szathmáry</i> : Digitally controlled oscilloscope . . . . .   | 61 |
| <b>Consulting Service</b>  |    |
| <i>J. Kőfalvi</i> : Selection from the valuable novelties of the National Instrument Register . . . . .  | 67 |
| <b>New Instruments Abroad</b>  |    |
| <i>T. Csont-J. Kőfalvi-R. Radnai</i> . . . . .   | 68 |
| <b>Book Reviews</b>  |    |
| <i>R. Radnai-J. Kőfalvi</i> . . . . .  | 73 |
| Some Information about our Service . . . . .   | 79 |

**István Tóthmátyás: Data collector with personal computer control and special measuring peripherals**

The article introduces a PC controllable data collector, developed by the Instruments and Measuring Technique Service of the Hungarian Academy of Sciences. It makes known also some special measuring peripherals that enable the application of instruments under serious ambient conditions.

**Rudolf Radnai: Instruments with personal computer**

With the spreading of PC-s of relatively high capacity and low cost, a new course started in the construction of instruments: printed circuit boards will be built in the PC-s which provide special functions in measuring techniques. In the article, after the description of general properties, we show the structure of some new systems.

**Jenő Kőfalvi: Super-critical fluid chromatography - SFC**

The article is a brief summary of super critical fluid chromatography as a new analytical method. It discusses the nature of super-critical state and gives the application parameters of the most frequent fluids. It makes known the principal structure of the instrument, some essential elements of it, and describes also some examples from practice.

**Tamás Csont: Direct measuring of mass flow**

Each particle of a fluid which is streaming in an accelerating closed system, has a force of his own because of the streaming, and the resultant force of these is well definable. This is the Coriolis-force. The new principle of mass flow measuring reduces the determining of the flowing quantity to the measuring of this force. With his aid it is possible to measure also the flow of inhomogeneous materials with great accuracy.

**Árpád Hargita-Dr. Sándor Juhász-Nagy -Dr. Gyöngyi Hargita-Dr. István Magai-László D. Kovács: Unutilized possibilities of thermography in the fields of research and diagnostics applied in the technical and medical sciences**

Illustrating one of the up-to-date services of the Instruments and Measuring Technique Service of the Hungarian Academy of Sciences, the article describes how

the thermal distribution tests carried out by the means of thermographic infratelevision recordings can be applied in the fields of the technical and medical diagnostics.

**Dr. András Illényi: Practical experiences in the field of noise and vibration protection**

In the last few years the Acoustic Research Laboratory of the Instrument and Measuring Technique Service of the Hungarian Academy of Sciences displayed a wide activity in the field of noise protection. This recently was completed with another field of research: with the protection against vibration, where also measuring instruments are developed. In the article report is given on the practical experiences gathered during the above mentioned activities.

**László Császár-Géza Sövényi: Automatic surveying of the accuracy of digital multimeters (Part 1.)**

The increasing and significantly modernizing stock of measuring instruments at the Instruments and Measuring Service of the Hungarian Academy of Sciences made necessary the instruments be more quickly and reliably checked than before. The possibility of generalization emerges especially by the examination of digital multimeters. Our article, which is the first part of a series, deals with the points of view of standardization and gives tables of specifications on which the system programmes that are to be described later, are based.

**Attila Kovács: RF measuring instruments produced by FARNELL**

The author, member of the FARNELL brand service, briefly reviews his experiences collected by taking part in a service course, and after this he introduces the RF instruments of the factory.

**Csaba Szathmáry: Digitally controlled oscilloscope**

The new Hungarian type EMG 1560, 100 MHz, 4 channel oscilloscope provides special functions that extend the possibilities of use. In the article informations are given about the application of the instrument.



|   |    |
|---|----|
| <b>Desarrollo de instrumentos</b>   |    |
| <i>István Tóthmátyás</i> : Coleccionador de documentación con mando por calculadora personal y con periferias de medición especiales . . . . .  | 5  |
| <b>Nuevas tendencias en las técnicas de medición</b>  |    |
| <i>Rudolf Radnai</i> : Instrumentos con calculadora personal . . . . .  | 13 |
| <i>Jenő Kőfalvi</i> : Cromatografía de fluido supercrítico - SFC . . . . .  | 21 |
| <i>Tamás Csont</i> : Medición directa de afluencia de masa . . . . .  | 29 |
| <b>Servicio de mediciones</b>   |    |
| <i>Árpád Hargita-Dr. Sándor Juhász-Nagy-Dr. Gyöngyi Hargita-Dr. István Magai-László Dezső Kovács</i> : Posibilidades inexploradas de la termografía en la investigación y el diagnóstico técnico y médico . . . . . | 35 |
| <i>Dr. András Illényi</i> : Experiencia practica en el dominio de la defensa de ruido y de vibración . . . . .  | 45 |
| <b>Prestación de instrumentos</b>   |    |
| <i>László Császár-Géza Sövényi</i> : Controlación automático de la precisión de los multimetros digitales (parte 1.) . . . . .  | 51 |
| <i>Attila Kovács</i> : Instrumentos de medición de radiofrecuencia de FARNELL . . . . .   | 57 |
| <b>Desarrollo nacional de los instrumentos</b>  |    |
| <i>Csaba Szathmáry</i> : Osciloscopio de mando digital . . . . .  | 61 |
| <b>Servicio de consultas profesionales</b>  |    |
| <i>Jenő Kőfalvi</i> : Selección de las novedades valiosas del Registro de Instrumentos Nacional . . . . .   | 67 |
| <b>Novedades entre instrumentos extranjeros</b>   |    |
| Selección: <i>Tamás Csont-Jenő Kőfalvi-Rudolf Radnai</i> . . . . .  | 68 |
| <b>Panorama bibliográfico</b>   |    |
| Selección: <i>Rudolf Radnai-Jenő Kőfalvi</i> . . . . .  | 73 |
| <b>Sobre el curso de la vida del nuestro servicio</b> . . . . .   | 79 |

**István Tóthmátyás: Coleccionador de documentación con mando por calculadora personal y con periferias de medición especiales**

El artículo presenta el coleccionador elaborado por el Servicio de Instrumentos y Técnica de Medición de la Academia de Ciencias Húngara, lo que puede ser maniobrar por calculadora personal. Además hace conocer algunas periferias especiales de medición, las que permiten la aplicación del instrumento entre condiciones ambientes desfavorables.

**Rudolf Radnai: Instrumentos con calculadora personal**

Un curso nuevo empieza en la construcción de los instrumentos porque las calculadoras personales relativamente baratas y de gran rendimiento se generalizaban; en las calculadoras personales se monta paneles para funciones de técnica de medición especiales. En el artículo además de la presentación de los característicos generales, nosotros hacemos conocer la construcción de algunos nuevos sistemas.

**Jenő Kőfalvi: Cromatografía de fluido supercrítico - SFC**

El artículo está la sinopsis de la cromatografía de fluido supercrítico como un nueva practica de análisis. Lo diserta sobre el existencia del estado supercrítico y publica los parámetros de uso de los fluidos los más frecuentes. Hace conocer la construcción de principio del aparato, presenta los elementos más esenciales y algunos ejemplos prácticos.

**Tamás Csont: Medición directa de afluencia de masa**

En un sistema cerrado de movimiento acelerado todos los corpusculos de un fluido corrido tiene una fuerza propia a consecuencia de la afluencia, la resultante de estas fuerzas se puede bien definir. Esta resultante es la fuerza de Coriolis. El principio de nuevo tipo para medición de afluencia de masa atribue la determinación de la cantidad de afluencia a la medición de esta fuerza. Por medio de esto se puede realizar la preciso medición de afluencia de las materias inhomogéneas.

**Árpád Hargita-Dr. Sándor Juhász-Nagy-Dr. Gyöngyi Hargita-Dr. István Magai-László Dezső Kovács: Posibilidades inexploradas de la termografía en la investigación y la diagnostica técnica y médica**

El artículo propaga los dominios para utilizar las investigaciones de la dispersación del calor, perfectuadas por medio de registros de termografías con televisión; ésto ilustra una de los suministros del Servicio de Instrumentos.

**Dr. András Illényi: Experiencia practica en el dominio de la defensa de ruido y de vibración**

En los años pasados el Laboratorio de Investigación de Acústico de MTA MMSZ desempeñaba actividad extensivo en el dominio de la defensa de ruido. En los últimos tiempos este dominio se suplementó con un ramo especial ulterior, con la defensa de vibración, en el dominio posterior desarrollábammos hasta instrumentos de medición. En el artículo referimos de las experiencias practicas recogidas por estas actividades.

**László Császár-Géza Sövényi: Controlación automático de la precisión de los multimetros digitales (parte 1.)**

El incremento y modernización significante del parque instrumental para la prestación del Departamento General para la prestación de los Instrumentos de la MTA MMSZ hace necesario el control más seguro y más rapido como hasta el presente. Especialmente en el control de los multimetros digitales se presenta la posibilidad de la aproximación unificado y de la generalización. Nuestro artículo que es un parte de una serie, se ocupa de los puntos de visto del unificación, y presenta las tablas de especificaciones en las que se fundan los programas de sistema las que seran hechas conocer en fecha posterior.

**Attila Kovács: Instrumentos de medición de radiofrecuencia de FARNELL**

El autor está el colaborador del servicio de marca húngaro de Farnell, reficente corto de sus experiencias profesionales recogidos en el marco de la educación de servicio, además el presenta los instrumentos de radiofrecuencia de la fábrica.

**Csaba Szathmáry: Osciloscopio de mando digital**

El osciloscopio de tipo EMG 1560 de 100 MHz quadrocana tiene prestaciones especiales mediante las posibilidades de su utilización se amplían En el artículo hacemos conocer los informaciones relacionado con el uso del instrumento.

**Приборостроение**

|  |    |
|--|----|
| <i>И. Тотматьяш:</i> Накопитель данных, управляемый персональным компьютером и со специальными измерительными периферийными устройствами .....   | 5  |
| <b>Новые направления приборостроения и измерительной техники</b>   |    |
| <i>Р. Раднаи:</i> Приборы с персональным компьютером .....   | 13 |
| <i>Й. Кёфальви:</i> Сверхкритическая флюидхроматография-SFC .....  | 21 |
| <i>Т. Чонт:</i> Непосредственное измерение массового потока .....  | 29 |
| <b>Обслуживание измерениями</b>  |    |
| <i>А. Харгита—д-р Ш. Юхас-Надь—д-р Д. Харгита—д-р И. Магаи—Л. Д. Ковач:</i> Неиспользованные возможности термографии в области исследования, технической и медицинской диагностики ..... | 35 |
| <i>д-р А. Иллени:</i> Практические опыты в области защиты от шума и вибраций .....   | 45 |
| <b>Измерительные приборы на прокат</b>   |    |
| <i>Л. Часар—Г. Шёвени:</i> Автоматическая проверка цифровых мультиметров (часть I) .....   | 51 |
| <i>А. Ковач:</i> Радиочастотные приборы производства ФАРНЕЛЛ .....   | 57 |
| <b>Новости венгерского приборостроения</b>   |    |
| <i>Ч. Сатмари:</i> Осциллоскоп цифрового управления .....  | 61 |
| <b>Техническая консультация</b>  |    |
| <i>Й. Кёфальви:</i> Некоторые информации о дорогостоящих новинках Государственного списка измерительных приборов .....   | 67 |
| <b>Новости зарубежного приборостроения</b>   |    |
| Составили: <i>Т. Чонт—Й. Кёфальви—Р. Раднаи</i> .....  | 68 |
| <b>Сведения о книгах</b>   |    |
| Составили: <i>Р. Раднаи—Й. Кёфальви</i> .....  | 73 |
| <b>О жизни Службы приборов и измерительной техники</b> .....   | 79 |

*И. Тотматьяш:* Накопитель данных, управляемый персональным компьютером и со специальными измерительными периферийными устройствами

В статье приводится описание, разработанного Службой приборов и измерительной техники АН ВНР накопителя данных, управляемого персональным компьютером. Также приводится описание таких специальных измерительных периферий с помощью которых имеется возможность применять устройство и в тяжёлых окружающих условиях.

*Р. Раднаи:* Приборы с персональным компьютером

Вследствие широкого распространения относительно дешёвых и мощных персональных компьютеров началось новое направление в области приборостроения: т. е. в персональные компьютеры начали встраивать карты, пригодные для выполнения специальных задач измерительной техники. Помимо общих характеристик в статье приводится и построение нескольких новых систем.

*Й. Кёфальви:* Сверхкритическая флюидхроматография-SFC

Статья представляет собой короткий обзор сверхкритической флюидхроматографии, как нового аналитического метода. Занимается характером сверхкритического состояния и приводит параметры по применению наиболее часто встречаемых флюидов. Также приводятся принципиальная схема прибора, описание важнейших частей и несколько практических примеров.

*Т. Чонт:* Непосредственное измерение массового потока

Каждая частица протекающей в замкнутой системе, выполняющей ускоряющее движение жидкости вследствие движение обладает своей силой, равнодействующая которой хорошо определяемая. Это сила называется силой Кориолиса. Согласно новому принципу измерения массового потока определение количества потока сводится к измерению этой силы. При её помощи возможно с высокой точностью измерять поток и неомогенных веществ.

*А. Харгита—д-р Ш. Юхас-Надь—д-р Д. Харгита—д-р И. Магаи—Л. Д. Ковач:* Неиспользованные возможности термографии в области исследования, технической и медицинской диагностики

Статья представляет области применения испытания тепла при помощи термографических инфра-

красных телевизионных снимков, как в области технической так и медицинской диагностики, иллюстрируя одно из современных обслуживаний Службы приборов и измерительной техники Академии Наук Венгрии.

*Д-р А. Иллени:* Практические опыты в области защиты от шума и вибрации

Исследовательская лаборатория по акустике Службы приборов и измерительной техники АН ВНР в последние годы проводила обширную деятельность в области защиты от шума. В настоящее время эта деятельность дополнилась с областью защиты от вибраций в рамках которой были разработаны и приборы. В статье приводятся практические опыты, приобретенные в ходе вышеуказанных деятельности.

*Л. Часар—Г. Шёвени:* Автоматическая проверка цифровых мультиметров (часть I)

Вследствие расширения и значительной модернизации парка прокатных приборов Главного отдела по прокату приборов Службы приборов и измерительной техники АН ВНР возникла необходимость более быстрой и надежной проверки приборов. Особенно в случае цифровых мультиметров открывается возможность единого подхода, обобщения. Наша статья, которая представляет собой первую часть одной серии занимается с точками зрения унификации и приводит таблицы спецификаций на которые будут основаны описываемые в дальнейшем программы систем.

*А. Ковач:* радиочастотные приборы производства ФАРНЕЛЛ

Автор статьи, кто является сотрудником сервисного бюро завода ФАРНЕЛЛ в Венгрии приводит свои профессиональные опыты, приобретенные на сервисных курсах и представляет радиочастотные приборы завода.

*Ч. Сатмари:* Осциллоскоп цифрового управления

Новый 100 МГц-ный, четырехканальный осциллоскоп типа EMG 1560 имеет такие специфические возможности благодаря которым области применения значительно расширяются. В статье приводятся инструкции, связанные с пользованием прибора.

# Adatgyűjtő személyi számítógépes vezérléssel és speciális mérőperifériákkal

TÓTHMÁTYÁS ISTVÁN

A cikk bemutatja a Magyar Tudományos Akadémia Műszerügyi és Méréstechnikai Szolgálatánál kidolgozott, személyi számítógéppel vezérelhető adatgyűjtőt. Ismertet továbbá néhány olyan speciális mérőperifériát, amely lehetővé teszi a készülékalkalmazást nehéz környezeti feltételek között.

Napjainkban a technológiai fejlődés lehetővé teszi a pontos mérést olyan területeken is, ahol a nehéz környezeti feltételek (szélsőséges hőmérséklet, nagy páratartalom, nedvesség, nagy feszültség, vibráció, robbanásveszély vagy a hálózati tápfeszültség hiánya) miatt korábban erre nem volt lehetőség. Ilyen területek például

- a nehéz vegyipar,
- a kohászat,
- a bányászat,
- az erőművek vagy
- a szennyvíztelepek.

A felsorolt területek többségénél az automatikus adatgyűjtést csak a nyolcvanas évek ipara oldja meg lépésről-lépésre előrehaladva.

A rendszertechnikai elvek már korábban teljesen tisztázódtak, hiszen például akár a mérőautomaták, akár az integrált gyártásközi ellenőrző rendszerek [1], akár pedig tisztán a rendszerelmélet felől közelítve [2–4] kidolgozott, tiszta struktúrák állnak évek óta a rendszertervezők rendelkezésére.

A kiforrott rendszertechnika azonban az adatgyűjtéshez a számítástechnikai eszközöket ma másképpen alkalmazza, mint a nyolcvanas évek elején. Az [5] irodalom az adatgyűjtők területén megfigyelhető olyan fejlesztési koncepcióváltásra hívja fel a figyelmet, amelynek jelenlegi fázisát egyértelműen a személyi számítógépek megje-

lenésével hozza kapcsolatba. Az [5] irodalomban személyi számítógépes mérőrendszereknek nevezett komplett mérőrendszerek rendszer-vezérlője egy olcsó személyi számítógép. A méréstechnikai feladatokat megoldó műszerek, mint a személyi számítógép perifériái minimális szoftvert tartalmaznak, egyszerű csatlakozórendszerrel illeszkednek a vezérlőhöz, és hardver vonatkozásban is minimalizálva vannak. Ez utóbbit segíti elő, hogy a mérőperifériák hagyományos hardver jellegű feladatainak egy részét (pl. automatikus méréshatárváltás vagy hitelesítés) is a személyi számítógép vezérlő szoftverébe épített speciális programok valósítják meg.

A Magyar Tudományos Akadémia Műszerügyi és Méréstechnikai Szolgálatánál (a továbbiakban MTA MMSZ) az utóbbi években hasonló elven működő, és így a személyi számítógépes mérőrendszerekhez sorolható adatgyűjtőt fejlesztettünk ki, és gyártottunk több példányban. A továbbiakban ismertetjük ennek az adatgyűjtőnek a rendszertechnikai felépítését. Ismertetünk továbbá néhányat azokból a speciális mérőperifériákból, amelyek elősegítik a rendszer nehéz nehéz környezeti körülmények közötti alkalmazását.

## 1. A rendszer kialakításának szempontjai

Az adatgyűjtő kialakításához a következő feltételekből indultunk ki:

- a) Olyan egyedi jelleget hordozó moduláris felépítésű berendezést kívántunk tervezni, amelynek a rendszer elemei sorozatgyártmány jelleget viselnek.
- b) Az ismert struktúrákat a működési feltételek szerint csoportosítottuk az 1. táblázat szerint. Az 1. táblázattal kapcsolatban említést érdemel, hogy természetesen az 1-es hierarchia szinten is elhelyezkedhetnek intelligens elemek, például intelligens érzékelők, intel-

ligens adat-koncentrátorok vagy távadók. Mindenesetre cél, hogy ezen a hierarchia szinten minél egyszerűbb felépítésű készülékek legyenek, hiszen itt a legszigorúbbak a működési feltételek. Az 1-es hierarchiaszint elemeinek egyszerűsítése jelentősen csökkent a rendszer árát, és növeli megbízhatóságát.

- c) Az ismert struktúráknak az 1. táblázat szerinti particióját tovább bontottuk a szabványos jelfelületek kialakítása céljából, ezt mutatja be a 2. táblázat.
- d) Az ember-gép kapcsolatot megvalósító eszközöket lehetőleg személyi számítógéppel vezéreltük, s ennek perifériáit használtuk fel az ember-gép kapcsolat megvalósítására. Ezáltal a személyi számítógép operációs rendszerére építettük fel a speciális felhasználói szoftvert. Így egy magasabb szoftver-szintről indulva csökkenteni tudtuk a tervezési időt és a tervezési költségeket. Mivel eleinte Commodore, ma pedig IBM ekvivalens személyi számítógépekkel dolgoztunk, előfordult, hogy a megrendelő hardver-költségekben is taka-

rékoskodni tudott. A munka indításakor ui. vagy már rendelkezésre állt a szükséges konfiguráció, vagy éppen a közös munkánk révén jutott egy többszörösen kihasználható számítógéphez. A legtöbb felhasználónál ui. az adatgyűjtőnek nem napi 24 órás üzemben kellett működnie, hanem csak időszakosan.

- e) A megbízhatóság és a variálhatóság növelése érdekében a rendszertechnikát úgy alakítottuk ki, hogy az adatgyűjtő belső  $\mu P$ -sinére is csatlakoztathatók az ember-gép kapcsolatot megvalósító perifériák. Így lehetővé vált egyrészt a melegtartálékolás, másrészt az olyan megrendelők kielégítése, akiknek vagy személyi számítógép nem volt a birtokában, vagy a személyi számítógép üzemeltetéséhez szükséges feltételeket nem tudták kialakítani. Ebben az esetben az adatgyűjtő csak LOCAL üzemmódban működött.
- f) A megbízhatóság további növelése érdekében a teljes adatgyűjtő számára biztosítottuk a szünetmentes tápellátás lehetőségét.

1. táblázat. Rendszer-partició a működési feltételek alapján

| Hierarchia szint | Működési feltételek   | Rendszertechnikai elem   |
|------------------|---|--|
| 1.               | Nehéz környezeti feltételek (szélsőséges hőmérséklet, páratartalom, nedvesség, terepi kivétel, nagy feszültség, vibráció, robbanásveszély stb.) | Technológia-gép kapcsolatot megvalósító eszközök (érezkelők, beavatkozó szervek) |
| 2.               | Beltéri kivétel   | Adatgyűjtő funkciót megvalósító eszközök   |
| 3.               | Laboratóriumi környezet, esetleg klimatizált  | Ember-gép kapcsolatot megvalósító eszközök (számítástechnikai perifériák)        |

2. táblázat. Rendszer-partició a szabványos jelfelületek kialakítása céljából

| Hierarchia szint | Rendszertechnikai felület  | Az információt hordozó jel jellege   |
|------------------|--|--|
| 1.1              | A technológia-gép kapcsolatot megvalósító eszközök technológia felé néző felülete                                    | Nem villamos és/vagy villamos jel, amely az adott technológiától függ; nehezen szabványosítható, sokszor egyedi tervezést és kivitelezést kíván  |
| 1.2              | A technológia-gép kapcsolatot megvalósító eszközök gép (adatgyűjtő) felé néző felülete ill.                          | Villamos jel, amely 4–20 mA; 0–5 mA; 0–20 mA; impulzusszámosság vagy frekvencia kimenet; 0–1 V vagy 0–5 V  |
| 2.1              | az adatgyűjtő funkciót megvalósító eszközök technológia-gép kapcsolatot megvalósító eszközök felé néző felülete      |  |
| 2.2              | Az adatgyűjtő funkciót megvalósító eszközök belső szabványfelületei  |  |
| 2.3              | Az adatgyűjtő funkciót megvalósító eszközöknek az ember-gép kapcsolatot megvalósító eszközök felé néző felülete ill. | Digitális és/vagy analóg villamos jeleknek a MUX A/D bemeneten analóg feszültségjel-sín van kialakítva, egy pont földdel<br>$\mu P$ -sín a digitális jeleknek VME-kompatibilis kivételben<br>MUX D/A kimeneten analóg feszültségjel-sín egy pont földdel |
| 3.1              | a gép-ember kapcsolatot megvalósító eszközöknek az adatgyűjtő funkciót megvalósító eszközök felé néző felülete       | Digitális villamos jel, amely szabványos illesztést biztosít RS 232 interface segítségével   |

## 2. Rendszer-Architektúra

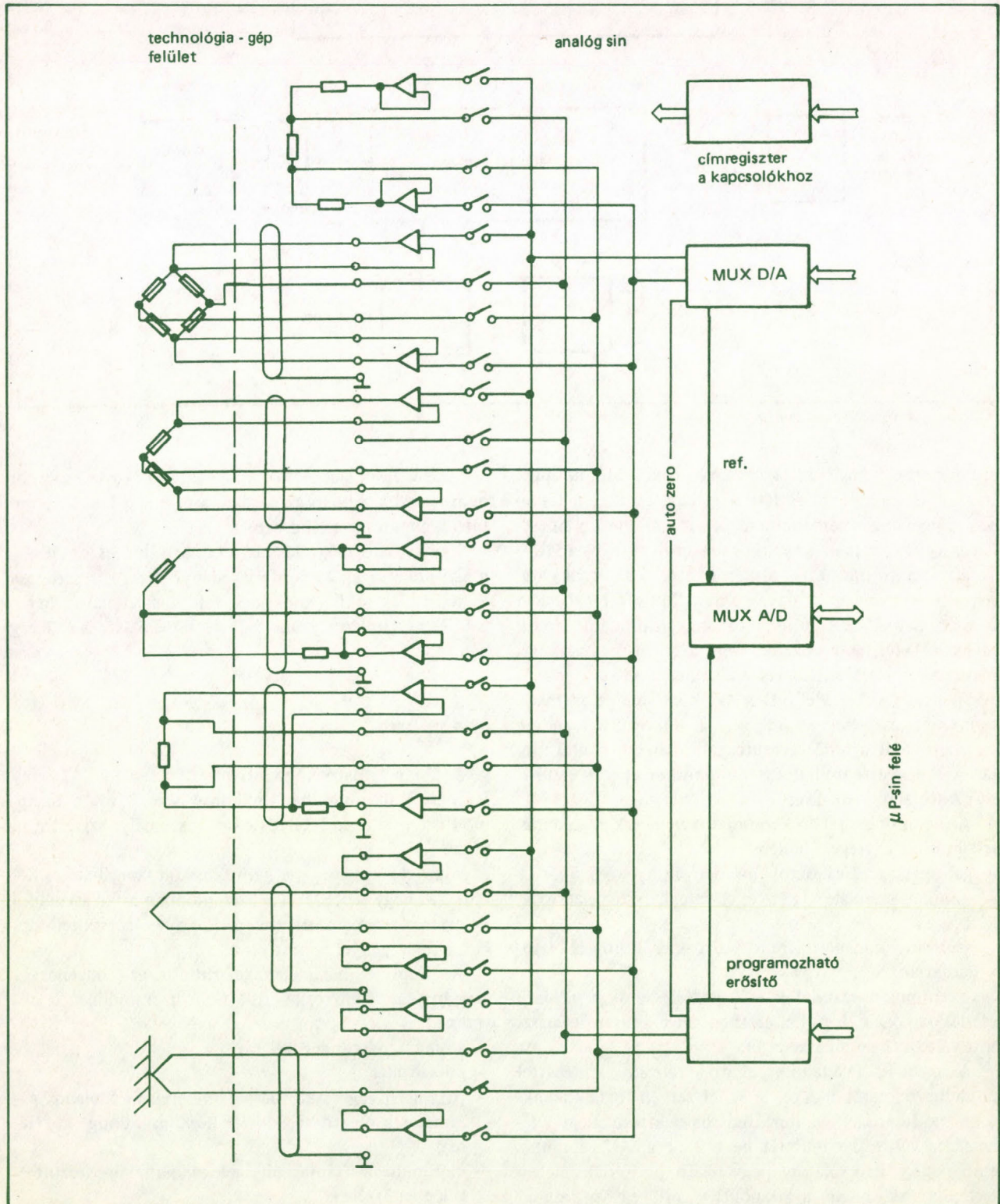
### a) A hardver

A hardver vázát meghatározó sínrendszert a 2. táblázat írja le. A sínrendszernek mérés-technikai szempontból legfontosabb részét, amely az 1.2 hierarchiaszinthez tartozó rendszertechnikai felület, mutatja be az 1. ábra. Az 1. ábrán a technológia felé a kapcsolatot hőelem, hőel-

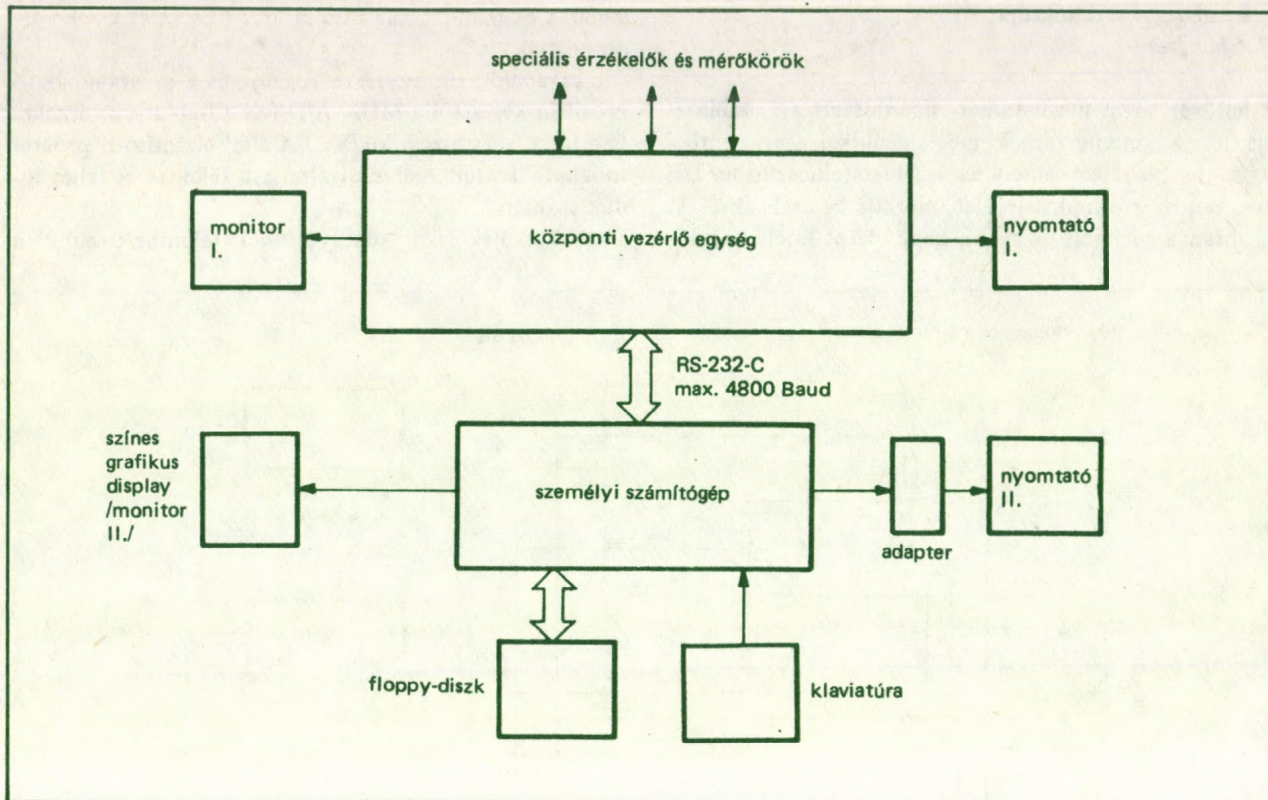
lenállás és félhídba vagy teljes hídba kapcsolt érzékelők biztosítják.

Az analóg sín egyrészt fogadja és a programozható erősítőn keresztül a MUX A/D felé továbbítja az érzékelők jelét, másrészt a MUX D/A által biztosított, programozható feszültséget szolgáltatja a félhidak és teljes hidak számára.

A készülék lassú adatgyűjtőnek tekinthető abból a



1. ábra: Sínrendszer az 1.2 hierarchia-szinten



2. ábra: A digitális elektronika

szempontból, hogy az egyes érzékelőket időmultiplex módon kérdezzük le és látjuk el szükség esetén tápfeszültséggel vagy mérőárammal. Kis számú mérőpont esetén ez a gyakorlatban még akkor sem probléma, ha a MUX A/D integráló típusú. Ha a mérőpontok (csatornák) száma a 32-t meghaladja, úgy a teljes ciklusidő meghaladja a 3s-ot. Szükség esetén ilyenkor vagy az integráló típusú MUX A/D-t többszörözzük, vagy a 10  $\mu$ s-os átalakítási idejű, gyors MUX A/D kártyát alkalmazzuk.

A MUX A/D a MUX D/A egyik kimenetét használja referencia-feszültségnek, s így a referencia-feszültség megváltozását a rendszer automatikusan korrigálni tudja. A rendszer automatikus nullpontkorrekciót biztosít az „Auto zero” vonalon.

A technológia felé a kapcsolatot nemcsak az 1. ábrán feltüntetett egységek, hanem

- galvanikusan leválasztott mérőerősítők,
- impulzusszámlálók, két- és háromállapotú jelzészegedők és
- szabvány kimenettel rendelkező mérőkörök is biztosíthatják.

Az impulzus-számlálók és a jelzészegedők a  $\mu$ P-sínre csatlakoznak. A legtöbb esetben galvanikusan leválasztott változatukat alkalmazzuk.

A speciális feladatokat ellátó, szabvány kimenettel rendelkező mérőkörökkel a 3. fejezetben foglalkozunk.

A modulárisan felépített digitális elektronika egyik lehetséges változatát mutatja be a 2. ábra. A 2. ábrán az ember-gép kapcsolatot megvalósító perifériák melegtartalékolta, hiszen a központi vezérlő egység szintén rendelkezik kezelőszervekkel.

A leendő felhasználók a melegtartalékolást sokszor nem igénylik. Ebben az esetben a monitor I. és a nyomtató I. nem része a rendszernek.

Egy gyakori megvalósítási alternatívánál viszont a személyi számítógép és perifériái hiányoznak. Ez esetben a digitális elektronika működési feltételei általában nehezebbek, és sokszor szünetmentes tápellátásra is szükség van.

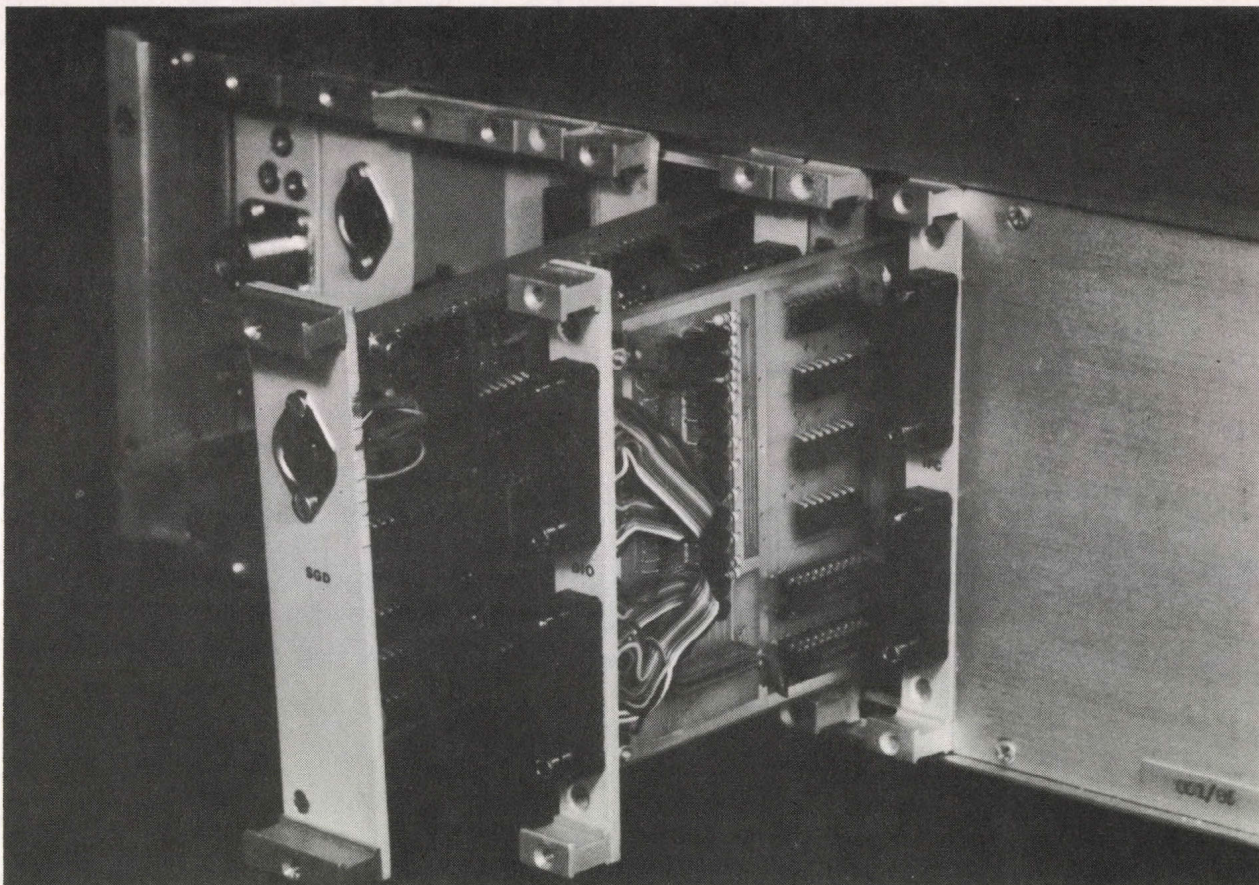
#### b) A szoftver

A 2. ábrán látható központi vezérlő vagy LOCAL vagy REMOTE üzemmódban működtethető. Utóbbi üzemmódban a vezérlési feladatokat a személyi számítógép végzi.

Alapvető különbség a két üzemmód szolgáltatásai között az, hogy a REMOTE üzemmódban a felhasználó a megvásárolt programrendszert könnyen továbbfejleszheti a saját igényei szerint.

Az alapvető mérés-technikai rutinok az öngeneráló menürendszert biztosító REMOTE üzemmódban a következők:

- a menürendszer generálása;
- inicializálás;
- parametrizálás (csatorna paraméterek és általános paraméterek megadása, időterv készítése, floppy kezelése);
- mérőműteszt (tápfeszültségek és kalibrációs feszültségek ellenőrzése);
- csatornateszt (az összes aktív csatorna ellenőrzése);



3. ábra: A modulrendszerű adatgyűjtő

- tárazás (az aktív csatornák terheletlen állapotban való ellenőrzése és a tárazás pontatlanságából adódó korrekciós értékek kiszámítása és tárolása);
- mérés a floppy állapotának (pl. megtelt-e?) ellenőrzésével.

Az alapvető rutinok LOCAL üzemmódban a következők:

- display parancsok a display és a nyomtató formátumának a kialakítása;
- a real-time óra beállítása;
- inicializálás, parametrizálás, mérőműteszt, csatorna-teszt és mérés rutinok bevitele és futtatása a központi vezérlő egység fixtárában definiált makroutasítások segítségével.

Az elmondottak alapján látható, hogy az adatgyűjtő programozása LOCAL üzemmódban hosszú ideig tartó és fáradságos feladat. Ezért csak igen ritkán változó mérési konfiguráció esetén szabad kizárólag a LOCAL üzemmódra építeni, s ekkor is kívánatos a CMOS RAM kártya és/vagy a szünetmentes tápellátás alkalmazása.

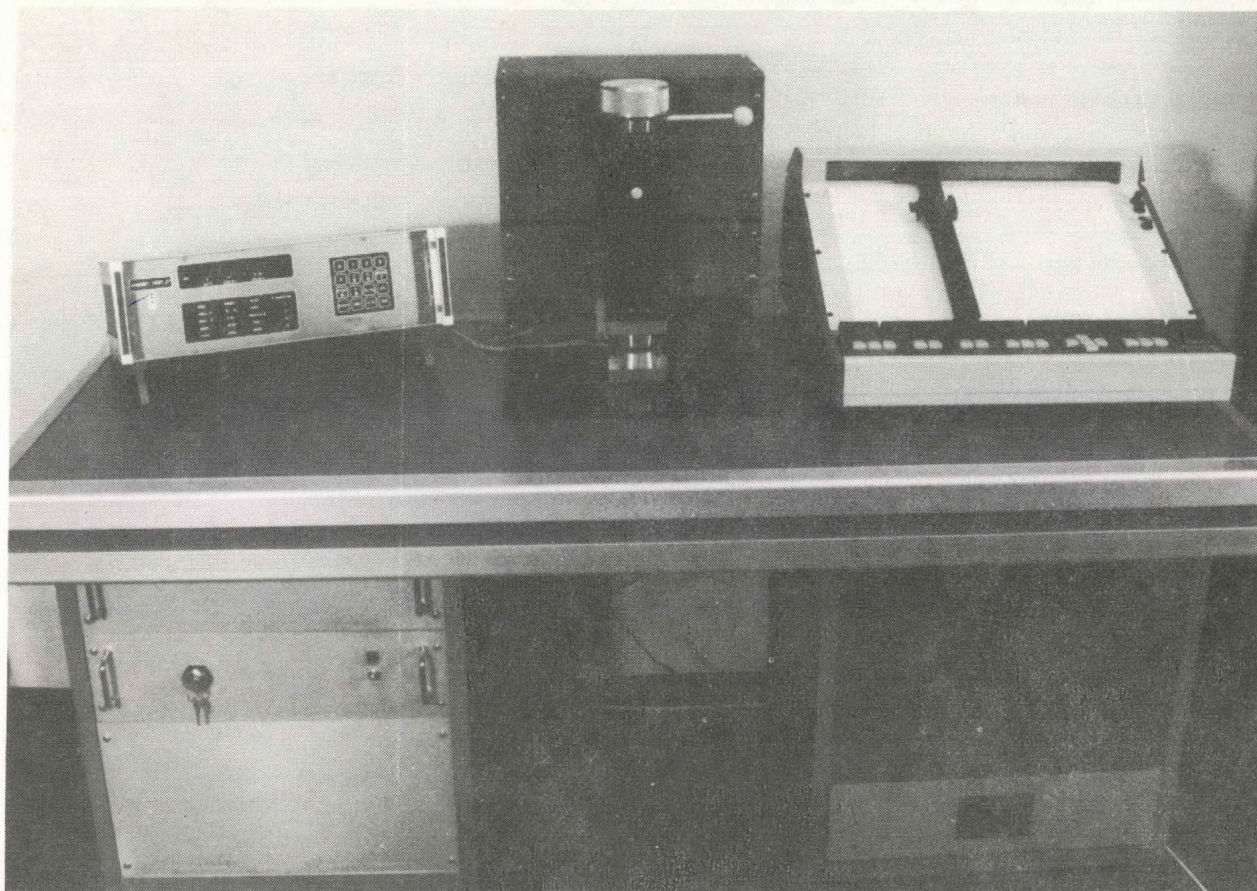
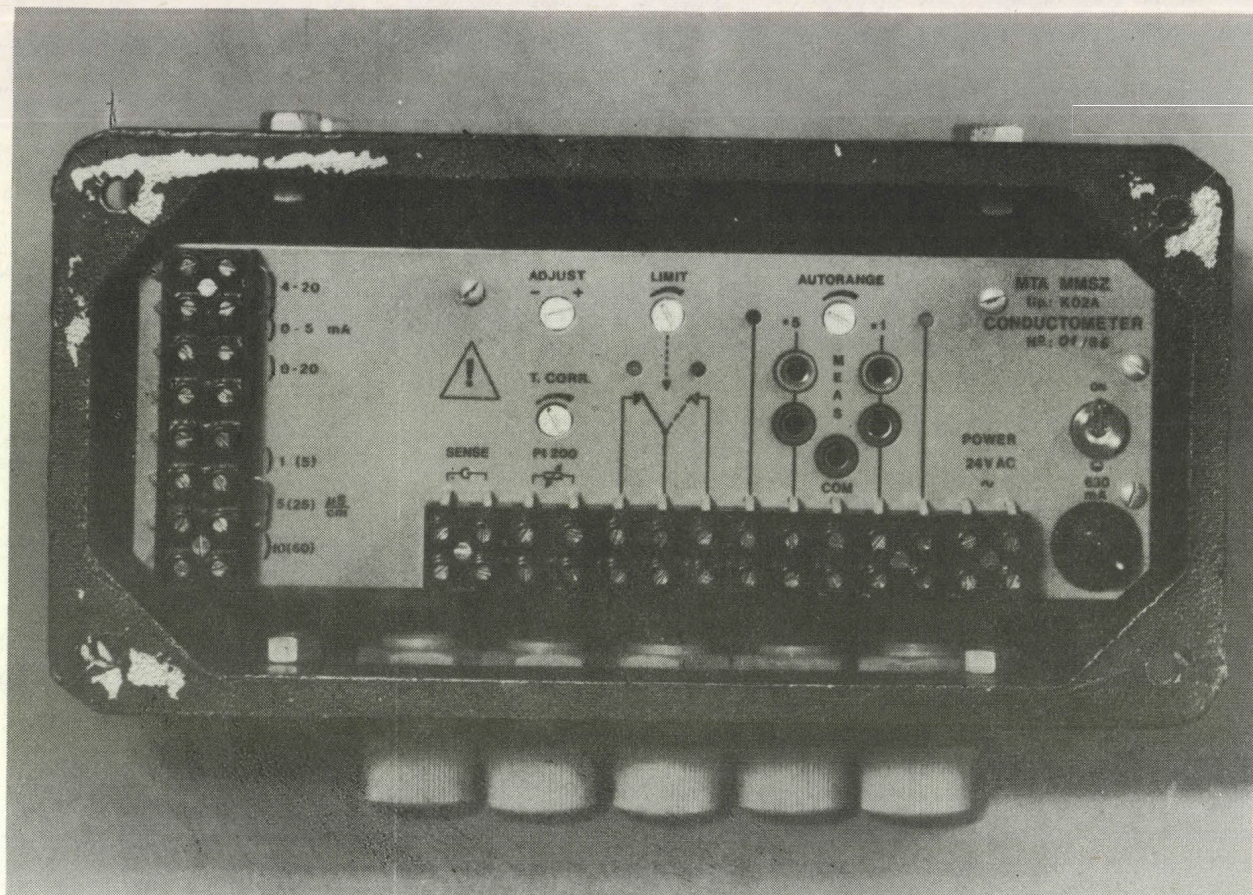
Látható az is, hogy a szoftver igen sok olyan feladatot lát el, amely a hardver minőségét javítja.

### 3. Az adatgyűjtő néhány konstrukciós kérdése

A megbízhatóság növelése érdekében indirekt csatlakozókat alkalmaztunk normál „Európa”-méretű kártyáink-



4. ábra: A nagyfeszültségű szigetelt erősítő egyik fiókja



5. ábra: Az erőművi vezetőképességmérő (fent)

6. ábra: Mérőrendszer állandó mágnesek vizsgálatára (lent)



nál (3. ábra). 8 és 16 bites mikroszámítógép-készlettel dolgoztunk.

A mérőerősítőinket 1  $\mu\text{V}$ -os felbontásra terveztük, a mérés pontossága 1  $\mu\text{V}$ -os felbontásnál 0,5%, 10  $\mu\text{V}$ -os vagy ennél nagyobb léptékű felbontásnál pedig 0,1%.

Az adatgyűjtőnél és a speciális mérőperifériák közül például a nagyfeszültségű szigetelt erősítőnél, melynek egyik fiókját mutatja be a 4. ábra, a csatlakozók, az egyedi kijelzők és a kezelőszervek a modul előlapján helyezkednek el.

A vízminőségmérő távadók [6] IP 54-es kivitelűek. Ezek közül leemelt fedőlappal mutatja be az 5. ábra az erőművi vezetőképességmérő távadóját. A vízminőségmérő távadóknál említésre érdemes, hogy nemcsak a pH-, rH-, DO-, hőmérséklet- és vezetőképesség-mérőkörök-nél, hanem az elektrooptikai elven működő zavarosság-mérőnél és az olajtartalom meghatározására szolgáló fluoreszcencia mérőnél is biztosítani tudtuk a robosztus, IP 54-s kivitel.

A pH-, DO-, hőmérséklet-, rH-, és vezetőképességmérőköröknél a távadókban olyan új rendszerű IP 54-s tömbszelencét alkalmaztunk, amely az érzékelő csatlakoztatásához szükséges érintkezőket is tartalmazza. Így a távadók és az érzékelők telepítésekor nem szükséges a távadó dobozának a megbontása, és egyúttal lehetséges az igen nagy bemeneti impedancia biztosítása is. Speciális rendszertechnikai megoldásként mutatjuk be a 6. ábrán az állandó mágnesek vizsgálatára alkalmas mérőrendszerünket.

\* \* \*

A dolgozat az MTA MMSZ Műszertechnikai Főosztályán az utóbbi három évben kidolgozott rendszertechnikai

konceptióról számolt be mintegy annak illusztrálására, hogy a személyi számítógépek rendszertechnikailag újszerű lehetőséget nyújtanak például lassú technológiai folyamatok ellenőrzésére szolgáló és olcsó adatgyűjtők kialakítására.

A 3. fejezetben röviden bemutatott konstrukciók segítségével pedig szeretnénk volna hangsúlyozni, hogy az alkalmazástechnikai és a technológiai ismereteket szükségképpen tartalmazó perifériák nehéz környezeti feltételeket jelentő technológiák műszerezésekor még nagyobb jelentőséget kapnak, szinte az alkalmazás kritériumává lépnek elő a technológiai folyamatok műszerezésénél.

#### Irodalom

- [1] Somogyi Gy.–Kozma, E.: Mérőautomaták-integrált gyártásközi ellenőrző rendszerek = Mérés és Automatika, 34. évf. 1986. 7. sz. p. 277–283.
- [2] Dr. Lukács, J.: Az elektronizáció, a számítástechnika és az automatizálás szimbiózisa = Mérés és Automatika, 34. évf. 1986. 7. sz. p. 251–257.
- [3] Dr. Scultéty, L.: Az automatizálás, tervezés, gyártás és mérés kérdései = Mérés és Automatika, 34. évf. 1986. 7. sz. p. 258–263.
- [4] Dr. Sebestyén, B.: Számítógép-irányítású mérőrendszerek. Műszaki Könyvkiadó, Budapest, 1976.
- [5] Radnai, R.: Méréstechnikai hardver és szoftver elemek személyi számítógépekhez = Magyar Elektronika, 1987. Április, p. 45–49.
- [6] Tóthmátyás, I.–Farkasházi, L.–Szeredai, L.: Kétvezetékű áramtávadó méretezési problémái – Műszerügyi és Méréstechnikai Közlemények, 1986. 41. sz. p. 13–18.

### Vegye igénybe TARTÓS KÖLCSÖNZÉSI (LIZING) szolgáltatásunkat!

- A kiválasztott műszert vagy számítógépet az Ön által megadott összeállításban szerezzük be
- A fizetett kölcsöndíjat költségként számolhatja el
- A szerződés lejártakor a készüléket csekély térítés ellenében adjuk át

Részletes információért hívja fel Műszerkölcsönzési Főosztályunkat.

Telefon: 450-903



# szervízképviseleteink

## 1. SZERVÍZKÉPVISELETI FŐOSZTÁLY

Telex: 22-5114 m̄amm h

AMTEST ASSOCIATES Ltd. képviseletében

Dolch  
Fluke  
General Radio  
Wavetek

AOL-DR. SCHUSTER GmbH képviseletében

Shimadzu

BECKMAN

BLANDFORD SYSTEMS képviseletében

Applied Photophysics Ltd.  
Biccotest Instruments Ltd.  
International Sensor Technology INC.  
Joyce Loeb Ltd.  
Moore Industries Ltd.  
Moore Products Ltd.  
Multispec Ltd.  
Neotronics Ltd.

Racal-Dana Instruments Ltd.

Servomex Ltd.

UPA Technology INC

VU-Data Corp.

BRABENDER GmbH

CHEMINST GmbH képviseletében

ISCO

Sorvall (Du Pont)

ENGSTRÖM

FINNIGAN-MAT

GAMBRO

HEWLETT-PACKARD GmbH

JEOL GmbH

LABCO Co. képviseletében

Link

LABTEST

LKB INSTRUMENT GmbH

LORENTZEN-WETTRE

MARCONI Ltd.

MTS SYSTEMS GmbH

OPTON GmbH

PERKIN-ELMER GmbH

PHILIPS

RADIOMETER A/S

C. REICHERT- JUNG

RE-INSTRUMENTS

SCHLUMBERGER GmbH

SPECTRA PHYSICS

VARIAN AG

VG ANALYTICAL

WANDEL und GOLTERMANN GmbH

## 2. MŰSZERKÖLCSÖNZÉSI FŐOSZTÁLY

Telex: 22-6936 akamu

LABOREX GmbH képviseletében

Gould Advance

ORION RESEARCH

TECTRA AG képviseletében

Dranetz

Farnell

RFL

UNIVERSAL GmbH képviseletében

Iwatsu

Keithley

Riken-Denshi

## 3. MŰSZERTECHNIKAI FŐOSZTÁLY

Telex: 22-6936 akamu

KOSIMEX GmbH képviseletében

Hottinger-Baldwin Messtechnik



MTA MŰSZERÜGYI ÉS  
MÉRÉSTECHNIKAI  
SZOLGÁLATA

Budapest XI. Szakasits Á. út 59-61.

Levélcím: Budapest, Pf. 58. 1502

Telefon: 662-366<sup>x</sup>

## Személyi számítógépes műszerek

RADNAI RUDOLF

A viszonylag olcsó és nagyteljesítményű személyi számítógépek elterjedésével egy új folyamat indult meg a műszerépítésben; speciális mérés-technikai funkciókat ellátó kártyákat építenek be személyi számítógépekbe. A cikkben az általános jellemzők ismertetése mellett bemutatjuk néhány új rendszer felépítését.

Napjainkban a viszonylag olcsó és nagyteljesítményű személyi számítógépek elterjedése változást hozott a műszerépítés technológiájában. Egy új műszercsalád született, amelyre az angol nyelvű szakirodalomban különböző elnevezéseket használnak (Personal Instruments, PC-based Instruments, Software Instruments). A személyi számítógépekbe épített műszerek létrehozásakor a fő cél az volt, hogy a számítógépezérelt automatikus mérőrendszerek felépítésében levő redundanciát megszüntetve csökkenthessék a költségeket. Vizsgáljuk meg ezt kissé részletesebben!

Egy mikroprocesszor vezérelt, intelligens műszer a szorosan vett műszerfunkciókat ellátó egységeken kívül tartalmaz egy vagy több processzort, tárat, valamint kijelzőt, a felhasználó utasításait fogadó billentyűzetet és vezérlő-interfészt. Ezek a járulékos egységek a mérőrendszert vezérlő személyi számítógépben is megtalálhatók, így a rendszer szempontjából felesleges elemek.

A számítógép és a műszer egyesítésével a járulékos elemek megtakaríthatók, tehát egy adott funkció kisebb költséggel valósítható meg.

A hardver redundancia csökkentése mellett ennek az elrendezésnek más előnyei is vannak!

1. A mérés befejezése után a mérési eredményeken számítási műveletek végezhetők az egybeépített számítógéppel. A speciális műszervezérlő szoftvercsomagok

is a személyi számítógép operációs rendszere (pl. PC-DOS) alatt futnak, éppen úgy, mint a különböző szövegszerkesztő és táblázatkészítő programok, így az utóbbiak felhasználásával a mérési eredményekből táblázatok, hisztogramok stb. készíthetők.

2. A személyi számítógépek operációs rendszere a megvalósítás lehetőségével támogatja az egyidejű műveleteket, így pl. adatgyűjtés (mérés) és az előző eredmények grafikus kijelzése egyszerre is történhet.
3. Több betétegyeséggel és megfelelő szoftverrel különböző műszerek építhetők ki egyazon számítógépből. Ezeket az előnyöket felismerve ma már világszerte többszáz cég gyárt ilyen ún. szoftver-műszert. A műszerfunkciót megvalósító betétegyeségek az elterjedtebb személyi számítógépekhez (IBM PC, Apple II stb.) készülnek.

Nem lenne teljes a kép, ha nem foglalkoznánk a személyi számítógépes műszerek hátrányos tulajdonságaival. Ezek a következők:

- műszaki jellemzők tekintetében ezek az egységek általában elmaradnak az azonos célra készült önálló műszerek mögött;
- az elektromosan „zajos” személyi számítógép környezet korlátozza az érzékenységet, rontja a pontosságot;
- a rendelkezésre álló hely és tápteljesítmény korlátozza a megvalósítható funkciókat.

A személyi számítógépes műszereknek két alapvető formája alakult ki:

- a műszerfunkciót ellátó kártyát vagy kártyákat a személyi számítógép házába építették be, ezek a kártyák közvetlenül a számítógép belső buszához csatlakoznak;
- a műszerelemek különálló házban vannak, az egyes elemeket valamilyen szabványos vagy speciális busz köti össze a személyi számítógéppel. Az előbbi esetre példa az amerikai Burr-Brown cég

PCI-2000 műszercsaládja, míg különálló műszermodulból épített rendszereket a Philips, a Hewlett-Packard és a Siemens cégek gyártanak. A következőkben ezeket a rendszereket mutatjuk be.

### A Burr-Brown PCI-2000 műszercsalád

Nagyfokú modularitásával tűnik ki a személyi számítógépes mérőrendszerek közül a Burr-Brown cég PCI-2000 családjá. A rendszer felépítését az 1. ábra mutatja. A műszercsalád személyi számítógépekbe bővítőként elhelyezhető egységekből áll. Kétféle szerkezeti eleme van: a *hordozókártya*, amely a számítógép-buszra illesztő egységet és a tápegységet, és a *műszermodul*, amely adott mérési funkciót megvalósító elemeket tartalmazza. Egy hordozókártyára max. három műszermodul szerelhető. A jelenlegi modul-választék:

- 16 csatornás, 12 bites A/D átalakító,
- 32 csatornás multiplexer,
- 2 csatornás, 12 bites D/A átalakító,
- 4 csatornás frekvenciamérő,
- 32 bemenetű digitális B/K egység,

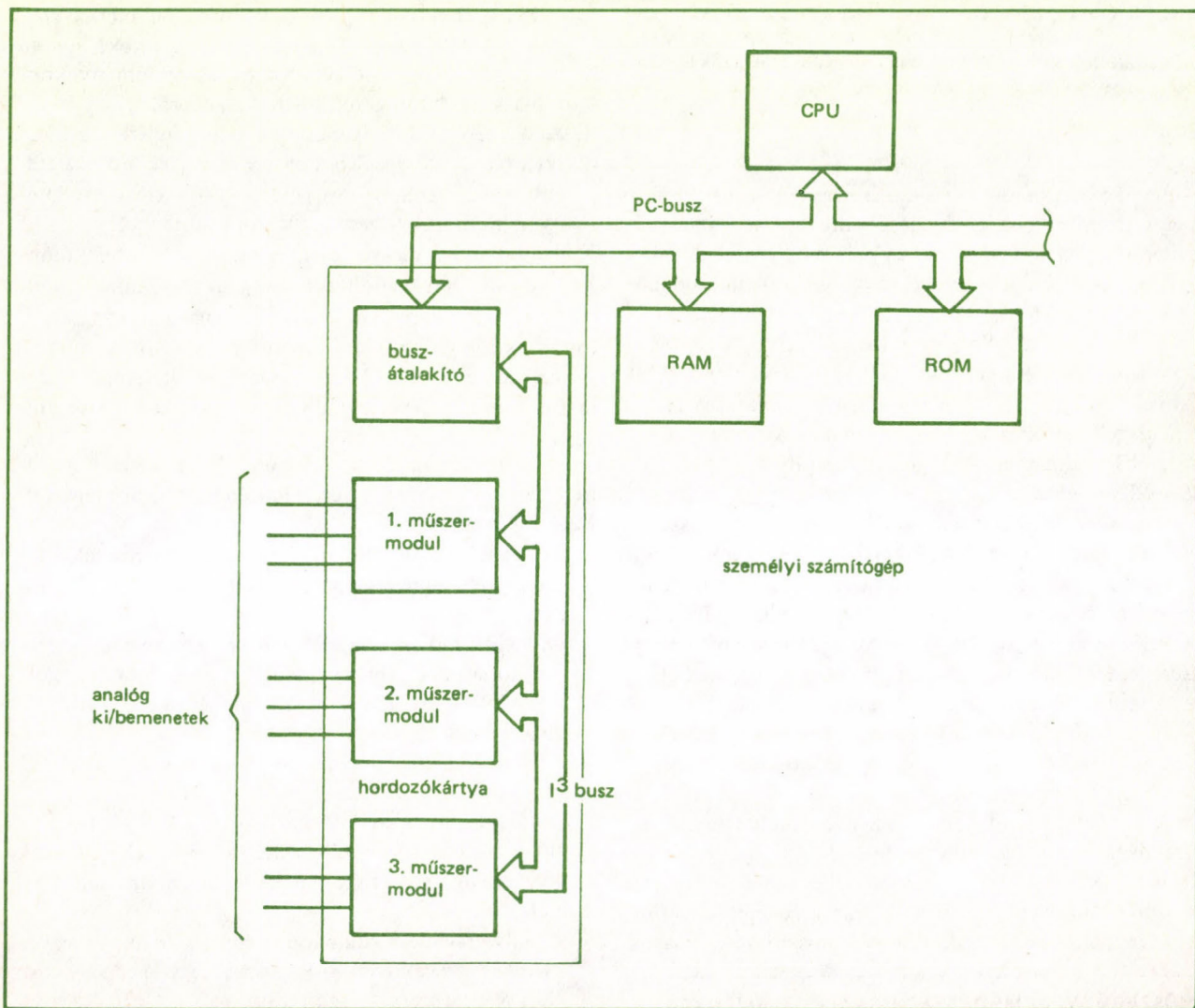
A hordozókártya és műszermodulok közötti adatforgalom a gyártó cég által szabadalmaztatott I<sup>3</sup>-buszon (Intelligent Instrumentation Interface Bus) keresztül történik.

Az I<sup>3</sup>-busz tulajdonképpen három különálló buszból álló rendszer. A digitális buszon a tár- és a B/K műveletek bonyolódnak le. Az analóg jelvezetek az egyes műszermodulok egymáshoz való csatolását biztosítja. A szinkron busz közvetíti az indító és szinkronizáló jeleket, amelyeknek feladata a teljes rendszer működésének összehangolása.

A hordozókártyán levő busz-átalakító illeszti a modulokat a számítógép-buszhoz. Jelenleg IBM PC/XT/AT és ezekkel kompatibilis gépekhez van hordozókártya, de a cég további illesztők kidolgozásán dolgozik. A hordozókártyák közvetlenül a bővítőkártá csatlakozóba helyezhetők. Egy hordozó két bővítőkártának megfelelő helyet foglal le a rászertelt műszermodulok miatt.

A tápellátás az IBM PC +5V-os tápfeszültségéről történik, a hordozókártyákon levő DC/DC átalakító ± 15V-ot állít elő a műszermodulok számára.

A számítógépbe helyezhető hordozókártyák számát a rendelkezésre álló kártyahelyek száma és a felhasználható



1. ábra. A Burr-Brown PCI-2000 rendszer felépítése

tápteljesítmény korlátozza. Valamennyi hordozókártya 1 kb-át foglal el az IBM PC 1 Mb-át-os tárterületén. A lefoglalt tármező helye a kártyán levő címkijelző csatlakozó beállításával választható ki.

A PCI-2000 rendszer szoftver elemei jelentik az interfészt a BASIC vagy C nyelvű programok és a mérőrendszerek hardver része között. A programozó feladatát hatékony parancsok egyszerűsítik. Néhány példa a parancskészletből:

- INIT – Hardver alapállapotba állítása,
- SYSINIT – Szoftver alapállapotba állítása,
- READ, CH – Mérés valamely csatormán,
- CVT.TCPL – Hőelem linearizálás és kompenzálás.

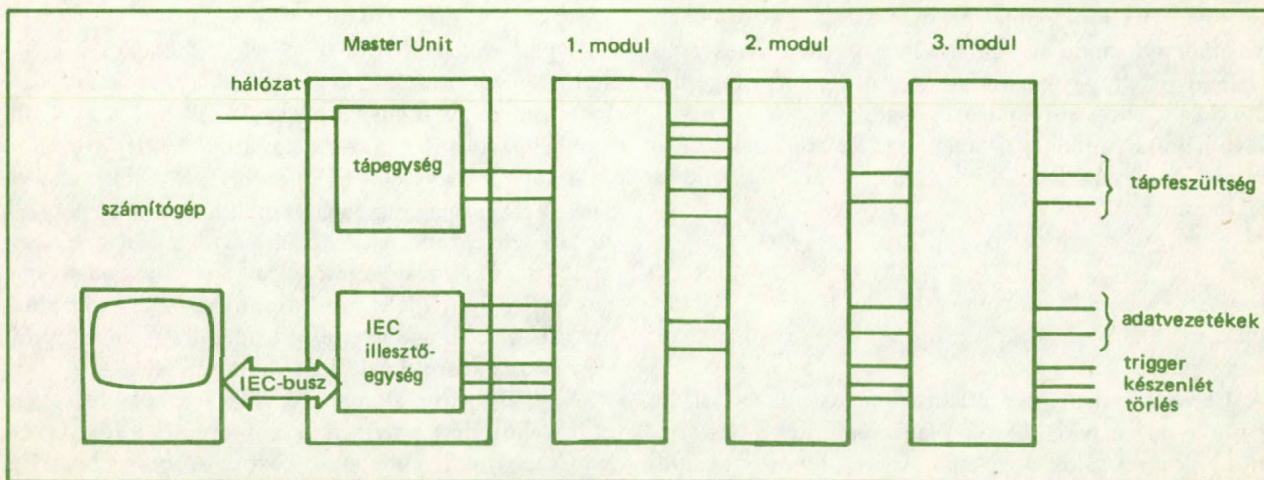
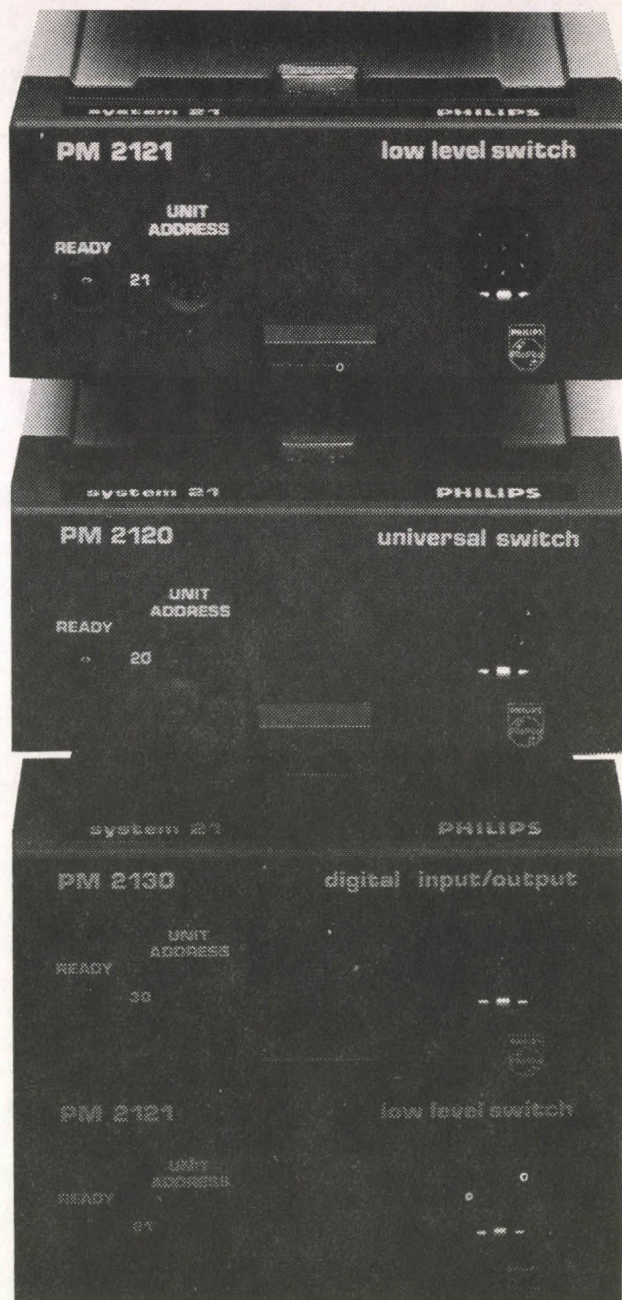
A hatékony parancskészlet megkíméli a felhasználót attól, hogy hardver részletekkel foglalkozzék a programozás során, így figyelmét teljes egészében a megoldandó feladatra fordíthatja. A PCI-2000 szoftver fontos eleme a *hibafelismerés*, amely megakadályozza, hogy a programozó hibás utasításokkal esetleg működési rendellenességeket okozzon.

### Philips System 21 műszer család

A Philips System műszer család azonos kivitelű és méretű, egymáshoz csatlakozható modulokból áll (2. ábra). Az egyes modulokat egy közös illesztőegység, az ún. Master Unit illeszti az IEC-buszhoz (3. ábra).

A Master Unit és a modulok közötti adatátvitel egy egyszerű soros belső buszon keresztül történik. A Master Unit tartalmazza a közös tápegységet is. A modulok választékát a gyártó cég folyamatosan bővíti, jelenleg különböző mérőpontváltók és digitális B/K modulok tartoznak a rendszerhez.

A System 21 konkrét felépítését minden felhasználó a maga igényeinek megfelelően választhatja meg. Egy Master Unit egységhez max. 50 modul kapcsolható. A rendszerben a kábelek hossza összesen max. 150 m lehet. Az egyes modulok kábel nélkül is összekapcsolhatók a felső és alsó oldalukon levő csatlakozókkal. A belső busz az alábbi jelvezetékeket tartalmazza:



2. ábra. A Philips gyártmányú System 21 mérőrendszer (fent)

3. ábra. A Philips gyártmányú System 21 mérőrendszer felépítése (lent)

- tápfeszültség vezeték (2),
- szimmetrikus adatvezetékek (2),
- trigger jelvezeték (1),
- készenlét jelvezeték (1),
- törlés jelvezeték (1).

A tápfeszültség és az adatvezetékek feladata egyértelmű. A trigger jelvezeték a különböző modulok által végrehajtott műveletek szinkronizálására szolgál. A készenlét vezetékhez a modulok huzalozott-VAGY kapcsolattal csatlakoznak. Ezen a vezetéken keresztül jelzik az egyes modulok a különböző műveletek befejezését a Master Unit felé, pl. kapcsolók beállítását méréspontváltáskor. A törlés jelvezeték a modulok alaphelyzetbe állítását végzi bekapcsolás vagy az esetleges műveletváltás után.

A System 21 moduljai az IEC-busz felől vezérelhetők. A programvezérlést a rendszer elosztott intelligenciája egyszerűsíti. Bővítés esetén az addig használt programok kiegészíthetők, nem kell azokat teljesen újraírni.

Az egyes modulok az IEC-busz felől egyszerű, moduláris karakter-stringekkel címezhetők és vezérelhetők. A programok jól áttekinthetők, ezt az alábbi példa mutatja:

```
IEC PRINT 7,
  "AID 203; CLOSE 4-6, OPEN3" +CR $ +
  "AID 201; MODE 00, OPEN 5, CLOSE 1" +CR $ +
  "AID 310, STATUS?"
```

A fenti program olyan System 21 vezérlését végzi, amely az IEC-buszon a „7” hallgató címmel érhető el. A címzést az egyes moduloknak szóló utasítások követik. Egy utasítással egy modul vezérelhető. Az utasításokban az AID karaktereket a modul típus jele (2 karakter) és egyedi címe (1 karakter) követi. A cím a modulok előlapján egy kapcsolóval állítható be. A példában szereplő parancsok:

- a 20 típusú, 3 című modul (univerzális kapcsoló) zárja a 4 és 6 jelű kapcsolókat, nyissa a 3 jelű kapcsolót;
- a 20 típusú, 1 című modul álljon át 00 üzemmódba (egyedi kapcsoló vezérlés), nyissa az 5 jelű kapcsolót, zárja a 1 jelűt;
- a 31 típusú, 0 című modul (bemeneti/kimeneti egység) jelezze állapotát a Master Unit-nak.

A modulok vezérlése az IEC-buszon küldött utasítások mellett tárból előhívható utasításokkal is történhet. Valamennyi modulban 20 utasítás rögzítésére alkalmas tár van. Ezek vagy tetszés szerinti sorrendben, vagy ún. blokkban, adott sorrendben hívhatók elő. A parancsok végrehajtása történhet azonnal, egy vezérlőkarakter (X) vétele után, vagy a belső busz trigger-vezetékén küldött jel hatására.

### Hewlett-Packard PC Instruments műszercsalád

A Hewlett-Packard cég PC Instruments műszercsaládjában hasonló elven működik, de alapvetően más módszerrel történik a modulok összekapcsolása. A rendszer tervezésekor az alábbi célokat tűzték ki a csatlakozórendszerrel

szemben:

- biztosítson 100 kbajt/s sebességű adatátvitelt,
- tegye lehetővé az egyenáramú elválasztást,
- legyen olcsón kivitelezhető.

Ennek a hármas célnak egyetlen csatlakozórendszerrel nem lehetett eleget tenni, ezért egy *hibrid interfészt* dolgoztak ki. A PCIB (Personal Computer Interface Bus) két független kommunikációs csatornát tartalmaz: egy párhuzamos csatornát gyors működésű műszerekhez, és egy soros csatornát földfüggetlen mérésekre alkalmas műszerek csatlakoztatására. A két csatorna teljesen eltérő szerkezete ellenére hasonlóak az azokat kiszolgáló szoftverelemek. Egy adott rendszer felhasználója számára a PCIB interfész teljesen „átlátszó”, a mérést végző személy nem is tudja, hogy éppen melyik csatormán történik adatátvitel.

A PCIB rendszerhez maximálisan 8 készülék csatlakoztatható. A készülékek 26 vezetékűből álló, olcsó szalagkábelrel csatlakozhatók a vezérlő számítógépbe (IBM PC/XT/AT, HP Vectra, HP 150) helyezett interfészkarthyához. A PCIB rendkívül egyszerű protokollt használ, mindössze három üzenettípussal. Ezek:

- parancs (command),
- cím (address) és
- adat (data).

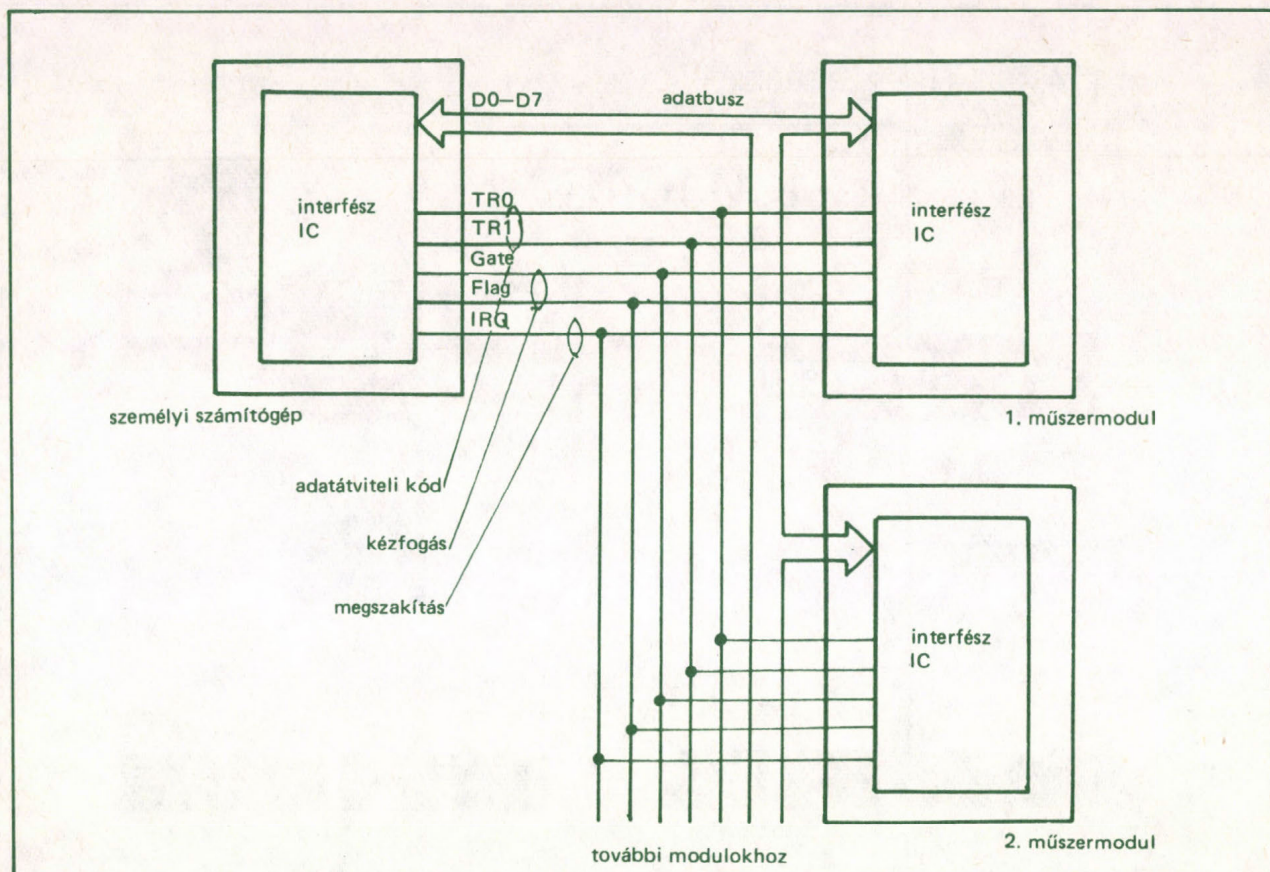
A parancsok 1 bájtól állnak és a hagyományos műszerfunkciók vezérlésére szolgálnak. A parancs irányítható egyszerre a rendszer valamennyi készülékéhez (universal command) vagy csak egy kiválasztott készülékhez (selected command). A készülék kiválasztása egy hallgató vagy egy beszélő cím kiválasztásával történik. Egy rendszerben egyidőben egyetlen készülék lehet címzett állapotban. Az adatátvitel a PCIB rendszerben ASCII kódban történik, minden átkódolás vagy fordítás nélkül.

A PCIB rendszer párhuzamos adatcsatornájának felépítése a 4. ábrán látható. Valamennyi készülékben egy speciális interfész IC gondoskodik a jelvezetékek meghajtásáról. Egyszerű szalagkábelrel ugyanis csak pontosan beállított impulzusalakok esetén lehetséges nagysebességű adatátvitel. Ezek az integrált áramkörök a jelvonal meghajtó áramkörök mellett a protokoll-kezelést és a műszerfunkciók vezérlését ellátó áramköröket is tartalmaznak.

A párhuzamos csatornát 13 jelvezeték alkotja, ebből kettő a vezérlővezeték, kétvezetékes a kézfogásos adatátvitel, míg egy vezeték a megszakításkérést viszi át. Ez utóbbi huzalozott-VAGY kapcsolattal van kiépítve.

A két vezérlővezeték (TR1 és TR2) továbbítja az üzenet jellegét meghatározó adatátviteli kódot. A kézfogásos adatátvitelt vezérlő jelek közül a GATE jelet a vezérlőegység adja ki annak jelzésére, hogy érvényes adat van a buszon. A FLAG jelet a műszermodulok használják annak jelzésére, hogy átvették az adatot a számítógéptől, vagy készek adatot küldeni a számítógép felé.

A PCIB soros csatornájának feladata, hogy biztosítsa az összeköttetést a személyi számítógép és a földfüggetlen (lebegő) műszermodulok között. A soros adatátvitel két vezetéken (TxD és RxD) történik optocsatlók köz-



4. ábra. A Hewlett-Packard PC műszer család párhuzamos csatornájának szervezése

beiktatásával. A két vezeték közül a TxD viszi át a személyi számítógéptől érkező parancsokat, adatokat és címeket, míg az RxD a műszermodulok felől érkező adat, kézfogásos vezérlés és a megszakítás-kérés továbbítását látja el. Az interfézműveleteket minden készülékben egy-egy mikroszámítógép vezérli.

Az információ átvitele 12 bites csomagokban történik. Az első bit a START bit, ezt követi az adatátviteli kódot tartalmazó két bit. Ez a kód határozza meg az üzenet jellegét. Az adatátviteli kódot az üzenetbájt és a paritásbit követi, majd a STOP bit zárja az üzenetet. Valamennyi műszermodul veszi és értékeli az üzenetet, és annak tartalma alapján állapítja meg, hogy milyen műveletet kell végrehajtani.

A Hewlett-Packard cég jelenleg nyolc különféle modult gyárt a PC Instruments műszer családhoz, ezek:

- 61010A digitális B/K egység,
- 61011A multiplexer,
- 61017A méréspontváltó,
- 61012A kettős D/A átalakító,
- 61013A multiméter,
- 61014A függvény generátor,
- 61015A frekvenciamérő,
- 61016A tranziens rekorder.

A modulok azonos méretűek, a mérendő egységhez való kapcsolódást szolgáló csatlakozók az előlapokon találhatóak.

A PC Instruments műszer család egyik legérdekesebb és leghasznosabb tulajdonsága az interaktív grafikus ve-

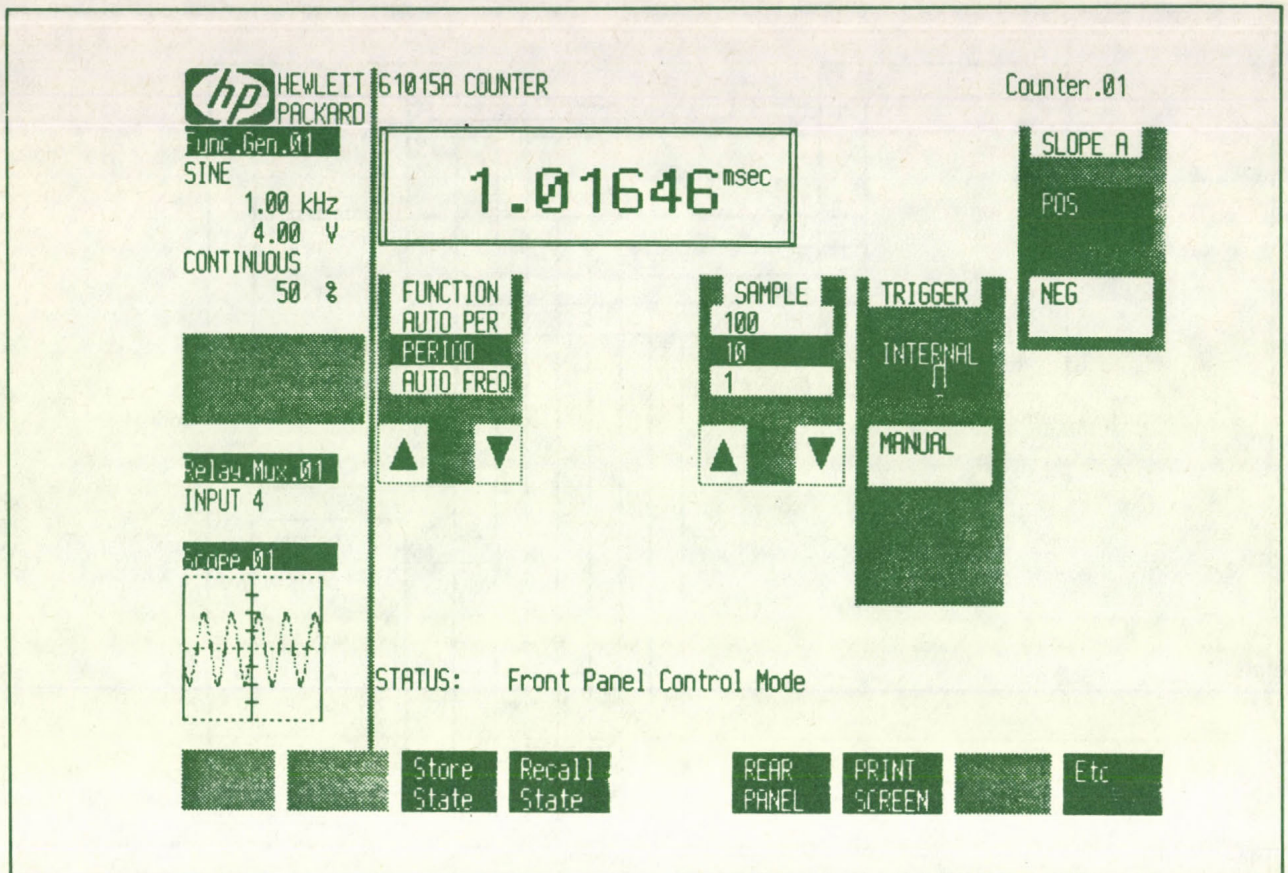
zérlés, amelyet a PANELS.EXE elnevezésű felhasználói programcsomag biztosít. Ez a program tulajdonképpen a hagyományos manuális vezérlést szimulálja. A manuális vezérlés lényege, hogy a mérést végző személy egyidőben egy műszert kezel és közben figyelemmel kíséri a többi állapotát. Pontosan ezt valósítja meg a PANELS.EXE program interaktív grafikával, ún. softkey vagy egér (mouse) vezérléssel. A rendszer kijelzőjén megjelenő összetett grafika az 5. ábrán látható. A kijelzésnek négy fő része van.

Az ernyő bal szélén helyezkedik el a rendszer ellenőrző ablak, amelyben a rendszerben levő modulok láthatók a név, a cím és a legfontosabb számszerű jellemző ill. az éppen akkor mért érték kiírásával, pl. Func. Gen. 01,1kHz, 4V vagy Relay Mux. 01, input 4.

A kijelzőernyő legnagyobb részét elfoglaló interaktív vezérlő ablak egy adott műszermodul valamennyi jellemzőjének kiírására szolgál. Ugyanitt történik a műszerjellemzők beállítása az ernyőn szimulált kezelőszervekkel érintőernyős vezérléssel, vagy az egér használatával. Azt, hogy melyik műszer kerüljön erre az ernyőterületre azt a kezelő a címmel választja ki. Ha egy új műszer kerül erre a területre a rendszer tárolja az előzőleg ott levő műszer jellemzőit.

Az állapot ablak öt sorban alfanumerikus üzeneteket és ún. prompt-okat tartalmazhat, pl. hibáüzeneteket, fájlnev kéréseket stb.

Az ernyő alján levő softkey ablak feladat- és rendszerorientált beavatkozási szerveket tartalmaz, pl. ki- és



5. ábra. Grafikus kijelzés a HP PC Instruments rendszerben

bemenetek engedélyezését vagy az ernyőről való másolat (hardcopy) készítését (PRINT SCREEN).

### Siemens PC-műszer család

A Siemens cég PC-műszer családjá alapvetően különbözik az eddig ismertetett rendszerektől, mivel itt a belső adatforgalom is a szabványos IEC-interfészen keresztül bonyolódik. Ez a család is kisméretű (220mmx87mmx397mm) műszermodulokból épül fel, amelyek egymás tetejére illetve mechanikusan összekapcsolhatók (6. ábra). A műszerelemek összekapcsolásához nincs szükség kábelre, mivel a fedő- és aljapon levő IEC-csatlakozók közvetlenül egymásba dugaszolhatók.

A Siemens PC-rendszerben is érvényesülnek azok az általános műszerépítési elvek, amelyek viszonylag olcsóvá teszik a személyi számítógépes műszereket. A műszermodulok előlapja csak a mérővezeték bekötésére szolgáló csatlakozókat tartalmazza, nincs rajta kezelőszerv és kijelző.

A Siemens rendszer az alábbi műszermodulokat tartalmazza:

- B3200 Univerzális számláló,
- B2050 Feszültség/áram kalibrátor,
- B3220 Multiméter,
- B3000 Függvénygenerátor,
- B3140,-41,-43 Tranziens rekorderek,
- B3100 Digitális B/K egység,

### B3180 Mérés pontváltó.

A műszermodulok működtetése a vezérlő számítógép (Siemens B8012 vagy SICOMP PC16-20) billentyűzetének és kijelzőjének használatával történik. A műszerelemek beállítása menürendszerben végezhető el softkey használattal. A softkey billentyűk használatának nagy előnye, hogy a felhasználó nem adhat rossz utasítást, mert csak az látható az ernyőn, amiből választania kell. Másrészt többszintes szervezésnél igen nagy a kiválasztható beállítások száma.

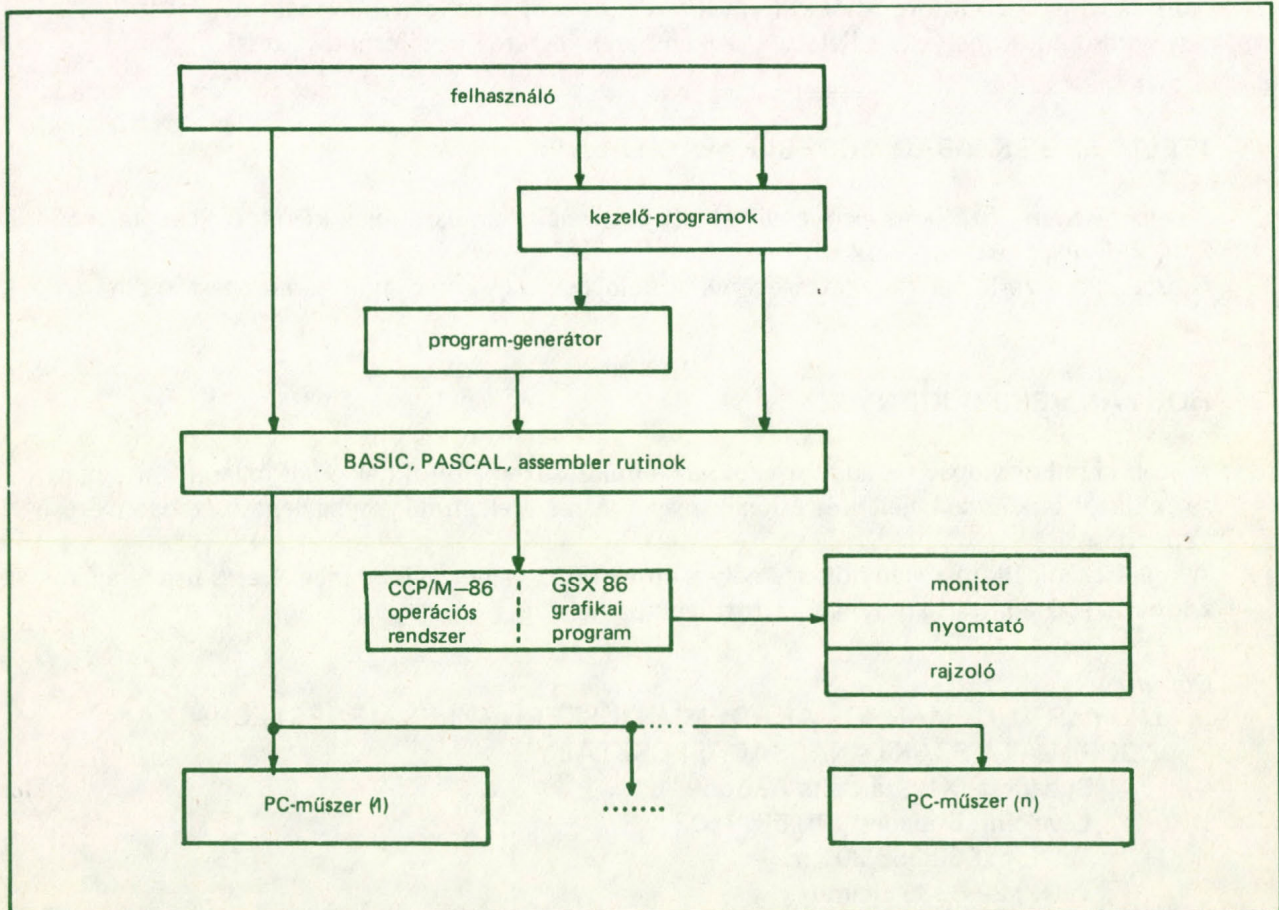
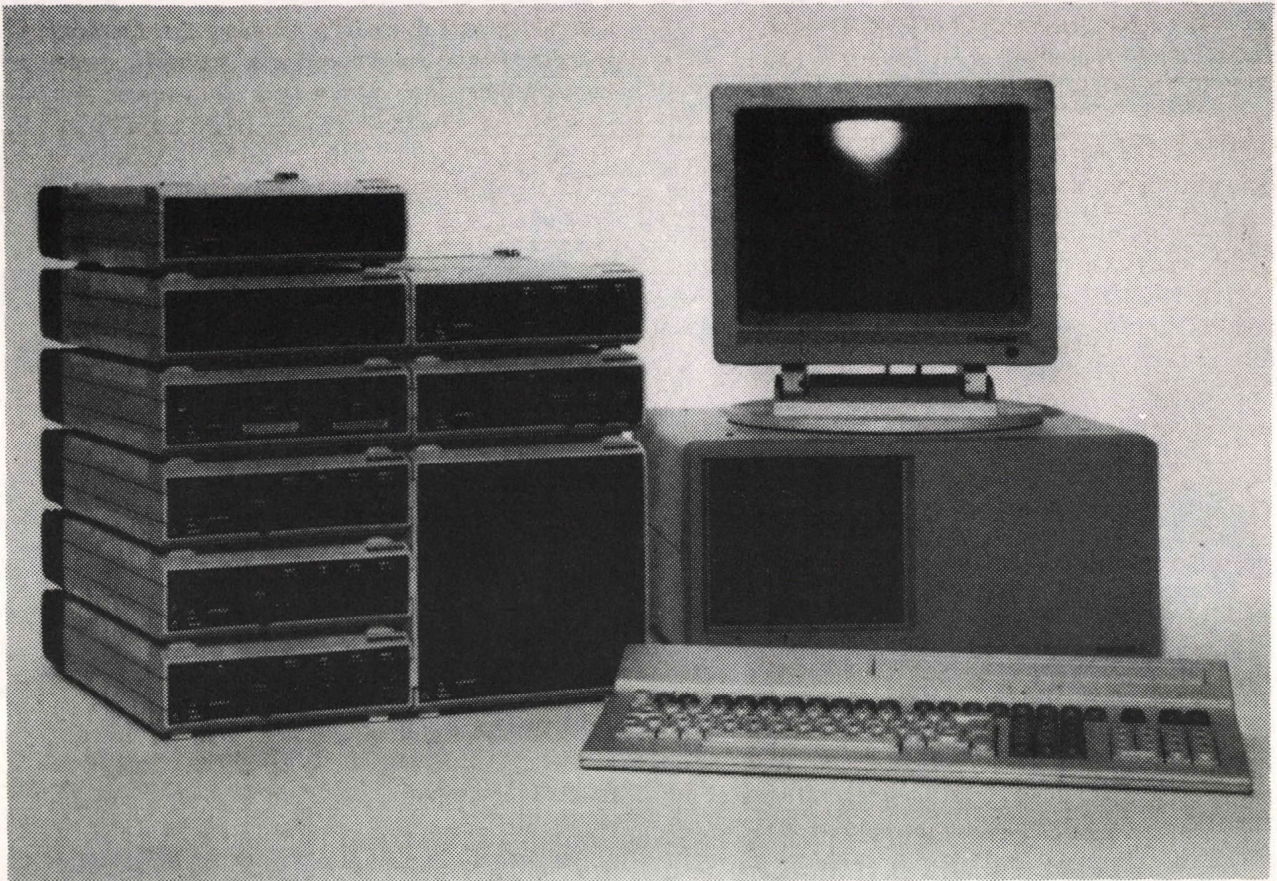
A mérési eredmény kijelzése a fontosabb mérési paraméterek megjelenítésével a számítógép kijelzőjén történik. A kijelzőről egyetlen gombnyomásra másolat (hardcopy) készíthető.

Néhány szó a Siemens PC-rendszer programozásáról. A rendszer szoftver szerkezete a 7. ábrán látható. A felhasználó három különböző szinten programozhatja az egyes funkciókat.

Az első szintet a *kezelő-programok* jelentik. Ezeket a felhasználó a fent említett módszerrel menürendszerben állíthatja elő, úgy, mintha egy hagyományos műszer előlapján állítaná be a kezelőszerveket.

A programozás második szintjét a komplett felhasználói programok készítésére alkalmas *programgenerátor* használata jelenti. Ennek segítségével értelmes futtatható programok állíthatók össze a kezelő-programokból. Ha az adott rendszerbe nem a PC-családba tartozó műszert is kapcsoltak, annak már meglévő kezelőprogramja is felhasználható a teljes mérési programban. A modulok-





6. ábra. A Siemens cég PC-műzercsaládja (fent)

7. ábra. A Siemens PC-műzercsalád szoftver szervezése (lent)

ból a programgenerátor önállóan készíti a felhasználói programot, így az IEC-rendszerek programozásában járhatlan felhasználó is mérhet ezzel a rendszerrel.

A programozás harmadik, magasabb szintjét az jelenti, hogy a rendszervezérlő számítógép valamelyik magas-szintű nyelvén (BASIC vagy PASCAL) ill. assembler nyelven szabadon írható komplett mérési program.

A bemutatott rendszerek közös jellemzője a modul-felépítés és a mérsékelt ár. Hasonló rendszerek tervezésével tudomásunk szerint jelenleg is több műszergyár foglalkozik, így a jövőben várhatóan egyre több feladatra lesz személyi számítógépes mérőrendszer.

#### Irodalom

1. *Pang, C. S.*: Personal Computers as Multifunction Instruments. CAL, 4/1983, 234...239 p.
2. *Birck, J. - Maerz, M.*: Personal instrument systems speed test tasks and reduce their cost. Electronics, April 1983, 127...133 p.
3. *D'Angle, P.*: Simplifying modern software design. Inside Instrumentation, 12/82, Keithley Instruments, Cleveland.
4. *Wilson, D.*: Digital Signal Processing Moves On Chip. Digital Design, February 1986, 33...34 p.
5. *Schreier, P. C.*: PC-Based Instruments Give Stand-alone Systems a Run for the Money. Electronic Design, March 13, 1986, 104...118 p.

## SZABAD MŰSZERKAPACITÁS ADATTÁR

A telepített, nem mozgatható, nagyobb értékű műszerek jobb kihasználásának elősegítésére hoztuk létre a szabad műszerkapacitás adattárát, amely a műszerek bejelentett szabad kapacitására vonatkozó információkat nyilvántartja, és azokat az igénybe vehető mérési szolgáltatást kereső kutatóhelyek, vállalatok, szakemberek részére hozzáférhetővé teszi.

### JELENTSE BE SZABAD MÉRÉSI KAPACITÁSÁT!

Bejelentésében közölje az igénybevehetőség feltételeit és műszerének kiépítettségét (tartozékok, különleges üzemmódok stb.) is!

A szabad műszerkapacitás adattár igénybevétele akár bejelentés, akár keresés esetén díjtalan!

### HOGYAN VEHETI IGÉNYBE?

A szabad műszerkapacitás adattár azoknak a műszerüzemeltetőknek adatközléseit tartalmazza, akiktől önkéntes bejelentés érkezik más intézmények által igénybe vehető szabad mérési kapacitásról.

A mérési szolgáltatást igénylők személyes érdeklődés, vagy levélbeli megkeresés útján tájékozódhatnak az adattárban nyilvántartott lehetőségekről.

#### Címünk:

MAGYAR TUDOMÁNYOS AKADEMIA MŰSZERÜGYI ÉS MÉRÉSTECHNIKAI  
SZOLGÁLATA SZAKTANÁCSADÁSI OSZTÁLY

Budapest, XI. Szakasits Á. út 59-61.

Levélcím: Budapest, Pf. 58. 1502

Telefon: 662-366/201 m.

Telex: 22-6936 akamu

# A szuperkritikus fluidkromatográfia - SFC

KÖFALVI JENŐ

A cikk a szuperkritikus fluidkromatográfia mint új analitikai eljárás rövid összefoglalója. Tárgyalja a szuperkritikus állapot mibenlétét és megadja a leggyakoribb fluidumok használati paramétereit. Ismerteti a készülék elvi felépítését, az egyes lényegesebb elemeket és néhány gyakorlati példát is bemutat.

A szuperkritikus fluidkromatográfia fogalma – az angol supercritical fluid chromatography szavak után SFC – a saját analitikai gondjaikkal elfoglalt szakemberek leg-többjének egy „egzotikus”, komplex analitikai technikát sejtet. Az elnevezésből is eredő bonyolultság gyanúja részben válasz arra, hogy gyakorlati analitikai feladatokra való alkalmazása csak lassan terjed. Jóllehet az SFC első alkalmazásának kelte 1962, mégis az azóta megjelent szakcikkek száma mindössze kb. 150 volt, szemben a folyadékkromatográfia alkalmazását tárgyaló cikkek ezreivel. A korszerű műszeripari technológia azonban ma már megoldotta, hogy a szuperkritikus fluidkromatográfia gyakorlati alkalmazása viszonylag egyszerűvé vált.

Definíció szerint egy fluidum akkor válik szuperkritikussá, ha hőmérséklete meghalad egy  $T_C$  kritikus értéket, amely felett nem lehet már cseppfolyósítani. Eszerint tulajdonképpen a gázkromatográfiában is szuperkritikus állapotban vannak a leggyakrabban használt vívőgázok mint nitrogén, hélium stb., és így valójában számos SFC elválasztást hajtanak végre anélkül, hogy ezt a megjelölést használnák. A gyakorlatban a szuperkritikus fluidum fogalmát (szemben az egyszerű „gázokkal”) elsősorban olyan fluidumokkal kapcsolatban használják, amelyek  $T_C$  kritikus hőmérséklete 200 °C körüli vagy az alatti, sűrűsége pedig a 0,1 ... 1 g/l tartományban van vi-

szonylag alacsony nyomáson (60...400 bar között).

Az SFC-ban leggyakrabban használt fluidumokat és azok néhány fizikai-kémiai jellegzetességét az 1. táblázatban foglaltuk össze.

Ezek a fluidumok, amelyek normál körülmények között gázok, sűrűség tekintetében a folyadékokkal hasonlíthatók össze. Az ilyen sűrűségű gázok szolvatációs képessége számos előnyt nyújt a kromatográfiás elválasztások számára. A széndioxid – amely valószínűleg a leggyakoribb mozgófázis az SFC-ban – kritikus hőmérséklete 31,06 °C, sűrűsége közel 1 g/l 400 bar nyomáson. Szobahőmérsékleten a folyékony széndioxid gőznyomása 60 bar körül van, szolvatációs képessége a hexánéhoz hasonló, de a viszkozitása csak egynegyede annak. Noha kritikus hőmérséklete alacsony, a folyékony széndioxid előnyös mint mozgófázis. Ugyanis amint a kritikus hőmérséklet fölé melegítjük sűrű gázzá alakul, kromatográfiás sajátosságai azonban kevésbé változnak. Általában a cseppfolyósított gázok fizikai-kémiai tulajdonságai és a hagyományos folyadékok ilyen sajátosságai között a különbségek sokkal jelentősebbek mint a szubkritikus és szuperkritikus állapotok közötti különbségek adott anyagra nézve.

Gyakorlati szempontból a SFC a gázkromatográfia olyan változatának tekinthető, amely mozgófázisként cseppfolyósított gázt alkalmaz. Az analitikus szakemberek az SFC technikát a gázkromatográfia (GC) és folyadékkromatográfia (HPLC) közötti szakadékot átívelő hídnak tekintik, amely e két utóbbi számos előnyét egyesíti magában hátrányaik nélkül.

A gázkromatográfiát extrém alacsony viszkozitású mozgófázis jellemzi, ez hatékony működést, magas áramlási sebességet és gyors elválasztást biztosít. A gázkromatográfiás mozgófázis eléggé diffúz ahhoz, hogy ideális gáznak tekintsük; lényegtelen a minta és a mozgófázis közötti kölcsönhatás, valójában mint semleges vívőgáz

1. táblázat Az SFC mozgófázis kiválasztásának feltételei

| Fluidum                         | P <sub>c</sub><br>(bar) | T <sub>c</sub><br>(°C) | Dipolus<br>momentum | Fizikai-kémiai<br>összeférhetőség <sup>a</sup> |   |    |     |   |    | KL <sup>a</sup> | MI <sup>a</sup> |
|---------------------------------|-------------------------|------------------------|---------------------|--|---|----|-----|---|----|-----------------|-----------------|
|                                 |                         |                        |                     | K  | M | UV | FID | T | KO |                 |                 |
| CO <sub>2</sub>                 | 73.8                    | 31.1                   | 0.00                | 3  | 3 | 1  | 1   | 1 | 2  | 1               | 1               |
| SF <sub>6</sub>                 | 37.1                    | 45.6                   | 0.00                | 2  | 2 | 1  | 2   | 1 | 3  | 3               | 6               |
| NH <sub>3</sub>                 | 114.8                   | 132.4                  | 1.47                | 7  | 4 | 2  | 4   | 1 | 4  | 6               | 3               |
| SO <sub>2</sub>                 | 78                      | 158                    | 1.60                | 3  | 4 | 4  | 2   | 1 | 4  | 8               | 3               |
| N <sub>2</sub> O                | 72.5                    | 36.4                   | 0.17                | 5  | 7 | 1  | 1   | 1 | 2  | 2               | 3               |
| CHF <sub>3</sub>                | 47.6                    | 23.0                   | 1.65                | 2  | 2 | 3  | 10  | 2 | 3  | 3               | 7               |
| CS <sub>2</sub>                 | 78                      | 279                    | 0.00                | 3  | 2 | 2  | 2   | 1 | 2  | 7               | 2               |
| C <sub>15</sub> H <sub>12</sub> | 33.3                    | 196.6                  | 0.00                | 3  | 2 | 1  | 10  | 3 | 2  | 5               | 10              |
| COS                             | 58                      | 102                    | 0.72                | 3  | 3 | 2  | 3   | 4 | 2  | 7               | 5               |
| H <sub>2</sub> S                | 89                      | 100                    | 1.10                | 4  | 4 | 1  | 3   | 5 | 4  | 7               | 5               |
| CH <sub>3</sub> F               | 58                      | 45                     | 1.85                | 2  | 2 | 6  | 10  | 2 | 3  | 8               | 10              |
| Kr                              | 54                      | -64                    | 0.00                | 1  | 1 | 1  | 1   | 1 | 1  | 1               | 10              |
| Xe                              | 58                      | 17                     | 0.00                | 1  | 1 | 1  | 1   | 1 | 1  | 1               | 10              |
| He                              | 2.2                     | -268                   | 0.00                |  |   |    | 1   | 1 |    |                 |                 |
| N <sub>2</sub>                  | 34.0                    | -174                   | 0.00                |  |   |    | 1   | 1 |    |                 |                 |

Jelmagyarázat: a – minősítés (1...10)      M – minta      KO – környezeti feltételek  
 1 – legjobb      UV – ultraibolya detektor      KL – költség  
 10 – legrosszabb      FID – lángionizációs detektor      MI – a teljes elválasztás minősége  
 K – kolonna      T – tömítés

szerepel. Az alkalmazhatóságot illetően a minta illékonysága a meghatározó tényező. A folyadékkromatográfiában a minta és a mozgófázis között jelentős a kölcsönhatás, amely nagyobb rugalmasságot ad a mozgó/állófázis rendszer kiválasztásában. Ugyanakkor a mozgófázis viszkozitása négy nagyságrenddel nagyobb mint a gázoké, ezért a nagyhatékonyságú elválasztást a töltet kis részecskemérete, a mozgófázis kis áramlási sebessége és hosszú analízis idő jellemzi. A folyadékkromatográfiából ma hiányzik a gázkromatográfia lángionizációs detektorához hasonló univerzális, nagyérzékenységű detektor, a leggyakrabban használt UV-detektorral (ultraibolya hullámhosszon működő) csak kromofor vegyületek detektálhatók.

Az SFC mozgófázisa valójában gáz, kielégítő sűrűségű (1. fentebb), közel ideális viselkedésű, elhanyagolható a mintával való kölcsönhatása. Sok tekintetben az SFC mind a gáz- mind a folyadékkromatográfia legjobb jellemvonásait egyesíti [1]. Az SFC-ban az alacsony viszkozitás lehetővé teszi a kapillaris kolonna használatát és ezzel jobb felbontás és rövidebb analízisidő érhető el, mint a ma használt HPLC kolonnákkal. A szuperkritikus fluidum és cseppfolyós gáz oldóképessége lehetővé teszi a nem illó, vagy hőérzékeny vegyületek kíméletes körülmények közötti analízisét, amely GC-val nem végezhető el. Az SFC megfelelő fluidum alkalmazásával lehetővé teszi szinte az összes vegyületre univerzális és érzékeny lángionizációs detektor alkalmazást, de más GC detektorok (elektronbefogási-, nitrogén-foszfor-, lángfotometriás- stb.) is alkalmazhatók. Viszonylag könnyű (egyszerű illesztőegységgel) a tömegspektrométerek és Fourier transzformációs infravörös spektrométerek csatolása SFC-hoz. [2,3,4,5,6] Például 1 mm-nél kisebb belső átmérőjű kolonnáról közvetlenül vezethetjük a teljes effluent kémiai-ionizációs tömegspektrométerbe.

### Az SFC rövid története

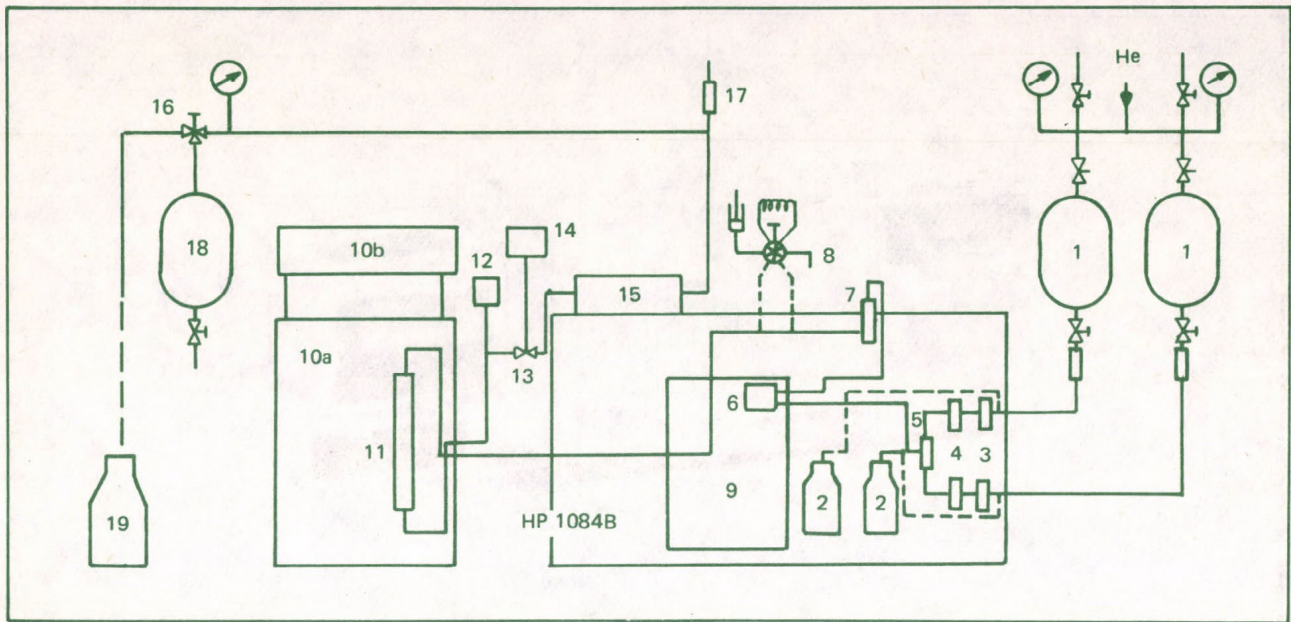
A szuperkritikus fluidum kromatográfias alkalmazása megelőzte a nagynyomású folyadékkromatográfiát. A HPLC kezdeti fejlődését lassította a megfelelő műszerezettség és kolonnák hiánya, az SFC fejlődését pedig a hőmérséklet és nyomás pontos vezérlésének a gyakorlati nehézségei hátráltatták. Az első kereskedelmi SFC készülék csak 1982-ben jelent meg. Az SFC alkalmazásának fejlődése gyakorlatilag 1983-ban indult meg, amikor a kifejlesztett moduláris pumpa rendszereket csatolni lehetett a már meglévő gázkromatográfias készülékekhez.

A fejlődés időrendje a következő:

- 1962. Első alkalommal használnak szuperkritikus fluidumot mozgófázisként.
- 1970. A nyomás programozása a sűrűség változtatására.
- 1977. Kapillaris kolonnás SFC-ok.
- 1981. Kvarcüveg kapillár SFC-ok.
- 1982. Az első kereskedelmi SFC készülékek megjelenése (módosított HPLC).
- 1983...1986. A gyakorlati alkalmazások fejlődése.

### Az SFC készülék felépítése

Az SFC rendszer a következő elemekből áll: fluidum szállító és továbbító egység, minta injektor, kolonna, kolonnaszűkítés és detektor. Az 1. ábrán láthatjuk egy SFC készülék felépítését. A rendszer alapját a Hewlett-Packard cég 1084B típusú folyadékkromatográfja képezi egy olyan módosított gradiens elució egységgel, mely állandó viszonyok mellett alkalmas SFC működésre. Az ábra sémáját számozás szerint követve két hélium gázzal elősűrített acél forralót találunk (1), amelyekben az



1. ábra. Szuperkritikus fluidkromatográf felépítésének elvi sémája (részletes magyarázat a szövegben)

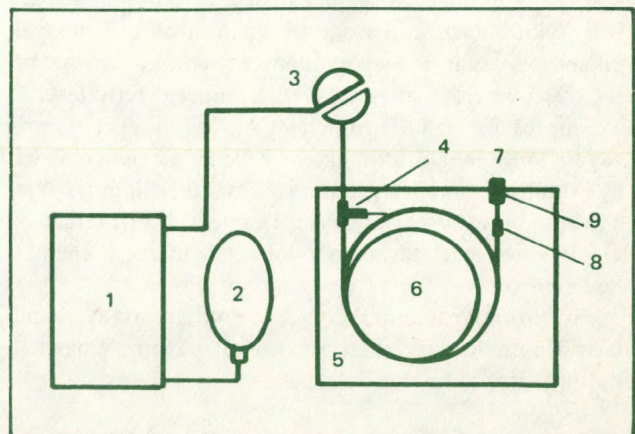
50 °C hőmérséklet alatti forráspontú eluenseket tárolják. A magasabb forráspontú eluensek közönséges üvegedényben is tárolhatók (2). A folyadékállapotú komponenseket egymástól elkülönítve, pontosan adagolják HPLC pumpákkal (3), csillapító rendszeren és a betáplálást mérő eszközön (4) át a keverőkamrában (5). Majd szűrő (6) és a változtatható térfogatú injektor (7) következik. Az alacsony forráspontú eluensek esetén egy külső többkapus-szelep is használatos (8) a változtatható térfogatú injektor helyett. Az SFC működéshez az eluentsz a fűtetlen kolonnakályhából (9) egy kényszer léghűtéses, nagyobb, magasabb hőmérsékletre (300 °C-ig) felfűthető külső kályhába (10a) vezet ki. Ez a kályha hőmérséklet programozóval vezérelhető (10b). A szuperkritikus állapotú mozgófázis áthalad a kolonnán (11) és a kályhát elhagyva cseppfolyósodik.

Egy elektronikus nyomásérzékelő és távadó (12) észleli a nyomást a kolonna végződésénél, a nyomásszabályozást tűszelep végzi (13). A tűszelepet mozgató léptetőmotor (14) segítségével állítható elő a nyomásgradiens. Az eluens ezután visszatér a HPLC készülék UV-detektorához (15). A módosított és így nagyobb nyomásnak is ellenálló detektor cellájában a nyomást külső vezérelt szeleppel (16) növelik, hogy megelőzhető legyen a mozgófázis gázhalmazállapotba való átmenete. A detektort állítható, rugós, biztonsági szelep (17) védi. Az eluens végül egy nyomásálló fémtartályban (18) a saját gőznyomása alatt, vagy ha magasabb forráspontú nyitott üvegedényben (19) gyűlik össze. A folyadék áramlási sebességét a pumpa 1 ml/min értéken tartja. A korrózió ellenálló szeparációs kolonna hossza 250 mm, a belső átmérője 4,6 mm és a töltete LiChrosorb Si 100 vagy Si 60, 10 µm. [7] A 2. ábrán egy olyan SFC összeállítás sémáját találjuk, amelynek az alapját gázkromatográf (Hewlett-Packard 5890 típusú) képezi. A 3. ábrán a Carlo Erba cég kereskedelemben kapható SFC 3000 típusú készülékét látjuk. [16]

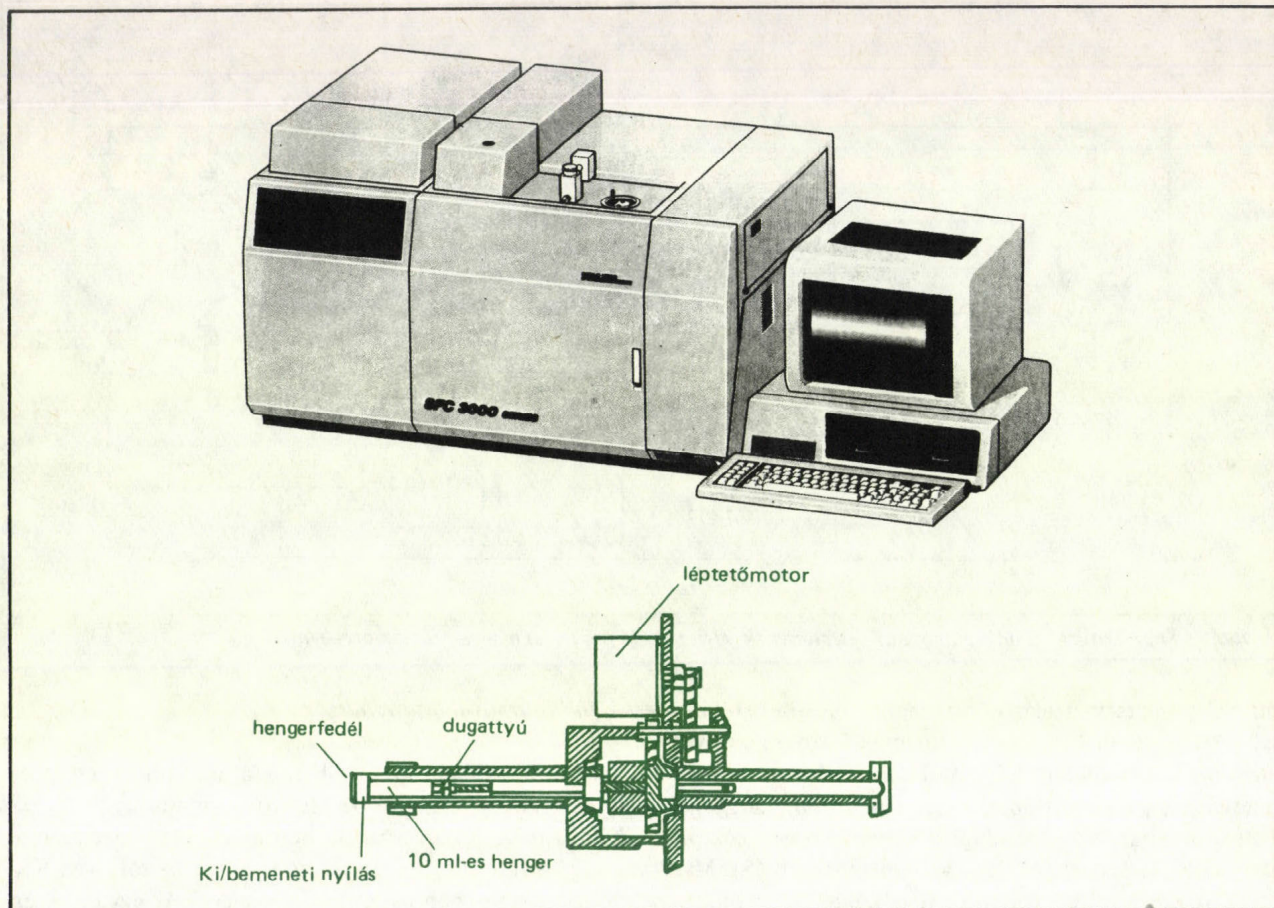
### A fluidum továbbító rendszer

Ákár csak GC-ben, az SFC-ben is a jó analitikai eredmények eléréséhez alapvetően fontos a pontos nyomás szabályozás. A szuperkritikus fluidum elució teljesítménye a sűrűségtől függ, amely viszont a nyomástól függ. Következésképp pontos nyomás szabályozás ugyan olyan fontos az SFC rendszerben, mint az összetétel szabályozása a HPLC rendszerben.

A stabil alapvonal és a reprodukálható retenció idő érdekében a szükséges működési nyomást (ez magasabb lehet mint 400 bar)  $\pm 0,1$  bar ingadozással kell tartani. A fluidum továbbító rendszert megbízhatóan kell feltölteni cseppfolyós gázzal. Fontos, hogy a pumpa az ellátó hengerből a folyadékot átvezesse, a maradék gázt kiöblítse és a keletkezett folyadékot komprimálja a megkívánt kezdeti nyomásra. Az első SFC technikára alkalmas ún. mikropumpa rendszert a Brownlee Labs cég fejlesztette.



2. ábra. Egy GC alapú SFC készülék elvi kapcsolása, 1-mikrogradiens pumpa rendszer, 2-héliumgázzal komprimált fluidum tároló, 3-injektor, 4-mintaosztó T-elágazás, 5-gázkromatográf, 6-kapillárkolonna, 7-detektor, 8-illesztés, 9-kolonnaszűkítés



3. ábra. A Carlo Erba cég SFC 3000 típusú szuperkritikus fluidkromatográfja (fent)

4. ábra. Léptetőmotoros mikrogradiensképző pumpa rendszer (lent)

tette ki 1983-ban. Ez felhasználható a HPLC-ban mikrogradiens elucióhoz és SFC-ban is. A 4. ábrán bemutatott mikropumpa kettős 10 ml-es dugattyút tartalmaz. A cseppfolyós gáz szállítását nagy pontossággal és megbízhatósággal mikroszámítógép vezérli. A térfogatot mikroléptető motor nagy pontossággal és reprodukálhatósággal mintegy 4 nl/lépés felbontással méri ki. A nyomásmérés pontossága 0,05 bar. Mivel a vezérlés elektronikus, könnyű a nyomás és gradiens összetétel programozása. Kilenc különböző működési program tárolható amelyek kikapcsolás után is megőrződnek a memóriában. Az aktív szelepevezérlés lehetővé teszi a rendszer feltöltését és a cseppfolyós gáz komprimálását anélkül, hogy a pumpát vagy a vezetékhalózatot hűteni kellene. Ez nem csak kényelmes, hanem lényeges tényező is: elkerülhetővé teszi a nagy nyomásesés kockázatát, amely előfordulhat ha a folyékony gázt tartalmazó hűtött rendszer hőmérséklete emelkedik.

A fenti mikropumpa rendszer jóformán minden kapilláris üzemmódrá tervezett gázkromatográfhoz felhasználható (11).

#### A minta injektor

A nagynyomású folyadékkromatográfok mikrokolonnái számára tervezett, zárthurkú injektáló szelepek jól meg-

felelnek a SFC készülékekben is. A töltött kolonnás SFC-ban az injektálandó minta térfogat általában a 0,1... ..1,0  $\mu$ l tartományban mozog. A kapilláris SFC tipikus mintatérfogat igénye 0,1  $\mu$ l alatt van. Az ilyen kis térfogatok kolonnára juttatása az injektor és a kolonna között mintaelosztó (splitter) használatát igényli. Egy másik lehetőség az ún. „időbeli injektálás” (timed injection) alkalmazása reprodukálható minta bejuttatás céljából. Ezt úgy valósíthatjuk meg, hogy mikroszámítógép vezérlés mellett a minta szelepet ms idő alatt kapcsoljuk töltésről, injektálásra és vissza. E gyors váltókapcsolás addig folytatódik, míg a kívánt mintamennyiséget el nem érjük.

#### A kolonnák

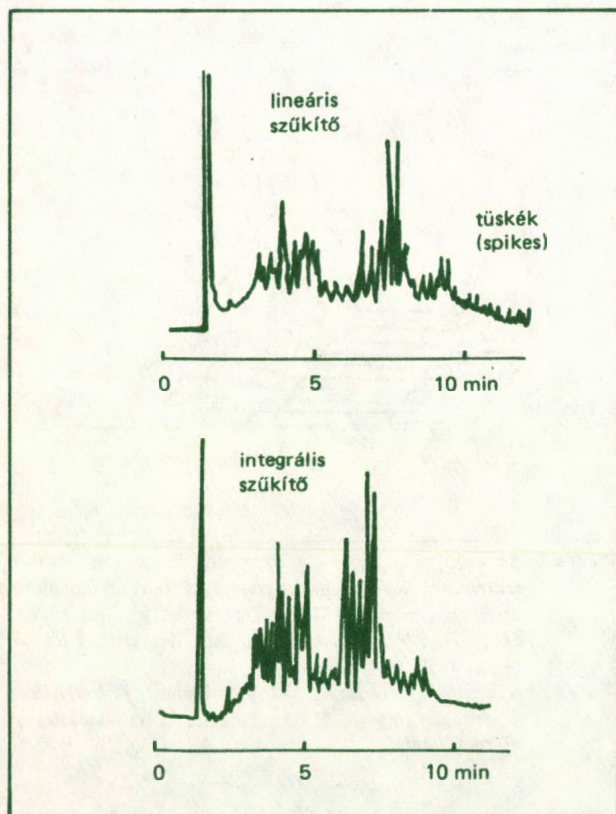
A szuperkritikus fluidkromatográfiában mind a töltött mind a kapillár kolonnák használatosak. A töltött kolonnák egységnyi hosszra nagyobb hatékonyságot és mintabefogadóképességet szolgáltatnak. A nyitott kapillárkolonnákat használhatóan sokkal hosszabbra készíthetik, így magasabb az elméleti tányérszám. A nyomásra való tekintettel a kolonna választás az SFC-ban leegyszerűsödik. Mint már említettük, a retenció szabályozására SFC-ban leghatékonyabb módszer a nyomás (és ennél fogva a sűrűség) vezérlés. Mivel a kapillárkolonnán a nyomásesés

igen kicsi, azért SFC-ban sokkal könnyebb megvalósítani a nyomás szabályozást nyitott kolonnávégződéssel mint töltött kolonnával. A retenció kézbentartására alternatív út a mozgófázis „doppingolás” poláris szerves módosító anyagokkal. Az eljárás mindkét kolonna típusnál felhasználható, de lángionizációs detektort (FID) nem alkalmazhatunk detektálásra. A gyakorlati tapasztalat azt mutatja, hogy rövid töltött kolonnákkal viszonylag egyszerű az elválasztás és rövid az analízisidő, összetettebb keverékeket viszont kapillárkolonnán ajánlatos elválasztani a nagyobb elméleti tényérszám miatt. [8,9,10,12,13,14]

Az eddigi vizsgálatok alapján azt a gyakorlati szabályt vonhatjuk le, hogy fluidkromatográfiában kapillárkolonnát használunk, kivéve ha a minta kémiai sajátosságai különleges töltött kolonna alkalmazását nem kívánják. A technikát alkalmazni kívánók számára alább közöljük a leggyakoribb kapillárkolonnák típusait: SB-OCTYL-50, SB-METHYL-100, SB-PHENYL-5, SB-PHENYL-50, SB-BIPHENYL-30 és SB-CYANOPROPYL-25.

#### A kapillárkolonna szűkítő

Mivel az SFC analízisnél a kapillárkolonna használata dominál, és a szuperkritikus fluidum oldóképessége a sűrűségtől és így a rendszer nyomásától függ, a kolonna és a detektor közé kolonnaszűkítőt kell beiktatni, hogy a



5. ábra. Nagymolekulasúlyú vegyületek kromatogramja lineáris és integrális kiképzésű szűkítő alkalmazásával. Az integrális szűkítővel felvett kromatogramból a nem kívánatos tűskék (spikes) eltűntek. A felvétel körülményei: kolonna DB-1701, mozgófázis  $CO_2$ ,  $T=120^\circ C$ ,  $P=130...350$  bar, detektor: FID, leosztás aránya 8:1

nyomást a kolonnán fenntarthatjuk. A szűkítő kialakítása jelentős befolyással van a teljesítményre, ezért részletesebben tárgyaljuk. [17]

A legegyszerűbb szűkítés egy a kolonna végződéséhez forrasztott 5...10  $\mu m$ -es belső átmérőjű kvarckapilláris csődarabka. Ennek az ún. lineáris szűkítőnek az a jellemzője, hogy a szűkület hossza mentén lineáris nyomásgradiens áll elő. Ez a szűkítő típus csak az alacsony molekulásúlyú vegyületekre használható, ugyanis a lineáris nyomásesés a nagyobb molekulásúlyú vegyületek esetében részecske képződéshez vezet a szűkítésben. Ezeket a részecskéket a detektor egyenként detektálja és a kromatogramban nem kívánatos tűskék (spikes) jelennek meg.

A leghatékonyabb ún. integrált típusú szűkítő a komprimált gáz gyors dekompresszióját idézi elő. Ezt a kvarckapilláris kolonna végződésén kialakított tölcészerű szűkület és az abban kiképzett 1  $\mu m$ -es nyílás alkotja. Az integrális szűkítő alkalmazásával a nagymolekulásúlyú vegyületek tűskéi eliminálódnak a kromatogramból amint a 5. ábra alsó diagramján látjuk. (17) A szűkítés kiképzés több más szempontból sem közömbös. Például SFC-tömegspektrométer illesztésénél a kétfázis elkerülésére különösen fontos a gázállapotú lefúvatás. A szükséges termodinamikai feltételek biztosítására programozott fűtésű szűkítéseket valósítottak meg. (18, 19) Az ilyen szűkítésről közvetlenül az ún. kihúzó- vagy repeller-elektrod nyílásával szemben történik a lefúvatás.

#### A fluidkromatográfia detektorai

A fluidkromatográfia detektorainak ismertetését és alkalmazását több cikk keretén belül sem lehetne kimeríteni. Az SFC legnagyobb előnye a mozgófázis kompatibilitása azokkal a detektorokkal, amelyeket hagyományosan nem lehet a HPLC mozgófázisával használni. Alább csak rövid összefoglalót adhatunk a detektorokról és alkalmazásuk alapelveiről.

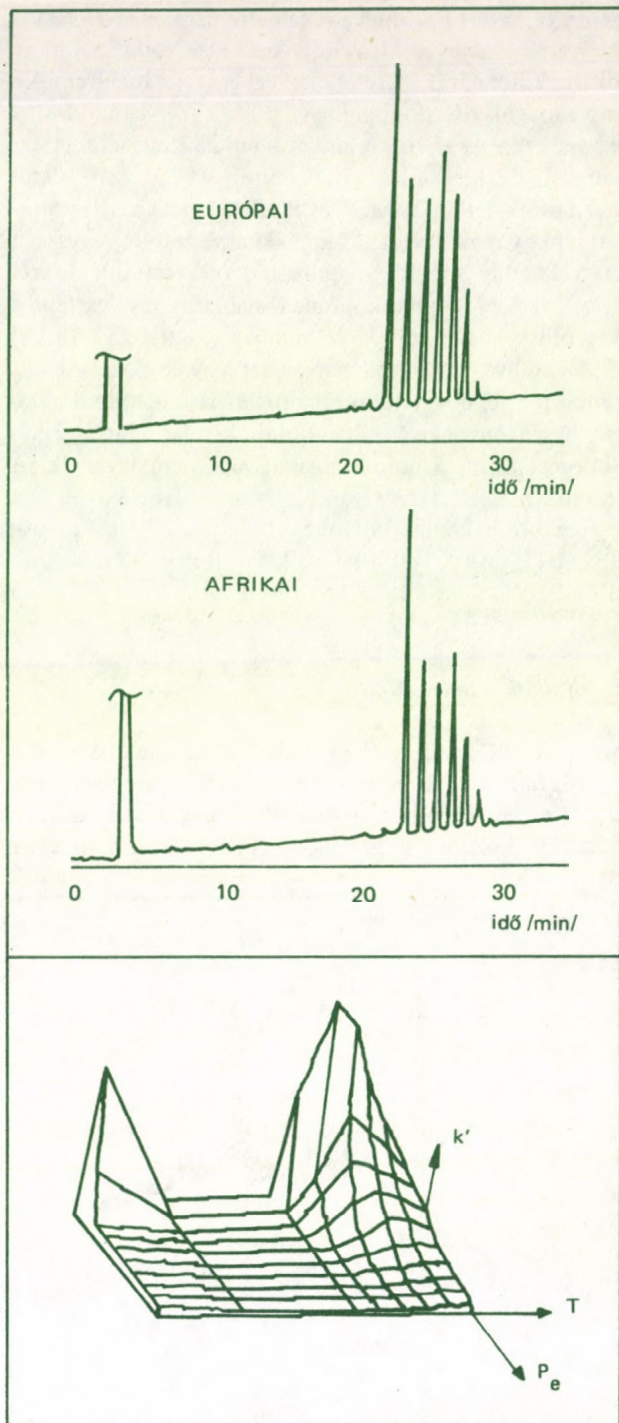
Gyakorlati alapelv, hogy a szuperkritikus kromatográfiában kapilláris kolonnához a GC, töltött kolonnához pedig a HPLC detektorait szokás használni, azonban lehetnek eltérések is. A lángionizációs detektor a szerves vegyületek általános érzékelője, jele ún. tömegarányos jel, azaz a kimenőáram a detektoron áthaladó komponens tömegével arányos. Halogéntartalmú vegyületekhez az elektronbefogási detektort, nitrogén/foszfor tartalmúakra az N/P detektort, a fémtartalmú kelátok, a kén- és foszforvegyületek meghatározására használják a lángionizációs detektort. A HPLC UV-detektora az aromás és konjugált kötéseket tartalmazó más szervesvegyületekre, a fluoreszcenciás detektor a kiterjedt pi-elektron szerkezetet tartalmazó vegyületekre alkalmas. Az elektrokémiai detektorok az elektródaktív vegyületek detektálására, az IR-detektor a funkciócsoportok megismerésére használható. Megfelelő illesztéssel kapcsolott tömegspektrométert és FT-IR spektrométert az SFC-ben elválasztott egyes vegyületek vagy vegyületcsoportok nagyérzékenységű és szelektív detektorának tekint-

hetünk. [2,3,6,12,13,20,23] Repülési-ido típusu tömegspektrometer es SFC keszulek osszekapcsolására különleges illesztöegységet terveztek, amely a szuperkritikus fluidumot pulzáva injektálja szuperszönikus sebességü sugarba. Így tiramint, benzimidazolt, karbazolt es más hasonló nem illékony vegyületet határoztak meg. [21] A detektálás egy különleges esetében a fluidkromatográf kolonnanyomásán működö UV-detektor után atmoszférikus nyomáson üzemelő ionmozgékonyág mérö spektrométert kapcsoltak. Az ionmozgékonyág detektálásában érzékenységnövekedést tapasztaltak mozgófázisként CO<sub>2</sub>-ot alkalmazva. [22]

### Gyakorlati alkalmazások

Mivel a szuperkritikus fluidkromatográfia mind a HPLC mind a GC legjobb tulajdonságait egyesíti, egyedülállóan alkalmas olyan minták analizésére, amelyek a másik két eljárás közötti „résbe” esnek. Erre kitünö példa az olyan vegyületek csoportja, melyeknek a molekulásúlya túl magas a GC-s meghatározására es túl alacsony (<0,001 A) az UV-abszorpciója ahhoz, hogy HPLC-val analizáljuk. Az alkalmazás jellemző ipari példái a szintetikus oligomerek, polimerek/additívok, felületaktívanyagok (poliglikolok), oligo- es polyszaharidok, cukorpoliészterek, rovarirtók, színezékek, viaszok meghatározása. Biokémiában szteroidok, porsztaglandinok, zsírsavak/zsírok, antibiotikumokkal es gyógyszerrel való visszaélés felderítése esetén hasznos. A fosszilis tüzelőanyagok területén petróleum frakciók es fluid szénszármazékok, szénhidrogén csoport-analízis es szimulált desztilláció vizsgálatára bizonyult hasznosnak. [1,5,7,8,9,10,24,25]

Két érdekes kromatogramot találunk a 6. ábrán. Az európai es afrikai mézelöméhek méhviasz monoésztereinek elválasztásbeli különbségeiböl követték az utöbbi méhfaj elterjedését az amerikai kontinensen. [24] A gyakorlati alkalmazások kapcsán az elválasztás körülményeit változtatva számos tanulságra tettek szert. Megállapították, hogy ha elegendö mérési adat áll rendelkezésre, akkor a  $k'$  megoszlási vagy kapacitásarány, illetve az R átlagfelbontás hőmérséklet- es nyomásfüggése igen szemléletes háromdimenziós hálódiagramon ábrázolható. A 7. ábrán a krízén  $k'$  megoszlási arány izokratikus térbeli hálója látható n-pentánban mint mozgófázisban felvéve. A hőmérséklet a 25...300°C, a nyomás, a 30...70 bar tartományban változott. Az ábra egyik tanulsága: folyadékállapotú eluens esetében a hőmérséklet növekedésével a  $k'$  csökken, a másik: ha a hőmérséklet meghaladja a forráspontot akkor a  $k'$  növekedik es gyakran maximumot ér el. A három dimenziós ábrázolás gyakorlati haszna, hogy könnyebb az elválasztás optimális paramétereit megállapítani. A 8. ábrán négy policiklusos aromás szénhidrogén R átlagos felbontás izokratikus hálója található. A szuperkritikus fluidum n-pentán volt. [7] A különböző nyomásváltoztatási programok futtatása azt jelzi, hogy a gyors nyomásprogramozás hibanél-

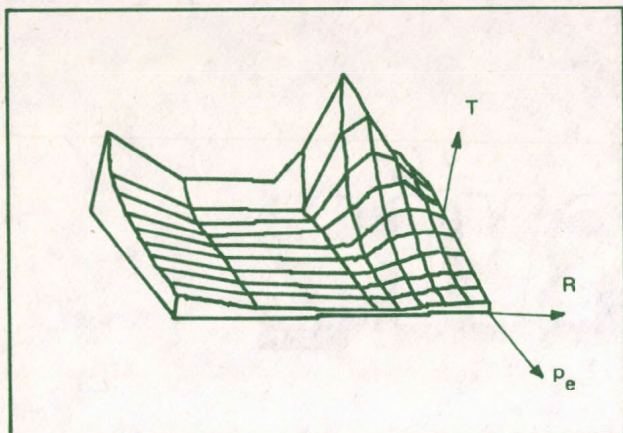


6. ábra. Az európai es afrikai mézelöméhek méhviasz monoésztereinek SFC kromatogramja. A felvétel körülményei: kolonna DB-5, 50  $\mu$ m x 10 m, mozgófázis CO<sub>2</sub>, T=150°C, P=130...370 bar, detektor: FID, leosztás 40:1 (fent)

7. ábra. A krízén  $k'$  megoszlási arány izokratikus térbeli hálója n-pentánban felvéve, T hőmérséklet, P<sub>e</sub> kolonnakilépési nyomás (lent)

küli, reprodukálható retenciók idöket ígér. [15] Az analízis eredmények további javítását a számítástechnika adhatja. Például az SFC/FT-IR (Fourier-transzformációs infravörös) vizsgálatoknál a kromatogramból a nem kívánatos vonások a Gram-Smith ortogonalizációs eljárással





8. ábra. Négy policiklusos aromás szénhidrogén  $R$  átlagsfelbon-  
tás izokratikus  $P_e$  nyomás és  $T$  hőmérséklet függése

a kromatogram rekonstruálásával eltüntethetők. A beépített számítógép gyorsan és folyamatosan értékkel, alkalmazása a legjobb kompromisszum a hatékonyság és az érzékenység között. [26]

A világ analitikai műszergyártói közül ismereteink szerint a Lee Scientific, a Computer Chemical Systems és Carlo Erba cégek gyártanak komplett, kereskedelemben kapható szuperkritikus fluidumkromatográfokat. Sajnálatos, hogy egyetlen szocialista műszergyártóról sincs tudomásunk, amely SFC készüléket gyártana.

#### Irodalom

- [1] *Brownlee*: Supercritical fluid chromatography (SFC): bridging the gap between GC and HPLC, Technical Notes 925, 1986. 1...12 o.
- [2] *Bruins, A. P. -Henior, J. D.*: Liquid chromatography/mass spectrometry, Anal.Chem. Vol.58. No.14. 1986. 1451A... 1461A p.
- [3] *Games, D. E. -Berry, A. J. -Mylchreest, I. C. -Perkins, J. R. and Pleasance, S.*: Packed and capillary column supercritical fluid chromatography/mass spectrometry, European Chromatography News, Vol.1. No.1. 1987. 10...14 p.
- [4] *Yeung, E. S. -Synovec, R. E.*: Detectors for liquid chromatography, Anal. Chem. Vol.58. No.12. 1986. 1237A... 1256A p.
- [5] *Schwarz, M. M. -Brownlee, R. G.*: Simulated distillation of high-boiling petroleum fractions by capillary supercritical fluid chromatography and vacuum thermal gravimetric analysis, Anal. Chem. Vol.59. No.10. 1987. 1393... 1404 p.
- [6] *Shafer, K. H. -Pentoney, S. L. -Griffiths, J.*: Supercritical fluid chromatography/Fourier transform infrared spectrometry with an automatic diffuse reflectance interface, Anal. Chem. Vol.58. No.1. 1986. 58...64 p.
- [7] *Klesper, E. and Leydeneker, D.*: Supercritical fluid chromatography retention and resolution, International Laboratory, Vol.16. 1986. 18...30 p.
- [8] *Schwarz, H. E.*: Columns for supercritical fluid chromatography: packed vs. capillary, Magazine of liquid and gas chromatography, Vol.5. No.1. 1987.

- [9] *Schwarz, H. E. and Brownlee, R. G.*: Hydrocarbon group analysis of gasolines with microbore supercritical fluid chromatography and flame ionization detection, Journal of Chromatography, Vol.353. 1986. 77...93 p.
- [10] *Schwarz, H. E. -Higgins, J. W. and Brownlee, R. G.*: Simulated distillation of heavy petroleum fractions by capillary supercritical fluid chromatography, Magazine of liquid and gas chromatography, Vol. 14. No.7. 1986.
- [11] *Yonker, C. R. and Smith, R. D.*: Pressure and composition gradients in capillary supercritical fluid chromatography, Anal.Chem. Vol.59. No.5. 1987. 727...737 p.
- [12] *Markides, K. E. -Lee, E. D. -Bolik, R. and Lee, M. L.*: Capillary supercritical fluid chromatography with dual-flame photometric detector, Anal.Chem. Vol.58. No.4. 1986. 740...743 p.
- [13] *Springstone, S. R. -David, P. -Steger, J. and Novotny, M.*: Stationary-phase phenomena in capillary supercritical fluid chromatography, Anal.Chem. Vol.58. No.6. 1986. 997... 1002 p.
- [14] *Wright, B. W. -Kalinowski, H. T. and Smith, R. D.*: Investigation and selectivity effects using various mobile phases in capillary supercritical fluid chromatography, Anal.Chem. Vol.57. No.14. 1985. 2823...2829 p.
- [15] *Smith, R. D. -Chapman, E. G. and Wright, B. W.*: Pressure programming in supercritical fluid chromatography, Anal. Chem. Vol.58. No.14. 1985. 2829...2936 p.
- [16] *Carlo Erba Newsletter*: Supercritical fluid chromatography (SFC) is more than a pump. 1987. march.
- [17] *Guthrie, E. J. -Schwarz, H. E.*: Integral restrictors for capillary SFC, Journal of Chromatography Science, Vol.24. 1986. 236...241 p.
- [18] *Smith, R. D. -Petersen, J. L. -Koprina, A. J. and Wright, B. W.*: Performance of capillary restrictor in SFC, Anal. Chem. Vol.58. No.9. 1986. 2057...2064 p.
- [19] *Smith, R. D. and Udseth, H. R.*: Mass spectrometer interface for microbore and high flow rate capillary supercritical fluid chromatography with splitless injection, Anal. Chem. Vol.59. No.1. 1987. 13...22 p.
- [20] *Griffiths, P. R. -Pentoney, S. L. -Giorgetti, J. R. -Shafer, K. H.*: The hyphenation of chromatography and FT-IR spectrometry, Anal.Chem. Vol.58. No.13. 1986. 1349... 1366A p.
- [21] *Ho Ming Pang -Chung Hang Sin and Libman, D. L.*: Design of pulsed source for supercritical fluid injection into supersonic beam mass spectrometry, Anal.Chem. Vol.58. No.7. 1986. 1581...1583 p.
- [22] *Souji Rokushika and Hiroyaki Hatamo*: Ion mobility spectrometry after supercritical fluid chromatography, Anal. Chem. Vol.59. No.1. 1987. 8...12 p.
- [23] *Lee, E. B. and Henion, J. D.*: Supercritical fluid chromatography/Fourier transform mass spectrometry, Anal.Chem. Vol.59. No.9. 1987. 1309...1312 p.
- [24] *Brownlee*: SFC applications: rapid, precise identification of africanized honeybees, Brownlee Labs Chromatography, No.2. 1987.
- [25] *Brownlee*: Supercritical fluid chromatography provides a fast analysis for dimer acid, Brownlee Labs Chromatography, No.2. 1987. 5 p.
- [26] *Wieboldt, R. C. and Haura, A.*: Removing artifacts in supercritical fluid and gas chromatograms generated from Fourier transform infrared data, Anal.Chem. Vol.59. No.9. 1987. 1255...1259 p.

# SZERVÍZ

 GOULD

Riken Denshi 



Farnell

DRANETZ



KEITHLEY



## Műszerkölcsonzési Főosztály

Budapest XI. Szakasits Á. út 59-61.

Telefon: 662-366/174 m.

Telex: 22-6936 akamu

Levél cím: Budapest, Pf. 58. 1502

# Közvetlen tömegáramlás-mérés

CSONT TAMÁS

Gyorsuló mozgást végző, zárt rendszerben áramló folyadékok minden egyes részecskéje az áramlás következtében fellépő saját-erővel rendelkezik, amelynek eredője jól definiálható. Ez a Coriolis-erő. Az újfajta tömegáramlás mérési elv ennek az erőnek a mérésére vezeti vissza az áramlási mennyiség meghatározását. Segítségével megvalósítható inhomogén anyagok nagy pontosságú áramlásmérése is.

Az ipari mérés- és szabályozástechnika egyik alapvető feladata különféle tömegáramlások – ezen belül az áramlási sebesség és az átáramlott mennyiség – nagy pontosságú mérése. E mérés technikai feladat megoldására számos mérési elv ismeretes, mint pl. mechanikus-, mágneses-indukciós-, ultrahangos-, termo-dinamikus-, hődrótos-, lézeres- stb. áramlásmérés.

A jelenlegi mérés technikai megoldásokban tömegáramlásmérés esetén általában egy áramló mennyiségből vagy közvetlenül az időegység alatt átáramlott anyag térfogatát mérjük, vagy pedig az áramlási sebesség méréséből az átfolyó keresztmetszet ismeretében számítjuk ki az áramlási mennyiség középértékét. Akár a térfogatot, akár pedig a sebességet mérjük, mindkét esetben ismerünk kell az áramló közeg sűrűségét ahhoz, hogy az időegység alatt átáramló mennyiséget meghatározzuk. A mérendő közeg sűrűsége viszont hőmérséklet-, sőt nyomásfüggő is lehet. Ezért jelentős ráfordítást igényel az áramló mennyiség pontos kiszámításához szükséges valamennyi járulékos paraméter megmérése. Továbbá minden egyes új paraméter mérése új mérési hibával jár, melyek együttesen jelentős összhibához vezethetnek. Az áramló folyadékokban jelenlevő levegő- és gázbuborékok is további számottevő hibát okozhatnak. Egyedül a testek egyik legalapvetőbb mennyiségi jellemzője: a tömeg az,

amely más fizikai paramétereiktől (pl. nyomás, sűrűség, hőmérséklet, viszkozitás stb.) független. Az újfajta mérési eljárás, melyet giroszkopikus tömegáramlás mérés néven is említ az irodalom, az áramló folyadék részecskéik által keltett Coriolis erő mérésén alapul [1].

## A Coriolis-erő

A Coriolis-elv az 1. ábra alapján szemléltethető. Képzeljük el, hogy egy test az  $\sigma$  szögsebességgel forgó körlap közepe felől sugár irányban  $v$  sebességgel halad kifelé. Ekkor a forgás következtében  $\vec{F}_C$  oldalirányú erő hat rá, melyet Coriolis-erőnek nevezünk. Ahhoz, hogy a test sugár irányban, egyenes vonalban haladjon tovább, az oldalirányú erő ellenében kell elmozdulnia.

Az előbbi gondolatmenet alapján működő közvetlen tömegáramlás mérő elvi vázlata a 2. ábrán látható. A mérőcsőben  $v$  sebességgel áramló  $M$  tömegű folyadékra a Föld – mint külső rendszer –  $\sigma$  szögsebessége következtében  $\vec{F}_C$  Coriolis-erő hat. Ez az erő a mérőcsövet a Föld forgási irányába elfordítani igyekszik. A Coriolis-erő a jólismert

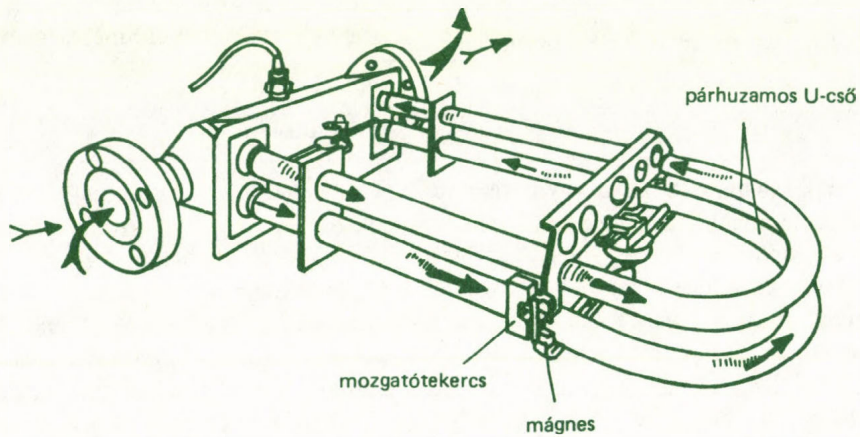
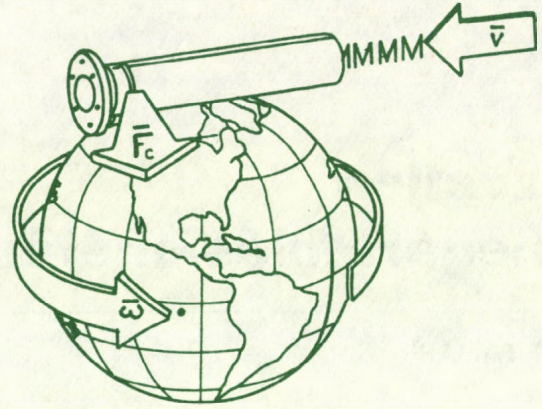
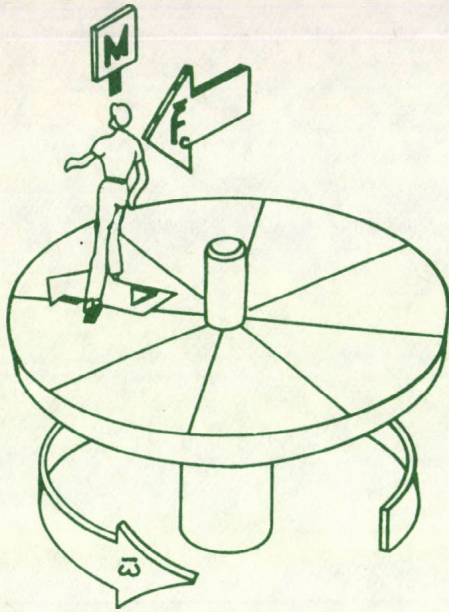
$$\vec{F}_C = 2 \cdot M \cdot \vec{\omega} \times \vec{v} \quad (1)$$

képlettel számítható.

Az (1) összefüggés alapján látható, hogy az  $\vec{F}_C$  erő arányos az áramló folyadék tömegével és sebességével. Ezen összefüggésen alapszik a Coriolis erőhatás elvén felépülő tömegáramlás mérő műszer.

## Működési leírás

A giroszkopikus tömegáramlás mérő készülék működési elve a 3. ábra alapján követhető. A berendezés „lelke” a



1. ábra. A Coriolis-elv vázlata (fent)

2. ábra. Az áramlásmérő csőben keletkező Coriolis-erő keletkezésének magyarázata (fent)

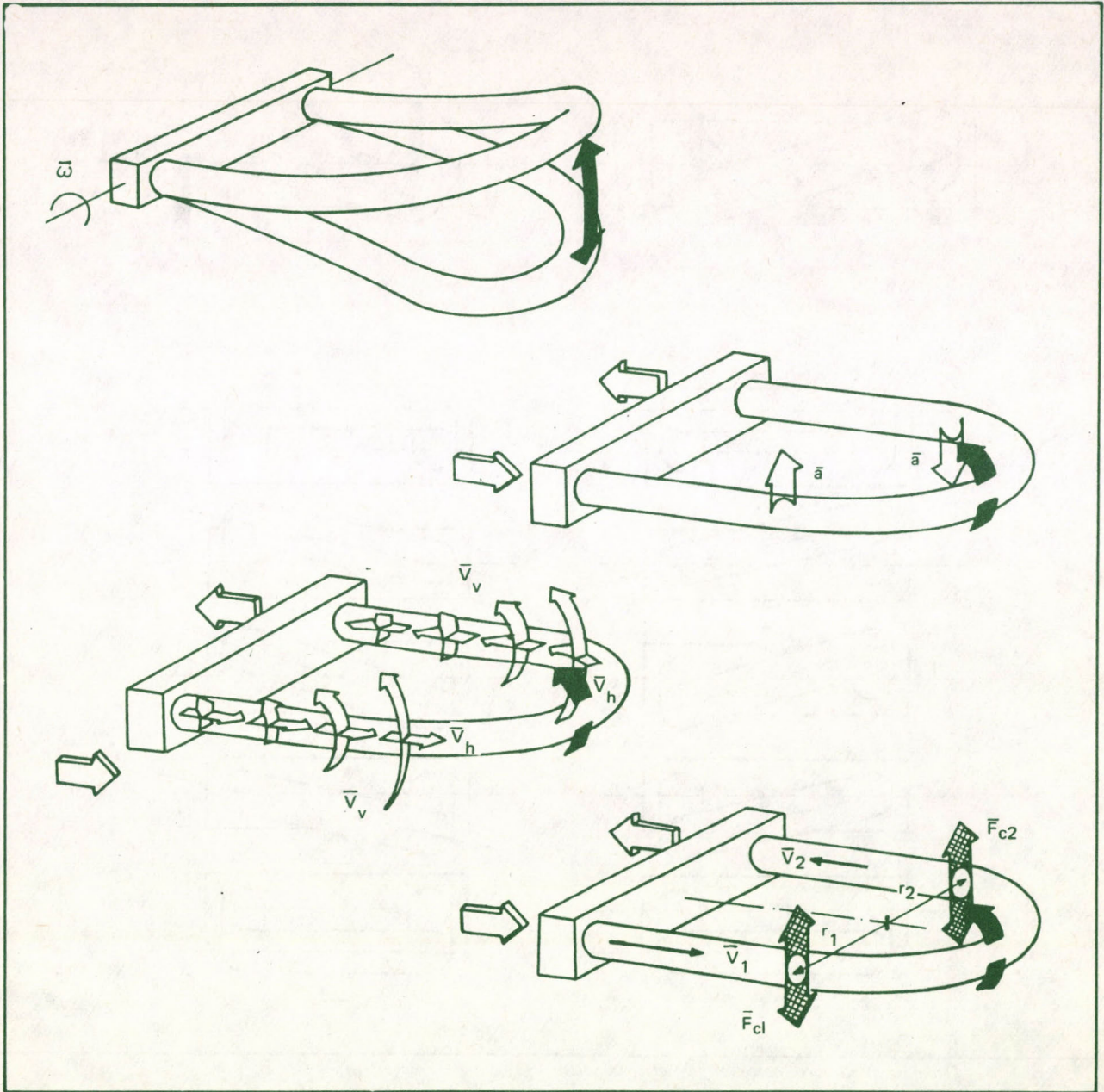
3. ábra. A giroszkópikus tömegáramlásmérő szerkezeti vázlata (lent)

vízszintesen elhelyezett U-alakú kettős mérőcső. Az egyik csővön egy állandó mágnes helyezkedik el, amely belenyúl a másik csőre szerelt mozgótekerccsbe. Ezzel elérhető, hogy a két cső  $\omega$  frekvenciájú rezgő mozgást végezzen. A rendszer úgy működik, mint egy hangvilla; vagyis a két cső egymással ellentétesen 180°-os fáziskéséssel természetes rezonanciafrekvenciával rezeg. A csövek rugalmassága meghatározza a rezgés frekvenciáját. A mozgótekerccsel ellátott U-cső függőleges irányban rezeg (4. ábra), s ez a rezgés a mozgótekerccs csekély energiájával fenntartható. Az elmozdító erő megszűnése után az U-cső csillapodó rezgésbe kezd, majd lassan leáll. Ebbe az U-alakú csőbe képzeletben vezessünk  $M$  tömegű és  $\vec{v}_h$  horizontális áramlási sebességű folyadékot (5. áb-

ra). Az U-cső befolyó szárában áramló folyadékreszcskék a cső rezgési amplitúdójának, valamint a rotációs áramlási sebességnek hatására függőlegesen elmozdulnak, és felveszik a cső rezgési sebességét. Mozgásuk közben fellépő gyorsulásukat  $\vec{a}$ -val jelöljük.

Ezzel egyidőben az U-cső kifolyó szárában áramló folyadékreszcskékre  $\vec{a}$ -val ellentétes értelmű, de azonos nagyságú  $-\vec{a}$  gyorsulás hat, mint ezt a 6. ábrán vázoltuk.

Az áramló közeg függőleges gyorsulása mindkét esetben ellentétes a cső elmozdulásával, ezáltal mindkét csőszakaszban a folyadékreszcskékre szintén azonos nagyságú és ellentétes értelmű  $\vec{F}_C$  gyorsítóerő hat (7. ábra). Ez a folyadékban ébredő Coriolis-erő, amely egyenesen arányos az áramló közeg tömegével. Értéke nagyon kicsi,



4. ábra. Rezgőmozgást végző U-alakú mérőcső képe (fent)  
 5. ábra. A mérőcsőben áramló folyadék sebességviszonyai (középen jobbra)  
 6. ábra. A folyadékáramlás részecskéire ható gyorsulás a befolyó- és kiáramló csőszakaszban azonos nagyságú de ellentétes értelmű (középen balra)  
 7. ábra. A mérőcsőben áramló folyadék részecskékre ható Coriolis-erő és az ebből eredő forgatónyomaték vázlatja (lent)

de a modern elektronika segítségével hatása pontosan mérhető. A cső két szárában ható  $\vec{F}_{c1}$  és  $\vec{F}_{c2}$  erő erőpárt alkot, amely a szimmetriatengely körül forgatónyomatékként jelentkezik:

$$\Delta N = \vec{F}_{c1} \cdot r_1 + \vec{F}_{c2} \cdot r_2 \quad (2)$$

Mivel a rendszer szimmetrikus, mindkét oldali erő és erőkar megegyezik:

$$\begin{aligned} \vec{F}_{c1} &= \vec{F}_{c2} = \vec{F}_c \\ r_1 &= r_2 = r \end{aligned} \quad (3)$$

Így (1) felhasználásával:

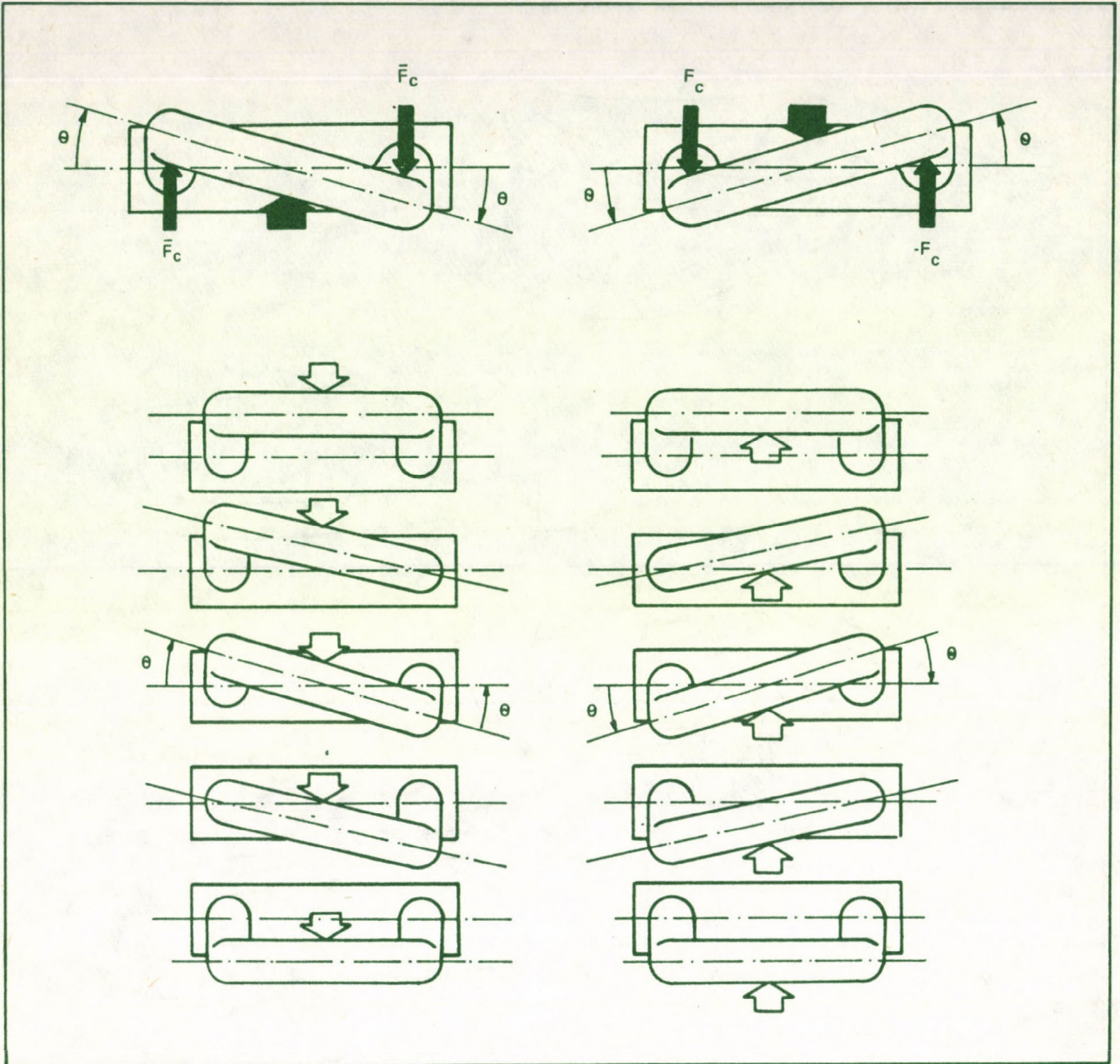
$$\Delta N = 2 \cdot \vec{F}_c \cdot r = 4 \cdot \vec{M} \cdot r \cdot \vec{\omega} \times \vec{v} = 4 \cdot r \cdot \vec{\omega} \cdot \Delta \vec{m} \quad (4)$$

ahol:  $\Delta \vec{m} = \vec{M} \times \vec{v}$ : a pillanatnyi tömegáramlás mennyiség

$\vec{M}$ : az egységnyi elmozdulásra eső tömeg

A teljes forgatónyomaték (N) a  $\Delta N$  integrálásával kapható:

$$N = \int_{t_1}^{t_2} dN = \int_{t_1}^{t_2} 4 \cdot r \cdot \vec{\omega} \cdot dm = 4 \cdot r \cdot \vec{\omega} \cdot m \quad (5)$$



8. ábra. Az U-alakú mérőcsőre ható erőpár elcsavarodásra kényszeríti a csövet (fent)

9. ábra. Ellentétes értelmű forgatónyomaték esetén az elcsavarodás is ellentétes lesz (fent)

10. ábra. Az U-cső elcsavarodásának fázisai egy teljes rezgési ciklus lefolyása alatt (lent)

Ez alapján az U-alakú csőben áramló folyadékmennyiség:

$$m = \frac{N}{4 \cdot r \cdot \omega} \quad (6)$$

Az U-alakú csőre ható ellentétes értelmű  $2 \cdot \bar{F}_c$  erőpár elcsavarodásra kényszeríti a csövet (8. ábra). Az elfordulás szöge ( $\Theta$ ) arányos az  $\bar{F}_c$  elfordító erővel, amely arányos az áramlási sebességgel. Folyadékáramlás közben az U-cső rezgési amplitúdójának, s vele együtt az  $\bar{F}_c$  gyorsítóerőnek az iránya változik (9. ábra), ennek hatására a csőre ható forgatónyomaték, s vele együtt az U-cső oszcilláló csavarodásba kezd. Szemléletesen: egy vertikális hullám mintegy „kigyózva” végighalad az

U-csővön, s ez a 10. ábrason látható módon deformálja a csövet. Az ábra egy teljes rezgési ciklus lényegesebb fázisait ábrázolja. Jól látható, hogy az elcsavarodás szöge ( $\Theta$ ) a cső kitérített, szélső helyzetében a legnagyobb, így az áramlás mérése ebben a pozícióban történik.

Mivel az eltérítés szöge a forgatónyomatékkal egyenesen arányos – ahol arányossági tényező a cső  $k_s$  rugóállandója-, így a (6).képlet a következőképpen írható:

$$m = \frac{k_s \cdot \Theta}{4 \cdot \omega \cdot r} \quad (7)$$

Az eltérítés szöge az U-cső ívében felszerelt mágneses-induktív érzékelő segítségével tetszőleges időközönként, vagy akár fázisátmenetenként mérhető.

## Néhány gyártmány műszaki jellemzői

A fenti elven alapuló tömegáramlásmérőnek két változatát gyártja az NSzK-beli SCHWING Verfahrenstechnik GmbH cég (11. ábra). A „C” illetve „D” típuscsalád készülékek alapján a folyadék beáramlás irányában különböznek; míg a „C”-típusnál a folyadék be- ill. kiáramlás az U-cső két párhuzamos szárával megegyező (pl. 5. ábra), addig a „D”-típusnál erre merőleges (3. ábra).

A két típus műszaki paraméterei is jelentősen különböznek.

### A „C” típuscsalád műszaki adatai

Méréstartomány (6 fokozatban)

|                 |                  |
|-----------------|------------------|
| legkisebb:      | 0,7...10 kg/min  |
| legnagyobb:     | 68...1200 kg/min |
| Mérőcső átmérő: | 3,1...47,5 mm    |
| Üzemi nyomás:   | 135...45 bar     |

### A „D” típuscsalád műszaki adatai

Méréstartomány (8 fokozatban)

|                 |                    |
|-----------------|--------------------|
| legkisebb:      | 0,023...1 kg/min   |
| legnagyobb:     | 520...10450 kg/min |
| Mérőcső átmérő: | 1,4...108 mm       |
| Üzemi nyomás:   | 193...54 bar       |

Mindkét típuscsalád mérési hibája  $\pm 0,4\%$ -os, és  $-240...+200$  °C közötti üzemi hőmérséklettartományban alkalmazható.

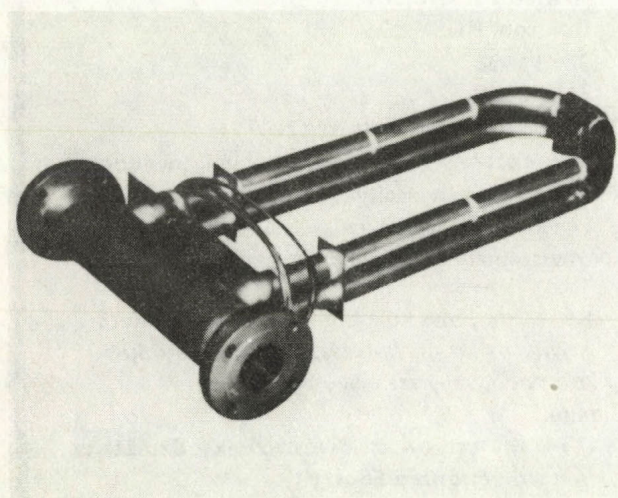
A Micro-Motion gyártmányú „D” típusú folyadékáramlás mérő sorozat a 12. ábrán látható.

### A „D” típuscsalád műszaki adatai

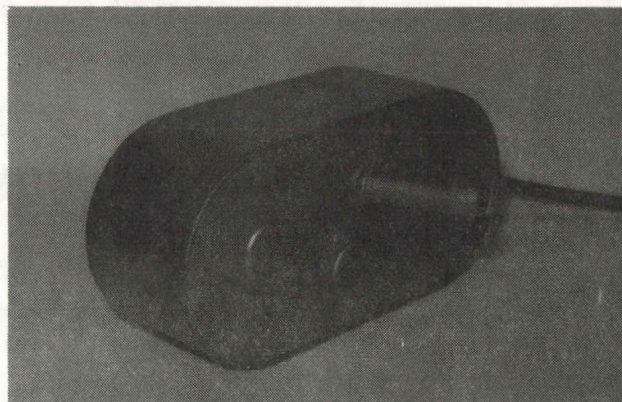
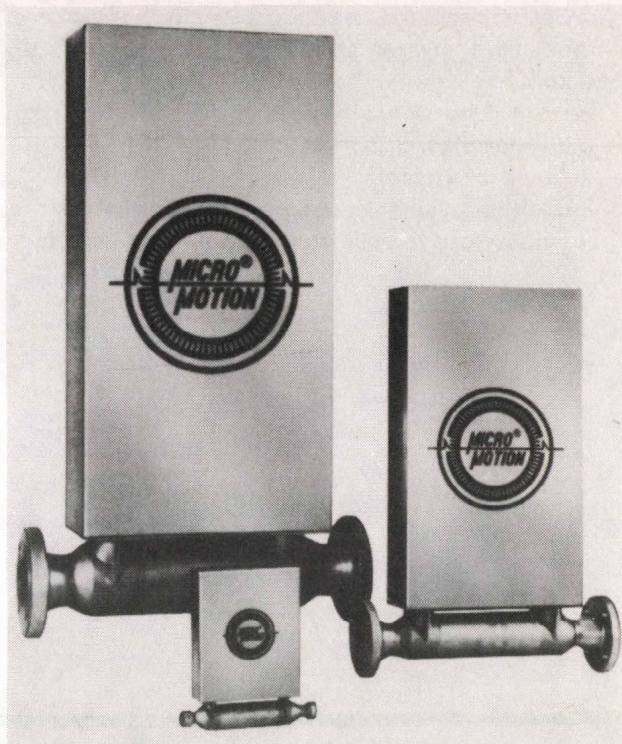
Méréstartomány (6 fokozatban)

|                             |                   |
|-----------------------------|-------------------|
| legkisebb:                  | 0,02...1 kg/min   |
| legnagyobb:                 | 280...9000 kg/min |
| Mérési hiba:                | $\pm 0,4\%$       |
| Mérőcső átmérő:             | 1,4...108 mm      |
| Max. üzemi nyomás:          | 392 bar           |
| Üzemi hőmérséklettartomány: | $-55...+125$ °C   |

Szocialista viszonylatban elsőként a hazai MMG Automatika Művek fejlesztett ki azonos méréselvű közvetlen tömegáramlás mérőt, melyet a 13. ábrán mutatunk be. Az eddig ismertetett külföldi típusokkal összehasonlítva je-



11. ábra. A Schwing Verfahrenstechnik GmbH cég „D”-típusú család



12. ábra. Micro-Motion gyártmányú giroszkópikus áramlásmérő-áramlásmérőjének szerkezete (fent)

13. ábra. Az MMG Automatika Művek „B”-típusú tömegáramlásmérőjének képe (lent)

lentős különbség a mérőcső alakjában mutatkozik, ugyanis a hazai készülékben a mechanikai rezgőrendszer „B” formára hajlított acél mérőcső-pár.

### A „B” típuscsalád műszaki adatai

Méréstartomány (5 fokozatban)

|                             |                 |
|-----------------------------|-----------------|
| legkisebb:                  | 0,2...9 kg/min  |
| legnagyobb:                 | 34...675 kg/min |
| Mérési hiba:                | $\pm 0,4\%$     |
| Mérőcső átmérő:             | 1,4...40 mm     |
| Max. üzemi nyomás:          | 200 bar         |
| Üzemi hőmérséklettartomány: | $-50...+150$ °C |
| Védettség:                  | IP 54           |

A Coriolis erőhatás elvén működő tömegáramlás mérő előnyei

- a mérés az áramló közeg fizikai paraméterei közül egyedül tömegétől függ,
- az átáramlott tömeget közvetlen úton méri,

- széles hőmérséklet határok közötti mérésre alkalmas,
  - inhomogén anyagok áramlásmérésére is használható,
  - a környezeti zavaró körülményekre kevésbé érzékeny,
  - rövid mérési úton a tömegáramlás mennyiség nagy pontossággal meghatározható,
  - kalibrálása egyszerű,
  - különleges kiépítésben sűrűségmérésre is alkalmas.
- Ezen előnyök figyelembevételével az újfajta tömegáram-

lás mérési elv az ipari mérés technikában széles körű alkalmazásra számíthat.

#### Irodalom

- [1] *Mettlen, D. – Boulder, P.*: Massedurchflussmessung nach dem Coriolis Prinzip, VDI-Berichte Nr.509, 1984.

„VALAMELY JELENSÉGET AKKOR ISMERÜNK, HA MÉRNI TUDJUK...”

(Lord Kelvin)

## **A műszer drága dolog... kivéve – ha csak a mérések elvégzéséig vesszük igénybe!**

Használjon ezért kölcsönműszert, amely

- **olcsó**, mert a heti kölcsöndíj csak 0,5...1,25%-át teszi ki a műszer vételárának;
- **pontos**, mert műszerparkunkat folyamatosan felfrissítjük a legnevesebb műszergyártók termékeivel;
- **kényelmes**, mert mi gondoskodunk Budapest területén a műszer házhoz szállításáról, valamint a szükséges fogyóanyagokról.

Raktárról azonnal kiszolgáljuk az alábbi műszerekkel:

- **Oscilloszkópok**: 2 sugaras valósidejű, tároló vagy mintavételező típusok;
- **digitális frekvenciamérők**: 1000 MHz-ig;
- **univerzális vizsgálóműszer (Versatester)**: amely digitális multiméter, digitális frekvenciamérő, jelalak-generátor, stabilizált tápegység egyetlen műszerként (heti kölcsöndíja: 400 Ft);
- **regisztráló műszerek**:  
X–Y írók,  
12 csatornás pontírók,  
kompenzográfok;

- **szelektív mikrovoltmérők (mérővevők)**: 1000 MHz-ig;
- **mikroszkópok**: biológiai, kutató, polarizációs;
- **személyi számítógépek, GP–IB rendszervevők pl.:**  
Rohde-Schwarz PUC,  
Hewlett-Packard 9815,  
Rolitron ROSY 80 B,  
SZKI MO8,  
EMG 666B;
- és még sok száz egyéb műszer.

A kért műszer esetleges hiánya esetén igényét beérkezési sorrendben elégítjük ki.

Egyéb új igényeket műszerparkunk fejlesztésekor messzemenően figyelembe veszünk.

Kérje ingyenes kölcsönműszerjegyzékünket!  
*Felvilágosítás, ügyintézés, előjegyzés a 450-903 telefonon, vagy személyesen.*

Címünk:

**MTA Műszerügyi és Méréstechnikai Szolgálat  
Műszerkölcsönzési Főosztály**  
Budapest XI. Szakasits Á. út 59–61.



## A termográfia kiaknázatlan lehetőségei a kutatás, a műszaki és az orvostudományi diagnosztika területén

HARGITA ÁRPÁD—DR. JUHÁSZ-NAGY SÁNDOR<sup>1</sup>—DR. HARGITA GYÖNGYI<sup>2</sup>—  
DR. MAGAI ISTVÁN<sup>3</sup>—KOVÁTS LÁSZLÓ DEZSŐ<sup>4</sup>

*A cikk a termográfia infratelevíziós felvételeinek segítségével végzett hőeloszlás vizsgálatok alkalmazási területeit mutatja be, mind a műszaki mind az orvosi diagnosztikai területeken, illusztrálva az MTA MMSZ egyik korszerű szolgáltatását.*

Az infravörös sugarak létéről *W. Herschel* angol csillagász számolt be először 1800-ban. 40 évvel később fia *J. Herschel* „leképezte” a hősugarakat, és a kapott képeket termogramoknak nevezte el. 1929-ben az első infravörös detektor megalkotása, majd a II. világháború hadi alkalmazási igénye és az elektronika fejlődése felgyorsította a termográfiai eszközök gyakorlati térhódítását. A katonai alkalmazás fejlődésével párhuzamosan az ötvenes évek elején az ipari alkalmazás, az ötvenes éveket követően pedig az orvosi kutatásban történő felhasználás jelezte a termográfia előretörését.

Az alkalmazás fizikai alapja, hogy a testek az abszolút hőmérsékletükkel arányosan sugároznak ki hőenergiát. Az infravörös detektorok kifejlesztése, a termográf készülékek teljesítményének növelése, a bonyolult hőeloszlások vizuális értékelésének megkönnyítésére alkalmazott színes televízió elvének felhasználása az emberi szem számára láthatatlan infravörös tartományt a látható tartományba transzformálta. A különböző hőmérsékletekhez önkényesen hozzárendelt színek kódrendszerének ismeretében — pl. a melegebb felületek vörös színnyalattal, a hidegebb felületek pedig „hidegebb” kék tónusokkal való megjelenítésével — kifejező termogramokat, hőfényképeket, hőtérképeket, azonos hőmérsék-

letű helyeket összekötő izotermákat lehet nyerni, amelyeknek lefényképezésével, vagy videomagnóra történő folyamatos rögzítésével az időbeli folyamatok megismerésére is lehetőség nyílik.

A testek különböző részei által kisugárzott hőenergia pótlásának módja a vizsgált testben lejátszódó folyamatot határoznak meg. Egy adott hőállapot megváltozása lehet pl. lokális jellegű kémiai reakcióból eredő, surlódási vagy elektromos munka következménye, hőtranszport vagy hővezetés stb. eredetű. Éppen ez a sokrétűség teszi lehetővé ugyanazon termográfiai eszköznek az alkalmazását az egymástól nagymértékben különböző szakterületeken. A kapott termogramok (hőfényképek) — a pillanatnyi állapotot, vagy az időbeli folyamatot tükröző — látható színskálában kódolt felvételei, a jelenséget tükröző információ hordozónak újabb és újabb területen történő alkalmazását, vizuális illetve automatizált feldolgozását teszik lehetővé. A hőfénykép készítésének technikai fejlődését az alkalmazási — tudományos, műszaki és orvosi diagnosztika — területe kisebb nagyobb késéssel követi. A késés nem minden esetben írható a modern eszközök hiányára, hanem inkább a szakterületi kezdeményezésben és ismeret hiányában kell a hőfényképezésben rejlő lehetőségek kiaknázatlansága okát keresni. A hazai alkalmazásnak, az elterjedésnek megvan a műszaki bázisa. A műszaki és az orvosi kutatás eredményei biztatóak, de sok tekintetben még kiaknázatlanok a lehetőségek. [21–25]

<sup>1</sup>SOTE Ér- és Szívsebészeti Klinika, Budapest

<sup>2</sup>Veszprém Megyei Tanács Kórház-Rendelőintézete Gyermekoszt.

<sup>3</sup>Mezőgépjelöltő Intézet, Budapest.

<sup>4</sup>Budapesti Műszaki Egyetem.

## A műszaki termográfia felhasználásának lehetőségei és néhány eredménye

Annak ellenére, hogy az eddigi vizsgálati eredmények kedvezőek, a hőfényképezés műszaki alkalmazása még nem foglalta el az öt megillető helyet. Példaképpen felsorolunk néhány olyan területet, ahol a termográfia hasznos eszköznek minősíthető.

**Elektromos vezetékek** megbontás nélküli, megközelítési nélküli vizsgálatai:

- kábel túlterhelés, túlmelegedés, transzformátor hibák,
- kapcsolók érintkező hibái,
- lazult csatlakozók, dugaszoló aljzatok csatlakozási hibái.

**Gépészeti területen** hibamegállapítás:

- csapágyhibák,
- kiegyensúlyozatlanság forgógépeknél,
- tengelykapcsolók szorulása, egytengelyűségi hibák,
- összeverődő alkatrészek,

**Épületfizikai, hőszigetelési hibák** nagyléptékű vizsgálatai:

- hőszigetelési folytonossági hibák a teljes épület homlokzaton,
- hőszigetelési hibák nyílászáró szerkezeteken.

**Szerszámgépipari forgácsoló eszközök** vizsgálatai:

- munkahőmérsékleti eloszlás,
- élkörzeti vörösállóság,
- hőszilárdsági tényezőnek kvantitatív meghatározása,
- képlékeny alakítási fázisok,
- hegesztési technológia hőzónáinak vizsgálata.

A hőfényképek különböző műszaki kutatási területen való felhasználását jelzi a kibontakozó műszaki diagnosztikai alkalmazása is. A korszerű műszaki diagnosztikai vizsgálatokkal és mérésekkel kapcsolatos elvárások között – anélkül, hogy a teljességre törekednénk – előfeltételként kell megkövetelni, hogy

- az üzemmenetet ne zavarja, ne okozzon állásidőt,
- a mérés a terület megközelítése nélkül is elvégezhető legyen (pl. nagyfeszültségű, nagyhőmérsékletű helyek, könnyen meg nem közelíthető helyek stb.)
- a vizsgálat a termelési folyamatban ne okozzon veszteséget,
- a meghibásodási folyamat korai szakaszában is megbízható eredményt adjon stb.

Ezeknek a feltételeknek a termográfia eleget tesz. Tudott, hogy a műszaki berendezések kihasználtsági mutatói a váratlan hibák bekövetkezése miatt jelentős mértékben romlanak. Ezeknek a hibáknak egy része a karbantartási időszakok során, a berendezés tervezett leállításával, vizsgálatával és javításával, az elhasználandó, meghibásodott alkatrészek időben való lecserélésével gazdaságosabban oldható meg, mintha ugyanazokat egyenként, váratlan üzemzavar esetén oldanánk meg. A váratlan üzemzavarok bekövetkezésének megelőzésére ma már különféle műszaki diagnosztikai eljárások alkalmazására van lehetőség. A műszaki diagnosztikai méréseket azoknál a nagyértékű berendezéseknél célszerű rendszer időközönként elvégezni, amelyek váratlan meghibásodása jelentős gazdasági kárt vagy balesetet okozhatnak.

A diagnosztikai mérésekre alapozott karbantartási és javítási rendszer segítségével a termelészünet időszakok minimálisra korlátozhatók, és elkerülhető a károk halmozódása. [4]

A 1., 2., 3. ábrákon bemutatunk néhány elektromos vonatkozású diagnosztikai vizsgálatot és hibabehatárolást. [4]

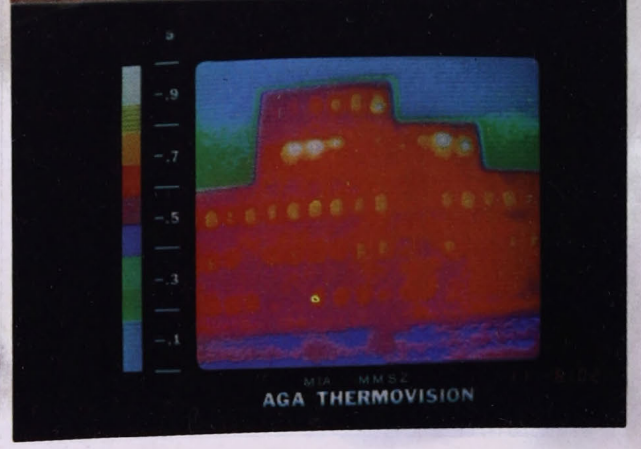
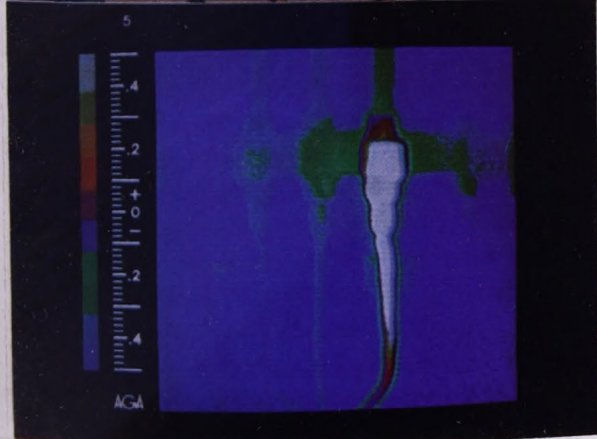
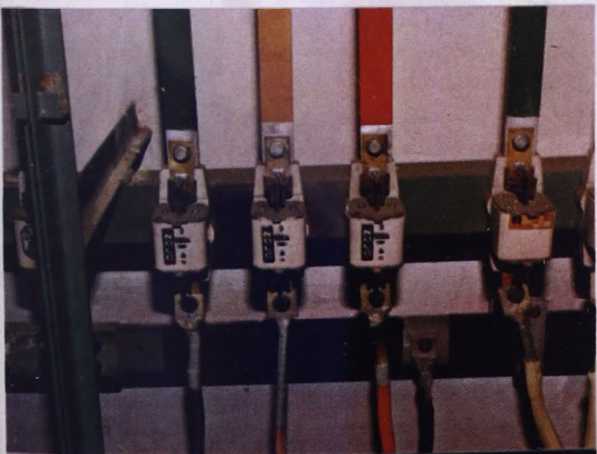
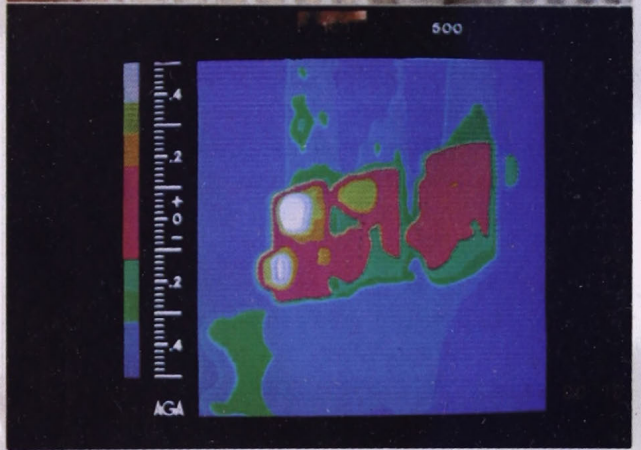
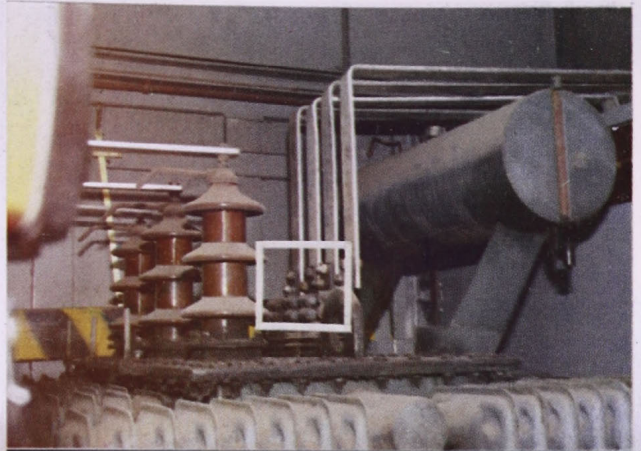
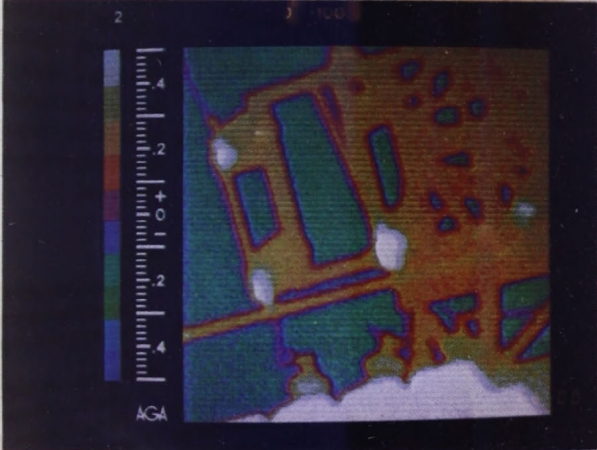
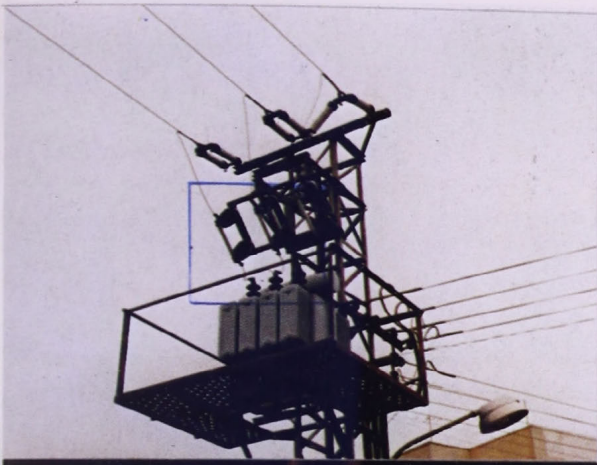
Egy másik példa a termográfia műszaki alkalmazására a hidraulikus berendezés munkafolyamatának mérése és értékelése. A hidraulikus erőátvitel fontos építőeleme a hidraulika tartály, amelynek feladatai:

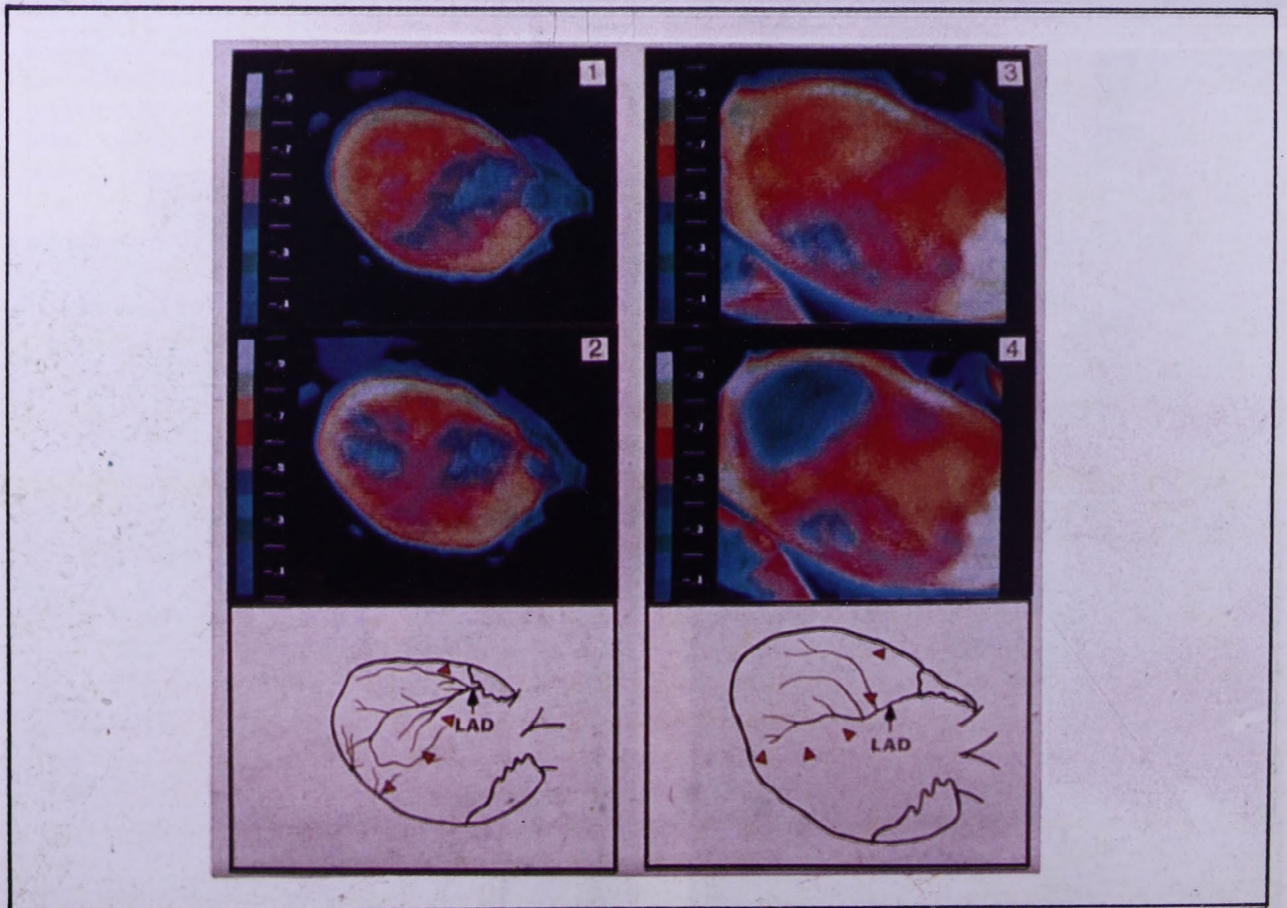
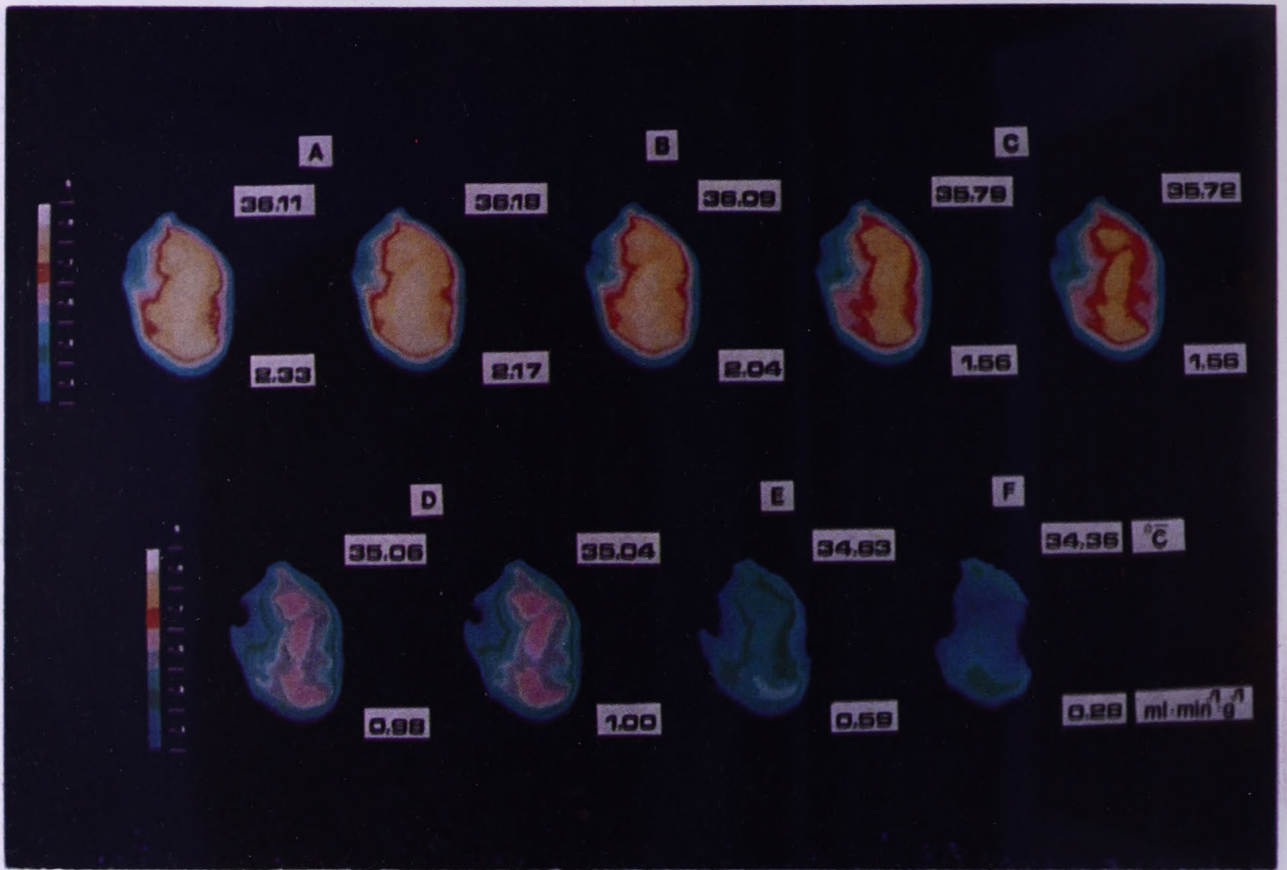
- a hidraulika olaj, mint munkafolyadék tárolása,
- a hulladékhő átadása a környezetnek.

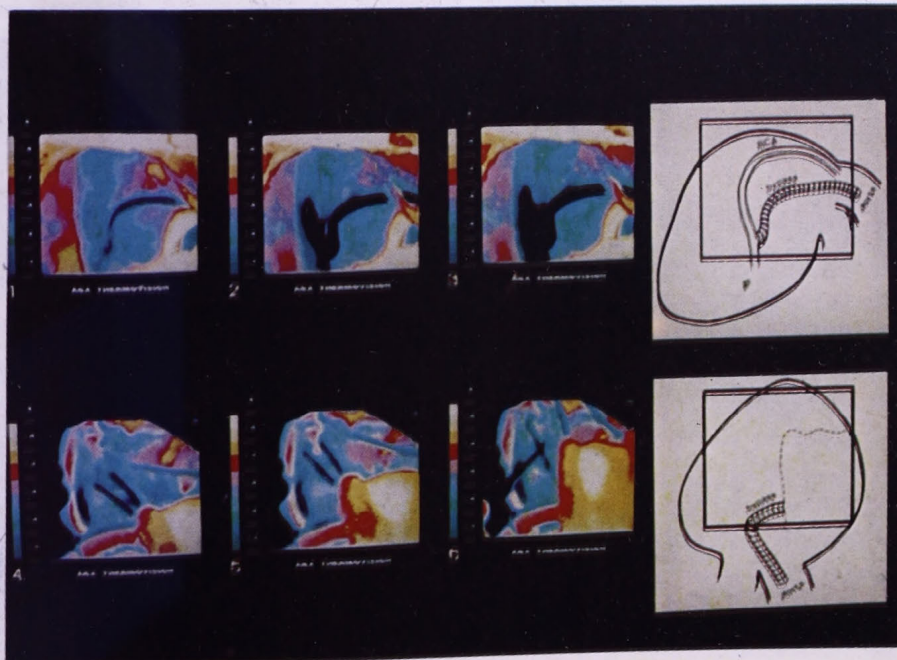
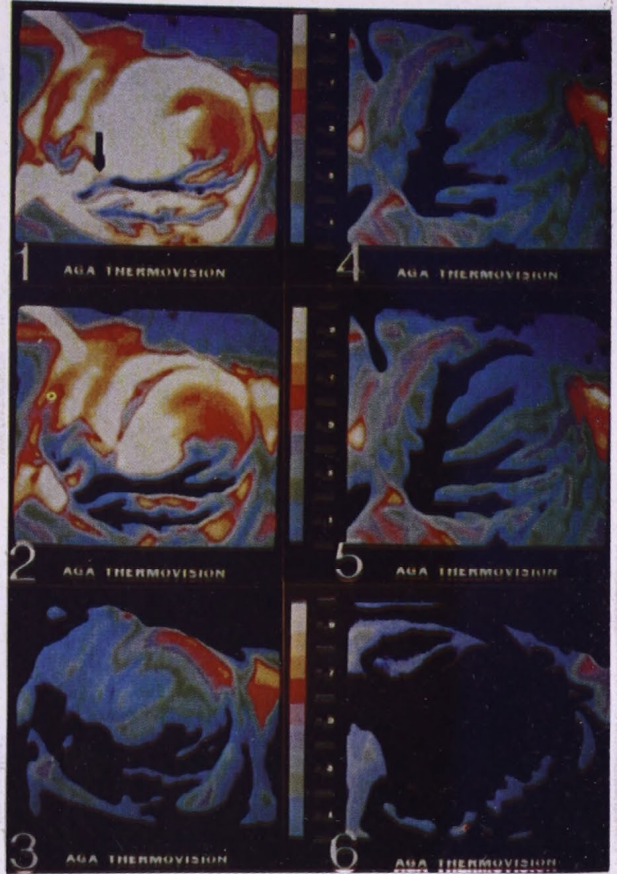
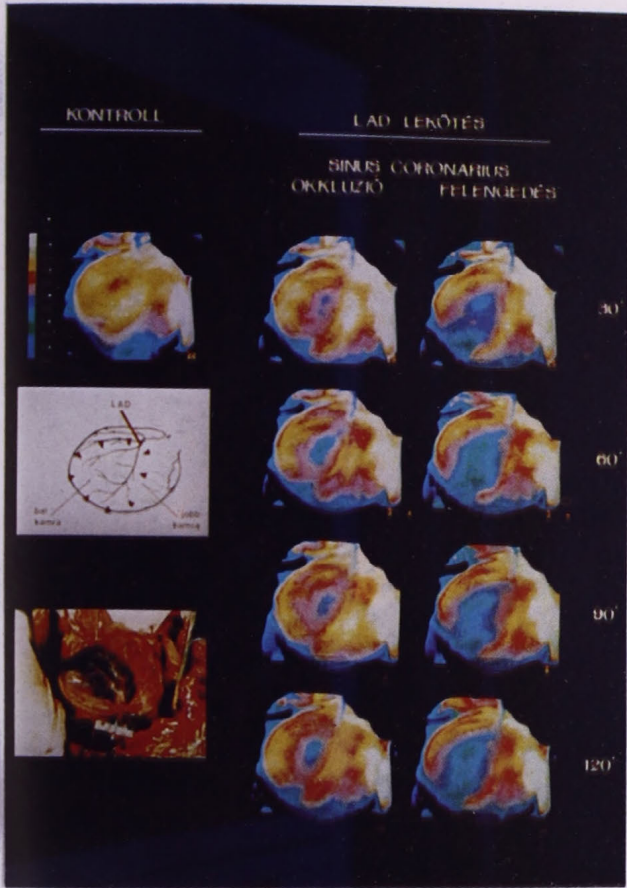
Épületfizikai alkalmazásra példát mutat be a 4. ábra. A hőtéreképen történő azonosításhoz az épület homlokzati fotója ad segítséget. A homlokzati hőtéreképpel átfogott hőmérsékleti tartomány  $5^{\circ}\text{C}$ . Külső hőmérséklet  $12^{\circ}\text{C}$ , belső terek átlaga  $30^{\circ}\text{C}$ . A hőfénykép alapján a homlokzati hőszigetelés eloszlására, az esetleges hőszigetelési hibákra lehet adatokat kapni. A hibahelyek felismerése alapján a hőszigetelés javítás eredményességére vonatkozó információ kapható.

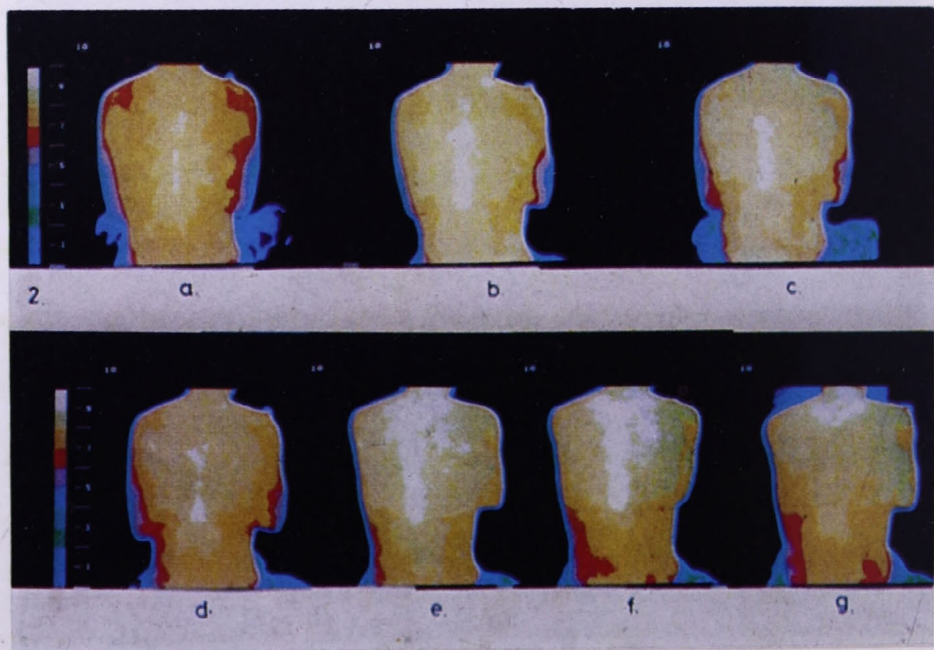
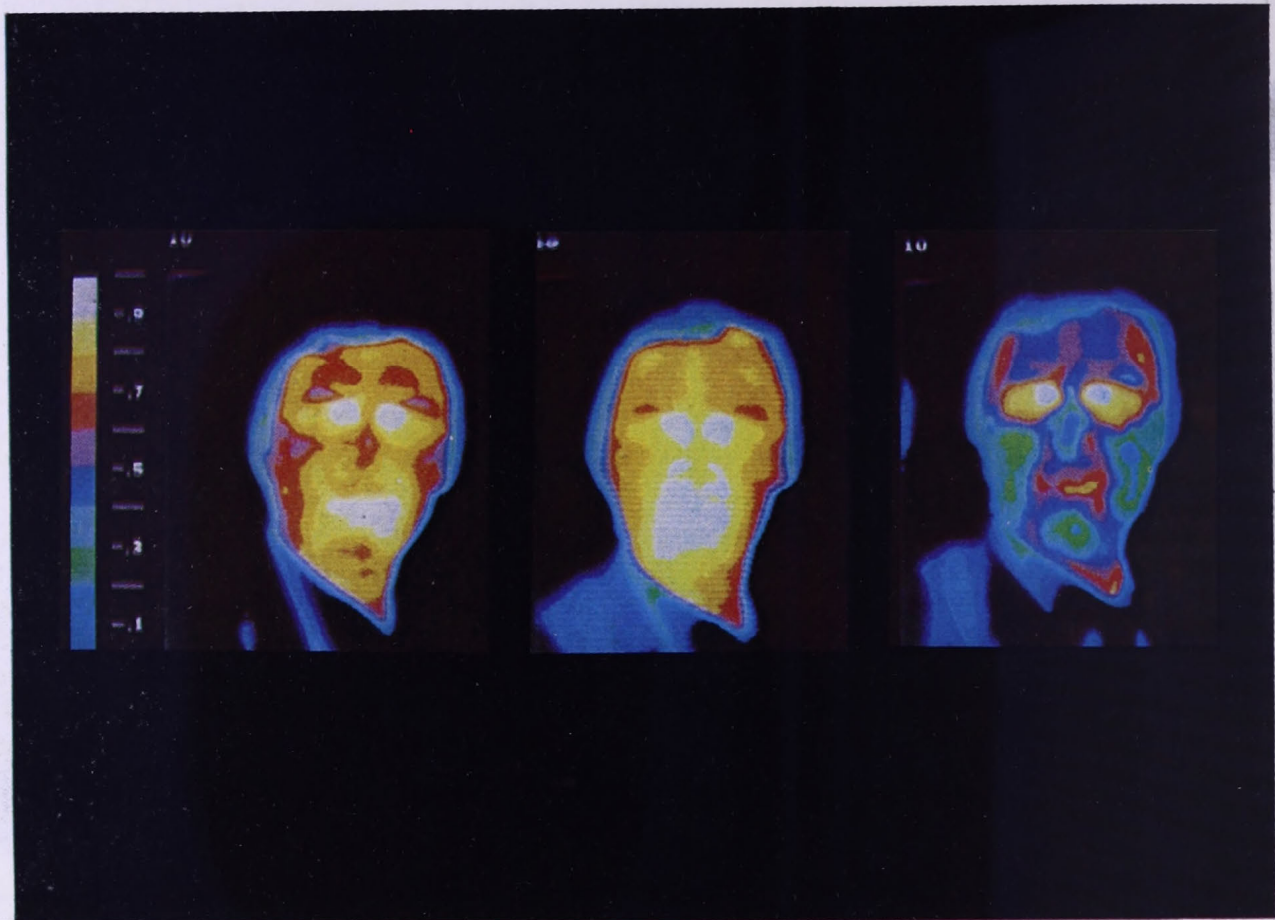
## ÁBRAJEGYZÉK

1. ábra 10 kV-os oszloptranszformátor fényképfelvétele (a), az oszloptranszformátor nagyfeszültségű biztosítója hibás csavarkötésének a hőfényképe (b) – 37. oldal fent balra
2. ábra Egészségügyi intézmény energia ellátását biztosító transzformátor fényképe (a), a hibás csavarkötést mutató hőfénykép (b) – 37. oldal fent jobbra
3. ábra Elektromos hálózat biztosító betétjeinek fényképe (a), a hibás csavarkötés miatt átmelegedett biztosító az elektromos túlterhelés nélkül is áramszolgáltatási zavart okozhat (b). – 37. oldal lent balra
4. ábra MTA MMSZ Szolgáltatóház homlokzati fotója (a), és a homlokzat hőfényképe (b). – 37. oldal lent jobbra
5. ábra A termogramok kalibrációja (számítógépes kiértékelés) izolált nyúltszíven. Az áramlás a szivizomzatban szorosan korrelál az átlagolt hőemisszióval. – 38. oldal fent
6. ábra Kísérletes szív-infarktusz kutyaszíven. A jól kollaterális ellátású (baloldalt) és rossz kollateráliságú, csökkentebb túlélési esélyű szív (jobb oldalt) különbsége világosan megfigyelhető. – 38. oldal lent
7. ábra A sinus coronarius felőli protektív beavatkozás (intermittáló sinus okklúzió) termográfias modellje. Világosan megfigyelhető az ischaemiás (infarktusos) hűlés mérséklődése a beavatkozás alatt. – 39. oldal fent balra
8. ábra Szívsebészeti protektív (ún. hideg cardioplegiás kezelés) modell-vizsgálata termográfiaival. A beavatkozás hatékonyságát az ábra 6. képe jelzi. – 39. oldal fent jobbra
9. ábra Termográfias vizsgálat emberi koronária műtétben. Az elzárt (infarktusos) terület művi „kerülő út” (bypass) útján kap vérellátást a műtét végére. A sebészi beavatkozás hatékonyságát az érintett terület homogén kimelegedése jelzi (4–6.) – 39. oldal lent
10. ábra Autóbuszvezető arcának hőfényképe a) 0 km, b) 200 km és c) 500 km vezetés után. A hőfényképek a fáradás folyamatát is jelzik. – 40. oldal fent
11. ábra A traktorvezető gerincoszlop kifáradási folyamatát be mutató hőfényképek. A vibráció és a fáradtság összefüggésének vizsgálata során kapott eredmények. – 40. oldal lent









*A termográfia orvostudományi kutatási, diagnosztikai felhasználásának lehetőségei és néhány eredménye*

A hagyományos orvosi diagnosztikai eljárások mellett a vizsgált szervezet számára kevésbé megterhelő eljárások kifejlesztésére van szükség.

Így kerültek – a különböző röntgen felvételeket kiegészítően – a diagnosztikus és kutatási módszerek közé az echographiás leképezésen, az izotóp-diagnosztikán, a computertomographián, a magmágneses rezonancián és egyéb modern képalkotó módszereken alapuló gyakorlati eljárások. Ezek között előkelő helyet foglal el a termográfia, – a tárgyak, illetve élő szervezetek infravörös sugarakat kibocsátó tulajdonságát észlelő és megjelenítő eljárás.

A már klasszikusnak számító „calor” kifejezéssel utalunk a gyulladás leírásában szereplő „rubor, calor, dolor, functio laesa”-ra, ez nem csupán szubjektív módon érzékelhető, hanem mérhető is, és ezáltal kvantitatív módon hozzáférhető az orvos számára.

Az emberi szervezet hőtermelése az egészséges funkciótól eltérő állapotok kórjelzője lehet, s mint priogen reakció a legtöbb heveny kórkép kísérője.

Az empirikus módon szerzett korábbi megfigyelések, pl. az egyes betegségek lázmenetére vonatkozó leírások is jelentékeny haszonnal jártak, így méginkább érdemes odafigyelni a nagyobb felbontóképességű mérésekre és finomabb eljárásokra, az emberi szervezet hőfényképevel nyerhető eredményekre.

Az emberi szervezetről, vagy ennek egyes részeiből kibocsátott hősugarak érzékelése, mérése non-invazív és ezért minden szempontból előnyös eljárás. Nem jár a szervezet radioaktív vagy vegyi megterhelésével, nem szükséges hozzá injekciós beavatkozás (pl. kontraszt anyag bejuttatását igénylő röntgenfelvétel alkalmazása esetén) nem fájdalmas, és különösebb nehézség nélkül ismételhető.

A hőterképezés – más szóval termográfia – az orvosi gyakorlatban 1963-ban Angliában vált először az orvosi kutatás eszközévé. Ekkor a perifériás véráramlás változásainak kimutatására, a bőr illetve az ízületi gyulladás okozta abnormális hőmérséklet mérésére használták.

Különböző csontrendszeri megbetegedésekben, gyulladásos folyamatokban az eljárás hasznosnak bizonyult a patológiás (kóros) állapot követésére, a terápiás eredmény kimutatására. Így került sor pl. a Paget-kórban (csontrendszeri betegség) a calcitonin terápia kiértékelésére, a gyulladáscsökkentő szerek hatékonyságának az ún. thermographiás index-szel való értékelésére.

Értékesnek bizonyult a termográfia az emlődagatok diagnosztikájában, prognosztizálásában, a műtét utáni követésében. A szűrővizsgálati alkalmazását sok tekintetben előnyösebbnek ítélik, mint a lágy röntgensugár felhasználását, mivel nem terheli meg a szervezetet. A hőfényképezési eljárást sikerrel alkalmazzák a nyak különböző régióinak feltérképezésére, különös tekintettel a mirigyes szervekre (nyálmirigy, pajzsmirigy) s ezek da-

ganatainak felismerésére. Széleskörű a hasznosítás a cardiovascularis (szív és érrendszeri) kutatásban. A testek hőmérséklete a vérellátás függvénye, így a hőmérséklet érzékelése jó megközelítéssel felvilágosítást ad a hyperaemia (vérbőség) fokáról.

Véna gyulladás, elzáródás, kis artériák beszűkülése jól követhető hőterképezéssel.

Hasonló elv alapján alkalmazzák a termográfiát a szívsebészeti kutatásban.

A szív termográfias vizsgálatának előfeltétele a mellkas sebészi feltárása, így e vizsgálati területnek két fontos ágazata van: az experimentális keringéskutatás és a szívsebészet. Ez utóbbi terület speciális feltételeinek közepette a termográfia ún. non-invazív vizsgálóeljárásnak tekinthető; hogy sokat ígérő kezdetek után a legutóbbi időig mégsem terjedt el széles körben, annak oka elsősorban az, hogy az idevágó orvosi kutatás egyrészt nem volt képes a kardiális termogramok által hordozott – hallatlanul gazdag – információt adekvát módon mennyiségileg kifejezni, másrészt a termográfias változások élettani értelmezését sem tudta megfelelően megadni.

A Semmelweis OTE Ér- és Szívsebészeti Klinikájának kutatócsoportja az elmúlt évek során e probléma megoldását matematikai-modellezéses állatkísérletes valamint klinikai vizsgálatokban sikeresen közelítette meg. Kimutatták, hogy egyensúlyi feltételek mellett a hőemisszió szorosan korrelál a koszorúeres perfúzió rátájával (5. ábra). A módszer adta lehetőségeket igen sok területen alkalmazták ki, így a szívinfarktus kutatásában (6. ábra) az ezt befolyásolni képes új terápiás modellek vizsgálatában (7. ábra) a szívre ható gyógyszerek károsító vagy nemkárosító tulajdonságainak elemzésében, az ún. sebészi miokardiális protekció hatékonyságának elemzésében (8. ábra) és sok más területen is. Klinikai kutatásaik során bebizonyították, hogy a termográfia a sebészi műtőben sikeresen felhasználható eljárás, melynek segítségével a beavatkozások több fontos mozzanata ellenőrizhető, ily módon a gyors – gyakran életbevágó – sebészi döntések meghozatala számottevően megkönnyíthető. Különösen eredményes a termográfias eljárás a koronária sebészetben (bypass műtét) tekintve, hogy az eddigi eljárásoktól eltérve nem csupán az összáramlás szintjét, hanem az áramláseloszlás finom módosulásait is méri (9. ábra). [11...20]

Eredményes alkalmazásról számolnak be a méhlepény tapadási helyének és funkciójának az uteroplacentális perfúzió minőségének a vizsgálatában történő alkalmazásról is. Nőgyógyászati szülészeti területen különösen előnyös, hogy mint non-invazív eljárásnak nincs a magzatra károsító hatása. Ugyanezen okok miatt találják hasznosítónak a termográfiát az andrológiában is. Varicocele diagnosztizálása a műtét hatékonyságának nyomon követése már a hazai gyakorlatban is eredményekkel fémjelzett.

A fájdalom, a subjectív fájdalomérzet hőtermeléssel jár. Így objektíválható, mérhetővé tehető a migraines jellegű fejfájás, fantomfájdalmak is. A fájdalom objektív mérése az igazságügyi orvostanban bír jelentőséggel.

A termográfia hasznos lehet a fagyási és sugár-sérülések mélységének megállapításában. Eredményes kísérletek igazolják a módszer használhatóságát a radiológiailag nem vagy csak később kimutatható gyulladások diagnosztizálásában (arcüreg-, homloküreg, csecsnýúlvány-, csontvelő-gyulladás).

A termográfia kutatási területének ígérkezik különböző mozgásszervi megbetegedések, panaszok objektív kikutatása, plegiák, paresések (bénulás) követése, a fizioterápia eredményességének vizsgálata, neurológiai kórképek differenciál diagnóza (érzészavar, felületi hőmérséklet zavar stb.) depressziós állapotok objektív kórimzése, munkaalkalmassági, kifáradási jelentések detektálása, mély véna trombózis szűrése, egészséges emberben a vibráció okozta fájdalom és behatásainak kutatása. [1]

A termográfiát hasznos kiegészítő segédeszköznek lehet tekinteni a gyermekgyógyászat, a sebészet, a munkaalkalmassági vizsgálati szakterületeken is. A felsorolással csak utalni kívánunk a kezdeményezésekre és a lehetőségekre (időbeli folyamatok, helyi változások, gyógyulási folyamatok fázisai stb.):

- gyulladásos folyamatok korai felismerése,
- csont és ízületi gyulladások korai kimutatása – amelyek nem adnak jellegzetes röntgen eltérést,
- tisztázatlan betegségek, folyamatok vizsgálata,
- keringési, átáramlási mérések folytatása,
- üreges területek gyulladásainak korai felismerése,
- gyulladást csökkentő gyógyszerek kipróbálása,
- amputációnál csonkolási szint meghatározása,
- térd porckorong sérülés detektálása,
- sportolóknál disztorziós területek vizsgálata,
- inhuvely gyulladás behatárolása,
- sérvek diagnóza,
- nem mélyvéna vizérgyulladás,
- hipobár környezeti alkalmassági vizsgálatok,
- vegetatív idegrendszerrel kapcsolatos kutatások,
- kifáradási jelenségek kutatása.

A termográfiai mérések szép eredményeket adtak a gépjárművezetés során fellépő fizikai, pszichikai terhelés hatására bekövetkező kifáradási jelenségek vizsgálata területén. [2]

A gépjárművezetés idején fellépő fizikai, pszichikai terhelés eredménye a vezető időben növekvő fáradtsága. Ez az elfáradási folyamat időben és hatásában két szakaszra bontható. Az első, reverzibilis szakasz pihenéssel, megszakításokkal befolyásolható, a munkaidő és a regenerálódási idő helyes arányával kézbe tartható. A fáradási folyamat azonban a vezetés biztonsággal is szoros kapcsolatban van. A második, irreverzibilis folyamat egy integrálódó, egészségkárosító hatással jellemezhető, amely nem pihenhető ki a napi regenerálódási időszakos folyamán. A két szakasz elhatárolása, a vezetés biztonsággal való kapcsolatának mozzanatai még nem ismertek eléggé.

A perifériális keringés változása és a hatásdózis között egyértelmű korrelációt sikerült kimutatni. A keringés megváltozását az infravörös sugárzás változása jól követi. A fáradás folyamata hőfénykép sorozattal detektálható,

nyomon követhető, objektíven mérhető (10. ábra). [2]

A traktorvezetés is jellegében hasonló változásokat okoz, azonban a munkakörülmények, egyéb zavaró környezeti feltételek (pl. alacsony frekvenciás vibráció, fokozott statikus izommunka) hatására a fáradási effektus időben hamarabb, erősebben jelentkezik. E folyamat is – a közúti vezetés fáradási jelenségeihez hasonlóan – termográfiai úton detektálható, és összefüggésbe hozható a fáradási jelenséget fokozó alacsonyfrekvenciás dózishatással is (13. ábra). [1]

\* \* \*

A hőfényképezés alkalmazási területeinek áttekintésével, a nemzetközileg is elismert kutatási eredmények és lehetőségek felvillantásával a hazai kezdeményező készség és fantázia bátorítása volt a célunk, hogy ne csak egy-egy bátor hazai kutató vagy kutatóhely, hanem a műszaki és tudományos haladásunknak – a kor által megkövetelt színvonalát elősegítő – eszköze legyen.

A Magyar Tudományos Akadémia Műszerügyi és Méréstechnikai Szolgálatánál levő AGA Termovision 750 típusú, időbeli folyamatok rögzítésére is alkalmas mérő rendszerrel a Műszertechnikai Főosztályunk a helyszínen végez termográfiai méréseket.

#### Irodalom

- [1] Magai, I.: Traktorok vezetőire ható vibráció mérése és hatásának csökkentése. Doktori értekezés. 1985. Budapest.
- [2] Boczán, J.: Gépkocsivezetők szűrővizsgálata termográfiával. Ideggyógyászati Szemle 1985. 11.
- [3] Boczán, J.–Magai, I.–Szentágothai, K.–Karlínger, K.–Osváth, B.–Barrabás, E.: Mezőgépfeljesztő Intézet közlemény. Budapest.
- [4] Kováts, L. D.: Infratelevízió alkalmazásának néhány lehetősége anyagmozgató gépek diagnosztikájában. Értekezés. 1986. Budapest.
- [5] Cumulated Index Medicus: Thermography 1983–1985.
- [6] Osváth, B.–Papp, L.–Szabó, Z.: Termográfia alkalmazásának lehetőségei a szívsebészetben. MTA Műszerügyi és Méréstechnikai Közlemények. 1982. 32. 18. évfolyam. Budapest.
- [7] Paulin, F.–Csordás, T.–Irtó, I.–Berbik, I. and Csömör S.: Telethermography: A Non-invasive Method for the Estimation of Uteroplacental Perfusion, Acta Chirurgia Academiae Scientiarum Hungaricae, Tomus 22. 1–2 pp. 89–94. 1981.
- [8] Göblyös, P.–Vydra, G.–Rosta, G.: A lemeztomografia szerepe az andrológiai diagnosztikában. Urol. Nephrol. Szemle. 1982. 9. 1. 1–5.
- [9] Horváth, Zs.–Tóth, Z.–Komáromi, B. és Lampé, L.: A placenta tapadási helyének megállapítása Medrecolli termodiagnosztikummal. Magyar Nőorvosok Lapja. 44. 391–394. 1981.
- [10] Kelemen, J.–Pokorny, Gy.: Arthritisek radiológiai és termográfiás vizsgálata. Szeged. Orvostudományi Egyetem Radiológiai Klinika és I. sz. Belgyógyászati Klinika közleménye.
- [11] Papp, L.–Álló, G.–Juhász-Nagy, S. és Szabó Z.: A szív számítógépes úton elemezett kvantitatív teletermográfiája. II. Akut ischaemiás változások in situ kutyaszíven. SOTE Ér- és Szívsebészeti Klinika, Számítástechnikai Koordinációs Intézet.



- [12] Papp, L.–Kékesi, V.–Juhász-Nagy, S.–Szabó, Z.: A szív számítógépes úton elemzett kvantitatív teletermográfiája. III. A carotis sinus afferenseinek elektromos ingerlésével kiváltott reflexválasz analízise ép és ischaemiás kutyaszíven. SOTE Ér- és Szívsebészeti Klinika.
- [13] Papp, L.–Kékesi, V.–Osváth, B.–Juhász-Nagy, S. and Szabó, Z.: The effect of pressure controlled intermittent coronary sinus occlusion during reperfusion. Reprint from Clinics of CSI. 1986.
- [14] Kékesi, V.–Papp, L. és Juhász-Nagy, S.: Inozin restitúció hatása ametilxaninnal blokkolt adenzin dilatációra kutya koszorúéren. Kísérletes Orvostudomány. 36. 660–668. 1984.
- [15] Papp, L.–Álló, G.–Kékesi, V. és Juhász-Nagy, S.: A számítógéppel értékelt cardialis termogram jól korrelál a coronaria perfúzióval. Kísérletes Orvostudomány. 37. 113–121. 1985.
- [16] Papp, L.–Álló, G.–Kékesi, V.–Szabó, Z. and Juhász-Nagy, S.: Computer aided Thermographic Evaluation of Disturbances of the Coronary Adaptive Reserve – An Experimental Study. Acta Morphologica Hungarica. 33. 3–4. pp. 179–188. 1985.
- [17] Juhász-Nagy, S.–Szabó, Z.: Hemodynamic Pattern of Cardiodepression Elicitable from Reflexogenic Areas in Left Coronary Venous System of the Dog. Mohl et al. The Coronary Sinus 231–238. 1984. Dr. D. Steinkopff Verlag Darmstadt.
- [18] Moravcsik, E.–Papp, L.–Lengyel, I.–Szabó, Z.: Thermographic Evaluation of Retrograde Cardioplegia – Experimental and Clinical Studies. Dr. D. Steinkopff Verlag Darmstadt.
- [19] Papp, L.–Álló, G.–Szabó, Z. and Juhász-Nagy, S.: Natural History of Acute Regional Myocardial Ischaemia Revealed by Infrared Thermography in the Canine Heart. Acta Morphologica Hungarica 33. 1–2. pp. 123–142. 1985.
- [20] Papp, L.–Álló, G.–Kékesi, V. and Juhász-Nagy, S.: Correlation between Coronary Flow and Epicardial Temperature Determined by Quantitative Infra-red Thermography IRRS. Med. Sci. 13. 621–622. 1985.
- [21] Katona Zoltán: Högyógyászat. Gondolat Könyvkiadó. Budapest, 1983.
- [22] Gautherie, M. et al.: Thermobiologische Beurteilung beginer und malinge Brusterkrankungen. Gebursh. u. Frauenheilk. 45. 1985. 22–28.
- [23] Grzegorz, R.: Az infratelevízió és alkalmazásai. Műszaki Könyvkiadó, Budapest, 1982.
- [24] Boczán, J.–Kiss, E.–Fövényi, M.–Sághy, T.–Hargita, Á. and Komáromi, T.: The Early Diagnosis of Variocoele by Thermographic Screening Test. 5<sup>th</sup> Conference on Thermogrammetry and Thermal Engineering. Budapest, House of Technology, Hungary. 8–10 June 1987.
- [25] Hargita, Á.: Thermography as Unutilized Possibility in the Technical and Medical Diagnostics, 5<sup>th</sup> Conference on Thermogrammetry and Thermal Engineering. Budapest, House of Technology, Hungary. 8–10 June 1987.



**HASZNOSÍTSA  
IDŐLEGESEN  
NEM HASZNÁLT  
MŰSZEREIT**



## KOOPERÁCIÓS KÖLCSÖNZÉS

Szolgáltatunk  
kölcsönzési díj fejében  
műszereit  
továbbkölcsönzésre átveszi

---

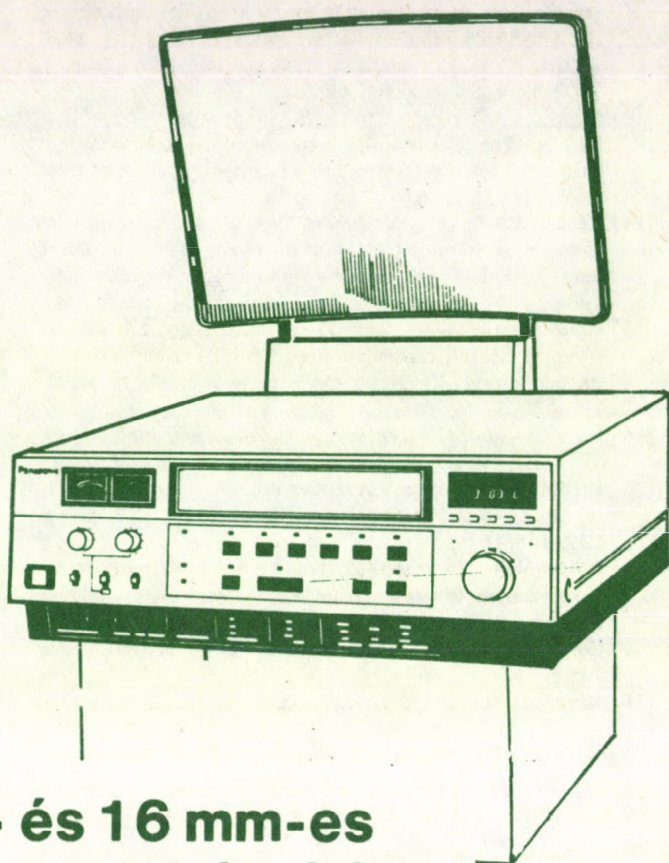
A bérleti díj fejében  
kívánságra más  
műszereket  
kölcsönözhet

Budapest, XI. Szakasits Á. út 59-61.  
 Levélcím: Budapest, Pf. 58. 1502  
 Telefon: 450-903  
 Telex: 22-6936 akamu

Szívesen látjuk Önöket is  
megbízóink sorában!



Kutató-, kutatást fejlesztő,  
oktató, betanító és  
referenciafilm



## Video- és 16 mm-es filmprogramok készítése

hangosítása

ESZKÖZTECHNIKAI SZOLGÁLTATÁSOK

**MTA MMSZ Országos Kutatófilm Központ**  
Budapest XI., Szakasits Árpád út 59–61.  
Telefon: 450-196, 662-366  
Telex: 226936 akamu h



# Gyakorlati tapasztalatok a zaj- és rezgésvédelem területén

DR. ILLÉNYI ANDRÁS

Az elmúlt években az MTA MMSZ Akusztikai Kutatólaboratórium kiterjedt tevékenységet folytatott a zajvédelem területén. Újabban ez egy további szakterülettel a rezgésvédelemmel egészült ki, itt mérőműszerek fejlesztésére is sor került. A cikkben a fenti tevékenységek során szerzett gyakorlati tapasztalatokról számolunk be.

Az Akusztikai Kutatólaboratórium több mint 35 éves múltra tekinthet vissza. Tevékenysége a hazai akusztika legtöbb területére kiterjed. Így az OKTH által szervezett zajvédelmi kutatásokban és a gyakorlati zajvédelemben is aktív szerepet vállal. Több évtizedes gyakorlata széles körű hazai és nemzetközi tapasztalatai segítik abban, hogy hazánkban eredménycentrikus bázis laboratóriumként kezeljék. Ehhez járul az a nagyon fontos tény is, hogy hazánkban ez a laboratórium rendelkezik a legkorszerűbb akusztikai mérőműszerekkel. A laboratórium szolgáltató jellegű tevékenysége ezt a felszerelést akár megbízás, akár laboratórium használat formájában minden igénylőnek elérhetővé teszi.

A zaj- és rezgésvédelem a laboratórium tevékenységének egyharmadát teszi ki. Itt is, mint az akusztika más területein munkásságunk többirányú, úgy mint:

- alkalmazott fizikai és technikai kutatás
- mérés-technikai feladatok megoldása
- műszerfejlesztés és
- a gyakorlati alkalmazáshoz kapcsolódó tervezés.

## Alkalmazott fizikai és technikai kutatás

A laboratóriumot a MTA eredetileg az akusztikai alap és alkalmazott kutatások céljára létesítette. Az akusztikai

kutatások beruházás igényessége miatt célszerű volt általánosan hozzáférhetővé tenni a hazai akusztikai kutatás-fejlesztés számára. A laboratórium szolgáltatási jellegű működése óta kutatási vonalon főleg az alkalmazott kutatási feladatok az uralkodók. Az alkalmazott kutatások körében az utóbbi időben a zaj és a rezgés iránti érdeklődés megnövekedett. Ebben nagy szerepe van az Országos Környezet- és Természetvédelmi Hivatal gondozásában folyó kutatási témáknak. Ilyen volt pl. a VI. ötéves tervben a K-5 jelzésű kutatási irány.

A fontosabb zajvédelmi kutatási munkák közül megemlítjük a zajforrás azonosítás és lokalizáció [1] legújabb elvi lehetőségeivel és a hangintenzitás fizikai fogalmával [2] foglalkozó közleményeket. A meteorológiai hatások hangterjedést befolyásoló szerepe [3] olyan alapvető kérdés, melynek tisztázása a zajproblémák jogi kérdései miatt is nagy fontosságú. A vizsgálatok során megállapítottuk, hogy ideális időjárási körülmények esetén is (magasnyomású légköri viszonyok, max. 2...3 m/s szélsébség, csendes, száraz idő, 16...27 °C éjjel-nappali hőmérsékleti minimum-maximum) a talajmenti hangterjedésben már 100 m távolságnál is jelentős eltérések tapasztalhatók. Így pl. az állandó, 250 Hz tercscáv közép frekvenciájú, szűrt fehérzajt kisugárzó hangforrás ún. behatási (immissziós) zajsztintje a talaj fölött 1,5...3 m magasságban mérve 17 órán belül 10...12 dB ingadozást is elérhet. Ugyancsak ezek a vizsgálatok jelzik a kapcsolatot az amplitúdó statisztikai eloszlás függvény meredeksége és a mérést zavaró külső zajok, pl. erősebb széllelkések között.

Az infrahangok hatására vonatkozó vizsgálataink elsősorban a közlekedési eszközökben fellépő és zavaró infrahangok kimutatására szolgáltak.

Legújabb, és folyamatban levő kutatásaink közül a zajforrás elemzést emeljük ki. Ezt a kérdést az üzemek zajkibocsátásának csökkentése, illetve az ennek érdeké-

ben kialakított jogi szabályozás teszi különösen időszerűvé. Más magyar vizsgálatokkal egybehangzóan, adott zajforrás közeltéri és távöltéri vizsgálatai között jól kimutatható kapcsolat adható meg.

Ezt a kapcsolatot az impulzusszerű hangok terjedési viszonyainak mérése útján lehet tisztázni. Kérdésfeltevésünk, hogy a zajforrás közeltéri szinképi függvénye  $N(j\omega)$  és a távöltérben mért  $B(j\omega)$  szinképi függvénye között milyen kapcsolat adható meg.

A számításhoz a mért közeltéri szinképből a hangterjedést leíró  $H(\gamma+j\omega)$  szinképi függvény segítségével egy ún. távöltéri szinképi függvény  $A(j\omega)$  adható meg.

$$A(j\omega) = H(\gamma+j\omega) \cdot N(j\omega).$$

Itt  $\gamma$  a hangterjedés veszteségi tényezője. A számított és mért távöltéri szinképek között az eltérés egy adott korlással jellemezhető:

$$|A(j\omega) - B(j\omega)| \leq k$$

Tapasztalataink szerint  $k = 3$  dB még elfogadható érték. Az esetek egy részénél  $k < 2$  dB értéket találtunk. Ez azt jelenti, hogy a terjedési viszonyok és a hangforrás közelében meghatározott szinképi sűrűség függvény ismeretében a távöltéri szinképi sűrűség-függvény, mint a várható zajbehatás jellemzője jól becsülhető.

A rezgések területén végzett kutatásaink és ehhez kapcsolódó alkalmazási eljárásaink még nem kerültek közlésre. Ezek közül megemlíjtjük a legmodernebb kétcsatornás FFT elemzőre épülő módus elemzést. Az eljárást főleg impulzus kalapáccsal történő gerjesztés rezgésérzékelővel felvett válaszeljének számítógépes adatfeldolgozása és elemzése.

A korábbi évek munkái közül igen tanulságosak voltak az azonosidejű elemzők jelének C 64 mikrogéppel történő feldolgozásai. Itt főleg a rezgéselemzés és a mért rezgésjelek állapotfelismeréshez kapcsolódó ismervei voltak tanulságosak.

A C 64 mikrogép nemcsak a hibajel trendelemzéséhez volt használható. A komplex műveletekre való „betanítása” lehetővé tette az elektromechanikai analógia alkalmazását is teljes működési területünkön. Ez az új számítástechnikai lehetőség az FFT elemzővel együtt az elektromechanikai analógia alapján fölépíthető rezgési és akusztikai modellek szimulációs vizsgálatát, pl. a számított hálózat átviteli függvényének megjelenítését és szükség esetén számítási paraméterek módosításával optimalizálását teszi lehetővé. A részletesebb ismertetést Dániel István később publikálásra kerülő cikkében adjuk meg.

Végül megemlíjtjük, hogy az alkalmazott kutatásaink egy része a gyorsan fejlődő hazai és nemzetközi szabványosításhoz kapcsolódik. Tapasztalataink lehetővé teszik a szabványalkotásban való részvételt. Eredményeinket a hazai szabványokba az utóbbi 3 évben öt alkalommal építették be.

## Méréstechnika

A legszélesebb körű tevékenységünk hagyományosan a mérés-technikai fejlesztés és alkalmazás. A zajmérések területén a lehetőségek az általános mérési eljárásoknál jól bevált, szabványosított módszerekre épülnek. A fejlődés főleg a korszerű digitális kimenetű és számítógéphez kapcsolódó mérés-technikai jelfeldolgozás területén számottevő. Laboratóriumunkat a K-5 témakörben a pontos mérési eljárások kidolgozásával bízták meg. Így az OMH-val közösen és munkájához az ún. szabadhangtéri hitelesítésben kapcsolódva véglegesített eljárást dolgoztunk ki a mikrofonok és zajszintmérők hitelesítésére a MSZ KGST 1351-78 előírásainak megfelelően. Az OMH hitelesítési munkájába szervesen kapcsolódó tevékenységünk során az elmúlt 3 évben több mint 40 hitelesítés szabadhangtéri vizsgálatait végeztük el.

A gépek, berendezések zajteljesítményének mérése pontos módszerrel úgy „szabad”, mint „diffúz” hangtérben nagy fontosságú és a nemzetközi szabványosítási munkát is befolyásoló munka volt [4,5]. Említésre méltó eredmény a mérési pontosságot befolyásoló tényezők tisztázása és az ISO szabványban előírt szórás értékeknek különböző mérési eljárások esetén való batározhatóságának megadása. A munkát a gyakorlati szempontból fontos ún. félszabad hangtérben végzett eljárásra is kiterjesztettük. Munkánk eredményeként a lezáró sík felületéről visszaverődő hanghullámoknak az interferenciája mint a hangteljesítmény mérést befolyásoló fontos tényező vált ismertté. Ennek megfelelően a mérendő zajforrás által kibocsátott hanghullámok kölcsönhatására új, a mérés pontosságát növelő korrekciós tényezőt adhattunk meg.

A pontos módszerek kiegészítéseként ismételten foglalkozunk a zajteljesítmény mérés üzemi tájékoztató módszerének (MSZ 18171/1; KGST-SZT 1413-78) alkalmazásával. Néhány különleges zajteljesítményt meghatározó feladatunk ezzel a módszerrel:

- inkubátor mérése,
- repülőgép mérése,
- diesel mozdony mérése,
- fénycső fojtótekerics mérése,

volt.

Más jellegű, de a zajvédelemhez kapcsolódó feladataink közül megemlíjtjük még a zajvédő fülkék hanggátlásának mérési módszerének kidolgozását diffúz hangtérben [6], a hangelnyelő anyagok elnyelési tényezőjének mérését, az üzemi zajkibocsátási vizsgálatokat, beleértve a zajkibocsátási meghatározó zajforrás elemzést, az üzemi zajtérképek felvételét. Ismételten előforduló kérdés a dolgozók halláskárosodási veszélyeztetésének megállapítása és az egyéni zajvédő eszközök minősítése. [7]

Fontosabb mérési feladataink és eredményeink a rezgés területen az alábbiak voltak.

Szerszámgépek rezgésének mérése szinképi elemzéssel és üzemi tájékoztató átlagérték meghatározásával. Vizsgálataink hasznos adalékokat adtak a rezgésdiagnosztikára épülő folyamatos, illetve szakaszos gépállapot figyelés-

hez; a gépek korszerű laboratóriumi munkáinak megszerzéséhez. A szerszámtörés és kopás akusztikai módszerekkel történő kimutatása eredményeként a VII. ötéves tervben IPM kutatási munkában vehetünk részt a MTA SZTAKI fővállalkozásában a BME Gyártástechnológiai Intézetével karöltve. A gépalapok és szerszámgepek módus elemzése a legújabb mérési feladataink közé tartozik.

Laboratóriumunk az utóbb időben jelentős erőket fordít az OKTH támogatásával és az OMH együttműködésével a rezgésérzékelők és rezgésmérők kalibrálására. Ennek eredményeként kaptuk meg 1987-ben az OMH jogosítványt a nem kötelező hitelesítésű rezgésmérő eszközök (rezgésérzékelők, gyorsulás-, sebesség-, és elmozdulásmérő rendszerek) pontosság ellenőrzésének (kalibrálásának) szolgáltatásként történő végzésére és a mérési eredmények jogszerű tanúsítására. A rezgésérzékelők hitelesítése laser interferometriás detektálással [8] módszer kidolgozása igen nagy pontosságú abszolút rezgés elmozdulás méréseket tesz lehetővé. Ennek a módszernek az alkalmazása adott módot arra, hogy a National Bureau of Standards – Washington szervezésében szervezett rezgésérzékelők érzékenység mérésének nemzetközi összehasonlításában mi is résztvehessünk. Ebben a munkában a világ 16 rezgéssel foglalkozó laboratóriuma vállalt részt.

A rezgésmérések pontosság ellenőrzése nemcsak a laboratóriumba beszállított, hanem az üzemekbe telepített berendezésekre is kiterjed. Így foglalkozunk ipari ejtő- és rázógépek helyszíni kalibrálásával és szükség esetén ilyen célműszerek fejlesztésével, elkészítésével is.

A laboratórium hazai bázisintézmény jellegét jól tükrözik a felsorolt szerteágazó mérési feladatok. Ezeket éppen a lehetséges közös mérési elvek, műszerek és általánosított jelfeldolgozó eljárások teszik a viszonylag kis létszám mellett is rugalmasan kezelhetővé. Méréseink egy részét intelligens, mikroprocesszorral ellátott mérőműszerekkel végezhetjük. A modern mérési eljárások a mérési pontosságot nagy mértékben növelik. A MSZ 18150/1 és az MSZ 13111 (Az üzemek és építkezések zajkibocsátásának vizsgálata és a zajkibocsátási határértékek meghatározásával foglalkozó szabványok) szerint az elmúlt évben több mint 30 üzem zajkibocsátását végeztük el. Vizsgálataink a legtöbb esetben elhanyagolt zajhelyzetet tártak fel. Az üzemek, sokszor a helyi hatóságok és a hazai ipari háttér az üzemi zajkibocsátás problémáinak megoldására nem készültek még fel. Tapasztalataink szerint a mérést előíró MSZ 13111 jó keretet szolgáltat a vizsgálatokhoz, de egységes kezelése és értelmezése körül több kérdés merül fel. A mérés során feldehített egyéb környezeti veszélyeztetést is dokumentálni kellene (víz és levegő szennyezés). A mérés megbízhatósága jó, azt az időjárási körülmények, a környezeti hatások és az üzem együttműködési készsége befolyásolják. A további kutatási célok kitűzésénél éppen az üzemi zajkibocsátási feladatokhoz kapcsolódó népgazdasági érdek alapján pszichoakusztikai vizsgálatsorozat beiktatására volna szükség, hogy a szubjektív zavarási érzet és a határérték kapcsolatát finomítsuk.

## Fejlesztés és tervezés

A gyakorlati feladatok során a mérés technikai tapasztalatokat igyekeztünk újabb eszközökben is megvalósítani és a készülékekben a felhasználók rendelkezésére bocsátani.

Ismereteink „készülékbe integrálása” már eddig is sok hasznot hozott és jellemezte a laboratóriumban kifejlesztett berendezéseket. Több készülékünk célkészülék. Ezek fejlesztését rendszeresen megelőzi az adott probléma átfogó mérés technikai elemzése, általános célú, nagy hatékonyságú mérőműszereinkkel. Az eredmények alapján többször sikerült a bonyolult mérés technikai feladatot egyszerű mérési eljárásra visszavezetni és megoldani. Pl. FFT elemzés után néhány célszerűen megválasztott analóg szűrő is legendó volt a célmérés elvégzésére. Ezzel az eljárással már több költségesnek ígérkező beruházásban sikerült olcsó és jutányos megoldással közreműködni.

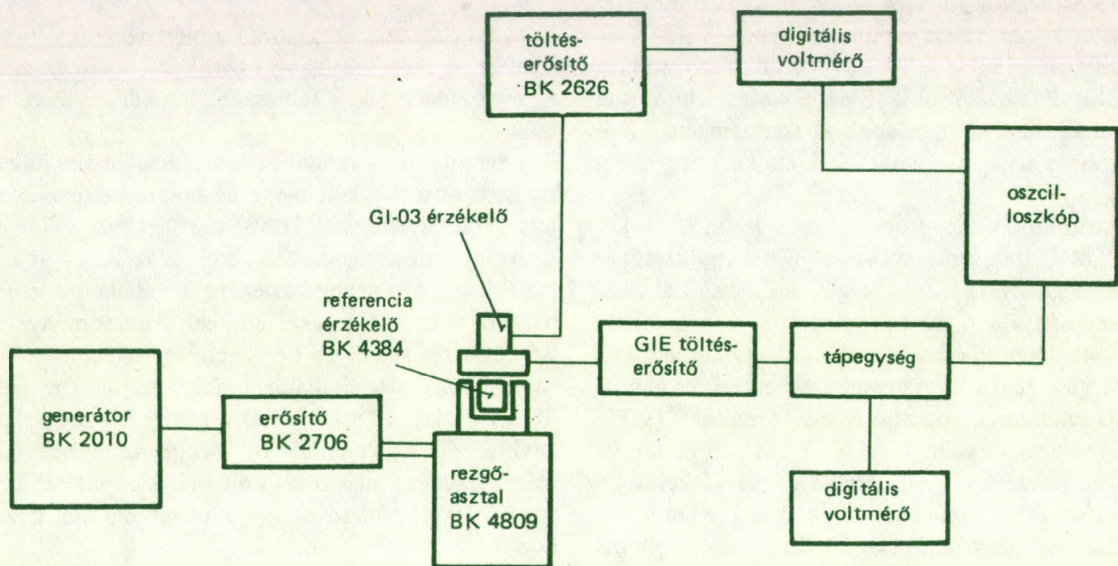
Zajvédelmi jellegű műszertervezési és tervezési munkásságunkból az alábbiakra hivatkozunk. Infrahangszűrő fejlesztése a BK 2203 hordozható zajmérőhöz. Hangosság (son) mérő fejlesztése a Zwicker féle elfedési jelenségek figyelembe vételével ún. „bark szűrőkkel”. [9]

Zajvédő fülkerendszer fejlesztése. Zajcsillapító rendszerek tervezése a munkahelyi zaj csökkentésére [10]; részvétel gépek zajcsökkentésében mint rendszeres tervezői és szakértői tevékenység. Ezek a munkák szorosan összefüggnek az üzemek környezetbe kisugárzott zajának csökkentése érdekében végzett elemző és tervezői tevékenységünkkel.

A rezgésvédelem, a rezgésdiagnosztika területén 5 éves intenzív fejlesztő munkára tekinthetünk vissza. Ez a műszerfejlesztés ma már egy általánosan keresett és alkalmazott új műszertechnikai családot hozott létre. Az áttörést a hazai rezgésérzékelő kutatás-fejlesztési megbízása tette lehetővé 1982-ben a MTA főtitkári pályázatra beadott pályázatunk támogatásával. A hazai LiNbO<sub>3</sub> egykristályra épülő és a mai magyar ipari, technológiai lehetőségekhez fejlesztett érzékelőt ipari körülményekre terveztük. [11] Ehhez kapcsolódik egy szabadalommal védett töltéserősítő áramkör, és a rezgésmérő célkészülék. Berendezéseink a legigényesebb üzemi körülmények között is jól beváltak rezgésdiagnosztikai feladatok ellátására. Így sikerrel vizsgáltak a Paksi Atomerőmű primér körében és a Dunamenti Hőerőműben. [12] A telepített megfigyelő rendszereinket a hordozható GIE-04 rezgésmérővel és a kézi GIE-05 típusú kézi rezgésmérővel egészítettük ki. A műszercsalád fejlesztése hangolható szűrő fejlesztésével jelenleg is folyamatban van.

Rezgésmérő műszerek fejlesztésében és a rezgésmérés pontosságának meghatározásában szerzett tapasztalataink tették lehetővé, hogy ipari ejtő és rázógépekhez olyan egyszerű célkészülékeket fejlesszünk, amelyek segítségével ezeknek a készülékeknek a rezgés adatai (frekvencia, gyorsulásérték, impulzusmérték stb.) egyszerűen beállíthatók és ellenőrizhetők.

A rezgésérzékelők területén elért eredményeinkről



Type 2034

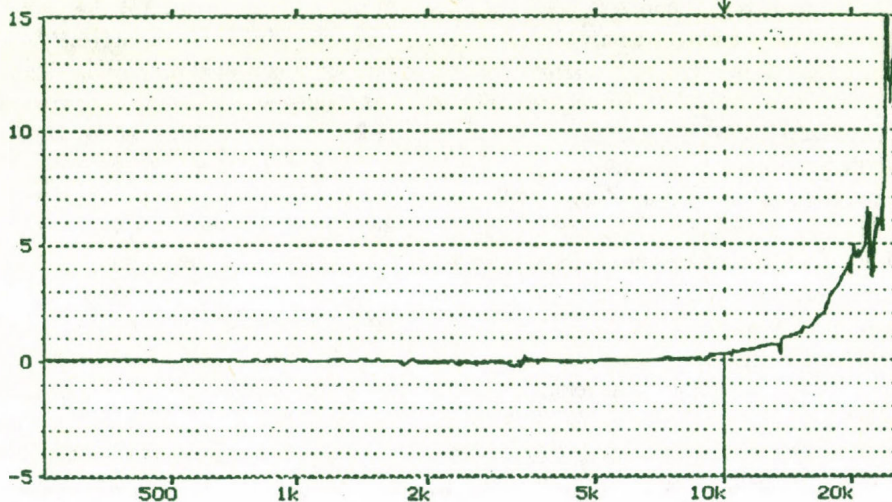
Plot Time  
86-09-25  
10:15:50

Page No.:  
71  
Sign.:

Measuring  
Object:

Comments:

W20 FREQ RESP H1 MAG INPUT MAIN Y: 0.3dB  
Y: 15.0dB 20dB X: 10016Hz  
X: 256Hz TO 25.6kHz LOG #A: 50



SETUP W22 GI-03 NR 69  
MEASUREMENT: DUAL SPECTRUM AVERAGING  
TRIGGER: FREE RUN  
DELAY: CH.A+B: 0.000ms  
AVERAGING: LIN 50 OVERLAP: MAX  
FREQ SPAN: 25.6kHz ΔF: 32Hz T: 31.3ms ΔT: 15.3μs  
CENTER FREQ: BASEBAND  
WEIGHTING: HANNING  
CH.A: 3V + 3Hz DIR FILT: 25.6kHz 1V/V  
CH.B: 3V + 3Hz DIR FILT: 25.6kHz 1V/V  
GENERATOR: DISABLED

1. ábra. A rezgésérzékelők kalibrálása és mérésére alkalmazott mérési összeállítás tömbvázlata (fent)

2. ábra. A GI-03 MTA MMSz rezgésérzékelő gyorsulásamplitúdó-frekvencia jelleggörbéje (lent)

szóló beszámolóknak alátámasztására néhány ábrát közlünk. Az 1. ábra a rezgésérzékelő mérésére és kalibrálására bevált mérési elrendezés tömbvázlatát mutatja. A 2. ábrán a paksi atomreaktor 2. blokk primér körében 1 évig működtetett GI-03 MTA MMSz rezgésérzékelő

gyorsulásamplitúdó – frekvencia jelleggörbéje; a 3. ábrán ugyanannak az érzékelőnek a fázis – frekvencia jelleggörbéje látható. A 4. ábrán egy koherencia – frekvencia jelleggörbe segítségével a fenti GI-03 és egy BK 8303 típusú rezgésérzékelő összehasonlítását mutatjuk be.



W20 FREQ RESP H1 PHASE INPUT MAIN Y: 4.1DEG  
 Y: -200 TO +200 DEG X: 10016Hz  
 X: 256Hz TO 25.6kHz LOG #A: 50

Briel & Kjaer

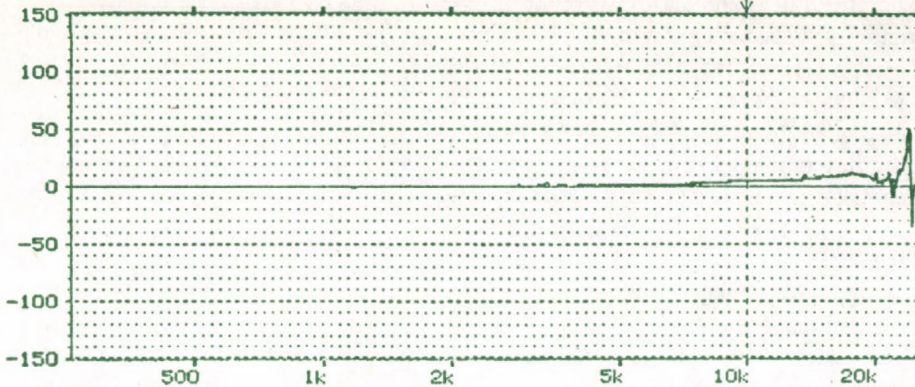
Type 2034

Plot Time  
 86-09-25  
 10:16:34

Page No.:  
 72

Sign.:

Measuring  
 Object:



SETUP W22 GI-03 NR 69

MEASUREMENT: DUAL SPECTRUM AVERAGING  
 TRIGGER: FREE RUN  
 DELAY: CH.A+B: 0.000ms  
 AVERAGING: LIN 50 OVERLAP: MAX

Comments:

FREQ SPAN: 25.6kHz ΔF:32Hz T:31.3ms ΔT:15.3μs  
 CENTER FREQ: BASEBAND  
 WEIGHTING: HANNING

CH.A: 3V + 3Hz DIR FILT:25.6kHz 1V/V  
 CH.B: 3V + 3Hz DIR FILT:25.6kHz 1V/V  
 GENERATOR: DISABLED  
 I/O ADDRESS SWITCH: 26



W20 COHERENCE INPUT MAIN Y: 1.00  
 Y: 1.00 X: 10016Hz  
 X: 256Hz TO 25.6kHz LOG #A: 50

Briel & Kjaer

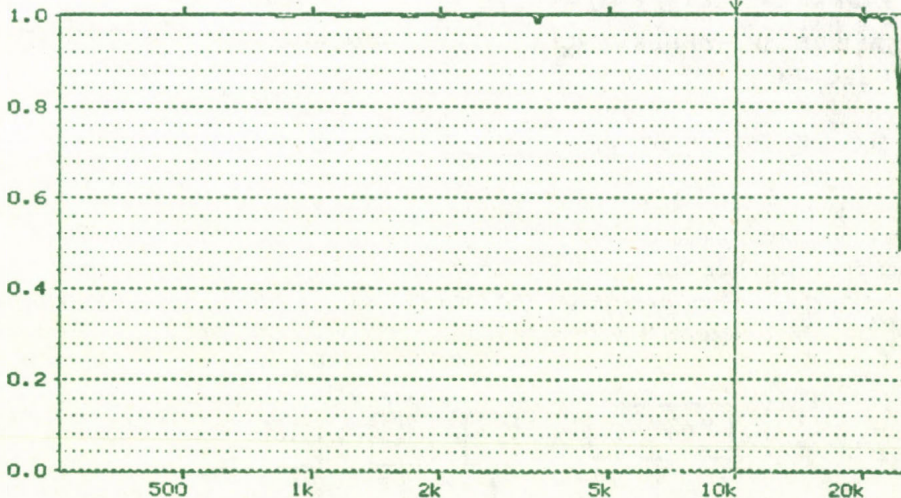
Type 2034

Plot Time  
 86-09-25  
 10:17:08

Page No.:  
 73

Sign.:

Measuring  
 Object:



SETUP W22 GI-03 NR 69

MEASUREMENT: DUAL SPECTRUM AVERAGING  
 TRIGGER: FREE RUN  
 DELAY: CH.A+B: 0.000ms  
 AVERAGING: LIN 50 OVERLAP: MAX

Comments:

FREQ SPAN: 25.6kHz ΔF:32Hz T:31.3ms ΔT:15.3μs  
 CENTER FREQ: BASEBAND  
 WEIGHTING: HANNING

CH.A: 3V + 3Hz DIR FILT:25.6kHz 1V/V  
 CH.B: 3V + 3Hz DIR FILT:25.6kHz 1V/V  
 GENERATOR: DISABLED

3. ábra. A GI-03 MTA MMSZ rezgésérzékelő fázis-frekvencia jelleggörbéje (fent)

4. ábra. A GI-03 és BK 8303 rezgésérzékelők összehasonlítása a koherencia-frekvencia jelleggörbével (lent)

## Összefoglalás

Az akusztikai alkalmazások egyre nagyobb teret kapnak a zaj- és rezgésvédelem területén. Az MTA MMSz Akusztikai Kutatólaboratórium technikai felszerelésével és szakmai gyakorlatával igyekszik ebbe a munkába aktívan bekapcsolódni és az alkalmazott kutatástól a célkészülék fejlesztésig az újabb igényekhez kapcsolódó szellemi és eszköz háttérrel adni. Munkánk gerince a korszerű műszerekkel és számítástechnikai háttérrel rendelkező mérés-technikai, melynek eredményeit ötvözzük saját fejlesztési és laboratóriumi készítésű műszereink funkcionális felépítésébe. Tevékenységünk az ipar és a környezetvédelem területét átfogja. Még megvalósult eredményként nem említhettük, de mint folyamatban levő új irányt jelezzük a környezetvédelem igényelte rezgésérzékelők és rezgésmérő műszerek folyamatban levő fejlesztését.

## Irodalom

- [1] A. Illényi: Holographical source identifying INTER-NOISE 85; München Sept. 18–20. 1985. Supplement p. 1–4.
- [2] A. Miklós: Energy Flow in Continuous Media-Proc. 8th. Colloquium on Acoust. 4–7.V. 1982. Budapest, 82–87 p.
- [3] I. Dániel, A. Illényi, A. Miklós: Some practical experiences as the problem of meteorological correction in outdoor sound propagation. 5. Zajcsökkentési Szeminárium és Kiállítás Szeged, 1985. jún. 3–6. p.175–180.
- [4] J. Angster: Hangteljesítmény mérése mérőszobában – doktori disszertáció, 1984. ELTE
- [5] A. Miklós: Correction of the sound power measured in semi anechoic room- Proc. Noise Control Krakow Poland, Sept. 24–27. 1985. p.643–648.
- [6] J. Angster, A. Illényi: Audiológiai fülkék hanggátlásának mérése – 4. Zajcsökkentési Szeminárium Debrecen (1983).
- [7] Illényi A.: Tapasztalatok az egyéni zajvédő eszközök minősítésével kapcsolatban – Zaj és Minőség 1987. (megjelenés alatt)
- [8] B. Nagy P., Miklós A.: Rezgésérzékelők kalibrálása ESPI módszerrel – Mérés és Automatika 35. 1985. p.308–313.
- [9] A. Illényi, K. Vicsi: Loudness and complex acoustical signal measuring device – Proc. INTERNOISE'87, Peking 1987 12–14 Sept. 1987 Vol. II. 1355–1358. p.
- [10] Illényi A.: Példák gépek tokozására és zajárnyékolására – 5. Zajcsökkentési Szeminárium és Kiállítás; Szeged, 1986. jún. 3–6. II. p.96.
- [11] Miklós A., Illényi A.: Hazai fejlesztésű rezgésérzékelő rezgésdiagnosztikai célra – Mérés és Automatika 34. (1986) p.92–99.
- [12] Fári L.: Rezgésállapot megfigyelő rendszer a Dunamenti Hőerőmű 6-os blokkjában – Műszerügyi és Mérés-technikai Közlemények 41. (1986) p. 19–24.

## gyors adatgyűjtő

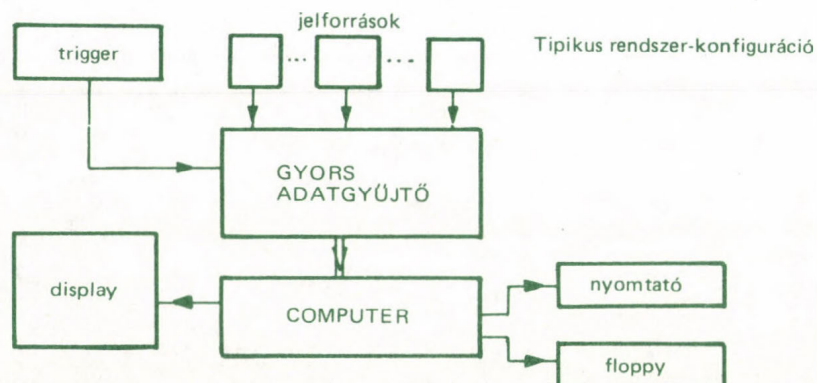
MAXIMÁLISAN 20 kHz FREKVENCIAJÚ JELEK VIZSGÁLATÁRA, KÜLSŐ TRIGGELÉSI LEHETŐSÉGGEL

Bemeneti feszültség-tartomány: 0,1 ... 10V

Bemenő csatornák száma:

- 1 csatorna (max. 20 kHz)
- 2 csatorna (max. 10 kHz)
- 8 csatorna (max. 1,25 kHz)

Felépítése moduláris. Lokális és távvezérelt mérésre alkalmas, RS–232–C vonalon bármely számítógéppel vezérelhető. A berendezéssel helyszínen telepített mérés végezhető. Tápellátás: hálózatról vagy akkumulátorról



Gyártja:

MTA MMSZ MŰSZERTECHNIKAI FŐOSZTÁLY

Levél cím: Budapest, Pf. 58. 1502. Telefon: 453–946. Telex: 22-6936 akamu



# Digitális multiméterek pontosságának automatikus ellenőrzése (1. rész)

CSÁSZÁR LÁSZLÓ—SÖVÉNYI GÉZA

Az MTA MMSZ Műszerkölcsonzési Főosztálya kölcsönműszer állományának gyarapodása és jelentős korszerűsödése szükségessé tette a műszerek eddigieknél gyorsabb, megbízhatóbb ellenőrzését. Különösen a digitális multiméterek vizsgálatánál kínálkozik az egységes megközelítés, általánosítás lehetősége. A cikkünk, amely egy sorozat első része az egységesítés szempontjaival foglalkozik és megadja azokat a specifikáció-táblázatokat, amelyekre a későbbiekben ismertetendő rendszerprogramok épülnek.

Az elmúlt évek során az MTA Műszerügyi és Méréstechnikai Szolgálatának kölcsönműszer-állománya jelentős mértékben gyarapodott. Ennek köszönhetően mind mennyiségileg, mind minőségileg magasabb szinten tudjuk kielégíteni a kutatás, a tudományos élet és az ipar területén jelentkező mérés-technikai igényeket.

A mennyiségi változás az újonnan vásárolt és kölcsönözhető, korszerű műszerek számában mutatkozik meg, a minőségi javulás pedig a műszerpark ezzel összefüggő folyamatos megújulását jelenti. A hagyományos megoldásokat fokozatosan felváltják az új technológiák, és egyben új szemléletmódot tükröző műszerkonstrukciós elvek. Megfigyelhető például a megbízhatatlan mechanikus alkatrészek kiváltása más megoldásokkal (szenzorok stb.), a digitális kijelzés térhódítása, és általában a digitális módszerek mind nagyobb mértékű elterjedése főleg az oszcilloszkóp- és multiméter-technikában.

A felhasználók részéről is egyre fokozottabban jelentkezik a számítástechnika adta lehetőségek alkalmazása iránti igény a mérés-technikában. A gyártók egyre több műszert látnak el távvezérlést lehetővé tevő opciókkal (IEEE-488, IEC-625 csatlakozás). Az eredetileg a Hewlett-Packard cég által bevezetett interfész rendszer

(HP-IB, GP-IB) segítségével 15 mérőkészülék csatlakozhat egy közös buszra, és ezen keresztül egy vezérlő egység adott program szerint sorra lekérdezheti őket, a mérés eredményét feldolgozhatja, tárolhatja stb.

Kölcsönzési tevékenységünk nem képzelhető el a műszerállomány folyamatos ellenőrzése és karbantartása nélkül. A karbantartást itt tágabb értelemben értjük, nem csak az adott műszer fizikai állapotára vonatkoztatva, hanem a használat, öregedés során bekövetkező pontatlanság korrigálására is. Ez utóbbi művelet a kalibrálás. A továbbiakban ennek néhány gyakorlati kérdésével foglalkozunk részletesebben.

## Általános kalibrációs szempontok

A Szolgálat műszerállományának jelentős százalékát teszik ki a digitális multiméterek. Ezek skálája az egyszerű 3 1/2 számjegyes kéziműszerektől a 7 1/2 számjegyes precíziós laboratóriumi készülékekig terjed. A műszerek pontosságát kölcsönzés előtt és kölcsönből visszaérkezés után rendszeresen ellenőrizzük a gyártó specifikációja alapján, és ha szükséges, újrakalibráljuk a készüléket.

Ehhez a folyamathoz az elmúlt évek átgondolt laboratóriumi fejlesztése során gondosan kialakított kalibráló műszerparkot használunk. Kalibráló műszereink szintén mérőrendszerbe illeszthetők az említett interfészen keresztül, így a rendszer központi egysége koordinálja mind a specifikációellenőrzés, mind a beállítás folyamatát. A rendszer memória-egységeiben tárolt általános programok, illetve egyedi műszertípusok esetében a típushoz illeszkedő speciális szoftver teszi lehetővé azt, hogy periódikusan – szubjektivitástól mentesen – ellenőrizzük műszereink állapotát, a specifikáció időbeni változásait, azaz a műszer stabilitását.

A főosztályunkon elindított célprogram elsőrendű feladata, hogy a már adott kalibráló műszerparkhoz a rendszert működtető szoftvert kialakítsuk.

Tekintsük át, milyen megfontolások is szükségesek a feladat megoldásához!

Felmértük a kölcsönműszer-állományt, és ennek során megállapítottuk, hogy a multiméterek két fő csoportra oszthatók. Egyik csoportba tartoznak az egyszerűbb 3 1/2 és 4 1/2 számjegyes kézi, ill. asztali multiméterek; szám szerint ezek vannak többségben. A másik csoportot az 5 1/2 ... 7 1/2 digités laboratóriumi műszerek alkotják. (Az 1/2 digit azt jelenti, hogy a túlsordulás előtti legnagyobb kijelzett érték az előjeltől és tizedespontról eltekintve egy 1-es és a felbontóképességtől függően 3...7 db 9-es). Ez utóbbiakra jellemző a digitális jelfeldolgozás térhódítása (statisztikai átlagolás, digitális szűrés stb.). Újabban szinte minden e csoportba tartozó készülék GP-IB rendszerben távvezérelhető, tehát mérőrendszerbe illeszthető.

Megvizsgáltuk az első csoportba tartozó készülékek gyári specifikációit. A gyár által megadott értékek különböző cégek eltérő modelljeinél némi szórást mutatnak, mindazonáltal meghatározható egy „minimum-követelményrendszer” mind a 3 1/2, mind a 4 1/2 digités multiméterekre. Ez a követelményrendszer a műszerek egy részénél túl enyhe, kisebb hányadánál kissé szigorú, mégis a gyakorlat szempontjából jól reprezentálja az adott műszercsaládtól elvárható pontosságot.

Egy 3 1/2 digités univerzális egyen- és váltakozó feszültséget és áramot, valamint ellenállást mérő műszer (pl. KEITHLEY 130) példájával illusztráljuk követelményrendszerünk szempontjait.

A műszer pontossága maximumát egyenfeszültségmérésnél nyújtja, és pedig akkor, ha a mérendő feszültség a bemenő osztó direkt állásában kerül a mérőrendszerre, tehát a 200 mV-os méréshatárban. Az itt elérhető pontosság abszolút határa  $\pm 1$  digit eltérés az utolsó jegyben, azaz  $\pm 0,05\%$ . Ez természetesen az A/D átalakító és a járulékos passzív elemek, de elsősorban a referenciafeszültségforrás pontatlansága (időbeli és hőmérsékleti instabilitása) miatt nem érhető el. A többi méréshatárban ehhez járul még a bemenő osztó hibája, amely az adott esetben 0,1%-os pontosságú ellenállásokból van felépítve.

Megjegyezzük, hogy vannak olyan konstrukciók is, amelyeknél a méréshatárváltást nem a bemenő osztó végzi. Ilyen esetekben az A/D átalakító érzékenységét, a referencia értékét vagy a bemenő erősítő erősítési tényezőjét változtatják, ezért a műszer több méréshatárban is pontossága maximumát nyújtja.

Váltakozó feszültség-állásban tovább rontja a pontosságot a műszer belső AC/DC átalakítójának pontatlansága, linearitás- és nullhibája, továbbá a bemeneti osztó többé-kevésbé kompenzált frekvenciafüggése.

Árammérésben hasonló megfontolások alkalmazhatók, a bemenő osztó helyett értelemszerűen bemeneti söntöt használva. Ellenállásmérésnél a belső referencia-ellenállások vagy a referencia-áramforrás ront a 200 mV

DC állásban megállapított pontosságon.

Meg kell jegyezni, hogy a legtöbb 3 1/2 digités kézi műszerben két kalibráló szerv van: egy a 200 mV-os, tehát bemenő osztó nélküli egyenfeszültség kalibrálásra, egy pedig ugyanitt, a közepes frekvencián (400 Hz ... 1 kHz) történő váltakozó feszültség kalibrálásra. A többi méréshatárban a pontosságot alapvetően a járulékos passzív elemek tűrése, időbeli és hőmérsékleti stabilitása határozza meg.

A 4 1/2 digités műszerek általában precízebb felépítésűek, a gyártók szűkebb toleranciájú, kisebb hőmérsékleti együtthatójú alkatrészeket alkalmaznak. A kalibráló beavatkozásszervek száma is több, az elérhető pontosság a 3 1/2 digités műszerekhez képest a legtöbb méréshatárban hozzávetőleg egy nagyságrenddel jobb.

A műszerek ellenőrzése során szerzett többéves tapasztalatunk szerint a kalibrálást természetes öregedés és külső hatások miatti elállítódás teszi szükségessé. Az utóbbi eset gyakoribb. Természetes öregedés hatására általában a referencia-forrás változik meg. Külső hatás (pl. bemeneti túlterhelés) következtében a bemeneti osztó kisebb-nagyobb mértékben „megnyúlhat”, és ezt követően már az egyes ellenállások értékstabilitása is romolhat. Természetesen nagyon sokszor előfordul oxidáció vagy mechanikus behatás (rázkódás) miatti pontosság-csökkenés, de ez már inkább a meghibásodás, illetve hibakeresés területére tartozik.

A leírtak alapján az 1. táblázatban párhuzamosan közöljük a 3 1/2 és 4 1/2 digités multiméterek általunk meghatározott minimális tűréstáblázatát.

A műszerek pontosságát – mint már említettük – rendszeresen ellenőrizzük. Az egyszerűbb 3 1/2 ill. 4 1/2 számjegyes műszereknél ehhez napi munkánk során a FLUKE cég 5101 B típusú kalibrátorát használjuk. Ennek pontossága minden üzemmódban legalább egy nagyságrenddel jobb, mint a 4 1/2 digités műszerek gyári specifikációja. Érték-stabilitását egyenfeszültségű normáliával (FLUKE 732 A) rendszeresen ellenőrizzük. Ez utóbbi különleges technológiával készült, állandó hőmérsékleten tartott referencia forrás segítségével 1 V, 1,018 V és 10 V feszültséget szolgáltat. A 30 napos értékstabilitás 10 V-nál 0,5 ppm, a többi értéknél 1,5 ppm. A FLUKE 5101 B az 1. táblázatban felsorolt üzemmódok mindegyikének ellenőrzésére alkalmas, ezen kívül a hozzákapcsolt FLUKE 1775 A típusú nyomtatóval a mérési eredményeket jegyzőkönyvezi. A készülék az előlapi kezelőszervek segítségével is programozható, memóriájában maximálisan 64 lépéses programot tárolhatunk, illetve rögzíthetünk kazettán. Ezek a programok időről időre visszahívhatók, így a kalibrációs folyamat jelentősen leegyszerűsödik.

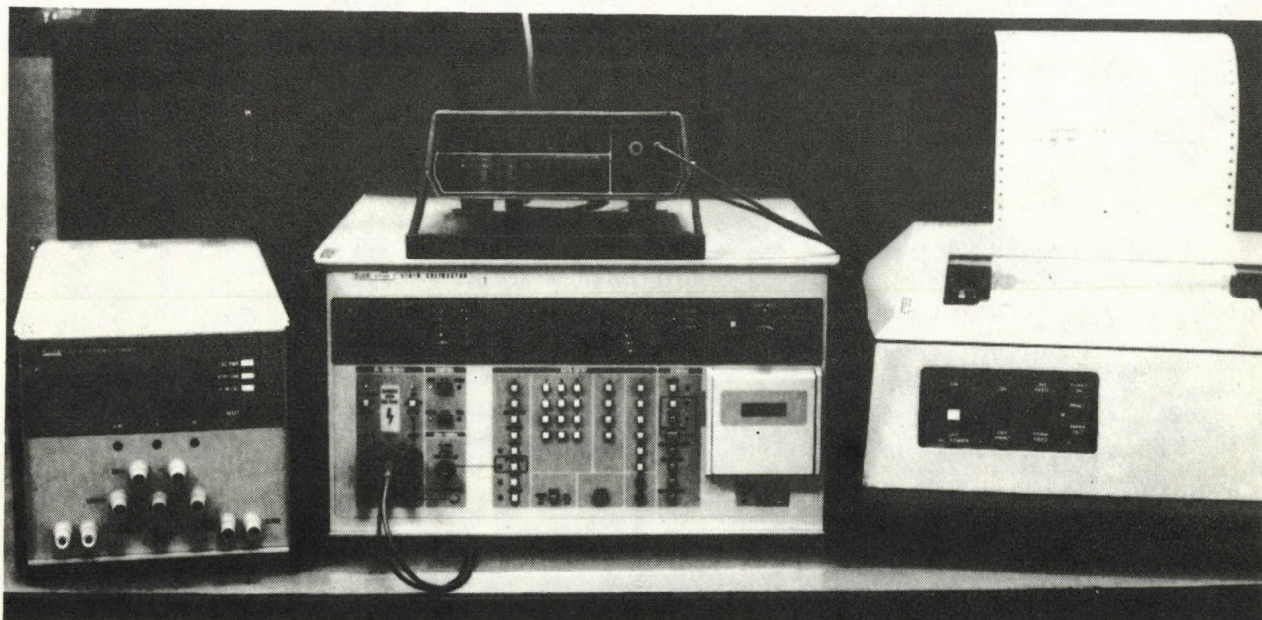
Tekintsük át részletesen, hogyan történik ez a „fél-automatikus” kalibrációs eljárás a fenti osztálypontosságú multiméter családok esetében! A téma kidolgozása során a korábbiakban felvettük kazettára azt a két, az 1. táblázathoz képest kibővített 41 lépéses programot, amely már konkrét segítőeszköz napi munkánkhoz.

A vizsgálandó multimétert a FLUKE 5101 B-hez csat-

1. táblázat. A 3 1/2 és 4 1/2 digit multiméterekre felállított általános specifikációs táblázat

| Üzem mód             | Mérés határ |        | Tűrés       |             |
|----------------------|-------------|--------|-------------|-------------|
|                      |             |        | 3 1/2 digit | 4 1/2 digit |
| Egyenfeszültség      | 200 mV      |        | 0,25%       | 0,05%       |
|                      | 2 V         |        | 0,25%       | 0,05%       |
|                      | 20 V        |        | 0,25%       | 0,05%       |
|                      | 200 V       |        | 0,25%       | 0,05%       |
|                      | 1000 V*     |        | 0,5%        | 0,1%        |
| Váltakozó feszültség | 200 mV      | 400 Hz | 0,75%       | 0,25%       |
|                      | 200 mV      | 10 KHz | 1,5%        | 0,25%       |
|                      | 2 V         | 400 Hz | 0,75%       | 0,25%       |
|                      | 2 V         | 10 KHz | 1,5%        | 0,25%       |
|                      | 20 V        | 400 Hz | 0,75%       | 0,25%       |
|                      | 20 V        | 10 KHz | 1,5%        | 0,25%       |
|                      | 200 V       | 400 Hz | 0,75%       | 0,25%       |
|                      | 200 V       | 10 KHz | 1,5%        | 0,25%       |
|                      | 750 V*      | 400 Hz | 1,5%        | 0,5%        |
| Egyenáram            | 200 µA      |        | 0,5%        | 0,1%        |
|                      | 2 mA        |        | 0,5%        | 0,1%        |
|                      | 20 mA       |        | 0,5%        | 0,1%        |
|                      | 200 mA      |        | 0,5%        | 0,1%        |
|                      | 2 A         |        | 1%          | 0,2%        |
| Váltakozó áram       | 200 µA      | 400 Hz | 1,5%        | 0,5%        |
|                      | 2 mA        | 400 Hz | 1,5%        | 0,5%        |
|                      | 20 mA       | 400 Hz | 1,5%        | 0,5%        |
|                      | 200 mA      | 400 Hz | 1,5%        | 0,5%        |
|                      | 2 A         | 400 Hz | 3%          | 1%          |
| Ellenállás           | 200 ohm     |        | 0,25%       | 0,5%        |
|                      | 2 kohm      |        | 0,25%       | 0,05%       |
|                      | 20 kohm     |        | 0,25%       | 0,05%       |
|                      | 200 kohm    |        | 0,25%       | 0,05%       |
|                      | 2 Mohm      |        | 0,25%       | 0,05%       |
|                      | 20 Mohm     |        | 1%          | 0,2%        |

\*=Megjegyzés: a készülékre adható feszültség értéke műszertípusonként változó.



1. ábra. Mérési összeállítás a műszerek pontosságának ellenőrzéséhez. Az ábrán látható készülékek balról jobbra: FLUKE 732 A egyenfeszültség-normália, FLUKE 5101 B kalibrátor, vizsgált multiméter (KEITHLEY 179-20A), FLUKE 1775 A nyomtató

INSTRUMENT. *Keithley 179-20A* SERIAL NO. *34487*  
 DATE. *11. dec. '86.* OPERATOR. *Császár László*

| STEP | NOMINAL OUTPUT        | TOLERANCE | ERROR    |          |
|------|-----------------------|-----------|----------|----------|
| **** | *****                 | *****     | *****    |          |
| 01   | +190.000E-3V          | .05000%   | -.04210% |          |
| 02   | -190.000E-3V          | .05000%   | -.01580% |          |
| 03   | +1.90000V             | .05000%   | -.02630% |          |
| 04   | -1.90000V             | .05000%   | -.06840% | **FAIL** |
| 05   | +19.0000V             | .05000%   | -.02110% |          |
| 06   | -19.0000V             | .05000%   | -.04740% |          |
| 07   | +190.000V             | .05000%   | .02210%  |          |
| 08   | -190.000V             | .05000%   | -.02790% |          |
| 09   | +500.00V              | .10000%   | .00800%  |          |
| 10   | -500.00V              | .10000%   | .09400%  |          |
| 11   | 190.000E-3V, 400HZ    | .25000%   | .07100%  |          |
| 12   | 190.000E-3V, 10.0E3HZ | .25000%   | -.21050% |          |
| 13   | 1.90000V, 400HZ       | .25000%   | .10790%  |          |
| 14   | 1.90000V, 10.0E3HZ    | .25000%   | -.02320% |          |
| 15   | 19.0000V, 400HZ       | .25000%   | .12420%  |          |
| 16   | 19.0000V, 10.0E3HZ    | .25000%   | -.21900% |          |
| 17   | 190.000V, 400HZ       | .25000%   | .06840%  |          |
| 18   | 100.000V, 10.0E3HZ    | .25000%   | .23000%  |          |
| 19   | 500.00V, 400HZ        | .50000%   | .56000%  | **FAIL** |
| 20   | 500.00V, 1.00E3HZ     | .50000%   | .50800%  | **FAIL** |
| 21   | +190.000E-6A          | .10000%   | .02100%  |          |
| 22   | -190.000E-6A          | .10000%   | .00310%  |          |
| 23   | +1.90000E-3A          | .10000%   | .01370%  |          |
| 24   | -1.90000E-3A          | .10000%   | -.02630% |          |
| 25   | +19.0000E-3A          | .10000%   | .08420%  |          |
| 26   | -19.0000E-3A          | .10000%   | -.02790% |          |
| 27   | +190.000E-3A          | .10000%   | .05260%  |          |
| 28   | -190.000E-3A          | .10000%   | -.06680% |          |
| 29   | +1.90000A             | .20000%   | -.10840% |          |
| 30   | -1.90000A             | .20000%   | -.07580% |          |
| 31   | 190.000E-6A, 400HZ    | .50000%   | -.06420% |          |
| 32   | 1.90000E-3A, 400HZ    | .50000%   | .00530%  |          |
| 33   | 19.0000E-3A, 400HZ    | .50000%   | .06470%  |          |
| 34   | 190.000E-3A, 400HZ    | .50000%   | .07890%  |          |
| 35   | 1.90000A, 400HZ       | 1.00000%  | -.12110% |          |
| 36   | 100.000 OHM           | .05000%   | -.04000% |          |
| 37   | 1.00000E3 OHM         | .05000%   | .28000%  | **FAIL** |
| 38   | 10.0000E3 OHM         | .05000%   | .12200%  | **FAIL** |
| 39   | 100.000E3 OHM         | .05000%   | -.18000% | **FAIL** |
| 40   | 1.00000E6 OHM         | .05000%   | -.04800% |          |
| 41   | 10.0000E6 OHM         | .20000%   | -.12200% |          |

2. ábra. A kalibrátor által félautomatikusan felvett mérési jegyzőkönyv egy 4 1/2 digités multiméterről.

lakoztatjuk, és az előírt melegedési idő után a kalibrátor kazettaegységén behívjuk a megfelelő programot. A programbetöltés után a kalibrátor felveszi a program első lépésében meghatározott kimeneti értéket, és készenléti

állapotba (stand-by) kerül. Ezután kézi vezérléssel végigléptetjük a programot, ügyelve arra, hogy a vizsgált multimétert mindig a megfelelő üzemmódba és méréshatárba kapcsoljuk. A műszer által mutatott érték általában eltér

a kalibrátor által kiadott névleges értéktől. A hiba meghatározásához a kalibrátort „ERROR” üzemmódba kapcsoljuk, és kimenőfeszültségét ill. áramát addig változtatjuk, amíg a vizsgált műszer éppen a névleges értéket nem mutatja. A változás mértékét a kalibrátor kijelzőjén leolvashatjuk: ez a műszer hibája az adott mérés határban. A kalibrátor összehasonlítja ezt az értéket az említett programban rögzített tűréssel, és ha az ennél abszolút értékben nagyobb, akkor hibajelzést ad. A programlépés végrehajtása után utasíthatjuk az 5101 B-t, hogy az eredményt nyomtassa ki a FLUKE 1775 A típusú sornyomatóra. Ily módon egy olyan mérési jegyzőkönyvet kapunk, amely dokumentálja a műszer pillanatnyi állapotát, egyben jelzi azt a pontot, ahol a műszer „kilóg a specifikációból”, vagyis újra kell kalibrálnunk.

A mérési összeállítást az 1. ábrán mutatjuk be. Az ellenőrzés eredménye a 2. ábrán látható jegyzőkönyv, amelynek fejlécén a vizsgálat körülményei (típus, gyári szám, dátum, a kezelő neve) vannak feltüntetve. A jegyzőkönyv a programlépés sorszáma mellett tartalmazza a kalibrátor névleges kimeneti jellemzőjét, a műszer megengedett tűrését és tényleges hibáját az adott mérés határ-

ban, végül ha a hiba abszolút értéke nagyobb, mint a tűrés, akkor a **FAIL** (hiba) jelzést. A kapott jegyzőkönyvet megőrizve, majd a vizsgálatot időnként megismételve információt kapunk a műszer állapotának változásáról hosszabb időn keresztül.

A cikk elején említett második csoportot alkotó 5 1/2...7 1/2 digitális DMM-ek kalibrálása is történhet az ismertetett félautomatikus módszerrel. Ez azonban viszonylag időigényes, emellett emberi beavatkozást igénylő eljárás. A távvezérelhető multimétereknél önként kínálkozik az automatikus ellenőrzés lehetősége. A vizsgálandó multimétert és a kalibrátort, továbbá a nyomtatót egy közös vezérlő számítógéppel összekapcsolva (GP-IB csatlakozóikon keresztül) lehetővé válik az emberi beavatkozástól mentes, gyors ellenőrzés.

\* \* \*

Cikkünk második részében részletesen foglalkozunk a digitális multiméterek automatikus ellenőrzésének kérdéseivel.

## sokcsatornás adatgyűjtő

STATIKUS, ILLETVE LASSAN VÁLTOZÓ FOLYAMATOK MÉRÉSÉRE

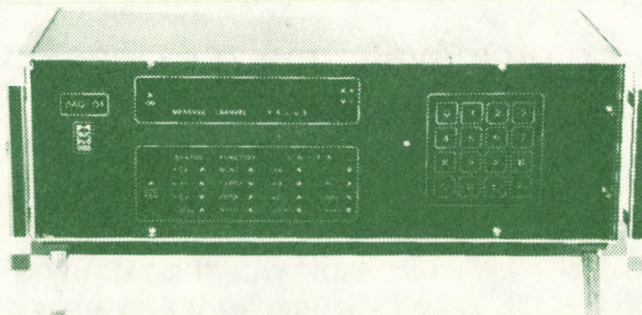
Típusjel: DAQ-01

Alkalmazható érzékelők:

- ellenállás
- nyúlásmérő-bélyeges
- ellenálláshőmérő
- hőelem
- és más, feszültségkimenetű detektorok.

Mérőhelyek száma: alapkiépítés 60 csatorna.

Felépítése moduláris. Lokális és távvezérelt mérésre alkalmas, RS-232-C vonalon számítógéppel vezérelhető. A C64-hez kidolgozott, működtető software áll rendelkezésre. A berendezéssel helyszínen telepített mérés végezhető. Tápellátás: hálózatról vagy akkumulátorról.



Gyártja:

**MTA MMSZ MŰSZERTECHNIKAI FŐOSZTÁLY**

Levél cím: Budapest, Pf. 58. 1502. Telefon: 453-946. Telex: 22-6936 akamu

## Érdekli Önt az

- » Érintésnélküli hőmérsékletmérés, a
- » Gázkromatográfiás gőztéranalízis, vagy a
- » Személyi számítógépes mérésadatgyűjtés?

Tanulmányaink, amelyeket szerény térítés ellenében megrendelhet, tájékoztatnak ezen területek legfrissebb eredményeiről, a legkorszerűbb műszerekről és a hazai beszerzési forrásokról.



Az MTA Műszerügyi és Méréstechnikai Szolgálata Szaktanácsadási osztálya kibővítve eddigi tevékenységi körét, új szolgáltatásként vállalja az ügyfelek igényeinek megfelelően műszer és méréstechnikai dokumentációk, elemző tanulmányok elkészítését.

Mérési problémájával, műszerezési gondjával bizalommal fordulhat hozzánk!

Cím: **MAGYAR TUDOMÁNYOS AKADÉMIA  
MŰSZERÜGYI ÉS MÉRÉSTECHNIKAI SZOLGÁLATA  
SZAKTANÁCSADÁSI OSZTÁLY**

Budapest XI., Szakasits Á. u. 59–61.  
Levélcím: Budapest, Pf. 58. 1052  
Telefon: 662–366/201 m.  
Telex: 22-6936 akamu

# FARNELL gyártmányú rádiófrekvenciás mérőműszerek

KOVÁCS ATTILA

A szerző, a magyarországi FARNELL márkaszerviz munkatársa, röviden beszámol a szervizképzésben szerzett szakmai tapasztalatairól, majd bemutatja a gyár rádiófrekvenciás műszereit.

Egyik munkatársammal nemrégiben az angliai FARNELL cégnél jártunk szervizképzésen. A FARNELL a rádiókommunikációs mérőműszerek területén a világ egyik vezető márkája. Piaci részesedésük megtartásához, eladásaik fokozásához nem elég műszereik kiváló minősége, versenyképes ára, mindezekhez még céltudatos marketingmunka és jól szervezett szervizhálózat is szükséges.

## Néhány szó a fejlesztésről és a gyártásról

Az első nap – szokás szerint – gyárlátogatással kezdődött. Sorra megismerkedtünk a forgácsoló üzem, a szereldék, a raktárak és egyéb kiszolgáló egységek munkájával. Képet kaptunk a tervezési és technológiai folyamatokról. Feltűnt, hogy valamennyi munkahelyen milyen fegyelmellett, csendben, nyugodtan dolgoztak. A külső szemlélő számára úgy látszott, hogy mindenki nagyon jól tudja mit kell csinálnia.

A másik amit észrevettünk, hogy a fejlesztés és a gyártás szinte minden mozzanatánál alkalmazzák a számítástechnikát. Nagyon érdekes volt például a nyomtatott huzalozású áramköri panelek tervezése CAD módszerrel. (CAD= Computer Aided Design = Számítógéppel Segített Tervezés) A tervező betáplálta a gépbe az adott áramkörre vonatkozó adatokat és peremfeltételeket, majd a ké-

szülék nagyméretű képernyőjén lépésről-lépésre követte és alakította a tervrajzot. A különféle színek alkalmazása segítette az eligazodást az első pillantásra bonyolultnak tűnő ábrán. A tervező egy-egy döntése után a számítógép a megadott szempontok alapján átértékelte a helyzetet és a következő lépéshez felkínálta a szerinte optimális megoldást.

A számítástechnika behatolása a tervezés és a gyártás szinte minden területére, hihetetlen mértékben növeli a hatékonyságot és egyben a minőségbiztosítás legfontosabb eszköze.

A gyári minőségbiztosítási rendszer a gyártás valamennyi részfolyamatára kiterjed, a technológia szerves részét képezi. Így aztán a készülékek élesztésénél és bemérésénél ritkán fordul elő nagyobb hiba. A bemérés számítógéppel vezérelt mérőrendszerben történik, így biztosított, hogy a készülék valamennyi specifikált adatát valamennyi üzemmódban és méréshatárban a mérőrendszer levizsgálja és a kapott eredményeket „jegyzőkönyvezi”. A rendben levő készülékek 24 h-s égetés és újabb ellenőrzés után kerülnek a készáru raktárba.

## A FARNELL rádiófrekvenciás műszercsalád jellemzői

A műszercsalád tulajdonképpen három fő egységre tagolható:

- a) komplex adó-vevő bemérő műszer
- b) szignálgenerátorok
- c) egyéb műszerek (pl. teljesítménymérők, millivoltmérők, spektrumanalizátorok)

Természetesen ez önkényes felosztás hiszen a gyakorlatban ezeket a műszereket általában mérőrendszerként, együttesen használjuk.

A TTS 520 típus a FARNELL gyár legsokoldalúbb

műszere, mely önmagában a rádióadó-, egy szignálgenerátorral összekapcsolva pedig mind az adók mind a vevők valamennyi specifikációs jellemzőjének mérésére alkalmas. Leggyakrabban mobil rádió adó-vevők bemérésére, minősítésére használják. A komplex műszer számos önmagában is használható egységet tartalmaz, mint például rádiófrekvenciás és hangfrekvenciás frekvenciamérőt, modulációmérőt, torzításmérőt, teljesítménymérőt, súlyozó szűrőket stb.

A szignálgenerátorok közül a PSG 520 és PSG 1000 típusok egyszerűbb, hordozható, míg az SSG 1000 és SSG 2000 típusok asztali kivitelűek és egy szignálgenerátortól elvárható valamennyi szolgáltatással rendelkeznek.

Az egyéb műszerek közül a TM 10 típusú hordozható teljesítménymérő alkalmas a 25 MHz és 1 GHz közötti frekvenciatartományban mind a bemenő mind a visszavert teljesítmény mérésére 20 mW és 100 W között. Az állóhullámarány (VSWR) az 1,0–3,0 közötti tartományban mérhető.

A TM 8 típusú millivoltmérővel 1 mV–3 V között mérhetjük a nagyfrekvenciás jelek TRMS vagy átlag értékét 1 GHz-ig. A méréshatárváltás átkapcsolhatóan vagy kézi, vagy automatikus.

Az AMM típusú teljesen automatikus működésű AM–FM modulációmérő az 1,5 MHz–2 GHz közötti frekvencia tartományban működik.

A 352 C típusú spektrum analizátor hordozható, könnyen kezelhető készülék a 300 kHz és 1GHz közötti sávban működik. A mérési eredmények a 10x8 cm-es kijelzőn olvashatók le, illetve a külön tartozékként megrendelhető CPP 40 típusú printer/plotteren kinyomtathatók.

#### *Az SSG 1000 típusú szignálgenerátor*

A műszer néhány jellemzője kimagaslóan jó és ezért részletesebb bemutatást igényel, ugyanakkor ez a típus a Műszerügyi és Méréstechnikai Szolgálat kölcsönműszerei között is megtalálható és ezért várhatóan széles körű lesz az érdeklődők valamint a felhasználók tábora.

A készülék az 1. ábrán látható, főbb jellemzőit az 1. táblázat tartalmazza.

A generátor típusjelzéséből az SSG (Synthesized Signal Generator) azt jelenti, hogy a jel generálására szintézises technikát alkalmaztak, míg az 1000 jelzi, hogy a frekvenciatartomány 1 GHz-ig azaz 1000 MHz-ig terjed. Az SSG 2000-es típus csupán abban tér el az 1000-es típustól, hogy egy beépített aktív frekvenciakétszerezővel kiterjesztették a frekvenciatartományt 2 GHz-ig.

A szintézises technikának köszönhető tulajdonképpen a kiváló frekvencia felbontás (10 Hz), hosszúidejű frekvencia stabilitás ( $\pm 3 \times 10^{-9}$ /nap) melyek a készülék nagy teljesítőképességének alapját képezik. A készülék mind HP–IL, mind GP–IB rendszerben vezérelhető.

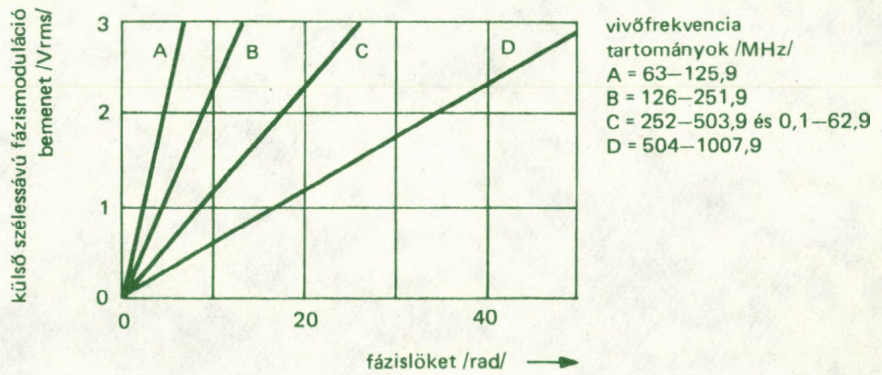
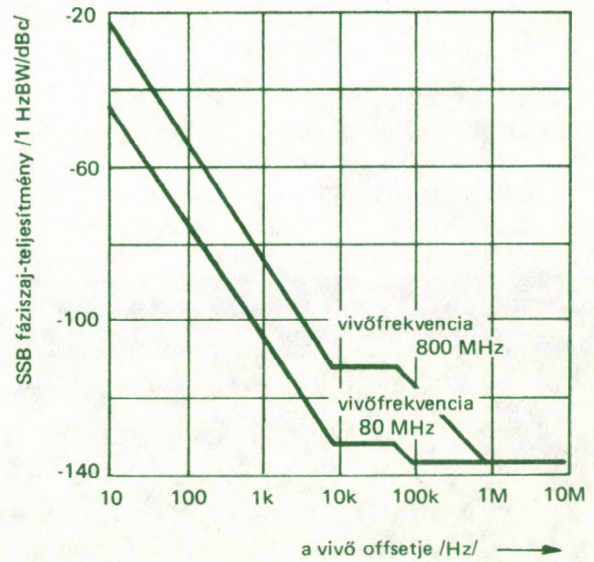
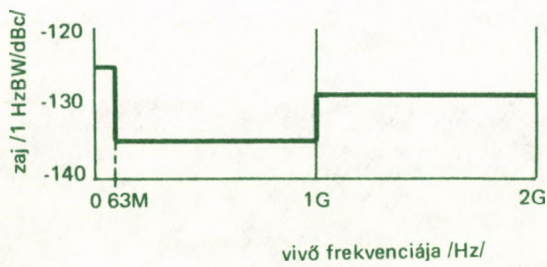
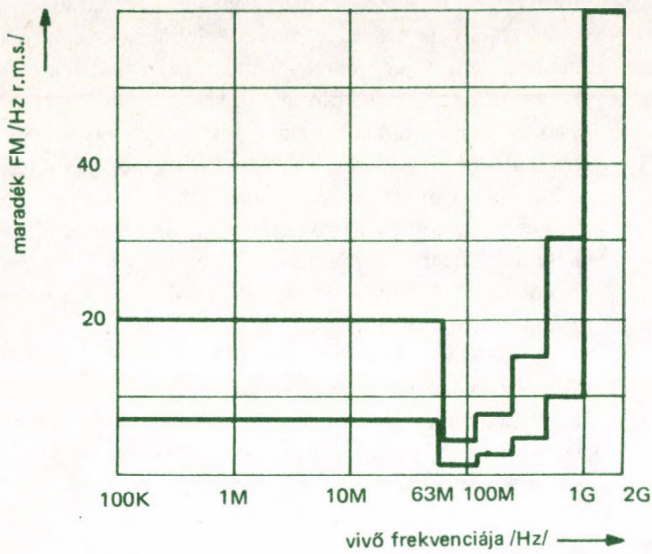
A műszaki jellemzők közül kiemelkedik a jel spektrális tisztasága. A 2. ábrán a maradék FM értékek, a 3. ábrán pedig a zajküszöb értékek láthatók a vivőfrekvencia függvényében. A harmónikus jeltartalom kisebb mint – 30 dBc, míg a nem harmónikus jeltartalom kisebb mint – 60 dBc.

A 4. ábrán a tipikus SSB fáziszaj karakterisztikák láthatók 80 MHz-es és 800 MHz-es vivőfrekvenciáknál. Az hogy az SSB zaj 10 kHz-es offsetnél egyik vivőfrekvencián sem haladja meg a – 110 dBc értéket kiválóan mondható.



1. ábra. Az SSG 1000 szignálgenerátor





2. ábra. Maradék FM a vivőfrekvencia függvényében (fent)  
 3. ábra. Zajküszöb a vivőfrekvencia függvényében (középen)  
 4. ábra. Tipikus fáziszaj karakterisztikák (középen)  
 5. ábra. A széles sávú fázismoduláció érzékenységi görbéi (lent)

1. táblázat. Az SSG 1000 főbb jellemzői

|                                |  |
|--------------------------------|--|
| Frekvencia tartomány           | 100 kHz–1 GHz  |
| Felbontás                      | 10 Hz  |
| Pontosság                      | $5 \cdot 10^{-8}$  |
| Stabilitás                     | $\pm 5 \cdot 10^{-9}/^{\circ}\text{C}$ (0–40°C között)<br>$\pm 3 \cdot 10^{-9}/\text{nap}$ |
| RF kimenet                     | –137 dBm– +13 dBm  |
| Felbontás                      | 0,1 dB   |
| Pontosság                      | 1 dBm (+13 dBm-nél)<br>1,5 dB (<500 MHz)<br>2,5 dB (>500 MHz)                              |
| Forrás impedancia              | 50 Ohm   |
| VSWR (–3dBm)                   | 1:1,5  |
| Amplitúdó moduláció tartomány  | 0–100% (<500 MHz és<br><+7 dBm)<br>0–50% (>500 MHz és<br><+7 dBm)                          |
| Felbontás                      | 0,1%   |
| Pontosság                      | a leolvasott érték 5%-a  |
| Frekvencia moduláció tartomány | 0–30 kHz   |
| Felbontás                      | 1%   |
| Pontosság                      | a leolvasott érték 3%-a  |
| Fázis moduláció tartomány      | 0–3 rad  |
| Felbontás                      | 0,01 rad   |
| Pontosság                      | a leolvasott érték 5%-a  |

A dBc a vivő szintjére vonatkoztatott dB érték. A 2. ábrán szereplő a 0,05–15 kHz és CCITT P53 A paraméterek a szélessávú ill. a súlyozott mérésre utalnak.

A másik kiemelkedő műszaki jellemző a szélessávú fázismodulációs lehetőség. Az 5. ábrán láthatók a széles sá-

vú fázismoduláció különböző vivőfrekvenciás tartományokra jellemző érzékenységi görbéi. Szót érdemel még a készülék újszerű mechanikai felépítése. Az áramköri elemek három nagyméretű panelen helyezkednek el, melyeket vékony árnyékoló lemezek fognak közre. Néhány csavar oldása után a készülék mint egy nagy könyv kinyitható és „lapozható”. A szerviz szempontjából ideális konstrukció, mert minden panel mindkét oldala hozzáférhető. Az árnyékolások hatásosságára jellemző, hogy a készülék sugárzása minimális (kisebb mint  $0,5 \mu\text{V}$ , egy 2 menetes 25 mm átmérőjű hurkon, a készüléktől 25 mm távolságban mérve).

Az előlapon és a hátlapon elhelyezett kezelőszervek, kijelzők és csatlakozók elrendezése célszerű, áttekinthető. A készülék kezelése akár manuálisan, akár előre programozva, vagy mérőrendszerbe illesztve rendkívül egyszerű, különösebb szakértelmet nem igényel.

### FARNELL szimpózium Budapesten

1987. március 12-én a FARNELL cég egynapos szimpóziumot tartott az MTA MMSZ nagytermében. Chris Walker főmérnök működés közben mutatta be a TTS 520 és az SSG 1000 típusú készülékeket (lásd a 6. ábrát).

A meghívott szakemberek nagy érdeklődést tanúsítottak, és a hozzászólásokból kitűnt, hogy hazánkban ma még korántsem elégséges a korszerű rádiókommunikációs berendezések méréséhez szükséges műszerezettség.



6. ábra. Demonstráció a FARNELL műszerbemutatón

## Digitális vezérlésű oszcilloszkóp

SZAHTMÁRY CSABA

Az EMG 1560 típusjelű 100 MHz-es négycsatornás új oszcilloszkópjának olyan különleges szolgáltatásai vannak amelyek nagymértékben megnövelik felhasználási lehetőségeit. A cikkben a műszer használatával kapcsolatos tudnivalókat ismertetjük.

Az 1987. évi tavaszi Budapesti Nemzetközi Vásáron mutatta be az Elektronikus Mérőkészülék Gyára (EMG) új, 1560 típusszámú oszcilloszkópját. A készülék átlagon felüli szolgáltatásaival hívta fel magára a látogatók figyelmét, akik azt üzem közben, a helyszínen ki is próbálhatták.

Már első pillantásra feltűnő, hogy a készülék előlapja eltér a hagyományostól. A funkciók beállítása nem kapcsolókkal vagy nyomógombokkal történik, hanem a számítástechnikai berendezéseken használatos billentyűkkel. Az üzemmódokat zöld LED-ek jelzik, amelyek rátekintéssel azonnali tájékoztatást adnak a készülék éppen érvényben levő beállításáról. A billentyűk ismételt nyomkodásával a zöld lámpák fénye felülről lefelé mozog, mindig jelezve az aktuális funkciót, majd az utolsó állásból az elsőre ugrik vissza. A készülék belső logikai rendszere gondoskodik arról, hogy hibás beállítás ne fordulhasson elő. Például, ha a TIME/cm kapcsoló nincs kalibrált állásban, a  $\Delta T$  üzemmód nem állítható be a billentyűjének nyomogatása ellenére sem. A hiba forrását a nem megfelelően beállított kezelőszervnél elhelyezett, jelen esetben az UNCAL feliratú, világító piros LED jelzi. Az értékállító kezelőszervek az oszcilloszkóp technikában hagyományosnak mondható forgókapcsolók, illetve potencióméterek. A készülék bekapcsolása után mindig a CH 1 csatorna és az A fűrészelgenerátor mérésre kész állapota áll be.

- Az oszcilloszkóp főbb szolgáltatásai:
- négy csatorna, két fűrészelgenerátor,
  - feszültség és időmérés jelalakon,
  - X–Y üzemmód négy csatornán,
  - tetszőleges csatornaerősítő használható külső indítójel fogadására,
  - beépített multiméter.

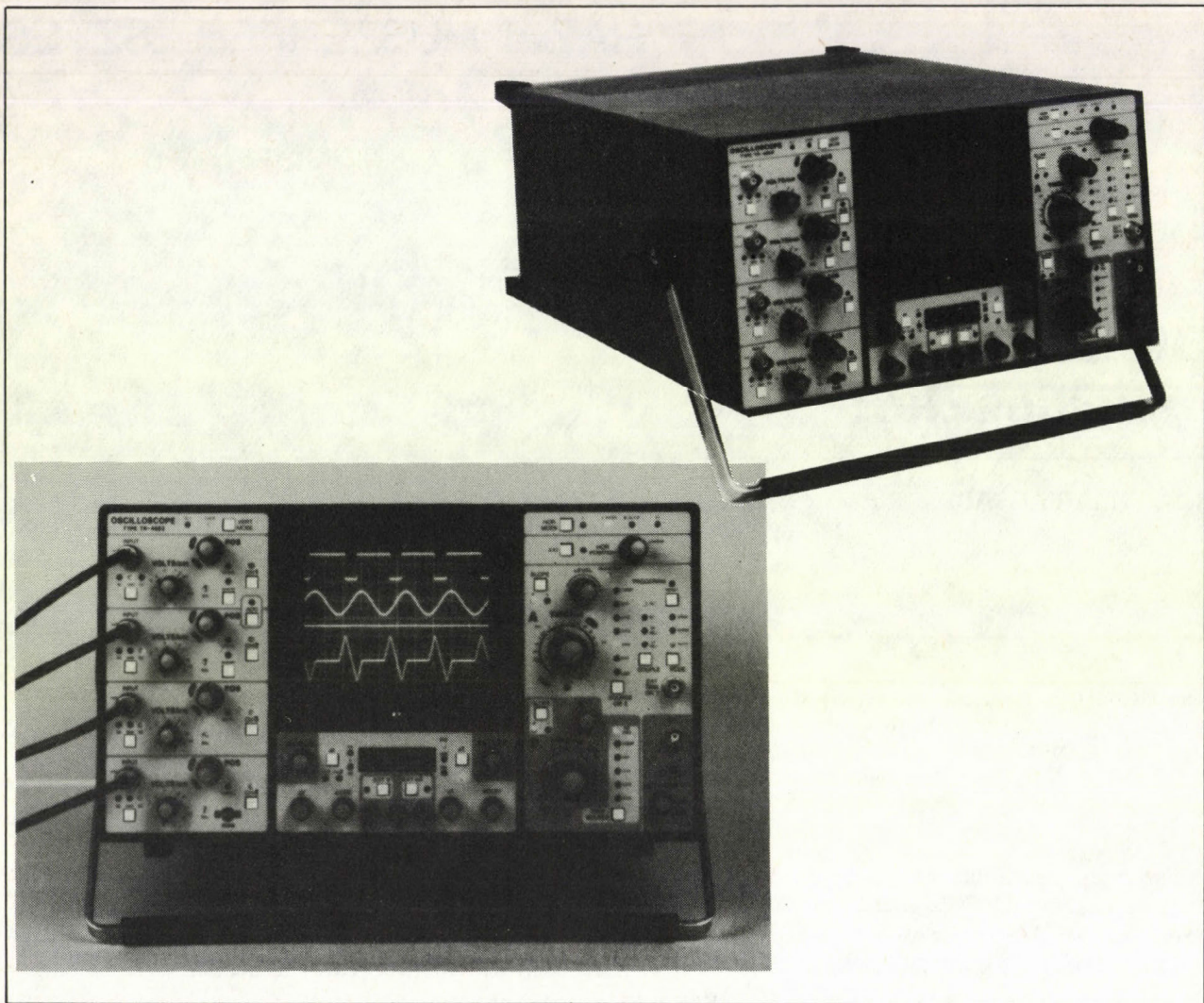
### 1. Négy csatorna, két fűrészelgenerátor.

A négy függőleges eltérítő erősítő teljes kiépítésű, 100 MHz sávszélességű és 5 mV/cm érzékenységgű. Egnél több csatorna üzemeltetése esetén ALTERNATED vagy CHOPPED üzemmódok lehetségesek. Az érzékenység 5 mV/cm–5 V/cm-ig 1–2–5 osztási arányban változtatható. A CH 1 és CH 2 csatornára kapcsolt jelek ADDED állásban összegezhetők, illetve az egyik polaritását INVERT állásba váltva egymásból kivonhatók.

Az A fűrészelgenerátor önállóan, a B késleltetett üzemmódban használható. Az A INTENSIFIED BY B állásban az A időeltérítés egy szakasza kivilágosítható, majd ez a szakasz megnyújtva vizsgálható a B időeltérítés bekapcsolásával. Mind a két generátor leggyorsabb futási ideje 5 ns/cm a x10 üzemmód használata esetén. Az A generátor üzemmódjai: AUTO, NORMAL, SINGLE. A triggerelt állapotot világító sárga LED jelzi.

### 2. Feszültség és időmérés jelalakon. $\Delta V$ mérés

A CH 1, illetve CH 2 csatornaerősítőre kapcsolt jelek vagy jelrészek amplitúdója két mérővonalal megmérhető. Mérővonalaként a CH és CH 4 csatornák nyomvonalai szolgálnak. A nyomvonalak közötti távolság, ami a ké-



1. ábra Az EMG 1560 típusú oszcilloszkóp (fent)  
 2. ábra Jelek vizsgálata az EMG 1560 típ. oszcilloszkóppal (lent)

szülék alapvonal eltoló áramköreiben egyenfeszültségként jelentkezik, arányos a mérendő feszültséggel.

A mérés menetét egy példán mutatjuk be. A CH 1 csatornaerősítő bemenetére olyan négyszögjelet kapcsolunk, amelynek a felfutó élén nagy lengés van és a lengés amplitúdóját szeretnénk megmérni (3. ábra).

A  $\Delta V$  billentyűt megnyomjuk. Ekkor a CH 3 és CH 4 csatornák jelzőlámpái kialszanak, jelezvén, hogy nem működnek és két vízszintes vonal jelenik meg az ernyőn: az egyik pozíciója a 0 LINE a másik a  $\Delta V$  feliratú forgatógombbal állítható. Ha a mérővonalakat az ábrának megfelelően állítjuk, a képernyő alatt elhelyezett számkijelző a vonalak közötti feszültségértéket mutatja. Ha a  $\Delta V$  vonal a 0 LINE alatt helyezkedik el, az előjel negatívra vált. A CH 1 csatorna VOLTS/cm kapcsolóját természetesen kapcsolhatjuk, a számkijelző automatikusan követi a beállított méréshatárt. Ha a CH 2 csatornán akarunk mérést végezni, a  $\Delta V$  billentyűt ismételten megnyomjuk és a számkijelző most ennek a csatornának a VOLTS/cm állásait veszi figyelembe. Ha CH 1 és CH 2 csatornákra kapcsolt jelek között akarunk feszültséget mérni, a VOLTS/cm kapcsolókat azonos érzékenységre

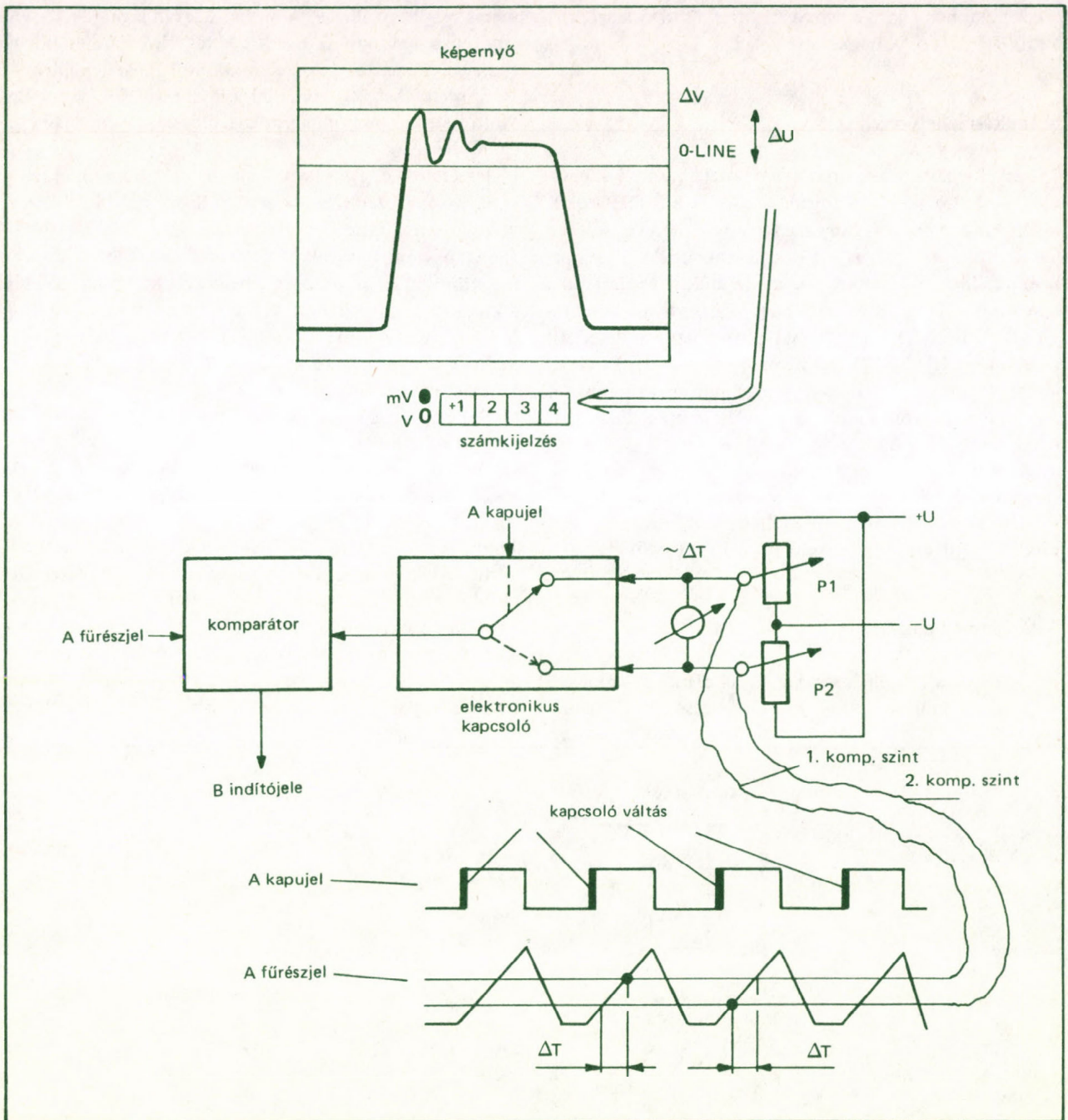
kell állítani. A mérés befejezése az EXT V billentyű megnyomásával történik. Ilyenkor a készülék visszaáll alapállapotába.

#### $\Delta T$ mérés

A mérés alapelve, hogy az A időjelgenerátor fűrészjele, a saját frekvenciájának megfelelő ütemben váltakozva a P1, majd P2 potenciómétereken beállított komparálási szinteknél indítja a B időjelgenerátort (4. ábra).

Így elérhető, hogy a fűrészjel frekvenciájával alternatív módon váltakozva a képernyőn két kivilágosított szakaszt láthassunk. Mivel a fűrészjel linearitása igen nagy, a B kivilágítójelek indulási pontjai között eltelt idő arányos a potencióméterek csúszkái között mérhető feszültséggel.

A  $\Delta T$  mérés menetét ismét egy példán mutatjuk be. Nyomjuk meg az INT BY B és  $\Delta T$  billentyűket, a B időalapot állítsuk sokkal rövidebbre mint A-t. A képernyőn két fénypont vagy vonal jelenik meg az időalapok beállításától függően, amelyeknek helyzete a DELAY és  $\Delta T$



3. ábra Feszültségmérés négyzögjelen (fent)

4. ábra A kettős komparálás elve (lent)

kezelőszervekkel tetszőlegesen állítható. A számkijelző a két pont, vagy vonal kezdőpontja közötti időt digitálisan mutatja. A mérés pontossága tovább fokozható, ha a B billentyűt nyomjuk meg, mert ebben az esetben a két kivilágosított szakaszt a B időalapnak megfelelő nyújtásban látjuk. Ez látható az 5. ábrán. Ekkor a két impulzus talppontjához állítjuk a kivilágosított szakaszok kezdőpontját. A jelgörcsület miatt a talppontok megkeresése nem eléggé pontos. Pontosabb eredményt kapunk, ha a b. képen szemléltetett módon, a két impulzus felfutó élét fedésbe hozzuk egymással B üzemmódban. Az EXT V billentyű megnyomására a készülék alapállapotába áll vissza.

### 3. X-Y üzemmód négy csatornán

A négy függőleges eltérítő erősítőcsatorna közül bármelyik használható vízszintes eltérítésre is. Ebben az esetben az EXT TRIG or X billentyűvel választható ki a vízszintes eltérítés csatornája. A fennmaradó három csatorna függőleges eltérítő erősítőként működik CHOPPED üzemmódban. A vízszintes eltérítés csatolási módjai és érzékenységi adatai megegyeznek a csatornaerősítő adataival, kivéve a sávszélességet ami 5 MHz-re csökken. A vízszintes és függőleges eltérítés közötti fázishiba 1 MHz-en kisebb  $3^\circ$ -nál. Lehetséges négy Lissajous-ábra felrajzo-

lása egyidőben, ha a közös vízszintes eltérítő feszültség az EXT TRIG or X bemenetre kerül.

#### 4. Indítási lehetőségek

A négy függőleges csatornaerősítő közül bármelyik használható külső indítójel fogadására. Az EXT TRIG or X billentyű megnyomásával választható ki, melyik csatorna jele indítsa az A jelű fűrészelgenerátort. Ennek az üzemmódnak nagy előnye, hogy az indítójel is látható a képernyőn. Lehetőség van a négy csatorna külső indítására is az EXT TRIG or X csatlakozón keresztül. COMP állásban a CH 1 és CH 2 csatornák jelei együtt, LINE állásban a hálózati 50 Hz-es jel szolgál indítójel forrásként. Az A fűrészelgenerátor alul vagy felülráteresztő szűrők közbeiktatásával is indítható.

A B fűrészelgenerátor indítása történhet bármelyik csatorna jelével, vagy az A fűrészel DELAY kezelőszervvel beállított komparálási pontjánál. Az előző esetben az indítási zaj (jitter) nagymértékben csökkenthető.

#### 5. Beépített multiméter

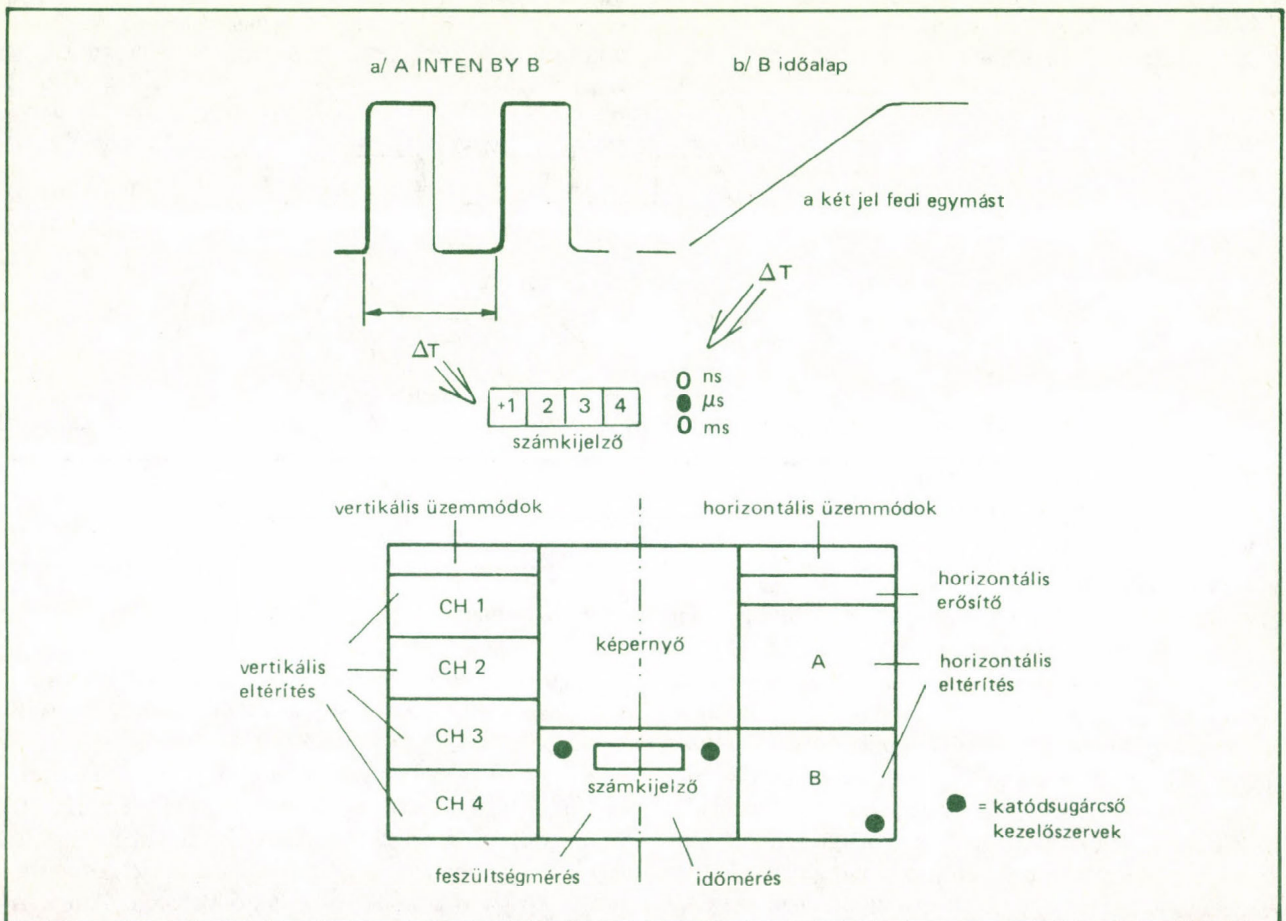
A képernyő alatt elhelyezett 3 és fél digites számkijelző a beépített multiméterrel együtt feszültség és ellenállás-

mérésre is használható. A méréshatárváltás mindkét esetben teljesen automatikus. EXT V vagy EXT kohm billentyűk lenyomásával az oszcilloszkóptól függetlenül lehetséges méréseket végezni 1000 V-ig, illetve 1999 kohm-ig. Multiméter üzemmódban az oszcilloszkóp is használható egyidőben.

Ismeretes, hogy a hagyományos oszcilloszkópok előlapja a sok kezelőszerv miatt rendkívül zsúfolt, sokszor nehezen áttekinthető, ezért a készülék fejlesztése során alapvető szempont volt a felhasználó számára a kezelés megkönnyítése. A középen elhelyezett katódsugárcső jól elkülöníti a bal oldalon a vertikális és jobb oldalon a horizontális beállító szerveket. A képernyő alatt helyezkednek el a feszültség és időmérő egységek, valamint a képbeállítás kezelőszervei (6. ábra).

Színfoltok és kontúrvonalak jelzik az összetartozó állítószerveket.

Az oszcilloszkópban számos új elektromos és technológiai megoldás található, amelyek nagymértékben növelik megbízhatóságát... A VOLTS/cm kapcsoló egy BCD kódkapcsoló, ami reed-releket és a készülék logikáját vezérli. A TIME/cm kapcsolók programhengeres kivitelűek. A billentyűk megnyomása hosszú élettartamú vezetőgumi érintkezőket működtet. A készülék elektromos áramkörei három nyomtatott áramköri lemezen helyezkednek el, amelyek kábelezés nélkül csatlakoznak egymáshoz és egyenként, önállóan mérhetőek. A nyomtatott



5. ábra Időmérés: A INT BY B (a) és B (b) üzemmódokban (fent)

6. ábra Az EMG 1560 típusú oszcilloszkóp előlapjának elrendezése (lent)

áramköri lemezek számítógéppel történő rajzolása lehetővé tette az induktív jellegű kompenzálások fólián való elkészítését. Ugyancsak nyomtatott áramköri lemezen készült a vertikális erősítő művonala. Tekintettel arra, hogy a trigger és fűrészáramkörök ECL tokokból épültek, 90 ns késleltetés elegendőnek bizonyult. Új rendszerű a nagyfeszültségű tápegység. A transzformátor egy fazékvasmagon helyezkedik el, és a nagyobb feszültséget félvezető feszültségsokszorozók állítják elő. A kisebb váltófeszültség következtében az áramkör szórása olyan mértékben csökkent, hogy az egész egységet az alapelemekre lehetett építeni.

A készülék hordozható kivitelű. Fogantyúja egyben a készülék alátámasztását is szolgálja. Tömege kb. 9 kg, méretei: 187 mmx332 mmx390 mm.

#### FONTOSABB ELEKTROMOS ADATOK

Katódsugárcső: D 14-652/R-GH Telefunken  
(80 x 100 mm hasznos ernyőfelület, belső raszter, zöld, közepesen gyors utánvilágítás, 12 kV gyorsító feszültség.)

#### Függőleges eltérítés

Csatornaszám: 4 (ALT, CHOP, ADD, ADD-INVERT üzemmódok)  
Bemeneti imp.: 1 Mohm / 20 pF  
Sávszélesség: 100 MHz (-3 dB)  
Max. érzékenység: 5 mV/cm  $\pm$ 3%

#### Vízszintes eltérítés

Üzemmódok: A,A INT BY B, B,XY  
Vízszintes eltérítő erősítő: bármelyik függ. csatorna vagy EXT X  
Sávszélesség: 5 MHz (-3 dB)  
Erősítés növelés: x10  
Időeltérítő generátorok: A (késleltető), B (késleltetett)  
Max. időeltérítési sebesség: 50 ns/cm  $\pm$ 3% (5 ns/cm x10 nyújtásnál)

Az üzemmódok: AUTO, NORM, SINGLE  
Indítás: bármelyik függ. csatorna vagy EXT TRIG

A csatolás: AC, DC, LF REJ, HF REJ

A forrás: COMP, CH 1-4, EXT, LINE

B forrás: CH 1-4, NO TRIG

Polaritás: + vagy - átkapcsolható

Fénykioltás: kb. 5 V kioltás (\*jel csökkenti s fényerőt)

Kimenő jelek: CAL, A és B kapujel

Feszültségmérés: 1,999 ... 1000 V  $\pm$ 1%

Ellenállásmérés: 1,999 ... 1999 kohm  $\pm$ 1,5%

Fogyasztás: kb. 90 W

## Beckman Instruments bioanalitikai műszereinek szervize

MTA MMSZ – SZERVIZKÉPVISELETI FŐOSZTÁLY  
Budapest XI., Szakasits Á. u. 59-61.  
Levélcím: Budapest, Pf. 58. 1052  
Telefon: 662-336  
Telex: 22-6936 akamu

Ultracentrifugák  
Nagysebességű centrifugák  
Spektrofotométerek (UV látható tartomány)  
Folyadékszintillációs berendezések  
Gamma számlálók  
HPLC rendszerek, detektorok és integrátorok  
Plazma-emissziós spektrométerek  
Aminosav analizátorok  
Adatfeldolgozó rendszerek  
Laboratóriumi regisztrálók

**mérési feladatok  
megoldásában**  
ÉS  
**műszervásárlásnál**  
SEGÍTI MUNKÁJÁT A  
**szaktanácsadás!**

Műszer- és mérés technikai  
tanácsadás

Országos  
Műszernyilvántartás

Országos  
Műszerszervíz Nyilvántartás

Szabad Műszerkapacitás  
Adattár

Műszer Prospektustár

MTA MMSZ  
SZAKTANÁCSADÁSI  
OSZTÁLY



Budapest, XI. Szakasits Á. út 59-61.  
Telefon: 662-366X  
Telex: 22-6936 akamu



# Válogatás az Országos Műszernyilvántartás nagyértékű műszerújdonságaiból

Összeállította: KÖFALVI JENŐ

## Hordozható sokcsatornás analízátor,

10 PLUS típus. Canberra, USA

Csatornaszám: 4096, számlálás:  $2^{24}$  ...1/csatorna (4 K memória), mikroszámítógép vezérlés, hordozható Ge(Li) detektor.

## Folyadékszcintillációs spektrométer,

1217 típus. LKB, Svédország

Mintatár: 300 normál v. 600 db mikrofiola, mérés 2 csatornán, standardizálás 2 csatornán, kemilumineszcencia észlelés 1 csatornán, számítógép vezérlés, automatikus kioltáskompensáció és háttérkorrekció.

## Röntgenfluoreszcenciás spektrométer,

VF 320 típus. Shimadzu, Japán

Méréstartomány: oxigéntől uránig, automatikus impulzus amplitúdó-eloszlás mérés, számítógép vezérlés.

## Automatikus röntgendiffraktométer porok mérésére,

PW 1710 típus. Philips, Hollandia

Goniométer beállítás pontossága:  $0,0025^\circ$ , detektor számlálási sebessége: 500 000 c/s, vezérlő számítógép: PDP-11/24, 256 Kbájtos memória.

## Kénelemző,

TSO2 típus. Mitsubishi, Japán

Méréstartomány: 10 ng...20 µg, minta: 1...200 µl folyadék v. 1...20 ml gáz, pontossága: 2 ng.

## Egyenáramú plazmaspektrométer,

Spectraspan-VI típus. Beckman, USA

Hullámhossztartomány: 190...900 nm, Czerny-Turner monokromátor: 0,75 m, argongáz burok, számítógép vezérlés.

## Nagyfrekvenciás spektrum analízátor,

TR 4172 típus. Takeda Riken, Japán

Méréstartomány: 50...1800 MHz, Tracking generátor beépítve, vezérlés: GP-IB.

## Nagyfrekvenciás spektrum analízátor,

MS 710 A típus. Anritsu Electric Co. Japán

Méréstartomány: 10 MHz...23 GHz, -115...30 dBm, dinamika: 100 dB, vezérlés: GP-IB.

## Sokcsatornás analízátor

2802 MCA típus. Canberra, USA

Csatornaszám: 4096, számlálás csatornánként:  $2^{24}$  ...1, polaritás: programozható pozitív vagy negatív, 4K memória (24 bit), beépített RS-232-C interfész, mikroszámítógép vezérlés.

## Termovíziós berendezés

782 SW típus. AGA, Svédország

Spektrális tartomány: 3,5...5,6 µm, hőmérséklettartomány: -20...850 °C, IR detektor: InSb, érzékenység: 0,1 °C; 30 °C-nál, lencsék látószöge: 3,5...40°, színes monitor.

Összeállította: CSONT TAMÁS—KÖFALVI JENŐ—RADNAI RUDOLF

## KÉZI MULTIMÉTER, G-1004.500 TÍP.

RFT, Erfurt, NDK

Az 1. ábrán látható multiméter különlegessége, hogy kezelésére az egyik kéz elegendő, mivel valamennyi kezelőszerv azonos oldalon van és ujjnyomással működtethető. Ez megkönnyíti és meggyorsítja használatát. További tulajdonságok: 3 és 1/2 digit, 9 mm-es LCD kijelző, 28 méréstartomány, akusztikus jelző rövidzárkereséshez és automatikus polaritásjelzés. A műszer valamennyi méréstartományban 250 V AC/DC feszültség ellen védett.

Főbb műszaki adatok

egyenfeszültség mérőként

méréstartomány: 200 mV...1000V

felbontás: 100  $\mu$ V

pontosság: a mért érték 0,25%-a + 2 digit

egyenáram mérőként

méréstartomány: 200  $\mu$ A...10 A

felbontás: 100 nA

pontosság: a mért érték 0,5%-a + 2 digit

váltófeszültség mérőként

méréstartomány: 200 mV...1000 V

felbontás: 100  $\mu$ V

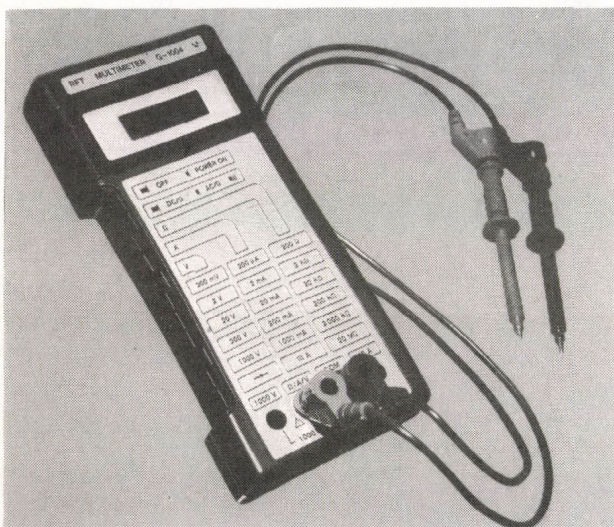
frekvenciatartomány: 45 Hz...1 kHz

váltakozóáram mérőként

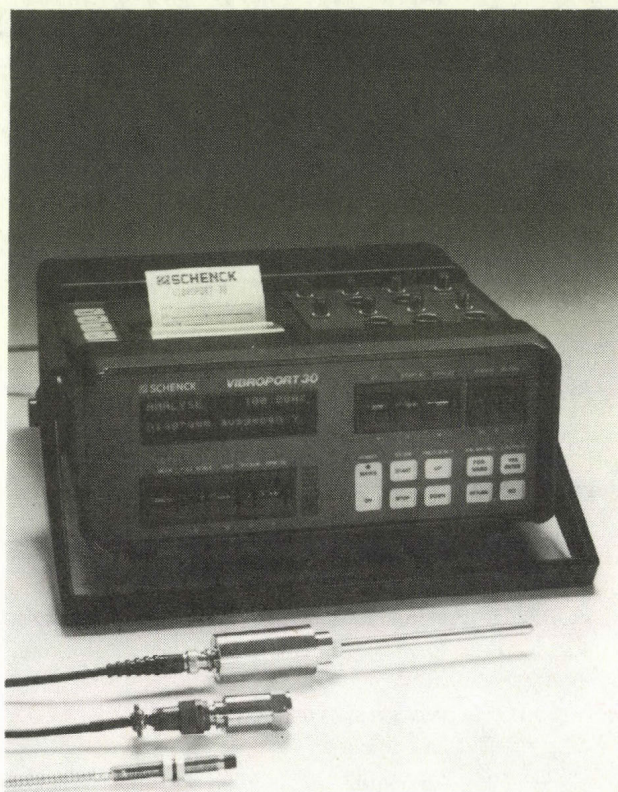
méréstartomány: 200  $\mu$ A...10 A

felbontás: 100 nA

frekvenciatartomány: 45 Hz...5 kHz



1. ábra RFT gyártmányú G-1004 tít. kézi multiméter



2. ábra Schenck gyártmányú Vibroport-30 tít. rezgésmérő

ellenállás mérőként

méréstartomány: 200 ohm...20 Mohm

felbontás: 100 mohm

pontosság: a mért érték 0,5%-a + 3 digit

tömeg: 0,5 kg

méret: 210 mmx95 mmx45 mm

## HORDOZHATÓ, UNIVERZÁLIS REZGÉSMÉRŐ, VIBROPORT-30 TÍP.

Carl Schenck AG., Darmstadt, NSzK

Különbéféle gépek, berendezések, épületek stb. rezgéseinek mérésére, kiértékelésére, hibaelhárítására fejlesztette ki a Carl Schenck cég a VIBROPORT típuscsalád legújabb, az 2. ábrán látható univerzális rezgésmérőjét, a VIBROPORT-30 típusú hordozható készüléket.

A robusztus, mikroprocesszor vezérelt rezgés mérő műszer az alábbi mérési feladatok elvégzésére alkalmas:

- forgó alkatrészek üzem közbeni statikus és dinamikus kiegyensúlyozatlanság mérésére,
- különösen nem állandó fordulatszámú rotorok zavarok okozó rezgéseinek vizsgálatára,
- különféle gépek rezgéseinek frekvenciaanalízisére,
- a gyorsulási és rezgési görbe fel- illetve lefutásának elemzésére,
- a rezgési amplitúdó és fázisátmenetek meghatározására,
- különféle mechanikai- és hullámrezgések érintés nélküli mérésére.

A készülék egyidejűleg 4 csatorna rezgésanalízist elvégzi, mindemellett alkalmas max. 64 rotor rezgésadatainak tárolására. Mivel a VIBROPORT-30 típusú rezgés mérő készülék automatikusan követi a kiegyensúlyozatlan test fordulatszámát, és így a kiegyensúlyozatlan rezgéseket nagy feloldóképességgel kiszűri, ezért az üzem közben fellépő fordulatszám-ingadozások és a zavaró rezgések a mérési eredményeket nem befolyásolják.

Sokféle alkalmazhatósága ellenére a készülék kezelése egyszerű; a különféle mérési funkciók szenzoros érintkezők segítségével kiválaszthatók.

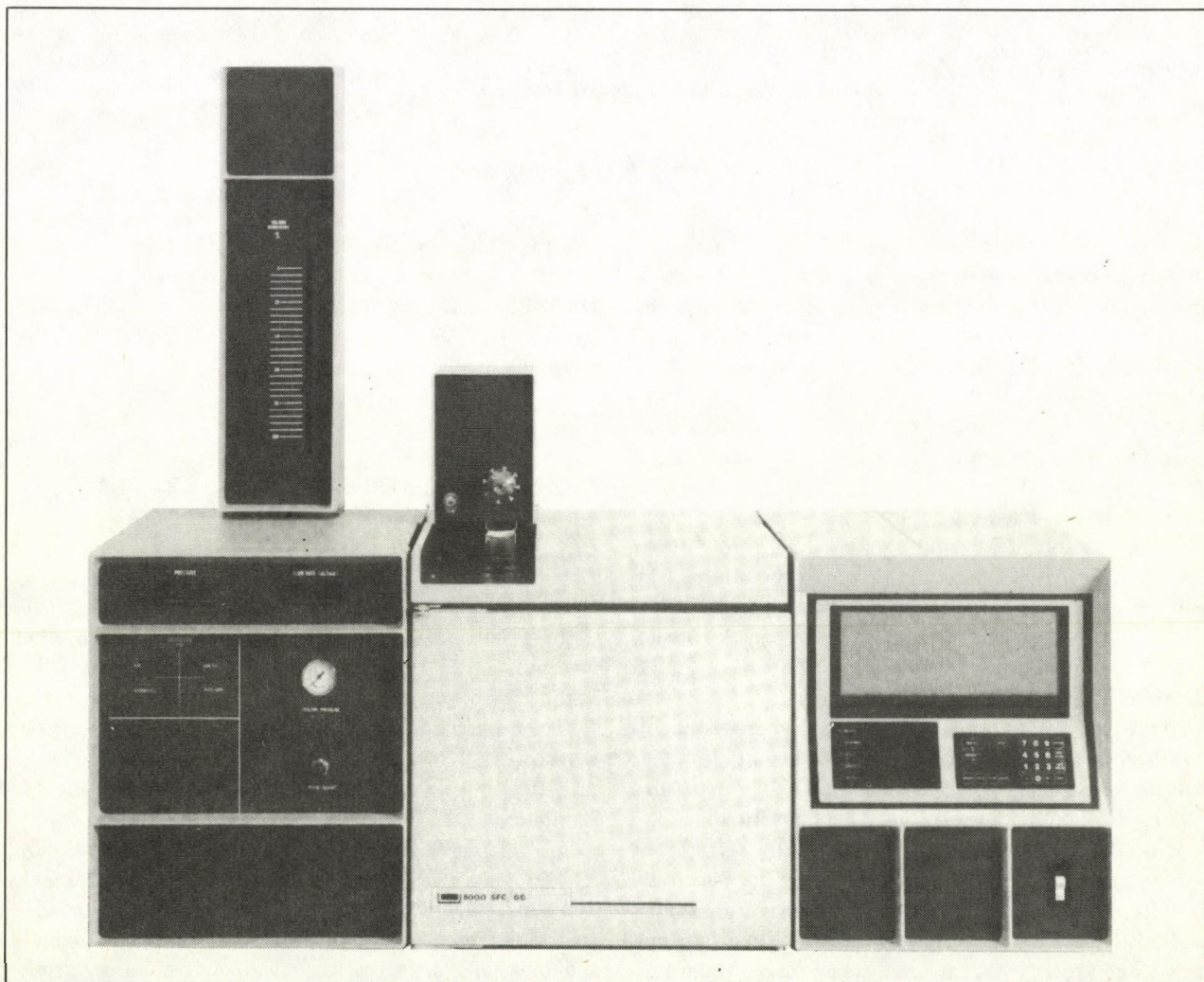
A mérési eredményeket (a rezgési amplitúdót, rezgési sebességet és -gyorsulást) a műszer digitálisan kijelzi, vagy a beépített nyomtatón kiírathatók. A mérési eredmények mértékegysége pedig metrikus- vagy inch egységekben választható.

A műszerhez tetszés szerinti elektronikus és érintés nélküli rezgésfelvevők csatlakoztathatók, a mérhető üzemi fordulatszám tartomány 50...100.000 l/s között van. A műszer beépített, tölthető Ni-Cd telepről vagy akár hálózatról is üzemeltethető. Valamennyi tartozékával együtt egy közepes méretű kiegészítőben elfér, így kutatási, fejlesztési és szerviz jellegű munkák elvégzésére egyaránt alkalmas, ebből következően igen sokoldalúan használható eszköz.

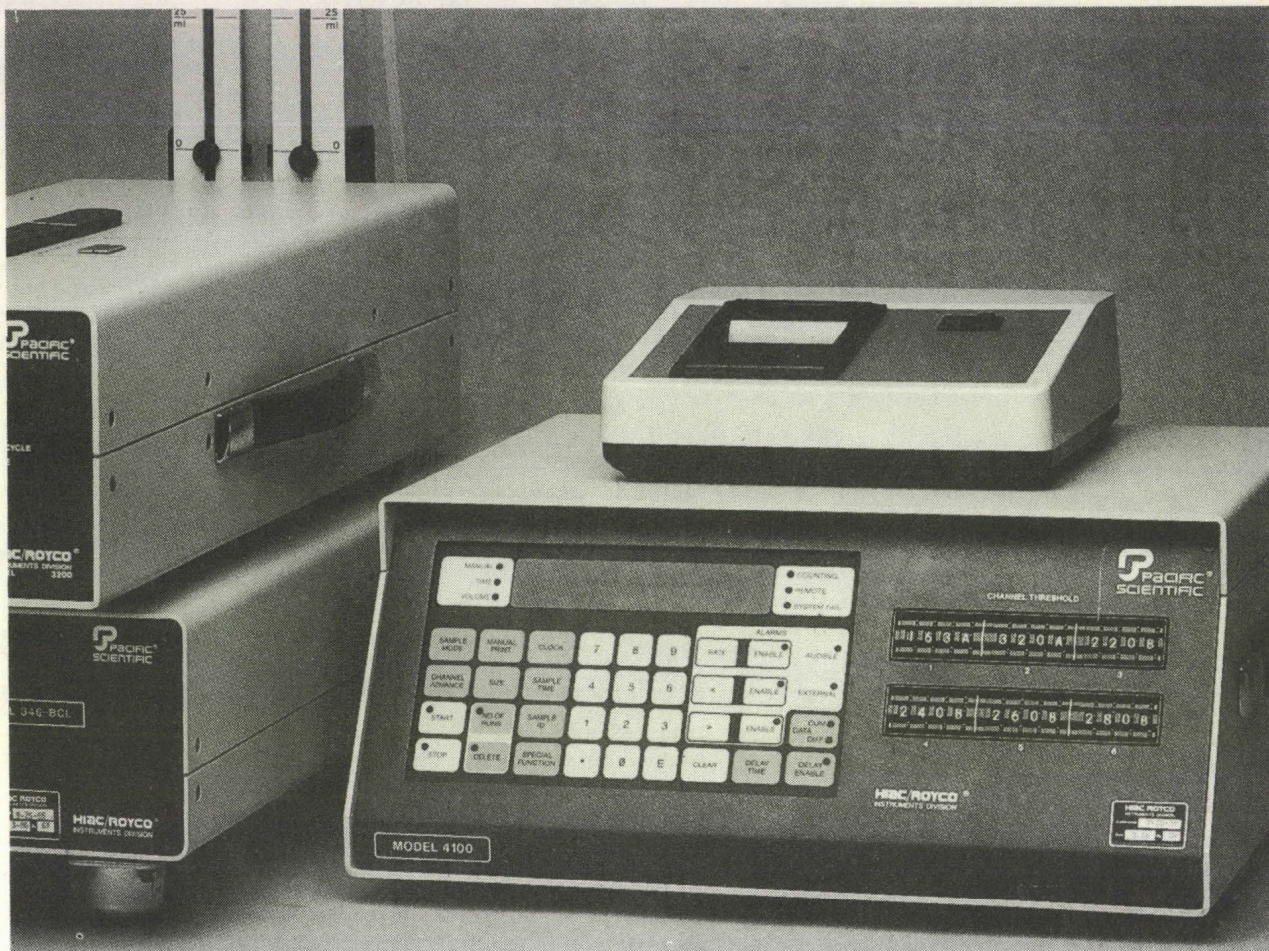
### SZUPERKRITIKUS FLUID KROMATOGRÁF, 5000 SFC/GC TÍP. CCS,

*Computer Chemical Systems, Avondale, USA.*

A szuperkritikus fluid kromatográfia új, nagyfelbontású elválasztástechnikai eljárás, amely különösen alkalmas nem illékony, poláris, termálisan instabil, nagymolekula-



3. ábra A Computer Chemical Systems 5000 SFC/GC típusú fluidkromatográfja



4. ábra HIAC/ROYCO gyártmányú 4100 típusú folyadék-részecske számláló

súlyú szerves vegyületek analizésére. Szuperkritikus állapotban levő fluidumnak mint mozgófázisnak magas az oldószer diffúziója és alacsony a viszkozitása folyadékkal összehasonlítva. Nagy a szolvatációs teljesítőképessége, valamint a gázokéhoz hasonló a diffúziós készsége. Emiatt nagyobb a kromatográfiai hatékonysága és az analízisek ideje rövidebb mint a folyadékkromatográfiánál. Ezenkívül messze meghaladja a gázkromatográfia lehetőségeit a kevésbé illó, hőinstabil szervesvegyületek tekintetében. További előnye, hogy mind a gázkromatográfiai, mind a folyadékkromatográfiai detektorok illeszthetők a készülékhez, úgyszintén lehetséges tömegspektrométer és Fourier-transzformációs infravörös spektrofotométer, sőt még induktívcsatolt plazmaspektrométer csatolása is. A 3. ábrán látható 5000 SFC/GC típusú készülékben elektronikusan vezérelt dugattyús szivattyú gondoskodik a nyomás és sűrűség változás programozott vezérléséről. A mintát a beépített forgó injektorszelep juttatja a kolonnára 0,05...1 µl-es lépésekben. Közben a nyomás és hőmérséklet a kolonnánál nem változik. A kolonnater hőmérséklete 400 °C-ig emelhető, 0,01 °C-os pontossággal és lépésekkel. A kolonnavegződéshez többféle, cserélhető, atmoszférikus nyomásra lefűvató kolonnaszűkítő illeszthető. A standard készülékben lángionizációs detektort (FID) találunk, de az összes többi kromatográfiai detektor is kapható hozzá, valamint SFC/MS

és SFC/FTIR illesztőegység. Az analízis feltételeit a beépített mikroszámítógépen programozhatják és a készüléket RS-232 interfésszel számítógéphez csatlakoztatjuk. Az analízis menetét a műszer képernyőjén jeleníthetjük meg.

#### LÉZERES FOLYADÉK-RÉSZECSEKE SZÁMLÁLÓ, 4100 TÍP.

HIAC/ROYCO Pacific Scientific GmbH,  
Leonberg, NSzK

A levegőben, gázokban vagy folyadékokban mindig jelen levő élő vagy élettelen anyagok apró részecskéi zavarólag hatnak a kutatás, a gyógyászat és az ipar egyes területein. Az ilyen részecskék koncentrációjának és nagyság szerinti eloszlásuknak ismerete igen fontos tényező a finommechanikai-, gyógyszer-, kozmetikai- és az élelmszeriparban.

A 4. ábrán bemutatott 4100 típusú részecskeszámláló műszer különféle folyadékokban „lebegő” részecskék koncentrációjának és méreteloszlásának meghatározására szolgál. A berendezés turbidimetrikus elektro-optikai elven működik. A mérés, hasonlóan más cégek gyártmányainál alkalmazott elvhez, itt is a mintában lebegő

szennyezőrészecskékre beeső optikai sugárzás (lézerfény) irányával  $0... \pm 45^\circ$ -os szöget bezáró szórt fény mérésén alapul. A részecskéken szóródó sugárzás a műszer detektorára jut, amely a szórt sugárzással arányos elektromos jeleket állít elő. A részecskék mérete és eloszlása a szórt sugárzás erőssége- és irányszöge alapján meghatározható.

A műszer szubmikron mérettartományban  $0,4 \mu\text{m}$ -nél nagyobb átmérőjű részecskéket képes egyenként detektálni. Érdekessége, hogy minden mérés előtt ellenőrzi a készülék működőképességét, ezenkívül automatikus belső kalibrációval is rendelkezik; vagyis minden egyes mérési ciklus után 1 s alatt kalibrálja önmagát.

A 6 csatornás részecskenagyság analizáló max. 3500 részecske/ml koncentrációig mér, 7%-nál kisebb koincidenca hibával. A berendezés erősen korrozív folyadékokban történő mérésre, szélsőséges ipari alkalmazásokra is alkalmas.

A készülék mikroprocesszor vezérlésű. A részecskék nagyság szerinti eloszlása hisztogram formájában megjeleníthető, így mód van arra, hogy egy adott tartományba eső részecskeszámot összehasonlítsuk a más méréshatárokkal, vagy akár az egész méréstartományba eső részecskék számával. A mért értékek leolvashatók a 20 számjegyes digitális kijelzőn, vagy tetszés szerint nyomtatón is. A készülék RS-232-C soros interfésszel rendelkezik.

#### FŐBB MŰSZAKI ADATOK

mérési tartomány:

részecskeméret:  $0,4...500 \mu\text{m}$

koncentráció: max. 3500 részecske/ml

felbontóképesség: 1%

pontosság: 2%

üzemi nyomás: max. 180 bar

áramló mennyiség:  $6 \text{ ml/min}...150 \text{ l/min}$

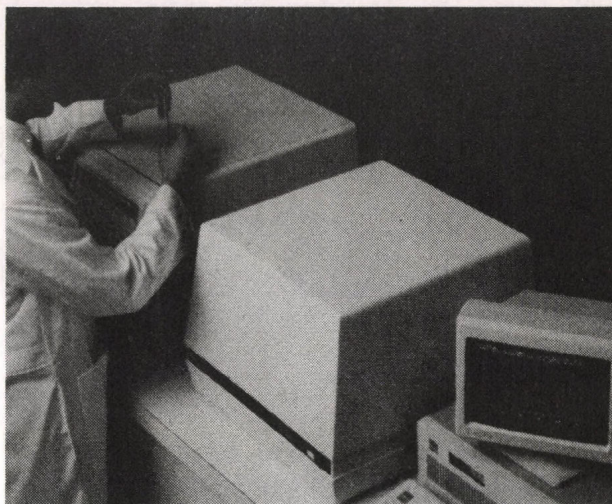
üzemi hőmérséklet:  $5...57 \text{ C}$

telj. felvétel: max. 30 W

#### TÖMEGSZELEKTÍV GÁZKROMATOGRÁFIÁS DETEKTOR, ION TRAP DETECTOR ITD 811 TÍP

Finnigan Co., San Jose, USA

Az ITD 811 típusú detektor (5. ábra) valójában egy kis-méretű, olcsó, gázkromatográfhoz közvetlenül illeszkedő, különleges üzemmódú tömegspektrométer. A detektor cellája két pólussarokból áll, amelyek között egy szigetelt gyűrűs elektród helyezkedik el. Az első pólussarok előtt találjuk a két izzókátodót az ionizációhoz szüksé-



5. ábra Finnigan ITD 811 típ. gázkromatográfus detektor

ges elektronsugár előállítására, míg a második pólus után a folyamatos erősítésű elektronsokszorozó érzékelő (channeltron) helyezkedik el. A gyűrűs elektródra nagy-frekvenciás teret kapcsolnak, amelynek amplitúdóját folyamatosan változtatják. Az ionizációs forrásban képződött ionfragmentumok a gyűrűs elektródnál mintegy csapdába esnek és az amplitúdó pásztázás alatt csak a tömegüknek megfelelő fázisállapotban haladhatnak tovább az érzékelőhöz.

#### FŐBB MŰSZAKI ADATOK

Ionizációsforrás: EI, kívánságra CI

Tömegtartomány:  $20...650 \text{ ATE}$

Pásztázási sebesség:  $0,125...2,0 \text{ s/pásztázás}$

Felbontóképesség: 1 ATE a teljes tartományban

Érzékenység: 100 pg hexaklórbenzol hexánban

GC-MS illesztőegység: atmoszférikusnyomáson üzemel, a hőmérséklettartománya  $200...300 \text{ C}$

Vákuumrendszer: léghűtéses turbomolekuláris pumpa, elővákuumszivattyúval

Méret:  $40 \text{ cm} \times 53 \text{ cm} \times 65 \text{ cm}$

Tömeg: 43 kg

Csatolt számítógép PC/AT turbo

Főmemória: 640 Kbájt

Rugalmas mágneslemez: 360 kB + 1,2 MB

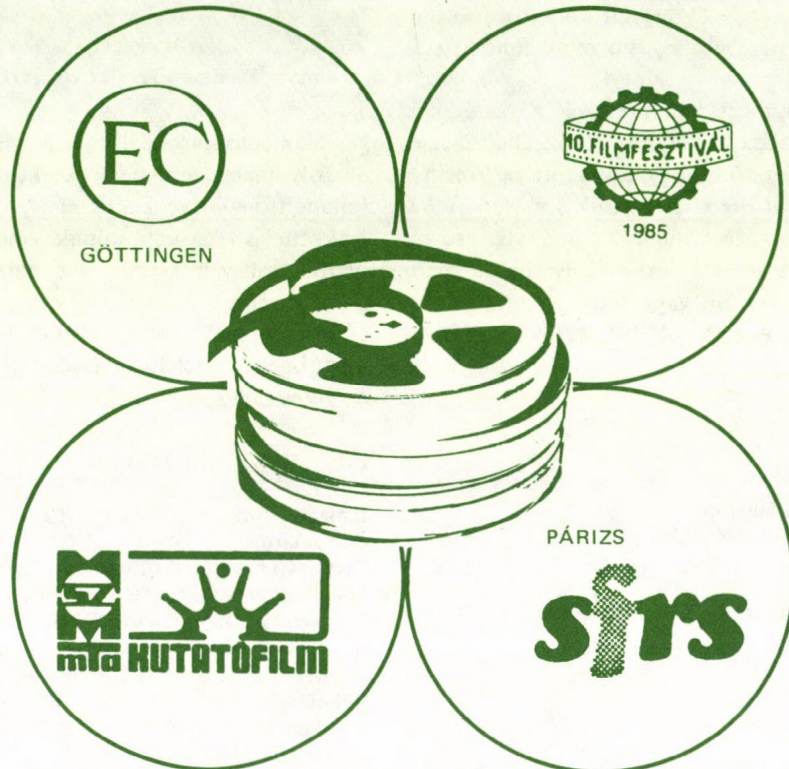
Winchester mágneslemez: 30 MB

Operációs rendszer: DOS 3.1

A standard változatban 3000 vegyület spektruma van a könyvtárban, kívánságra az NBS/EPA könyvtárban 42 222 spektrum található. További igényelhető kiegészítések: kapilláris kolonna injektor, automatikus mintaváltó, felhasználói programcsomag, kezelői kiképzés.



# Felsőoktatási és Kutatófilm tár



Az Encyclopaedia Cinematographica biológiai  
és műszaki filmjei

Műszaki Filmfesztiválok filmjei

Saját készítésű kutató- és oktatófilmek

Francia tudományos-műszaki filmek

MTA MMSZ Felsőoktatási és Kutatófilm tár  
Budapest XI. Szakasits Á. út 59–61.  
Levélcím: Budapest, Pf. 58. 1502

Telefon: 662-366/203 m.  
Telex: 22-6936 akamu

Összeállította: RADNAI RUDOLF és KÓFALVI JENŐ

**Smart, G.—Langeland-Kundsen, J.: THE CRI DIRECTORY OF EXPERT SYSTEMS**

*Oxford, Learned Information LTD, 1986, 364 p.*

A CRI (Computer Resources International) dán intézetet 1978-ban alapították korszerű adatfeldolgozó rendszerekkel kapcsolatos kutatásokra. A CRI sokoldalú tevékenységének kezdettől fogva fontos része volt a szakértői rendszerekkel kapcsolatos információk gyűjtése. Ennek eredményeként jelentették meg az elmúlt évben a szakértői rendszerek gyűjteményét. A kiadvány a rendszerek nevének ABC sorrendjében tartalmazza az adatokat. Az egyes szakértői rendszerek alábbi adatai szerepelnek a felsorolásban: a rendszer neve, a kidolgozó intézmény neve, a rendszer feladata, a rendszer kidolgozottsági szintje, a rendszert ismertető cikkek és szakkönyvek felsorolása, rövid idézet a legfontosabb irodalomból. A gyűjtemény a MIT ABEL rendszertől, a California Intelligence cég XSYS elnevezésű rendszeréig több ezer szakértői rendszer adatait tartalmazza. A gyűjtemény nemzetközi, az amerikai, a japán és angol rendszerek felsorolása mellett megtaláljuk a lengyel, a szovjet és a magyar rendszereket is.

A gyűjteményben való eligazodást három index segíti. Ezek a rendszer témája, a tervező neve és a kidolgozó intézet neve szerint rendezett felsorolások.

A CRI a gyűjtemény időszakonként megismételt kiadását tervezi, a jövőbeni bővített kiadások az első kiadásban már ismertetett rendszerekkel kapcsolatos újabb adatokat is tartalmazni fogják.

**Annino, R.—Driver, R. D.: SCIENTIFIC AND ENGINEERING APPLICATIONS WITH PERSONAL COMPUTERS**

*New York, Wiley, 1986, 577 p.*

A mérés technika legjellemzőbb vonása napjainkban a számítógépek egyre szélesebb körű használata. A számítógépek részint beépülnek a műszerbe, másrészt egyre több területen alkalmaznak számítógép vezérlésű mérőrendszereket, amelyekben valamilyen személyi számítógép irányítja a mérést és végzi a mérési adatok kiértékelését.

Annino és Driver könyve az IBM PC és az Apple II típusú számítógépek és ezek kompatibilis változatainak

mérés technikai alkalmazásával foglalkozik. A szerzők részletesen tárgyalják a fenti számítógépek mérőrendszerbe való illesztésének kérdéseit. Ismertetik a szabványos soros és párhuzamos interfész-rendszereket, mindenekelőtt az IEC-625/IEEE 488 rendszert és foglalkoznak a mérőrendszerek összeállításakor és programvezérlésekor adódó problémákkal. A könyv sok mintaprogramot tartalmaz, ezek főleg BASIC nyelvűek, de a szerzők bemutatják az assembler nyelvek használatát is néhány konkrét példával.

A könyv befejező része a digitális jelfeldolgozásról és az adatkiértékelésről szól. Integrálás, differenciálás, görbeillesztés, Gyors-Fourier Transzformáció, mátrix műveletek és modellezési kérdések szerepelnek ebben a részben. A könyv kitűnő segédeszköze lehet a számítástechnikában még járatlan, de iránta érdeklődő mérés technikai szakembereknek.

**Dosch, F. A.—GALL, S.—Geltinger, J.—Helbing, J.—Jonas, H.: SELBSTBAU VON IEC-BUS-MESSPLÄTZEN**  
*Berlin, VDE, 1986, 247 p.*

Az IEC (IEEE-488, GP-IB, HP-IB) interfész ma már a mérés technika egyöntetűen elfogadott, egységes csatlakozórendszere. Elterjedésében döntő szerepet játszott, hogy kidolgozásakor megfelelő szabadságot hagytak az egyes rendszerek tervezőinek, így ez az interfész a legkülönbözőbb feladatokra használt rendszerek összekapcsolására alkalmas.

A nagy európai műszergyárak közül a nyugatnémet Rohde Schwarz cég élenjár az IEC interfész elterjesztésében, jelenlegi gyártmányai kivétel nélkül illeszthetők ehhez a rendszerhez. A VDE kiadó a Rohde Schwarz cég kezdeményezésére jelentette meg ezt a könyvet, szerzői közül többen a műszergyár alkalmazottai.

A könyv három fő részből áll. Az első rész az interfész elméleti alapjait mutatja be, az elektromos és mechanikai előírásokat és a különböző interfész funkciókat. A második rész az interfész gyakorlati kiépítését megkönnyítő építőelemeket mutatja be. A harmadik rész IEC rendszerek összekapcsolásával és programozásával foglalkozik.

A szerzők arra törekedtek, hogy ne csak elméleti ismertetéssel, hanem konkrét gyakorlati tanácsokkal is segítsék az olvasót az automatikus mérőrendszerek össze-

állításában és programozásában. Ennek köszönhető, hogy a mű nemcsak az IEC interfész működésének megismerésére alkalmas, hanem a megépített rendszerek használatakor referenciaként is szolgálhat.

**Heinemann, H.: EINFÜHRUNG IN DIE INDUSTRIEROBOTER-TECHNIK**

*Essen, Vukan, 1986, 76 p.*

A robotok alkalmazása az ipari gyártásban jellemző tendencia a fejlett ipari országokban. Napjainkban ebben elsősorban Japán és az Egyesült Államok jár az élen, de egyre terjed a robotok alkalmazása az NSZK-ban is. A Vukan könyvkiadó egy alapfokú ismertető könyv kiadásával járult hozzá az új technológia elterjesztéséhez. A könyv szerzője Herbet Heinemann a ROBOT CONSULT elnevezésű szaktanácsadó vállalat alapítója, akinek sokéves tapasztalata van a robotok alkalmazásának előkészítésében. A szerző már a könyv előszavában leszögezi, nem a robot-technika műszaki kérdéseivel kíván foglalkozni, hanem a robotok alkalmazásával kapcsolatos kérdésekkel. Ennek megfelelően a könyv olyan témákat tárgyal, mint gazdaságosság, termelékenység, beszerzési költségek, karbantartás stb.

A könyvet elsősorban a gyártásautomatizálással foglalkozó vezetők figyelmébe ajánljuk.

**Eder, H.—Kiefer, J.—Luggen-Hülscher, J.—Rase, S.: GRUNDZÜGE DER STRAHLENKUNDE FÜR NATURWISSENSCHAFTLER UND VETERINÄRMEDIZINER**

*Hamburg, Paul Parey, 1986, 167 p.*

Napjainkban a környezetvédelem és az egészségügy területén egyre nagyobb figyelmet fordítanak a radioaktív sugárzás káros hatásainak vizsgálatára. Ezzel a rendkívül aktuális problémával foglalkozik a Paul Parey kiadó egészségügyi tankönyvsorozatának új kötete.

A szerzők a könyv bevezetőjében a röntgen és a radioaktív sugárzás fizikai alapjait ismertetik. A következő rész a sugázméréssel foglalkozik, ebben a fejezetben a szerzők bemutatják a különböző műszerek felépítését, mérési elvét, mérési tartományát. A könyv legterjedelmesebb fejezete a sugárzásnak az élő szervezetre gyakorolt hatásával foglalkozik. A sugárzás okozta betegségek ismertetése mellett statisztikai adatokat közölnek a sugárdózis és az egyes betegségek előfordulási gyakoriságának összefüggéséről (Hiroshima, Nagasaki). A könyv egyik legérdekesebb része az élelmiszer-radiológiával foglalkozik, részletesen tárgyalva a sugárzás fizikai, kémiai toxikológiai és mikrobiológiai hatását.

A könyv befejező része a sugárzás elleni védelemmel foglalkozik, ebben a részben szerepelnek a Német Szövetségi Köztársaságban a sugárvédelem témakörében kiadott szabványok.

**Bürger, E.—Korzak, G.: FACHWÖRTERBUCH ROBOTERTECHNIK**

*Heidelberg, Hüthig, 1986, 300 p.*

A modern technika és technológia megismerésének egyik akadálya a szakmai információ terjedését szolgáló eszközök mint például a korszerű műszaki szótárak hiánya. Természetesen nem könnyű feladat a rohamosan változó szakmai szókincs feldolgozása a szótárakban. A Hüthig kiadó évek óta élen jár ebben a munkában, négy nyelvű szótársorozatának kiadásával. A sorozat új tagja a robot-technika szakkifejezéseit tartalmazza. A mintegy 7000 szakkifejezés angol, német, francia és orosz megfelelőit tartalmazó műnek két fő része van. Az első rész az angol szavak ABC sorrendű felsorolását tartalmazza az angol szavak mellett a másik három nyelv megfelelőivel. A másik részben három ABC sorrendű szószeret található, ezekből kereshetők ki a német, francia és orosz szakkifejezések.

**Hecht, J.: THE LASER GUIDEBOOK**

*New York, McGraw-Hill, 1986, 380 p.*

A lézereket napjainkban a tudomány és technika egyre több területén alkalmazzák sikerrel. Az alkalmazás sokrétűségének megfelelően egyre több fajta lézert gyártanak, eltérő jellemzőkkel és tulajdonságokkal. A korszerű lézertechnikában való eligazodást szolgálja Hecht könyve, amely történeti áttekintést ad a lézerek fejlődéséről, megismerteti az olvasót a fizikai alapokkal és bemutatja a leggyakrabban használt lézertípusokat. Az elméleti ismertetés mellett a könyv az alkalmazással kapcsolatban gyakorlati példákat is bemutat az orvostudomány és a különböző műszaki tudományok területéről.

Néhány fejezetcím a könyvből: A lézer története, Elméleti alapfogalmak, Hélium-Neon lézerek, Széndioxid lézerek, Nitrogén lézerek, Festéklézerek, Lézer-diódák, Egyéb szilárdtest lézerek.

A könyvet egy igen jól összeállított Függelék egészíti ki. Ebben a legfontosabb lézertechnikai kifejezéseket tartalmazó minilexikon és részletes összehasonlító-táblázat van. Ez utóbbiban az ismertebb lézertípusok jellemző adatai találhatók.

**Schäfer, W.—Terlecki, G.: HALBLEITERPRÜFUNG. LICHT- UND RASTERELEKTRONENMIKROSKOPIE**

*Heidelberg, Dr. Alfred Hüthig, 1986, 259 p.*

A félvezetők gyártástechnológiájában az elmúlt években bekövetkezett hatalmas ütemű fejlődés elképzelhetetlen lett volna korszerű vizsgálóberendezések nélkül. Schäfer és Terlecki könyve a félvezetők gyártástechnológiai vizsgálatait során használt fény- és elektronoptikai műszerekkel ismerteti meg az olvasót. A szerzők a könyv címének megfelelően a mikroszkópokkal és a pásztázó



elektronmikroszkópokkal foglalkoznak legnagyobb részletességgel. Emellett, azonban számos más vizsgálati eljárást is bemutatnak, mint a fény- és lézerinterferometriát, az ellipszometriát, a spektrometriát, a spektrálfotometriát. A mérési elvek ismertetése mellett bemutatják az egyes műszerek felépítését, és gyakorlati példákon keresztül azok használatát.

A könyv befejező fejezetében a szerzők néhány új, a jövőben várhatóan nagy jelentőségű vizsgálati eljárást mutatnak be, mint az akusztikus mikroszkópia, a pásztázó lézermikroszkópia és a röntgenmikroszkópia.

**Stokes, A. V.: CONCISE ENCYCLOPEDIA OF INFORMATION TECHNOLOGY**

*Aldershot, Wildwood House, 1986, 305 p.*

Az utóbbi néhány évben egész sor rövid lexikon jelent meg, amelyekben a számítástechnika vagy valamilyen azal kapcsolatos témakör szakkifejezéseit dolgozzák fel a szerzők. Stokes egy igen divatos, a számítástechnikához szorosan kapcsolódó szakterület az információ-technológia szakszavainak magyarázatára vállalkozott könyvében.

Mitől jó egy kislexikon? Ha sok tárgyszót tartalmaz, és az egyes szavakhoz tömör, valóban a lényegét ismertető magyarázat tartozik. A Stokes által összeállított lexikonban több mint 3000 szakkifejezés szerepel, valamennyi tömör, érthetően megfogalmazott magyarázattal. A hasonló értelmű szavakra utalások hívják fel az olvasó figyelmét. Rendkívül hasznosak a szakirodalmi utalások, amelyekkel a szerző a további ismeretszerzéshez nyújt segítséget.

A könyvet egy igen részletes ABC sorrendű rövidítésjegyzék egészíti ki.

**Meijer, A.—Peeters, P.: COMPUTER NETWORK ARCHITECTURES**

*Rockville, Computer Science Press, 1986, 396 p.*

A számítógépes hálózatok rendszerelemei közti kommunikációt leíró szabványok és ajánlások átfogó rendszere az OSI (Open System Interconnection) különböző nemzetközi szabványszerkezetek (ISO, CCITT) és a nagy számítógépgyártók közös munkája alapján született meg. A nyílt rendszer elnevezése arra utal, hogy a szabványos eljárásokat alkalmazó felhasználók akkor is kommunikálhatnak egymással, ha berendezéseik nem ugyanazon gyártótól származnak.

Meijer és Peeters könyve a nyílt rendszerek használatának elméleti és gyakorlati kérdéseivel foglalkozik. A könyvnek három fő része van. Az első részben a szerzők egy elméleti, ún. Referencia-model bemutatásával ismertetik meg az olvasót az elméleti alapokkal. A második rész néhány konkrét rendszer architektúráját mutatja be. Néhány ezek közül: SNA(IBM), DEVNET(DEC),

DCA(Univac), TRANSDATA(Siemens), DSA (Honeywell). A könyv harmadik része a nyilvános adathálózatok (Public Data Network) leírásával foglalkozik a CCITT X-sorozatú ajánlásainak bemutatásával.

A könyvet terjedelmes Függelék zárja, ebben a témával foglalkozó szabványok és ajánlások jegyzéke és hasznos összehasonlító táblázatok találhatók.

**Medland, A. J.—Burnett, P.: CAD/CAM IN PRACTICE**

*London, Kogan Page, 1986, 227 p.*

A számítógépes tervezés és gyártás (CAD/CAM) egészen a legutóbbi időkig a nagyvállalatok kiváltsága volt. Napjainkban a számítástechnika emberközelbe kerülésével megnyílt az út afelé, hogy közepes és kisvállalatok is alkalmazzák ezeket a módszereket. Ennek a ténynek megfelelően, a kis és középvállalatok vezetőinek szól Medland és Burnett könyve. A könyv két fő részből áll. Az első részben a CAD/CAM rendszerekkel kapcsolatos technikai ismereteket foglalják össze a szerzők. Bemutatják, hogy milyen hardver és szoftver elemekből épülnek fel a CAD/CAM rendszerek. Érthetően és egyszerűen magyarázzák el, hogy mire alkalmasak ezek a rendszerek és milyen esetekben célszerű hagyományos módszereket használni.

A könyv második része arról szól, hogyan illeszthetők a CAD/CAM rendszerek egy gyár szervezetébe, milyen változtatásokat és átszervezéseket igényelhet bevezetésük. A szerzők ebben a részben hangsúlyozzák, hogy a CAD/CAM bevezetése nem csupán egyszerű beruházást jelent, hanem tervezés és gyártás addigi műveleteinek alapvető változtatását, amely nemvárt problémák egész sorát hozhatja felszínre.

A könyv végén egy CAD/CAM minilexikon és a CAD/CAM rendszerek tervezésével és telepítésével foglalkozó amerikai és angol cégek felsorolása található.

**Cooke, D.—Craven, A. H.—Clarke, G. M.: STATISTICAL COMPUTING IN PASCAL**

*London, Edward Arnold, 1986, 184 p.*

Niklaus Wirth svájci matematikus 1968-ban dolgozta ki a Pascal programnyelv első változatát. Az eredetileg oktatási célra készült nyelv az ALGOL nyelvcsaládhoz tartozik. Jellemzője, hogy viszonylag könnyen tanulható és egyszerű a számítógépre vitele is. Ennek köszönhető népszerűsége. A Pascal programozási nyelv további fontos jellemzője, hogy elősegíti a strukturált programozást, amely igen fontos statisztikai analízis feladatok elvégzésékor.

A könyv a statisztikában leggyakrabban használt számítási feladatok áttekintésével kezdődik. Ezután a Pascal programok írásakor érvényes alapvető szabályokat

foglalják össze a szerzők. A könyv nagyobbik részét kitevő harmadik részben gyakorlati példák találhatók. Ez utóbbi részből az oktatás mellett referenciaként is szolgálhatnak a gyakoribb feladatokra kidolgozott mintaprogramok.

Néhány fejezetcím a könyvből: Általános statisztikai alapfogalmak, Adatkiértékelés táblázatos és grafikus alakban, Variancia és korreláció analízis, Regresszió, Szimuláció, Fájel kezelés stb.

**Jennings, F.: PRACTICAL DATA COMMUNICATIONS**

*Oxford, Blackwell, 1986, 243 p.*

Számítógépek összekapcsolásával, a számítógépes hálózatok telepítésének elméleti és gyakorlati kérdésével egyre több szakkönyv foglalkozik világszerte. A téma iránti fokozódó érdeklődés oka, hogy napjainkban általánosság vált a számítástechnikai eszközök munkahelyekre való kihelyezése. Ez utóbbi viszont csak akkor valósítható meg gazdaságosan, ha lokális és táv adatátvitellel biztosítjuk a számítástechnikai erőforrások kollektív felhasználását.

Jennings könyve a számítógépes hálózatok kialakításának és telepítésének gyakorlati kérdéseivel foglalkozik. A szerző az angol Data Logic cég alkalmazottjaként több éve vezet tanfolyamokat erről a témáról, a könyvben előadásainak anyagát adja közre. Az oktatásban szerzett tapasztalat meglátszik a szerző tömör célratörő stílusán, a könyv egységes szerkezetén, arányos tagoltságán.

A mű két fő részből áll. Az első részben témacsoportok szerint alapismereteket közöl a szerző. Néhány fejezetcím ebből a részből Modemek, Analóg hálózatok, Multiplexerek, Digitális hálózatok, Lokális hálózatok. A második részben a számítógéphálózatokkal kapcsolatos szabványok és ajánlások összefoglalása található. A szerzőt dicséri, hogy ez a rész is rendkívül áttekinthető, a bonyolult szabványok lényeges elemei jól kiemelve kerülnek ismertetésre.

**Schön, A. (Hrsg): DAS MODEM-BUCH**

*München, Francis, 1986, 227 p.*

Egyre nagyobb érdeklődés tapasztalható világszerte a számítógépes hálózatok iránt. A számítógépek közötti adatátvitel igénye, a számítástechnika legalsó szintjén, a személyi számítástechnikában is jelentkezik. Itt természetesen egyszerű és főleg olcsó berendezésekre van szükség az összekapcsoláshoz.

Schön könyve a személyi számítógépek közötti telefontvonalon történő adatátvitelben használható MODEM-ek (MODulator-DEModulator) készítésével kapcsolatos hardver/szoftver ismeretekkel foglalkozik. Az NSZK-ban különböző vállalatok forgalmazzák kitt-alakban modem-egységeket a legismertebb személyi számítógé-

pekhez. Az r+r electronic (Heidelberg) cég diszkrét áramkörü elemekből összeállítható kitt-et, az IBJ Steuerungstechnik (Delmenhorst) pedig egy integrált áramkörökből álló változatot forgalmaz. A könyvben ezeknek a berendezéseknek és a működtetésükhöz szükséges szoftvernek leírását találja meg az olvasó, sok gyakorlati tanáccsal, útmutatással.

Az igen gyakorlatias szemlélettel írt könyvet 102 ábra és 20 táblázat gazdagítja.

**Sheingold, D. H. Ed.: ANALOG-DIGITAL CONVERSION HANDBOOK**

*Englewood Cliffs, Prentice-Hall, 1986, 671 p.*

Az amerikai mikroelektronikai ipar egyik vezető vállalata az Analog Devices cég új átdolgozott kiadásban jelentette meg „Analog-digitális átalakítás” c. kézikönyvét. Az új kiadásban, a cég fejlesztési elképzeléseinek megfelelően, a legtöbb figyelmet az A/D és D/A átalakítók és a mikroszámítógépek kapcsolatának szentelik. A könyv szerkesztője, aki a cég jelenlegi elnöke a munkatársak szakmai cikkeiből válogatta össze a könyv anyagát. A cikkek nagy részét a hazánkban is jólismert cégperiodika az Analog Dialog közölte elsőként. A szerkesztés és a válogatás színvonalát a könyv egységes felépítése és arányos szerkezete dicséri.

Néhány fejezetcím a könyvből: Átalakítók használata műszerekben és rendszerekben, Digitális jelfeldolgozó áramkörök, Távadatgyűjtés, Átalakítók hibái.

**Kozubska, J.—Lancaster, G.—Seekings, D.—Wills, G.: MAXIMISING INDUSTRIAL SALES**

*Buckingham, IMCB 1985, 116 p.*

A fejlett iparral rendelkező nyugati országokban a vállalatok többsége szinte késhegyre menő harcot vív a versenytársakkal a piacok megszerzéséért és megtartásáért. A harc több területen folyik, a termékek korszerűségét szavatoló fejlesztéstől a termék elhelyezését biztosító kereskedelmi-értékesítési tevékenységig. Az értékesítési területén dolgozó szakemberek tovább képzésére szervezett tanfolyamot az IMCB (International Management Centre from Buckingham). A tanfolyam során 30 oktatási napon tízórás elméleti-gyakorlati képzést kapnak a hallgatók. A tanfolyamhoz készített tankönyv olyan jól sikerült, hogy az IMCB nagy példányszámban kiadta és különböző országokban levő irodáin keresztül szinte az egész világon forgalmazza.

A kifejezetten gyakorlatias szemléletű három mű három fő részből és ezeken belül 12 fejezetről áll. Az első részben (8 fejezet) a vásárlók, vagy inkább a potenciális vásárlók szempontjait taglalják a szerzők. A második rész (1 fejezet) az értékesítési tevékenység szervezésével kapcsolatos ismereteket tartalmazza. A harmadik rész a ke-

reszedelemi tevékenység és a termék eladásával kapcsolatos értékesítés összehangolásának kérdéseivel foglalkoznak.

A könyv a nem szocialista gazdasági feltételek között dolgozó szakemberek számára készült, de ennek ellenére vagy talán éppen ezért, rendkívül hasznos lehet a magyar kereskedők és üzletkötők számára.

**Hooper, A.—Temple, S.—Williamson: LOCAL AREA NETWORK DESIGN**

*Wokingham, Addison-Wesley, 1986, 184 p.*

Az utóbbi időben egyre több a helyi számítógéphálózatokkal (LAN) foglalkozó, szakkönyv jelenik meg. A világszerte tapasztalható érdeklődés nem véletlen, a helyi hálózatok nélkülözhetetlenek a modern számítástechnikában ott, ahol különböző nem egymás közelében levő egységeket kell összekapcsolni, biztosítva a nagysebességű adatátvitelt.

Ez a könyv elsősorban abban tér el az adott témával foglalkozó más művektől, hogy erősen hardver orientált. A szerzők saját gyakorlati tapasztalataikat adják közre, amelyeket két – Angliában széles körben használt LAN rendszer – a Cambridge Ring és annak fejlesztett változata a Cambridge Fast Ring használata során szereztek. Bemutatják a fenti hálózatokhoz csatlakozó illesztő egységek tervezésének menetét, foglalkoznak gazdaságossági számításokkal, a rendszerek adatátviteli sebességével és megbízhatóságával.

A fentiekből nyilvánvaló, hogy a könyv alapvetően nem bevezető jellegű, gyakorlati kérdésekkel foglalkozik, a szerzők csak egy rövid bevezetést szántak a helyi hálózatok általános ismertetésére. Ennek megfelelően elsősorban a helyi hálózatok tervezésével foglalkozó szakemberek forgathatják haszonnal.

**Meyers, R. A. Ed.: ENCYCLOPEDIA OF PHYSICAL SCIENCE AND TECHNOLOGY**

*Orlando, Harcourt Brace Jovanovich, 1986, 15 Vol., 11000 p.*

Rohamosan fejlődő korunkban fizikai és technológiai enciklopédia kiadására vállalkozni nem kis feladat. Ezt a különleges szervezést és összehangolt kiadási tevékenységet igénylő feladatra vállalkozott az amerikai Academic Press keretein belül működő Harcourt Brace Jovanovich kiadó. A munkában 500 neves szakértő közöttük több Nobel-díjas kutató vett részt, valamennyien kb. 20 oldalas ismertetőkben foglalták össze a szűkebb szakterülettel kapcsolatos alapismereteket. Az ismertetők kereszt-referenciákat és bibliográfiát is tartalmaznak. A teljes anyag 14 kötetben található, mintegy 11000 oldalon, több mint 6000 ábrát és 2000 táblázatot tartalmaz. A sorozat 15. kötete index, amely a ha-

talmas anyagban való eligazodást könnyíti meg.

**Rasmussen, J.—Duncan, K.—Leplat, J.: NEW TECHNOLOGY AND HUMAN ERROR**

*Chichester, Wiley, 1987, 370 p.*

Az elmúlt évben egy súlyos atomerőmű baleset hívta fel a világ figyelmét arra, hogy milyen következményekkel járhat az emberi tévedés, milyen ára lehet annak, ha egy bonyolult technológia kidolgozása során nem zárják ki eleve a kezelői tévesztés lehetőségét. A Wiley kiadó könyvújdonosságának szerzői ezzel az igen aktuális problémával, az emberi hibákkal és azok kizárásának módszereivel foglalkoznak. Ezt a témakört különböző tudományágak képviselői kutatják, a könyv szerzői is a pszichológia, a mérnöki tervezés és a rendszerszervezés területén tevékenykednek.

**Brice, J. C.: CRYSTAL GROWTH PROCESSES**

*Glasgow, Blackie, 1986, 295 p.*

A félvezetőgyártás egyik legkritikusabb művelete a kristálynövesztés. A félvezető alapanyagok iránti igény rohamosan nőtt az elmúlt évtizedekben, a félvezetőipar jelenleg mintegy 5000 t kristályt használ fel évente. Ezt a hatalmas mennyiséget különböző technológiák alkalmazásával állítják elő.

Brice könyve a különböző kristálynövesztési eljárásokat mutatja be. A könyvet egy általános elvi ismertetés vezeti be. Ebben a szerző ismerteti a kristálykémia alapfogalmait, és a kristályok növesztésével kapcsolatos alapelveket. A következő rész a kristálynövesztés „nagyüzemi” módszereinek részletes leírását tartalmazza. A Czochralski, a Bridgman eljárás, a Verneuil módszer és a szilárd fázisból történő növesztés leírása szerepel többek között ebben a részben.

A könyv harmadik részében a szerző a különböző módszerek értékelésével és összehasonlításával foglalkozik. Ebben a részben gazdasági kérdések és a különböző módszerek optimalizálásának módszerei is szerepelnek.

A könyv Függelékében a kristálynövesztéssel kapcsolatos lexikális adatokat gyűjtötte össze a szerző.

**Sinnadurai, F. N. Ed.: HANDBOOK OF MICROELECTRONICS PACKAGING AND INTERCONNECTION TECHNOLOGIES**

*Ayr, Electrochemical Publications, 1985, 271 p.*

Az integrált áramkörök gyártásának igen kritikus lépése a tokozás, amely alapvetően befolyásolja a megbízhatóságot. Ugyancsak nagy jelentősége van a mikroelektroniki-

ka fejlődésében a különböző hibrid gyártástechnológiáknak és a nyomtatott áramkörü huzalozásnak.

A Sinnandurai által szerkesztett könyv fejezetei ezen témaköröket dolgozzák fel. Néhány a fejezetcímek közül: Az IC tokozás fejlődése. Vékonyréteg technológiák, Vastagréteg-technológiák, A nyomtatott áramkörü technológia fejlődése, Tokozási technológiák termikus jellemzői.

Az elsősorban gyakorlati kérdésekkel foglalkozó könyv igen gazdagon illusztrált, a többszáz vonalas ábra mellett fényképek és mikrofotók gazdagítják.

### **Weber, M. J.: LASERS AND MASERS**

*Boca Raton, Floride, CRC Press, Inc. 1986, 552 p.*

A hat főfejezetre tagolt könyv a lézerekről és mézerekről összegyűjtött ismeretek magassintű és rendkívüli tárháza immár harmadik kiadásban. Az első fejezet a lézereket hasonlítja össze és felsorolja a típusokat. A második fejezetben a szilárdtest lézereket találjuk, a kristály lézerek csoportján belül pl. a paramágneses ionlézerek alfejezetét 48 oldalas típus felsorolás zárja a működési hullámhosz-

szak feltüntetésével. E fejezet ismerteti az ún. szöchio-metrikus, a szincentrumos, a félvezető, az üveg és az optikai üvegszál Raman-lézereket is. A folyadék- vagy festéklézereket tárgyalja a harmadik fejezet hasonló alapos-sággal, ezen belül az alfejezetek a szerves színezéklézerek és szervesetlen folyadéklézerek két csoportban mint ritka-földfémek kelát-lézerei és az aprotikus vagy nemvizes, semleges közegű folyadéklézerek. A fejezeten belül csak a szerves lézerek táblázatos ismertetése 58 oldal terjedel-mű. A következő „Egyéb lézerek” címet viselő negyedik fejezet napjaink kutatási témáihoz és problémáihoz ve-zet, mint röntgen lézerek, milliméteres és szubmilliméte-res hullámhosszon működő lézerek és szabad elektron lé-zerek. A mézereket a rövidebb 5. fejezet foglalja össze, az alfejezetek témái a mézerek működése, és működé-sük a szabad természetben. A lézer biztonságtechnikai problémáit, az optikai sugárzás veszélyességét, a lézerek működését kísérő más veszélyt jelentő körülményeket pl. hűtés, zaj stb. tárgyalja a záró, hatodik fejezet. A fő-és alfejezeteket bőséges irodalmi hivatkozás egészíti ki. A könyv külön értéke a számos táblázatos összefoglaló. A mű a fenti téma területén tevékenykedő kutatóknak, egyetemi oktatóknak ajánlható, de végzős fizikus és mér-nök hallgatóknak is hasznos lehet.

# Szolgálatunk életéből

## Külföldi látogatóink

Szolgálatunk iránt fokozódik a külföldi műszaki-gazdasági szakemberek érdeklődése.

Az elmúlt időszakban magyarországi előadását követően meglátogatta Szolgálatunkat Fernando Simiones Souto, az UNIDO (ENSZ Iparfejlesztési Szervezete) vezérigazgatóhelyettese, aki a nemzetközi szervezet ipari létesítményelőkészítési, technológiai tanácsadási tevékenységét közvetlenül is irányítja. Mint már hírt adtunk arról (MM Közlemények 23. évfolyam 42. szám 75. oldal) Szolgálatunk a fejlődő országok részére az igényelt tapasztalatátadást az UNIDO programok keretében kívánja végezni. E látogatás a tervek egyeztetését a tájékozódást és a munkakapcsolatok előkészítését szolgálta.

Több más külföldi vendégünk mellett ugyancsak meglátogatta Szolgálatunkat Csao Ming-sen miniszterhelyettes, a Kínai Népköztársaság gépipari állami bizottságának tagja és az általa vezetett kínai küldöttség tagjai akik a magyar-kínai műszaki-tudományos együttműködési egyes bizottság ülésén vettek részt. Kínai vendégeink tájékoztak a Szolgálat szerteágazó tevékenységéről, módszereiről, megismerkedtek szervezetével.

## Videoösszeállítás a Szolgálatról

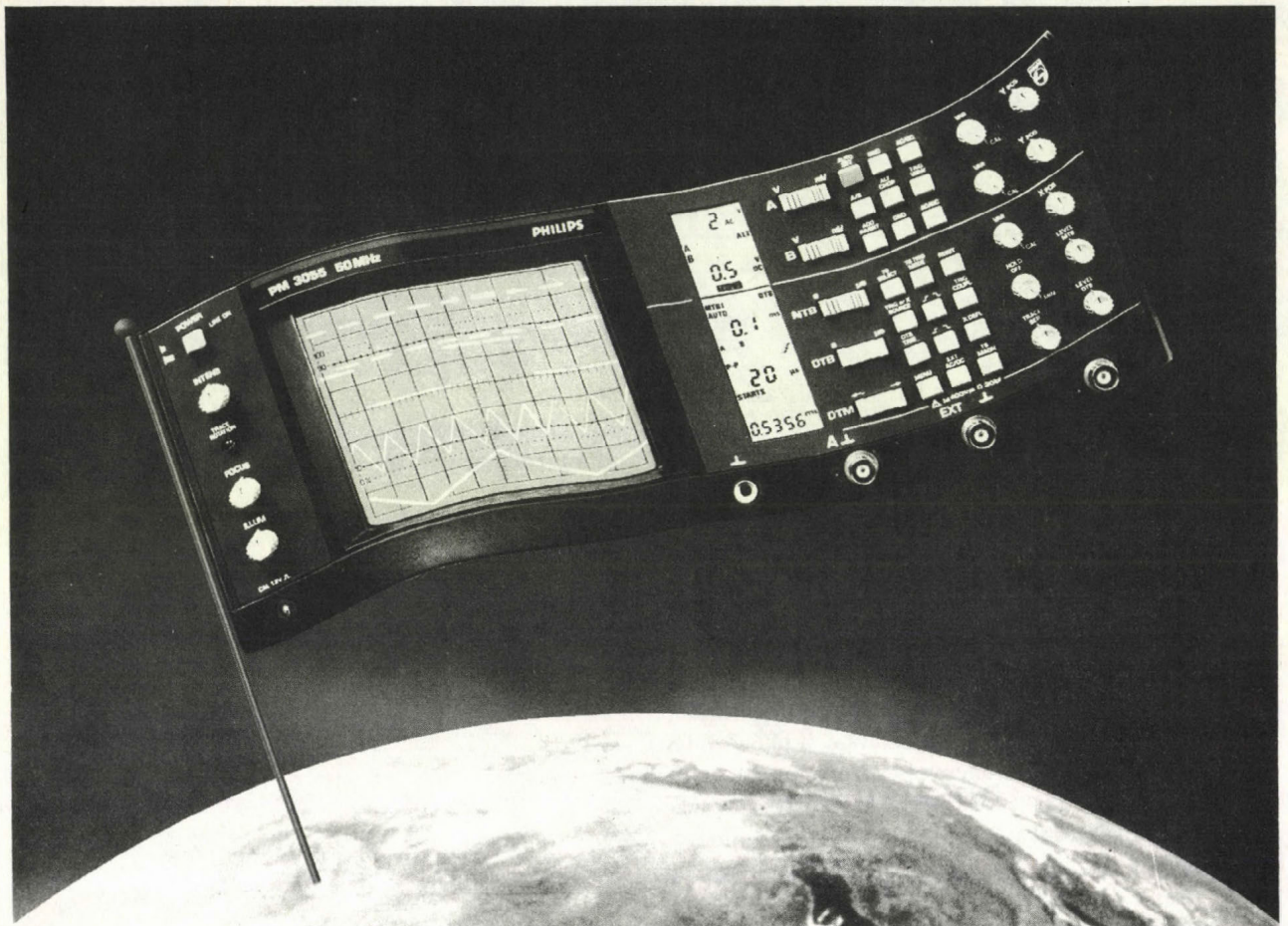
Elsősorban a fejlődő országok számára nyújtandó támogatás céljára készült az az idegennyelvű videoösszeállítás, amely a Magyar Tudományos Akadémia Műszerügyi és Méréstechnikai Szolgálatára bevált példáján mutatja be egy országos műszerügyi központ jelentőségét valamely ország gazdasági-műszaki-társadalmi fejlődése szempontjából.

## Látogatóink a legfiatalabb és a legidősebb szakemberek

Nem csupán a külföldiek, hanem hazai szakembereink is élénken érdeklődnek Szolgálatunk és annak tevékenységei iránt.

Szervezett intézménylátogatást, tájékoztató előadást szervezett Szolgálatunk a Kandó Kálmán Villamosipari Műszaki Főiskola végzős hallgatói, a hazánkban tanuló érdeklődő külföldi diákok valamint a Magyar Automatizálási Tudományos Egyesület Senior Bizottsága számára.

# CSATLAKOZZON A FORRADALOMHOZ!



A mi új 3055 50 MHz típusú oszcilloszkópunk forradalmasítja a bevizsgáló- és mérőeszközöket.

Tervezés és technológia szempontjából a legkorszerűbb oszcilloszkóp a világon.

Mégis kevesebbe kerül, mint ahogyan Ön gondolná!

Hasonlítsa össze magasszintű kivitelezését, hihetetlenül egyszerű használatát, bonyolult stílusát és feltűnően olcsó árát a piacon található hasonló 50 MHz-es készülékekkel.

Egyszerűen nem hasonlítható össze egyikkel sem!

Ezért válassza a jobbat: a forradalmi PM3055-öt. A magas intelligenciahányadosú terméket egy igen alacsony áron.

Mint hogy a PM 3055 mögött a világ egyik legnagyobb elektronikai vállalata áll, a termék technológiájának megbízhatósága, műszaki kivitelezésének magas színvonala, minősége és szervize biztosított.

További információkat ad Önnek:

PHILIPS Export B. V.  
I & E Export,  
5600 MD Eindhoven,  
The Netherlands  
Tel.: + 31 40  
Telex: 35000 phtc nl

Szervizképvisletünk:  
MTA MMSZ Philips Szerviz  
Budapest XI.  
Szakasits Árpád út 59-61.  
Telefon: 66-23-66  
Telex: 22-5114  
Levél cím: Budapest,  
Pf. 58. 1502



**Test &  
Measurements**

# PHILIPS



SZERVIZ

Budapest XIII., Visegrádi u. 60.

Telefon: 295-427

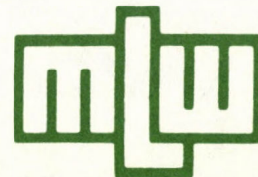
Telex: 22-6019 foiszh



**VEB HOCHVAKUUM DRESDEN**  
Wissenschaftlicher Industriebetrieb  
im VEB Kombinat Mikroelektronik



Polskie Zakłady Optyczne



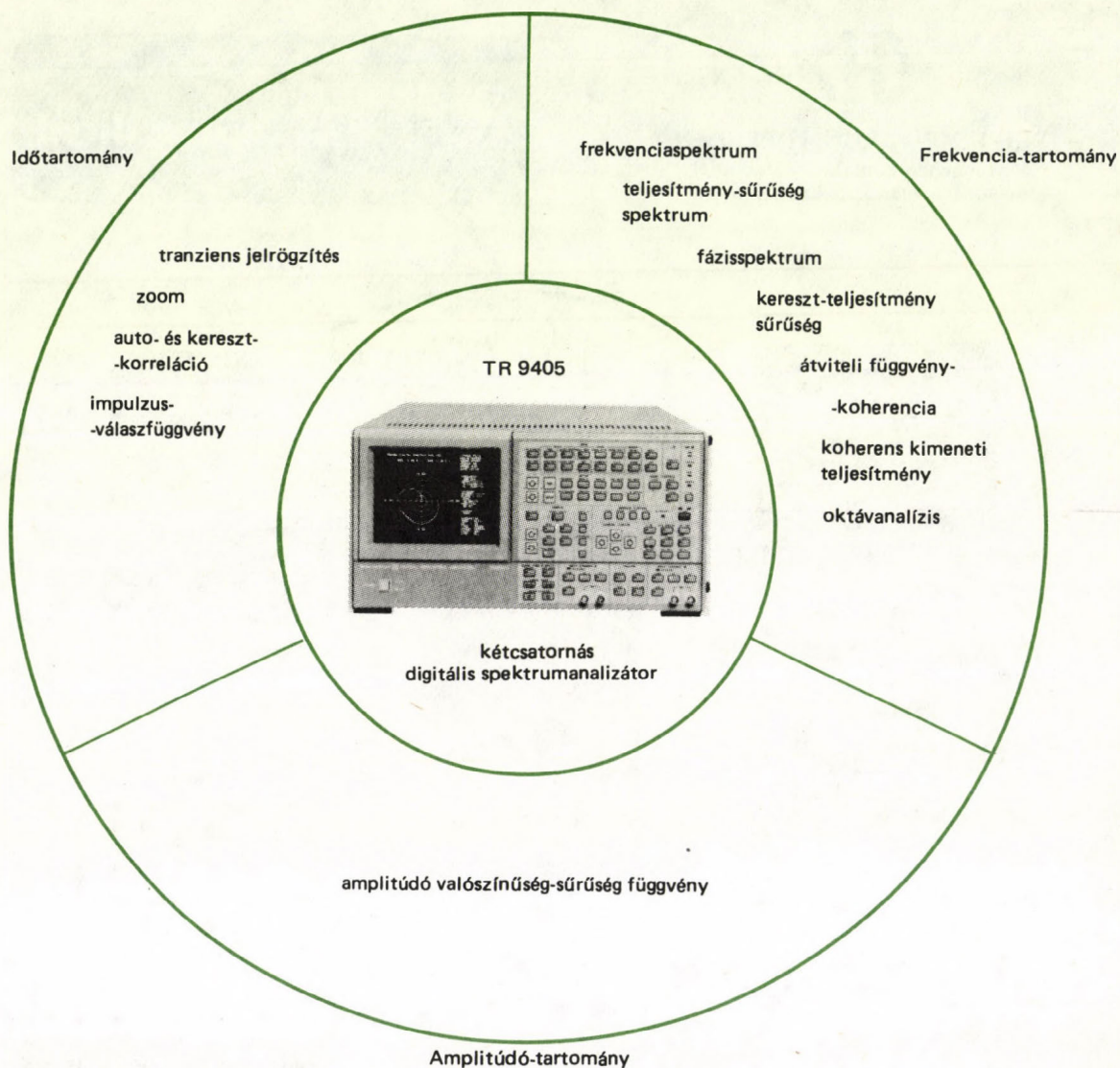
Mikroszkópok, hőlégszekrények, vákuummérők, vákuumszivattyúk, finommechanikai mérőműszerek, fotométerek, polírozóberendezések, szemészeti készülékek, labordiagnosztikai műszerek, ionszelektív analizátorok, metszetkészítők, termosztátok, analitikai, technikai készülékek

**Üzembehelyezés, üzem közben történő átadás, betanítás.  
Garanciális, garancián túli javítások, karbantartások**

# számítógépes jelfeldolgozás

Az új Takeda Riken TR 9405 típusú nagyteljesítményű kétcsatornás FFT analízátorunkkal a DC–100 kHz frekvenciatartományban vállalunk jelfeldolgozást

JELLEMZŐ ÜZEMMÓDOK:



A fenti mérési lehetőségek jól használhatóak például a híradástechnika, akusztika, rezgés-technika, orvos-biológia területén.

**MTA MMSZ** MÉRÉSTECHNIKAI OSZTÁLY  
Levél cím: Budapest, Pf. 58. 1502  
Telefon: 662-366/223 m.  
Telex: 22-6936



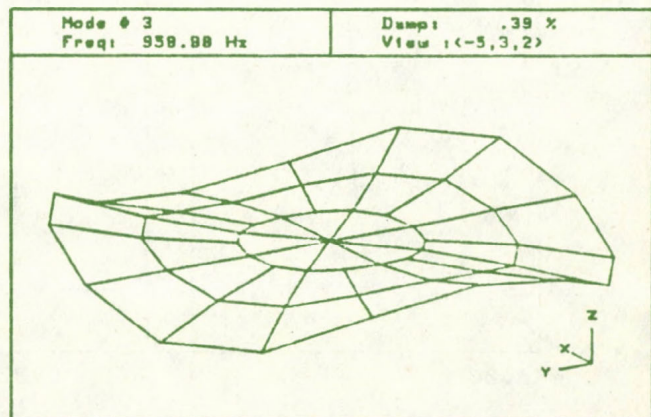
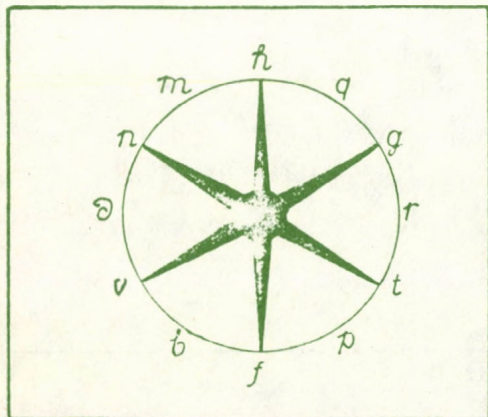
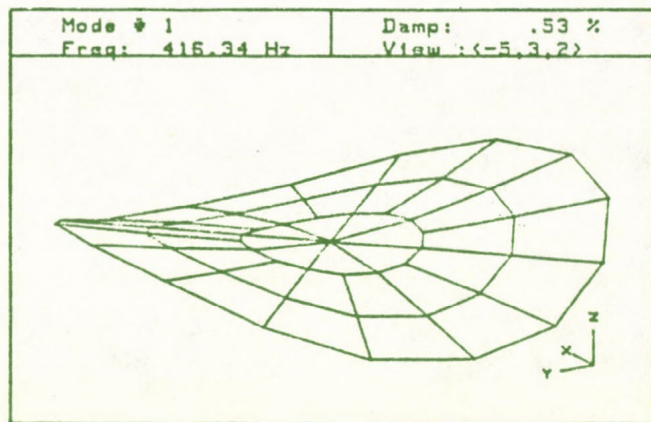
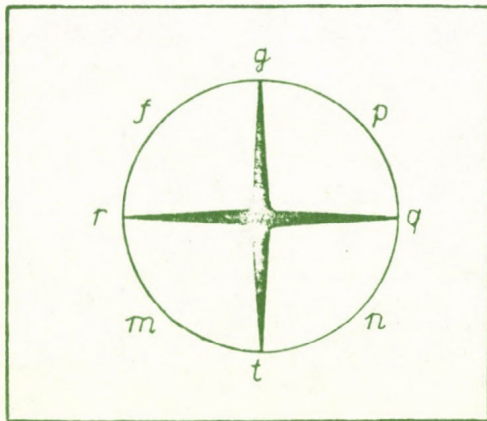
MTA MŰSZERÜGYI ÉS MÉRÉSTECHNIKAI  
SZOLGÁLAT  
AKUSZTIKAI KUTATÓLABORATÓRIUM



REZGŐ TESTEK VIZSGÁLATA  
"MODAL ANALYSIS"

E. F. F. Chladni  
1787

Digitális mérés technika  
1987



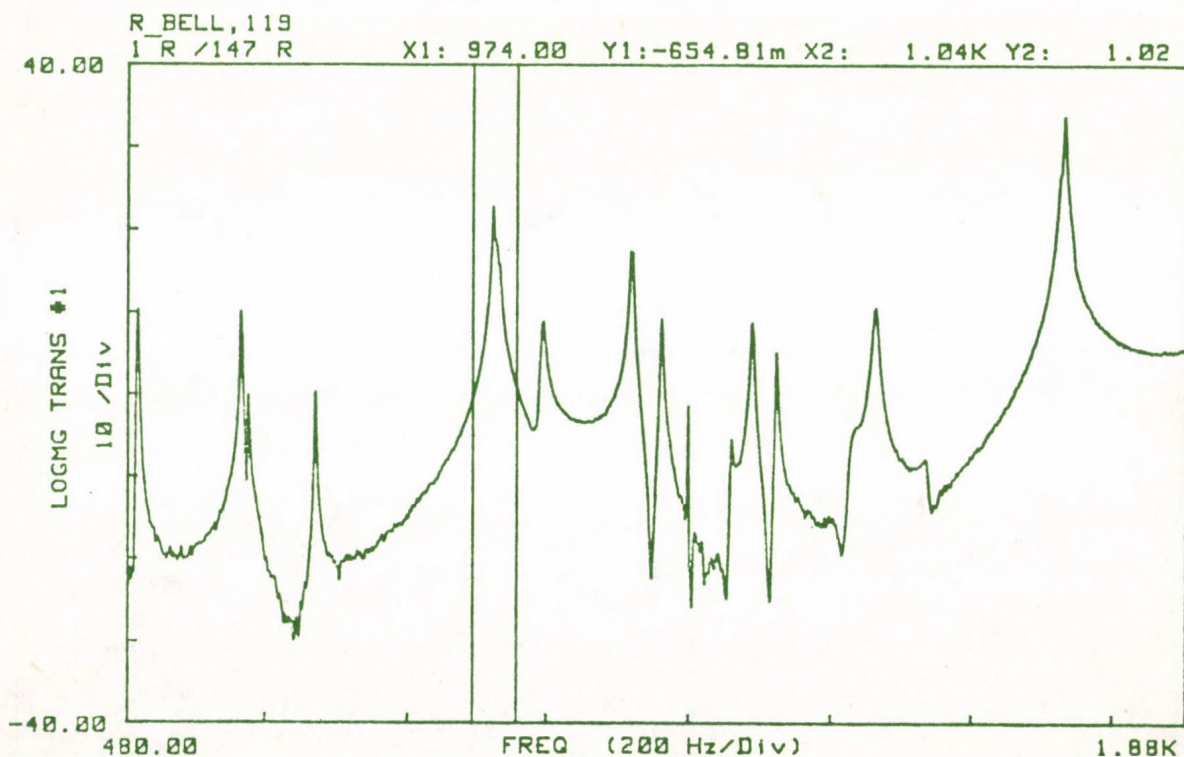
# MIÉRT AJÁNLJUK ÖNÖKNEK A MÓDUS ELEMZÉST?

Különbéféle szerkezetek dinamikai tulajdonságainak meghatározásánál a kísérleti szerkezet elemzés egyre nagyobb szerepet kap. Napjainkban a legegyszerűbb gyorsulásérzékelő-elemző műszer kapcsolattól az összetett és bonyolult szerkezetek számos pontján több irányban felvett rezgésszínképének számítógépen történő feldolgozásával együtt több eljárást alkalmaznak.

Az adott frekvenciákon kialakuló rezgésformák számítógép segítségével történő feldolgozására és a rezgőmozgás megjelenítésére szolgáló módus elemzés új, és lényege, hogy mérési adatok gyűjtése és feldolgozása után a vizsgált szerkezet mozgása lassítva és felnagyítva a számítógép képernyőjén megjeleníthető. Lehetővé válik továbbá gerjesztett rezgéseknek, illetve a dinamikailag módosított szerkezet viselkedésének szimulálása is.

Az eljárás mint a tervezői munka hatékony eszköze széles körben terjed. A módus elemzés mérőrendszer e nagy rugalmassága folytán olyan mérési feladatok elvégzésére is alkalmas lehet, ahol mérési adatok térbeli mozgással való ábrázolására van szükség. A módszer az egyes rezgési módusoknál mérhető csillapítási tényező meghatározására is alkalmas. Ennek a mennyiségnek az ismerete a szerkezetek stabilitás vizsgálatára szolgáló ún. statisztikus energia elemzés (SEA) szempontjából fontos.

Tipikus módus jelleggörbe



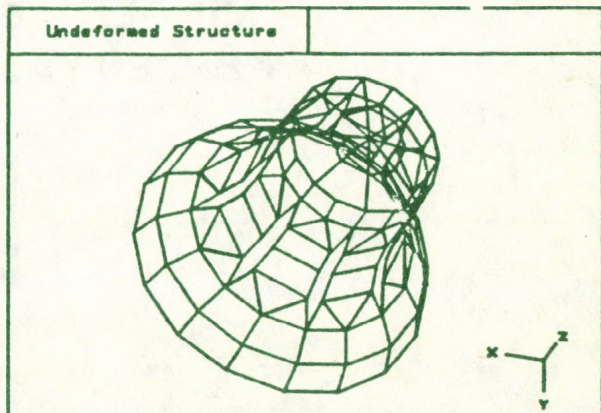
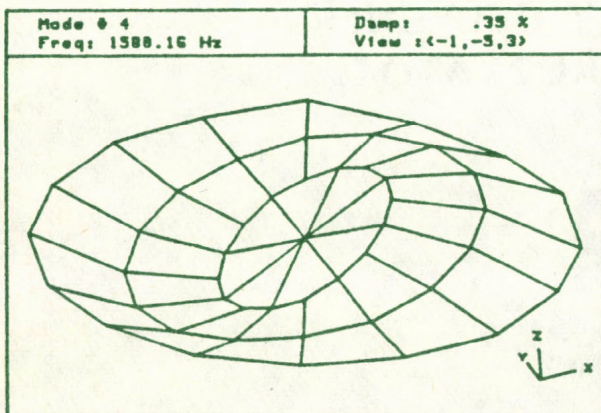
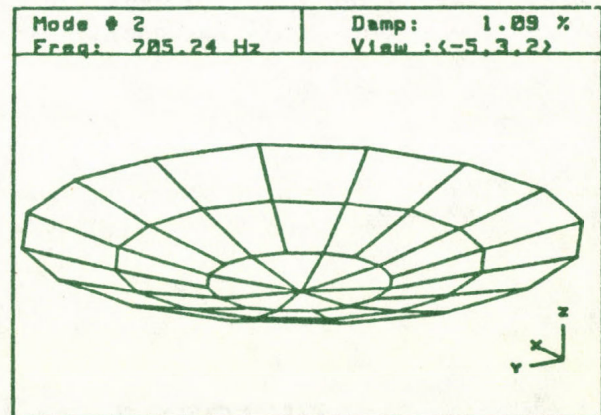
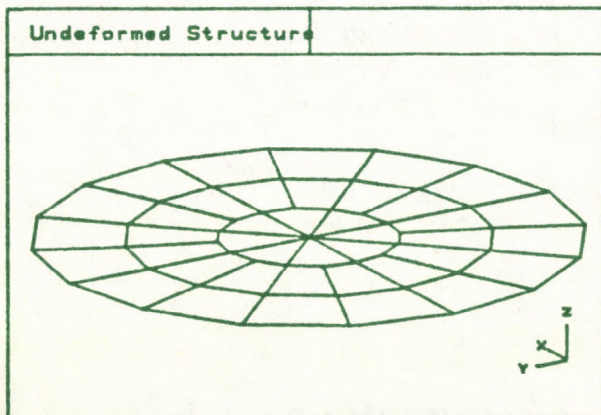
# AZ MTA AKUSZTIKAI KUTATÓLABORATÓRIUM ÚJ SZOLGÁLTATÁSA A MÓDUS ELEMZÉS (Modal analysis)

A 200 évvel ezelőtt E. F. F. Chladni által bevezetett és a rezgő felületek csomóvonalainak kimutatására alkalmazott vizsgálati eljárásból a technikai fejlődés mai szintjén továbbfejlesztett módszer különféle szerkezetek, gépek, gépelemek, tartószerkezetek, járművek, hídszerkezetek stb. rezgésének megjelenésére, elemzésére alkalmas.

Az alkalmazott műszerpark: HP 9836 32 bites asztali számítógép, plotter, printer (winchester) összekötve BK 2034 kétcsatornás FFT elemzővel, továbbá impulzus kalapács, érzékelők, erősítők, rázópadok.

Az új, és hazánkban először nálunk honosított eljárás az eddig szemünk előtt rejtve maradt bonyolult rezgéseket láthatóvá teszi és tálcán kínálja a nem kívánt rezgések csillapításának lehetőségét.

Eszközeinkkel, tapasztalatainkkal szívesen állunk a módus elemzés és más akusztikai, rezgéstechikai problémák körében az érdeklődő hazai és külföldi intézmények rendelkezésére.



# KÖZLEKEDÉSI ESZKÖZÖK, GÉPEK, BERENDEZÉSEK, ÉPÜLETEK REZGÉSVIZSGÁLATA

Ipari, környezetvédelmi, kutatási rezgésproblémák megoldása  
Gépek állapotfelügyelete, rezgésdiagnosztika  
AE technikára épülő szerszám és gépfelügyelet fejlesztése

## MŰSZEREINK ÉS SZOLGÁLTATÁSAINK ÖNT IS ÉRDEKELHETIK

rezgésérzékelők  
töltéserősítők  
szabályozó erősítők  
hordozható rezgésmérők  
kézi rezgésmérők  
szerszámgép ellenőrző műszerek  
szerszám törés detektor  
környezetvédelmi műszerek  
tranzienstorzításmérő  
sonmérő

FFT elemzés  
modál analízis  
alakfelismerés  
trendelemzés  
rezgésmérők kalibrálása  
ejtő és rázógépek ellenőrzése,  
kalibrálása  
szivárgás detektálás  
mérési eljárások kidolgozása  
akusztikai vizsgálatok  
zajcsökkentés

Műszerek fejlesztése, készítése, telepítése, célműszerek készítése, külföldi készülékek kiválasztása. Műszerjavítás, kölcsönzés, lízing, szaktanácsadás.

**REZGÉS? ZAJ? AKUSZTIKA?  
MINDENT EGY HELYEN!  
KÉRJEN TÁJÉKOZTATÓT!**



Címünk:

MTA MMSz Akusztikai Kutatólaboratórium

Bp. XI., Budaörsi u. 45. Telefon: 851-780; Telex: 226936 akamu h

# szolgáltatásaink

INFRATECHNIKA

VILLAMOS  
MENNYISÉGEK  
MÉRÉSE

NEMVILLAMOS  
MENNYISÉGEK  
MÉRÉSE VILLAMOS  
ÚTON

MÉRÉSI  
ADATFELDOLGOZÁS  
ÉS  
SZÁMÍTÁSTECHNIKA

ÚJ MÉRÉSI  
MÓDSZEREK  
KIDOLGOZÁSA

AKUSZTIKAI  
VIZSGÁLATOK

KÖRNYEZETI ZAJ-  
ÉS REZGÉSMÉRÉS

CÉLMŰSZER-  
FEJLESZTÉS

DIGITÁLIS  
ELVŰ  
JELFELDOLGOZÁS

MTA MMSZ

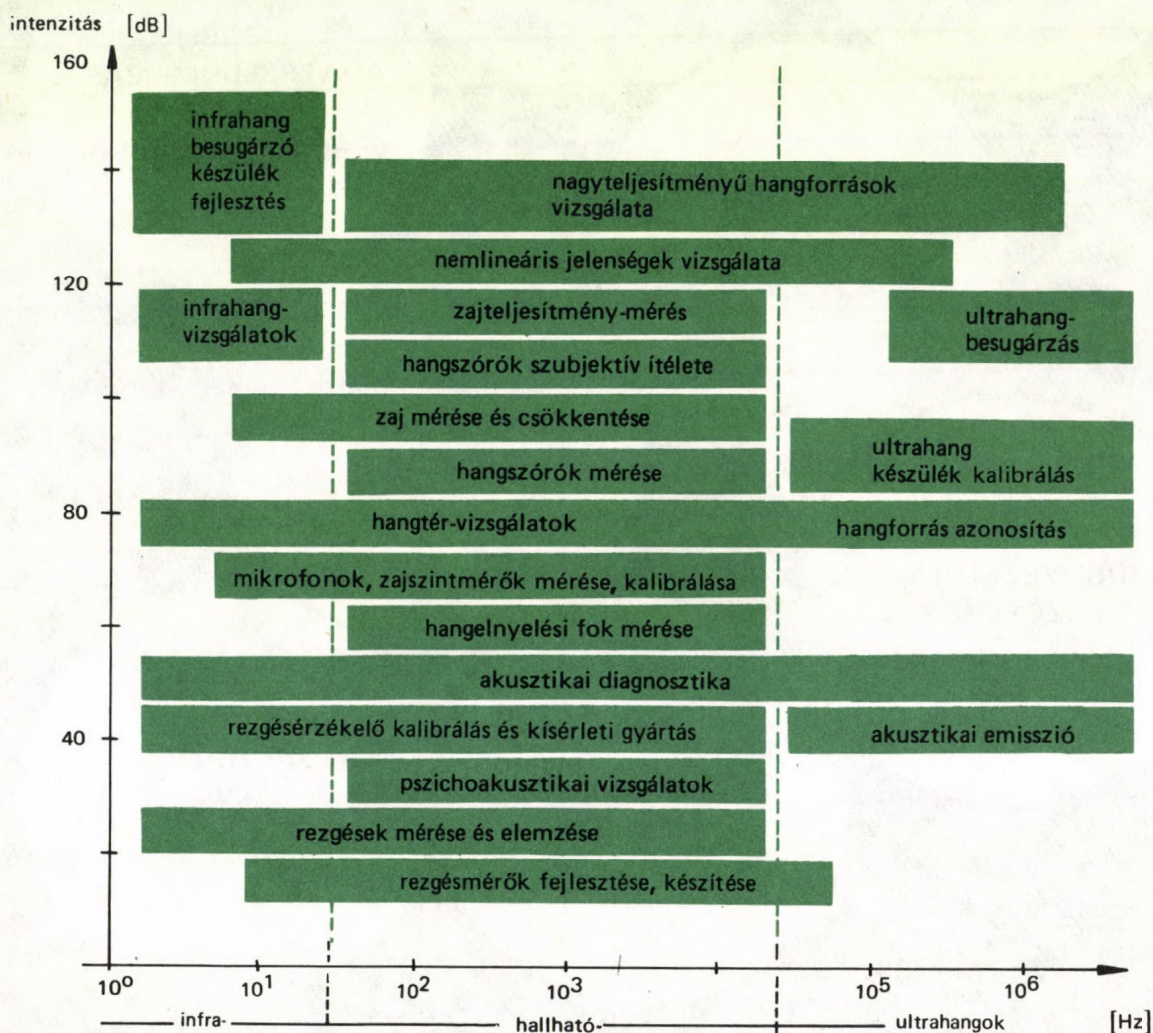
MŰSZERTECHNIKAI FŐOSZTÁLY

Levélcíme: Budapest, Pf. 58. 1502 • Telefon: 453-946 • Telex: 22-6936 akamu

# akusztikai szolgáltatások

ZAJ- ÉS KÖRNYEZETVÉDELEM  
FIZIKAI ÉS TEREMAKUSZTIKA  
ELEKTROAKUSZTIKA  
HANGFORRÁSELEMZÉS  
JELFELISMERÉS ÉS PSZICHOAKUSZTIKA

kutatás  
tervezés  
fejlesztés  
mérés  
kalibrálás



AKUSZTIKAI KUTATÓLABORATÓRIUM

MTA MMSZ

Budapest XI. Budaörsi út 45.  
Telefon: 851-780  
Telex: 22-6936 akamu  
Levélcím: Bp. Pf. 58. 1502

# méréstechnikai szolgáltatások

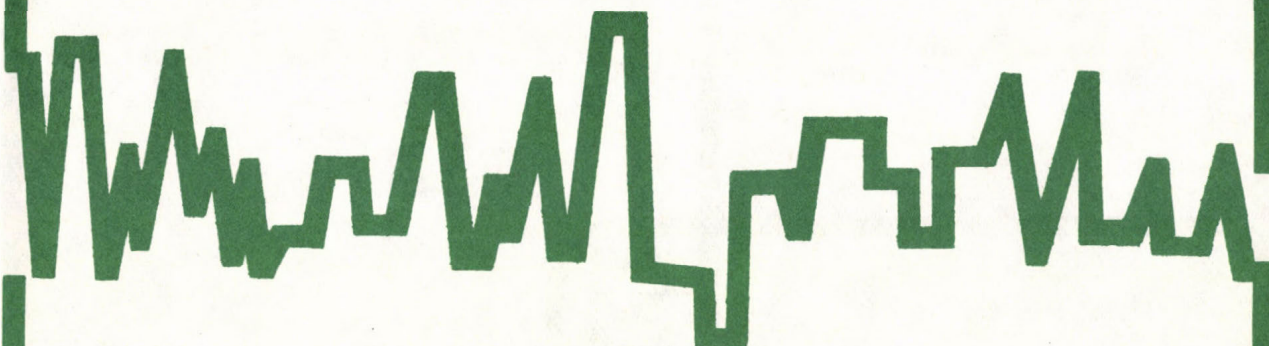
## NEMVILLAMOS MENNYISÉGEK MÉRÉSE

- Statikus és dinamikus mechanikai jellemzők (nyúlás, elmozdulás, erő, nyomaték, nyomás stb. mérése)
- Hő- és infratechnikai mérések
- Zaj- és rezgésmérés

## VILLAMOS MENNYISÉGEK MÉRÉSE

- Feszültség, áram, teljesítmény frekvencia mérése és regisztrálása
- Zavarfeszültség mérése, jelalakvizsgálat

## ÚJ MÉRÉSI MÓDSZEREK KIDOLGOZÁSA



## BÉRELHETŐ SZÁMÍTASTECHNIKAI ÉS MÉRÉSI ADATFELDOLGOZÁS SZOLGÁLTATÁS:

- real-time, FFT frekvenciaelemzés és korrelációs analízis
- számítógépvezérelt mérésadatgyűjtés, feldolgozás (off-line adatgyűjtéshez jeltároló szolgáltatás)
- bérelhető, „nyílt géptermi” hozzáférés a mérésadatgyűjtő és feldolgozó rendszerhez.
- mágnesszalagos jelrögzítés

## MÉRÉSTECHNIKAI OSZTÁLY

# műszerfejlesztési szolgáltatások

Villamos és nemvillamos jellemzők mérésére  
célműszerek, érzékelők, mérési rendszerek  
kifejlesztése, üzembehelyezése

Kisszámítógépekhez, asztali kalkulátorokhoz  
periféria illesztés, rendszer kialakítás

környezetvédelmi műszerek  
kifejlesztése és előállítása



- 8 és 16 bites mikroprocesszoros  
rendszerek fejlesztése
- rendszer kiépítési, illesztési, célfejlesztési  
feladatok elvégzése
- célfeladatokra programrendszerek, egyedi  
programok kifejlesztése
- intelligens mérés-adatgyűjtők  
fejlesztése és üzembehelyezése

MTA MMSZ  
**MŰSZERFEJLESZTÉSI  
OSZTÁLY**

Levélcím: Budapest, Pf. 58. 1502

Telefon: 662-366/225 v. 221 m.

Telex: 22-6936 akamu



# A MŰSZERKÖLCSÖNZÉS VILÁGTENDENCIA

## HAZAI VISZONYLATBAN A KÖLCSÖNMŰSZER KÜLÖNÖSEN ELŐNYÖS,

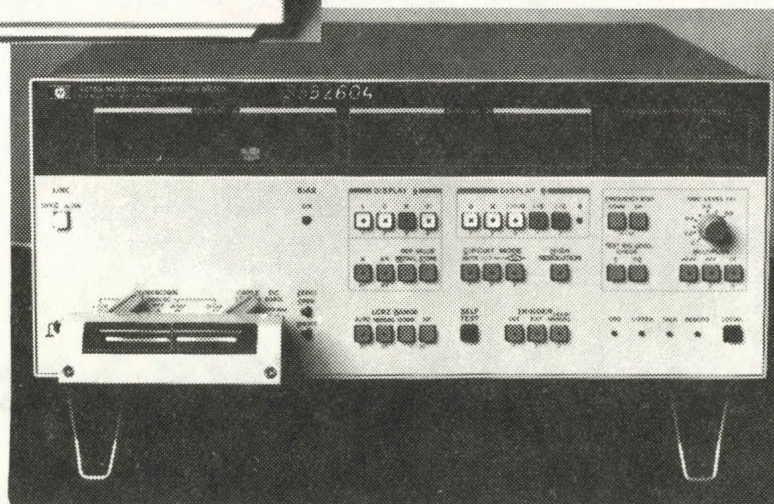
- mert:
- nincs szükség kemény valutára nyugati műszerek beszerzéséhez
  - fogyóanyagok, tartozékok ugyancsak forintért rendelkezésre állnak
  - ingyenes bemutatás, házhozszállítás (Budapest területén)
  - Heti kölcsöndíj a műszer árának csupán 0,3– 1 %-a.

MŰSZERPARKUNKAT FOLYAMATOSAN FELFRISÍTJÜK A  
LEGNEVESEBB MŰSZERGYÁRTÓK VILÁGSZINTŰ KÉSZÜLÉKEIVEL!



Macbeth gyártmányú  
digitális denzitó-  
méter, TR 927 típ.

LEGÚJABB  
BESZERZÉSEINKBŐL



Hewlett-Packard gyártmányú  
digitális RCL mérő,  
4275 A típ.

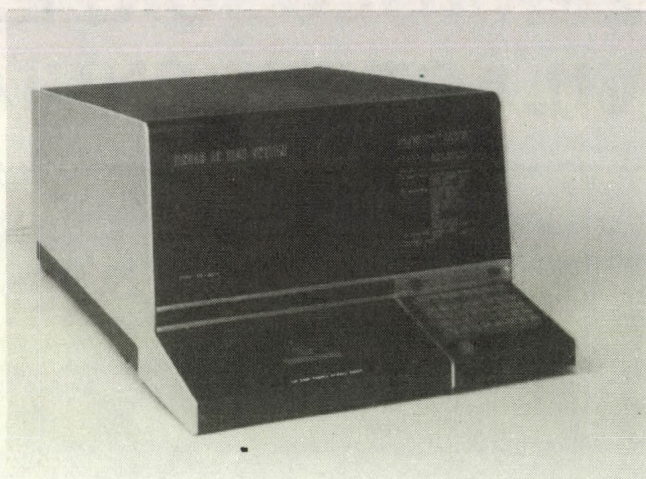
*Ezenkívül sokszáz egyéb új műszer áll az ön rendelkezésére!*

Kérje ingyenes KÖLCSÖNMŰSZER JEGYZÉKÜNKET!  
FELVILÁGOSÍTÁS-ÜGYINTÉZÉS-ELŐJEGYZÉS:

450-903 vagy 662-366/176 telefonon,  
vagy személyesen: MTA MŰSZERÜGYI ÉS MÉRÉSTECHNIKAI SZOLGÁLATA  
MŰSZERKÖLCSÖNZÉSI FŐOSZTÁLY

Budapest XI., Szakasits Á. út 59– 61. I. em. 107. szoba





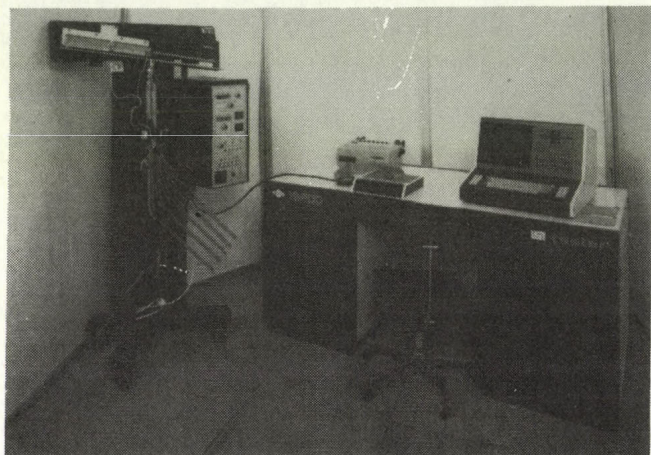
— *Type* **19680** LINEÁRIS IC VIZSGÁLÓ RENDSZER

Automatikus mérés, öt csoportba osztályozás  
Interaktív programozás

Széles körű interfész-kiépítés: IEC bus, soros, printer interfész, tape, handler

80 különböző eszköz mérőprogramja gyárilag tárolva, a programok védettek, de könnyen cserélhetők

Nagyméretű display a vezérlési feltételek, határ-  
adatok és mérési eredmények ábrázolására

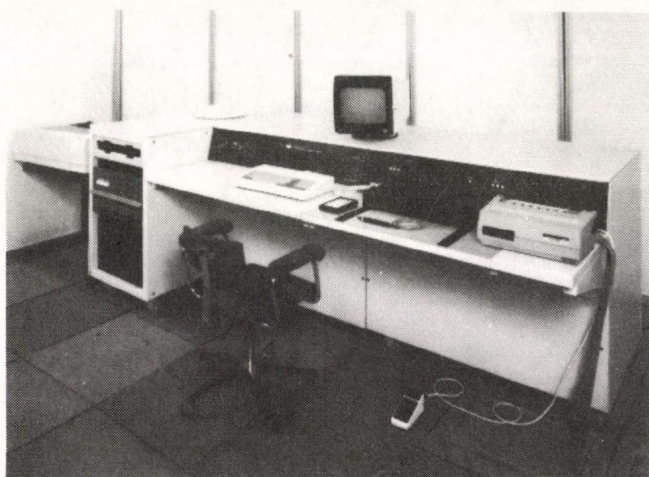


*Type* **19700** DIGITÁLIS LSI, VLSI INTEGRÁLT ÁRAMKÖR MÉRŐ

64 pin, DC parametrikus és funkcionális teszt,  
5 MHz sebesség, 500 ps mérési idő pontosság  
LSI memória teszt, mikroprogramozott pattern  
processzorral RAM 156 K x 8 bit, ROM,  
PROM, EPROM, EAPROM 32 K x 8 bit

Katalógus és semi-custom, custom LSI eszkö-  
zök tesztje speciális pattern programnyelv  
Diszk operációs rendszer alatt futó ATLSI ma-  
gasszintű mérésorientált programnyelv  
Integrálható CAD, CAT, CADMAT rendszerek-  
be

Széles körű önellenőrző és önhitelesítő tesztek,  
automatikus adagoló, szeletmérő csatlakozás



*Type* **19400** IN CIRCUIT TESTER

Szerelt nyomtatott áramköri kártyák in circuit  
és korlátozott funkcionális vizsgálata

In circuit vizsgálat: zárlat-szakadás ellenőrzés,  
hiányzó, hibás vagy véletlenül beültetett al-  
katrészek felderítése

— Integrált áramkörök működőképességének el-  
lenőrzése analóg eszközöknél guard, digitális  
eszközöknél backdriving módszerrel

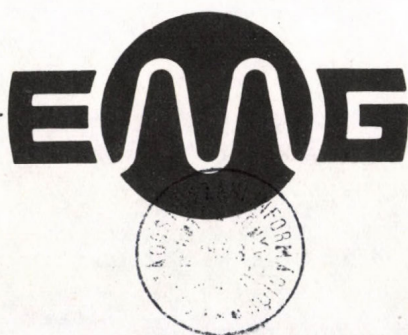
Mérhető áramköri csomópontok száma: max.  
1024 analóg vagy max. 960 digitális ill.  
480 hibrid + 32 analóg

Automatikus teszt generáló szoftver (ATG)

Digitális és analóg működésellenőrző progra-  
mok

Széles körű perifériális kiépítés, bővítési lehető-  
ség, IEC 625 interfész

A kártyák bemérési, javítási idejét és költségét  
nagymértékben csökkenti



GYÁRTJA:

**ELEKTRONIKUS MÉRŐKÉSZÜLÉKEK GYÁRA**  
1163 Budapest, Cziráky u. 26-32.  
Telefon: 837-950, Telex: 22-4335

# A MŰSZERKÖLCSÖNZÉS VILÁGTENDENCIA!

Nálunk gazdagabb országokban is terjed a kölcsönműszerek használata, mert

- nincs szükség nagyösszegű beruházásokra
- ellenőrzött műszer azonnal rendelkezésre áll
- használat után további fenntartási költség nincsen
- tartós használat esetére lízing lehetőség van

**SOK VALUTA HELYETT  
KEVÉS FORINTÉRT KAPHAT**

**PONTOS MŰSZERT**

**HA NEM VÁSÁROLJA MEG, HANEM  
KÖLCSÖNZI  
az időszakosan használt precíziós  
MÉRŐMŰSZEREKET**

KUTATÓK, FEJLESZTŐK, GYÁRTÓK!

- RÖVID HATÁRIDŐS TÉMÁKHOZ,
- BERUHÁZÁS ELŐTTI KIPRÓBÁLÁSHOZ,
- HIBÁS KÉSZÜLÉKEK JAVÍTÁSÁNAK IDEJÉRE,
- MEGLEVŐ MŰSZEREK PONTOSSÁGÁNAK ELLENŐRZÉSÉRE,
- RITKÁBBAN ELŐFORDULÓ MÉRÉSI FELADATOKHOZ

KÜLÖNÖSEN ELŐNYÖS A

**KÖLCSÖNMŰSZEREK** használata!

Kérje ingyenes KÖLCSÖNMŰSZER JEGYZÉKÜNKET!

FELVILÁGOSÍTÁS, IGÉNYBEJELENTÉS:

450-903 vagy a 662-366/176 telefonon

kérje Boross Gézanét vagy Görgényi Lászlót,

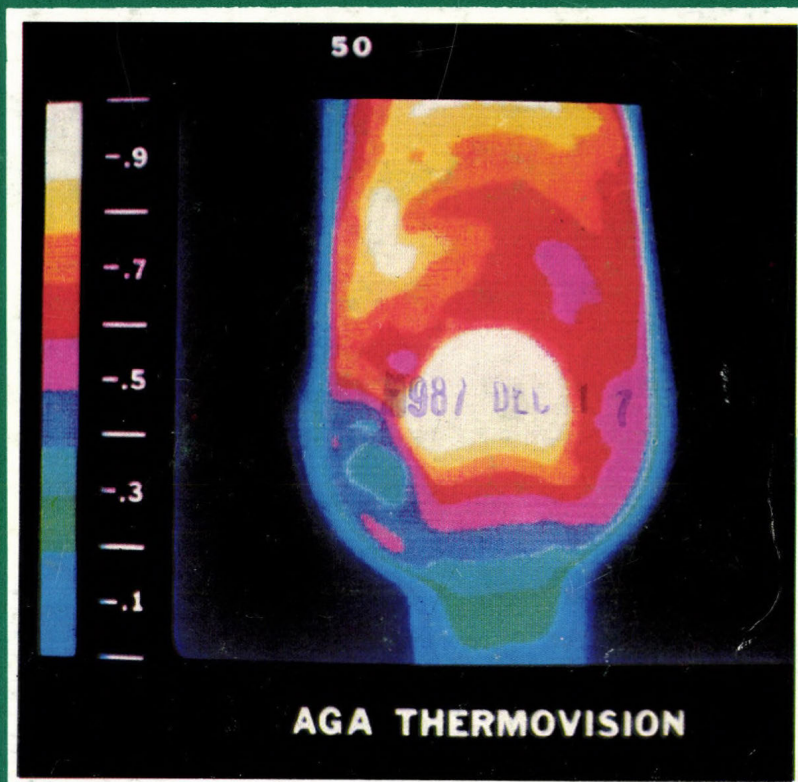
vagy személyesen: MTA MŰSZERÜGYI ÉS MÉRÉSTECHNIKAI SZOLGÁLATA  
MŰSZERKÖLCSÖNZÉSI FŐOSZTÁLY

Budapest XI., Szakasits Á. út 59-61. I. em. 107. szoba

Postacím: 1052 Budapest, Pf. 58.



# infratechnika



A kibővített AGA THV 750 típusú rendszerünkkel állunk rendelkezésre, a hősugárzás 2...5,6  $\mu\text{m}$  hullámhosszúságú tartományában készített infraképpel, az izotermák „láthatóvá tételével”, hőmérséklet-kalibrációval.

Mérhető hőmérséklet-tartomány:  $-20 \dots +2000 \text{ }^\circ\text{C}$

A megkülönböztethető legkisebb hőmérséklet különbség:  $0,2 \text{ }^\circ\text{C}$

Egyidejűleg 10 hőmérsékleti lépcső megkülönböztetése

Látószög:  $7^\circ$ ,  $20^\circ$  és  $40^\circ$

Állandó és változó hőállapot vizsgálata

Hőforrások, anyaghibák, anyagszerkezeti eltérések kimutatása

Karbantartási diagnosztika

Más (pl. rezgés, tenzometriai) diagnosztikai módszerekkel kiegészített vizsgálatok

Légi felvételek készítése az infra- és a látható kép együttes megjelenítésével

Közreműködés orvosdiagnosztikában

Szakvélemény készítése



MTA MMSZ  
MŰSZERTECHNIKAI FŐOSZTÁLY

Budapest XI. Szakasits Á. út 59–61.  
Levél cím: Budapest, Pf. 58. 1502

Telefon: 662-366/223 v. 233 m.  
Telex: 22-6936 akamu