

E 3593

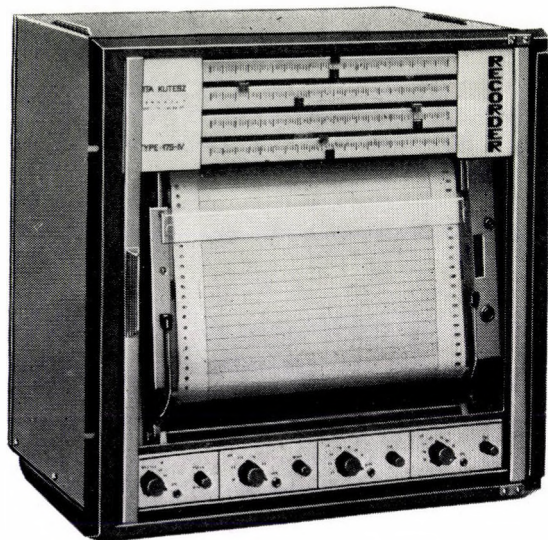
**MŰSZERÜGYI ÉS
MÉRÉSTECHNIKAI
KÖZLEMÉNYEK**

13

E 3593

Magyar Tudományos Akadémia Kutatási Eszközök Kivitelező Vállalata

Budapest XIV., Komócsy u. 29/31.
Anyag- és Áruforgalmi Főosztály: 632-450.



VONALIRÓ

TIP • 175



Laboratóriumi, kémiai, orvosi, biológiai, mezőgazdasági kutató eszközök, üvegtechnikai készülékek készítése.

VONALIRÓ, tip.: 175

Mind laboratóriumi, mind üzemi körülmények között több – egymástól független – egyenáramú jel regisztrálására alkalmas. A mérési eredmények rögzítése egyazon regisztráló papírra történik, így a különböző mérendő mennyiségek egymáshoz való viszonya minden időpillanatban megállapítható.

Megfelelő mérőátalakítók felhasználásával különféle fizikai, kémiai paraméterek egyidejű mérésére és regisztrálására alkalmas. A mérőcsatornák egymástól független felépítése lehetővé teszi bonyolult kölcsönhatások vizsgálatát, ahol a mérendő jeleket különböző mérőátalakítók szolgáltatják.

Teljesen tranzisztorizált kivitelű, és azonos geometriai méretekben egy-, két-, három- és négycsatornás kivitelben készül.

Műszaki adatok:

Méréshatár: 1, 10, 100 mV; 1, 10, 100 V.

Pontosság: $\pm 0,5\%$

Érzéketlenség: 0,2%

Bemeneti ellenállás: 1 mV-os állásban: potenciometrikus (kb. 50 kohm–25 Mohm); 10, 100 mV-os állásban: potenciometrikus (kb. 100 kohm–50 Mohm); 1, 10, 100 V-os állásban: 1 Mohm állandó.

Forrásellenállás: max. 50 kohm.

Vonatkoztatás: hőfokkompenzált zener-diódás tápegység.

Zavarelnyomás: 50 Hz-re: min. 40 dB.

Nulla eltolás: -100 – $+100\%$.

Írószerkezet végigfutási ideje: 1 s.

Skálahossz: 250 mm.

Papírtovábbítás sebessége: 60, 120, 180, 240, 300, 1800, 3600, 5400, 7200, 9000 mm/h.

Hálózati feszültség: 220 V $\pm 10\%$; 50 Hz.

Teljesítmény felvétel: kb. 100 W.

Környezeti hőmérséklet: 10–35 °C.

Külméret: 482x496x445 mm.

Súlya: kb. 45 kp.

A változtatás jogát fenntartjuk!



MŰSZERÜGYI ÉS MÉRÉSTECHNIKAI KÖZLEMÉNYEK

13.szám

1972

Magyar Tudományos Akadémia
Műszerügyi és Méréstechnikai Szolgálat

Szerkeszti: a Szerkesztőbizottság

Felelős szerkesztő: Dr. Solti Mihály

Technikai szerkesztő: Dr. Nagy Guidó

Lektorálták:

Hargittay Emil, Dr. Horváth János, Dr. Lukács Gyula, Szentirmai Endre

E számunk munkatársai:

Cech Vilmos, okl. gépészmérnök; Erdélyi István, okl. villamosmérnök; Görgényi László, csoportvezető; Holyinka Mihály, okl. mérnök; Lugosi Tamás, okl. üzemmérnök; dr. Lukács Gyula, fizikus (Magyar Optikai Művek); Millei Lajos, elektrotechnikus; dr. Solti Mihály, okl. vegyészmérnök; Szentirmai Endre, okl. gépész- és villamosmérnök; Vécsei István, okl. villamosmérnök

A kiadásért felel: dr. Stokum Gyula igazgató

Készült az MTA Kutatási Ellátási Szolgálatának sokszorosító üzemében — 725362

Felelős vezető: Szabó Gyula



TARTALOMJEGYZÉK

Új irányok a műszer- és mérés technikában

- Szentirmai Endre*: Új félvezető eszközök alkalmazása fizikai jellemzők mérésére 5
- Dr. Lukács Gyula*: Hosszmérő eszközök — helyzetkép és fejlődési irányok 19

Műszerkölcsonzési tájékoztató

- Erdélyi István*: Saját fejlesztésű mérőerősítő vonalírókhoz 23

Szaktanácsadási tájékoztató

- Dr. Lukács Gyula*: Külföldi cégperiódikákból 29

Mérésszolgáltatás

- Millei Lajos*: Ipari berendezések dinamikai paramétereinek vizsgálata rezgéselemzéssel 31
- Lugosi Tamás*: Acélöntő ívkemence szabályozástechnikai paramétereinek mérése 43

Kutatófilmzés

- Cech Vilmos*: Megfigyelés — automatikusan vezérelt fényképezőgéppel 51

Külföldi műszerújdonások

- Összeállították: *Dr. Lukács Gyula — Dr. Solti Mihály — Holyinka Mihály — Vécsei István* 57

A kölcsönműszerpark szaporulata

- Összeállította: *Görgényi László* 67

SZOLGÁLTATÁSAINK

MŰSZERKÖLCSÖNZÉS

Kölcsönműszerek bemutatása, kezelési tanácsadás
Kölcsönzött műszerek szállítása

KUTATÓFILMEK KÉSZÍTÉSE – KÜLÖNLEGES FILMTECHNIKA

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

MÉRÉSSZOLGÁLTATÁS

Speciális akusztikai vizsgálatok, zaj- és rezgésmérések
Hőtechnikai mérések
Mechanikai igénybevétel mérése nyúlásmérőbélyeges módszerrel
Villamos mennyiségek mérése és regisztrálása
Finomszerkezetvizsgálat (elektronmikroszkópia, vákuumgőzölés)

SZAKTANÁCSADÁS

Műszerbeszerzési és mérés technikai tanácsadás
Műszerkataszter
Műszaki folyóirat- és könyvtár, műszerprospektustár

SZERVIZSZOLGÁLTATÁS ÉS SZAKTANÁCSADÁS

Philips, Philips–Withof, Hewlett–Packard, Hottinger–Baldwin Messtechnik,
Radiometer és a C. Reichert cégek tudományos és ipari műszereivel kapcsolatban

MTA MŰSZERÜGYI ÉS MÉRÉSTECHNIKAI SZOLGÁLATA

Központ, Budapest V., Martinelli tér 3. Tel.: 188–822, 188–823, 188–824

Titkárság
Műszerkölcsonzési Osztály
Műszerraktár
Szaktanácsadási Osztály
Gazdasági Osztály

Levél cím: Budapest 4. Postafiók 98

Kutatófilm Osztály, Budapest V., Akadémia u. 11. Tel.: 116–820, 121–319
Mérés szolgáltató Osztály, Budapest V., Városház u. 1. Tel.: 187–235, 389–140

ÚJ IRÁNYOK A MŰSZER- ÉS MÉRÉSTECHNIKÁBAN

Új félvezető eszközök alkalmazása fizikai jellemzők mérésére

A mechanikai jellemzők elektronikus úton való mérésére ma már hagyományosnak tekinthető módszerek alakultak ki. Az utóbbi években a félvezető eszközök térhódítása megindult ezen a területen is. Az ilyen irányú fejlődés az érzékenység és mérési pontosság szempontjából is jelentős. Azokkal a félvezető érzékelőkkel, amelyek a mechanikai jellemzőket villamos jellé alakítják, időszerű alaposabban megismerkednünk, annak ellenére, hogy általános alkalmazásukra jelenleg még nem került sor. Gyártási technológiájuk még kiforratlan és így előállítási

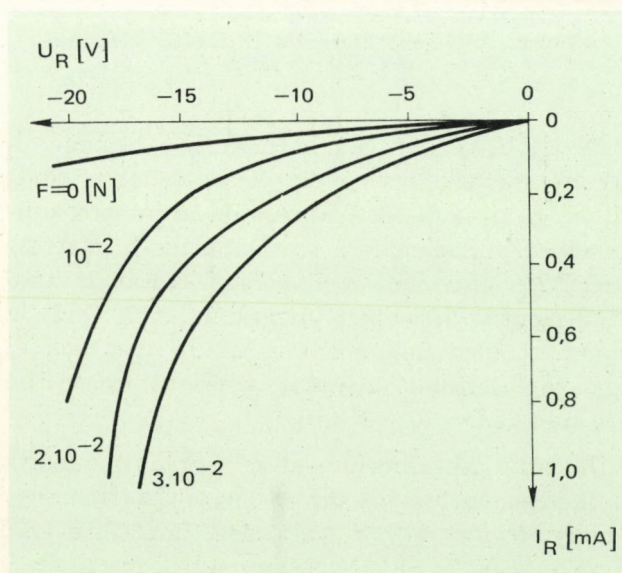
költségük aránylag magas. Elterjedésüket ezek a problémák akadályozzák ugyan, de térhódításuk a közeljövőben elkerülhetetlen. Jelen cikkben ezekkel a félvezető eszközökkel kívánunk foglalkozni.

1. Nyomásérzékeny tranzisztor

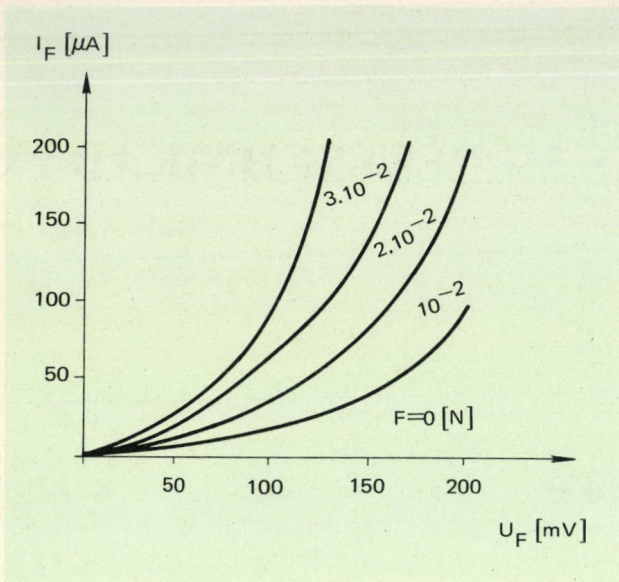
A félvezető eszközök elektromos feszültséggel, fényvel és hőmennyiséggel vezérelhetők. Dr. W. Rinder 1961-ben, a Raytheon Company kutatólaboratóriumában megfigyelte a nyomásérzékenységet, és az azóta végzett rendszeres kísérletek alapján megkezdték az utóbbi években ezen félvezető eszközök ipari előállítását. Egy félvezető dióda pn-átmeneti árama változik, ha az átmenetre nyomóerő hat. Az 1. ábrán egy dióda záróirányú, a 2. ábrán áteresztőirányú karakterisztikája látható a diódára ható nyomóerők különböző értékeinél.

A mechanikus nyomásnak a befolyása más, több pn-átmenettel rendelkező félvezető eszközöknél, tranzisztoroknál is jelentkezik. A bázis pn-átmenetre ható nyomás a tranzisztor áramerősítési tényezőjét lényegesen megváltoztatja. A 3. ábrán ez a változás látható.

A tranzisztor egyéb jellemzői is változnak: így a kimenő kapacitása (4. ábra). Ez a tulajdonság is felhasználható mérésre. Amennyiben a tranzisztorral oszcillátort készítünk, úgy megfelelő méretezés esetén a nyomóerőtől függ



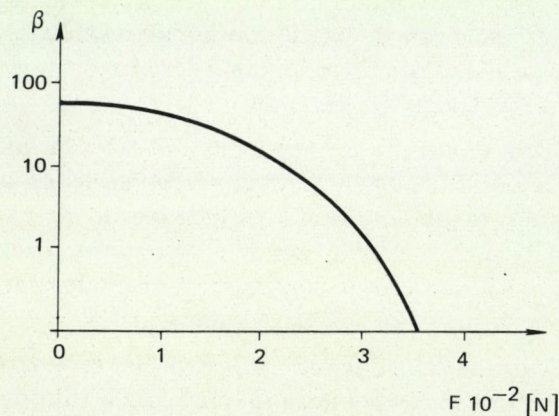
1. ábra. Dióda záróirányú karakterisztikájának változása a pn-átmeneti rétegre ható erő hatására



2. ábra Dióda áteresztőirányú karakterisztikájának változása a pn-átmeneti rétegre ható erő hatására

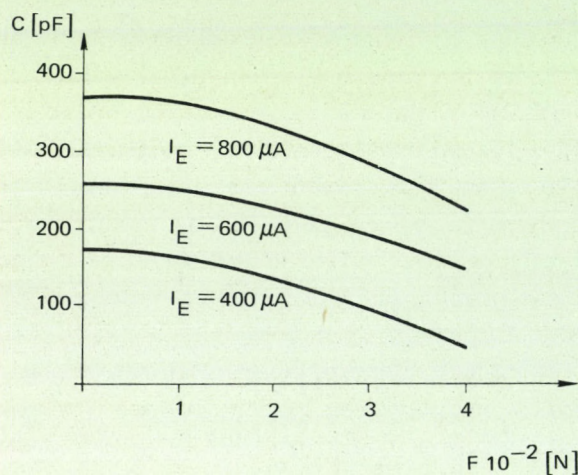
annak frekvenciája. Ilyen módon a nyomásváltozás az oszcillátor frekvenciamodulációját eredményezi. Ez pedig lehetővé teszi a telemetrikus mérési módszer alkalmazását, amire a mechanikai mennyiségek mérésének területén különösen fontos szerep vár, amivel azonban itt részletesebben nem foglalkozunk.

A félvezető eszközök nyomásérzékenységének effektusán alapul a Stow laboratórium (USA) által kifejlesztett Pitran elnevezésű nyomásérzékeny tranzisztor, amely gyorsulás, áramlási sebesség, erő, súly, valamint kis el-



3. ábra. Pitran áramerősítési tényezőjének változása a nyomóerő függvényében

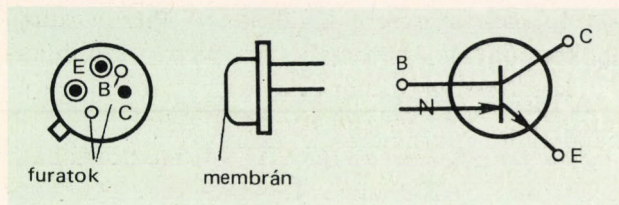
mozdulások mérésére alkalmas. A Pitran tulajdonképpen egy npn-szilícium planár technikával készült tranzisztor. Az emitter-bázis záróréteg felületét egy rúd nyomja, melynek másik vége a tranzisztorház (pl. TO-46) membránként kiképzett fedőlapjához támaszkodik. A tranzisztornak a membránnal szemben levő lapján furat biztosítja a membrán szabad mozgását. A kitámasztó rúd jól definiált előfeszítést ad a membránnak, hogy a membrán felületére ható nyomást, illetve szívást is mérni lehessen. A Pitran kiviteli formáját, valamint a javasolt kapcsolási rajz jelölését láthatjuk az 5. ábrán. A Pitran konvencionális tranzisztor-kapcsolásban alkalmazható. A mechanikus erő modulálja a kimenő jelet (6. ábra).



4. ábra. A kimenő kapacitás változása a nyomóerő függvényében

A jelölésben az N a mechanikus bemeneten az erő mértékegységének, newton-nak a rövidítése ($1 \text{ p} = 9,81 \cdot 10^{-3} \text{ N}$). Az ábrán látható kapcsolat az érzékenység, lineáritás és hiszterézis mérésére alkalmas, mellyel a 7. ábrán látható PT3 típusú Pitranokat vizsgálták. A 7. ábrán a nyomást vízoszlop mm-ben adtuk meg, mivel így jól definiált nyomás érték állítható be ($10 \text{ mm H}_2\text{O} = 10^{-6} \text{ N/m}^2$).

A Stow laboratórium által megadott lineáris működési tartomány az a nyomástartomány, amely $U_{CE} = \pm 1 \text{ V}$ változást hoz létre. Az érzékenységet 10^2 V/N -ban adják meg, ahol az erőhatást pontszerűnek tételezik fel. A Pitran érzékenysége olyan nagy, hogy a memb-



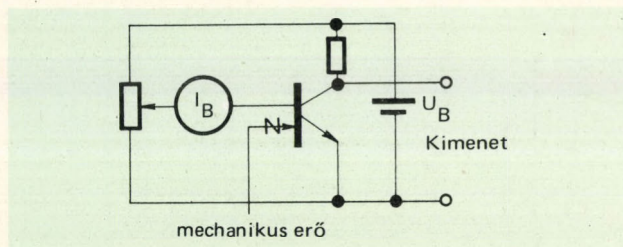
5. ábra. Pitran felépítése és kapcsolási rajzban való jelölése

ránra ható lehelet is már mérhető változást hoz létre. A 8. ábrán a PT3 kalibrálási görbéjét láthatjuk, ahol bizonyos hiszterézis jelenség figyelhető meg a terhelés növelésekor és a terhelés megszüntetésével. A hiszterézis a mérésben mintegy 0,5–1% hibát okozhat.

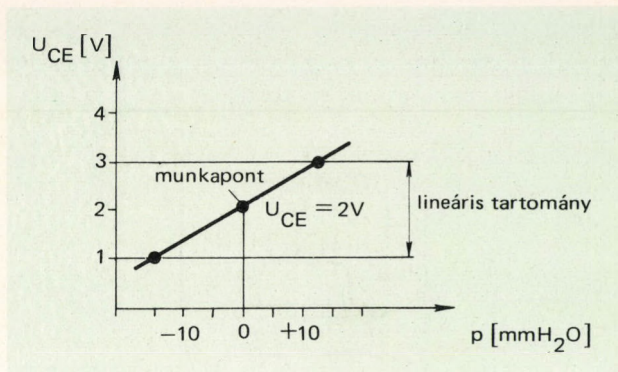
A Tekelec Airtronic (Stuttgart) cég által gyártott Pitran-ok adatait az 1. táblázatban ismerhetjük.

1.1 Alkalmazási lehetőségek

Mint már említettük, a Pitran jól alkalmazható érzékeny nyomásmérőként. A nagy érzékeny-

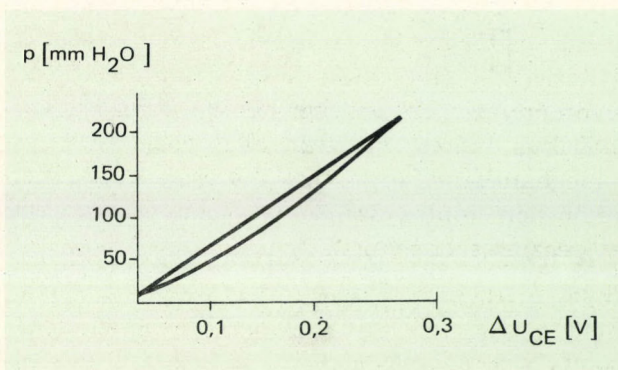


6. ábra. Pitran vizsgálatára alkalmas kapcsolás



7. ábra. Pitran karakterisztikája

ség miatt közvetlenül csak *kis nyomások*, illetve *kis nyomáskülönbségek* mérése esetén használható. Nagyobb nyomásoknál célszerű *nyomás kompenzációs módszert* alkalmazni, vagyis olyan referencia nyomást kell létesítenünk, amelytől való eltérést mérni tudjuk. Így a



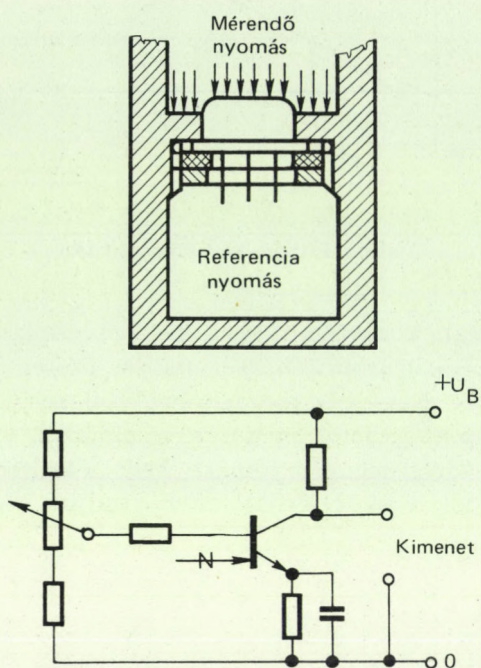
8. ábra. Pitran hiszterézisgörbéje

1. táblázat

A Pitran (Tekelec Airtronic gym.) jellemző adatai

Típus	PT2, PT3	PT22, PT23	PT52, PT53	
Érzékenység	3	0,5	0,2	[10 ³ V/N]
Lineáris tartomány ($U_{CE} = \pm 1$ V)	120	710	1780	[mm H ₂ O]
Linearitás ($U_{CE} = \pm 1$ V)	0,5	0,5	0,5	[%]
Hiszterézis	0,5	0,5	0,5	[%]
Hőmérsékleti együttható	PT2: ± 200 PT3: ± 50	PT22: ± 200 PT23: ± 50	PT52: ± 200 PT53: ± 50	[mV/°C] [mV/°C]
h_{FE}	5	5	5	
I_{CBO} $U_{CBO} = 10$ V-nál)	0,01	0,01	0,01	[μ A]
Mechanikus rezonancia	150	150	150	[kHz]

Pitran érzékenységből adódó előnyt jól ki tudjuk használni. Erre ad mérési elrendezést és kapcsolási vázlatot a 9. ábra.



9. ábra. Pitran-nal való mérési elrendezés

A tranzisztort úgy tokozzák, hogy a kivezetések a nyomás, illetve szívás esetén mechanikailag nincsenek igénybevéve. Természetesen a referencia nyomás oldalon indifferens gáz alkalmazása ajánlatos, hogy korrózió ne léphessen fel a tranzisztor belsejében. Az ábrán közölt kapcsolási vázlattal kapcsolatban meg kell jegyezni, hogy az emitterben levő ellenállással és a bázisosztóval biztosítjuk a megfelelő munkapont beállítását és a kapcsolat elektronikus stabilitását.

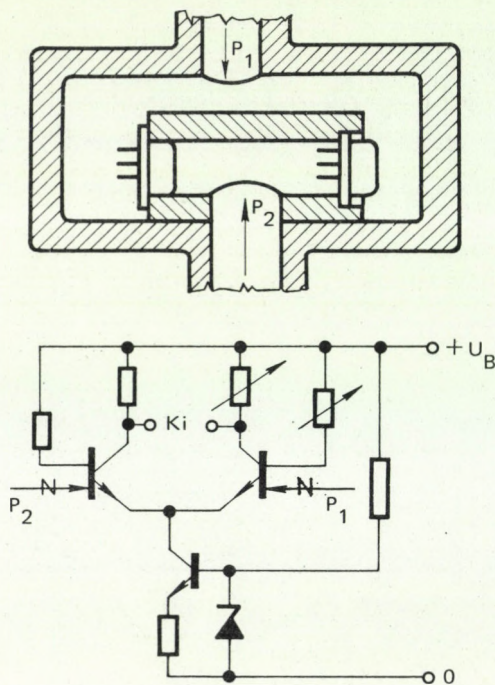
A 10. ábra két Pitrant tartalmazó nyomás-érzékelő elrendezési és kapcsolási vázlatát szemlélteti, melyet *nyomáskülönbség* mérésére alkalmazhatunk.

Az ábra szerinti szimmetrikus erősítő kapcsolás, párba válogatott félvezetők esetén a jól ismert előnyös tulajdonságokkal rendelkezik. A differenciaerősítő alkalmazásának előnye a nullpont- és a hőmérsékletstabilitásban, a tápfeszültségtől való függetlenségben és a linearitásban mutatkozik meg. Az erősítő konstans emitter áramát egy stabilizált áramgenerátor-

ral biztosíthatjuk, ugyanis a Pitran disszipált teljesítménye nem lehet több 25 mW-nál.

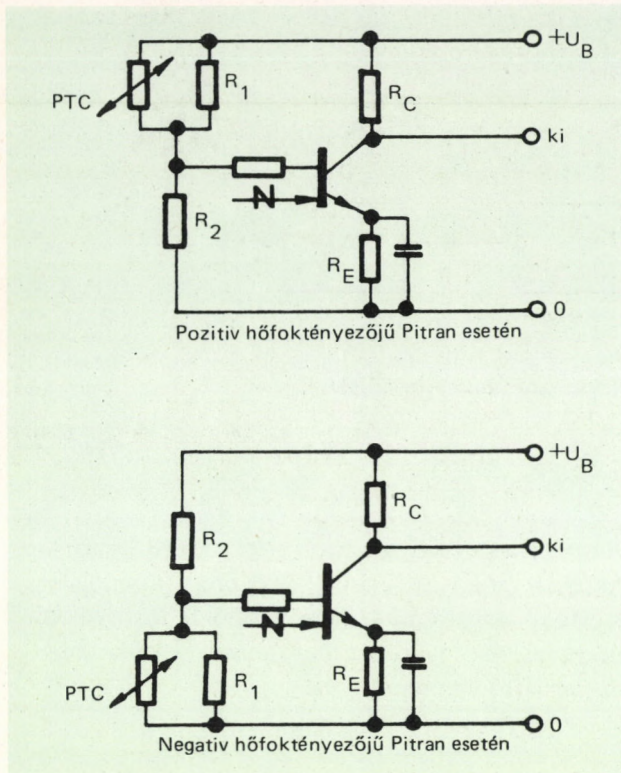
A Pitran egyedi, illetve kisszéziás gyártásából adódóan a paraméterek szórása még tekintélyes, vonatkozik ez különösképpen az érzékenységi és hőmérsékleti tényezőre megadott adatokra. A hőmérsékleti tényező mind pozitív, mind negatív lehet, ezért a hőmérsékleti tényezőt és az érzékenységet minden darabra megadják. A hőmérsékleti korrekció a 11. ábrán látható PTC ellenállásos bázis osztó kapcsolással valósítható meg. Így a hőmérséklet okozta nullpontvándorlás $+20 \dots +60 \text{ }^\circ\text{C}$ tartományban 100 mV-ra csökkenthető.

A Pitran gyorsulásérzékelőként is felhasználható, ennek felépítését szemlélteti a 12. ábra. Az ábra szerinti gyorsulásérzékelőnél az $m=0,05 \text{ g}$ tömeget a Pitran membrán és a pn-átmenetre támaszkodó rúd közé ragasztják. Ezzel az elrendezéssel $U_B=10 \text{ V}$ esetén a 6. ábra szerinti kapcsolatban az érzékenység $85 \dots 120 \text{ mV/g}^*$, (ahol g^* a $9,81 \text{ m/s}^2$ nehézségi gyorsulást jelenti).



10. ábra. Differencia Pitran kapcsolás

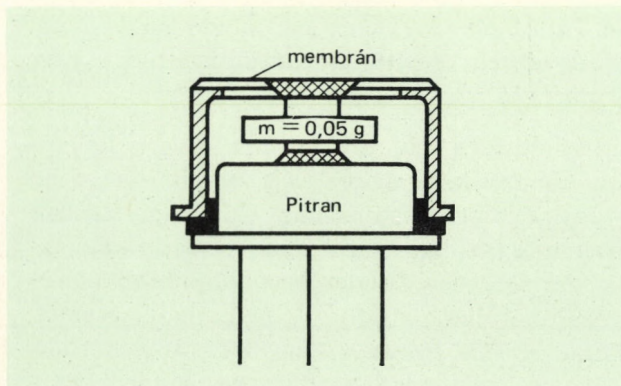
Sokoldalú felhasználására további példákat szeretnénk még felsorolni, hogy ezzel is bizonyítsuk e félvezetőeszköz jelentőségét.



11. ábra. Pitran hőmérsékleti kompenzálása

A szélcsatornás modellkísérletek nyomásmérő eszköze lehet repülőszerkezetek felületén fellépő nyomásviszonyok, vagy vízturbina, hajócsavarok szárnyprofiljainak áramlástanai vizsgálatainál.

A jelenleg is használt manométerekkel szemben a Pitran ott előnyös, ahol gyors nyomásváltozásokat kell kimutatni, illetve regisztrálni. Kimenő feszültsége minden erősítés nélkül regisztrálható, vagy egyszerű mutatós műszerrel mérhető.

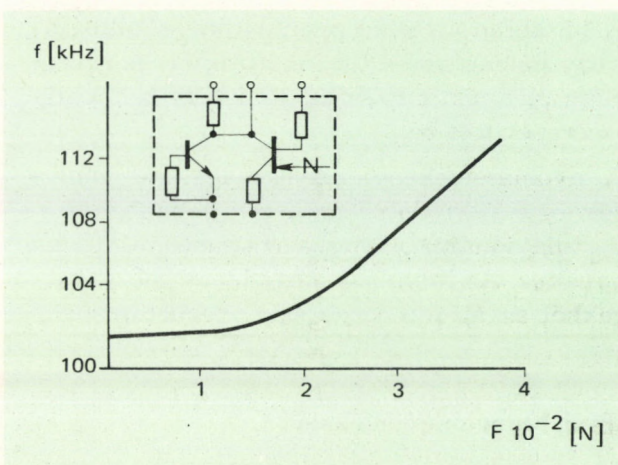


12. ábra. Gyorsulásérzékelő Pitran

Elektronikus analitikai mérlegek érzékelőjeként alkalmazva elkerülhetjük a mechanikus mérlegeknél fellépő túllendülést, ami a beállási időt lényegesen lecsökkenti, gyors mérést tesz lehetővé.

A Pitran membrán elmozdulása megengedett maximális terhelés hatására 10^{-5} mm. Ebből az is látható, hogy kis elmozdulások mérésére is felhasználható.

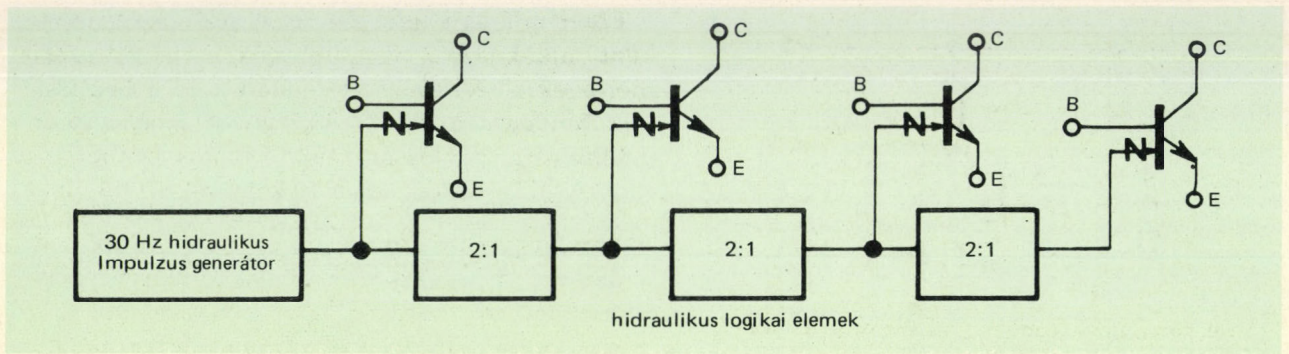
Az orvosi diagnosztikai gyakorlatban vérnyomás és csontnyomás mérésére (esetleg az emberi testbe ültetve) nyújt lehetőséget. Monolitikus integrált áramkörtel technikával tranzisztoros áramkör készíthető, mely felhasználható frekvencia- vagy pulzusmodulációs telemetrikus rendszer jeladójaként. Ilyen integrált áramkörtel megoldást mutat a 13. ábra; ez oszcillátorként használható kapcsolás, melynek frekvenciamodulációs karakterisztikáját láthatjuk az ábrán.



13. ábra. Integrált áramkörtel Pitran modulációs karakterisztikája

További felhasználási terület a szeizmikus mérések, valamint elektronikus vezérlésű Diesel-motorok befecskendező rendszerében érzékelőként való alkalmazása.

Ki kell emelnünk még egy fontos felhasználási területet: ez pedig a pneumatikus vagy hidraulikus vezérlés ellenőrző rendszere. A gépgyártás területén, mint ismeretes, a hidraulikus és pneumatikus logikai kapcsolásokat előnyben részesítik az elektronikussal szemben. A hidraulikus elemeknél fennmarad a logikai szint jelzésének és az átfolyási sebesség pontos meg-



14. ábra. Pitran alkalmazása pneumatikus számláló kijelzőjeként

határozásának a problémája. A szokásos mechanikus mérőjelző és mérőrendszerek nem alkalmasak a pneumatikus szabályozó berendezések ms-os állapotváltozásainak mérésére vagy regisztrálására. A *Pitran* észlelési időállandója maximálisan $30 \mu\text{s}$. Külön előny, hogy a *Pitran* kimenőjelét erősítő nélkül is felhasználhatjuk jelzésre, regisztrálásra.

A 14. ábrán a *Pitran* pneumatikus alkalmazását egy példán keresztül mutatjuk be. A rajzon látható pneumatikus számláló fokozatban kijelző szerepet tölt be.

A nyomásérzékeny tranzisztorról jól kimérhetők egy *hidraulikus rendszer impulzus átviteli* tulajdonságai, vagy *frekvencia átviteli függvénye*. Az impulzus megjelenési időkülönbségekből az átfolyási sebesség meghatározható.

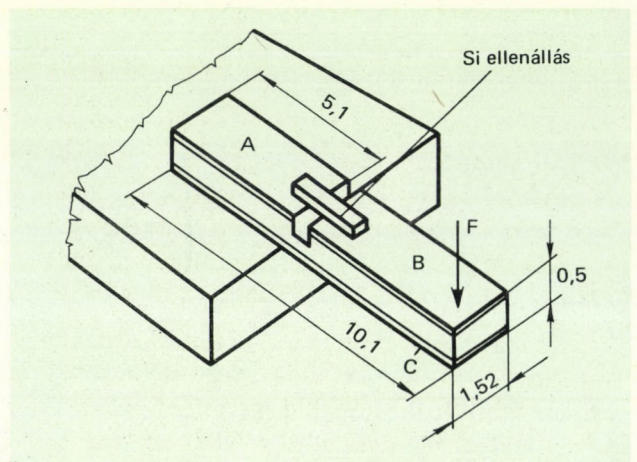
2. Pixi-beam mérőérzékelő

Egy másik félvezető érzékelő, ami mechanikai mennyiségek mérésére felhasználható, az *Endevco Corporation (USA)* által gyártott *szilícium nyúlásmérő (Pixi-beam)*. A cég egy *Pixi* elemes *lengésérzékelőt* kísérletezett ki. A 15. ábra a lengésérzékelő mechanikai felépítését szemlélteti (8210 típus).

Ez egy kb. 15 mm^2 felületű, $0,4 \text{ mm}$ vastag szigetelő test, melynek közepén horony van. A hornyot az ún. *Pixi-beam* szilícium ellenállás hidalja át, aminek két végét az A, B jelzésű arany bevonathoz érintkezővel biztosan rögzítik. A Si ellenállás úgy viselkedik, mint egy nyúlásmérő bélyeg, melynek ellenállás értéke mintegy $1,4\%$ -kal változik 10^{-2} N terhelés hatására. Ez a változás, maximálisan 10 V táp-

feszültség esetén, a fenti rezgésérzékelőnél mintegy 10 mV/g érzékenységnek felelt meg.

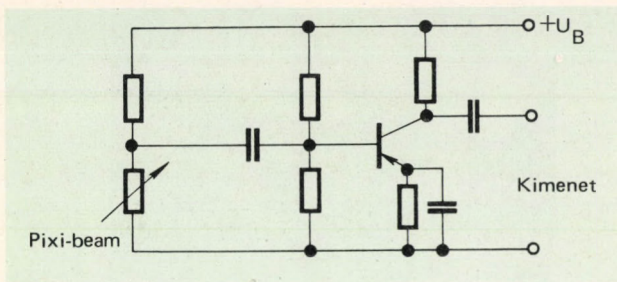
Az érzékelő frekvencia átvitel $0 \dots 50 \text{ kHz}$. Az ellenállás szokásos értéke 1000 ohm , ami olyan kis érték, hogy emiatt érzéketlen a környezeti zavarokra, és így illeszthető bármely tranzisztoros erősítő bemenetéhez.



15. ábra. Pixi-beam érzékelő felépítése

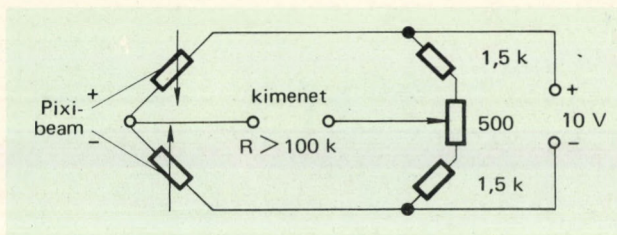
A *Pixi-beam* érzékenysége olyan nagy, hogy egy egyszerű erősítőfokozat kimenetében már jól mérhető jeleket kapunk (16. ábra).

Mint minden félvezető elemre, erre is jellemző a hőmérsékletérzékenység. Kritikus esetben ez úgy kompenzálható, hogy híd-kapcsolásban egy másik hőkompenzáló *Pixi* elemet alkalmaznak. Az *Endevco Corporation* különböző mérőérzékelőnél használja fel a *Pixi-beam* elemet, például a *8107* típusú erőmérőnél, ahol két aktív tagot tartalmazó nyúlásmérő hidat képeznek ki *Pixi-beam* elemekből (17. ábra).



16. ábra. Pixi-beam-es tranzistoros erősítő-kapcsolás

Az ábrán látható kapcsolás esetén a kimenő feszültség névleges terhelésnél 500 mV. Készítenek 0,02; 0,2; 2 N névleges terhelhetőségű erőmérőket. Az erőmérők 100-szoros túlterhelést kibírnak, de a terhelés 12 N-nál nagyobb nem lehet. A cég által gyártott 8160 típusú mikrométer-útadó (Strain—Transducer) a mérőcsúc 0,005 mm-es elmozdulására 350 mV kimeneti feszültség változást ad.



17. ábra. Két aktív tagot tartalmazó Pixi-beam érzékelő híd

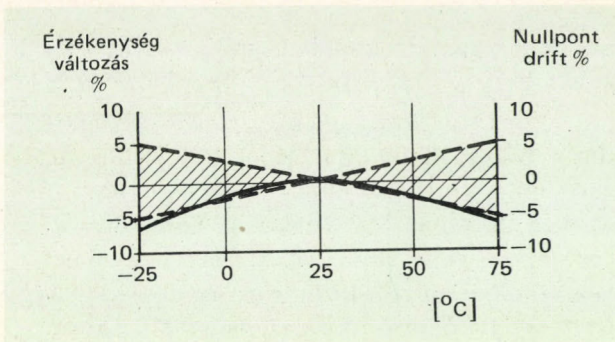
Meg kell említenünk a 8503 típusú miniatűr nyomásérzékelőt, mely egy M5×10 csavar méretű.

A nyomásérzékelő membránján helyezték el a félvezető nyúlásmérő Pixi-beam elemeket. A fenti érzékelő öt különböző mérési tartományra készül, 0,35—140 kp/cm² nyomáshatárok között. A már említett feltételek mellett (16. ábra) a kimenő feszültség 500 mV teljes kivezérlésnél.

A nyomásérzékelő hőmérsékletfüggését is közli a cég, ez a 18. ábrán látható.

A folytonos vonallal kihúzott görbe az érzékenység, a bevonalkázott terület a nullpont vándorlást adja meg a hőmérséklet függvényében. A mérésben ez kisebb hibát okoz mint $\pm 5\%$.

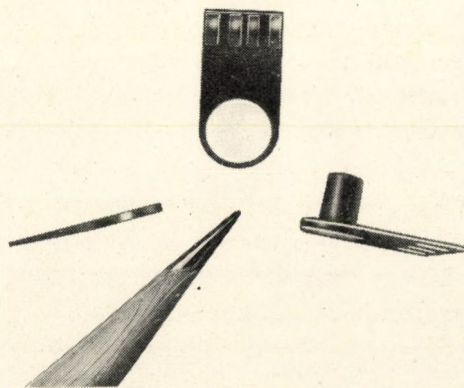
Mechanikai jellemzők, mint például az elmozdulás, erő, csavarónyomaték, nyomás, gyorsulás lengőrendszerekben való mérésénél egyre nagyobb követelmények kielégítése a cél. Az érzékenység, pontosság mellett fontos szempont a méret, súly csökkentése. Sokszor merül fel olyan probléma, hogy nem géprészek, hanem gépelemek mechanikai igénybevételét kell meghatá-



18. ábra. Membrános nyomásérzékelő jellemzőinek hőmérsékletváltozása

rozni, más esetben viszont valamely áramló folyadék rendszer helyi nyomás viszonyait. Mindkét példából kitűnik, hogy az ilyen méréseket csak miniatűr érzékelőkkel lehet megoldani.

Az integrált áramköri technika alkalmazásával a mérőérzékelő a megfelelő erősítőfokozattal egybeépíthető, mindez miniatűr méretekben megvalósítható. Gyártanak teljes nyúlásmérőhidat monolitikus technikával, vagy vékonyréteg technika alkalmazásával (felgőzölögtetett ellenállás) a méret csökkentése céljából. A Scientific Advances Inc. (USA) gyártja ma a



19. ábra. A Scientific Advances Inc. által gyártott miniatűr nyomásérzékelő

legkisebb nyomásérzékelőt, melyet az orvosi gyakorlatban közvetlen vérnyomás mérésére használnak, az emberi véredényekbe bevezetve (19. ábra).

3. Egyéb újdonságok

3.1. Anyagkifáradás mérő

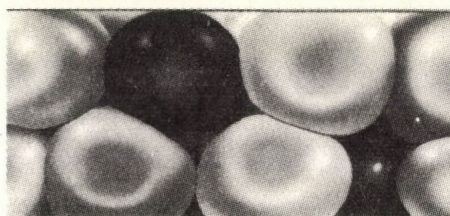
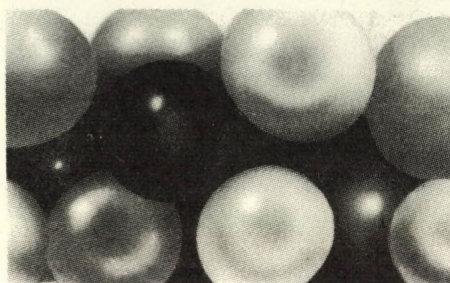
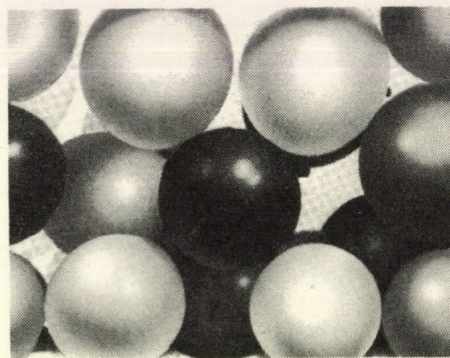
A nyomásmérő bélyegekkel kapcsolatban figyelemre méltó a *Micro-Measurements Inc. (USA)* által gyártott „fatigue-life gage” anyagkifáradás érzékelő. Tulajdonképpen egy nyúlásmérő bélyeg, amelyhez speciális ragasztó anyagot, fedőlakkot és egyéb tartozékokat adnak. A kritikus gépen, vagy annak alkatrészén elhelyezett érzékelő előre jelzi a kifáradási töréseket. Nagy előnye, hogy nem szükséges, hogy állandó méréseket végezzünk vele, hanem csak bizonyos időközönként ellenőrizzük az ellenállását. A kifáradás érzékelő nyúlásmérőbélyeg ellenállása a ciklikus mechanikai igénybevétel hatására fokozatosan növekszik. Az ellenállásváltozás arányos a deformációs munkával, ami akkumulálódik benne, mint ellenállás növekedés. A vizsgált próbadarab mechanikai kifáradási folyamata ezzel párhuzamosan történik, így egyszerű ellenállásméréssel az érzékelő közvetett módon a kifáradási törést előre jelzi.

A fenti anyagkifáradás érzékelőket, megfelelően válogatva, 120, 300 és 1000 ohm névleges ellenállásértékkel hozzák forgalomba.

3.2. Ellenállás lakk

Nyomásérzékelőként való felhasználásra a *Clark Electronics (USA)* cég speciális lakk anyagot gyárt. A lakkba vezető részecskéket dolgoznak bele, amelyek a száradás után alig érnek össze, így a lakkréteg ellenállása nagy. Amennyiben a rétegre nyomás vagy erő hat, ellenállása lecsökken, a klasszikus szén mikrofonhatás mechanizmusához hasonlóan.

Természetesen itt az erőhatás nem lineáris a kapott ellenállásváltozással, vagyis $\frac{\Delta P}{\Delta R} \neq \text{áll.}$ A nyomásváltozás hatására végbemenő folyamatot szemlélteti a 20. ábrán látható modell.

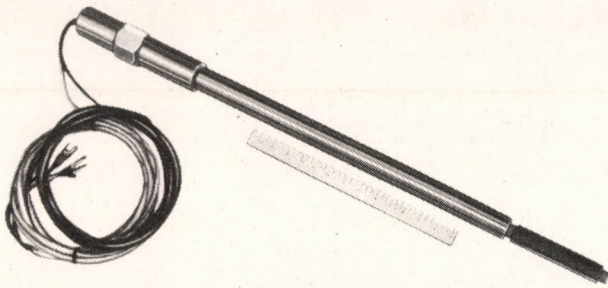


20. ábra. A nyomásérzékelő lakkanyag hatásmechanizmusának szemléltetése

Hogy ennek a lakknak az alkalmazására miként kerülhet sor, előre megjósolni nem lehet, mivel nonlinearitása kétségtelen hátrányt jelent. Tájékozódó gyors méréseknél való alkalmazása azonban a gépgyártás területén kétségtelen előnyökkel járhat, de a nyúlásmérő bélyeggel történő pontos méréseket még nem helyettesítheti.

3.3. Miniatűr egyesített nyomás- és hőmérsékletérzékelő

A *General Transducer Co. (USA)* gyárt egyesített nyomás- és hőmérsékletérzékelőt GT-73 típuszámmal, amit néhány szóban megemlítenénk, hiszen hasonló érzékelőt dolgozott ki az

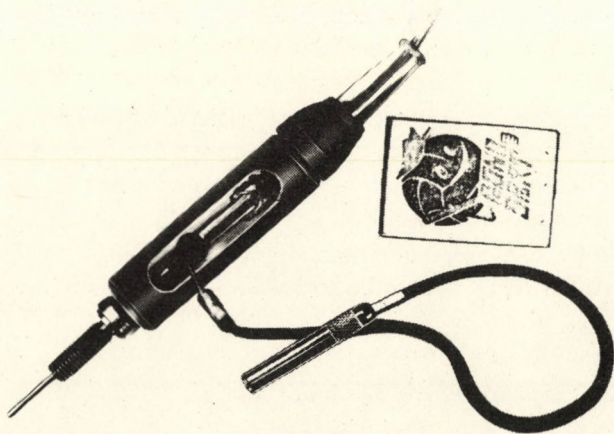


21. ábra. A General Transducer Co. cég nyomás- és hőmérsékletérzékelője

MTA Műszerügyi és Méréstechnikai Szolgálat is a BME Műanyag és Gumiipari Tanszéken végzett mérésekhez [38]. A 21. és a 22. ábra ennek a két érzékelőnek a méret-összehasonlítására ad lehetőséget. Sajnos az érzékelők műszaki paramétereit nem tudjuk még összevetni, mivel a GT-73 típus ismertetésénél nem közöltek adatokat. A hőmérsékletérzékelő a külföldi típusnál Fe-Konstantán, míg mi Cu-Konstantánt alkalmaztunk.

3.4. Mágnes-tér-érzékeny eszközök mechanikai jellemzők mérésére

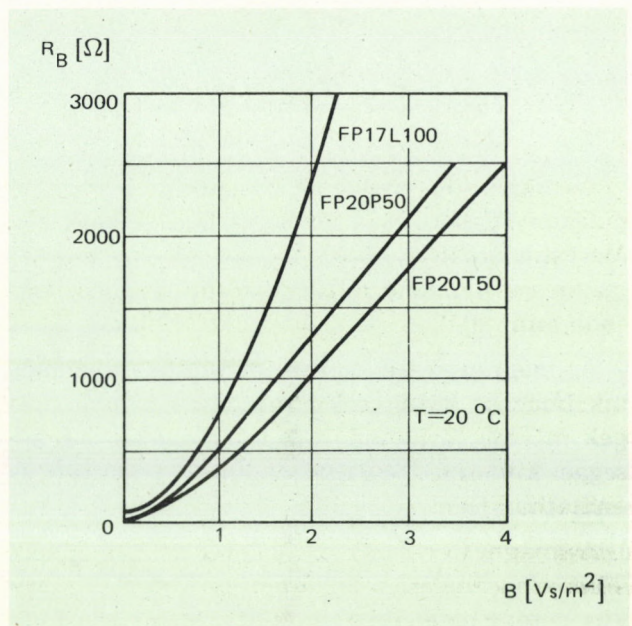
Hallotronnal már 1950-ben kezdtek foglalkozni. A közelmúlt újabb eredményeket hozott a „Feldplatte” és „Magnistor” elnevezésű mágnes-tér-érzékeny elemek megjelenésével. A Feldplatte elnevezésnek az angol nyelvű irodalomban a fluxistor felel meg. A hallotronok működési elvét nem ismertetjük, mert ezzel a téma-



22. ábra. A sajátfejlesztésű egyesített nyomás- és hőmérsékletérzékelő

körrel számos magyar nyelvű közlemény foglalkozik [39, 40].

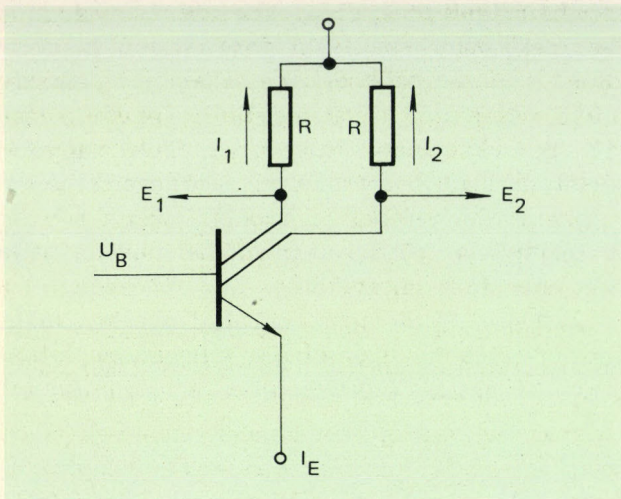
A mágnes-tér-érzékeny ellenállás passzív elem, mágnes-tér behatás nélküli alapellenállása 10 ohm... 1 kohm között lehet. Ennél nagyobb érték is elérhető, ha a félvezető réteget kerámia lapkára vékonyréteg technikával viszik fel. Az érzékenységet több réteggel lehet növelni, ezeket egymástól elszigetelve vákuumgözzik fel a szigetelőre. A Siemens cég által gyártott mágnes-tér-érzékeny ellenállások jelleggörbéi láthatók a 23. ábrán. Ezzel szemben a mágnes-tér-



23. ábra. Mágnes-tér-érzékeny ellenállás

zékeny tranzisztor (magnistor) aktív elem, olyan nagyfrekvenciás szilícium planár technikával készült tranzisztor, melynek emitteréhez és bázisához két, szimmetrikus elrendezésű kollektor tartozik. Nyugalmi helyzetben mágneses tér nélkül a két kollektoron egyforma áram folyik. A 24. ábrán a mágnes-tér-érzékeny tranzisztor kapcsolása és rajzjelölése látható.

A kapcsolási rajzban R kollektorköri munkaellenállások szokásos értéke 10 kohm. A két kollektor között mágneses tér nélkül nincs potenciálkülönbség. Mágneses tér hatására az áramirányok, a hallotronban lejátszódó folyamathoz hasonlóan, megváltoznak. A két kollektor között mérhető potenciálkülönbség lép fel, ami a mágneses térerősséggel egyenesen arányos (25. ábra).



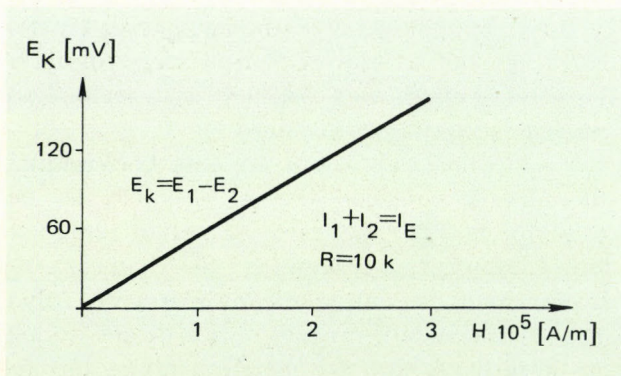
24. ábra. Mágnes-tér-érzékeny tranzisztor

A mágnes-tér-érzékeny tranzisztor előnye az érzékenységben és a linearitásban jelentkezik. Méréstartományja $1,5 \cdot 10^{-1} \dots 10^{-7} \text{Vs} \cdot \text{m}^2$, és ezen mágneses indukció határok között a linearitása jobb mint $\pm 1\%$.

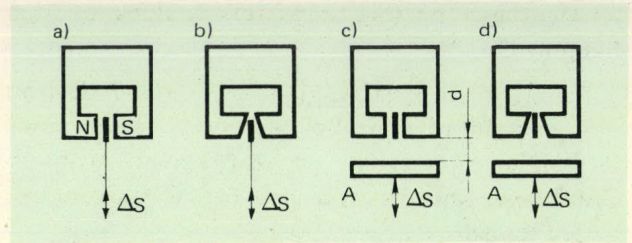
A mágnes-tér-érzékeny félvezetők sokoldalú alkalmazása közül csak a mechanikai mennyiségek mérése területén való felhasználási lehetőséggel kívánunk foglalkozni, ahol a jelentőségük elvitathatatlan.

A mágnes-tér-érzékeny ellenállás útdóként való felhasználása a legkézenfekvőbb. A klasszikus potenciometrikus, induktív, kapacitív, fotoelektromos mérőérzékelővel nehéz kis változásokat mérni.

A mágnes-tér-érzékeny ellenállással való mérésre találunk példákat a 26. ábrán. A 26a ábra szerinti elrendezésben az érzékelő jobban



25. ábra. Mágnes-tér-érzékeny tranzisztor karakterisztikája



26. ábra. Mágnes-tér-érzékeny ellenállásos elmozdulásérzékelő elrendezések

vagy kevésbé merül be egy mágnes által létrehozott homogén térbe. Az érzékelő szabad részének ellenállás értéke legyen R_0 , és a mágnes-térben levőé nagyobb, R_B . Az $R = R_0 + R_B$ értéke a mágnes-tér-érzékeny ellenállás mágneses térben való elhelyezkedésétől (IS) függ. Ezzel szemben a 26b ábrán látható felépítésnél az érzékelő inhomogén mágneses térben mozog. Az ellenállásváltozás az érzékelő helyzetére érzékenyebb, mert a mágneses tér gradiense is befolyásolja. Megfelelő gradienssel tetszés szerinti $R=f(IS)$ valósítható meg. A 26c ábra szerinti elrendezésben az érzékelőt a mágnes-térben rögzítik és a mágneses térerősséget az A ferromágneses lemez helyzete változtatja, ennek következtében az ellenállás megváltozik. A 26d ábrán látható érzékelő működése az előbbihez hasonló, mivel A horgony a mágnespólusok közötti teret söntöli. A pólusok közötti térerősség változása a mágnes-tér-érzékeny ellenállásértékét módosítja. A fenti esetekben az ellenállásváltozást kell mérni.

A mágnes-tér-érzékeny ellenállást már eleve úgy készítik, hogy hidban való mérésre alkalmas legyen. A mágnes-tér-érzékeny ellenállás kerámiaplakájára még két, az aktív ellenállással azonos értékű ellenállást gözölnek fel. A mágnes-tér-érzékeny eszközök segítségével elfordulás- és fordulatszámérzékelő is könnyen felépíthető, melynek előnye, hogy a forgórendszer terhelését nem befolyásolja, például az ellenállásváltozás arányosan követi a fordulatszámot. Az elmozdulásérzékelő elvét alkalmazva lehet erő-, nyomás-, gyorsulásmérőt kialakítani.

3.5. Hallotronos lengésérzékelő

Hallotronos lengésérzékelőt úgy készíthetünk, hogy a mechanikus lengő rendszert, amiben a

tömeget egy mágnes képviseli, kisfrekvenciára hangoljuk.

Az előbb említett mágnes egy *ferrit-hallotron* előtt mozdul el, a Hall-feszültség és így a mérőjel a lengőrendszer elmozdulásával arányos. Összehasonlítva ezt más mérési módszerekkel, az alábbi előnyök jelentkeznek.

A lengésamplitúdó mérésének másik két lehetősége ismeretes. Az egyik az *induktív* lengéssebesség-érzékelővel való mérés, mely után a kapott jelet integráló fokozaton vezetjük keresztül. A másik lehetőség az, amikor a differenciáltranszformátoros elmozdulásérzékelőhöz *vivőfrekvenciás mérőrendszert* alkalmazunk. Mindkét esetben tetemes mérési hiba lép fel: az egyikben az integrálás időállandója, a másikban a nullpont instabilitása okoz problémát. A hallotronos mérőrendszerrel ilyen természetű hibák nem jelentkeznek. Az induktív lengéssebességérzékelő csak lengőasztalon mérhető be, míg a hallotronos érzékelő *statikusan kalibrálható*. Az utóbbi esetben a nehézségi erő hatását ki tudjuk egyenlíteni a szeizmikus mérőrendszer elektronikus bemérésénél. A hallotronos mérési módszer további előnye, ha kihasználjuk a hallotronok *multiplikatív* tulajdonságát.

Amennyiben a hallotron tápfeszültségeként váltakozófeszültséget alkalmazunk, a hallotronos lengésérzékelő egyszerű módon a *lengésfrekvencia analízisére* is felhasználható. A Hall-effektus multiplikatív tulajdonságából adódóan, egy

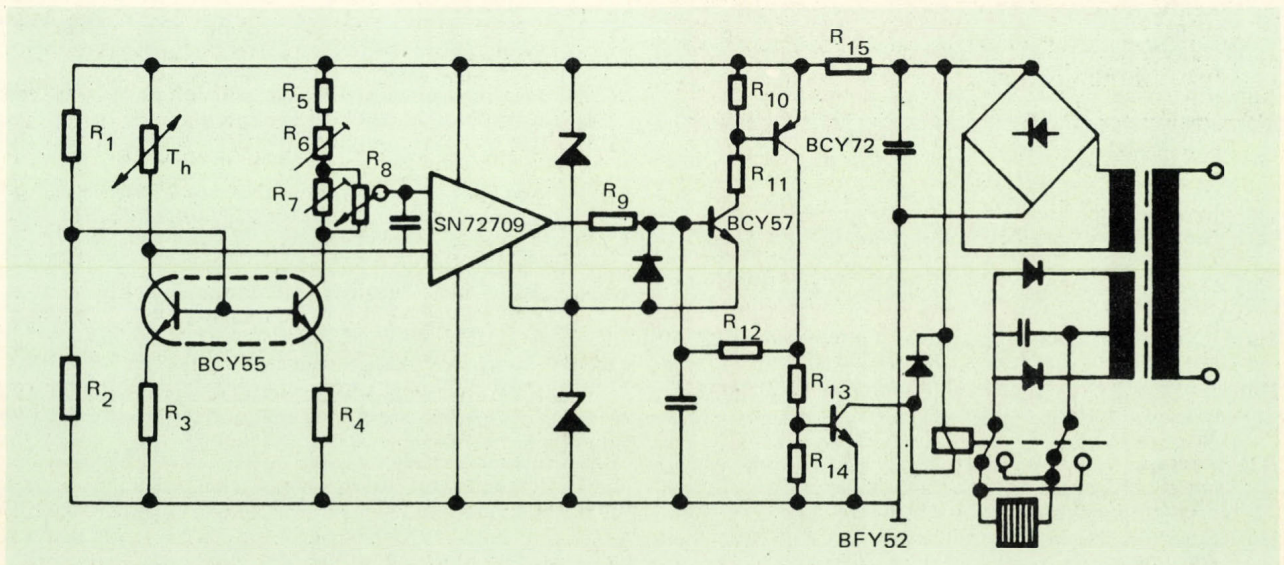
meghatározott frekvenciával oszcilláló mágneses tér csak akkor szolgáltat egyenáramú komponenst a Hall-feszültségben, ha ennek frekvenciája megegyezik a tápfeszültség frekvenciájával. A frekvenciaanalízishez a hallotronos lengésmérőt váltakozóárammal tápláljuk, aminek frekvenciáját változtatni tudjuk. Ezen a módon a frekvencia- és az amplitúdóanalízist azonos időben tudjuk végezni.

A hallotronos lengésérzékelővel való lengésmérés esetén megfelelő mérő- és analízáló rendszer közvetlenül kombinálható. Ez a mérőrendszer kiviteli tekintetében nagyon pontos, ezenkívül szelektív. A mérőrendszerbe beépíthető egy sweep-generátor, melynek lökete megfelelően állítható.

A mérőberendezés nem csak statisztikus rezgésanalízisre, hanem *rezonanciaanalízisre* is alkalmas. A fent ismertetett módszerrel elektrodinamikus rendszerek *lengésszabályozása* is megvalósítható.

3.6. Peltier-elemes referencia termosztát

Termoelemekkel való hőmérsékletmérésnél problémát okoz a referencia hőmérsékleti pont megválasztása, ha nagy pontossággal akarunk mérni. Az ilyen esetekben a pontosságot kompenzációs mérési módszerrel tudjuk növelni. A kompenzációs módszer egyik lehetősége, hogy a



27. ábra. Peltier-elemes termosztát szabályozó kapcsolási vázlat

referencia hőmérsékleti pontot a mérendő hőmérséklettel azonos értékre állítjuk be. Ehhez viszont termosztátra van szükség. A $+50 \dots -30^\circ\text{C}$ hőmérsékleti tartományban működő referencia termosztátot legjobban a Peltier-elemmel valósíthatjuk meg. A Peltier-elem fűtésre és hűtésre egyaránt alkalmas. Működése egy pn-átmenet azon tulajdonságán alapszik, hogy az átmenet helyének hőmérséklete a rajta átfolyó áram nagyságától és irányától függ. Jelenleg a legjobb hatásfokú termosztálás éppen Peltier-elemmel valósítható meg.

A hőmérsékletszabályozó konstrukciójára ad kapcsolási példát a 27. ábra. A termosztát hőérzékelőjeként PTC ellenállást (T_n) alkalmazhatunk. A Peltier-elem átkapcsolható, így áramiránya és működési hatása megváltoztatható. A hőmérsékletérzékelőt a Peltier-elemes termosztátba építjük be. Amennyiben a PTC ellenállás platina ellenálláshőmérő, amely a termosztát hőmérsékleti tartományában lineáris ($3,85 \cdot 10^{-3} \text{ }^\circ\text{C}$), úgy a termosztát hőmérsékletének mérésére is felhasználható. A kettős áramgenerátor olyan válogatott, közös házba épített tranzisztortpár, amely áramtáplálást ad a T_n , R_5 , R_6 , R_7 , R_8 ellenállásoknak. Az R_8 egy precíziós tizenetű helipot. Kimenete biztosítja az SN 72709 integ-

rált áramkör számára a megfelelő munkapontot. Mivel az integrált áramkörrel nagy erősítés valósítható meg, a kimeneten nagy feszültségváltozás lép fel a T_n ellenállás változásából adódó feszültségváltozásra. Az integrált áramkörös differencia erősítő kimenőjele egy alul áteresztő visszacsatolt kb. $\pm 0,2 \text{ V}$ hiszterézisű kapcsoló erősítőre kerül. A kapcsoló típusú erősítő működteti a Peltier-elemeket tápláló egyenáram irányát meghatározó relét. A Peltier-elem ilyen kapcsolásban az áram irányát meghatározó relé állapotának megfelelően fűt, illetve hűt. Így a hőmérsékletszabályozó időállandója tetemesen csökkenthető. A fenti szabályozóval a termosztát hőmérsékletét $\pm 0,1 \text{ }^\circ\text{C}$ pontossággal tartani tudjuk. Vannak olyan szabályozó kapcsolások is, amelyekkel $\pm 0,02 \text{ }^\circ\text{C}$ pontosságúra beállítható egy termosztát hőmérséklete. Mi itt a legegyszerűbb megoldást közöltük, az ennél pontosabbak sokkal költségesebbek is.

Fentiekben csak izelítőt tudunk adni azokról az újdonságokról, amelyek a közeljövőben megismerhetők ezen a területen a fejlődés irányát. A mérési feladatok sokrétűsége szükségessé teszi a modern technika széles körű alkalmazását.

Szentirmai Endre

Irodalom

- [1] Der empfindlichste Druckumsetzer: ein druckgesteuerter Transistor. *Elektronik*, (1968.) H6. E.86.
- [2] Lithiumniobát erő, nyomás, gyorsulás mérőérzékelők. *Intern. Elektr. Rundschau*, (1970.) Nr. 4. p. 96.
- [3] Nagyérzékenységű félvezető érzékelő mechanikai mérésekre. *Elektronik*, 20. (1971.) Nr. 12. p. 377—379.
- [4] Rasmussen, G.: Gyorsulásérzékelők konstrukciójáról. *Techn. Review*, (1969.) Nr. 2. p. 21—27.
- [5] Miniatur nyomásérzékelő ismertetése. *Elektronik*, 19. (1970.) Nr. 5. p. A 47.
- [6] Erőérzékelő. *Elektronik*, 19. (1970.) Nr. 7. p. A 33.
- [7] Nyomásérzékelő. *Elektronik*, 20. (1971.) Nr. 2. p. A 29.
- [8] Nyomás átalakító Bourns Inc. (USA). *Elektronik*, 19. (1970.) Nr. 3. p. A 44.
- [9] Közvetlen analog kijelzésű nyomásmérő Bourns Inc. (USA). *Elektronik*, 19. (1970.) Nr. 6. p. A 49.
- [10] Stürmer, G.: Magnetfeldabhängige Bauelemente. *radio-fernsehen-elektronik*, 20. (1971.) H. 12. p. 381.
- [11] Gerling, W. — Wijn, H. P. J.: Die Messung magnetischer Felder mit feldabhängigen Widerständen. *Elektronik-Anzeiger*, 21. (1968.) H. 15. p. 17—18.
- [12] Bergtold, F.: Magnetfeldfühler für die Automatik. *Automatik*, 14. (1969.) H. 4. p. 123—129.
- [13] Eberhardt, U. — Oehler, W.: Anwendung von Feldplatten beim elektrischen Messen nicht-
- elektrischer Größen. *Siemens-Bauteile-Inform.* 6. (1968.) H. 5. p. 172—177.
- [14] ...Schwingweg-Aufnehmer mit Hallgenerator. *Automatik*, 15. (1970.) H. 5. p. 170.
- [15] ...New method of producing "Hall elements" (Neue Technologie zur Herstellung von Hall-elementen). Tokyo, (1969.) Okt. p. 12.
- [16] *radio-fernsehen-elektronik*, 19. (1970.) H. 8. p. 239.
- [17] *Elektronik*, 19. (1970.) H. 6. p. 207.
- [18] Moser, H.: Magnetdioden in der Steuerungstechnik. *Elektrotechnik*, 52. (1970.) H. 15/16. p. 43—45.
- [19] Lang, B.: Gegentaktmesszerhacker mit magnetisch steuerbaren Widerständen. *Internat. Elektron. Rdsch.* 19. (1965.) H. 11. p. 629—632. H. 12. p. 686—688.
- [20] Lang, B.: Neuere Anwendungen magnetisch steuerbaren Widerstände. *Internat. elektron. Rdsch.* 22. (1968.) H. 9. p. 226—228.
- [21] Szumki, E.: Selbsttätiger Abgleich von Wechselstrombrücken unter Anwendung magnetisch steuerbaren Widerstände. *Internat. Elektron.* 14. (1969.) H. 19. p. 466—469.
- [22] Biedermann, K.: Schaltverstärker mit Feldplatten. *Siemens-Bauteile-Inform.* 5. (1967.) H. 3. p. 92—94.
- [23] Oppenheimer, M.: In IC form, Hall-effect devices can take on many new applications. *Electronics*, 44. (1971.) H. 16. p. 46—69.
- [24] Bergtold, Fritz: Magnetfeldfühler für die Automatik. *Automatik*, 14. (1969.) H. 4. p. 123—129.

- [25] Die Feldplatte. *Elektronik*, (1968.) H. 8. Arb.-Bl. Nr. 30.
- [26] Schillmann, E.: Der Hallgenerator, ein neuartiges Bauelement. *Techn. Rdsch.*, (1957.) Okt. p. 3—13.
- [27] Aufbau einer Magnetdiode. *Funktechnik*, 24. (1969.) H. 22. S. 865.
- [28] Kontaktlose magnetfeldgesteuerte Schalter und Relais. *Elektronik-Anz. 1.* (1969.) H. 3. p. 20—23.
- [29] Biedermann, Kurt: Schaltverstärker mit Feldplatten. *Siemens-Bauteile-Inform.* 5. (1967.) p. 92—94.
- [30] Feldplattentypen auf Kunststoffolie und auf Eisenunterlage. *Siemens-Bauteile-Inform.* (1968.) H. 4.
- [31] Hennig, G.: Die Feldplatte, Eigenschaften und Anwendung. *Elektronik*, 14. (1965.) H. 8. p. 255—229.
- [32] Der Magnistor — Magnetfeld steuert die Ausgangsspannung. *VDI-Nachr.* 24. (1970.) H. 15. p. 4.
- [33] Hudson-Element — ein Transistor reagiert auf Magnetfelder. *Elektronik-Ztg.*, 7. (1969.) H. 8. p. 197—202.
- [34] Der Magnistor, ein magnetfeldempfindlicher Transistor. *Elektronik*, 18. (1969.) H. 7. p. 224.
- [35] McDermott, J.: The Hall Effect: success at 90. *Electronic Design*, (1969.) october. p. 38—45.
- [36] Hamerak, K.: Der Hallgenerator ein elektronisches Bauelement mit vielseitigen technischen Einsatzmöglichkeiten. *Elektronik Anzeiger*, 2. (1970.) H. 10. p. 188—191.
- [37] Valvo gyártmányismertető. Peltier-elemek.
- [38] Szentirmai E.: Nyomás- és hőmérsékletváltozások mérése műanyagok fröccsöntésénél. *MTA Műszerügyi Szolgálat Közleményei.* (1970.) 8. sz. p. 29—36.
- [39] Pinszker, A. P. — Bogomolov, V. N.: Hallotronok alkalmazása az automatikában. Műszaki Könyvkiadó, Budapest, (1965.), Automatizálási sorozat 22.
- [40] Gíriat, A.: A hallotron. Műszaki Könyvkiadó, Budapest, (1968.).

ISMERI ÖN

a kooperációs kölcsönzés

„ ELŐNYEIT

Időlegesen nem használt műszereit Szolgáltatunk kölcsönzési díj ellenében továbbkölcsönzésre átveszi.

A bérleti díj fejében kívánságra más műszereket kölcsönözhet!

Ügyintézőnk:
Bártfay István
Tel.: 181—400

A korszerű mérés technika alapja a megfelelő műszerezettség

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

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

HASZNÁLJON MÉRÉSEIHEZ KÖLCSÖNMŰSZEREKET!

Kölcsönműszerek segítségével:

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

ÖN IS VEGYE IGÉNYBE KÖLCSÖNMŰSZEREINKET!

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

Felvilágosítás és műszerkölcsönzés:

**MTA MŰSZERÜGYI ÉS MÉRÉSTECHNIKAI SZOLGÁLATA
MŰSZERKÖLCSÖNZÉSI OSZTÁLY**

BUDAPEST V., MARTINELLI TÉR 3. TELEFON: 181-400, 188-824

Hosszúságmérő műszerek — helyzetkép és fejlődési irányok

A hosszúság az egyik leggyakrabban előforduló mérendő mennyiség. A szerszámgépipar, ez a jelentős és sok más alapját képező iparág, csak pontosabb, gyorsabb és megbízhatóbb hosszúságmérő műszerekre és módszerekre támaszkodva tud az új megmunkálási igényeknek megfelelő szerszámgépeket gyártani. Korszerű gyártmányaink jelentős része is tartalmaz a működése szempontjából fontos mechanikus alkatrészeket, valamilyen vázat vagy hordozót. Ezek hosszúság adatai meg vannak adva a szokásos tűrésekkel, amit ellenőrizni kell. A hosszúság kisebb-nagyobb pontosságú mérése a műszaki gyakorlat minden területén előfordul, amit mindnyájan tapasztalhattunk már. A hosszúságmérő műszerek fejlődése tehát sok embert érdekelhet.

A műszertechnika és a mérés technika egy-egy részének helyzetképéből, fejlődési irányából tanulságokat vonhat le a maga számára olyasvalaki is, akinek fő érdeklődése más területekre irányul. A mérés- és műszertechnika ma már rendkívül szerteágazó és sokrétű. Nagyon kevesen győzik idővel és energiával, hogy egyformán figyelemmel kísérjenek újdonságokat és fejlődési irányokat minden területen, amelyeknek egyes részei között nagyon eleven és gyakran újszerű kölcsönhatások vannak, illetve lehetségesek. Gondoljunk csak az elektronika általános térhódítására, a lézer és a holográfia alkalmazási lehetőségeire stb. Úgy véljük tehát, hogy összeállításunk közvetlen érdeklődés, vagy hasz-

nos analógiák keresése miatt sok olvasónk érdeklődésére számot tarthat.

Általánosságban is és a hosszúságmérés területén is igaz, hogy ugyanazt a műszertípust sok cég gyártja. Valamely újdonság bevezetésében lehet az első egy-egy gyár, de előbb-utóbb megjelenik vele a piacon a konkurenciája is. Egy ilyen helyzetkép összeállításában a szerző véleménye tükröződik abban, hogy melyik műszertípusokat szerepelteti, de teljesen véletlenszerű, hogy több cég ugyanolyan teljesítőképesű műszere közül melyik került be az ismeretetésbe. Teljességre törekedni nem akartunk, de nem is lett volna helyes.

Mechanikus mérőeszközök

Üzemi gyakorlatban a mechanikus mérőeszközöket használják a legelterjedtebben. A PAV (Vaduz, Lichtenstein) cég műanyagból készült tolómérőket hozott forgalomba: ezek a mérőeszközök újonnan $\pm 0,1$ mm pontosak, előnyük, hogy ellenállnak a korróciónak [1]. A leolvasás megkönnyítésére a TESA (Renens, Svájc) mérőórás tolómérőket gyárt, a mm-eket osztásvonalakról, a tört részeket a 38 mm átmérőjű, 0,02 mm osztásközű mérőóráról kell leolvasni [2]. Ugyanennek a gyárnak az újdonsága a Tesadigit elnevezésű digitális mikrométer; a méréshatárok 0—25, ..., 75—100 mm között változnak; a mm-értékeket az álló részre felvitt osztott ská-

lán a forgó mérőhüvely állásával, a 0,1 és 0,01 mm értékeket digitális kijelzőn, és a 0,002 vagy 0,005 mm-eket körskáláról kell leolvasni [3]. A gyári gyakorlatban használt mértékhasábok anyagának célszerű javítására mindig van lehetőség: egy *Rubert* nevű új cég az eddiginél zárványmentesebb és korrózióknak jobban ellenálló acélötvözetet készített [1].

Optikai mérőeszközök

Az optikai elven működő mérőeszközök közül, mint legpontosabb hossz mérő eszközök fontos szerepet játszanak a gyakorlati mérésekben az *univerzális, nagy mérőmikroszkópok*. Csúcstípusnak tekinthető a *Société Genevoise d'Instruments de Physique*, SGIP (Genf, Svájc) *SIP 422M* jelzésű, legújabb típusa, mely a korábbi, *Trioptic* nevű mérőgép továbbfejlesztése az automatikus működés irányában. A mozgatandó részeket motorok továbbítják, fényelektromos mikroszkópok tapogatják le a skálákat, az *x*-, *y*- és *z*-irányú értékeket digitális kijelzőkről lehet leolvasni. Mérési tartományok a három koordináta-tengely irányában: 400 mm, 200 mm, 200 mm. A legkisebb leolvasható érték 0,1 μm . Van mm-, ill. inch-skála. Csatlakoztatni lehet a mérőgéphez kiíró berendezést [4]. A *Ferranti Ltd.* (Anglia) cég *Cordax 700* típusjelzésű műszere igen nagy méréstartománya miatt figyelemreméltó: a három irányban 1828 mm, 762 mm, illetve 203 mm hosszúságokat lehet mérni; pontossága $\pm 25 \mu\text{m}$. Általában elég ritkán lehet megbízható adatot találni a mérőeszközök élettartamára vonatkozóan. Ez a tény még érdekesebbé teszi *Mot* [6] beszámolóját egy *C. Zeiss, Jena* gyártmányú univerzális mérőmikroszkópról, amelyet hollandiai gyárban 40 éven át intenzíven használtak. Ekkor a műszert szétszedték és megvizsgálták: a mozgó elemeket megfelelő állapotban találták, és a műszer ilyen hosszú használat után is eleget tett eredeti specifikációjának. A már futó gyártmányok korszerűsítési törekvésére példának megemlíthetjük a *VEB C. Zeiss, Jena* nagy mérőmikroszkópjához csatlakoztatható digitális kijelző berendezést, amelyről a nagy mérőmikroszkóp *x*- és *y*-irányú adatait 0,001 mm-re lehet leolvasni [9].

A lézertechnikát eredményesen alkalmazzák különböző hosszúságmérő berendezésekben. A

Hewlett-Packard Co (Palo Alto, USA) cég 5525A típusjelzésű lézer interferométerében egymódusú He-Ne lézer van Michelson-interferométerrel. A műszer feloldóképessége rendes üzemmódban 0,2 μm , tízszeres nyújtással 0,01 μm ; pontossága $5 \cdot 10^{-7} \pm 1$ digit; a légnyomás, légnedvesség és hőmérséklet okozta hibákat táblázatok alapján korrekcióba kell venni [7]. Hasonló rendeltetésű berendezés a *Perkin-Elmer Co.* (Norwalk, USA) cég *Lasergage 5900* típusjelzésű műszere, ennek feloldóképessége 0,079 μm . A műszerben automatikusan működő levegő-mintavevő van; a berendezés automatikusan korrigálja a légnyomás, légnedvesség és hőmérséklet okozta hibákat. A berendezés pontossága $\pm 1 \cdot 10^{-6} \pm 1$ digit [8]. Egy optikai s egy villamosipari cég: a *Leitz* és a *Siemens* készítettek az NSZK-ban lézer-interferométert. Ez a berendezés is automatikusan végzi a korrekciót a befolyásoló mennyiségek hatásának kiküszöbölésére. A berendezés pontossága $\pm 1 \mu\text{m}$, ha a hőmérséklet ingadozása $\pm 0,25 \text{ }^\circ\text{C}$, a légnyomás változása nem több mint $\pm 0,5$ torr, és a levegő páratartalma 55–65% között van [5].

Villamos elven működő műszerek

Müller [10] már 1967-ben megállapította, hogy a villamos elven működő hosszúságmérő műszerek előtérbe kerültek a mechanikus és optikai mérőműszerekkel szemben. A villamos műszerek előnyei így foglalhatók össze: a) a kicsi érzékelő fejet könnyű elhelyezni; b) a kijelző részt az érzékelés helyétől távolabb is fel lehet állítani, az erre legkedvezőbb helyen; c) az erősítés mértékét a szükségesnek megfelelően lehet megállapítani; d) könnyű két eredmény összegét vagy különbségét képezni; e) több mérőhely eredményeit figyelemmel lehet kísérni, illetve értékeiket egymás után leolvasni; f) gyorsan változó értékeket is követni lehet; g) a mérőfejekből kapott jeleket fel lehet használni osztályozásra, gépek szabályozására, adatfeldolgozásra stb. [11].

Az induktív elvvel működő műszerek közül a *Pretec-Kombination 1000* típusjelzésű műszerét mutatjuk be, amely 1971. évi újdonság. Hat mérési tartománya van $\pm 3 \mu\text{m}$ és $\pm 1000 \mu\text{m}$ kö-

zött. az értékeket 100 mm hosszú műszerskáláról kell leolvasni, egy mérés ideje 0,4 s; a kimenő jel ± 250 mV. A mérés bizonytalansága a mérési határ 2%-a; a műszer stabilitása 1%/1000 h; működtethető hálózatról, vagy 2 db Mallory-elemmel. A mérőerő emelőkaros mérőfejjel 10 p, hosszúság letapogatóval 20–30 p vagy ennél nagyobb. A mérőelemek és a kijelző rész külön van választva [12, 13].

A kapacitív elvet alkalmazó műszerek előnye az előbbi műszerfajttal szemben: sokkal szélesebb mérési tartományban használhatók. A Movatic A. G. cég Movotelit elnevezésű műszereinek mérési tartománya 10 vagy 30 mm; a legnagyobb hiba a mérési eredményben 0,2 μm ; az eredményt 0,01 mm értékig digitálisan, az annál kisebb értékeket mutató műszerről kell leolvasni. A mérőerő 90, illetve 230 p, ezt lehet csökkenteni vagy növelni [1].

Újszerű, ellenállás mérésén alapul az Emyzet elnevezésű analóg mérőműszer, amely az NSZK-beli Grothkopp és Siemens cégek együttműködésével jött létre. Az elmozdulás-adó egy új félvezető elem, amelynek változik az ellenállása, ha a körülvevő mágneses tér változik. A műszer mérési tartománya 900 μm ; szabályozási feladatok elvégzésére is használható [10].

Gyártási célberendezések

A tömeggyártmányok automatikus ellenőrzésére szolgáló célberendezések közül megemlítjük az FRB Électronique (Aisneres, Franciaország) cég berendezéseit, amelyeket az 1970. évi MESUCORA-n mutattak be. Az ömlesztett mérendő darabokat a berendezések egyenként juttatják a mérési helyre. A beállított értékeknek megfelelően jó, illetve selejt csoportba osztályozzák a megmért darabokat. Hosszúságot, mélységet, külső és belső átmérőt lehet mérni. A legkisebb beállítható tolerancia határ 3 μm [14].

Bármelyik szerszámgép szánmozgásának nagyságát mutatják a Opton Feintechnik GmbH. (Oberkochen, NSZK) cég (ami a C. Zeiss, Oberkochen elnevezése bizonyos országokban) Minor-Magic és Minor-Optic elnevezésű hosszúság-leolvasó és -beállító berendezései. A Minor-Magic-on két skála van, az egyik mindig a szán-

mozgás kiindulási pontjától való távolságot, a másik egy tetszősszerinti ponttól való eltávolodást mutatja. A Minor-Optic-on csak egy skála van. Mindkét berendezés skálája digitális számkijelzésű [15].

Igények és fejlődési irányok

A hosszúságmérő műszerek egyik legnagyobb felhasználója a mechanikus gyártás. A felhasználói szempontokat Noch [16] közleménye alapján a következőkben lehet összefoglalni. A korszerű gyártás már nem a selejt megállapítására, hanem annak kiküszöbölésére törekszik. A gyártásközi ellenőrzést kell jól megszervezni; automatikus ellenőrzés általában nem lehetséges, mert az csak igen nagy darabszám esetén gazdaságos (pl. az óraparban). A mérési módszerek közül nem a lehetséges legjobbat, hanem a legmegfelelőbbet kell választani. Már a gyártás tervezésekor el kell dönteni, hogy milyen mérési módszereket és műszereket célszerű használni. Általában az a kedvező, ha minél kevesebb műszertípust használnak. A digitális eredményközlés kevesebb személyi tévedéssel jár, könnyebb az adattovábbítás és az adatfeldolgozás, a zavaró hatásokkal szemben kevésbé érzékeny.

A mechanikai mennyiségek méréstechnikájának — ebbe beletartozik természetesen a hosszúságmérés is — mai állását és a fejlődési irányokat az 1971-ben Svájcban rendezett MICRO-TECNIC 71, 3. nemzetközi finommechanikai és mérés-ellenőrzési szakvásár alkalmával Girschweiler a következőkben foglalta össze [17].

1. Stabilabb műszerkonstrukciókra van szükség, differenciált finombeállító rendszerrel, és megfelelő védelemmel a külső tényezők befolyása ellen.
2. Biztosítani kell a digitális kijelzés, kiíróhoz vagy lyukasztóhoz való csatlakoztatás, és a számítógépes feldolgozás lehetőségét.
3. Egyszerűsíteni kell a műszerek kezelését. félautomatikus és automatikus mérési folyamatokat kell kidolgozni.
4. A gépek szabályozására felhasználható műszerek kellene, hogy segítségükkel optimalizálni lehessen a gyártást, és ki lehessen küszöbölni a selejtet.

5. Szükség van olyan hordozható, ovalitás mérő műszerekre, amelyekkel még 2000 mm átmérőjű darabok is vizsgálhatók.
6. A fotoelektromos mikroszkópokkal kiküszöböljük az emberi észlelés bizonytalanságát, ezekkel meg lehet közelíteni a nm-határt.
7. A korszerű mérőeszközök mechanikus, optikai, pneumatikus és villamos elven működő műszerek kombinációjából fog-nak állni; az építőköcka elven készülő egységeket a mindenkori igénynek megfelelően lehet majd kombinálni; a nyomtatott áramkörös, teljesen tranzisztorzált, integrált áramkörös elektronikák élettartama hosszabb mint a korábbi kivittel
8. Elmozdulások mérésére nagy választékban állnak rendelkezésre optikai projekciós és különböző digitális elektronikus berendezések.
9. Száloptikákkal jobb megvilágítást lehet elérni a berendezésekben, segítségükkel kiküszöbölhető a korábbi fényforrások káros hőhatása.
10. A fogaskerekek vizsgálatában mindkét véglet: az igen nagy és az igen kicsi darabok mérése felé haladnak.
11. A határidomszerek minőségét új keménykrómózású fémekkel sikerült javítani.

Irodalom

- [1] Müller, H.: Neue Längenmessgeräte 1967 (I). *Feinwerktechnik*, 71. 1967/6. 272—277 p.
- [2] Schieblehre mit Zifferblatt-Ablesung 0,02 mm. TESA, 1970. 1 p. Prospektus.
- [3] Häuser, Kurt: Neuartige Bügelmessschraube mit digitaler Messwertanzeige. *Microtecnic*, 24. No. 3. 1970. 165—166 p.
- [4] Neue Universal-Messmaschine SIP 422M. SIP, 1970. 4 p. Prospektus.
- [5] Beyer, W.: Längenmessgeräte auf der Internationalen Werkzeugmaschinen-ausstellung Hannover. *Messtechnik*, 78. 1970/11. 229—236 p.
- [6] Mot, E.: Überprüfung der Führungsleisten eines 40-jährigen ZEISS-Universal-Messmikroskops. *Jenaer Rundschau*, 13. 1968/5. 258—260 p.
- [7] Dukes, J. N. — Gordon, G. B.: A Two-Hundred-Foot Yardstick with Graduation Every Mikroinch. *Hewlett—Packard Journal*, 21. No. 12. Aug. 1970. 2—8 p.
- [8] New Perkin—Elmer Lasergage Interferometer ... *Instrument News*, Perkin—Elmer, 20. No. 3. 1970. 1, 7 p.
- [9] Tschirpke, H.: Das digitalisierte Grosse Werkzeugmikroskop (Gr. WeMi digit.). *Jenaer Rundschau*, 16. Messe Sonderheft 1971. 79—80 p.
- [10] Müller, H.: Neue Längenmessgeräte 1967 (II). *Feinwerktechnik*, 71. 1967/12. 583—595 p.
- [11] Elektronische Längenmessgeräte. TESA. 1968. 12 p. Prospektus.
- [12] Neue elektronische Längenmessgeräte. Hirdetés. *Microtecnic*, 25. No. 4. 1971. 265 p.
- [13] PRETEC Kombination 1000. Pretec, (é.n.) 4 p. Prospektus.
- [14] Lukács Gy.: Francia műszerújdonóságok a MESUCORA 70-en. *Mérés és Automatika*, 19. 1971/3. 112—117 p.
- [15] Neues aus der Fertigung. *OPTON Informationen*, Heft 6. 1969. 278—279 p.
- [16] Noch, R.: Die Feinmesstechnik in der mechanischen Fertigung. *Jenaer Rundschau*, 15. 1970/5. 296—300 p.
- [17] Girschweiler, A.: MICROTECNIC 71. *Microtecnic*, 25. No. 2. 1971. 113—114 p.

Dr. Lukács Gyula

MŰSZERKÖLCSÖNZÉSI TÁJÉKOZTATÓ

Saját fejlesztésű mérőerősítő vonalírókhoz

Jellemző paraméterek és követelmények

Néhány, kölcsönzési célt szolgáló vonalíró regisztrálónk esetében egy mérőerősítő kifejlesztésével és csatornánkénti adaptálásával fokoztuk érzékenységüket és ezzel szélesebbkörű alkalmazhatóságukat. Ennek a mérőerősítőnek a megépítésével kapcsolatos tapasztalatunkról kívánunk az alábbiakban beszámolni.

A fejlesztés előtt a tapasztalataink alapján rögzítettük a kölcsönzés szempontjait és a készülékek meglévő adatait is figyelembe vevő *tervezett* jellemzőket:

Bemenő jellemzők:

bemenő feszültség	$\pm 1 \text{ mV} \dots \pm 600 \text{ V}$
bemenet módja	aszimmetrikus
bemenő ellenállás	nagyobb mint 1 Mohm.
frekvencia tartomány	DC ... 10 Hz
Környezeti hőmérséklet	10 ... 30 °C
Pontosság	1%
Nullpont eltolódás	kisebb mint 1 $\mu\text{V}/^\circ\text{C}$
Hosszidejű stabilitás	jobb mint 1 $\mu\text{V}/\text{h}$.

További követelmények:

- a mérőerősítő a vonalíró dobozában lévő szabad térben elférjen;
- mind kapcsolástechnikailag, mind a felhasznált alkatrészek kiválasztása terén korszerű legyen.

Rendszertехnikai megoldás

Rendszertехnikai szempontból a mérőerősítő előerősítő, végerősítő és tápegységek alkotják.

Ez a kialakítás a következő előnyökkel jár:

- az előerősítőt a bemenő paraméterekhez, a végerősítőt a kimenő paraméterekhez, vagyis a vonalíró galvanométerekhez kell illeszteni;
- a fokozatok közötti illeszkedési feltételek úgy is megválaszthatók, hogy az előerősítő más feladatoknál önállóan és univerzálisan is felhasználható legyen;
- a 94 dB-es erősítés pontos beállítását két különálló fokozattal célszerű megvalósítani;
- kisebb a fejlesztéssel járó kockázat, mert az előerősítőnek — a mérőerősítő legkényesebb egységének — *eredményes kifejlesztése* után kell csak a következő egységek létrehozására szellemi energiát és anyagi eszközöket fordítani.

Az előerősítővel szemben támasztott követelmények:

- bemenő paraméterek az előbbieket szerint;
- kimenő paraméterek az illesztési feltételek szerint:
kimenő feszültség $\pm 10 \text{ V}$,
terhelő ellenállás 10 kohm.

A végerősítőt, tekintettel speciális paramétereire és korlátozott használatára, a tápegységgel együtt egy későbbi számban ismertetjük.

Az előerősítő áramkör elvi megoldásai

a) *Erősítő elemek.* Az előerősítő konkrét megoldásának kiválasztása előtt

- a szakirodalomban megjelent publikációk, a kiállításokon bemutatott gyártmányok, az új műszerbeszerzéseinkből levonható tapasztalatok összegezése alapján — megállapítottuk, hogy a monolitikus felépítésű integrált áramköri elemek alkalmazása célszerű és gazdaságos.

Az integrált áramkörökkel is kialakítható:

- közvetlen csatolt egyenfeszültség-erősítő rendszer;
- vivőhullámú („chopperes”, kapacitív DC—AC átalakítóval felépített) egyenfeszültség-erősítő.

Az első megoldáshoz a kereskedelemben könnyen beszerezhető, a követelményeknek megfelelő integrált áramköröket találtunk. A második megoldás a felépítés tekintetében bonyolultabb, és DC—AC átalakító elem nehezebben szerezhető be. Ezért az első megoldás mellett döntöttünk.

Az előerősítő aktív tagja a 6. ábra szerint az *I1* szimmetrikus be- és kimenetű, az *I2* szimmetrikus be- és aszimmetrikus kimenetű integrált áramkörök láncbakapcsolásával alakult ki. A szakirodalom szerint ilyen esetben a láncba kapcsolt erősítők egy aktív tagként vehetők figyelembe.

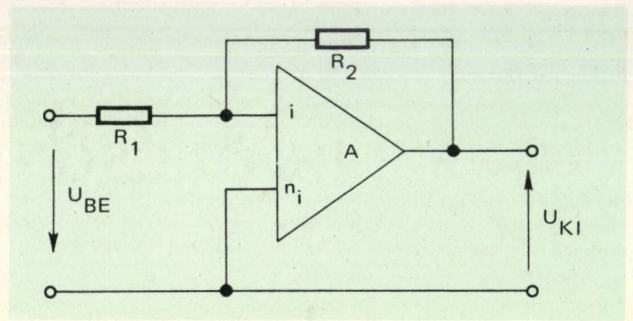
Az aktív tag nyíltlancú erősítése min. 120 dB, max. 134 dB. A megadott határok közötti tényleges érték függ a példány szórásától, a tápfeszültségtől, a környezet hőmérsékletétől stb.

b) *Visszacsatolás.* Az előerősítő szükséges, illetve tervezett erősítése 80 dB, amelyet negatív visszacsatolással állítottunk be. A kialakult zárt hurokban az erősítés értéke 40 dB és 54 dB között alakult ki.

A visszacsatolás formája lehet párhuzamos, soros és vegyes típusú. Az 1. ábrán látható párhuzamos visszacsatolás esetén, az ábra jelöléseit használva, az eredő erősítés

$$A = \frac{R_1}{R_2}$$

Az előbbieknél feltételeztük az aktív tag igen

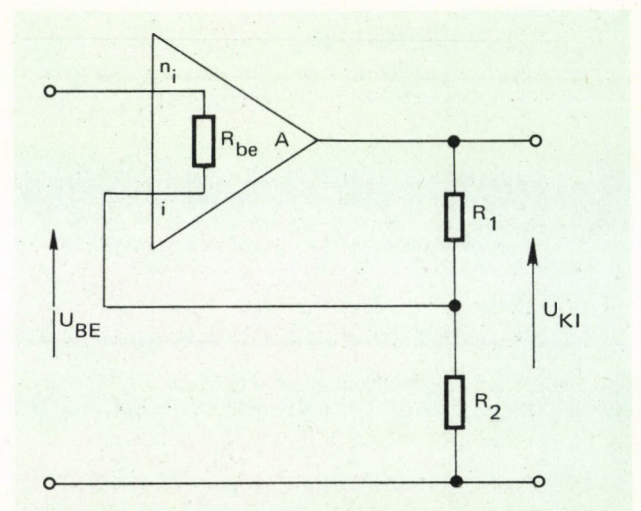


1. ábra. Párhuzamos visszacsatolás
 R_1, R_2 visszacsatoló ellenállások; A szimmetrikus bemenetű analóg erősítő; i invertáló bemenet; n_i nem invertáló bemenet; U_{BE} bemenő feszültség; U_{KI} kimenő feszültség

nagy erősítést és bemenő ellenállást. Az eredő bemenő ellenállás: $R_{BE} = R_1$.

Az összefüggéseket ebben a feladatban alkalmazva, $R_1 = 1$ Mohm mellett $R_2 = 10\,000$ Mohm értékű ellenállás adódik. Az eredő erősítést a visszacsatoló ellenállások határozzák meg, viszont az erősítés pontossága az ellenállások nagyobb pontosságát követeli meg. $10\,000$ Mohm-os $0,5\%$ pontosságú, kis hőfoktényezőjű, időben stabil ellenállás beszerzése igen költséges, ezért a párhuzamos visszacsatolás alkalmazása nem célszerű.

A 2. ábrán látható áramkörnél soros visszacsatolást alakítottunk ki, itt az ábra jelöléseit használva, az eredő erősítés értéke:



2. ábra. Soros visszacsatolás
 R_1, R_2 visszacsatoló ellenállások; A szimmetrikus bemenetű analóg erősítő; i invertáló bemenet; n_i nem invertáló bemenet; R_{be} szimmetrikus bemenő ellenállás; U_{BE} bemenő feszültség; U_{KI} kimenő feszültség

$$A^* = \frac{R_1 + R_2}{\frac{R_1 + R_2}{A} + R_2}$$

a bemenő ellenállás értéke:

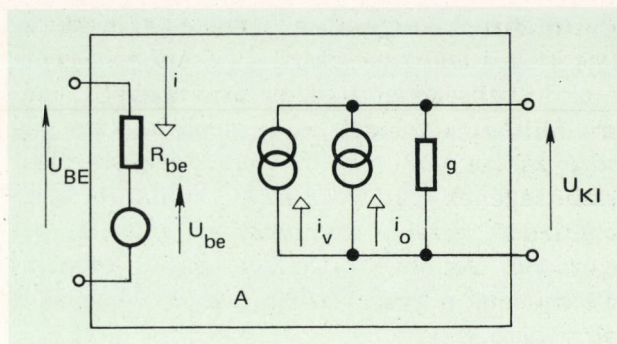
$$R_{BE} = R_{bc} \left(1 + \frac{A}{A^*} \right)$$

Az R_2 értékét 10 ohm-nak választva, az R_1 jó közelítéssel 100 kohm-nak adódik. Az $I1$ -nél az adatlap szerint $R_{bc} \geq 300$ Mohm. A maradék feszültség kompenzáló hálózat miatt a bemenő ellenállás eredő értéke 120 kohm lett. Minimális hurokerősítést feltételezve, az R_{BE} nagyobb mint 10 Mohm. A soros visszacsatolás mind a visszacsatoló elemek értékmegválasztása, mind a bemenő ellenállás növekedése szempontjából előnyös.

A feladat vegyes visszacsatolással történő megoldása több visszacsatoló ellenállás felhasználását kívánja, ezért nő az elemek azonos túrérese mellett az eredő erősítés valószínű hibahatára és az alapzaj.

c) *Frekvencia kompenzálás.* Az adatlapok tartalmazzák az integrált áramkörök erősítés frekvencia diagramjait, különböző értékű frekvencia kompenzáló elemek csatlakoztatása esetén. Az $I1$ és $I2$ integrált áramkörök erősítés frekvencia diagramjainak összeszerkesztése után kiderült, hogy az előerősítő labilis. A szerkesztés eredményeként adódott a szükséges kompenzáló elemek értéke is. Több megoldást találtunk, amelyek közül az átvitel szempontjából a legnagyobb sáv szélességet a 6. ábrán látható elrendezés nyújtotta.

d) *A maradék feszültség és áram kompenzálása.* A megépített előerősítő fokozatnál tapasztaltuk, hogy a szakirodalomban ajánlott kimenő áram kompenzáló megoldások nem felelnek meg. Ez abban jelentkezik, hogy az előerősítő bemenet rövidre zárása, és a kompenzáló művelet elvégzése után, a bemenetre nulla belső feszültségű változtatható belső ellenállású generátor (potenciométer) csatlakoztatásakor, az ellenállástól függően a kimeneten feszültség jelenik meg. A bemenő kapcsokon is mérhető feszültséget találtunk. A szakirodalom alapján ezt a jelenséget leképező modellek közül tapasztalataink szerint a 3. ábrán látható elrendezés közelítette meg



3. ábra. Maradék feszültség és áram helyettesítő vázlata

U_{BE} bemenő feszültség; U_{be} szimmetrikus bemenetek közti maradék feszültség és forrása; R_{BE} szimmetrikus bemenő ellenállás; i bemenő áram; A erősítés; $i_v = Ai$ kimenő vezérlő áram és forrása; i_o kimenő maradék áram és forrása; g kimenő vezeték; U_{KI} kimenő feszültség

legjobban a fizikai valóságot. Az ábra jelöléseit használva, kiolvasható:

— az erősítő elem nyitott kapcsainál a kimenő feszültség:

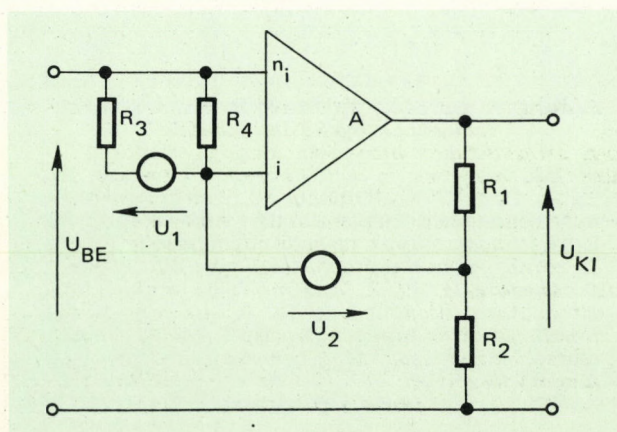
$$U_{kiN} = i_o \cdot g,$$

— rövidre zárt kapcsolások esetén:

$$U_{kiR} = \left(\frac{U_{be}}{R_{be}} \cdot A \pm i_o \right) \cdot g.$$

A két mennyiség az U_{kiN} és U_{kiR} a gyakorlati tapasztalatok szerint mindig különbözik.

Az U_{be} és i_o hatását többek között a 4. ábrán látható elvi kapcsolási elrendezéssel lehet ki-



4. ábra. Maradék feszültség és áram egy kompenzálási módja

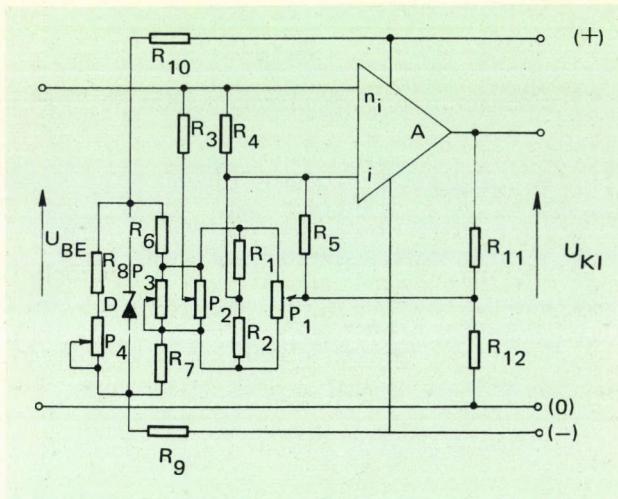
R_1, R_2 visszacsatoló ellenállások; R_3, R_4 linearizáló tagok; U_1, U_2 kompenzáló feszültségforrások; A szimmetrikus bemenetű analóg erősítő; i invertáló bemenet; ni nem invertáló bemenet

egyenlíteni. A kiegyenlítés menete a következő. Nyitott bemenő kapcsoknál U_1 feszültség-generátor feszültségének változtatásával az U_{ki} nulla állítása a feladat. A bemenő kapcsok rövidre zárása után az U_2 feszültség-generátor feszültségének állításával az U_{ki} nullázása megismétlődő, ezzel a kompenzációs művelet befejeződött. Az elméletileg két lépéses kompenzáló művelet a gyakorlatban négy-öt lépés alatt valósítható meg.

A kompenzáció ilyen elvi elrendezésének előnyei:

- az R_4 ellenálláson fellépő feszültség az U_2 -vel azonos nagyságú, de ellentétes irányú,
- az R_1 ellenálláson fellépő és U_2 feszültségek hőmérsékleti tényezője azonos.

A 4. ábrán lévő elvi elrendezés gyakorlati kialakítása az 5. ábrán látható. Itt az U_1 és U_2



5. ábra. A maradék feszültség és áram kompenzációjának gyakorlati kivitele

A szimmetrikus bemenetű analóg erősítő; i invertáló bemenet; ni nem invertáló bemenet; R_1, R_2, P_1, P_2 az U_1, U_2 kompenzáló feszültségforrásokat megvalósító kiegyenlítettlen hidrendszer; R_3, R_4, R_5, R_6, R_7 linearizáló és terhelő ellenállások; P_3, R_8, R_9 a hidrendszer tápfeszültségét beállító elemek; D zéner-dióda; P_4, R_{10} a zéner-dióda munkapontját beállító ellenállások; R_{11}, R_{12} a zéner-diódás feszültségforrás tápellállásai; R_{11} és R_{12} visszacsatoló ellenállások; U_{BE} bemenő feszültség, U_{KI} kimenő feszültség; (+), (—), (0) szimmetrikus tápfeszültség kapcsolai

feszültségforrásokat az R_1, R_2, P_1, P_2 elemekből kialakított kiegyenlítettlen hidrendszer alkotja. Az U_1 és U_2 feszültségek aránya a P_1 és P_2 potenciometerekkel, abszolút értékeik a P_3 poten-

ciométerrel állíthatók be. Az R_3, R_4, R_5 ellenállások egyrészt biztosítják a maradék feszültség ellátást, másrészt terhelik a hidrendszert, így csökkentik a potenciometerek csúszkája és a huzal között lévő zajforrások hatását. Az R_6, R_7 ellenállások a P_3 potenciométerhez képest olyan értékűek, hogy a hidrendszeren max. 100 mV feszültség alakulhat ki. A hidrendszert az R_6, R_7 ellenállásokon át a D zéner-diódás feszültségforrásból tápláljuk. A zéner-diódát az R_9, R_{10} ellenállásokon át az aktív tag tápforrása táplálja. Az R_8, R_9, R_{10}, P_4 elemek értékeit úgy választottuk meg, hogy a zéner-dióda munkaponti árama a névleges mérőáram 0,2...1,8-szeres értékéig állítható legyen a P_4 segítségével. Ismeretes, hogy a zéner-feszültség hőmérsékleti tényezője a munkaponti áram függvénye. A munkaponti áram beállításával tehát az U_1 és U_2 feszültség megkívánt hőmérsékleti tényezője is beállítható. Ezt a gyakorlati tapasztalat is igazolta.

Teljes kapcsolási vázlat

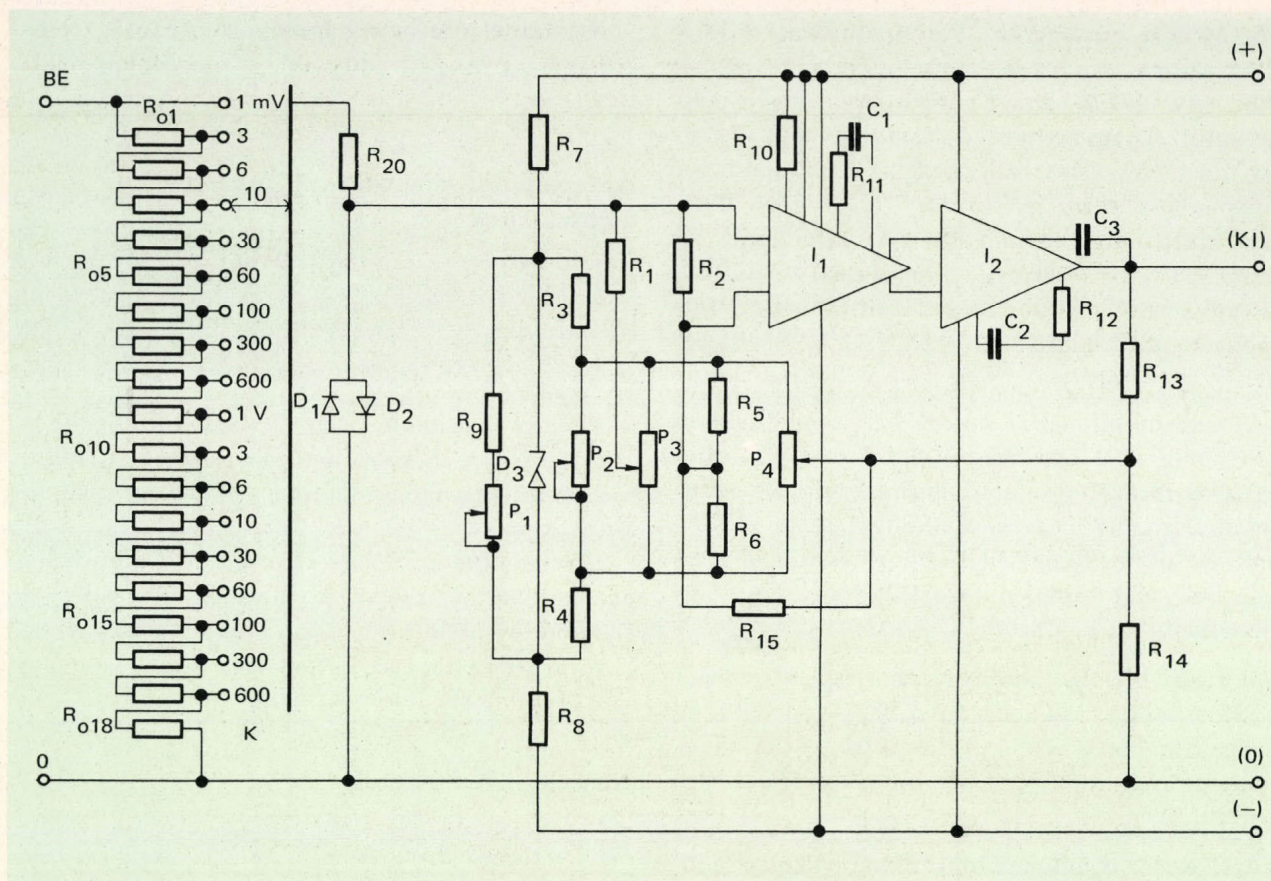
Az előerősítő teljes kapcsolási vázlatát a 6. ábra mutatja. Az $R_{01} \dots R_{018}$ ellenállások alkotják az előerősítő belső ellenállásával korrigált bemenő feszültség osztót. Az R_{20} és D_1, D_2 elemek a bemenet túlterhelés elleni védelmét szolgálják.

Az $R_1 \dots R_9$ ellenállások és $P_1 \dots P_4$ potenciometerek a maradék mennyiségek és azok hőmérséklet függőségének kompenzációját teszik lehetővé.

Az $I1$ és vele láncba kapcsolt $I2$ az előerősítő aktív elemei. Az $I1$ egy speciális szimmetrikus be- és kimenetű monolitikus analóg integrált áramkör, amelyet egy szabályozható hőmérsékletű szilícium egykristálylapon a hőmérséklet szabályozó áramkörrel együtt alakítottak ki. Az R_{10} ellenállás ennek a kristálylapon alap hőmérsékletét állítja be. Az $I2$ szimmetrikus bemenetű és szimmetrikus kimenetű monolitikus analóg integrált áramkör, nagy erősítésű, univerzálisan felhasználható építő elem.

Az $R_{11}, C_1, R_{12}, C_2, C_3$ elemek a frekvencia kompenzációt valósítják meg.

Az R_{13}, R_{14} ellenállások a soros visszacsatoló hálózat elemei.



6. ábra. MÉRŐERŐSÍTŐ VÉGLEGES KAPCSOLÁSI VÁZLATA

I_1 szimmetrikus be- és kimenő analóg integrált áramkör (μA 727); I_2 szimmetrikus bemenetű aszimmetrikus kimenetű analóg integrált áramkör (μA 709); $R_1, R_2, R_3, R_5, R_6, R_7, R_8, R_9, R_{10}, R_{11}, P_1, P_2, P_3, P_4, D_1, D_2, D_3$ maradék (offset) feszültség és áram, ill. azok hőfüggőségének kompenzáló elemei; R_{10} az I_1 integrált áramkör kristályhőmérséklet beállító ellenállása; $R_{11}, C_1, R_{12}, C_2, C_3$ frekvencia kompenzáló elemek; R_{13}, C_2, C_3 frekvencia kompenzáló elemek; R_{13}, R_{14} visszacsatoló ellenállások; R_{20}, D_1, D_2 túlfeszültség ellen védő áramkör elemei; K méréshatár váltó; $R_{01}-R_{018}$ osztóellenállások; $BE, 0$ bemenőkapcsok, $KI, (0)$ kimenő kapcsok; $(+), (-), (0)$ szimmetrikus tápfeszültség kapcsai

Az előerősítő mérése és eredményei

A mérés célja a tervezett műszaki jellemzők megvalósulásának ellenőrzése. A mérést két sorozatban bonyolítottuk le.

a) Mért jellemzők és eredmények. Az I. sorozatban vizsgált jellemzők és kapott eredmények a következők:

- | | |
|--------------------------------|-------------------------------|
| 1. bemenő feszültség-tartomány | ± 1 mV |
| 2. kimenő feszültség-tartomány | ± 10 V |
| 3. erősítés | 80 dB — 0,5% \pm 0,2% |
| 4. nemlineáritás | 0,15% |
| 5. bemenő ellenállás | nagyobb mint 25 Mohm |
| 6. frekvenciatartomány | DC — 5 kHz-ig teljesen lapos. |

A II. sorozatban vizsgált jellemzők és kapott eredmények:

1. nullpont eltolódás hőmérséklet függősége kisebb mint $1 \mu V/^\circ C$
2. környezeti hőmérséklet (vizsgált tartomány) $10 \dots 50 \text{ }^\circ C$
3. hosszidejű stabilitás kisebb lengéssel 0,8%.

A vizsgálatot csak az alaperősítőn, vagyis az osztó nélkül vett előerősítőn végeztük. A kapott eredmények azt mutatták, hogy az áramkör a gyors hőmérséklet változásokra kis mértékben érzékeny. A hosszú idejű stabilitás vizsgálatánál periodikus jellegű nullpont eltolódást tapasztaltunk, amelynek csúcstól csúcsig mért értéke kisebb volt mint 0,8%.

b) *Mérési módszerek.* Az I. sorozat 1...4 jellemzőinek kimérésekor az előerősítő bemenetét egy *MTM* gyártmányú precíziós osztón keresztül *AE* gyártmányú, *Codavolt* típ. etalon feszültség forráshoz kapcsoltuk. A kimenő feszültséget (*Philips* gyártmányú *2421* típ.) digitális multiméterrel mértük. A kimenetet 10 kohm $\pm 1\%$ -os fémréteg ellenállással terheltük. Az előerősítőt kettős stabilizált tranzisztoros tápegységgel tápláltuk, amely ± 12 V feszültséget szolgáltatott.

A bemenő ellenállás méréséhez az előbbieken kívül még egy speciálisan árnyékolt 1 Mohm $\pm 1\%$ -os fémréteg ellenállást használtunk, amelyet a bemenet vezérlő kapcsával sorba kötöttünk. Az ekkor kialakult kimenő feszültségcsökkenésből számítással határoztuk meg a bemenő ellenállást.

A frekvenciatartomány kiméréséhez az előerősítőt hangfrekvenciás feszültség-generátorral vezéreltük, és a kimenő feszültséget az előbbieken már említett digitális multiméterrel mértük.

A II. sorozat jellemzőinek kimérésekor az előerősítő bemenő kapcsait rövidre zártuk, a kimenő kapcsait 10 kohm-os fémréteg ellenállással terheltük. Az előerősítőt ± 12 V feszültséggel tápláltuk, és ultratermosztát vizsgálóterébe helyeztük. A vizsgálóter hőmérsékletét kontakt hőmérővel állítottuk be. A kimenő feszültséget *Goerz* gyártmányú pontíró regisztrálóval, és vele párhuzamosan kapcsolt multiméterrel regisztráltuk, illetve mértük.

A kapott mérési eredmények szerint az előerősítő a tervezett műszaki jellemzőknek megfelelt.

A megépített előerősítővel szerzett tapasztalatok

A frekvencia kompenzáló elemeknek a 6. ábrán bemutatott elrendezésénél a sáv szélesség a legnagyobb, de ezzel együtt jelentős zajnövekedést is tapasztaltunk.

A nagy erősítés és a nagy bemenő ellenállás miatt mind a mérőáramkörök vezetékeit, mind a kimenő áramkör vezetékeit gondosan árnyékolni kell.

A megépítés során az II áramkörhöz kapcsolódó elemeket az előerősítő házában belül külön is árnyékolni kellett.

A védőáramkörbe elhelyezett D_1 , D_2 diódák csak fémházzal feleltek meg.

Alkalmazási területek

Az előerősítő kifejlesztésével kapott építőelem az eredeti célon túlmenően használható még:

- oszcillográf hurok-erősítőjeként;
- ipari vonalíró műszerek (*EKM* gyártmányú, *RDA* típ.) előerősítőjeként;
- elektronikus mérőműszerekben műveleti erősítőként;
- ipari folyamatirányító rendszerekben mérőerősítőként.

Erdélyi István

KÜLFÖLDI CÉGPERIODIKÁKBÓL

Hogyan működik a műszerszerviz egy nagy cégnél?

Nagyobb mérés-technikai gyakorlattal rendelkező műszerhasználót nem lep meg — és nem háborít fel —, ha műszere hosszabb vagy esetleg rövidebb használat után meghibásodik. A korszerű műszerekben nagyon sok alkatrész van: ezek egy része érzékeny a szállításra, más részének műszaki jellemzői viszonylag gyorsan változnak (öregedés). Az érzékeny elemeknek jobbakkal való felváltása, az alkatrészek változtatása jelentősen megdrágítja a műszereket, s ez sem a vásárlónak, sem a gyártóknak nem lenne jó. A meghibásodások okozta kieséseket a cégek gyors és jó hatásfokú szerviz-hálózatukkal igyekeznek minél jobban lerövidíteni. Számunkra is tanulságos, hogy az igen jó hírnévnek örvendő *Varian Associates, Analytical Instrument Division, Palo Alto, USA* cég mit tart szükségesnek közölni ügyfeleivel szerviz-szolgáltatásával kapcsolatban. A *Varian Associates* — amely több műszergyárat fog össze — amerikai gyáraiban dolgozók létszámát 11—12 ezerre lehet becsülni. Az alábbi adatok a *Varian*-nak az USA-ban működő szerviz-hálózatára vonatkoznak.

Három területi szerviz-csoport van az USA-ban, ezek élén 7—8 éves gyakorlattal rendelkező vezetők állnak. Ők veszik fel a telefonon történő hiba-bejelentéseket, és gyakran rögtön tanácsot tudnak adni az egyszerűbb hibák megszüntetésére. A *Varian*-nak 21 szerviz-mérnöke van, ezek a gyár valamennyi műszerének javításával és karbantartásával tisztában vannak;

a mai műszerek azonban már annyira bonyolultak, hogy nem érthet mindenki valamennyi műszerhez egyformán. Minden mérnököt külön képeznek egy-egy műszercsoport alaposabb ismeretére; s a mérnökök munkaidejüknek 40%-át arra fordítják, hogy folyamatosan tájékozódjanak ezeknek a műszereknek a gyártásában végrehajtott változtatásokról. A csoportvezető kiválasztja azt a mérnököt, aki az általa el nem intézhető kérdésben a legalkalmasabb a fél kiszolgálására. Ez a mérnök felhívja telefonon a hiba bejelentőjét: az esetek 80%-ában egy héten belül sor kerül erre. Közli, hogy kb. mikor megy ki a helyszínre, a pontos érkezést azután külön jelzik telefonon. Palo Altóban 12 000-féle alkatrészt tartanak raktáron. Mire a szerviz-mérnök megérkezik, a csoportvezető a helyszínre küldeti azokat az alkatrészeket, amelyekre szerinte az odaérkező mérnöknek szüksége lehet. Ha valaki tartalék alkatrészeket rendel, a legtöbb esetben 24 órán belül a helyszínre szállítja a *Varian*.

A szerviz-mérnököket négy év alatt képezik ki, és ezt még egyévi specializálódás követi. Ennek ellenére előfordulhat, hogy nem boldogulnak valamelyik problémával, ekkor a gyártásból küldenek ki valakit, aki minden részletkérdéssel tökéletesen tisztában van.

A szerviz-mérnök, miután elhárította a hibát, felülvizsgálja a műszert, s elvégzi a szükséges karbantartási munkát is. A javítató az elvégzett munkáról jelentést kap, hogy maga is ellen-

őrizhesse, milyen munkát végeztek. A szerviz-
mérnökök állítják üzembe az új készülékeket is;
aki karbantartási szerződést köt a céggel, soron-
kívüliséget élvez a különböző szolgáltatásokban.

Számos nagyobb, az USA-n kívüli városban
is vannak szerviz-központjai a *Varian*-nak, ezek

hasonló szellemben működnek, mint az USA-
beliek.

(*VIA, Varian Instrument Applications*, 6. No.
1. February 1972. 2—3 p.)

Dr. Lukács Gyula

Műszer- és Irodagépértékesítő Vállalat

szakosztályai

mindenkor készséggel állnak rendelkezésére

ajánlat- és szaktanácsadással, műszaki és beszerzési problémák
megoldásához felvilágosítással, tanáccsal.

SOK GONDOT, IDŐT és KÖLTSÉGET takaríthat meg, ha
beruházások és rekonstrukciók tervezése előtt felkeresi árufor-
galmi osztályainkat és vevőszolgálatunkat.

Szakosztályaink:

Automatika Osztály
Hőtechnikai Műszerek Osztálya
Laboratóriumi Műszerek Osztálya
Mechanikai Műszerek Osztálya

Bp. VI., Népköztársaság útja 2. I. em.

Villamos és Elektronikus Mérőműszerek Osztálya

Bp. VI., Bajcsy Zsilinszky út 37. I. em.

Irodagép Osztály

Bp. IX., Dimitrov tér 14.

Vevőszolgálati Osztály

Bp. XIII., Országbíró u. 44—46.



MÉRÉSSZOLGÁLTATÁS

Ipari berendezések dinamikai paramétereinek vizsgálata rezgéselemzéssel

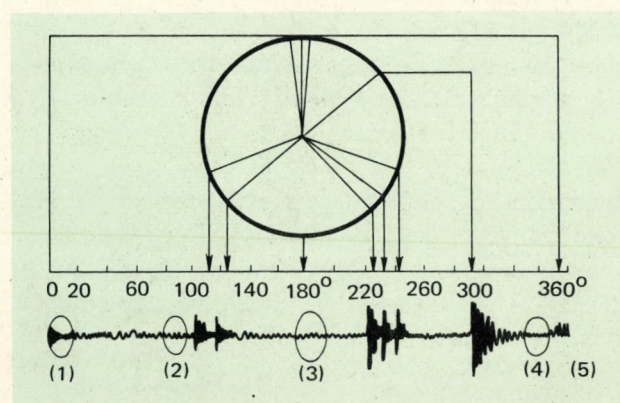
Mechanikai rendszerek tervezésénél és üzemeltetésénél ma már elengedhetetlen követelménynek számít a dinamikus erőhatások ismerete. Ennek birtokában egyrészt csökkenthetjük a károsan nagy rezgésszinteket, másrészt pedig a rezgő rendszer üzemi állapotairól kaphatunk hasznos információkat.

A termelés növelése, a nagymértékű iparosodás egyúttal nagyobb teljesítményű gépek alkalmazását jelentette — így nagyobb mértékben került előtérbe a *rezgészigetelés* jelentősége. A rezgészigetelés kétféleképpen: aktív és passzív rezgészigetelési eljárással oldható meg. Míg az aktív rezgészigetelésnél valamilyen műszer vagy gép kényes berendezését — és sok esetben az embert — kell a környezet rezgésétől megvédeni, addig a passzív rezgészigetelésnél a feladat annak a megakadályozása, hogy a gép dinamikus kiegyenlítetlenségéből származó erők által okozott rezgés a környezetre átterjedjen.

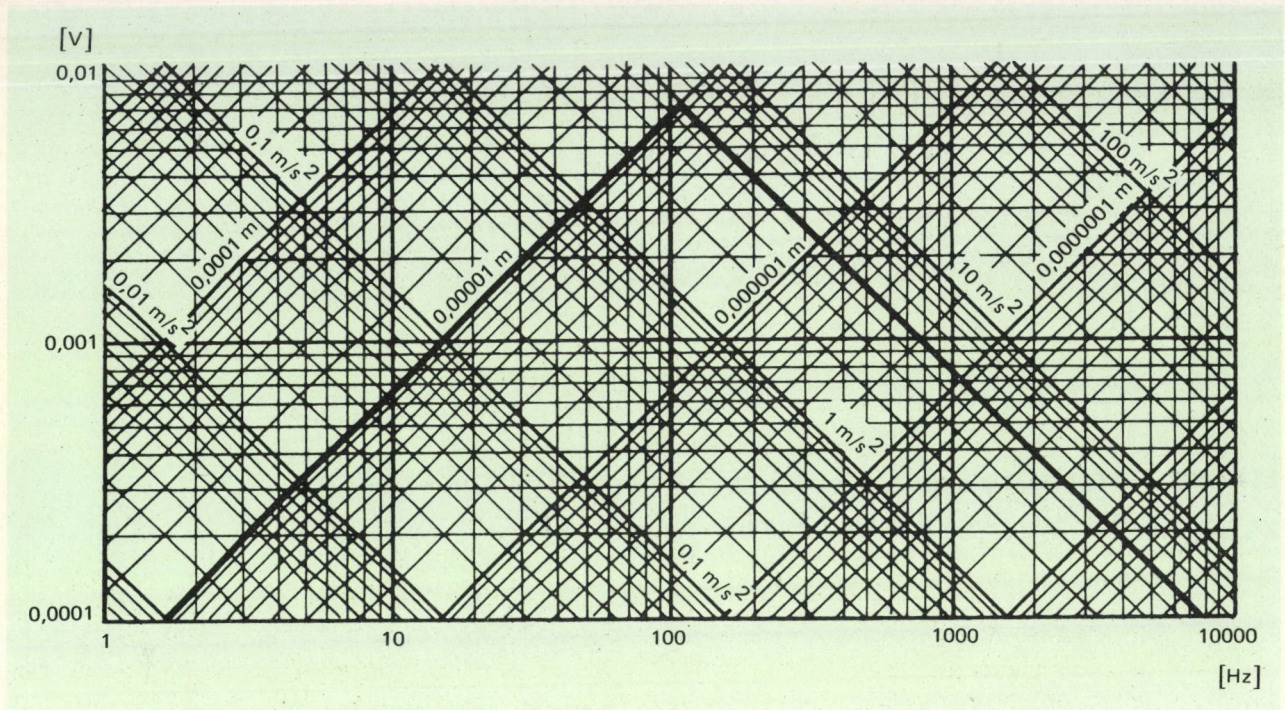
A rezgő rendszer vizsgálata kiterjedhet a frekvenciaátvitel, rezonanciafrekvencia, csillapítás, rezgésjelalak, rezgésszintgyakoriság stb. mérésére. Ezen adatok ismeretében nemcsak „hibákat”, hanem pl. gépészeti berendezéseknél — technológiai és üzemeltetési jellemzőket is megállapíthatunk. A nagyobb külföldi ipari létesítményeknél pl. rezgésméréstechnikai módszerek alkalmazásával végzik a Diesel-motorok, kompresszorok teljesítményellenőrzését, s a megelőző karbantartásoknál a hibaközpontok gyors

behatárolását. Erre példa az 1. ábrán látható, a *Power* című folyóiratból átvett kétütemű gázmotor munkafázis diagram és rezgésszint időfüggvény, melynek változásaiból megfelelő következtetések vonhatók le a gázmotorban lezajló folyamatokról (pl. szelepnnyitás, szelepszárás, előgyújtás, kopogás stb.).

Mivel a rezgésszint szabványok empirikus adatokon alapulnak, ezért ha a mért rezgésszinteket összehasonlítjuk a szabványban rögzített értékekkel, akkor egyszerű módon meghatározhatjuk a rezgés veszélyességét, és elvégezhetjük a szükséges mértékű rezgés csökkentési eljárásokat.



1. ábra. Kétütemű gázmotor teljesítmény ellenőrzésénél felvett munkafázis (rezgésszint diagram). Ezt az elemzési módszert alkalmazzák pl. a Monsanto Chemical City üzemében, 43 db gázmotor meghajtású kompresszor üzemeltetési viszonyainak megállapításához



2. ábra. Építményeken belül megengedhető maximális rezgésszintek az OÉSZ szerint. (Rezgésszint határértékek: $a=0,5$ g, $d=10$ μ m)

A rezgések veszélyességi fokának megítélésére több szabványos módszert ismerünk, mivel azonban ezek nem közismertek, közöljük a gyakorlatban leggyakrabban alkalmazott értékelési módszereket.

Az építményeken belül (lakóhelyiségekben, tantermekben, irodahelyiségekben stb.) megengedhető maximális rezgésszinteket szabályozza az Országos Építésügyi Szabályzat (II. kötet, 7. §.), amely szerint a rezgésamplitúdó legfeljebb 10 μ m, a rezgésgyorsulásszint pedig max. $0,5$ g lehet. Ezeket a határértékeket ábrázoltuk a 2. ábrán látható nomogramon. A rázkódás értéke folyamatos rezgéseknél max. 5 Pal lehet. Időszakosan fellépő rezgéseknél (mint pl. közlekedés által fellépő rázkódás kisforgalmi helyeken) a 20 Pal értéket nem szabad túlhaladni. A Pal a veszélyességre jellemző leszármaztatott mennyiség.

A veszélyesség-mérték megállapításának egyik lehetséges eljárása az, amikor a mért rezgésamplitúdó (d) és frekvencia adatok birtokában kiszámítjuk a negyed rezgésperiódus ($T/4$) alatt végzett teljesítményt:

$$L = \frac{m}{2} \frac{V_{\max}^2}{T} = \frac{m}{2} (2\pi fd)^2 f$$

ahol m a rezgő tömeg,
 f a rezgés frekvenciája,
 d a rezgés amplitúdója,
 V a rezgés sebessége.

A főleg lökészerű rezgéshatásoknak kitett épületek rezgés veszélyességi-fokának megítéléséhez általában a *W. Zeller* és *H. W. Koch*-féle rezgés veszélyességi — tapasztalati — skálákat használják. A rezgés veszélyességét a tömegegységre jutó teljesítménnyel (L_e) jellemezték:

$$L_e = 2\pi^2 d^2 f^3$$

ahol d a rezgés amplitúdója,
 f a rezgés frekvenciája.

A rezgés „erősségét” pedig a következőképpen definiálták:

$$K = \frac{a^2}{f}$$

ahol a maximális rezgés gyorsulásszint vagy a tömegegységre jutó teljesítménnyel kifejezve:

$$K = \frac{a^2}{f} = 16\pi^4 d^2 f^3 = 8\pi^2 L_v$$

ahol a a maximális rezgésyorsulásszint,
 f a rezgés frekvenciája,
 d a rezgés amplitúdója,
 L_v a tömegegységre jutó teljesítmény

A W. Zeller és H. W. Koch-féle veszélyességi fokozatok táblázatos formájú kifejezését adja az 1. táblázat.

1. táblázat

A Zeller-Koch-féle veszélyességi fokozatok

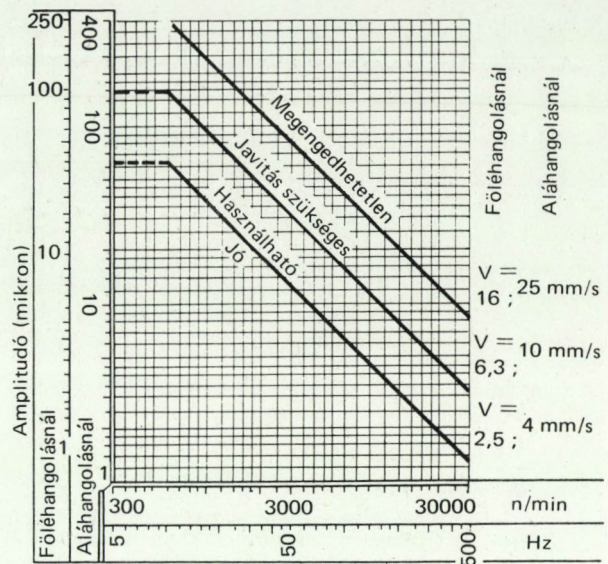
A rezgés erőssége	A rezgés hatása
1—10	Könnyű rezgések
1—100	Közepes erősségű rezgések Épületkárok nem keletkeznek
100—1000	Erős rezgések Kisebb épületkárok keletkeznek (repedés a vakolatban és a gyengébb falakon)
1000—10 000	Igen erős rezgések Nagyobb épületkárok keletkeznek (repedés a teherhordó falakon)
10 000—100 000	Nagyon erős rezgések Az épület tönkremegy

Az egyik legfontosabb ipari követelményt — a gépalapok megengedhető rezgéseit rögzíti az MSZ 15009-64. Gépalapozás c. szabvány. A különböző paramétereiktől függő követelményeket ábrázolja a 3. ábra.

Az emberi szervezetre ható rezgések veszélyességének megítélésére is többféle tapasztalati, ill. kísérleti adatokra épülő értékelési módszer és határérték van.

Ezek közül az egyik legismertebb a DIN 4150 szabvány szerinti Pal-egységekben kifejezett veszélyesség:

$$P = 10 \log \left(\frac{r}{r_0} \right)^2$$



3. ábra. Gépalapok megengedhető rezgésszintjei az MSZ 15009-64 szabvány szerint

ahol a $r_0 = 0,0316$ cm/s érték az emberi szervezet által még érzékelhető legkisebb rezgéssebességet jelenti (2. táblázat). A táblázat adatai megfelelnek a DIN 4150 szabványnak.

2. táblázat

A DIN 4150 szabvány szerinti veszélyességi értékek

Pal	A rezgés hatása
0—5	Éppen érzhető
5—10	Jól érzhető
10—20	Erősen érzhető
20—40	Kellemetlen

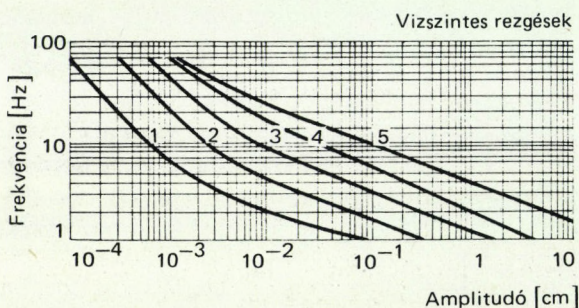
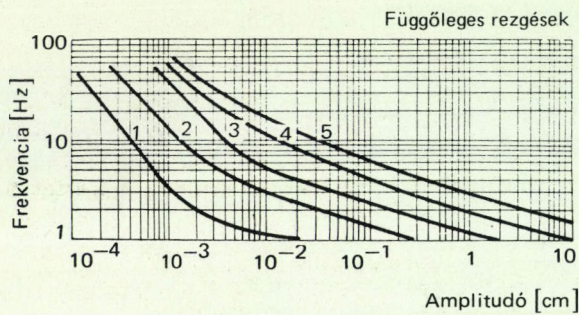
A W. Zeller-féle rezgés-veszélyességi skála ugyancsak Pal-fokozatokra épül (3. táblázat).

Az eddig ismertetett előírások az emberi szervezetre ható rezgés hatást csak a rezgés sebességétől függően adták meg. A rezgés hatást azonban a frekvenciától is függően empirikus adatait a Meister-féle diagramok foglalják össze (4. és 5. ábra).

A továbbiakban néhány ipari vetületű mérési probléma megoldását ismertetjük.

A Zeller-féle rezgés-veszélyességi skála fokozatai

Pal fokozat	A rezgés határa
0—10	Az észlelés alsó határa különböző testhelyzetekben
10—20	Éppen észlelhető rezgések
20—30	Emberre meg nem engedhető épületrezgések
30—40	Mérsékelt sebességű járművek rezgései
40—50	Jármű rezgések, felvonó gyorsulások
50—60	Ember által rövid időn át, kár nélkül elviselhető rezgések; járművek erős rázkódtatásai
60—80	Az ember fizikai károsodást szenved: tengeri betegség; nagy frekvenciánál érintésre fájdalomérzés.



4. és 5. ábra. Az emberi szervezet függőleges, ill. vízszintes irányú rezgésérzékenysége Meister értékelési eljárása szerint. 1 Éppen érezhető; 2 Jól érezhető; 3 Erősen érezhető; 4 Hosszabb időtartalom esetén káros; 5 Rendkívül kellemetlen, káros

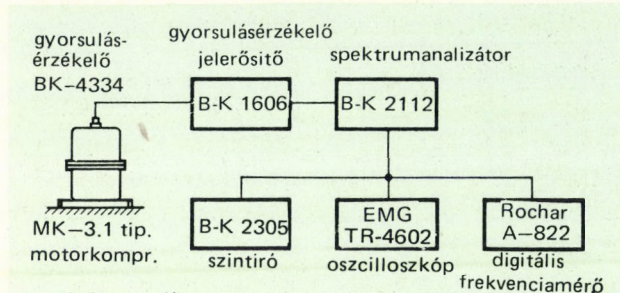
Motorkompresszor fordulatszámának meghatározása különböző szívóoldali és nyomóoldali nyomásviszonyok mellett

A hermetikus kivitelű motorkompresszorok fordulatszámát nem tudjuk a konvencionális fordulatszámmerési módszerekkel meghatározni, a feladatot csak közvetett mérési eljárással oldhatjuk meg.

Esetünkben a választott mérési módszer a rezgésanalízis volt.

Ismeretes, hogy egy forgó tömeg kiegyenlítetlenségéből adódó röpitőerő a csapágyazáson keresztül rezgő mozgásra kényszeríti környezetét. A gerjesztés spektrumából a fordulatszám meghatározható.

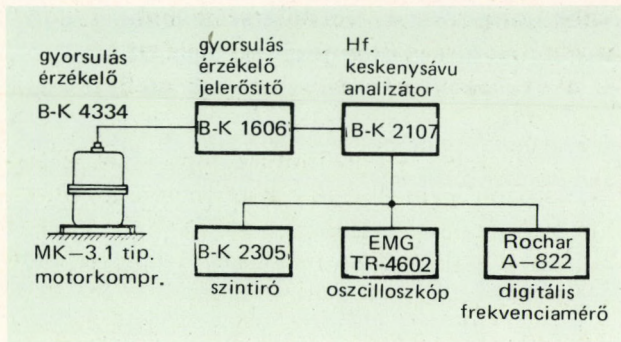
A frekvenciaanalízist az eredmények reprodukálhatóságának ellenőrzése céljából kétféle módszer szerint végeztük el. Az A és B módszerek mérési elrendezéseit a 6. és 7. ábrákon láthatjuk. A mérési elrendezésekből kitűnik, hogy a két módszer az analizátor típusában különbözik egymástól. Az egyik esetben (6. ábra) az analizátor



6. ábra. A motorkompresszor rezgés gyorsulásszintjének mérése (A-módszer) hangfrekvenciás spektrumanalizátor alkalmazásával

terc-sávós felbontású analizist, a másik esetben (7. ábra) keskenysávú, folyamatos frekvencia felbontású analizist tett lehetővé. A terc-sávós analízis a rezonanciahely gyors meghatározását, a folyamatok keskenysávú analízise pedig a rezonanciahely és közvetlen környezetének finom felbontású folyamatos elemzését tette lehetővé.

A mérést a Hűtőgépgyár hőtechnikai laboratóriumának klimakamrájában, egy alaplemezre szerelt MK-3.1 típusú, hermetikusan zárt motorkompresszoron végeztük. Az alaplemez lágy



7. ábra. A motorkompresszor rezgés gyorsulásszintjének mérése (B-módszer) hangfrekvenciás spektrumanalizátor alkalmazásával

gumirugókon nyugodott, így a környezet esetleges zavaró hatását a minimálisra csökkentettük.

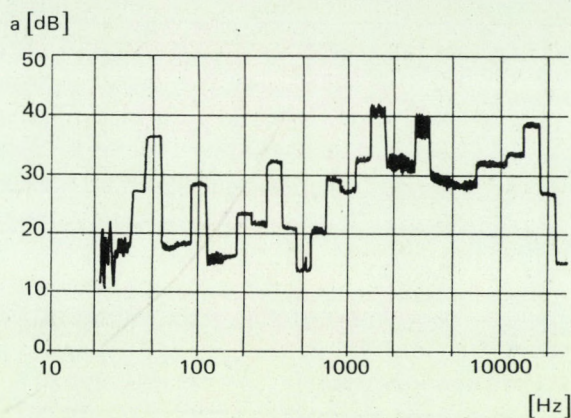
A mérőlánc műszerei nagyobbrészt Brüel-Kjaer gyártmányúak voltak. Rezgésérzékelőként gyorsulásérzékelőt (4334) alkalmaztunk, amelynek elhelyezését a mérési elrendezés szemlélteti. Az érzékelő rezgés gyorsulással arányos villamos jelét az 1606 típusú előerősítővel felerősítettük, és az A-módszernél a 2112 típusú keskenysávú frekvenciaanalizátorba vezettük. Az analizátor kimeneti jelét a 2305 típusú szintiróval regisztráltuk. A kapott regisztrátumok a frekvencia függvényében ábrázolták a lengőrendszer rezgés gyorsulás viszonyait.

A terc-sávú szűréssel (A-módszer) készült felvételekből a gyorsulás spektrális teljesítménysűrűség-konceptió figyelembevételével megállapíthattuk, hogy a vizsgált kompresszor rezonanciája az 50 Hz sávközépfrekvenciájú terc-szűrő frekvenciatartományába esik. Ezután a széles-sávú rezgés 50 Hz sávközépfrekvenciájú szűrőzött villamos jelének frekvenciáját mértük meg Rochar A-822 típusú digitális frekvenciamérővel.

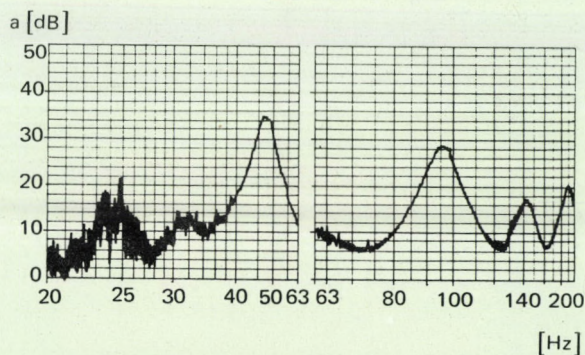
Ugyanezt az analízist elvégeztük folyamatos keskenysávú szűrő alkalmazásával is. A terc-sávú szűrés tapasztalatai alapján az analízist csak a várható rezonanciahely környezetének frekvenciatartományában végeztük el, majd az automatikus hangolással kapott regisztrátum rezonancia frekvenciáját kézi úton is kikerestük, és digitális úton mértük a rezonancia frekvencia értékét. A szűrő szelektivitását az analízis során 40 dB/oktáv értékűre választottuk, ami kb. $8,5^{0,1}$ -os konstans relatív sáv szélességű folyamatos frekvenciafelbontást jelentett a vizsgált frekvenciatartományban.

Az ismertetett mérési eljárásokat különböző beállítású szívóoldali és nyomóoldali nyomásviszonyok mellett megismételtük.

A kapott regisztrátumok közül kiválasztottunk egy-egy tipikus felvételt, amely az A, ill. B mérési módszer analízisét reprezentálja (8. és 9. ábra).



8. ábra. Motorkompresszor rezgés gyorsulásszintje terc-sávú elemzéssel ($p_0 = 4$ at és $p = 19,5$ at)



9. ábra. Motorkompresszor rezgés gyorsulásszintje folyamatos keskenysávú ($8,5^{0,1}$ -os konstans relatív sáv szélesség) elemzéssel

Az alapzatot Dirac-delta impulzussal gerjesztve, megállapíthattuk, hogy az átviteli görbékben 25 Hz-nél látható első kiemelés a motorkompresszor-rendszer (gép+alázat+gumirugók) sajátrezgésének tulajdonítható, míg a maximális rezgés gyorsulásszinthez tartozó frekvencia a motor fordulatszámának megfelelő értékét képviseli.

A mérési eredményeket a 4. táblázatban foglaltuk össze, melynek alapján nyomon követ-

A számított fordulatszám változása a nyomásviszonyok függvényében

Felvétel száma	Mérési módszer jele	P'_0 szívóoldali nyomás [at]	p nyomóoldali nyomás [at]	f mért rezonancia frekvencia [Hz]	n számított fordulat [ford/min]
1	A	4,0	19,5	47,3	2838
2	A	2,6	19,0	47,8	2868
3	A	6,0	24,0	46,8	2808
4	B	4,0	19,5	47,3	2838
5	B	2,6	19,0	47,8	2868
6	B	6,0	24,0	46,8	2808

hetjük a nyomásviszonyok függvényében változó motor fordulatszámot. A fordulatszámot a mért rezonanciafrekvencia ismeretében az

$$n = 60 f$$

összefüggés alapján határoztuk meg.

A fordulatszám-mérés hibái a digitális frekvenciamérő referencia kristályának pontosságából és a digitalizálási hibából számíthatók.

A digitális frekvenciamérő referencia kristály hibája:

$$\frac{\Delta V}{V} = 5 \cdot 10^{-5}$$

A digitalizálási hiba pedig:

$$\frac{\Delta V}{V} = 1 \text{ digit.}$$

A két független változóra a relatív hiba nagysága:

$$\frac{\Delta f}{f} = \sqrt{\left(\frac{\Delta V}{V}\right)^2 + \left(\frac{\Delta V}{V}\right)^2}$$

összefüggésből számítható.

Ennek alapján a frekvenciamérés és egyúttal a fordulatszám-mérés várható relatív hibája:

$$\frac{\Delta f}{f} = 2,109 \cdot 10^{-3}$$

vagy százalékosan kifejezve:

$$h = 0,2109\% \approx 0,21\%$$

Rezgésmérés a szegedi kőolaj- és földgázipari létesítmények gázkompresszor üzemében és a szabdtéren elhelyezett fejcsővezetéken

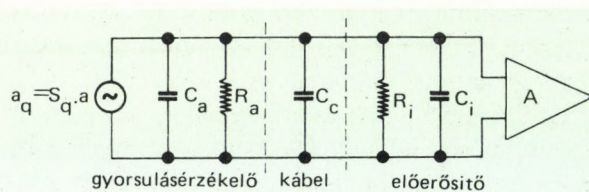
A mérési módszer kidolgozásánál figyelembe kellett vennünk azt a követelményt, hogy minden rezgésmérőhelyen egyidejűleg kell rögzíteni a három rezgéstengely (z , x , y) szerinti rezgésgyorsulásszinteket.

E követelmény teljesítéséhez triaxiális rendszerű mérőátalakítót és többsatornás mérőmagnetofont kell alkalmazni.

A gyakorlati tapasztalat alapján tudjuk, hogy a kompresszorüzemeket és csővezetéseket általában az alacsonyfrekvenciás rezgés jellemzi. A lineáris átvitel érdekében tehát az alkalmazandó mérőrendszerrel szemben is hasonló követelményeket kell támasztanunk.

A mérőlánc legkritikusabb eleme a mérőátalakító. Választásunk a *Brüel-Kjaer 4340 tip. triaxiális gyorsulásérzékelőre* esett. Ez az érzékelő piezoelektromos elven működik, így villamos helyettesítő kapcsolásban kapacitív generátorként kezelhetjük. E tulajdonsága következtében azonban a lineáris kisfrekvenciás jelek átvitele szempontjából igen kritikus a mérőátalakító csatlakoztatása a mérőrendszerhez.

Ha felrajzoljuk a mérőátalakító + csatlakozó kábel + előerősítő rendszer villamos helyettesítő kapcsolását, akkor a 10. ábrán látható villamos áramkört kapjuk. A kapcsolat alapján

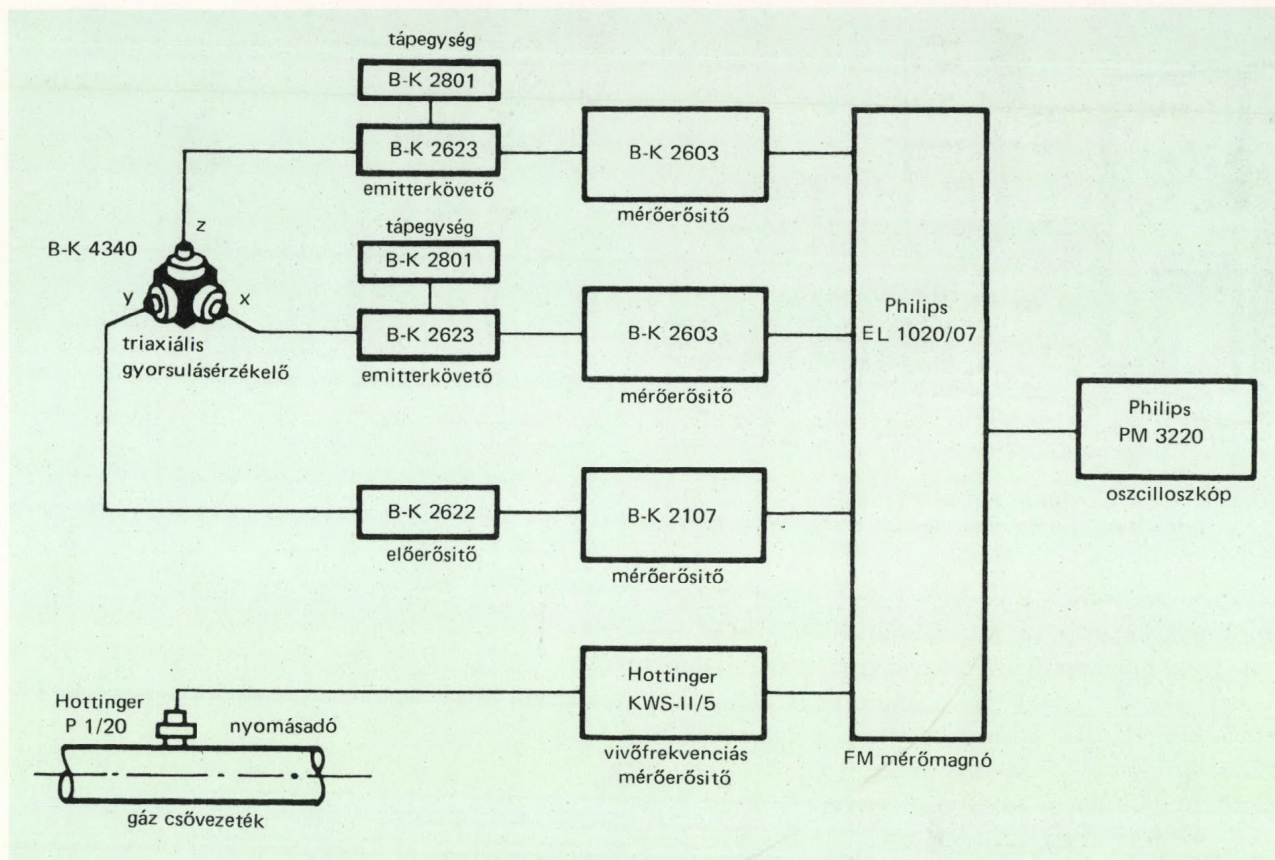


10. ábra. A gyorsulásérzékelő + csatlakozó kábel + előerősítő rendszer villamos helyettesítő kapcsolása

megállapíthatjuk, hogy az R_i előerősítő bemeneti ellenállás és a $C_a + C_c + C_i$ kapacitások kombinációja (C) határozza meg a mérőátalakító rendszer alsó határfrekvenciáját,

$$f_{-3dB} = \frac{1}{2\pi R_i C}$$

A fenti mérés-technikai problémák tisztázása után alakítottuk ki a 11. ábra szerinti mérési



11. ábra. A szegedi kőolaj- és földgázipari létesítmények gázkompresszor üzemében és a szabadtéren elhelyezett fejcső vezetékeken végzett rezgés- gyorsulásszint- és gáznyomás-méréseknél alkalmazott mérési elrendezés

elrendezést. Megjegyezzük, hogy a mérési feladat magába foglalta a vizsgált csőrendszer gáznyomásának a mérését is, mivel azonban e mérés jelen cikk témájától távol esik, így nem ismertetjük.

A 10. ábra szerinti villamos összefüggések alapján számítással meghatároztuk az egyes mérőrendszerek kisméretű átvitelét. Ezek az értékek — a rezgésirányoknak megfelelő felbontásban — a következők:

$$\begin{aligned} f_z &= 0,068 \text{ Hz,} \\ f_x &= 0,072 \text{ Hz,} \\ f_y &= 0,23 \text{ Hz.} \end{aligned}$$

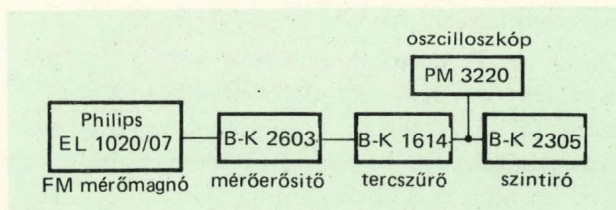
A mérőátalakító + előerősítő rendszerek kiemeteinek villamos jelét mérőerősítővel megfelelő feszültség szintre erősítettük és az FM-üzem módban használt többcsatornás mérőmagnetofonba vezettük.

A mérés megkezdése előtt a nagy mérési pontosság érdekében elvégeztük az egyes mérőlán-cok ún. rendszer hitelesítését.

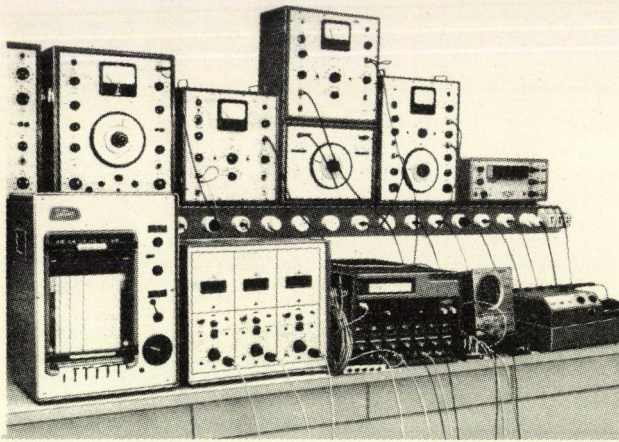
A mérőátalakítót *Hottinger-Baldwin-Mess-technik* gym. X-60 típ. kétkomponenses ragasztóval erősítettük a mérőpontokra.

Minden mérési pontról 1 min-es időtartamú rezgés gyorsulásszint-felvétel készítettünk, ugyanis a helyszínen végzett oszcilloszkópos megfigyelés szerint az egyes szerkezeti pontok ezen időtartam alatt már megbízhatóan reprodukálják a lengőrendszer rezgésjellemzőit.

A mágnesszalagra felvett rezgés gyorsulásszinttel analóg villamos jeleket a 12. ábrán lát-



12. ábra. A rezgés gyorsulásszintek laboratóriumi frekvenciaanalízisének tömbvázlata



13. ábra. A laboratóriumi frekvencia- és jelalak-analízisnél alkalmazott műszerösszeállítás

ható műszerösszeállítás segítségével analizáltuk, amelynek képét a 13. ábrán mutatjuk be.

A frekvenciaanalízist terc-sávós felbontásban végeztünk, 2...2000 Hz sávközépfrekvenciájú szűrőkkel. (E szűrőtípus konstans relatív sáv-szélességű, azaz a sávészélesség $[1f]$ a következőképpen függ a sávközépfrekvenciától (f_0):

$$1f = c f_0$$

ahol:

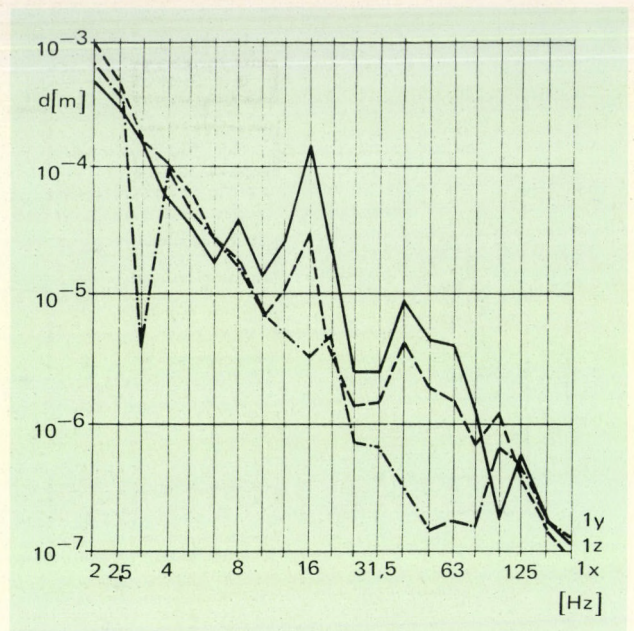
$$c \approx 0,23 \text{ terciszűrő esetén).}$$

Az analízist időtranszformációs mérés-technikai módszerrel oldottuk meg. A rezgéselmozdulás értékeket a mérési eredményekből számítottuk.

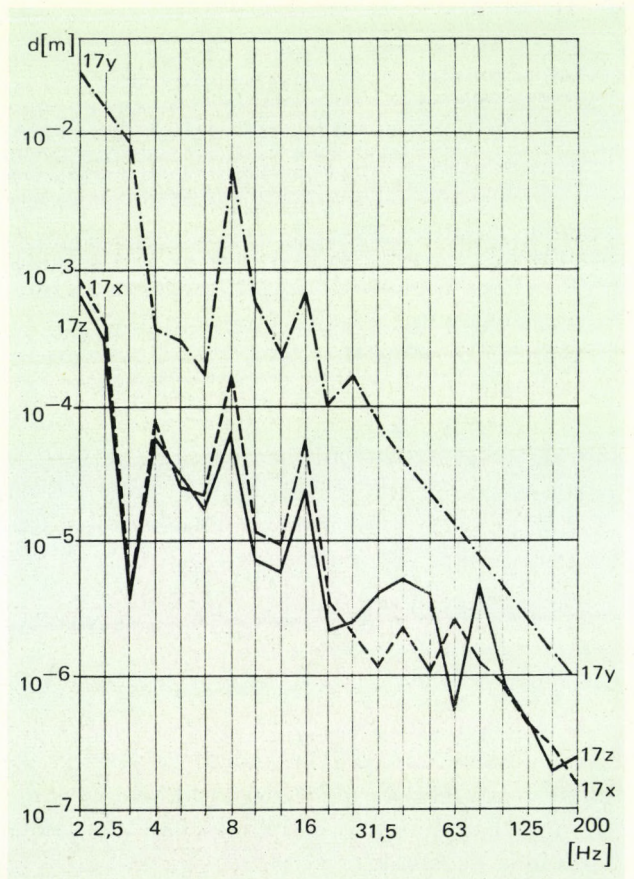
A nagyszámú mérési feltétel közül csak két különböző helyen lévő, eltérő befogadási feltételű cső lengéseit szemléltetjük.

A két csővezeték z, x és y irányú rezgéselmozdulás-frekvencia függvényeit a 14. és 15. ábrán mutatjuk be. Elkészítettük a kiválasztott két felvétel néhány karakterisztikus frekvenciahelyéhez tartozó rezgésyorsulásszint jelalakjának regisztrálását is, direktíró berendezés alkalmazásával. A műszerösszeállítás blokkvázlatát a 16. ábra szemlélteti.

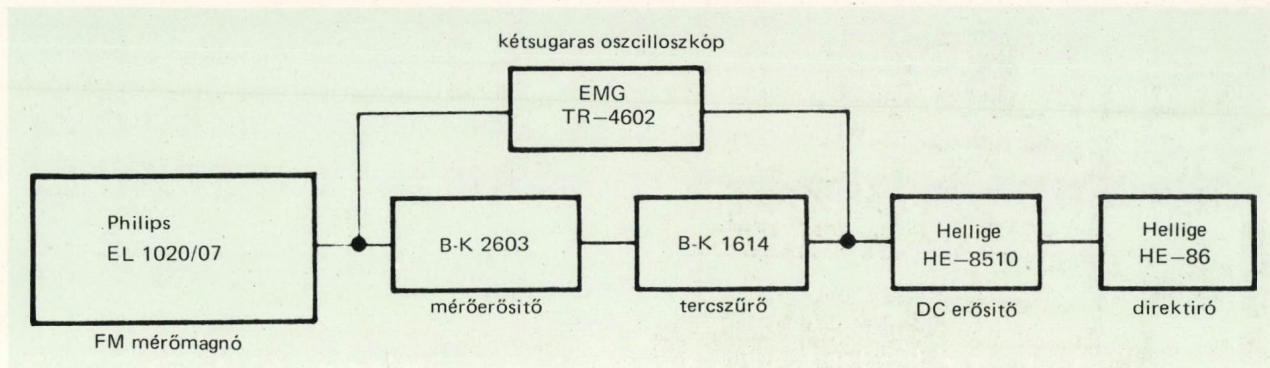
A 17...28. ábrákon láthatók a 14. és 15. ábrákon lévő görbék rezgésyorsulásszint hullám-alakjai (a felvételek a számjelzések segítségével azonosíthatók). A regisztrátumokon látható 1 görbe mindig a szűrőzött jelalakot, a 2 görbe mindig a lineáris átvitelű jelalakot mutatja, a 3 görbe pedig az 1 s időmarker.



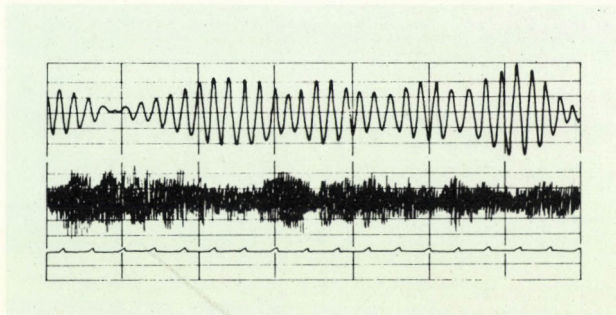
14. ábra. Csővezeték z, x, y koordináta irányok szerinti rezgéselmozdulásai terc-sávós felbontásban



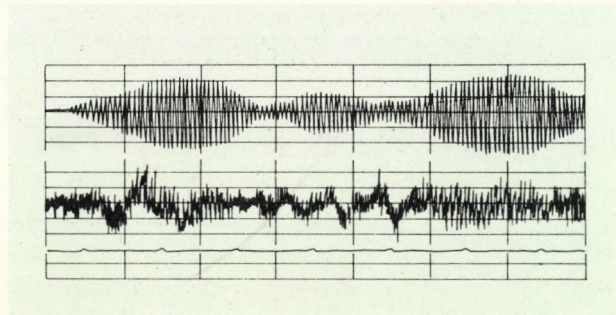
15. ábra. Csővezeték z, x, y koordináta irányok szerinti rezgéselmozdulásai terc-sávós felbontásban



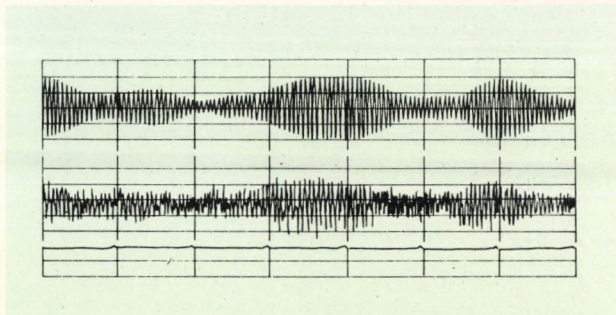
16. ábra. Rezgésgyorsulásszintek szűrözött jelalakjainak regisztrálása direktíró alkalmazásával



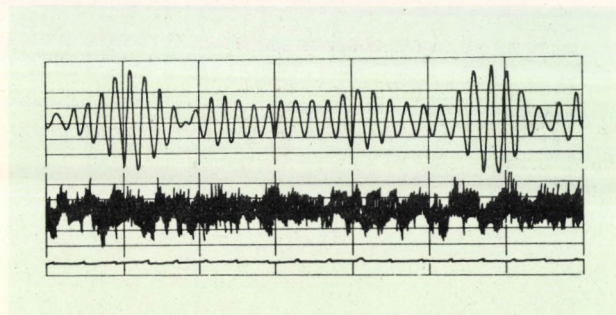
17. ábra. A 14. ábra z irányú elmozdulásához tartozó jelalak 2 Hz-es terc-szűrővel elemezve



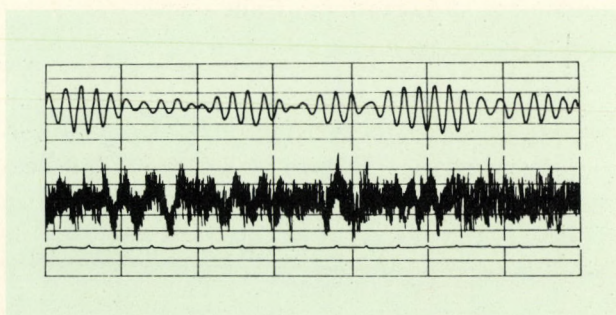
20. ábra. A 14. ábra x irányú elmozdulásához tartozó jelalak 16 Hz-es terc-szűrővel elemezve



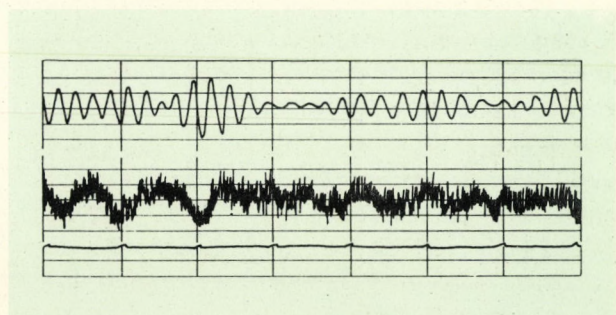
18. ábra. A 14. ábra z irányú elmozdulásához tartozó jelalak 16 Hz-es terc-szűrővel elemezve



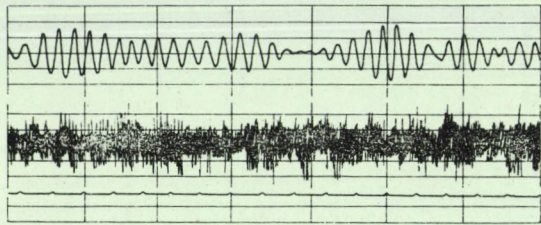
21. ábra. A 14. ábra y irányú elmozdulásához tartozó jelalak 2 Hz-es terc-szűrővel elemezve



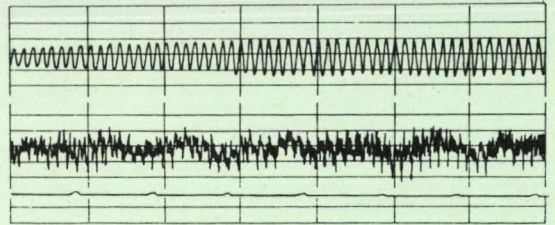
19. ábra. A 14. ábra x irányú elmozdulásához tartozó jelalak 2 Hz-es terc-szűrővel elemezve



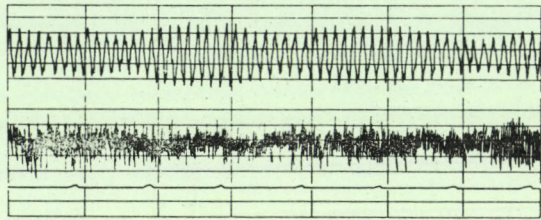
22. ábra. A 14. ábra y irányú elmozdulásához tartozó jelalak 4 Hz-es terc-szűrővel elemezve



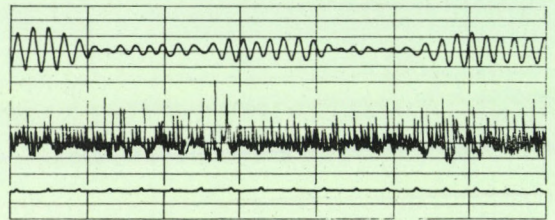
23. ábra. A 15. ábra z irányú elmozdulásához tartozó jelalak 2 Hz-es terc-szűrővel elemezve



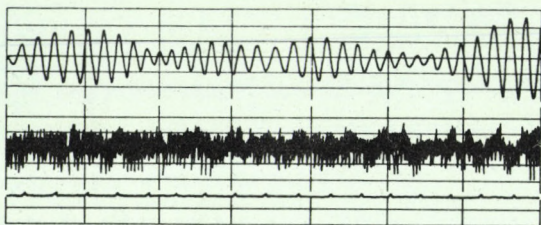
26. ábra. A 15. ábra x irányú elmozdulásához tartozó jelalak 8 Hz-es terc-szűrővel elemezve



24. ábra. A 15. ábra z irányú elmozdulásához tartozó jelalak 8 Hz-es terc-szűrővel elemezve



27. ábra. A 15. ábra y irányú elmozdulásához tartozó jelalak 2 Hz-es terc-szűrővel elemezve



25. ábra. A 15. ábra x irányú elmozdulásához tartozó jelalak 2 Hz-es terc-szűrővel elemezve



28. ábra. A 15. ábra y irányú elmozdulásához tartozó jelalak 8 Hz-es terc-szűrővel elemezve

Mérési hiba

A rezgésmérés szinhibáját a mérőláncban szereplő műszereknek és a gravitációs gyorsulásra történő kalibrálási módszernek a hibája okozza.

A hibatagokból számított négyzetes középhiba a

$$\sigma = \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n \delta_i^2}$$

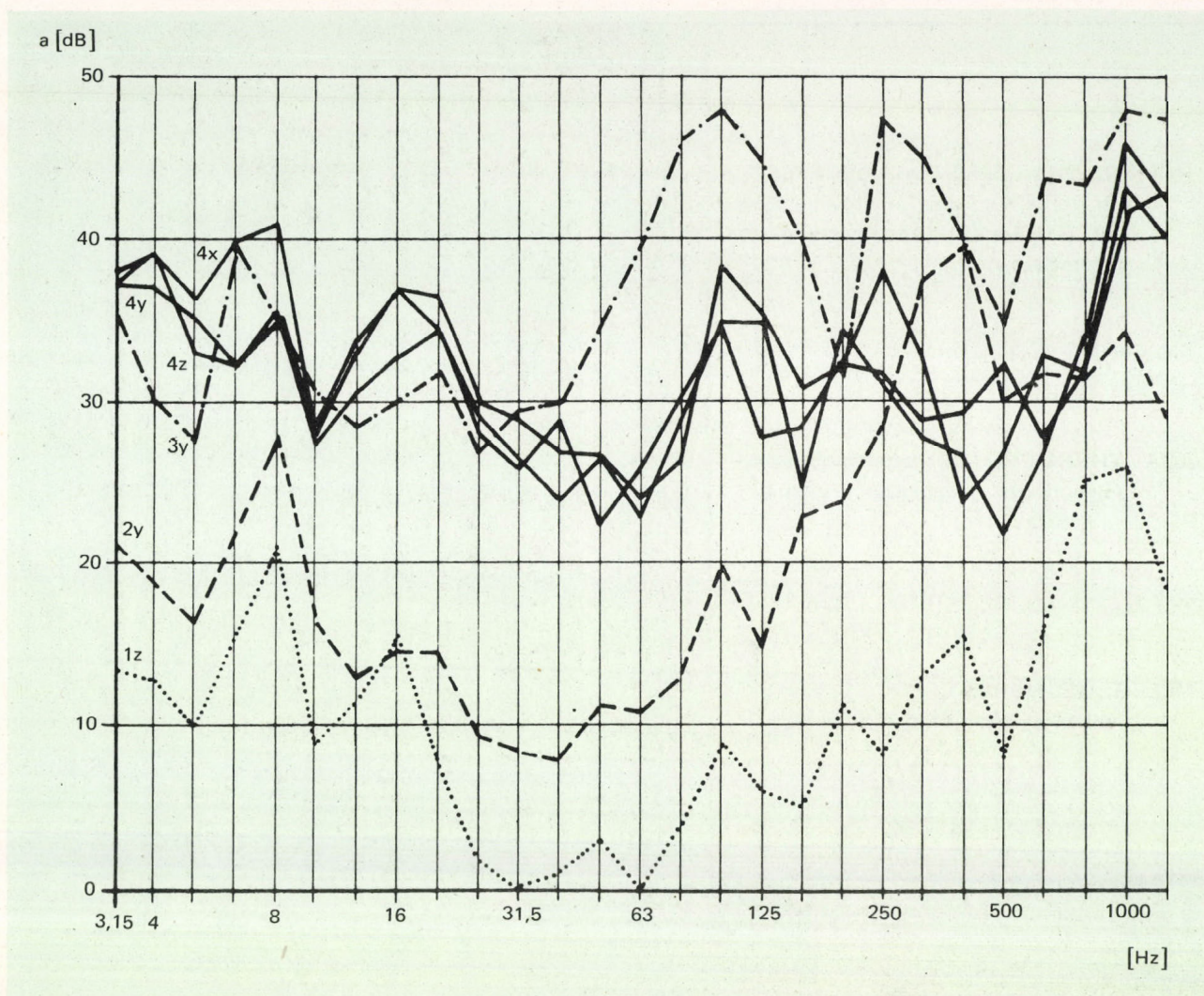
összefüggés szerint:

$$\sigma = 4,769^{0,0} \approx 5^{0,0}$$

Kis fordulatszámú hidrogénkompresszor különböző szerkezeti pontjain mért rezgésgyorsulásszintek

A mérést a Komáromi Kőolajipari Vállalat szőnyi létesítményének gázolaj kénmentesítő üzemében végeztük. A mérés célja az üzemeltetés során a kompresszor különböző szerkezeti pontjain ébredő rezgésszintek megismerése és a gépalapozás hatékonyságának ellenőrzése volt.

A mérőlánc lényegében az előző mérésnél alkalmazott műszerösszeállításához hasonló volt.



29. ábra. BORSIG-kompresszor különböző szerkezeti pontjainak rezgés-
gyorsulásszintje terc-sávós elemzéssel
Mérőhelyek és rezgésirányok: 1z gépalap; 2y főcsapágy; 3y olajürítő cső;
4 z, x, y hengerfedél

A 29. ábrán egy BORSIG-kompresszor különböző szerkezeti pontjainak és gépalapjának z , x és y koordináta tengelyek szerinti rezgés-
gyorsulásszintjeit ábrázoltuk a frekvencia függvényé-
ben.

Az ábrán lévő görbesereg jellemző pontjainak
összehasonlítása lehetőséget nyújt a komplex
gépi berendezés különböző kritikus pontjai kö-
zött fennálló korreláció meghatározására.

Millei Lajos

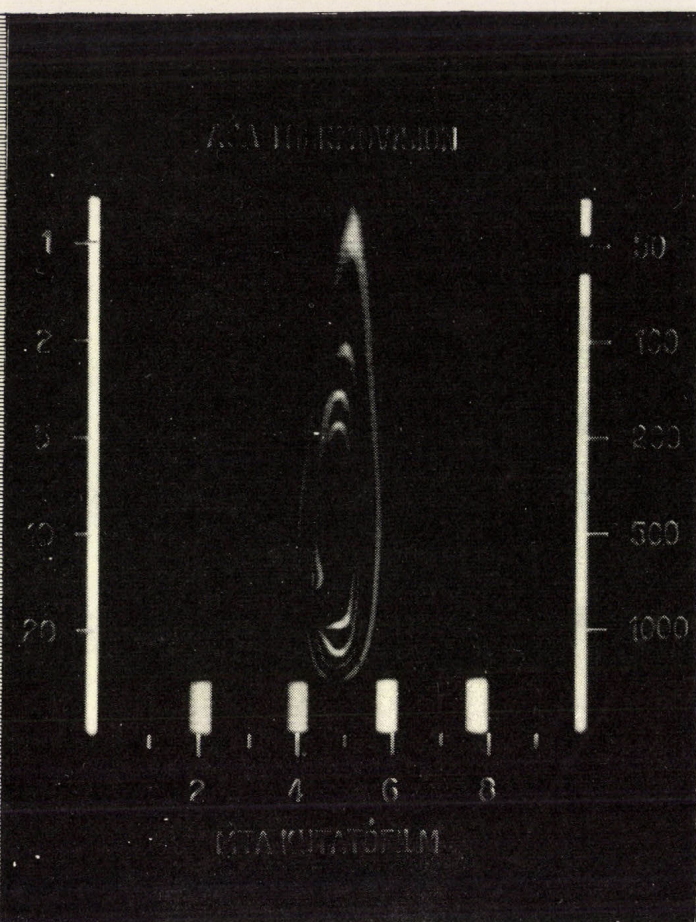
HŐMÉRSÉKLET-ELOSZLÁS MÉRÉSE

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

AGA THERMOVIZIÓS berendezésünkkel
megrendelésre rendelkezésére állunk

MELEGEDÉS-MÉRÉS

a villamos-, gép- és műanyagiparban



Gyertyaláng hőterképe

MTA

MŰSZERÜGYI
ÉS MÉRÉSTECHNIKAI
SZOLGÁLATA

KUTATÓFILM

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

KÉRJEN
RÉSZLETES
FELVILÁGOSÍTÁST



Acélöntő ívkemence szabályozástechnikai paramétereinek mérése

A Kohászati Gyárépítő Vállalat megbízta az MTA Műszerügyi és Méréstechnikai Szolgálat Mérésszolgáltató Osztályát az általuk tervezett és gyártott, és a Vörös Csillag Traktorgyárban üzemelő, 3 tonnás acélöntő ívkemence szabályozóköre fontosabb paramétereinek, valamint szabályozástechnikai szempontból lényeges erősáramú jellemzőinek a mérésére.

A mérést az tette szükségessé, hogy a Kohászati Gyárépítő Vállalat tervezőinek nem álltak rendelkezésére az általuk gyártott kemencéről konkrét mérési adatok, melyeket a jövőben tervezendő kemencéknél, mint hasznos gyakorlati információkat, figyelembe vehettek. A mérés célja tehát az volt, hogy egyrészt a már meglévő kemencék üzemi szabályozástechnikai adatait megállapítsuk, másrészt használható adatokat szolgáltatassunk a tervezők számára.

Mérési feladatok

A következő méréseket illetve vizsgálatokat kellett a megbízás teljesítéséhez elvégeznünk:

1. Erősáramú mérések

1.1. A kemenceoldali (a tápláló nagyfeszültségű hálózat szempontjából a szekunder) feszültség és áram közötti összefüggés megállapítása; a feszültség csökkenése az áram növekedésének függvényében — mindezt a zárlati folyamat alatt.

1.2. Az ívkemence kördiagramjának felvétele: a kemencekör impedanciájának meghatározása.

2. Szabályozókör mérése.

2.1. Nyitott szabályozókör mérése.

2.2. Zárt szabályozókör mérése.

1. Erősáramú mérések

1.1. A kemenceoldali feszültség és áram közötti összefüggés megállapítása

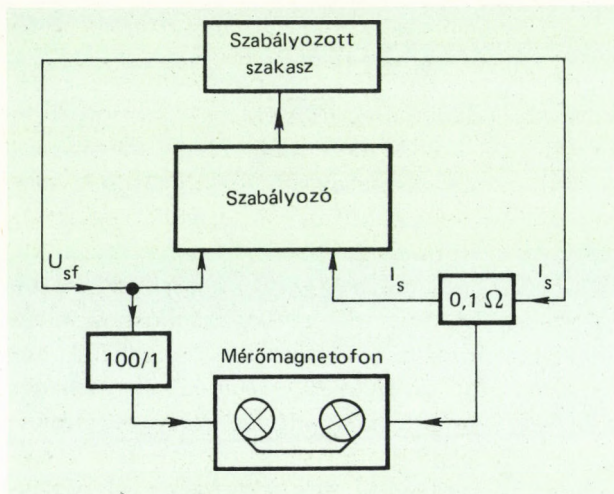
A mérési feladat megoldásához az áramot, ill. a feszültséget kellett mérnünk. A két mennyiség időbeli összefüggésének meghatározásához elegendő a két jel egyidejű, párhuzamos regisztrálása. A szekunder feszültség értéke max. kb. 200 V, melynek mérése nem ütközik különösebb nehézségekbe, viszont a regisztráláshoz megfelelő átalakításra volt szükség. Regisztráló műszerként egy Philips gyártmányú 7 csatornás mérőmagnetofont használtunk, mely maximálisan 5 V bemenő feszültséget kaphat. Így a szekunder feszültséget egy egyszerű ellenállásosztón keresztül mértük, mely nem változtatja meg a kör fázisviszonyait, s a regisztrált feszültség — megfelelő átszámítással — a tényleges feszültséggel fázisban egyező és nagyságban arányos jel volt. Miután az osztót magunk készítettük, figyelembe kellett vennünk, hogy a mérőmagnetofon bemenő ellenállása nem túl magas (18 kohm), tehát ezzel az értékkel is szá-

molnunk kellett az osztó méretezésekor. Vég-
eredményben 100 1 V-os osztókat készítettünk,
melyek hibája 0,3... 0,5% között volt az ellen-
őrző mérések alapján.

Az áram mérésénél már több probléma adó-
dott, mivel a kemencekőr árama időnként (zárlat
esetén) a 20 kA-t is eléri. Ilyen nagyságú áram
mérésére nem állt rendelkezésünkre áramváltó,
viszont a szabályozóköerbe be volt építve egy
8000,5 A-es áramváltó, mely ugyan nem a leg-
jobb pontossági osztályú, viszont kézenfekvő
megoldás volt. Mivel ezt a paramétert is mérő-
magnetofonnal kívántuk regisztrálni, azt meg-
felelően át kellett alakítanunk. Feltételeztük,
hogy az adott áramváltó 3—4-szeres áram ese-
tén is lineáris, az áramváltó maximális szekun-
der árama 15... 20 A-t is elérhet.

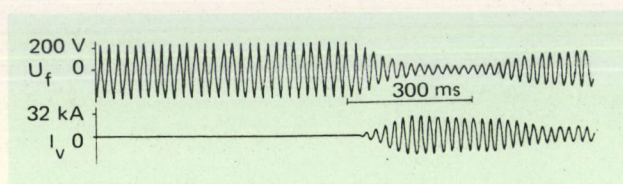
Átalakítóként egy 0,1 ohmos, konstantán hu-
zalból készített ellenállást használtunk (induk-
tivitása elhanyagolható), s a rajta eső feszültsé-
get mértük, mint az árammal arányos jelet.

A két átalakító segítségével tehát alkalmassá
tettük a két mennyiséget a mérőmagnetofonon
való regisztrálásra. A mérési összeállítás vázla-
tát az 1. ábra szemlélteti, ahol U_{sf} a szekunder
fázisfeszültség, I_s pedig az iváram.



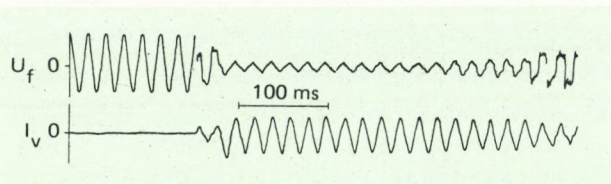
1. ábra. Erősáramú mérés összeállításának vázlata
 U_{sf} ivfeszültség (szekunder feszültség); I_s iváram
(szekunder áram)

Mivel az ivkemence három fázisú, mindhárom
fázishoz egy-egy elektróda tartozik, mindhárom
elektródát külön-külön szabályozó vezérli, fel-
építésük viszont azonos. Így egy fázis vizsgálata



2. ábra. A szekunder feszültség és áram alakulása
egy zárlati folyamat alatt

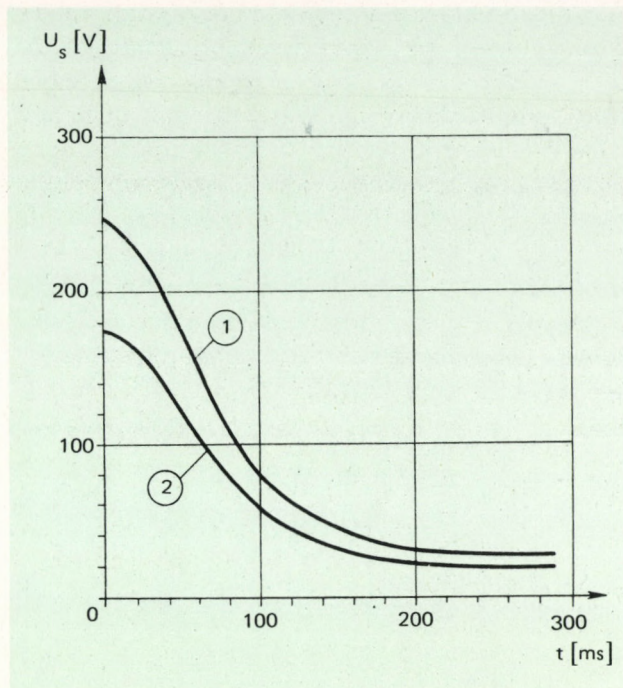
elegendő volt. A mérést úgy végeztük, hogy az
egyik elektródát kirögzítettük, a másikat bele-
eresztettük az olvadékba, a harmadikat pedig
automatikusan működtettük. A kemence normál
üzemi állapotban delta kapcsolású, így üzem
közben az egyes fázisok között természetesen
van kölcsönhatás, de a szabályozó rendszer olyan
felépítésű, hogy a szekunder feszültséget (ke-
mence- ill. ivfeszültség) a transzformátor sín és
a kemence test mint képzetes csillagpont között
méri. Így a szabályozó szempontjából az előbb
említett mérési eljárás helyes volt. A mérés
eredménye a 2. ábrán látható (a feladat egy zár-
lati jelenség lefolyásának vizsgálata volt). A fel-
vételen egyik fázis feszültségének és áramának
időfüggvénye szerepel. Az áram-görbe léptéke-
zése az áramváltó linearitásának elfogadása
alapján történt. A felvétel a magnetofonon re-
gisztrált hullámalak 50 Hz-es szűrésével készült,
a tényleges hullámalak a 3. ábrán látható. Né-



3. ábra. A szekunder fázisfeszültség és áram
tényleges hullámalakja

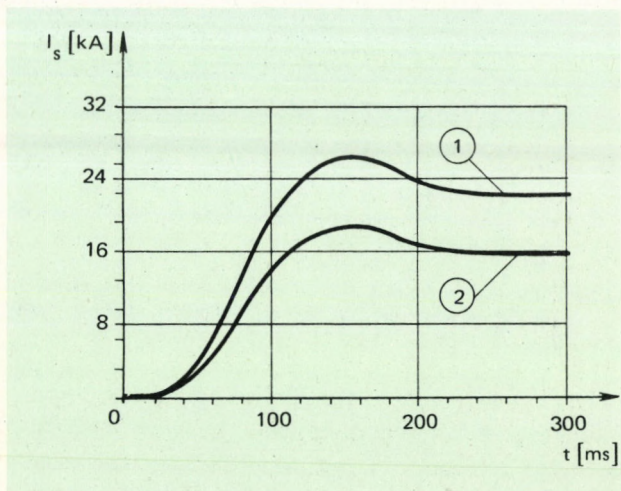
hány további felharmonikusra is elvégeztük a
szűrést, de hatásuk elhanyagolható az 50 Hz-es
összetevőhöz képest. A szűrővel történt megol-
dás az eredmények kiértékelésének megkönnyí-
tésére szolgált. A felvételen láthatók az össze-
tartozó áram- és feszültségértékek, valamint a
köztük lévő fáziseltérés.

A zárlati jelenségek alatti feszültség-, illetve
áramértékek alakulását a 4. és 5. ábra szemlélteti.
A függőleges tengelyen a feszültség-, illetve
áramértékeket ábrázoltuk, a vízszintes ten-



4. ábra. A szekunder feszültség időbeli változása egy zárlati folyamat alatt

gely az időtengely. Az 1 görbék a csúcs-, a 2 görbék az effektív értékekből készültek.



5. ábra. A szekunder áram időbeli változása egy zárlati folyamat alatt

1.2. Az ívkemence kördiagramjának meghatározása

A kördiagrammal az ívkemence üzemviszonyai szemléltethetők. Az ív ellenállásának változá-

saitól függően az áramvektor végpontja köríven mozog.

A kördiagramhoz szükséges áramot az áramváltó szekunder oldalán mértük, a feszültséget közvetlenül a primér oldalon. Tekintsük most át, hogy milyen hibákkal kell számolnunk.

Az áramváltó hibáit — az áram- és szöghibát — az áramváltó hibaosztálya, a tényleges primer áram és a névleges primer áram közötti százalékos arány, valamint az áramváltó szekunder oldalának eredő fázisszöge határozza meg:

Az I_h áramhibát az

$$I_h = I_m \sin \beta + I_r \cos \beta$$

képlettel számíthatjuk, ahol I_m és I_r az I_h hibaáram meddő, illetve valós összetevői, a β szög pedig az áramváltó szekunder oldalának eredő fázisszöge.

A szöghiba az

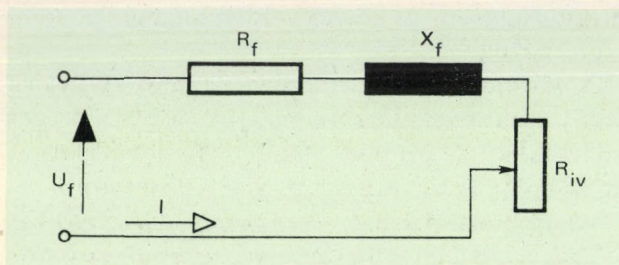
$$I_\delta = I_m \cos \beta + I_r \sin \beta$$

képlet alapján határozható meg.

Árammérés esetén (amennyiben nem más jellemzővel együtt mérjük) a szöghiba nem befolyásol. Viszont az adott mérési feladatnál figyelembe kellett venni, mivel az áram és feszültség közötti fázisszögre is szükség volt, és a feszültséget közvetlenül mértük. Megjegyezzük, hogy az áramváltó hibái az üresjárás közelében (a tényleges áram a névleges primer áram 10—20%-a) a legnagyobbak, s csökkennek a névleges áram környékén. Üresjárás körül az áramhiba kb. 2%, a szöghiba 2°, míg a névleges áram körül 1%, illetve 1°.

A mért értékekben az áramváltó tehát százalékosan is figyelembe vehető hibát okozott. A mérési feladat meghatározásakor elfogadtuk a rendszerbe épített áramváltót, és a szabályozó kör is ezzel működik. Tekintettel azonban a berendezés robusztusságára, és a szabályozási pontosság beállítási korlátozottságára, ez a hiba elhanyagolható.

A kördiagram felvételét a 2. ábra görbéje alapján végeztük, tehát a közölt 7. ábra itt is egy fázisra vonatkozik, viszont azonosnak vehető mindhárom fázisra, ha a vezeték impedanciája is azonos, utóbbit a megrendelővel történt megbeszélés alapján azonosnak vettük. Egy fázis helyettesítő kapcsolása látható a 6. ábrán.

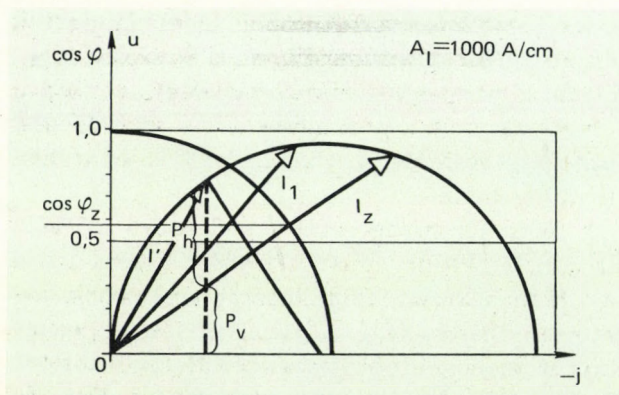


6. ábra. Az ivkemence egy fázisának helyettesítő kapcsolási rajza

R_f a vezetékvezés ellenállása; X_f a vezetékvezés reaktanciája; R_{iv} ivellenállás; U_f a mért fázisfeszültség; I a kemencekör árama

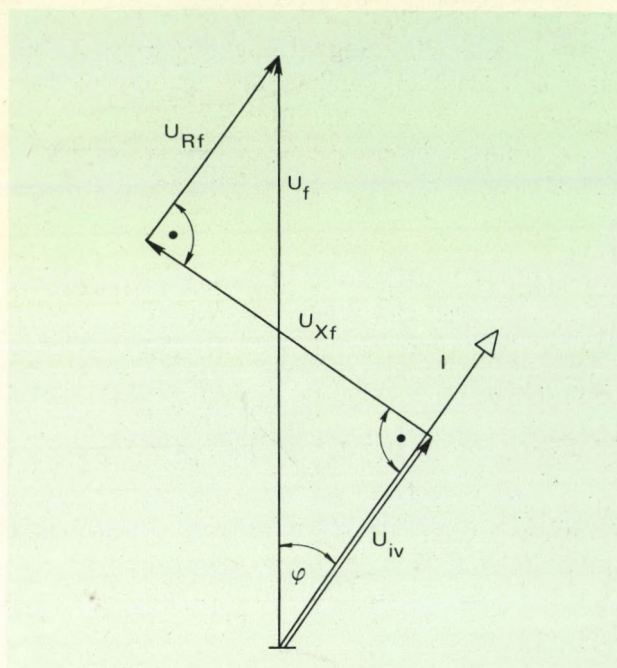
Az ivkemence szabályozó köre az iv „impedanciájára” szabályoz, vagyis a feszültség és áram hányadosával arányos jel a szabályozó bemenő jele. Mivel közvetlenül nem mérhető az iven eső feszültség, ezért a szabályozó az iv impedanciájaként érzékeli a vezetékvezés ellenállását és reaktanciáját is, a feszültséget a transzformátor sín és a kemencetest között méri. Az iv teljes egészében ohmos jellegű, ellenállása 0 és ∞ között változik (0: zárlat; ∞ : szakadás).

A 7. ábrán látható az adott fázis üzemi viszonyait bemutató árammunkadiagram. A diagramban a zárlati áram értékét, fázisszögének megfelelő $\cos \varphi_z$ értéket, valamint két közbenső áramértéket ábrázoltunk. A diagram megszerkesztéséhez elegendő a zárlati áram abszolút értékének és fázisszögének ismerete, mivel üresjárati áram nincs, így a munkadiagram a vízszintes tengelyen nyugvó félkör, mely az origóból indul. A zárlati áram értékét és fázisszögét a 2. ábra alapján határoztuk meg.



7. ábra. Az ivkemence egy fázisának kördiagramja

Az áram valós összetevője az ordinátán, meddő összetevője az abszcisszán olvasható le. A $\cos \varphi$ értéke azonos az áramvektor és az egységnyi sugarú körív metszéspontjának ordináta értékével. A teljesítmény valós komponensét a feszültség és az áram valós összetevőjének a szorzata, a meddő teljesítmény komponensét a feszültség és az áram meddő összetevőjének a szorzata adja. A feszültséglépték megfelelő választásával a diagramból közvetlenül a teljesítmények olvashatók le. A valós teljesítmény metszékét a zárlati áram vektora két részre



8. ábra. Az ivkemence egy fázisának vektorábrája U_f szekunder fázisfeszültség; I a kemencekör árama; U_{Xf} a vezetékvezés reaktanciájának feszültségese; U_{Rf} a vezetékvezés ellenállásának feszültségese; U_{iv} az iv feszültségese

osztja. Az alsó rész a veszteségi teljesítménnyel, a felső rész az ivben fejlődő hasznos teljesítménnyel arányos. A legnagyobb hasznos teljesítmény ahhoz az I' áramértékhez tartozik, amelynek a vektora a körív középpontjából I_z -re emelt merőlegesnek a körívvel való metszéspontjába mutat.

Adott esetben a feszültség értéke áramonként más és más, így egyezményes teljesítménylépték nem készíthető az adott diagramra, viszont az előbb említett maximális hasznos teljesítmény kritérium változó feszültségre is igaz. A

teljesítmény értékét az összetartozó feszültség és a megfelelő áramkomponens szorzata adja.

A kemencekör impedanciájának meghatározására a 6. ábrából indultunk ki (helyettesítő kapcsolási vázlat). R_f egy fázis vezetékének ellenállása, X_f a reaktanciája, R_{ir} pedig a változó iv-ellenállás. A kör vektorábrája a 8. ábrán látható.

Az iven első feszültség fázisban van a körben folyó árammal, a reaktancia feszültsége 90° -kal siet az áramhoz képest, míg a vezeték ellenállásának feszültsége szintén fázisban van a körben folyó árammal. A három feszültség eredője a fázisfeszültség.

Az impedancia meghatározásánál a zárlati áram és feszültség értékéből indultunk ki. Zárlat esetén az ivellenállás nulla, így a feszültség és az áram hányadosa a vezeték impedanciáját adja:

$$\frac{U}{I} = Z_0 \quad Z_0 = R_f + jX_f.$$

Ha valósnak vesszük a feszültséget, akkor az áramvektor az

$$\bar{I} = I_{eff} \cdot e^{j\varphi}; \text{ ill. } \bar{I} = I_{eff} (\cos \varphi - j \sin \varphi)$$

képletek alapján határozható meg.

A \bar{Z} vektort az \bar{U} és \bar{I} vektor hányadosa adja:

$$\bar{Z} = \frac{\bar{U}}{\bar{I}},$$

ahol a \bar{Z} valós része az R_f ellenállás, képzetes része az X_f reaktancia.

A \bar{Z} vektor effektív értékét is számíthatjuk az

$$\frac{U_{eff}}{I_{eff}} = Z_{eff}$$

képlet alapján. A fázissszög ismeretében a

$$Z = Z_{eff} \cdot e^{j\varphi}; \text{ ill. } \bar{Z} = Z_{eff} (\cos \varphi + j \sin \varphi)$$

összefüggéseken keresztül határozhatjuk meg a Z vektort, ahol:

$$Z_{eff} \cdot \cos \varphi = R$$

$$Z_{eff} \cdot \sin \varphi = X_L$$

vagyis:

$$Z = R + jX_L.$$

Az $X_L = Z_{eff} \cdot \sin \varphi$ összefüggésből az induktivitás az

$$L = \frac{X_L}{2\pi f}$$

képlettel számítható, ahol

f a hálózati frekvencia,

X_L a vezeték reaktanciája.

A frekvenciát Hz-ben, a reaktanciát ohm-ban helyettesítve, az L -induktivitást H-ben kapjuk.

A feszültség és áram effektív értékeinek, valamint a fázissszögnek az ismeretében az R ellenállás és X reaktancia a következő képletekkel számítható:

$$R = \frac{U_{eff}}{I_{eff}} \cdot \cos \varphi; \quad X = \frac{U_{eff}}{I_{eff}} \cdot \sin \varphi.$$

A kör impedanciájában az iv csak az ohmos összetevőt változtatja (induktivitása nincs), így az impedancia diagram egyszerűen szerkeszthető (9. ábra). A függőleges tengelyen a valós (ohmos), a vízszintes tengelyen a képzetes (induktív) impedancia komponenseket ábrázoltuk. A zárlati impedancia:

$$\bar{Z}_0 = R_f + jX_f.$$

Az üzemi impedancia:

$$\bar{Z} = R_f + jX_f + R_{ir}$$

alakban írható.

Az R_f és R_{ir} ellenállások között egyszerű összefüggés mutatható ki, ha a változó ellenálláshoz (R_{ir}) egy kedvező paraméteres alakot rendelünk, s ez a paraméter lesz a változó. Paraméteres formában:

$$R_{ir} = p \cdot R_f.$$

Az impedancia a következőképpen alakul:

$$Z = R_f(1 + p) + jX_f,$$

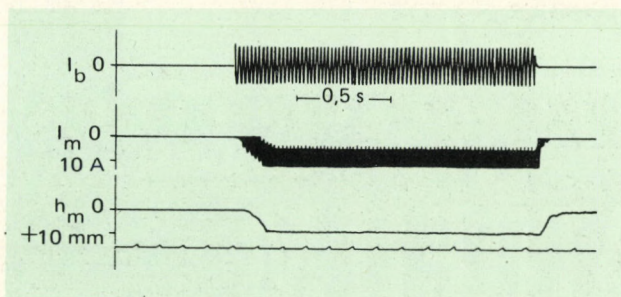
ahol p a változó. Az impedancia diagramban a

A bemenő feszültséget és áramot az 1.1. pontban leírtak szerint mértük. Ugyancsak 0,1 ohmos ellenálláson eső feszültséggel mértük a teljesítmény-erősítő kimenő áramát (mágnesszelep vezérlő árama), melyet a kimenő közös vezetékbe (0) építettünk be. A mágnesszelep elmozdulása max. 10 mm; érzékelőként egy *Hottinger—Baldwin—Messtechnik* gyártmányú, W10 típusú induktív útdát használtunk, mely egyben a szelepet vezérlő áram polaritását is meghatározta.

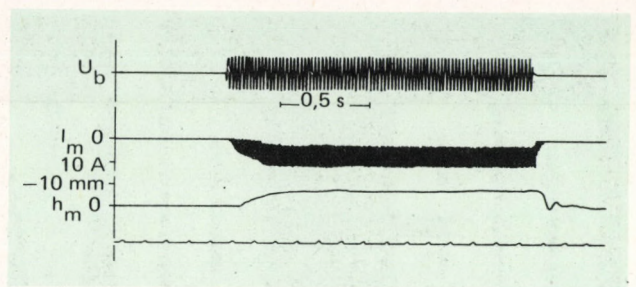
Az elektróda elmozdulása kb. 1300 mm. Ekkora út mérésére nem állt rendelkezésünkre érzékelő. Így erre a célra külön útdát építettünk, mely 1500 mm-es út mérésére alkalmas. Az útdát egy tízmenetű potenciométerből (helipot) áll. A potenciométerrel közös tengelyre egy menetes hengert („kötéldobot”) szereltünk, melyre skálahúr volt felcsévélve. A dob kerülete 150 mm, tehát 10 körfordulás 1500 mm-nek felel meg.

A rendszert a kemencetestre szereltük, a hűrt az elektródkarhoz rögzítettük, s ennek az elmozdulása a dob, illetve a potenciométer forgását eredményezte. Az ellenérőt egy órarugó állította elő, mely a nem-forgó részre volt rögzítve. A potenciométert egyenáramú tápegységről tápláltuk, a kapott jel a potenciométer állásának megfelelő nagyságú.

A mérőjeleket azonos időben, mérőmagnetofonon rögzítettük. A 11. és 12. ábrán látható a nyitott szabályozókör mérési eredménye. Ennél a mérésnél a szabályozót indító jeleket kívülről adtuk be; az elektróda felfelé vezérlése esetén áramjellel (ui. a szabályozó akkor vezérli az elektródát felfelé, amikor túl nagy az iváram), lefelé vezérlés esetén feszültségjellel (lefelé vezérlés akkor történik, amikor túl nagy az iv-feszültség) indítottuk a rendszert.

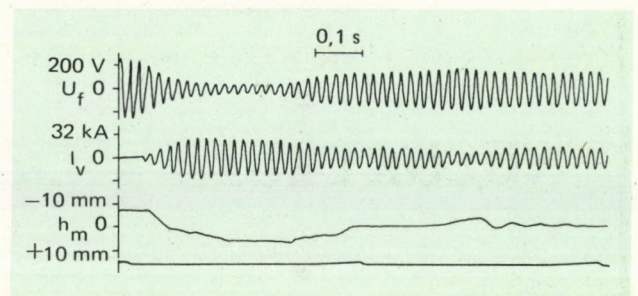


11. ábra. Nyitott szabályozókör mérése. Elektróda felfelé menet



12. ábra. Nyitott szabályozókör mérése. Elektróda lefelé menet

Az ábrákon jól látható a mágnesszelepet vezérlő tirátronszöves végerősítő kimenő áramának alakulása (I_m); végsősoron ez az áram határozza meg a rendszer időkésését, ui. a mágnesszelep meghúzási sebességét csaknem teljesen ez az áram határozza meg. A viszonylag nagy szabályozási időkésés tehát elsősorban gyors működésű végerősítővel csökkenthető.



13. ábra. Zárt szabályozókör mérése
 U_f szekunder feszültség; I_v iváram; h_m mágnesszelep-tüske elmozdulása

2.2. Zárt szabályozókör mérése

A kemence ennél a mérésnél az 1.1 pontban leírtak szerint működött. A feladat a szabályozó időkésésének megállapítása volt. Ehhez az iv-feszültségét, áramát és a mágnesszelep-tüske elmozdulását figyeltük. A regisztrált eredmény a 13. ábrán látható. A felvételtől kitűnik, hogy miután a szelep az elektródát lefelé vezérelte ($I_{ir} = 0$), a zárlat megindulásakor ellenkező irányban húz meg, s a maximális nyitást 0,2 s alatt éri el. Így az elektróda — a zárlati folyamat megindulásától számítva kb. 0,3—0,35 s-ig marad zárlatban. A felvétel további szakaszán viszonylag stabil üzem látható.

Lugosi Tamás

ne csak olvassa

hanem fogadja meg tanácsunkat:

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

egyik legeredményesebb eszköze a

KÜLÖNLEGES FILMTECHNIKA!

Nagysebességű filmkészítés
Schlieren technika
Mikrokinematográfia
Robot automata
Infravörös regisztrálás
Polaroid technika

FILMTECHNIKAI SZOLGÁLTATÁSOK

• • Kérjen részletes tájékoztatót!

MŰSZERÜGYI ÉS MÉRÉSTECHNIKAI SZOLGÁLATA

MTA

KUTATÓFILM

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

KUTATÓFILMEZÉS

Megfigyelés — automatikusan vezérelt fényképezőgéppel

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

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

Automatikusan vezérelhető filmfelvevők, fényképezőgépek

A filmfelvevőgépeket leginkább olyan esetekben alkalmazzák, ahol az eseményt filmszerűen is vetíteni akarják. A jelenség lejátszódási idejét a felvételkor célszerűen választott képfrek-

venciával gyorsítani lehet. A filmfelvételek készítésénél két filmméret között kell döntenet. A 16 mm-es film nyersanyaga olcsóbb, kidolgozása gyorsabb, kezelése, értékelése, vetítése, raktározása egyszerűbb mint a 35 mm szélességűé. Az utóbbi részletdúsabb, élvezhetőbb, de nyersanyaga, hívása, másolása, kezelése, értékelése, vetítése, tárolása sokkal többbe kerül mint a 16 mm-es filmeké. Az olyan film esetében, amely csak statisztikus vizsgálathoz készült és a szerzett információk csak kis körben kerülnek szakemberek, érdeklődők elé, a 16 mm-es méret; ha a vizsgálatok részlet dúsága, kivitele fontos, vagy ha nagy számú érdeklődő előtti bemutatás számára is készül, a 35 mm-es filmméret a megfelelőbb.

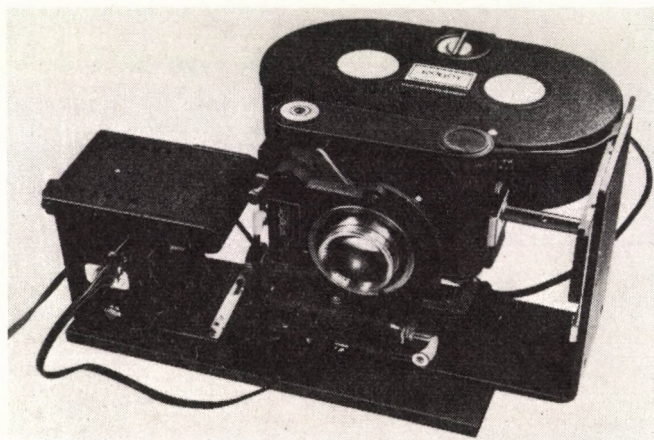
Az időben lassan lejátszódó jelenség filmre vételére a legtöbb filmfelvevő alkalmas, ha az rendelkezik automatikus vezérlő szerkezettel, kapcsoló órával, amely előre kiszámított és beállított időközönként automatikusan jelet ad a filmfelvevőnek. A nagyobb kamerákat gyártó gyárak szállítanak ilyen vezérlőberendezéseket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

előnyök, mert könnyű és gyors az élesre állítás és a felvétel képkivágásának ellenőrzése.

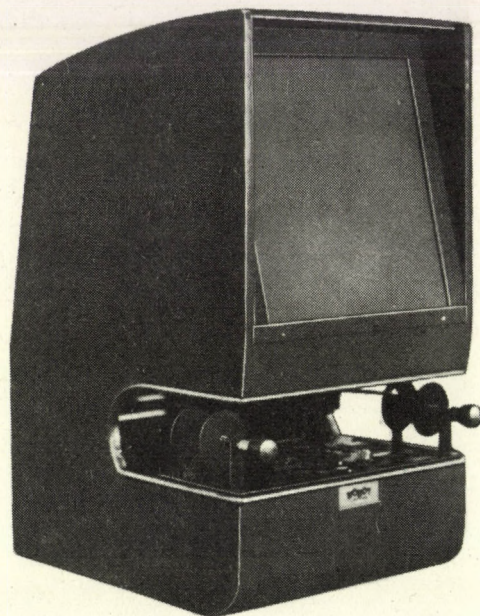
Az automatikusan vezérelt fényképezőgépeket olyan esetekben alkalmazzák, amikor a filmfelvétel által készített filmkockák negatív mérete, vonalfelbontása, információtartalma nem felel meg a követelményeknek, vagy csak kisebb számú felvételt kell készíteni.

A legismertebb a *Robot*- és az *NDK* gyártmányú *Pentacón Super* automata fényképezőgép család. Mindkét fényképezőgépben a filmet villamosmotor továbbítja, s a kameratesthez nagyobb hosszúságú film befogadására is alkalmas kazetta csatlakozhat. A *Robot* kamerához így, a normál patron töltésen kívül, 10, 30 és 60 m-es filmkazetta is tartozik (1. ábra).

A fényképezőgép vezérlő órával működtethető, s hosszú időre, esetleg napokra is magára hagyható. A vezérlő órával tág határok között szabályozható az expozíciós és a képisméltódesi idő. A *Robot Recorder 36 ME* típusú fényképezőgépen egy tükör is van a kamera felső részén, amellyel óra, képszámláló, adattábla vagy más egyéb jelzés fényképezhető a képmező sarkába. A bevetített kép 8×8 mm-es méretű, s a képmező sarkában mindig elhelyezhető úgy, hogy a fényképezendő területből ne takarjon ki értékes részt. A fényképfelvételek értékelése során mindig segítségünkre van, és a tévedés veszélyét is kizárja a kép száma és a felvétel idejét mutató óraszámplap képe.



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



2. ábra. Asztali olvasó készülék a felvételek értékeléséhez

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

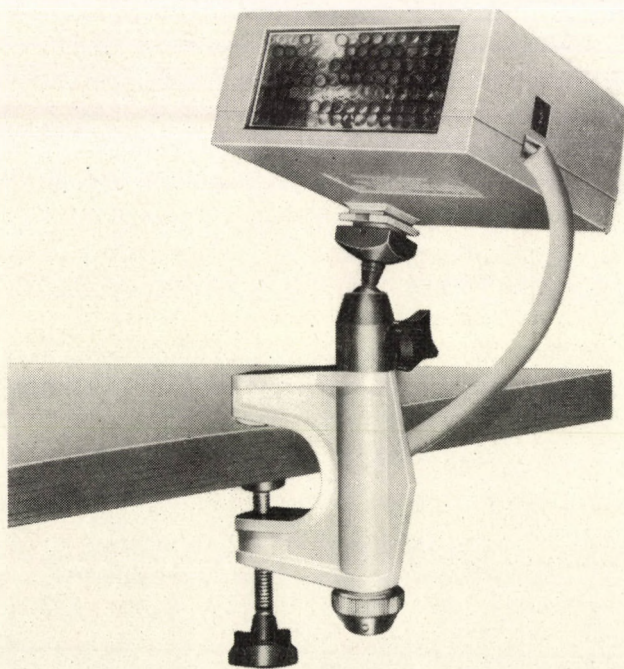
Az automata fényképezőgépekhez sok cserélhető objektív tartozik. 30 mm-es gyújtótávolságú, nagylátószögű és a 150 mm-es teleobjektív közötti típusokból kiválasztható a témának legmegfelelőbb leképező rendszer.

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

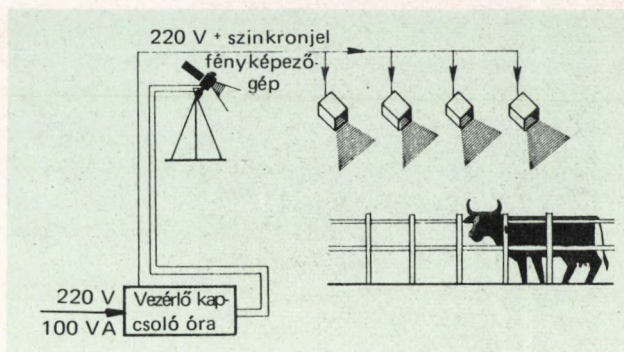
Villanófény alkalmazása

Ha természetes vagy vegyes világítású helyen kell hosszabb ideig felvételeket készíteni, cél-

szerű a villanófényt használunk. A villanófény azért is előnyös, mert pl. az állatok rendes életkörülményeit nem befolyásolja úgy, mintha reflektorfényt kellene éjjel-nappal elviselniük. A párhuzamosan kötött villanólámpákkal 20... 30 m hosszúságú területek bevilágíthatók úgy, hogy nappali fényben is lehet felvételeket készíteni. Ha több napon keresztül, vegyes megvilágítású helyeken fényképezünk, célszerű a fényképezőgép zárját 1/60 s-ra vagy 1/120 s-ra beállítani, s a villanólámpákat olyan sűrűn elhelyezni, hogy a várható legerősebb természetes fény se okozzon túlexpozíciót. Gyakorlatunkban legjobban bevált a hálózatról üzemeltetett VEB Elgawa Plauen V. (NDK) gyártmányú Minilux villanó berendezés (3. ábra). Ezek a kisteljesítményű, és kisméretű fényforrások könnyen felszerelhetők, olcsók és beszerzésük egyszerű. A villamosberendezéseket nem célszerű állandóan feszültség alatt, feltöltött állapotban tartani, mert a helyiségben levő por, illetve a meleg tűzveszélyt okozhat. Ezért hosszabb időközönként (5, 10, 15 min-ként) készülő felvételek esetén a villanólámpa tápegysége a fényképezés előtt 25–30 s-mal kerül feszültség alá, s kezdi tölteni a kondenzátort a névleges feszültségre. A ve-



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



4. ábra. Az automatikus vezérlésű fényképezőgép összekapcsolása a villanólámpákkal

zérő egység villamos-mechanikus kapcsolóórája ugyanis egy érintkezőpár beszerelésével átalkatható, ami a villanólámpák villamos áramát kapcsolja be.

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

Filmnyersanyag

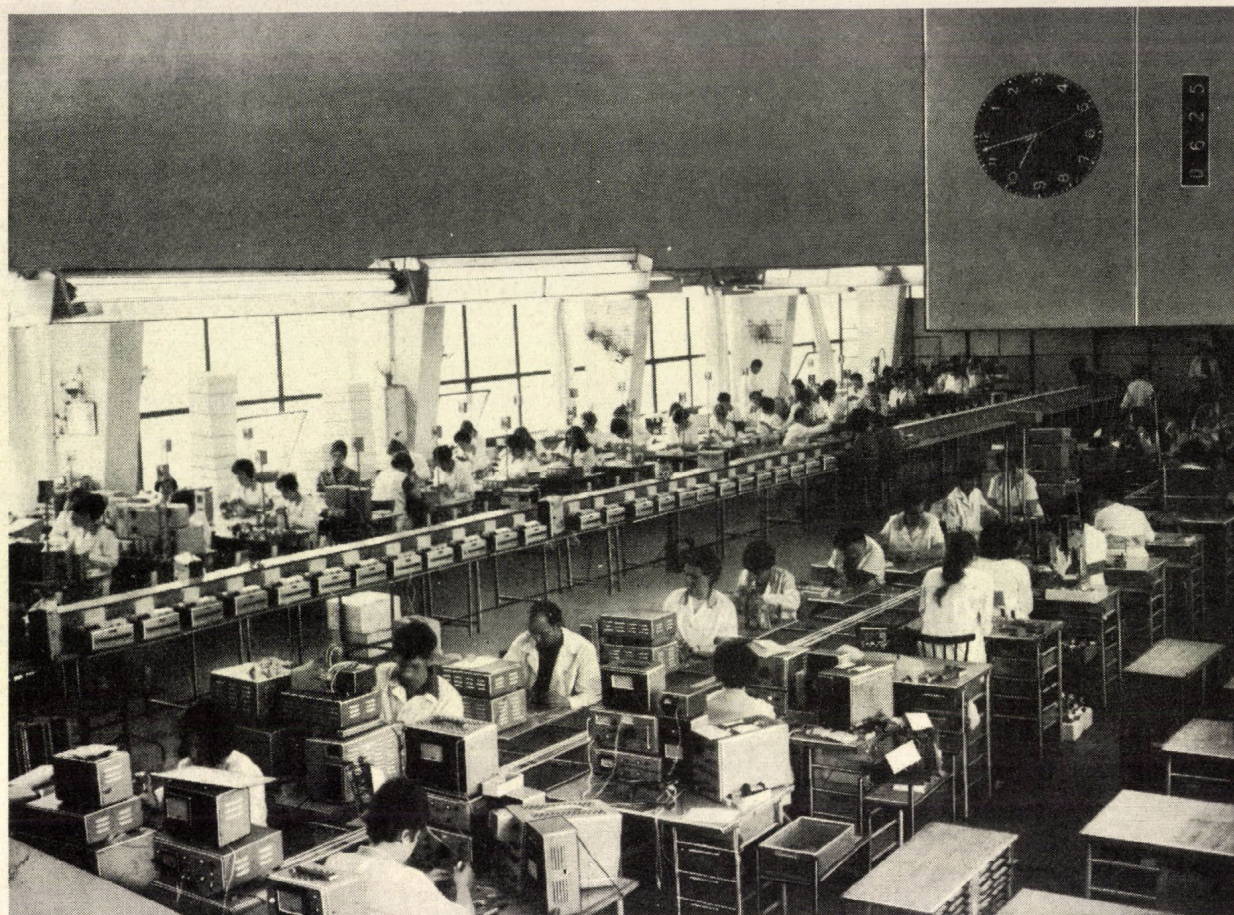
Az automata vezérlésű fényképezőgépekben általában fekete-fehér negatív filmet használunk, s ezek közül is a nagy érzékenységtartományú, magasabb érzékenyséű filmeket. Leggyakrabban az Ilford HPS 27–29 DIN és az Ilford HP3 24 DIN, valamint az ORWO NP55 20 DIN anyagokat használjuk. A nagyobb érzékenyséű filmeknél szűkebb rekesznyílást állíthatunk be, ami a fényképezett terület mélységélességét nagymértékben növeli.

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

Néhány alkalmazási példa

Munkanapfényképezés

A BRG Kecskeméti Gyáregységében szerelőszalag munkáját fényképeztük 20 s-ként reggel



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

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

Forgalom számlálás

Hosszú időn keresztül a forgalom számlálás komoly szervezési feladatot is jelentett a szakemberek számára. A járművek honnan—hová számlálása a régi korszerűtlen színes cédulás módszer vagy rendszám feljegyzés óta sokat

fejlődött a fényképezés alkalmazásával. A 2...4 s-ként készített fényképekről a honnan—hová forgalmon kívül meghatározható a vizsgált területen való járművek átlagos mozgási sebessége, útiránya, leggyakoribb sávváltoztatása. A felvételek értékelését egy szakember és egy segéderő is elvégezheti rövid időn belül, ami figyelemre méltó munkaerő- és időmegtakarítást biztosít a régi módszer nagy munkaerő-szükségletéhez képest (6. ábra).

Állatmegfigyelés

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



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

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



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

várták az etetést hosszú időn keresztül. Sertéshizlaldában a sertések számára nem volt olyan lánc vagy egyéb zörgő „játék” elhelyezve, amelyik a sertés mozgás- és játék-igényét kielégítette volna, így a hizlálásra fogott állatok harapdálták társaikat, amire azok felugrottak és a fekvő társaikon keresztül gázoltak, megzavarva azok pihenését. — Sok hasonló és más kisebb-nagyobb hiba kiküszöbölésével a termelési eredmények jelentősen megjavultak.

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



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

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

Cech Vilmos



Önállóan szeretnének filmet készíteni,
de nincs megfelelő felszerelésük?

FIGYELEM! ——— SEGÍTÜNK!

Minimális adminisztráció — Operatív közreműködés

MINDENT EGY HELYEN!

Az MTA Műszerügyi Szolgálat Kutatófilm Osztályánál.

Ö n ö k :

- Feladnak egyetlen keretmegrendelést filmtechnikai részletmunkákra.

M i p e d i g

(kívánságuk szerint):

- rendelkezésükre bocsátunk
 - felvevőt (Arriflex, Bolex, ERK, Pentaflex, Cameflex gépet, különböző optikákkal, gumioptikával;
 - képstabilizátort légi- vagy autófelvételhez;
 - univerzális állványokat és statívokat;
 - fényképezőgépeket;
 - megvilágító berendezéseket, speciális fénymérőket;
 - hazai vagy külföldi nyersanyagot;
- laborálási problémáikban segítünk;
- vágóasztalunkon (Steinbeck 16) összeállíthatják a musztert;
- elkészítjük a különleges filmtechnikai betéteket (lassítás, gyorsítás, mikrószkópos vagy schlieren-felvétel stb);
- a feliratozás sem probléma;
- biztosítjuk a mágneshangot;
- levetítjük a filmet a megadott helyen és időben.

MŰSZERÜGYI ÉS MÉRÉSTECHNIKAI SZOLGÁLATA

MTA **KUTATÓFILM**

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

KÜLFÖLDI MŰSZERÚJDONSÁGOK

Nagy felbontású elektronmikroszkóp rutinvizsgálatokhoz, EM 201 típus.

(N. V. Philips' Gloeilampenfabrieken,
Eindhoven, Hollandia)

Az új, rutinvizsgálatokra alkalmas Philips elektronmikroszkóp felépítésében majdnem teljesen azonos az ismert, kutatási célra szolgáló EM 300 típusal. Jól áttekinthető kezelőasztala, 124×87 cm-es kis helyigénye és műszaki jellemzői egyaránt a nagyteljesítményű, de sorozatvizsgálatokra szánt elektronmikroszkópok közé sorolják. Felbontása 7 Å, nagyítása 14 fokozatban változtatható 1500× és 200 000× között, a megvilágító rendszer nagy fényerejét és kis aperturaszögét egy különlegesen tervezett *mini-kondenzorral* felszerelt optika biztosítja. Utóbbi segítségével az elektronsugár kb. 6 μm átmérőjű foltra is koncentrálható.

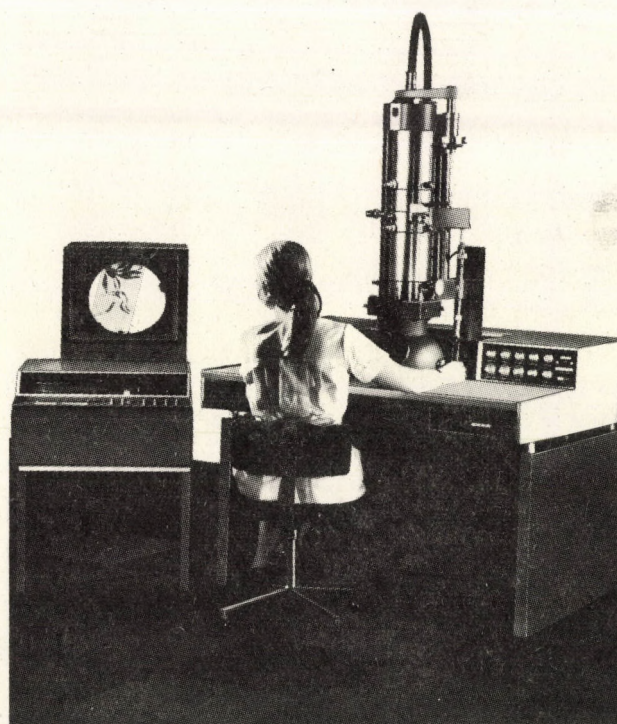
A készülék lényeges vonása, hogy az elektronoptikai oszlop kevés mozdulattal, az elektronágyú és az objektívlencsék segítségével centrálható. A vákuumrendszer teljesen automatizált, és több biztonsági áramkört tartalmaz. A kép 12 cm átmérőjű fluoreszkáló ernyőn figyelhető meg, és 35 mm-es, ill. 70 mm-es filmen vagy lemezen (40, 50 és 16 felvétel) rögzíthető. A készülék természetesen TV-monitorhoz is csatlakoztatható.

A készülékhez *goniométer-asztal* is tartozik egy speciális (forgatást, döntést, hevítést, hű-

tést és reflexiós diffrakciót biztosító) mintatartóval, ekkor a főbb jellemzők — pl. a felbontás — valamivel kedvezőtlenebb értéket vesznek fel (1. ábra).

Műszaki jellemzők:

Pontfelbontás	7 Å
Gyorsító feszültségek	40, 60, 80 és 100 kV
Feszültségstabilitás	jobb mint 2:10 ³ /min



1. ábra. Nagyfelbontású rutin elektronmikroszkóp

Megvilágító rendszer:	
Elektronágyú	triódarendszerű, gyors lites cserélhetőség, max. nyalábáram 100 μ A
Kondenzor lencsék	mini-kondenzor lencse az objektív lencse furatában; a lencseáram stabilitása jobb mint $1:10^3/\text{min}$
Leképező rendszer:	
Tárgyasztal	mintatartó 3 mm átmérőjű mintahordozókhoz, a mintacsere összideje 8 s, sztereocélú döntés $\pm 6^\circ$
Mintaszennyeződés	kevesebb mint 0,01 A/s; folyékony nitrogénhűtés a minta körül
Objektív lencsék	gerjesztés a fókuszáló beállítással, a nagyításkapcsolóval és nagyfeszültségű kapcsolóval csatoltan működik, lencseáramstabilitás jobb mint $1:10^3/\text{min}$
Projektor lencsék	a lencsék áramának stabilitása jobb mint $5:10^3/\text{min}$
Vákuum-rendszer	olajdiffúziós szivattyú 150 l/s teljesítménnyel a nagyvákuumhoz és kétfokozatú rotációs szivattyú 100 l/min teljesítménnyel az elővákuumhoz
Evakuálási idők	a komplett mikroszkóp hidegindulása 30 min, melegindulás 3,5 min után, mintaszilip leszívás 8 s, fotokamera levegőszilip leszívás 5 min
Hűtővízszükséglet	fogyasztás 1,5 l/min; hőmérséklet 5...20 °C a belépésnél
Méretek	1240 mm \times 870 mm alapterület, maximális magasság a nagyfeszültségű kábelkivezetéssel együtt 2300 mm
Súly	kb. 750 kp

225 MHz-es digitális frekvenciamérő, PM 6640 típus.

(N. V. Philips' Gloeilampenfabrieken, Eindhoven, Hollandia)

Az új, 9 számjegyes kijelzésű digitális frekvenciamérővel az URH-sáv felső frekvenciatartományában közvetlenül, a PM 6632 típusú előtét egységgel pedig max. 800 MHz-ig végezhető mérések. Jelenleg egy 12,5 GHz-ig használható mikrohullámú előtét-fiók prototípusa is elkészült. Az alapkészülék bemeneti érzékenysége 10 mV, amely a PM 6633 típusú előerősítővel tovább-növelhető 1 mV-ra. Időalapként beépített, stabil, hőmérsékletkompenzált 10 MHz-es kvarcoszcillátort alkalmaztak, emellett lehetőség van 100 kHz, 1 MHz, valamint 10 MHz-es külső osz-

cillátor alkalmazására is. Nagy pontosságot és stabilitást igénylő mérésekhez a PM 6640/01 altípusnál a 10 MHz-es kvarcoszcillátort P-típusú hőmérsékletszabályozással működtetett termosztátban helyezték el. Az ezzel elérhető kijelzési pontosság $\pm 1 \cdot 10^{-7}$.

További altípusok a BCD (1—2—4—8 kód) kimenettel is rendelkező PM 6640/03 típusú és egy távvezérelhető kivitel (PM 6640 04 típusú). A kezelőszervek elhelyezése az előlapon az ergonomiai elvek messzemenő figyelembevételével történt. A szükséges üzemmód, mérési idő, valamint a bemeneti impedancia megválasztása nyomógombsorral végezhető el.

Az indítás stabilitását automatikus zajelnyomás biztosítja. A helyes indítás és mérési idők ellenőrzése jelzőlámpákkal történt. Kényelmes leolvashatóságot biztosít a kijelző tároló. A mért frekvencia dimenzió- és helyérték helyesen 9 számjegyes Nixie-csöves kijelzőrendszeren jelenik meg (2. ábra).



2. ábra. Frekvenciamérő

A készülék integrált áramkörös felépítésű, mely áttekinthető konstrukció mellett nagy megbízhatóságot biztosít.

Műszaki jellemzők:

Frekvenciatartomány	30 Hz...225 MHz
Kapuidők	10 ms, 100 ms, 1 s, 10 s
Frekvenciaviszony	
$N (f_1/f_2)$	(f_1/f_2) 1, 10, 100, 1000
f_1 tartománya	30 Hz...225 MHz
f_2 tartománya	30 Hz...15 MHz
Időalap kvarcfrekvencia	10 MHz
Stabilitás	$\pm 1 \cdot 10^{-7}/\text{hónap}$
Hőmérséklethiba	$\pm 2 \cdot 10^{-8}/^\circ\text{C}$
Külső időalap	100 kHz, 1 MHz, vagy 10 MHz
Bemeneti adatok	
min. érzékenység	10 mV
A-bemenetre	

B-bemenetre impedancia	100 mV
A-bemenetre	50 ohm vagy 1 Mohm; 15 pF átkapcsolható
B-bemenetre túlterhelhetőség	1 Mohm; 15 pF 1 V 50 ohm-nál 220 V 1 Mohm-nál
Kijelzési idő	
normál	0,2...5 s és ∞
gyors	2 ms...50 ms és ∞
Működtetés	115/230 V $\pm 15\%$ 50...400 Hz
Méretei kétféle tokozásban	
PM 9714 A, kiegészítő egység nélkül	305 mm \times 132 mm \times 404 mm
PM 9716 A, kiegészítő egységgel	445 mm \times 132 mm \times 404 mm
Súly	
PM 9714 A	9 kp
PM 9716 A	12 kp

Programozható asztali számítógépek,

Model 9810 és 9820

(Hewlett-Packard, Loveland, Colorado, USA)

A cég új kisszámítógép sorozatában jelentősnek mondható módosításokat, továbbfejlesztéseket vezetett be a nálunk is ismert 9100 sorozathoz képest. A sorozat tagjai programozhatók. A tradicionális algebrai feladatmegoldásokon kívül a felhasználó saját maga alkotta programlépések, ill. függvénykapcsolatok szerint végezhet komplikált számításokat is. Másrészt különleges tulajdonságuk, hogy a nagy számítógépekhez hasonlóan a kezelő „társalogni” tud a géppel. Eszerint a gép nemcsak a beadott számokat és a kiszámított eredményeket tárolja, ill. adja fel a kijelzőre, hanem az utasításokat is kijelzi, ill. hibás kezelési utasítás esetén jelzi a hibát, és mindezt *alfanumerikusan*. Az instrukciók nyelve e téren egyesíti magában a programozható számológépek előnyeit a számítógép-nyelvek előnyeivel (pl. a FORTAN vagy BASIC nyelvvel). Különböző célú programfiókok behelyezése révén az alapkészülék különféle jellegű számítások elvégzésére alkalmassá tehető, sőt az ún. „szabadon meghatározott” (User Definable Block) programfiók és a hozzá rendelt billentyűzet (keyboard) biztosítja, hogy a felhasználó éppen a számára érdekes paramétereket tudja a géppel kiszámíttatni (pl. a villamosmérnök a feszültség, impedancia, kapacitás, effektívérték stb. mennyiségeket). Ehhez 5, 10 vagy 15 billentyű mű-

ködtethető. A világító diódás kijelző mellett egy beépített sornyomtató is szolgál az utasítások és eredmények rögzítésére.

A perifériák tekintetében is a sokoldalúság jellemzi a készülékeket. Gyakran használt programok mágneskártyán vagy -kazettában tárolhatók és így adhatók be. Kártyaolvasóegység, lyukszalagolvasó, X-Y regisztráló, ill. egy műszer-csatolóegység (Instrument Coupler) tartoznak ide, amely utóbbi lehetővé teszi olyan vizsgálóműszereknek a csatlakoztatását, amelyek viszont időazonos (real-time), on-line adatbejuttatási és elemzési üzemmódokat valósítanak meg.

A leginkább figyelemreméltó kiegészítő egység a Model 20 készüléknél az ún. *Digitalizer*, amely grafikusán ábrázolt összefüggéseket automatikusan átalakítja a gép nyelvére a további elemzések és számítások céljára.



3. ábra. Asztali programozható számítógép

A kijelzés a Model 10 típusnál három-regiszteres, 10 számjegyes rögzített tizedesponntal, plusz a kitevő 2 számjegyes. Számítási tartománya: $10^{98} \dots 10^{-98}$ között a túlfutás, ill. aláfutás azonnali jelzésével. A Model 20 egy regiszteres kijelzővel rendelkezik, amelyen viszont az alfanumerikus instrukciók és részeredmények is megjeleníthetők. A hosszabb programokhoz megfelelő, korszerű MOS LSI tranzisztoros-integrált áramkörös technológiával konstruált, beépített memóriaegység is rendelkezésre áll. A Model 10 alapváltozatában 500 programlépést és 51 adatot tud kezelni, ami 10 szimultán egyenlet megoldásához elegendő; további fiókokkal ez

még 500, 1012, ill. 2036 programlépéssel és 51, ill. 111 adatos tárolóval bővíthető. A Model 20 esetén a 17 szimultán egyenlet megoldása 36 egyenletmegoldásra bővíthető. Ezt a szinte egyedülálló teljesítményt 173 (vagy 429) gyűjtőregiszter, direkt vagy indirekt tárolás és számtani vagy automatikus összegyűjtés (compiling) teszi lehetővé. A számítógépek mérete alig nagyobb egy átlagos írógépnél, súlyuk kb. 15 kp (3. ábra). A számítógéphez számos, a cég által kidolgozott és archivált program, szubrutin szállítható.

Számítógépes irányító és adatfeldolgozó rendszerek automatikus gázkromatográf-tömegspektrométerekhez, System/50, System/150, és System/250

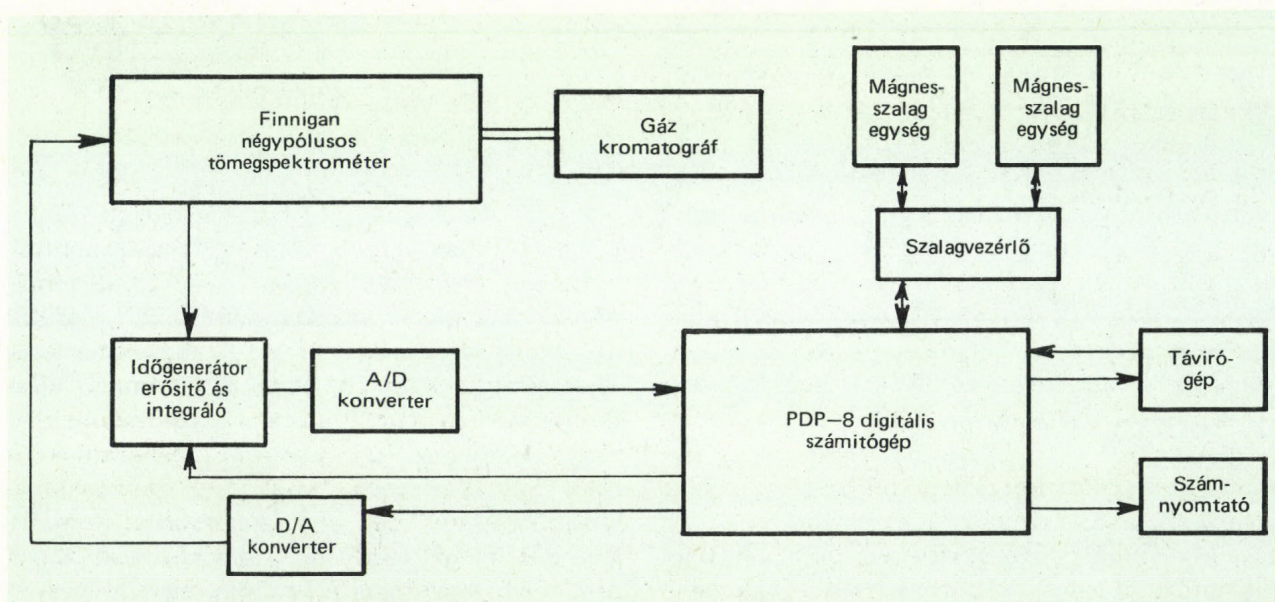
(Finnigan Instruments Inc., Sunnyvale, USA és Finnigan Instruments AG, Basel, Svájc)

A gázkromatográfia módszerének kombinálása a tömegspektrometriával korszerű és gyors módszer a kémiai elemzés számára különféle szerves vegyületek szerkezetének felderítésére, vegyszerek és gyógyszerek tisztaságának ellenőrzésére, ipari szennyvizek mérgező komponenseinek meghatározására stb. A kapott tömegspektrumok tömegszámainak azonosítása, a háttérkorrekciók, és az egyes spektrumvonalakhoz tartozó ionintenzitások megállapítása azonban

ma már megköveteli e módszernél is a számítógépes, programozott analízismenetet, és a kapott értékek számítógépes súlyozott kiértékelését. Ennek az elvnek tesznek eleget a cég Model 1015 C GC MS kombinált készülékéhez csatlakozható számítógéprendszerek. Ezek a Digital Equipment Corp. cég PDP-8 E típusú számítógépét, egy GC MS- és egy tömegspektrométer-számítógépi csatolóegységet (interface), mágnesszalagos, vagy -lemezes tárolókat (vagy a kettő kombinációját), távirányítós írógépet és Houston Instruments gym. DP-1 tip. sornyomatót (csak az S 150 és S 250 típusoknál) foglalnak magukban (l. az egyszerűsített blokkvázlatot a 4. ábrán).

A tömegspektrométer a cég Model 1015 C vagy 3000 típusa lehet, amely négy pólusos elven működik, és korszerűsített változata új lineáris össziónáram-monitorral, új nagyérzékenységű ionforrással és új fotoelektronsokszorozó érzékelővel rendelkezik. Újabb változatához ún. „kémiai ionizációs” egységet is szállítanak, amelynél a metán bontásból keletkező ionizált molekula-típusokat használják fel a vizsgálandó molekulafajta ionizációjához.

A számítógéphez csatlakozásnál először az analóg jel integrálóra jut, majd ennek kimenete egy 12 bit-es A/D konverterbe és utána a számítógépbe. Ez az adatokat átlagolja, számítja, és mágnesszalagra vagy lemezre tárolja. A számi-



4. ábra. Számítógépes irányító és adatfeldolgozó rendszer gázkromatográf-tömegspektrométerrel való kombinációjának vázlata

tógép előtti interface megfelelő logikai elemet és regisztereket tartalmaz, az időzítő generátor a mintavételi időket 1 és 4096 ms között állíthatja be.

A számítógéppel kombinált elemzésmenet további fontos jellemzői a következők.

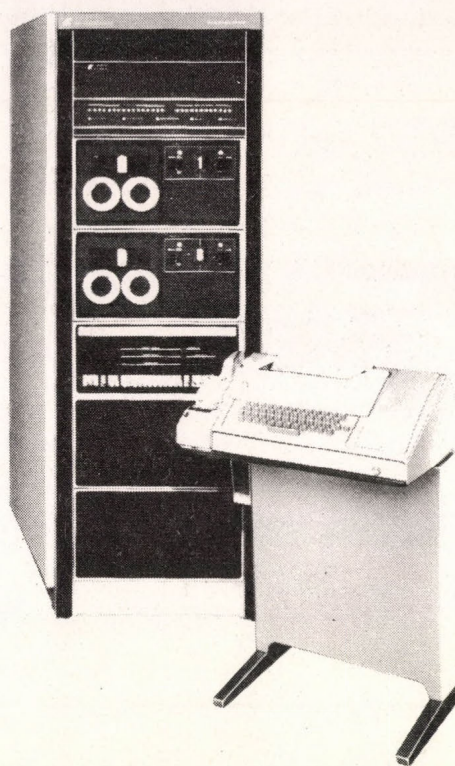
1. *Automatikus kalibrálás*; a rendszer a beinjektált referencia vegyület tömegspektrumának csúcsához a tömegskálát ± 1 40 atomszámegységre bekalibrálja.

2. *Számítógépes szabályozású adatgyűjtés*; ennél a kezelő az egyszerű, a számítógép által feladott kérdésekre bebillentyűzi minden egyes gázkromatográfiás futtatás paramétereit, ezt követően a számítógép önműködően irányítja az analízis menetét és az adatok összegyűjtését és rögzítését. Ennél többek között: folyamatosan vagy szakaszosan végigfutja a tömegszám-tartományt (8 különféle tartomány választható), közben csak a jellegzetes értékeket válogatja ki; beállítja az optimális integrációs időket a különféle tömegszám-tartományokra; rögzíti a háttérzaj elnyomásához szükséges küszöbszinteket; a jeloptimalizálás üzemmódban a jelerősség függvényében az automatikus integrálási időbeállítást szabályozza a közel állandó jel/zaj viszony biztosításához; biztosítja a zavartalan GC MS elemzésmenetet, megszabja a maximális befutási időt.

3. *Adatfeldolgozás és jelkimenet (output)*: ez lehetőséget nyújt sok kézi művelet és papírmunka elhagyására, mert biztosítja:

- az időazonos (real-time) gázkromatogramot;
- a speciális tömegspektrumokat, amelyek az adott tömegszámoknak megfelelő gázkromatográfiás csúcsokat azonosítják;
- a spektrumok görbéit vagy számnyomtatásait a tömegskálák és számszerű ionintenzitások értékeivel együtt;
- a spektrumok görbéit vagy számnyomtatásait a zavaró háttér levonásokkal együtt;
- a tömegszámazonosításokat $\pm 0,1$ tömegszámegységre;
- a legkisebb csúcsok meghatározását skálanyújtással;
- adatok rögzítését mágnesszalagon vagy lemezen.

A rendszerhez természetesen különféle alkalmazásokra már kidolgozott „software”-csomag.



5. ábra. Számítógépes gázkromatográf—tömegspektrométer rendszer

ill. könyvtár is rendelhető (*standard DEC Utility Software*). A berendezés képe az 5. ábrán látható.

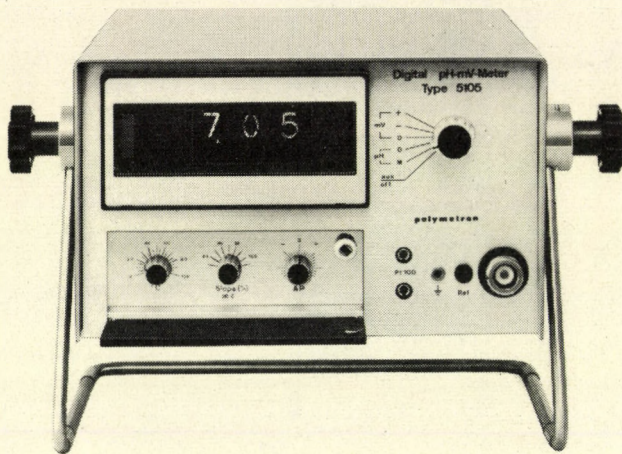
Digitális pH mV-mérőkészülék, 5105 típus.

(*Polymetron AG, Hombrechtikon-Zürich, Svájc*)

Az ún. analóg azaz mutatós műszerrel ellátott pH- és mV-mérőkhöz viszonyítva a digitális kijelzésűek több fontos előnnyel rendelkeznek (pl. a tévedésmentes leolvasás), amit a cég új típusa is biztosít.

További előnyei: a nagy leolvasási pontosság (0,01 pH, ill. 1 mV), a beállítógombok fedéllel történő zárhatósága, villogó fényjelzés hibás polaritás vagy méréstartománytúllépés esetén. automatikus hőmérsékletkorrekció, meredekségutánállítás, aszimmetriapotenciál-állítás és csatlakozási lehetőség analóg regisztrálóhoz. A regisztrálókimenetet potenciométerrel 0...10 mV μ pH között (0 mV a 7 pH-értéknél) lehet szabályozni.

A készülékhez természetesen a pH-mérésre, ill. redoxipotenciál-mérésre alkalmas elektródok mellett ionszelektív elektródok is csatlakoztathatók (6. ábra).



6. ábra. Digitális pH—mV-mérő készülék

Műszaki jellemzők:

Méréstartományok	0,00 ... 14,00 pH, ill. 0 ... +1500 és -1500 mV
Leolvasási pontosság	0,01 pH, ill. 1 mV
Bemeneti ellenállás	nagyobb mint 10^{12} ohm
Mérőcella-ellenállás	max. 1000 Mohm
Mérőcella-nullapont	állítható pH=6,00 és 8,00 között
Hőmérsékletkorrekció	kézi állítással, vagy automatikusan Pt 100 ellenálláshőmérővel 0 ... 100 °C között

Kétcsatornás, többméréstartományú laboratóriumi kompenzográf, BD 9 típus.

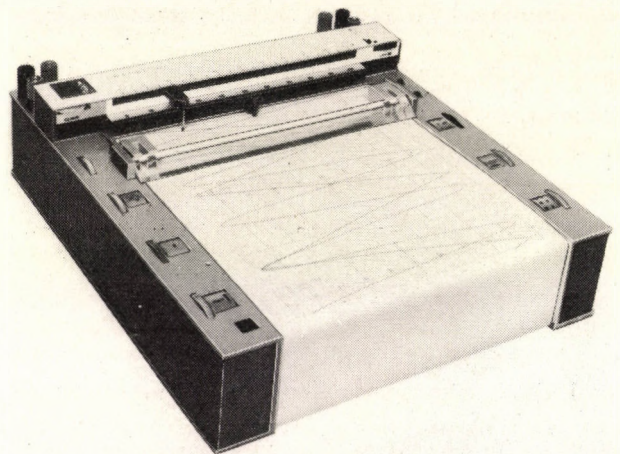
(Kipp és Zonen, Delft, Hollandia)

A gyártó cég új regisztrálóján két független bemeneti feszültség-jel regisztrálható egyidejűleg a 20 cm széles papíron. A készülék konstrukciójánál a már korábbi ismert BD 6, BD 8 típusok szerkesztési előnyeit is felhasználták: nyomtatott áramkörök, zenerdiódás referenciafeszültség, FET-szilícium-tranzisztoros elektronikus egységek vannak beépítve. Érdekes jellemzője a 0,6 s-os skálabefutás és a legtöbb méréstartományban biztosított 1 Mohm-nál nagyobb bemeneti impedancia. Külön rendelhető a regisztrálóhoz a BD 81 típus. nullapont-elállító (egy-

csatornához), a BD 82 típus. eseményjelző (papír baloldalán, távirányítással), a BD 83 jelűrafelvevő csúszóhuzal, pl. integráló csatlakoztatásához, 0,2%-os linearitással (csak egy csatornához), a BD 84 papírfelvevő orsó és a BD 85 ki-be kapcsolós távirányítású papírtovábbító modulok, ill. egységek (7. ábra).

Műszaki jellemzők:

Mérési tartományok	0,5 mV ... 100 V között 17 tartományban (1, 2, 5 rendszerű osztással)
Bemeneti impedanciák	0,5 és 5 mV között 25—250 Mohm; 10 és 50 mV között 500 Mohm; 0,1 V és 100 V között 1 Mohm
Pontosság	jobb mint a végkitérés 0,5%-a
Linearitás	jobb mint a végkitérés 0,3%-a
Nullahelyzet	állítható az egész skálán
Teljes skála befutás ideje	0,6 s
Stabilitás	nullaelcsúszás kisebb mint 0,1 μ V/°C
Papírsebességek	választhatóan 10 különböző állítható érték 0,5 ... 500 mm/min között
Méret	310 mm \times 360 mm \times 120 mm
Súly	7,8 kp



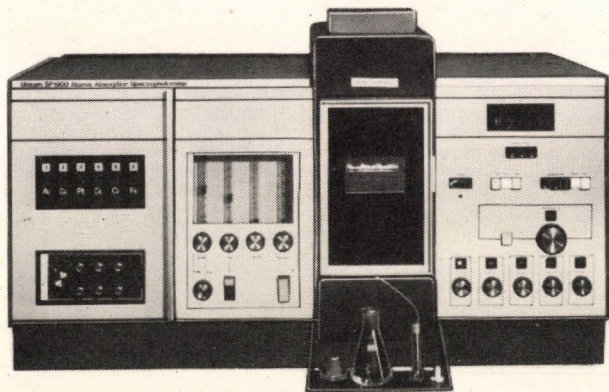
7. ábra. Kétcsatornás sokméréshatárú asztali kompenzográf

Atomabszorpciós spektrofotométerek, SP 1900 és SP 1950 típus.

(Pye Unicam Ltd., Cambridge, Anglia)

Két új, digitális leolvasású, kétsugaras atomabszorpciós készülékkel szaporodott a cég gyárt-

mány választéka, amelyek igen előnyös, egyszerűsített kivitelű, és egyúttal a legváltozatosabb analitikai feladatok végrehajtását biztosítják. Az *SP 1900 típus* egyik jellemzője, hogy hat különböző üreghatólámpa foglal helyet egy hatrekeszes tárcsában, készen arra, hogy a megfelelő elemek elemzésekor egyszerű tárcsaelfordítással a sugármenetbe legyenek helyezhetők. A *SP 1950 típusnál* egyetlen katódlámpával dolgozunk, ugyanakkor minden egyéb jellemző azonos.



8. ábra. Digitális kijelzésű atomabszorpciós lángfotométer

A rutinmunkát egyszerűsítő számos automatizáló szerelvény között is említésre méltó az *SP 450 tip. automatikus mintaváltó*, valamint a *DR 10 digitális sornyomtató*, ill. más változatban a *távvezérlésű írógép*. Mindezek a mérési adatok számjegyes rögzítésére szolgálnak. A készülék az eredményt koncentrációegységben digitálisan adja ki világítócsöves kijelzőn, vagy pedig BCD alakban továbbítja a nyomtatóíróhoz. Fontos előny még a Beer-törvénytől való eltérések automatikus korrekciója, integrálási idők megválaszthatósága, skálanyújtás és az automatikus nullázás.

Mindkét készüléktípus az atomabszorpciós üzemmódon kívül átállítható emissziós lángspektrofotometriás vizsgálatra is. Az égőtípusokat a bevált acetilén levegő és nitrogén-oxid levegő elegyekhez tervezték. Különösen előnyös, hogy külön emissziós vizsgálatra szolgáló és soknyílású (*multislot*) égő is rendelhető, utóbbi éppen a nagyobb koncentrációjú elem-meghatározásokhoz. Az égő- és porlasztótér biztonságos szerkesztése úgyszólván robbanásmentes vizs-

gálati lehetőséget nyújt. A rendkívül nagy érzékenységre jellemző pl., hogy a Mg meghatározási küszöbértéke $0,0001 \mu\text{g/ml}$ (*detection limit* = olyan koncentráció, amelynek abszorpciós jele legalább kétszerese a zajra vonatkozó állandó eltérés értékének, tíz mérésre vonatkozóan).

Alkalmazása a fémfeldolgozó iparban, kohászatban, valamint a klinikai laboratóriumokban egyaránt előnyös (8. ábra).

Műszaki jellemzők:

Üzem módok	kétsugaras, egysugaras, atomabszorpciós és lángemissziós
Hullámhossztartomány Monokromátor	190...852 nm Ebert-típusú, diffrakciós rács 1800 vonal/mm osztással
Felbontás	2,2 nm/mm rés sáv szélesség 200 nm-nél
Mintavevő rendszer	vegyszereknek ellenálló anyagú ködkamrás porlasztó, speciális gázkeverővel, állítható égőfejjel
Mintavétel sebessége	3,5...4,5 ml/min, minimális térfogat kisebb mint 0,5 ml
Méréstartomány	0,000...1,999 abszorbanca, ill. kalibrált koncentrációértékek négy digitre
Összegezési idők	0,2, 1, 4 és 20 s; 10 jel/s-onkénti átlagolással
Villamos kimenetek	0...10 mV regisztráléhoz; BCD kimenet sornyomtatóhoz vagy sorozatrögzítőhöz (serializer)
Méret és súly	1020 mm × 610 mm × 430 mm; 100 kg

Sokoldalú elektronikus váltakozófeszültségmérő, U-Functionmeter típus.

(Norma, Bécs, Ausztria)

Az új, ún. *SEM mérés-technikai elv* (stochastisch-ergodische Messelektronik) felhasználásával működő készülékkel a gyakorlatban fellépő minden stacioner jel feldolgozható. Ez azt jelenti, hogy mind periodikus, mind stacioner stochasztikus jelek a jelformától függetlenül mérhetőek.

A mérési elv matematikai alapja a Monte-Carlo módszer.

A kétcsatornás készülékkel egyrészt az egy bemenőjelre vonatkoztatott lineáris jellemzők, mint: középérték, mindkét irányú csúcserték, másrészt az egy, ill. mindkét bemenetelre vonatkoztatott négyzetes jellemzők; a közepes feszültség-sorozat, közepes feszültségnégyzet, teljesítmény, kereszteljesítmény, effektívérték és kereszteljesítmény meghatározhatók.

Közvetlen alkalmazható a fenti váltakozó-áramú jellemzők mérése mellett pl. különböző bio- és jeláramok analízisére, tirisztoros vezérléseknél teljesítménymérésre, csúcs- és formátényező mérésére, transzformátorok teljesítményvesztéseinek mérésére, $\cos\varphi$ mérésére, négyzetes szórás meghatározására stb.

Kiegészítő segédberendezésekkel alkalmas pl. összetett rezgések vizsgálatára, erősen zavart jeleknél frekvenciamérésre, stroboszkópikus mérésekre, fordulatszám- és torziómérésekre, anemometriás vizsgálatokra, futási idő- és fázismérésekre stb. (9. ábra).



9. ábra. Az U-Functionmeter

Műszaki jellemzők:

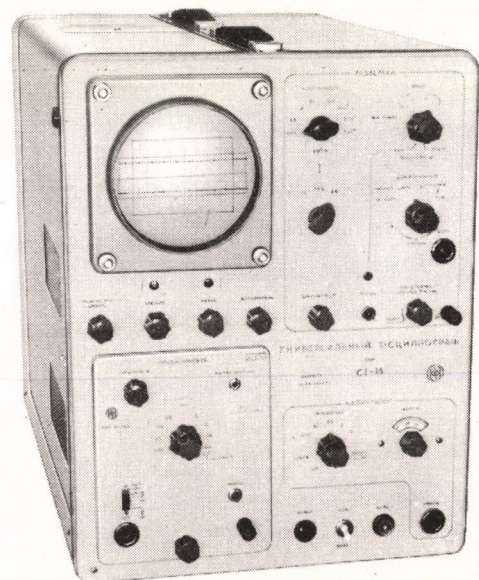
Méréshatárok	1 mV... 300 V (12 fokozatban) 10 ⁻⁶ ... 10 ⁵ V ² (144 fokozatban) -60... +50 dB feszültség szintek -120... +100 dB teljesítményszint 10 dB-es lépcsőkben
Frekvenciatartomány	10 Hz... 2 MHz
Bemeneti ellenállás	1 Mohm; 30 pF az összes tartományban
Csúcs-tényező	max. 14
Pontosság	
15 Hz... 1 MHz között:	± 1%
10 Hz... 15 Hz és	} skálavégkitérésre vonatkoztatva
1... 2 MHz között:	
Nullponteltolódás	± 0,07%/°C a skála végkitérésre és az összes üzemmódra vonatkoztatva

Kijelzés	mutató műszer és DC regisztrálókimenet
Hálózat	100... 250 V ± 10%
Méretei	45 Hz... 65 Hz 238 mm × 160 mm × 290 mm
Súly	3,2 kp

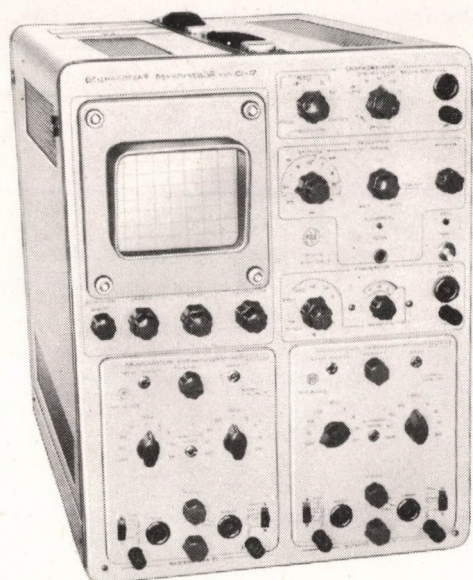
Sokcélú egy- és kétsugaras oszcilloszkópok, Sz1-15 és Sz1-17 típus.

(Forgalmazó V O Maspriborintorg, Moszkva, SzU)

A cserélhető fiókos tervezésű oszcilloszkópok, a szovjet elektronikus műszeripar új termékei, villamos áramköri impulzusok és periodikus jelenségek megfigyelésére alkalmasak 1... 4 szinkron jel esetén. A hat cserélhető fiók közül négy függőleges előerősítő, egy elektronkapcsoló, egy pedig igen szélessávú (stroboszkópikus) erősítő. Az Sz1-15 1 fiók egy nem-szimmetrikus bemenetű szélessávú előerősítőt, a Sz1-15 2, Sz1-15 4 és Sz1-15 5 fiókok különböző sáv szélességű és érzékenységgel rendelkező előerősítőket tartalmaznak, míg az Sz1-15 3 fiók olyan elektronkapcsolóegység, amely az egysugaras típusnál két szinkronjel, a kétsugaras típusnál pedig négy szinkronjel megfigyelésére ad lehetőséget. A kétsugaras Sz1-15 8 szélessávú (stroboszkópos) fiók egyidejűleg két szinkronjel vizsgálatát teszi lehetővé 3... 500 ns időtartam és 0,01... +50 V ampli-



10. ábra. Univerzális oszcilloszkóp



11. ábra. Kétsugaras oszcilloszkóp

tudó között (sávszélesség 0,001... 350 MHz). Ez az utóbbi fiók így az egyébként 0... 10 és 0... 20 MHz sávszélességet kb. 15-szörösére bővíti és 1 ns felbontással tud jeltranzieneket megjeleníteni.

A feszültségtartomány kiszélesítésére külön külső csatlakozású feszültségosztók szolgálnak. Belső vizsgálójelek közvetlenül csatlakozhatnak az Y-kitérítő lemezekre. A készülékeknek az eltéréssel szinkronban levő kimenete is van és ez külső indításra használható (10. és 11. ábra). Különleges fényképezési célra szolgáló tubus is illeszthető a képernyőkre.

Műszaki jellemzők:	Sz1—17
Sávszélességek	
Sz1—15/1 fiók	0... 10 MHz
Sz1—15/2 fiók	0... 10 MHz
Sz1—15/8 fiók	1.10 ⁻¹ ... 350 MHz
Felfutási idők	
Sz1—15/1 fiók	16... 20 ns
Sz1—15/8 fiók	1... 1,5 ns
Eltérési tényező (érzékenység)	
Sz1—15/1 fiók	50 mV/cm
Sz1—15/4 fiók	1 mV/cm
Sz1—15/5 fiók	0,05 mV/cm
Sz1—15/8 fiók	20, 50 mV/cm
Eltérítési idők	0,1... 0,5.10 ¹¹ μs/cm
Bemeneti impedancia	
Sz1—15/8 fiók	75, 500 Mohm
többi fiók	0,5; 1 Mohm
Amplitudómérés hibája	< ±10%
Hatásos ernyőméret	80 mm × 60 mm
Méreték, súly	360 mm × 640 mm × 460 mm és 47 kp

Lézer—Raman spektrofotométer, Model 700

(Beckman Instruments Inc., USA)

A műszer automatikus és kézi állítású üzemmódban használható. Az első esetben, ha a letapogatási sebességet vagy a rés szélességét állítják be, a berendezés automatikusan beállítja az időállandót. A második esetben mindent kézzel lehet beállítani, s így teljesen „ki lehet hegyezni” a berendezést. Ha alacsony a jelszint, a Peltier-hűtéssel működő ITT-FW130 sokszorozót kell használni, amelynek sötétárama a szórt fény által létrehozott, $1,2 \cdot 10^{-11}$ A nagyságú jel rendjében van. Nagyobb teljesítményű ionlézert és a kék-zöld vonalakat használva a hűtés nélkül működő EMI 9502 fotoelektronsokszorozó is megfelel. Nagyon alkalmas sugárforrás a Spectra-Physics cég Model 165 típusú, 2 W-os argon-lézere, amelynek hét vonalából bármelyiket lehet használni. A műszerben 400 mm fókusz távolságú, f:5,9 nyílászórányú, Ebert-típusú kettős monokromátor van, amely additíven működik. A belépő és kilépő réseket egy tárcsával a 488 nm-es hullámhosszon 1, 2, 4, ill. 8 cm⁻¹ értékűnek lehet választani az Ar vonalakra. Külön kaphatók rések, amelyek a 632,8 nm-es hullámhosszon rendelkeznek hasonló tulajdonsággal, ha HeNe lézert akarnak használni. A közbülső, bilaterális rést szélességében és magasságában egyaránt 0... 12 mm határok között lehet változtatni. Ezzel a minta méreteinek legmegfelelőbb nyílást lehet beállítani, és jelentéktelenre csökken a fluoreszcencia hatása. A mintatartóba szilárd, folyadék, film-alakú mintákat és KBr pasztillákat is be lehet helyezni. A minták a tér mindhárom irányában pontosan újra ugyanoda helyezhetők a mintatartóban.

Műszaki jellemzők:

Feloldóképesség	1 cm ⁻¹ 632,8 vagy 488 nm-en
Hullámszám pontossága	jobb mint ±1 cm ⁻¹ az egész tartományban
Hullámszám ismétlőképessége	0,2 cm ⁻¹ az egész letapogatási tartományban
Shórt fény	kevesebb, mint 10 ⁻⁸ , ha a rendes rácsot használják és a minta MgCO ₃ , 25 cm ⁻¹ mellett, 488 nm-es gerjesztő vonallal; ha a külön kapható Jobin-Yvon rést használják, a fenti feltételek mellett a szórt fény 10 ⁻¹¹

Letapogatási tartományok	23 500 ... 11 000 cm ⁻¹ ; + 4000 cm ⁻¹ Raman-eltolás; a 125, 250, 500, 1000 vagy 2000 cm ⁻¹ tartományok bármelyike nyomógombbal választható
Időtartam	0,10 ... 480 s határok között húsz lépésben változtatható
Letapogatási sebesség	14-féle van 0,25 cm ¹ /min és 1600 cm ¹ /min határok között, nyomógombos választással
Erősítő tartomány	10 ¹ dinamikus tartomány. A legérzékenyebb részen a teljes tartomány 20 impulzus/s
Linearitás	1000 és 30 érzékenységi beállítás között jobb mint 1 ⁰ / ₀ , 30 alatt jobb mint 3 ⁰ / ₀
Az alapegység mérete	950 mm széles, 550 mm mély, 370 mm magas
Hálózat	110/220 V, 50—60 Hz, 0,4 kVA; legalább 38 l/h víz kell hűtéshez

Fourier-spektrofotométer a távoli infravörös tartományban, beépített real-time digitális számítóval, Model FIR 30

(Polytec, Wettersbach-Karlsruhe, NSZK)

A műszer két egységből áll: a spektrofotométer interferométere, mintatartó- és érzékelő egysége egymástól el van különítve, s egymástól függetlenül lehet légmentesíteni azokat: a másik egységben van a digitális számító, a tároló oszcilloszkóp, az interferométer vezérlő egysége, az erősítő, a digitális voltmérő, az íróberendezés, a tápegység és a hűtést szolgáltató rész. Sugárforrása vízhütéses, 80 W-os nagy nyomású higanygőzlámpa. A tükör-optika hasznos átmérője 65 mm, nyílászöve kb. f:2. A sugárostók polietiléntereftalát vagy polipropilén fóliák, amelyeket távvezérléssel lehet a fényútban váltani. Az interferogramot lassan, aperiodikusan regisztrálják. Az elmozdítható Michelson-tükört 2,5 μm-es emelésekkel mozgatják, ami 5 μm-nyi útkülönbségnek felel meg: a tükört 10 cm úthosszon lehet elmozdítani. A legnagyobb elméleti felbontás egyoldalú interferogramoknál 0,05

cm⁻¹, kétoldalúaknál 0,10 cm⁻¹. A próbakamrát polietilén vagy „TPX”-ablak zárja le, a kamra közepére fókuszált nyaláb átmérője kb. 12 mm. Ugyanabban a kamrában lehet szilárd, cseppfolyós, vagy gáz halmazállapotú anyagokat mérni. Az érzékelő-házban van a rendes kivitelhez tartozó, teljesen tranzisztorizált *Golay-cell*a; megfelelő hűtéssel más érzékelőt is lehet használni. A beépített digitális számító berendezés a mérés alatt pontról pontra számítja az értékeket, a meglévő értékeket memóriájában tárolja.

Műszaki jellemzők:

Interferométer-egység	az optika valamennyi eleme tükörből áll; a nagy nyomású Hg-lámpát egyenárammal táplálják, 12,5 Hz-es chopperes modulálás van,
a négy sugárostó fólia vastagságai	3,5; 10; 25 és 75 μm
beesési szög	30° (a tükörmeghajtó rendszer eltolási sebessége választható, vagy a berendezés optimalizálja)
Elektronikus egység	
Erősítő/demodulátor erősítés	fázisérzékeny demodulátorral, 1—1000 között folyamatosan állítható
frekvenciatartomány kimenet	5 ... 1000 Hz
linearitás	±10 V/50 ohm 0,5 ⁰ / ₀ -nyi eltérés a maximális jelben
időállandók	0,2; 0,5; 1; 2; 5; 10 s
Digitális voltmérő	—9999 ... 0 ... +9999 tartományban
bemenő feszültség pontosság kimenet	—10 ... 0 ... +10 V ±1 bit a 10 ¹ bit-ben előjeles 4 jegy BCD kódban
Fourier-transzformáló digitális számító tárja	4 K szó, 16 bit
Spektrumok megjelenítése	kb. 125 mm-es tároló oszcilloszkóp ernen; kompenzációs íróberendezésen hullámszám skálával
Vákuum szivattyú	kétlépcsős, beépített, névleges vég-vákuuma 5.10 ⁻³ torr.

Dr. Lukács Gyula — Dr. Solti Mihály
Holyinka Mihály — Vécsei István

KEDVES OLVASÓNK!

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

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

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

Szerkesztőbizottság

AZ MTA MŰSZERÜGYI ÉS MÉRÉSTECHNIKAI SZOLGÁLATA

ingyenes szolgáltatásai

Szaktanácsadás műszerbeszerzés, mérési módszer ügyében

- Kérem, hogy számomra a következő műszer hazai (külföldi) beszerzésére vonatkozó tájékoztató anyagot közöljenek:
- Kérem, hogy a következő mérési feladat megoldásában szaktanácsadással segítsenek:
- Kérem, hogy a következő műszer hazai lelőhelyét közöljék (csak 10 000,— Ft-nál nagyobb értékű műszerre vonatkozhat):

Kiadványok megküldése

Kérem az alábbi kiadványokat:

- Kölcsönműszerek Jegyzéke
- MTA Műszerügyi és Méréstechnikai Szolgálata, Közlemények
- Tájékoztató anyag a kutatófilmmezési szolgáltatásról

AZ MTA MŰSZERÜGYI ÉS MÉRÉSTECHNIKAI SZOLGÁLATA

térítés ellenében igénybe vehető szolgáltatásai

Kérek tájékoztató tárgyalást

Méréstechnikai szolgáltatásokkal kapcsolatban:

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

Elektronmikroszkópiai vizsgálatokkal kapcsolatban:

- Előkészítés, felvételezés
- Vákuumgőzölés

Kutatófilm készítéssel kapcsolatban:

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

Műszerkölcsönzés

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

- Kérem a műszert számomra előjegyezni.

Műszerjavítás

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

Szervizszolgáltatás

Kérem, szíveskedjenek a Philips, Philips—Withof, Hewlett—Packard, Hottinger—Baldwin Messtechnik, Radiometer és C. Reichert cégek tudományos és ipari műszereinek szervize ügyében velünk érintkezésbe lépni (gyártmány, típus):

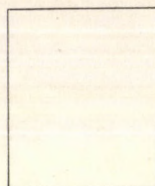
A FELADÓ

NEVE:

MUNKAHELYE:

CIME:

TEL.:



MTA
Műszerügyi és Méréstechnikai
Szolgálat

BUDAPEST V.,

Martinelli tér 3.

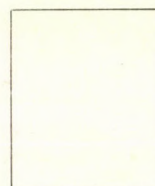
A FELADÓ

NEVE:

MUNKAHELYE:

CIME:

TEL.:



MTA
Műszerügyi és Méréstechnikai
Szolgálat

BUDAPEST V.,

Martinelli tér 3.

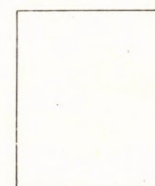
A FELADÓ

NEVE:

MUNKAHELYE:

CIME:

TEL.:



MTA
Műszerügyi és Méréstechnikai
Szolgálat

BUDAPEST V.,

Martinelli tér 3.

Legfontosabb
telefonszámaink:

Központ 188-824
Műszerkölcsonzés 181-400
Szaktanácsadás,
műszerkataszter 189-401
Mérésszolgáltató
Osztály 187-235, 389-140
Kutatófilm Osztály 116-820, 121-319

E számunk hirdetői:

EMG Elektronikus Mérőkészü-
lékek Gyára (77)
Foto-Optika I. Sz. (72)
Ganz Műszer Művek (76)
Gép- és Műszeripari Szövet-
kezet, Tolna (80)
Híradástechnika Szövetkezet
(81)
Kipp & Zonen, Delft (82)
MIGÉRT Műszer- és Iroda-
gépértékesítő V. (30)
MIKI Műszeripari Kutató Inté-
zet (78, 79)
MKKL Méréstechnikai Köz-
ponti Kutató Laboratórium
(84)
MOM Magyar Optikai Mű-
vek (borító III)
MTA KUTESZ Vállalat (bori-
tó II)
Philips, Eindhoven (83)
Radelkis Elektrokémiai Mű-
szergyártó (73, borító hát-
lap)

KÖLCSÖNMŰSZERPARK SZAPORULATA

Összeállította: **Görgényi László**

Ellenőrizte: **Wölfel Lajosné**

Fényelektromos fotométer, Spektromom 401 típus

MOM gyártmány

Méréshatár	400...700 nm
Fényforrás	wolfram lámpa
Erzékelő	szelén fényelem
Reprodukálóképesség	$\pm 0,5\%$
Nullpont stabilitás	$1^{\circ}/\text{h}$
Regisztráló kimenet	300 ohm, 5 mV

Digitális lángfotométer

National Instrument Laboratories gyártmány

Na, K, Li meghatározó- sához fotoellenállások	
Propán gázzal működik	
Digitális kijelzés	3 számjegy

Infravörös regisztráló spektrofotométer, Spektromom 2000 típus

MOM gyártmány

Méréshatár	2000...15 400 nm
Monokromátor NaCl prizma	78×62 mm
Törőszög	66°
Hullámhossz pontosság	1500 cm^{-1} -nél $\pm 5 \text{ cm}^{-1}$ 3000 cm^{-1} -nél $\pm 25 \text{ cm}^{-1}$
Felbontás 1000 cm^{-1} -nél	kisebb mint 7 cm^{-1}
Reprodukálóképesség	$\pm 1\%$
Regisztrálás	fekvő hengeren kifeszített papíron
Felvételi időtartam	5 vagy 15 min

Rotációs viszkoziméter, LVT típus

Brookfield gyártmány

Méréshatár	5...2.10 ⁶ cP
------------	--------------------------

Regisztráló pH-mérő, OP-207 típus

Radelkis gyártmány

Méréshatárok	0...14 pH, ill. -200... +1300 mV (5 és 10 pH, ill. 500 és 1000 mV átfo- gással, 6 sávban)
Pontosság	$\pm 0,05$ és $\pm 0,1$ pH, ill ± 5 és ± 10 mV
Reprodukálóképesség	$\pm 0,02$ és $\pm 0,05$ pH, ill. ± 2 és ± 5 mV
Bemenő ellenállás	nagyobb mint 10^{11} ohm
Hőfok kompenzáció	0...85 °C
Regisztrálópapír szélesség	100 mm
Írássebesség	2, 20, 100, 300, 600 mm/h

Légfékes taramérleg T-1000 típus

Bolgár gyártmány

Méréshatár	50...1000 g
Pontosság	
1/10-szeres terhelésnél	± 50 mg
teljes terhelésnél	± 200 mg

Ampervoltmérő, C 4311 típus

Sztanko gyártmány

Méréshatárok	
egyenfeszültségre	75 mV...750 V (13 sávban)
egyenáramra	300 μ A...7,5 A (14 sávban)
váltakozófeszültségre	750 mV...750 V (10 sávban)
váltakozóáramra	3 mA...7,5 A (11 sávban)
Pontossági osztály	
egyenáramra	0,5
váltakozóáramra	1

Földelésellenállásmérő, M—416 típus.

Sztanko gyártmány

Méréshatár 0,1 ... 1000 ohm

Csúszóhuzalos Thomson-híd, XTH típus.

EKM gyártmány

Méréshatár 9.10⁻¹ ... 1,1 ohm
 Pontosság 9.10⁻¹ ... 9.10⁻³ ohm között ±2%
 9.10⁻³ ohm felett ±1%
 Beépített null-galvanométer

Csúszóhuzalos Wheatstone-híd, XWH típus.

EKM gyártmány

Méréshatárok 9.10⁻² ... 1,1.10³ ohm
 Pontosság 9.10⁻² ... 9.10⁻¹ és 1,1.10¹ ... 1,1.10³ ohm között ±2%
 egyéb méréstartományban ±0,5%
 Beépített null-galvanométer

Ötsatornás gyorsregisztráló, N 327—5 típus.

Sztanko gyártmány

Méréshatár 0,02 ... 5 V/cm
 Bemelő ellenállás 10 ... 2500 kohm (mérés-határtól függően)
 Frekvenciatartomány teljes papírszélességre 0 ... 60 Hz
 fél papírszélességre 0 ... 100 Hz
 Pontosság ±2%
 Papírsebesség 1 ... 250 mm/s
 Papírszélesség 5 × 40 mm

Frekvencia regisztráló, N—345 típus.

Sztanko gyártmány

Méréstartomány 45 ... 55 Hz
 Papírsebesség 20 ... 5400 mm/h
 Papírszélesség 100 mm

Regisztráló wattmérő, Wattreg III. típus.

Metra gyártmány

Wattos és meddő teljesítmény mérése
 Méréshatárok 1 ... 2 ... 4 ... 5 kW
 (Névleges áram: 5 A;
 névleges feszültség:
 3×110; 3×220; 3×440;
 3×550 V)
 Papírsebesség 20 ... 3600 mm/h
 Papírszélesség 130 mm

Univerzális hordozható V—A-regisztráló,**VAREG II. típus.**

Metra gyártmány

Méréshatárok
 egyenfeszültségre 6 mV ... 600 V
 egyenáramra 30 μA ... 6 A
 váltakozófeszültségre 6 ... 600 V
 váltakozóáramra 6 mA ... 6 A
 Pontosság
 egyenáramra ±1,5%
 váltakozóáramra ±2,5%
 Papírsebesség 20 ... 3600 mm/h
 Papírszélesség 130 mm

Váltakozófeszültségű stabilizátor, 2896 típus.

EMG gyártmány

Kimenő teljesítmény
 szélessávú üzemben 5000 VA
 keskenysávú üzemben 10 000 VA
 Szabályozási tartomány
 szélessávú üzemben 30%
 keskenysávú üzemben 15%
 Kimenő feszültség 220 V

Hordozható cos φ mérő, LFQ a—b típus.

EKM gyártmány

Egy és három fázisú
 Méréshatárok
 kapacitív 0,4 ... 1 cos φ
 induktív 0,4 ... 1 cos φ
 Pontossági osztály 1

Lakatfogó, XL—1 típus.

EKM gyártmány

Méréshatárok
 feszültségre 0 ... 600 V (3 sávban)
 áramra 0 ... 1000 A (4 sávban)
 Pontosság
 feszültségre 2,5%
 áramra 5%

Nagyfrekvenciás teljesítménygenerátor, GM—2 típus.

INCO gyártmány

Frekvenciatartomány 20 kHz ... 30 MHz
 (6 sávban)
 Kimenő teljesítmény 5 W
 Kimenő impedancia 50 ohm
 Belső amplitúdó moduláció 400 Hz és 1 kHz
 Modulációs mélység 0 ... 50%

Alacsonyfrekvenciás dekadgenerátor, 2012 típus.

RFT gyártmány

Frekvenciatartomány	0,1...1000 Hz
Beállítható	4 dekadban
Pontosság	
10 Hz alatt	$\pm 2\%$ $\pm 0,01$ Hz
10 Hz felett	$\pm 1\%$
Kimenő feszültség	0...10 V
Pontosság	
20 Hz alatt	$\pm 5\%$
20 Hz felett	$\pm 2\%$
Torzítás	kisebb mint 1,5%

Hangfrekvenciás csővoltmérő, TR 1451 típus.

Telmes gyártmány

Frekvenciatartomány	10 Hz...300 kHz
Méréstartomány	1 mV...300 V (12 sávban)
Pontosság	
20 Hz...20 kHz között egyéb frekvencián	$\pm 1\%$ $\pm 2\%$
Bemeneti impedancia	nagyobb mint 1 Mohm
Erősítőként az erősítés mértéke	63 dB
Kimenő feszültség	nagyobb mint 1,5 V _{eff}
Kimeneti impedancia	kisebb mint 100 ohm
Torzítás	kisebb mint 1%

Váltakozófeszültségű nagyérzékenysé- gű csővoltmérő, TR 1208 típus.

Elektrotechnika Ipari Szövetkezet gyártmány

Frekvenciatartomány	20 Hz...100 kHz
Méréshatárok	100 μ V...300 V (14 sávban)
Pontosság	$\pm 2\%$
Bemenő impedancia	600 ohm és 1 Mohm
Üzem mód	csúcsfeszültség mérés; effektív érték mérés; átlagérték mérés

Hangfrekvenciás millivoltmérő, V-615 típus.

ELPO gyártmány

Frekvenciatartomány	20 Hz...3 MHz
Méréshatárok	100 μ V...300 V (12 sávban)
Pontosság	$\pm 5\%$
Bemenő impedancia	1 Mohm; 25 pF

Univerzális csővoltmérő, 1344 típus.

Radelkis gyártmány

Egyenfeszültségmérőként Méréshatárok	20 mV...1000 V (7 sávban)
Pontosság	$\pm 3\%$
Bemenő ellenállás	15 Mohm
Nagyfeszültségű mérőfejjel Méréshatárok	2 V...30 kV (6 sávban)
Pontosság	$\pm 10\%$
Bemenő ellenállás	1500 Mohm

Váltakozófeszültség-
mérőként
Frekvenciatartomány
Méréshatárok

30 Hz...5 MHz
100 mV...300 V (6 sávban)

Bemenő ellenállás
30 kHz-nél
500 kHz-nél
5 kHz-nél

1 Mohm; 20 pF
500 kohm; 20 pF
50 kohm; 20 pF

Nagyfrekvenciás mérő-
fejjel

Frekvenciatartomány
Pontosság
Bemenő impedancia

1 kHz...700 MHz
 $\pm 5\%$
1,1...900 kohm; 2 pF

Legnagyobb mérhető
feszültség

200 MHz-ig
400 MHz-ig
700 MHz-ig

100 V
50 V
30 V

Ellenállásmérőként
Méréshatárok

10 ohm...1 Gohm (7 sávban)
 $\pm 1,5\%$... $\pm 6\%$ (mérés-
határtól függően)

Pontosság

Mikrovolt-pikoamméter, BM 483 típus.

Tesla gyártmány

Feszültségmérőként
Méréshatárok

100 μ V...10 V, ill. ± 50
 μ V... ± 5 V (11 sávban)

Pontosság
100...300 μ V
300 μ V...3 mV
3 mV...10 V

$\pm 5\%$
 $\pm 3\%$
 $\pm 2\%$

Regisztráló kimenet pon-
tossága

100 μ V...300 mV
300 μ V...3 mV
3 mV...10 V

$\pm 5\%$
 $\pm 1,5\%$
 $\pm 1\%$

Bemeneti impedancia
100 μ V-os tartomány-
ban

nagyobb mint 100 Mohm

300 μ V-os tartomány-
ban

nagyobb mint 300 Mohm
nagyobb mint 1 Gohm

egyéb tartományban

Arammérőként
Méréshatárok

10 pA...10 mA, ill. ± 5
pA... ± 5 mA (11 sávban)
 $\pm 2\%$

Pontosság

Digitális multiméter, M 303 típus.

HIKI gyártmány

Egyenfeszültségmérőként
Méréshatárok

400 mV...400 V (4 sávban)

Max. érzékenység
Pontosság

100 μ V
 $\pm 0,1\%$ ± 1 digit

Bemenő ellenállás

100 Mohm, ill. 10 Mohm

Váltakozófeszültség-
mérőként

Frekvenciatartomány
Méréshatárok

20 Hz...20 kHz
400 mV...400 V (4 sávban)

Max. érzékenység
Pontosság

100 μ V
 $\pm 0,2\%$ ± 1 digit

Bemenő ellenállás

1 Mohm; 30 pF

Ellenállásmérőként	
Méréstartomány	400 ohm ... 4 Mohm (5 sávban)
Max. érzékenység	100 Mohm
Pontosság	$\pm 0,1\%$ ± 1 digit
Kijelzés	4 számjegy

Digitális egyenfeszültségmérő, 1362/2 típus.

EMG gyártmány

Méréshatárok	100 mV ... 1000 V (5 sávban)
Max. érzékenység	20 μ V
Pontosság	$\pm 0,01\%$ ± 1 digit
Bemenő ellenállás	
1 V-ig	nagyobb mint 500 Mohm
1 V felett	10 Mohm
Kijelzés	4+1 számjegy

Integráló digitális multiméter, TE 360 típus.

Tekelec Airtronic gyártmány

Egyenfeszültségmérőként	
Méréshatárok	200 mV ... 1000 V (5 sávban)
Max. érzékenység	100 μ V
Pontosság	$\pm 0,1\%$ ± 1 digit
Bemenő impedancia	
2 V-ig	nagyobb mint 100 Mohm
2 V felett	10 Mohm
Váltakozófeszültségmérőként	
Frekvenciatartomány	50 Hz ... 100 kHz
Méréshatárok	200 mV ... 750 V (5 sávban)
Max. érzékenység	100 μ V
Pontosság	
10 kHz-ig	$\pm 0,5\%$ ± 1 digit
10 kHz felett	$\pm 5\%$
Bemenő impedancia	10 Mohm; 90 pF
Egyenárammérőként	
Méréshatárok	200 μ A ... 2 A (5 sávban)
Max. érzékenység	100 nA
Pontosság	
200 mA-ig	$\pm 0,2\%$ ± 1 digit
200 mA felett	$\pm 0,3\%$ ± 1 digit
Váltakozóárammérőként	
Frekvenciatartomány	50 Hz ... 10 kHz (5 sávban)
Méréshatárok	200 μ A ... 2 A
Max. érzékenység	100 nA
Pontosság	
200 mA-ig	$\pm 0,2\%$ ± 1 digit
200 mA felett	$\pm 0,3\%$ ± 1 digit
Ellenállásmérőként	
Méréshatárok	200 ohm ... 2 Mohm (5 sávban)
Max. érzékenység	0,1 ohm
Pontosság	$\pm 0,2\%$ ± 1 digit
Kijelzés	3+1 számjegy

Digitális multiméter, 8300 típus.

Calico gyártmány

Egyenfeszültségmérőként	
Méréshatárok	100 mV ... 1000 V (5 sávban)
Max. érzékenység	10 μ V
Pontosság	$\pm 0,01\%$ ± 1 digit
Bemenő ellenállás	nagyobb mint 10 Mohm

Egyenárammérőként	
Méréshatárok	100 μ A ... 1 A (5 sávban)
Max. érzékenység	10 pA
Pontosság	$\pm 0,03\%$ ± 2 digit
Váltakozófeszültségmérőként	
Frekvenciatartomány	30 Hz ... 10 kHz
Méréshatárok	100 mV ... 1000 V (5 sávban)
Max. érzékenység	10 μ V
Pontosság	$\pm 0,45\%$ ± 5 digit
Váltakozóárammérőként	
Frekvenciatartomány	30 Hz ... 10 kHz
Méréshatárok	100 μ A ... 1 A (5 sávban)
Max. érzékenység	10 pA
Pontosság	$\pm 0,7\%$ ± 5 digit
Ellenállásmérőként	
Méréshatárok	100 ohm ... 1 Mohm (5 sávban)
Max. érzékenység	10 mohm
Pontosság	$\pm 0,02\%$ ± 2 digit
Frekvenciamérőként	
Méréshatárok	100 Hz ... 1 MHz
Max. érzékenység	0,01 Hz
Pontosság	$\pm 0,01\%$ ± 1 digit

Tranzisztoros oszcilloszkóp, ST-315 A típus.

Metronex gyártmány

Képernyő mérete	45 \times 60 mm
Függőleges erősítő	
Frekvenciatartomány	DC ... 15 MHz
Érzékenység	50 mV/cm ... 20 V/cm
Bemenő impedancia	1 Mohm; 30 pF
Felfutási idő	23 ns
Vízszintes erősítő	
Frekvenciatartomány	DC ... 3 MHz
Érzékenység	0,3 ... 1,5 V/cm
Bemenő impedancia	1 Mohm; 45 pF
Időalap generátor	0,5 μ s/cm ... 0,5 s/cm

Tranzisztoros kétsugaras oszcilloszkóp, D 52 típus.

Telequipment gyártmány

Képernyő mérete	60 \times 100 mm
Függőleges és vízszintes erősítő	
Frekvenciatartomány	DC ... 6 MHz
Érzékenység 1 MHz-ig	10 mV/cm ... 50 V/cm
1 MHz felett	100 mV/cm ... 50 V/cm
Bemenő impedancia	160 kohm; 30 pF
Időalap generátor	1 μ s/cm ... 0,5 s/cm

Tranzisztoros kétsugaras oszcilloszkóp, D 51 típus.

Telequipment gyártmány

Képernyő mérete	60 \times 100 mm
Függőleges erősítő	
Frekvenciatartomány	
Y ₁ sugár	DC ... 6 MHz
Y ₂ sugár	DC ... 3 MHz
Érzékenység	
Y ₁ sugár 2 MHz-ig	10 mV/cm ... 50 V/cm
Y ₂ sugár 2 MHz felett és Y ₁ sugár	100 mV/cm ... 50 V/cm
Bemenő impedancia	1 Mohm; 47 pF

Vízszintes erősítő	
Frekvenciatartomány	DC...0,5 MHz
Érzékenység	0,1 V/cm
Bemenő impedancia	1 Mohm; 100 pF
Időalap generátor	1 μ s/cm...0,1 s/cm

Nagyfrekvenciás oszcilloszkóp, OS—150 típus.

Metronex gyártmány

Egysugaras erősítő	
Frekvenciatartomány	DC...60 MHz
Érzékenység	10 mV/cm...100 V/cm
Bemenő impedancia	1 Mohm; 18 pF
Felfutási idő	kisebb mint 6 ns
Kétsugaras erősítő	
Frekvenciatartomány	DC...50 MHz
Érzékenység	10 mV/cm...10 V/cm
Bemenő impedancia	1 Mohm; 18 pF
Felfutási idő	kisebb mint 6 ns
Négy sugaras erősítő	
Frekvenciatartomány	DC...50 MHz
Érzékenység	10 mV/cm...5 V/cm
Bemenő impedancia	1 Mohm; 30 pF
Felfutási idő	1 ns
Nagyérzékenységű differenciálerősítő	
Frekvenciatartomány	0,1 Hz...400 kHz
Érzékenység	10 μ V/cm...20 mV/cm
Bemenő impedancia	10 Mohm; 50 pF
Időalap generátor	0,1 μ s/cm...5 s/cm
Képernyő átmérője	130 mm

Teraohmmérő, TR 2204 típus.

Elkisz KTSZ gyártmány

Méréshatárok	$10^7 \dots 10^{11}$ ohm
Pontosság 10^{11} ohm-ig	$\pm 5\%$
10^{11} ohm felett	$\pm 10\%$
Mérőfeszültség	1; 10; 100 és 1000 V

Digitális frekvencia- és időmérő, 3515 a típus.

RFT gyártmány

A bemenet	
Méréshatárok	10 Hz...15 MHz
Bemenő feszültség	50 mV...40 V
Bemenő ellenállás	10 kohm; 70 pF
B és C bemenet	
Méréshatárok	1 Hz...1 MHz
Bemenő feszültség	0,5...40 V
Bemenő ellenállás	3,5 kohm; 100 pF
Időmérés mérésstartománya	$10^{-6} \dots 10^4$ s
Kristályfrekvencia	1 MHz
Kijelzés	7 számjegy
Kimenő jel	BCD kód szerint

Digitális frekvencia- és időmérő, TR 5255 típus.

Hiradástechika Szöv. gyártmány

Frekvenciamérés	
Méréshatárok	2 Hz...25 MHz
Bemenő feszültség	50 mV...100 V
Bemenő impedancia	1 Mohm; 30 pF

Periódusidő mérés	
Méréshatárok	50 μ s...0,5 s
Bemenő feszültség	50 mV...100 V
Bemenő impedancia	1 Mohm; 30 pF
Számlálás	
Bemenő impulzus időtartama	50 ns...0,25 s
Ismétlődési idő	nagyobb mint 100 ns
Kristályfrekvencia	1 MHz
Kijelzés	7 számjegy
Kimenő jel	BCD kód szerint

Digitális frekvenciamérő, Cs 3—30 típus.

Sztanko gyártmány

Frekvenciamérés		
Frekvenciatartomány	Jelalak	Bemenő feszültség
10 Hz...20 MHz	szinusz	0,1...100 V _{eff}
10 Hz...20 MHz	impulzus	0,3...100 V
	(szélesség több mint 25 ns)	
10...80 MHz	szinusz	0,1...3 V _{eff}
10...80 MHz	impulzus	0,3...3 V
	(szélesség több mint 5 ns)	
80...540 MHz	szinusz	0,5...1 V _{eff}
Periódusidő mérés		
Mérésstartomány	Jelalak	Bemenő feszültség
$10^{-6} \dots 10^{-1}$ s	szinusz	0,5...100 V _{eff}
$10^{-6} \dots 10^{-2}$ s	impulzus	0,5...100 V
	(szélesség több mint 5 μ s)	
Bemenő ellenállás		
frekvenciamérésnél		50 kohm; 50 pF
periódusidő mérésnél		50 kohm; 80 pF
Kijelzés		8 számjegy
Regisztráló kimenet		BCD kód szerint

Digitális frekvenciamérő, típus. Cs 3—22

Sztanko gyártmány

Méréshatárok	10 Hz...12 MHz
Bemenő feszültség	0,1...100 V
Bemenő ellenállás	50 kohm; 50 pF
Periódusidő mérésstartománya	10 μ s...100 s
Kristályfrekvencia	1 MHz
Kijelzés	7 számjegy

Tranzisztoros stabilizált tápegység,

TR 9252 típus.

FOK—GYEM gyártmány

Feszültségstartomány	0...15 V
Terhelhetőség	5 A
Belső ellenállás	40 mohm
Kimenő feszültség változása $\pm 10\%$ hálózati feszültség ingadozásánál	$\pm 0,05\%$ ± 1 mV
Zajfeszültség	kisebb mint 1 mV _{eff}



X—Y író, 26050 típus.*Bryans gyártmány*

Méréshatárok	50 μ V/cm ... 10 V/cm
Pontosság	$\pm 1\%$
Linearitás	$\pm 0,1\%$
Írássebesség X irányban	88 cm/s
Y irányban	125 cm/s
Bemenő ellenállás	1 Mohm
Írásfelület	380 \times 280 mm

Kompenzográf, OH—814/1 típus.*Radelkis gyártmány*

Méréshatárok	2 mV ... 10 V (12 sávban)
árammérő adapterrel	200 μ A ... 200 mA
Bemenő ellenállás	1 Mohm
Pontosság	$\pm 1\%$
Futási idő	1 s
Papírszélesség	250 mm
Papírsebesség	20 ... 3600 mm/h

Stroboszkóp, SB—05 típus.*Metronex gyártmány*

Méréshatárok	400 ... 12 000 ford/min
Pontosság	$\pm 2\%$
Felvillanás időtartama	10 μ s
Külső trigger	10 ... 200 Hz; 5 ... 20 V

Bakteriológiai termosztát, „Bruwa 4” típus.*Skorczewski gyártmány*

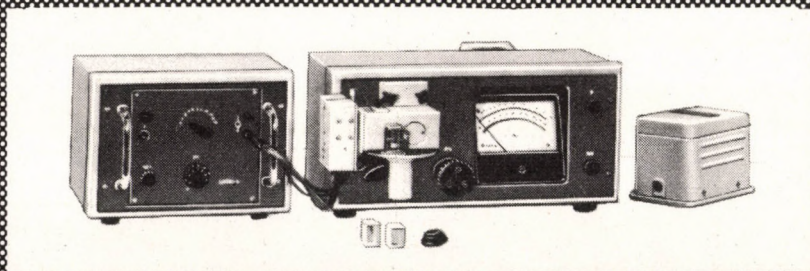
Belméret	300 \times 400 \times 300 mm
Beállítható max. hőmérséklet	100 °C

FOTO OPTIKA ¹sz**IPARI SZÖVETKEZET****MŰSZERJAVÍTÁSOK A FOTO-OPTIKA IPARI SZÖVETKEZET MŰSZERJAVÍTÓ RÉSZLEGEIBEN**

- Mikroszkópok
- Fotométerek
- Spektrálfotométerek
- Geodéziai műszerek
- Finommérő műszerek
- Ultrahangos anyagvizsgálók
- Olympus gyártmányú gasztroendoszkópos műszerek
- Hangos vetítők

Telephelyek:

XII., Normafa utca 1.	Telefon: 166—685
VIII., Üllői út 68.	134—273
V., Váci utca 84.	180—676

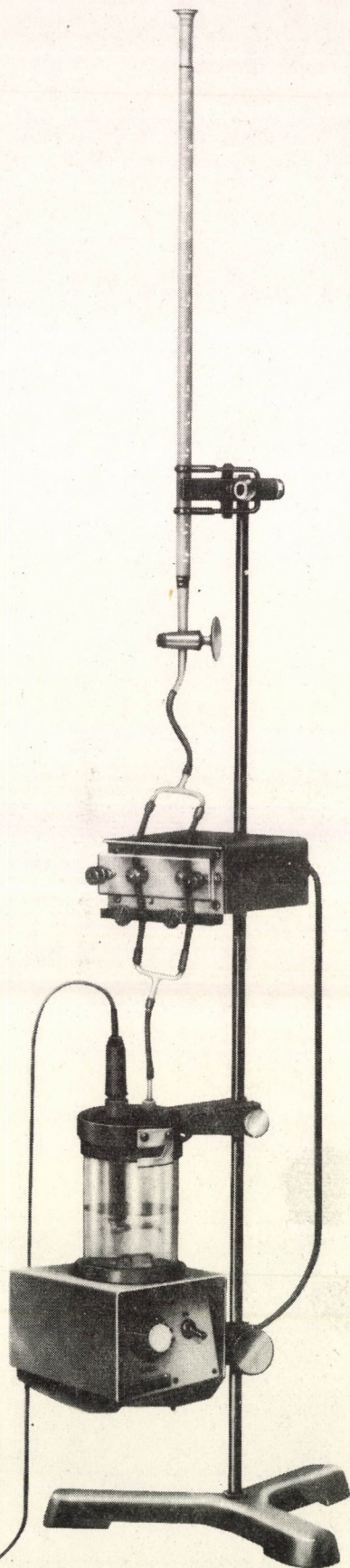
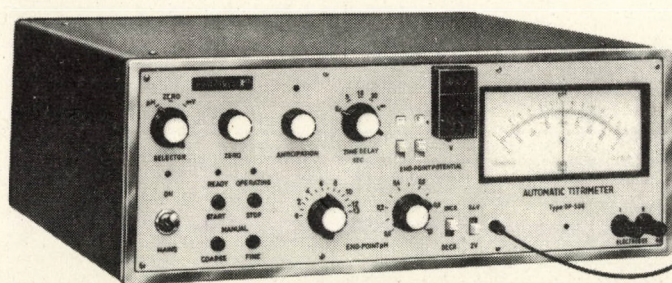
A MŰSZEREK SZAKSZERŰ JAVÍTÁSÁT A GYÁRTÓMŰVEKNÉL KIKÉPZETT SPECIALISTÁK VÉGGIK



OP-506

AUTOMATIKUS TITRÁLÓKÉSZÜLÉK

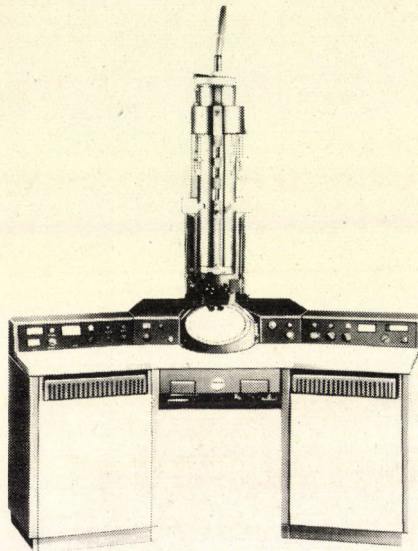
Potenciometriás titrálások önműködő kivitelére. A titráló oldat adagolását az ekvivalenciapontban automatikusan leállítja. Beépített elő-érzékelő és kiegészítő áramkörökkel. — Méréshatárok: +2...-2 V, 0...14 pH. Kapcsolás reprodukálhatósága: $\pm 0,05$ pH.



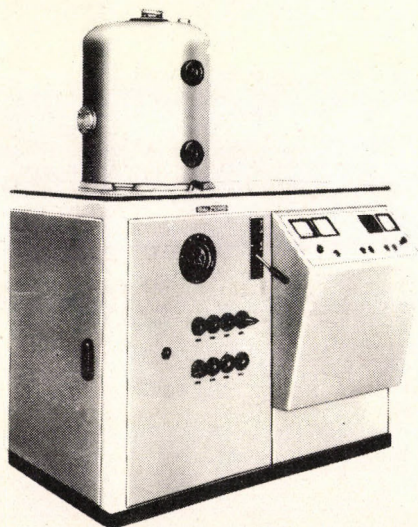
mta

műszerügyi és mérés-technikai
szolgálat

MÉRÉSSZOLGÁLTATÓ OSZTÁLY



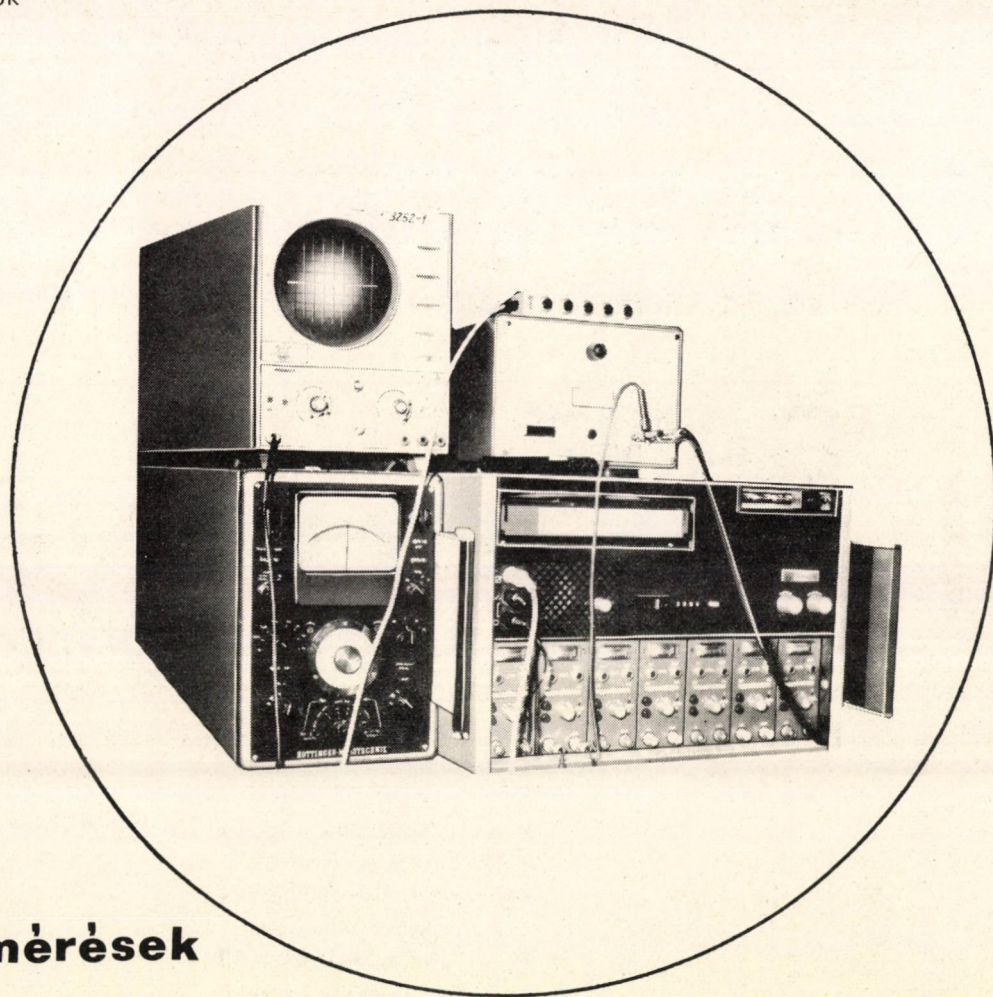
Elektronmikroszkópia



- Vákuumtechnikai előkészítés mélyhűtős mikrotommal és egyéb preparációs munkák
- Felvételezés

Nemvillamos mennyiségek mérése villamos úton

- Zaj- és rezgésmérés
- Mechanikai igénybevétel mérése
- Hőtechnikai vizsgálatok



Villamos mérések

Műszerszerviz és szaktanácsadás

Philips • Philips-Withof • Hewlett-Packard • Hottinger-Baldwin Messtechnik •
Radiometer • C.Reichert cégek tudományos és ipari műszereivel kapcsolatban

Budapest V., Városház u.1 • Telefon: 187-235 • 389-140



**Villamos mérés, szabályozás, ellenőrzés
feladatainak megoldásához használja a**

GANZ **MŰSZER MŰVEK** gyártmányait

- Kapcsolótáblába és készülékbe építhető mérőműszerek
- Hordozható műszerek
- Laboratóriumi műszerek
- Hőtechnikai műszerek
- Szabályozók és regisztrálók
- Közúti járműműszerek
- Szerviz műszerek
- Árammérők
- Kapcsolóórák
- Árammérő hitelesítő berendezések



Felvilágosítással szolgál:

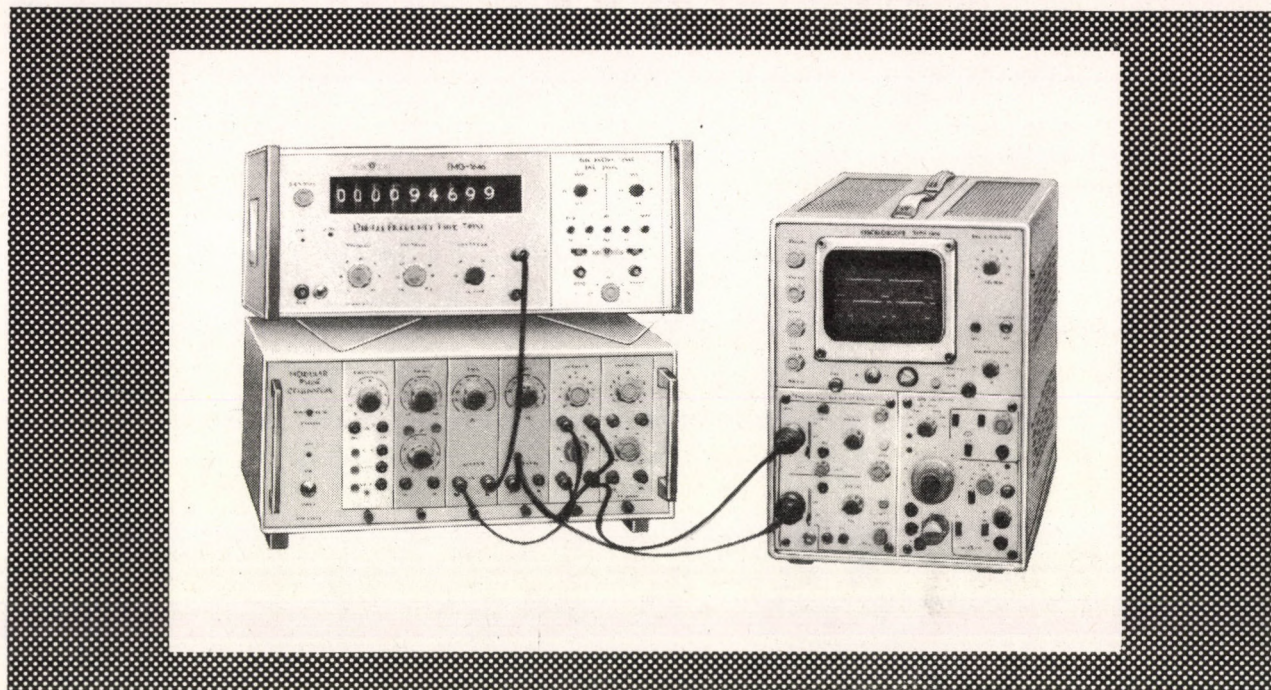
Vevőszolgálati Osztály

Budapest XIX., Vöröshadsereg útja 64. Tel.: 471-158

ORION E M G



ELEKTRONIKUS MÉRŐKÉSZÜLÉKEK GYÁRA



Gyárt:

elektronikus mérőkészülékeket
alacsonyfrekvenciás generátorokat
szignálgenerátorokat
impulzusgenerátorokat
digitális feszültségmérőket
oszilloszkópokat
digitális frekvencia- és időmérőket
váltakozóáramú stabilizátorokat

elektronikus orvosi vizsgáló készülékeket
elektrokardiográfot
polifiziográfokat
elektroencefalográfokat
sokcsatornás analízátorokat
logikai áramköri sorozatokat
digitális asztali számológépeket
digitális számítógépeket

Telex:
22-45-35

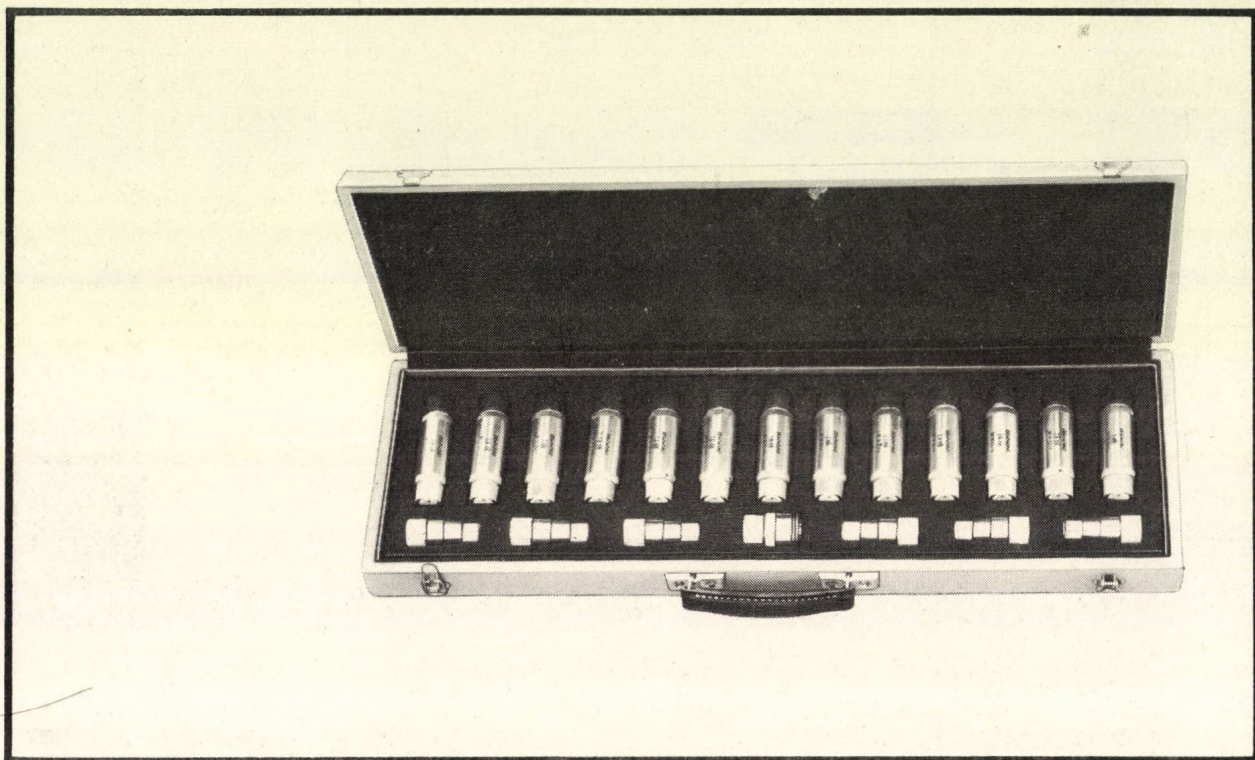
EMG

Elektronikus Mérőkészülékek Gyára

BUDAPEST, XVI., CZIRÁKY U. 26-32 • Telefon: 837-950



KOAXIÁLIS ILLESZTŐ ELEMELK



A műszaki gyakorlatban az évek során a különböző célkitűzéseknek megfelelően, eltérő hullámellenállású koaxiális rendszereket alakítottak ki. A világon a legelterjedtebb az 50, ill. 75 ohmos hullámellenállású rendszer, de ismeretesek még 60, 70, 51,5 és 150 ohmos rendszerek is. Európában főleg az 50, 60 és a 75 ohmos rendszer terjedt el. Hazánkban elsősorban az 50, kisebb mértékben a 75 ohmos, valamint a német eredetű műszerek miatt a 60 ohmos hullámellenállású koaxiális rendszerek a használatosak. Az utóbbi években a videotechnikai követelmények, valamint az egyre bővülő magyar-szovjet kooperációs fejlesztési, ill. termelési feladatok következtében a 75 ohmos rendszerek is terjednek.

Nehezíti a helyzetet, hogy a koaxiális rendszerek csatlakozóinak olyan széles választéka használatos, hogy egy-egy bonyolultabb mérés megvalósításához gyakran többféle impedancia-transzformátor, ill. átmenet szükséges.

A Műszeripari Kutató Intézetben kifejlesztett impedancia-transzformátorok, átmenetek és lezárók éppen azt teszik lehetővé, hogy a különféle hullámellenállású, ill. csatlakozású műszerek együttesen legyenek felhasználhatók.

A) Impedancia-transzformátorok

Bemeneti csatlakozó	Z_{obe}	Kimeneti csatlakozó	Z_{oki}
N^-	50	H^+ 1	75
N^-	50	BNC^+	75
N^-	50	BNC^-	75
N^+	50	BNC^-	75
Dezifix „B”	50	BNC^-	75
Dezifix „B”	50	D 1	75
Siemens ⁻	60	H 1	75
Siemens ⁺	60	H 1	75

Frekvenciatartomány: 1 GHz-ig
Állóhullámárány: 1,1-nél kisebb

B) Átmenetek

Dezifix-H 1	H 1-H 1	D 31-BNC ⁻
Dezifix-D 1	D 1-D 1	D 3-H 2
Dezifix-Siemens ⁺	D 1-H 31	D 6-H 9
Dezifix-Siemens ⁻	H 1-H 31	H 1-H 11

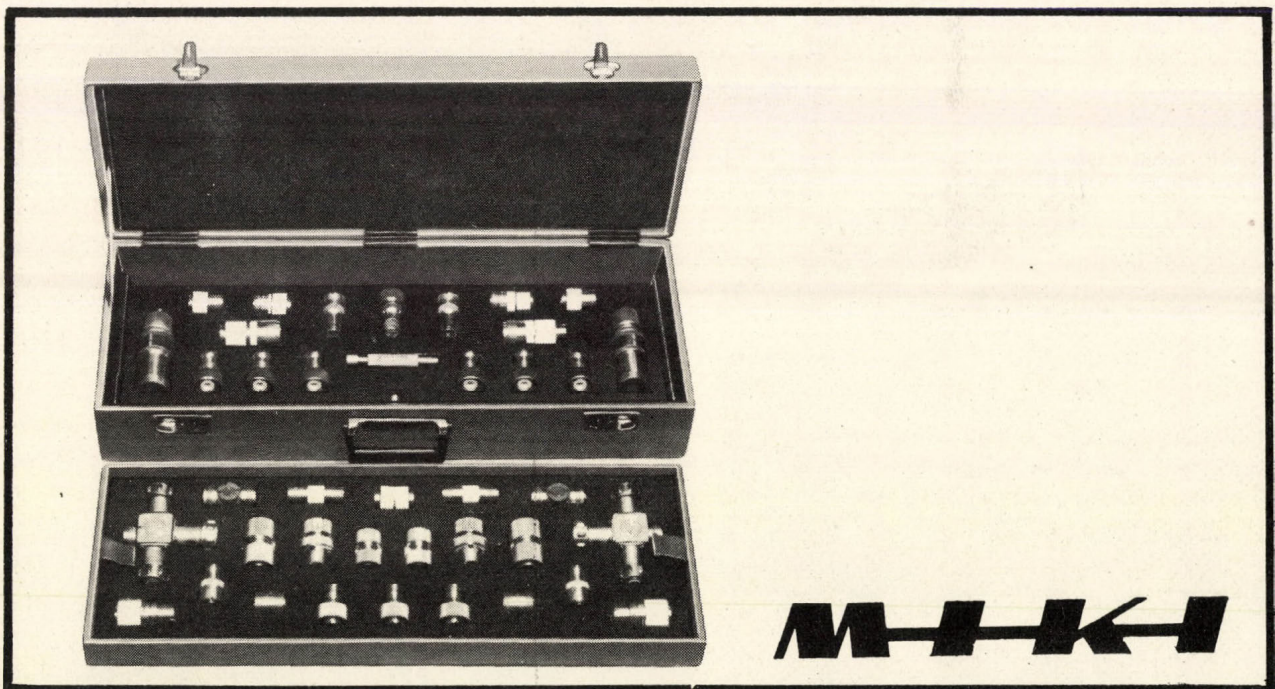
D 1-H 1	D 1-D 31	H 1-D 12
D 1-H 2	H 1-D 31	H 1-D 13
H 1-D 2	D 31-BNC ⁺	H 1-H 12
D 1-D 1		H 12-H 12 stb.

Frekvenciatartomány: 1-4 GHz-ig
Állóhullámárány: 1,05-nél kisebb

C) Lezárók

N^+	50 ohm	f: 2 GHz-ig	r = 1,05
D 1	75 ohm	f: 1 GHz-ig	r = 1,1
D 2	75 ohm	f: 50 MHz-ig	r = 1,1
D 31	75 ohm	f: 1 GHz-ig	r = 1,1 stb.

A specifikációk eddigi megrendelőink kívánságainak felelnek meg. Újabb megrendelés esetén a kívánt és műszakilag megvalósítható specifikációt a felhasználóval közösen alakítjuk ki.



MŰSZERIPARI KUTATÓ INTÉZET

Budapest 5., Postafiók 183 · Távirati cím: MIKI BUDAPEST · Tel.: 205-860 és 169-083

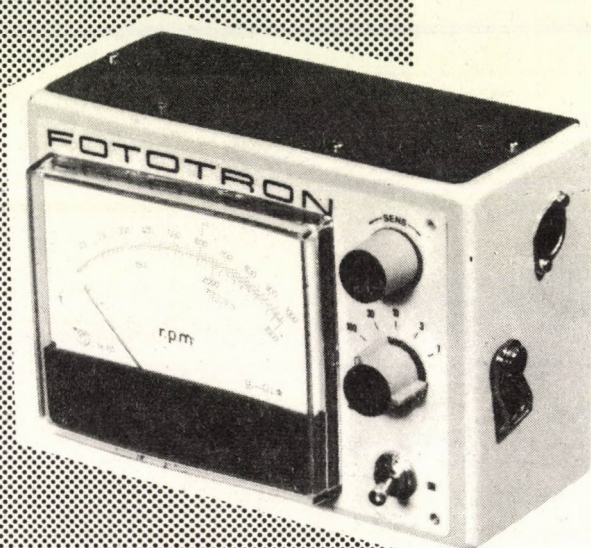
Gép-és Műszeripari Szövetkezet

Mindennemű forgógép fordulatszámának mérésére és ellenőrzésére ajánljuk új termékünket, a

FOTOTRON Ft-1 tip.

univerzális elektronikus fordulatszám mérő műszert.

Jellemzői: kis méretek, széles üzemi hőmérséklettartomány, hordozható kivitel. A műszer kiküszöböli a mechanikus műszerek beterhelését és a sztroboszkopikus műszerek szubjektív tényezőit is.



Gyártja és forgalomba hozza:

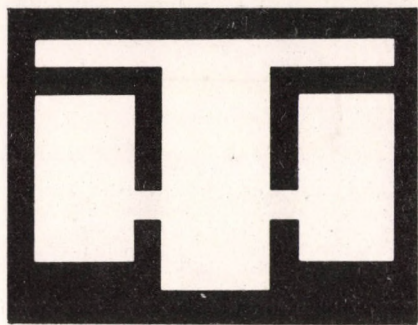
Gép- és Műszeripari Szövetkezet

Tolna, Ságvári Endre u. 1.

Telefon: Tolna 141. Telex: 22-5988.

Műszaki adatok:

Méréshatárok:	0-1000; 0-3000; 0-10 000; 0-30 000; 0-100 000 ford/min
Áramforrás:	3 db 4,5 V-os laposelem
Izzólámpa:	2,5 V-os lencsefejtű
Kontrasztosság:	min. 50%
Min. jelszélesség:	5 mm
Min. jeltávolság:	5 mm
Méret:	108 x 130 x 220 mm
Pontosság:	végkitérés esetén 3%
Kivitel:	vállra akasztható, hordozható.



HIRADÁSTECHNIKA SZÖVETKEZET

ÚJ IPARI TELEVÍZIÓ EGYSÉGEK

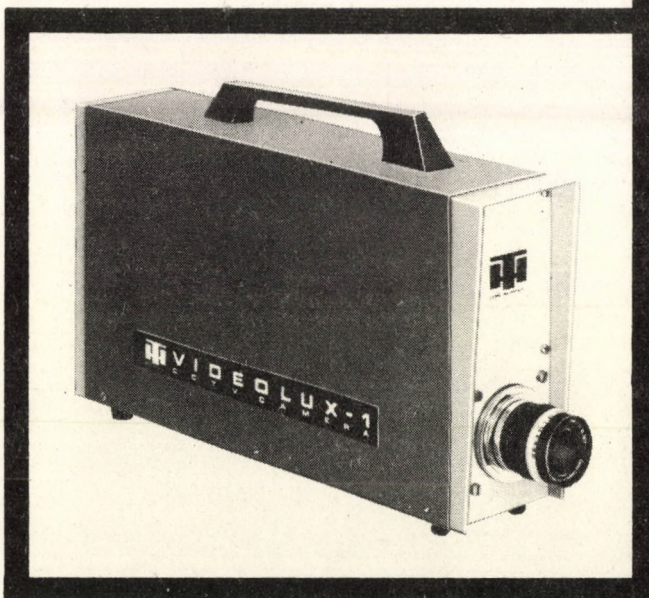
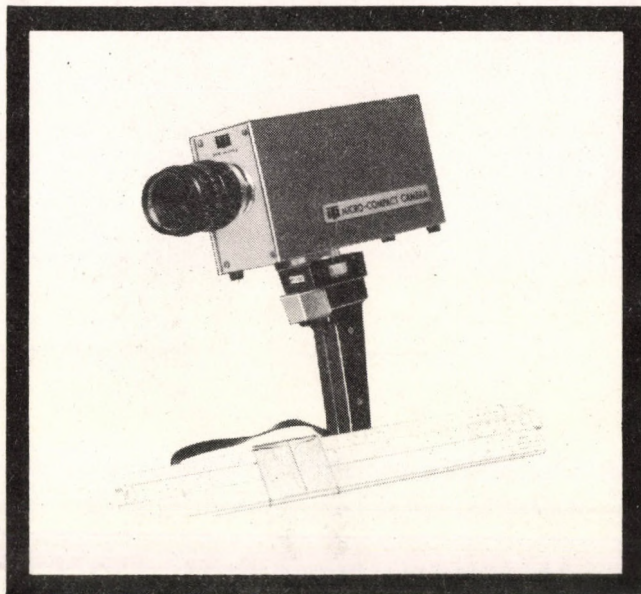
A HIRADÁSTECHNIKA SZÖVETKEZET az idei Budapesti Nemzetközi Vásáron mutatta be ipari televízió berendezésének néhány új egységét.

Ezek között elsősorban két új kamera típusra, a Micro Compact Kamerára, valamint a Videolux Kamera család eddigi kidolgozott változataira hívjuk fel a figyelmet.

A **Micro Compact Kamera** (ITV 11–12) új konstrukciós elvek szerint készült kisméretű (57 x 98 x 190 mm), telepés üzemű, kis súlyú kamera, amely nagyrészt integrált áramköri megoldásokat tartalmaz; minősége alapján riporter stúdió célokra alkalmas.

Beépített fényautomata áramköre szélsőséges megvilágítási viszonyok mellett is önműködően biztosítja az optimális jó képet.

A Kamera „R” változata video koaxiális kábelen keresztül távolról ki-be kapcsolható, kiegészítő áramkör beépítésével készül.



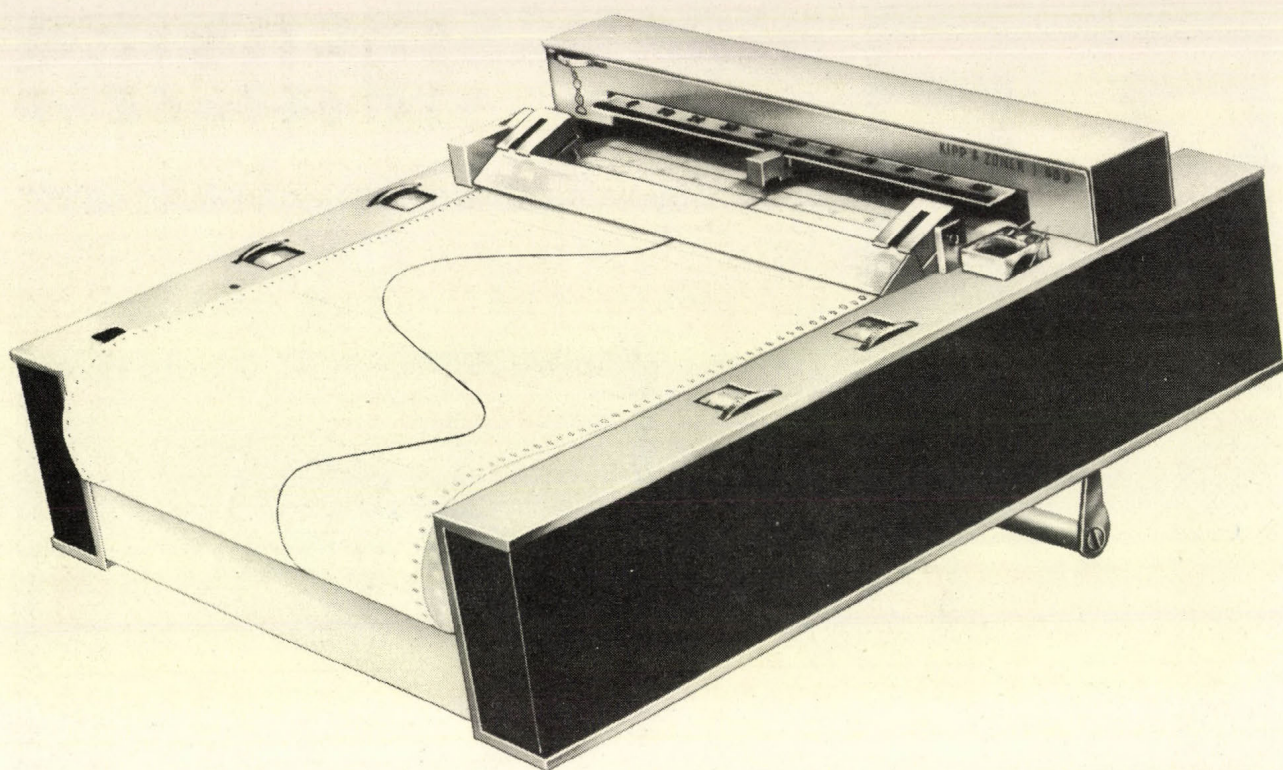
A **Videolux Kamera** család tagjai szintén teljesen kompakt felépítésűek, távvezérlési lehetőséggel rendelkeznek, fix és zoom objektívek cserélhetők.

A Videolux–1 Kamera részben, a Videolux–2 Kamera teljesen integrált áramkörökkel épül fel. Ez utóbbi az új kisméretű pultról távvezérelhető; minden fényerőnél automatikusan biztosítja az optimális jel-lemez feszültséget és képminőséget.

A Videolux–2 Kamera lapos lemezburkolatú kivitelben készül. Ez lehetővé teszi kereső monitor rákapcsolását is.

Gyártja a **HIRADÁSTECHNIKA SZÖVETKEZET**
Budapest VII., Csengery u. 28.
Tel.: 225–216

Belföldön forgalomba hozza a **MIGÉRT**
Külföldre exportálja az **ELEKTROIMPEX**



Új KIPP & ZONEN laboratóriumi kompenzográf

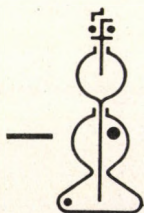
Az új BD 8 típus többméréstartományú, vízszintes elhelyezésű, hordozható feszültségregisztráló kiválóan alkalmas kémiai, orvosi–biológiai, kísérleti fizikai kutatólaboratóriumok céljaira.

A kompenzográf teljes skálahosszon eltolható nulla-állítással, 10 különböző papirsebességgel (0,5–500 mm/min), integráléhoz csatolható csúszós potenciométeres átalakítóval is rendelkezik.

-
- Igen nagy bemeneti impedancia (500, ill. 1 Mohm)
 - Feszültségtartományok 0,5 mV és 100 V között 17 fokozatban
 - Zener-diódás referencia, FET tranzisztoros és integrált áramkörös konstrukció, nagy stabilitás
 - Gyors (0,6 s) válasz, nagy pontosság (jobb mint 0,5%, teljes skálakitérésre)
-

Kérje részletes tájékoztató prospektusunkat és árajánlatunkat!

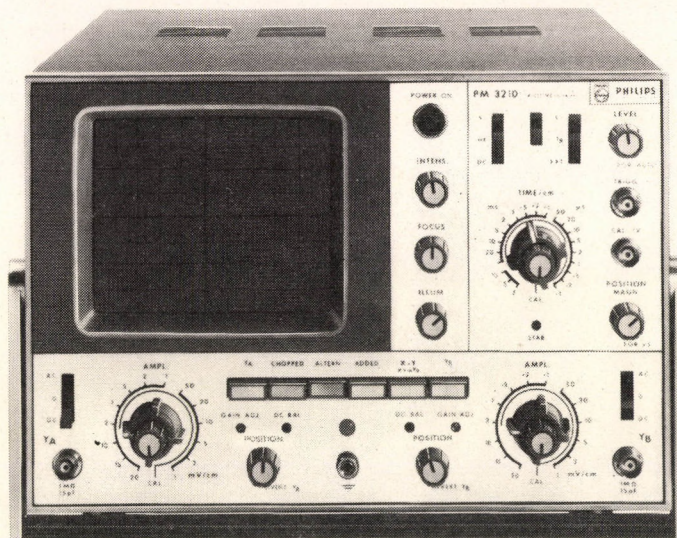
Cimünk:



KIPP & ZONEN

Delft – Hollandia. Postafiók: 507

PHILIPS



A PM 3210 típusú sokoldalú 25 MHz-es oszcilloszkóp

ideálisan alkalmazható X-t, X-Y, és nagyfrekvenciás impulzusüzemű vizsgálatokhoz!

A Philips PM 3210 tip. kétsugaras oszcilloszkóp általános célú készülék, az impulzusüzem érdekében fel-tűnően kis – 14 pF-os – bemeneti kapacitással.

Mivel az X-Y típusú mérések ma általános követel-ménynek számítanak, mindkét csatornán külön időelté-ritési vonal van.

Érzékenység 1 mV, DC elcsúszás elhanyagolható.

X-Y kijelzések 5 MHz-ig végrehajthatók kisebb mint 2^0 fázishibával.

Közösjelű zajelnyomás 0–1 MHz között 100.

Néhány műszaki jellemző:

Két azonos A és B erősítő csatornával dolgozik, polaritásváltással.

Sávzsélesség: DC 0...25 MHz (-3 dB)

AC 2 Hz...25 MHz (-3 dB)

Felfutási idő: 15 ns

Eltérítési fokozatok: 1 mV/cm...20 V/cm, 14 kalibrált tarto-mányban.

Mérési pontosság: $\pm 3\%$

Bemeneti impedancia: 1 MOhm; 15 pF

Kijelzési (indikálási) üzemmódok: csak A csatorna; A és B együtt, A és B váltakozva, A+B összege, A+B, A-B, B-A, -A-B.

Részletesebb tájékoztatásért forduljon a következő címre:



N.V. Philips Gloeilampenfabrieken
PIT Export Department
Eindhoven, The Netherlands

Számítógépes automatizálást tervez?

Korszerű mérőérzékelők teszik csak lehetővé a megvalósítást!

Forduljon az MKKL-hez!

1 **AquAnal**

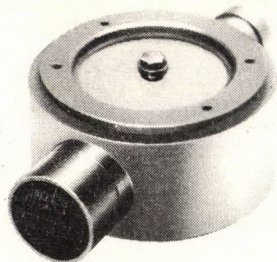
**Szakaszos üzemmódú
automatikus analízátor család,
vizben oldott nyomszennyeződések mérésére**

- 13 féle szennyezőanyaghoz megfelelő típus
- max. 5% pontatlanság; max. $\pm 2\%$ reprodukálhatósági hiba
- kimeneti jel: 0...5 mA; 0...20 μ A
- ciklusonkénti nullpontkorrekció
- határértékkapcsoló

System: Bran und Lütbe (Hamburg)

3 **TENSIPOND**

elektronikus mérlegrendszer

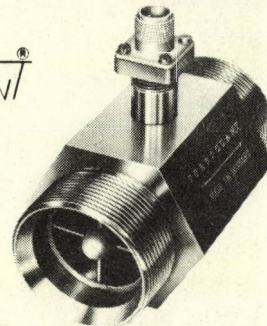


legújabb, korszerű tagjai:

- Tensicell-SP és HSP nyúlásmérőbéllyeges erőmérő cellák, 1...160 000 kp ($\pm 0,1$ ill. $\pm 0,25\%$) méréstartományban
- TENSQUANT közvetlen digitális kompenzátor
- Szuperprecíziós Erőmérő Normál, az 1972. évi Lipcsei Tavaszi Vásáron aranyérmet nyert

System: MKKL - METRIPOND

2 **TURBOQUANT**



**Turbinás áramlásmérő rendszer, csővezetékben
áramló folyadékok és gázok mennyiségmérésére**

- méréstartomány: 0,3...1900 m³/h
- kijelzés, összegzés, adagolás
- gyújtószikramentes és higiénikus kivitel
- BNV-dij 1972

System: Electronic Flo-Meters (Anglia)

4 **TEVÉKENYSÉGI KÖR:**

- korszerű, precíziós mérőérzékelők, távadók és jelfeldolgozó elektronikák kidolgozása
- kisorsozatú gyártás
- alkalmazástechnikai problémák megoldása
- karbantartás, vevőszolgálat
- garanciális javítás, műszaki tanácsadás

MKKL

MÉRÉSTECHNIKAI KÖZPONTI KUTATÓ LABORÁTORIUM
Bp. 5. Pf. 205



MOMCOLOR

Új ipari-laboratóriumi színmérő

- állítható mérőfej
- használata egyszerű
- rendkívül stabil
- érzékenyebb mint a szem

A mérendő minta átmérője 2...6, 5...15,
15...45 mm között változtatható

Alkalmazás: festék-, textil-, kozmetikai-,
gyógyszer-, élelmiszer-, papir-
stb. ipar területén porok, fo-
lyadékok, felületek mérésére



MAGYAR OPTIKAI MŰVEK
Budapest 114 – Postafiók 52

precíziós

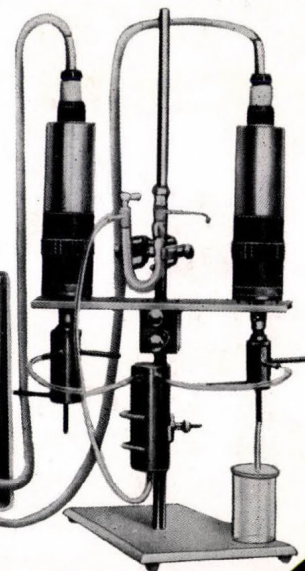
DI-
ELEKTRO-
MÉTER

radelkis

Rezonancia-elv alapján működő, nagy-pontosságú készülék, amely elsősorban tudományos mérésekhez használható, pl. kémiai szerkezetkutatásban vagy precíziós analíziseknél. Mérőcellái gyárilag hitelesítve (etalonfolyadékra nincs szükség.) – Méréshatárok: dielektromos tényező 1–10 és 1–100; max. mérési hiba $\pm 0,2\%$. Mérőfrekvencia: 2,4–4,0 MHz.



OH-302



VEVŐSZOLGÁLAT • 688-452