

F 3593

**MŰSZERÜGYI ÉS  
MÉRÉSTECHNIKAI  
KÖZLEMÉNYEK**

**11**



# TAPE 30

**nem hiányozhat  
egyetlen  
laboratóriumból  
sem.....**

**Tranzisztoros, stabilizált, elektronikusan  
túlterhelés ellen biztosított tápegység**

Főbb jellemzői:

Hálózat

Kimenő feszültség (tetszés szerint beállítható)

Terhelhetőség

Elektronikus biztosítás beállítható

Stabilitás 20% hálózat ingadozásra

Terhelés stabilitás 3 A-nél

Zaj 30 V-nál

Belső ellenállás

Méret

Súly

220 V; 50 Hz

6...30 V

max. 3 A

0,1...3 A

< 0,5%

< 0,5 V

< 1 mV

< 0,1  $\Omega$

310X180X115 mm

5,7 kp



**Rövid szállítási határidő! Már most biztosítsa igényét mielőbbi megrendeléssel!**



**„BÉKE“ Villamos és Gépipari Szövetkezet**

Budapest XIII., Sallai Imre u. 14-16. Telefon: 110-473



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



# MŰSZERÜGYI ÉS MÉRÉSTECHNIKAI KÖZLEMÉNYEK

11.szám

1971

Magyar Tudományos Akadémia  
Műszerügyi és Méréstechnikai Szolgálat



KÖZPONTI KÖNYVTÁR  
Országos Műszaki Információs  
Gazdaságtudományi Egység  
Budapesti Műszaki és  
Építészeti Tudományok  
Egyeteménél

Szerkeszti: a Szerkesztőbizottság

Technikai szerkesztő: dr. Nagy Guidó

Lektorálták:

Hargittay Emil és dr. Lukács Gyula

E számunk munkatársai:

Cech Vilmos, okl. gépészmérnök; Erdélyi István, okl. villamosmérnök; dr. Lukács Gyula, fizikus (Magyar Optikai Művek); Millei Lajos, elektrotechnikus; Pásztor Lajos, okl. villamosmérnök; dr. Solti Mihály, okl. vegyészmérnök, a Szaktanácsadási Osztály vezetője; Szentirmai Endre, okl. gépész- és villamosmérnök; Vécsei István, okl. villamosmérnök

A kiadásért felel:

dr. Stokum Gyula igazgató

Készült az MTA Kutatási Ellátási Szolgálat Sokszorosító Üzemében — 714719

Felelős vezető: Szabó Gyula





## TARTALOMJEGYZÉK

### Műszerkölcsonzési tájékoztató

- DISA gyártmányú műszercsaládunk felhasználási lehetőségei je-  
lenségek dinamikus lefolyásának vizsgálatára.  
II. Alkalmazási példák ..... 5

### Szaktanácsadási tájékoztató

- Külföldi cégperiódikákból.  
Spektrofotométerek feloldóképessége  
(Meghatározása, helyes és helytelen értelmezése) ..... 11

### Mérésszolgáltatás

- Mágneses jeltároláson alapuló fordulatszám- és sebességmérés .. 13  
Nyomatékmérés érintésnélküli jelátvitellel ..... 23  
Rezgésérzékelők kalibrálása elektrodinamikus rázóasztallal .... 33

### Kutatófilmezés

- Schlieren-berendezések összeállítása és gyakorlati alkalmazása .. 43

- Külföldi műszerújdonóságok ..... 53

- A kölcsönműszerpark szaporulata ..... 61



# SZOLGÁLTATÁSAINK

## MŰSZERKÖLCSÖNZÉS

Kölcsönműszerek bemutatása, kezelési tanácsadás  
Kölcsönzött műszerek szállítása

## KUTATÓFILMEK KÉSZÍTÉSE – KÜLÖNLEGES FILMTECHNIKA

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

## MÉRÉSSZOLGÁLTATÁS

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

## SZAKTANÁCSADÁS

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

## SZERVIZSZOLGÁLTATÁS ÉS SZAKTANÁCSADÁS

Philips, Radiometer, Hottinger–Baldwin Messtechnik 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  
Mérésszolgáltató Osztály, Budapest V., Városház u. 1. Tel.: 187–235, 389–140



# MŰSZERKÖLCSÖNZÉSI TÁJÉKOZTATÓ

## DISA gyártmányú műszercsaládunk felhasználási lehetőségei jelenségek dinamikus lefolyásának vizsgálatára

### II. Alkalmazási példák

Közleményeink 10. számában részletesen ismertettük a tulajdonukat képező és kölcsönözhető DISA gyártmányú műszercsalád műszaki jellemzőit. Mind az előző, mind az itt következő ismertetéssel a műszercsalád által nyújtott mérési lehetőségeket kívánjuk részleteiben is megvilágítani. A bemutatásra kerülő mérési módszerek többsége a gyakorlatban kipróbált és bevált módszer, néhány további alkalmazás felvetése a műszaki adatok birtokában önként kívánkozik.

Az alkalmazási lehetőségek általános mérés-technikai szempontból a következő csoportokba sorolhatók:

1. egy vagy két összefüggő mennyiség időbeli vizsgálata;
2. egyszerre kettő, vagy kétszer két mennyiség egymás függvényekénti vizsgálata;
3. periodikus jelenségek jellemző mennyiségeinek mérése statikus kompenzációval.

A műszercsalád sokoldalú használhatóságát a műszaki gyakorlatban gyakran előforduló következő jelenségek vizsgálatával kapcsolatban példázzuk.

1. Melegvízfűtésű hálózatoknál üzemzavarok alkalmával fellépő nyomáslengések vizsgálata.
2. Szivattyúk szállítási egyenlőtlenységének vizsgálata.
3. Dugattyús gépek indikátordiagramjának felvétele.

4. A nyomásviszonyok vizsgálata hosszgyalugép hidraulikus főhajtóművének irányváltásakor.

5. Gépalkatrészek rezgésének vizsgálata.

6. Rezgésmérő hitelesítése statikus kompenzációval.

7. Főliakikészítő gépek felhordásegyenletességének vizsgálata.

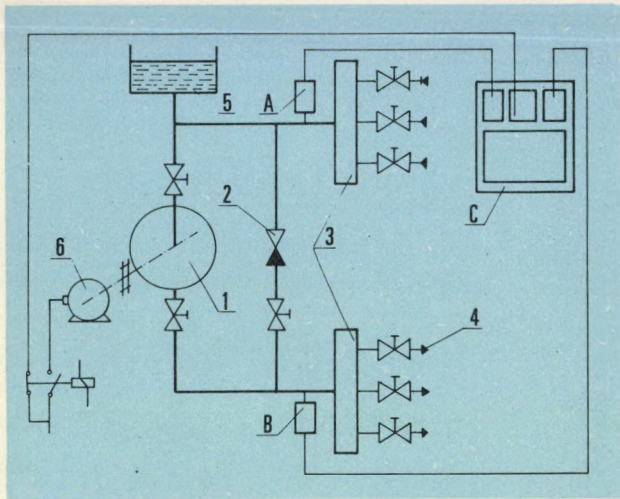
#### 1. Melegvízfűtésű hálózatoknál üzemzavarok alkalmával fellépő nyomáslengések vizsgálata

Melegvízfűtésű távfűtőhálózat, vízvezeték, olajvezeték stb. üzemében nyomáslengések jelentkezhetnek. Az üzemszerűen működő rendszerekben a folyadék, mozgása közben, mozgási energiával rendelkezik. Lökésszerű vezetéklezárás, vagy szivattyú-kikapcsolás következtében pl. a mozgó folyadék sebessége hirtelen csökkenni kezd. A mozgási energia nyomási energiává alakult át. Az így keletkező nyomáshullám vezetéktöréseket is okozhat.

Különböző, akár mesterségesen létrehozott feltételek mellett is megfigyelhető egy vezetékszakaszon a nyomáshullám időbeli lefolyása. A műszeres mérés elrendezési vázlatát az 1. ábra mutatja. A feladat a szivattyú megállításakor fellépő nyomásviszonyok regisztrálása az A és B mérőhelyeken:

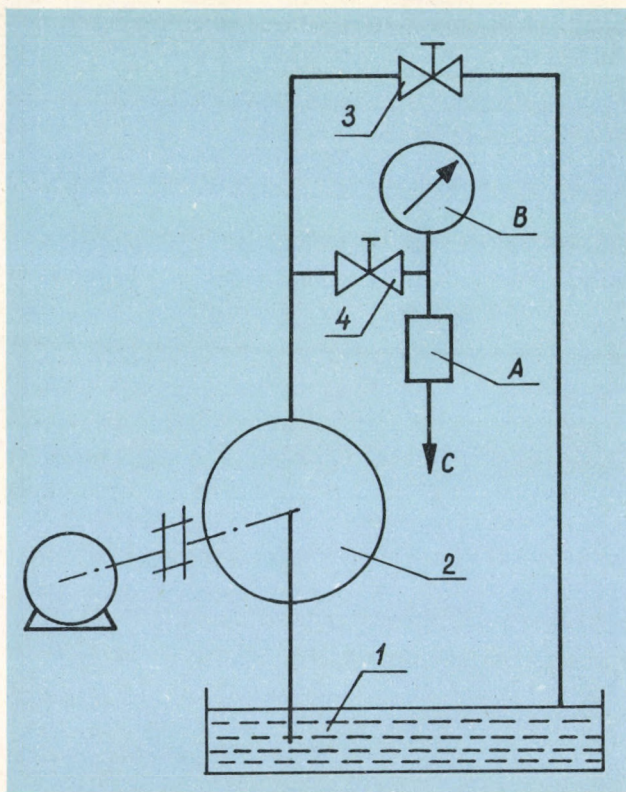
a) ha a 2 visszacsapószelep rendeltetésszerűen működik;





1. ábra. Melegvízfűtésű hálózatoknál fellépő nyomáslengések vizsgálata

1 szivattyú; 2 visszacsapó szelep; 3 elosztócsokk; 4 fogyasztói csatlakozás; 5 táguló-tartály; A, B nyomásérzékelők; C univerzál indikátor reaktanciakonvertekkel



2. ábra. Szivattyúk szállítási egyenlőtlenségének vizsgálata

1 folyadéktartály; 2 szivattyú; 3 szabályzó szelep; 4 elzáró szelep; A nyomásérzékelő; B manométer; C univerzál indikátorhoz menő csatlakozó kábel

b) ha a 2 visszacsapószelep, pl. eltömődés miatt, hibásan vagy egyáltalán nem működik.

A vizsgálatnál az 1 szivattyút a 6 motorral forgásba hozzák. Az állandósult állapot kialakulása után az üzemelő műszer regisztráló művét (normál mozifilmes kamera) bekapcsolják, hajtómotorja azonban ekkor még nem indul meg. A szivattyú-hajtómotort ezután kikapcsolják. Ezzel egyidőben a szivattyú-motor kapcsoló nyugalmi érintkezőjén keresztül a kamamotor feszültséget kap és megindul.

A szivattyú e pillanattól kezdve hidraulikus ellenállásként viselkedik. Előtte a víznyomás értéke megnövekszik, utána pedig csökken. E nyomásváltozásokat az A és B érzékelők nagy sebességgel veszik fel. Jelük az oszcillátorok, kábelek, reaktanciakonvertek és erősítők közvetítésével jut a katódsugárcső függőleges eltérítő lemezpárjaira. A vízszintes eltérítés kikapcsolt állapotban van. Az időbeli vizsgálat a kamerában egyenletes sebességgel mozgó filmmel történik, a nyomáshullám lengései jól regisztrálhatók. A filmre felvitt kalibráció alapján a jelenség lefolyását számszerűen is értékelni lehet.

## 2. Szivattyúk szállítási egyenlőtlenségének vizsgálata

Repülőgépeken alkalmazott hidraulikus tápegységek szivattyúi által keltett nyomás nem állandó, hanem egy érték körül periódikusan, percnként sok ezerszer ingadozik. Az ebből adódó lengések anyagkifáradást okozhatnak, ezért ezeket a méretezésnél figyelembe veszik. A lengések elmaradása esetén a méretek csökkenthetők, a biztonság növekedése mellett a fajlagos súly is csökkenthető. Ez indokolja, hogy a nyomás-egyenlőtlenség mértékének lehető legpontosabb mérésére töreksszenek.

Egy ilyen mérés vázlatát látható a 2. ábrán. A 2 szivattyú elindítása után kell beszabályozni a 3 szelepet a kívánt nyomásértékre. A 4 szelep nyitott állapotában a B manométer a nyomás átlagértékét, az A nyomásérzékelőfej pedig a pillanatértéket érzékeli. A kapott jel az oszcillátor, kábel, reaktanciakonverter és az Y erősítő útján jut az Y-irányú eltérítő lemezekre. A reaktanciakonvertert úgy kell lehangolni, hogy a nyomásingadozás középvonala a képer-



nyó „0” tengelyébe essék. Ez a lehangolás azt jelenti, hogy amikor a nyomás pillanatértéke az átlagértékkel azonos, a reaktanciakonverter kimenő jele „0” lesz. Amikor például a manométer által mutatott nyomás 100 at, és a nyomás pillanatértéke is annyi, akkor a konverter „0” jelet ad ki. Elérhető az Y erősítő megfelelő beállításával, hogy a 100 at nyomás  $\pm 1$  at megváltozása esetén az ernyőn a sugár  $\pm 1$  cm-t mozduljon el.

A műszer saját vízszintes eltérítését általában nem használjuk, mert a viszonylag nagy frekvenciájú nyomáslengés megfigyelése a szivattyú fordulatszámának ingadozása következtében előálló frekvenciaváltozás miatt nem lehetséges. Ezért a lengéseket ebben az esetben is folyamatosan mozgó filmre kell venni, megfelelő fotofeltéttel.

Mérés előtt meg kell határozni az érzékelő membrán saját frekvenciáját, pl. üzembesz állapotú műszernél a membrán megütögetésével. Ha a szivattyú nyomáslüktetés-frekvenciája sokkal kisebb az önfrekvenciánál és a nyomásvezetőcsatorna rezonanciafrekvenciájánál, a kimenő jel a nyomás megváltozását híven követi.

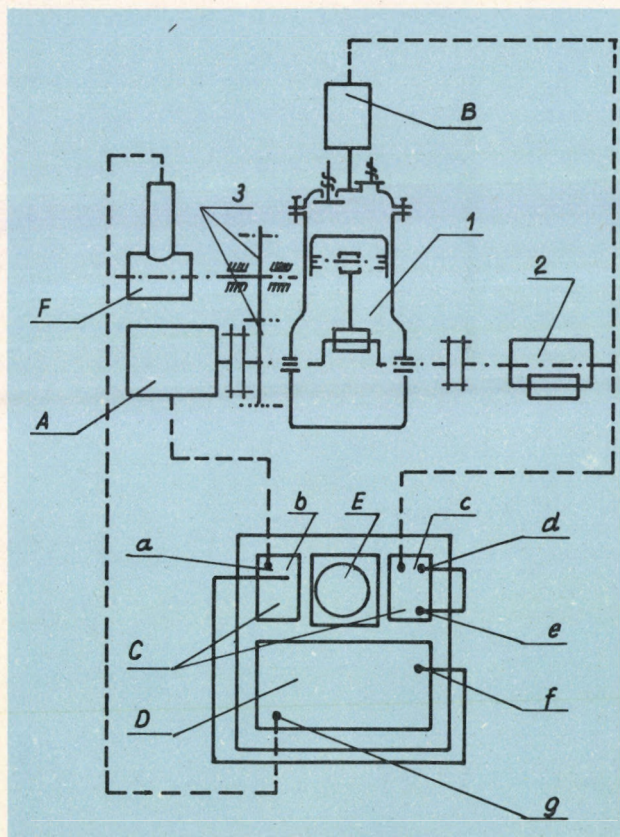
Ha a vizsgált jelenségeket kellően nagy sebességű filmszalagra felvesszük, a nyomáslengés értékeire, és az időbeli változásokra is igen részletes felvilágosítást nyerhetünk. Így a szivattyú működése során jelentéktelennek látszó, de később súlyos zavarokat előidéző hibákra is lehet következtetni.

### 3. Dugattyús gépek indikátordiagramjának felvétele

A 3. ábrán egy dugattyús kompresszor vizsgálatának elvi elrendezése látható. Az 1 kompresszor 2 főtengetyét villanymotor forgatja. A főtengetyre szerelt 3 fogaskerék hajtómű áttétele 1:1; ugyancsak a főtengetyhez kapcsolódik rugalmas tengelykapcsolón át az A dugattyú elmozdulás adó. A hengerben lévő nyomást a B nyomásmérő fej érzékeli. A nyomással arányos jel oszcillátoron, kábelen át jut a reaktanciakonverterbe, majd a jobboldali sugár Y erősítőjébe és az Y-irányú eltérítő lemezekre. A dugattyú elmozdulásával arányos jel a reaktanciakonverterből a jobboldali sugár X erősítő-

jébe, és onnan az X-irányú eltérítő lemezekre jut. A műszer üzembelyezése után a kompresszort elindítva, a képernyőn az indikátordiagram jelenik meg.

A mérés természetesen nemcsak kompresszorokon, hanem mindenféle dugattyús gépen folytatható. Ismeretes, hogy a felvett indikátordiagram — PV diagram — területének nagysága jellemző a gép vagy a motor hatásfokára. A szakértő a diagram határoló görbéinek alakjáról, a görbeszakaszok kezdetének és végződésének helyéről következtet a gép (motor) helyes működésére, a szelepek helyes beállítottságára. A gyújtás, illetve a befecskendezési szöghelyzet számszerű értékének meghatározása érdekében kell alkalmazni a 3. ábrán látható F jelű 51 C 07 típusú szögmarker-adót, amely az áttételen át a főtengetyhez kapcsolódik.



3. ábra. Indikátordiagram felvétele  
1 dugattyús kompresszor; 2 meghajtó motor; 3 fogaskerékpár; A dugattyú elmozdulásadó; B nyomásmérő; C reaktanciakonverter; D X-irányú eltérítő erősítő; E képernyő; F szögmarker-adó; a, c konverter bemenetek; b, d konverter kimenetek; e jobboldali sugár Y-erősítő bemenete; f jobboldali sugár X-erősítő bemenete; g intenzitásmoduláló erősítő bemenete

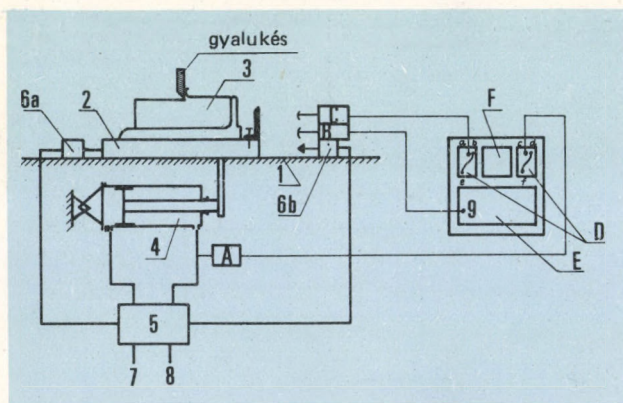


A szögmarker-adó által szolgáltatott jellel a lovas markerezése, ill. a fényintenzitás-modulációja létrehozható. Az utóbbi használata jelen esetben célszerűbb, és azt jelenti, hogy az indikátordiagram görbéje a főtengely 10 fokoskénti elfordulásakor egy rövid szakaszon elsötétedik. A görbén ily módon automatikusan egy szöglépték keletkezik, amellyel a szelepek és a kaplácscsatlakozások megfelelően a hely szerint is beállíthatók és ellenőrizhetők.

#### 4. Nyomásviszonyok vizsgálata hosszgyalugép hidraulikus főhajtóművének irányváltásakor

A hosszgyalugép 4. ábrán látható szánrendszerre az 1 prizmás ágyon csúszik, és a 3 munkadarabot hordozza. A szánrendszert a 4 munkahenger állandó sebességgel mozgatja a 6a és 6b végálláskapcsolók között. A végálláskapcsolók és az 5 szervoszelep segítségével a mozgás iránya periódikusan változik. Az 5 szervoszelep feladata, hogy a mozgásiránynak megfelelően biztosítsa a tápnyomást és a közvetítő közeg visszafolyását, amikor a szán a végpontok között van, a pálya végpontjainál pedig lefékezze a szán mozgását és megváltoztassa annak irányát.

Az irányváltoztatás időbeli lefolyása a 4. ábrán látható vázlat szerint vizsgálható. Az A ér-



4. ábra. Hidraulikus főhajtómű vizsgálata  
1 hosszgyalugép prizmás ágya; 2 szán; 3 munkadarab; 4 munkahenger; 5 szervoszelep; 6a, 6b végálláskapcsoló; 7 tápnyomás-csatlakozócsonk; 8 visszafolyó közeg csatlakozócsonk; A nyomásérzékelő; B végállás-kapcsoló; C távolságérzékelő; D reaktanciakonverter; E vízszintes eltérítő rendszer; F kamera; a, c konverter bemenet; b, d konverter kimenet; e, f Y-erősítő bemenet; g trigger bemenet

zékeli a nyomást, a C pedig az elmozdulást érzékeli. Jeleiket a már ismert úton lehet a képernyőre juttatni. Tekintettel az irányváltás rövid idejére, az időbeli vizsgálatot a sugarak X-irányú eltérítése révén lehet végezni. Az eltérítést a belső fűrészgénerátor vezérli, amelyet a B végálláskapcsoló az irányváltás pillanatában indít. A jelenség lefolyását célszerű állófilmre rögzíteni, így a változások finom részletei is könnyen értékelhetők.

#### 5. Gépalkatrészek rezgésének vizsgálata

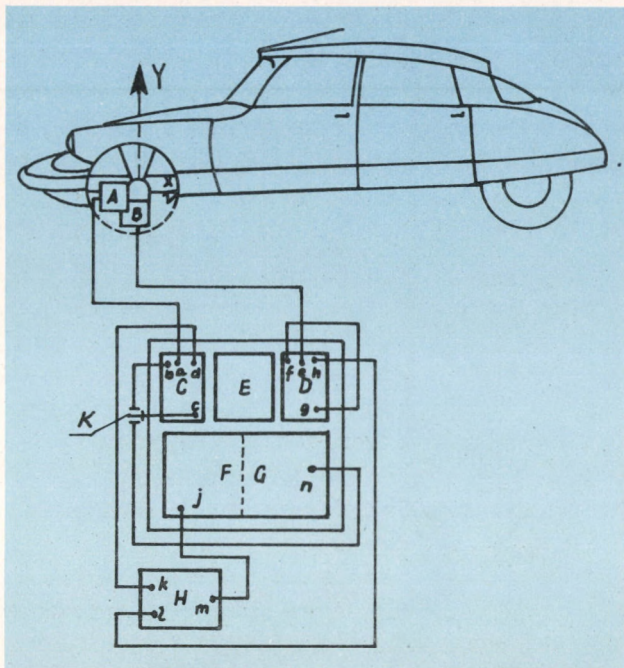
(Kísérlet a mozgáskép és az amplitudó gyakoriságfüggvény meghatározására)

Az 51 D 03 típusú érzékelővel a gépalkatrész érintése nélkül, kapacitív úton, lehet a rezgést mérni. Az univerzál indikátorral egyidőben két helyről lehet állandó filmsebesség mellett rezgésfelvételt készíteni. Ez a két hely lehet egymástól független, de lehet összefüggő is. Az utóbbira példa az 5. ábrán látható gépkocsitengely síkbeli rezgésének vizsgálata. A rezgésfelvételek, csikok értékelése szaktudást és tapasztalatot igényel.

Ha síkbeli rezgést kell vizsgálni, akkor az 5. ábrán látható vázlat szerint a vizsgálandó tárgy, pl. gépkocsitengely mozgásképét is fel lehet venni. Az A érzékelő ugyanis a rezgés X-irányú, a B érzékelő pedig a rezgés Y-irányú összetevőjét továbbítja a már ismert úton a jobboldali sugár X és Y eltérítő lemezeire. Az eltérítő lemezek a sugárhelyzetre vonatkozóan vektoriálisan összegezik az X, Y összetevőket. A sugár által az ernyőre rajzolt vonal a tengelyvonal megfigyelés síkjában lévő mozgó pontjának felnagyított képe.

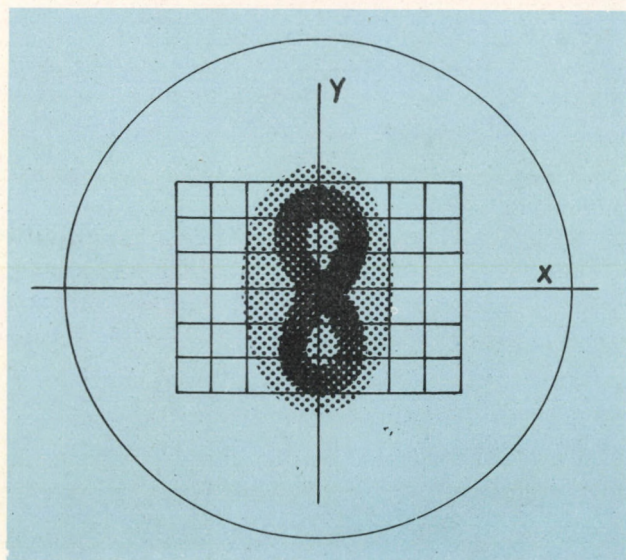
Ha a rezgés periódikusan változik és amplitúdója állandó, a képernyőn nyugodtan álló képet kapunk, amelyet rátekintéssel könnyen ki lehet értékelni. Ha a rezgést kiváltó ok sztohasztikus jellegű, a kapott képet egyszerű szemrevételezéssel nem lehet kiértékelni. Egy mód arra, hogy értékelésre alkalmas információhoz jussunk, az, hogy a mozgás ábráját hosszabb időn át álló filmre fényképezzük. Az így keletkező kép tulajdonképpen a mozgásvonalak sokaságából áll. A kép jellege a 6. ábrán láthatóhoz hasonló lehet; minőségileg rátekintéssel, meny-





5. ábra. Gépjármű tengely rezgésvizsgálata  
 A, B rezgésérzékelő; C, D reaktanciakonverter;  
 E kamera; F intenzitásmoduláló erősítő; G jobb-  
 oldali sugár X-irányú eltérítő-erősítő; H függ-  
 vénygenerátor; a, e konverter bemenet; b, f kon-  
 verter kimenet; c, g Y-irányú eltérítő erősítő be-  
 menet; d, h Y-eltérítő erősítő aszimmetrikus ki-  
 menet; j intenzitásmoduláló erősítő bemenete;  
 k, l függvénygenerátor bemenete; m függvény-  
 generátor kimenete; n jobb oldali X-eltérítő er-  
 ősítő bemenet

nyiségileg mikrodensitóméterrel lehet kiérté-  
 kelni. Az utóbbi eredménye pl. a 7. ábrán lát-

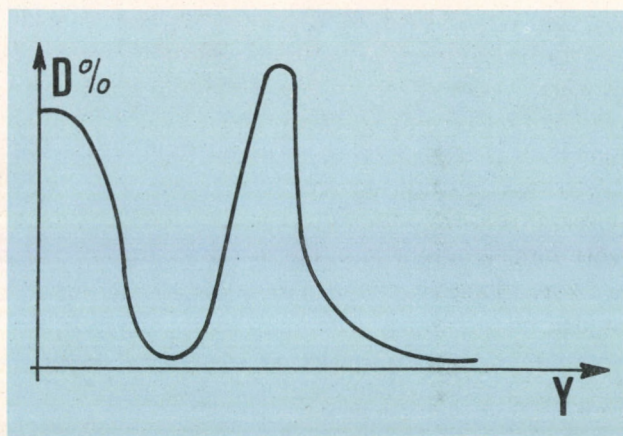


6. ábra. Gépjármű-tengely rezgésképe

ható, Y-tengely irányában vizsgált eloszlás-  
 függvény.

A kiértékelésnél azonban figyelemmel kell  
 lenni arra, hogy a nagyobb kitérést mutató, a  
 képen nagyobb területen futó görbék vonalá-  
 nak egységnyi hosszúra jutó fény mennyiség  
 kisebb mint beljebb, mert az azonos fényinten-  
 zítással futó képpont ugyanakkora idő alatt  
 nagyobb utat tesz meg. Ez azt jelenti, hogy  
 ugyanazon számú, egymás közelébe eső vonal  
 a középponttól távolabbi helyen kisebb mér-  
 tékben exponálja a filmet, mint a középpont-  
 hoz közelebb fekvő helyen. Ez a jelenség kétféle  
 módon kompenzálható:

a) állandó fényerővel kell exponálni, és a ka-  
 pott kép kiértékelésénél az eloszlás-görbét ér-  
 telemszerűen módosítva kell felrajzolni;



7. ábra. A rezgésképen az Y-tengely irányában  
 mérhető feketedés tulajdonképpen a tengely-  
 középpont tartózkodási eloszlás-függvénye

b) fényvezérlést kell alkalmazni, pl. az 5. áb-  
 rán feltüntetett H függvénygenerátorral, amely  
 figyelembe veszi az előbb taglalt hatáson kívül  
 a képcső utánvilágításából és a fotoszakasz  
 nemlinearitásából adódó mellékhatásokat is.

## 6. Rezgésmérő hitelesítése statikus kompenzációval

Különbéféle rezgésmérő műszerek ellenőrzése,  
 szabályozása vagy hitelesítése a 8. ábrán raj-  
 zolt módon történhet. A C vizsgálandó mérő-  
 fejet kapcsolatba hozzák az A rezgőasztallal és



a kiértékelő műszerrel. A rezgőasztalt a B teljesítmény-tápegység látja el energiával.

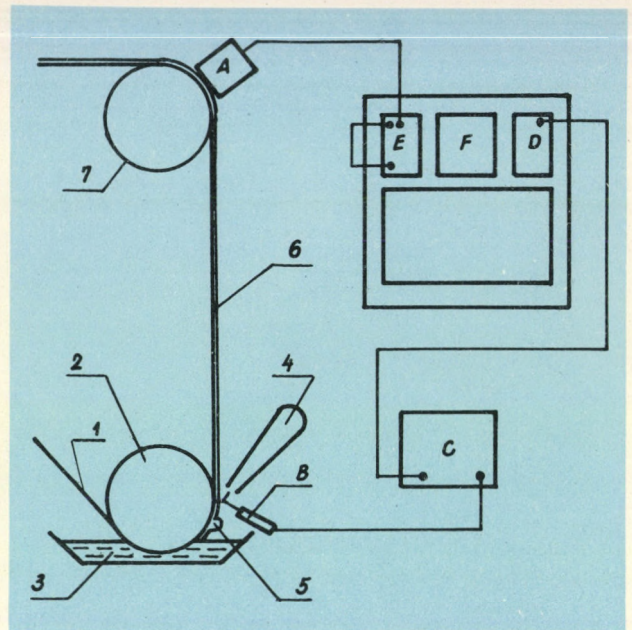
Az 51 D 11 típusú, D mikrométeres távolságmérő fejet a rezgőasztaltól meghatározott távolságban kell felfogni, majd csatlakoztatni az univerzál indikátorhoz. A távolságot úgy kell megválasztani, hogy a reaktanciakonverterből kb. 3 V amplitudójú jel jöjjön ki. Állítsuk be a mikrométerrel a képernyő „0” tengelyére — a kellő érzékenység beállítása mellett — a minimumot, a maximumot pedig mint csúcserőteket. A kettő közti különbség az amplitudó értéke lesz mm-ben.

A módszer előnye az érintésmentes mérés.

## 7. Fóliakikészítő gépek felhordásegyenletességének vizsgálata

Az ipar különböző ágaiban a fóliákra valamilyen díszítő, védő, vagy másként funkcionáló anyagot visznek fel emulzió formájában, vékony rétegeként. Az emulgáló anyagoknak legtöbbször nagy a dielektromos állandója. Ez a tulajdonságuk teszi lehetővé a vastagságmérést.

A 9. ábrán egy fóliakikészítő technológiai szakasz és vizsgálatának elvi vázlata látható. Az 1 hordozó fólia a 2 öntőhengerre feszül, és a 3 öntőtálba merül. A folyamatos előrehaladás következtében a felhordandó anyag rátapad a



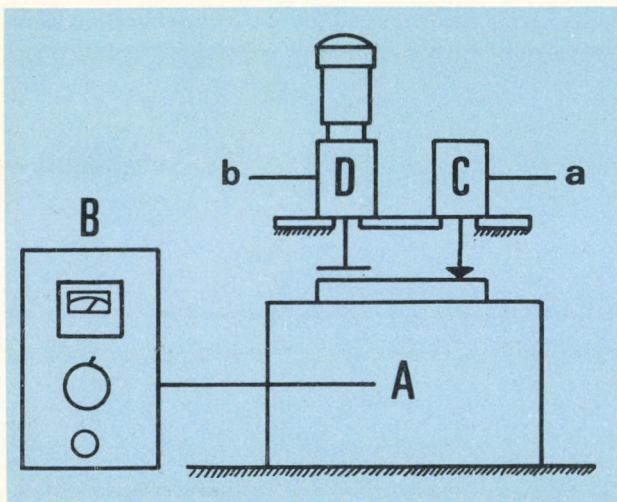
9. ábra. Felhordásegyenletesség vizsgálata  
1 hordozó; 2 öntő henger; 3 emulgált anyag; 4 rétegvastagság-beállítás levegő ráfúvatással („lég-kés”); 5 visszafolyás; 6 bevont hordozót; 7 fordító henger; A rétegvastagság-érzékelő; B légsebesség-érzékelő állandó hőmérsékletű szonda; C anemométer; D egyenáramú Y-eltérítő erősítő; E reaktanciakonverter; F kamera

fóliára. A 4 léggés a felesleges réteget lefújja (ez az 5 visszafolyás), és az anyagot elsimítja. A 6 bevont hordozót a 7 fordító henger továbbítja a további technológiai fázisok felé.

A technológiai jellemzők mérőszámai bizonyos határokon belül ingadoznak, ennek következtében a rétegvastagság is változik. Ezért sokszor olyan vastag réteget visznek fel a fóliára, hogy a legkisebb rétegvastagságnál is megfelelő legyen a termék. A rétegvastagság mért értékét az A jelű, 51 D 03 típusú mérőfejjel lehet folyamatos jelként a képernyőre vinni. A léggés áramlási viszonyait megfigyelhetjük, ha a B szubminiatűr hődrótos szondát a C anemométerhez kapcsoljuk, és az érzékeli a légsebességet a kiválasztott helyen. A sebességgel arányos jelet a D egyenáramú erősítő viszi a képernyőre. A képernyőn megjelenő jelet az F kamerával rögzítik.

A rögzített jelek kiértékelése a szokásosnál kissé bonyolultabb, de a vizsgálat a gyakorlat számára mégis értékes eredményt szolgáltatott.

Erdélyi István



8. ábra. Rezgőmérő műszer ellenőrzése, közvetlen amplitudómérés statikus kompenzáció útján  
A rezgő asztal; B tápegység; C vizsgálandó mérőfej; D állítható mikrométeres rezgésérzékelő; a vizsgálandó műszer csatlakozó vezetéke; b konverter csatlakozó vezetéke



# SZAKTANÁCSADÁSI TÁJÉKOZTATÓ

## Külföldi cégperiódikákból

### Spektrofotométerek feloldóképessége (Meghatározása, helyes és helytelen értelmezése)

A feloldóképesség a legtöbbet emlegetett, és igen gyakran helytelenül használt fogalom a spektrofotometriában. Ha két műszer minden más szempontból egyenértékű, akkor azt tartjuk jobbnak, amelyiknek a feloldóképessége jobb. A feloldási elemek számát egy adott  $R$  frekvenciatartományban a következő kifejezéssel értelmezzük

$$M = R/\Delta\nu$$

ahol  $\Delta\nu$  a műszer feloldóképessége (mondják közepes feloldóképességnek is). Ha hullámhosszegységet használunk, akkor a kifejezésben  $\Delta\lambda$  szerepel; az alábbiakban értelmezzük őket.

Sok esetben számítással határozzák meg a műszer feloldóképességét: a  $\Delta\lambda$ , vagy  $\Delta\nu$  értéket, amelyeket spektrális résszélességnek is neveznek. Mint ismeretes, hullámhosszban számolva

$$\Delta\lambda = s/fd,$$

ahol

- $\lambda$  a hullámhossz cm-ekben,
- $s$  a mechanikai résszélesség,
- $f$  a fókusz távolság,
- $d$  a rács szögdiszperziója.

Ha frekvenciában számolunk, mivel  $\Delta\lambda = \Delta\nu/\nu^2$ ,

$$\Delta\nu = \nu^2 s/fd,$$

ahol  $\nu$  a hullámszám  $\text{cm}^{-1}$ -ben, Kayser-egységben.

Ezek a kifejezések rácsos műszerek esetében használható eredményeket adnak, amíg  $\Delta\nu$  értéke  $0,8 \text{ cm}^{-1}$ -nél nagyobb. Ha ennél kisebb az értéke, a műszerekben fellépő optikai aberrációk következtében a tényleges feloldóképesség rosszabb lesz mint a számítással kapott. A műszergyártó cégek legnagyobb része a feloldóképesség értékét nem számítással, hanem kísérleti úton határozza meg.

Az ún. Rayleigh-féle kritérium a feloldóképesség klasszikus meghatározási, értelmezési módja. Két, kb. egyforma nagyságú abszorpciós sávra van szükség, amelyek félérték helye közelebb van egymáshoz, mint a spektrofotométer feloldóképessége. Ha a spektrofotométer úgy választja szét ezt a két sávot, hogy a szélsőértékek közötti ordináta-emelkedés eléri az egész kitérés  $19\%$ -át, akkor a két sáv szélsőértékei közötti távolság adja meg a műszer feloldóképességét. Elég nehéz az egész spektrumban a fenti követelménynek eleget tevő abszorpciós sáv-párokat találni.

A műszergyarak a feloldóképességet olyan egyes abszorpciós sávok félértékszélességével határozzák meg, amelyek félértéke sokkal keskenyebb mint a műszer spektrális résszélessége. A félértékpontot nem transzmisszióban, hanem abszorbanciában mérik.



A legtöbb diszperziós műszernek  $1000\text{ cm}^{-1}$  ( $10\ \mu\text{m}$ ) környékén a legjobb a feloldóképessége, ezért hirdetésekben, ismertetésekben ezt az értéket szokták szerepeltetni. A regisztráló spektrofotométerek számára fontos és kritikus a  $2900\ \dots\ 3600\text{ cm}^{-1}$  tartomány, ennek egyes helyein a feloldóképesség kétszer, sőt, egyes esetekben 3...5-ször rosszabb lehet mint az  $1000\text{ cm}^{-1}$ -en meghatározott érték.

Nagy feloldóképességű diszperziós rendszerekben igen keskeny réssel kell dolgozni, ekkor a jel ( $S$ ) és zaj ( $N$ ) viszonyára figyelmet kell fordítani. Egy új típusú műszeren azt találták, hogy a legintenzívebb ammónia-sávnál a transzmisszió 66% volt, ugyanakkor az alapvonalon a csúcsok közötti különbség (a zaj) 19%-nak adódott. Ekkor a jel/zaj viszony:  $S/N = 3,5$ . Diszperziós műszerekben a jel/zaj viszony a mérési tartomány felvételéhez szükséges idő négyzetgyökével arányos. Az igen nagy feloldóképességet általában rendkívül hosszú felvételi idővel lehet elérni. A példaképpen említett műszerrel az ammónia  $3800\ \dots\ 500\text{ cm}^{-1}$  tartományának felvételére, maximális feloldóképességgel 66 000 min (= 1100 h = 46 nap) időtartamra lenne szükség.

A feloldóképesség helyes értelmezéséhez és helyes megadásához az alábbi szempontokat kell figyelembe venni.

1. A műszer egész mérési tartományában meg kell adni a feloldóképesség értékét. Ha csak kiválasztott pontokon mérnek, akkor annak a 3600, 3300, 3000, 2700, 1900, 1700, 1400, 1250, 1000, 700 és  $400\text{ cm}^{-1}$  értékeknél kell történnie.

2. Meg kell adni a berendezés zajszintjét. Ha félértékszélességgel határozzák meg a feloldóképességet, akkor a jel/zaj viszonyának legalább 12:1-nek, de inkább 16:1-nek kell lennie.

3. Egy megadott jel/zaj viszonyhoz tartozó, a megadott feloldóképesség eléréséhez szükséges felvételi sebességet  $\text{cm}^{-1}/\text{min}$ -ben kell megadni, vagy közölni kell a teljes spektrum felvételéhez szükséges időtartamot.

4. Ha a megadott feloldóképességet csak a rendes felvételi sebesség csökkentésével lehet elérni, akkor azt a tényt közölni kell.

A Digilab Inc., Philadelphia, cég FTS-14 típusú, teljesen új rendszerű infravörös spektrofotométerében két független egység van: az optikai információt előállító egység és egy digitális komputer, amely ellenőrzi a spektrofotométer működését, s feldolgozza annak mérési adatait. Az FTS-14 műszer feloldóképessége a  $3800\ \dots\ 4000\text{ cm}^{-1}$  ( $2,8\ \dots\ 25\ \mu\text{m}$ ) tartományban  $0,25$  és  $0,35\text{ cm}^{-1}$  között változik; csúcstól csúcsig számított zajszintje 2,5%-nál kisebb; a műszernek 27 min-re van szüksége, hogy a fenti feloldóképességű spektrumot felvegye. Ebben az időben a szükséges számítások és az adatok rögzítésének ideje is benne van. A feloldóképességet abszorpciós sávok félértékszélességével határozzák meg.

(DIGILAB NEWS, Vol. 1. No. 1. Spring, 1970. 6—11 p.)

Dr. Lukács Gyula





# MÉRÉSSZOLGÁLTATÁS

## Mágneses jeltároláson alapuló fordulatszám- és sebességmérés

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

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

### Követelmények

Az alábbiakban összefoglaljuk a mérésnél felmerülő különleges követelményeket.

a) A sebességérzékelő 1...30 m/min fotopapírtovábbítási sebességek mérésére legyen alkalmas.

b) A mérés pontosságának érdekében biztosítani kell, hogy az érzékelő nyomatékigénye a lehető legkisebb, a gördülés pedig csúszásmentes legyen.

c) A fotopapír emulzió nélküli oldalával érintkezhet a sebességérzékelő anélkül, hogy a papíron nyomot hagyjon.

d) Fényérzékeny anyag környezetében lehesen mérni.

e) A sebesség és annak változása folyamatosan regisztrálható legyen.

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

### A mérési módszerek

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

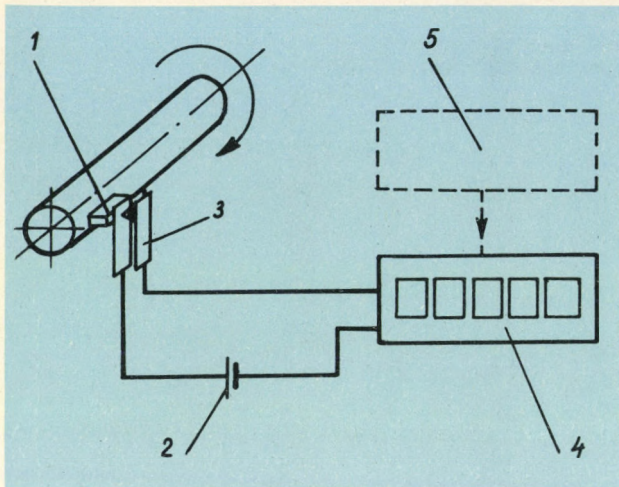
1. mechanikai rendszerű,
2. örvényáramú,
3. fordulatszám-mérő generátoros,
4. impulzus rendszerű fordulatszám-mérés.

### *Mechanikai és elektromechanikai rendszerű fordulatszám-mérés*

A fordulatszám-mérés legegyszerűbb módja, hogy mechanikus számláló szerkezettel kötjük össze a forgó tengelyt, és a számláló szerkezetről leolvassuk a fordulatok számát. Az elektromechanikus fordulatszám-lálóknak viszont szám-



láló jelfogót, és a forgótengelyen elhelyezett szaggató érintkezőt találunk (1. ábra).



1. ábra. Elektromechanikus fordulatszámoló  
1 vezérlő büttyök; 2 áramforrás; 3 érintkezők; 4 számoló relé; 5 időkapcsoló

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

#### Fordulatszámérés örvényáramú tachométerrel

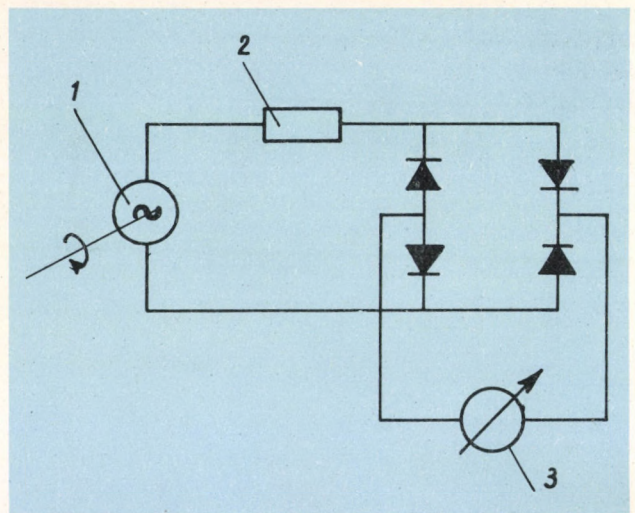
A tachométereket 20—10 000 ford/min közötti tartományokra készítik. Működésük azon alapszik, hogy a vizsgálandó tengely henger alakú, több pólusú mágneset forgat. A mágnes erőterébe helyezett alumínium- vagy rézhengerben a mérni kívánt fordulatszámmal arányos feszültség indukálódik. Ez örvényáramot kelt, amely a mágneses erővonalakkal együtt forgatónyomatékot fejt ki. A henger ennek hatására elfordul. A hengerhez, illetve egy rögzített ponthoz erősített spirálrugó addig feszül meg, míg a visszatérítő nyomaték és a forgatónyomaték egyensúlyba nem kerül. A henger elfordulási szöge arányos a fordulatszámmal.

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

#### Fordulatszámérés fordulatszámérő generátorral

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

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



2. ábra. Váltakozóáramú generátoros fordulatszámérés  
1 generátor; 2 előtétellenállás; 3 mutatós műszer

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



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

### Impulzus rendszerű fordulatszám-mérés

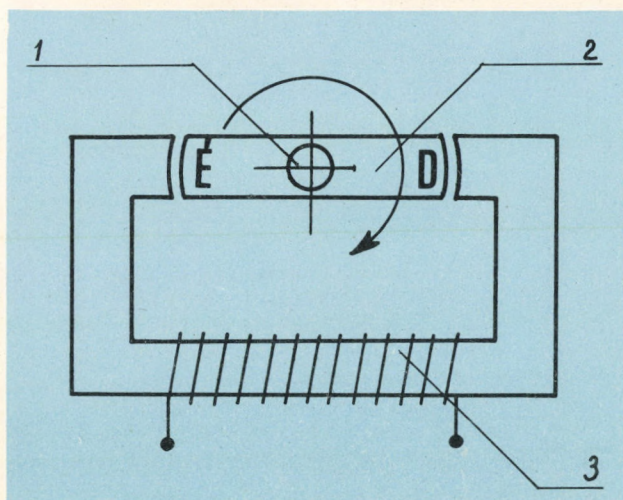
Ez a leggyakrabban alkalmazott módszer. Az impulzusok előállítására és kiértékelésére különböző eljárásokat alkalmaznak. Ezek közül a legfontosabbakat ismertetjük.

Impulzusok előállítása a következő módon történhet.

a) *Elektromechanikai úton*, mint már láttuk, a mérőtengely által működtetett érintkezőkkel.

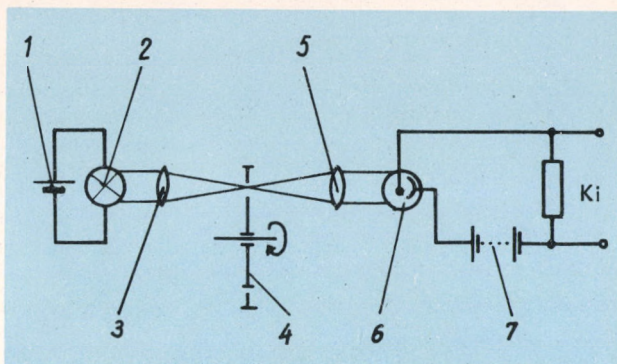
b) *Fordulatszám-mérő váltakozóáramú generátorral*, aminek a frekvenciája is arányos a fordulatszámmal. A generátor által szolgáltatott periódikus jelet impulzustechnikai módszerekkel feldolgozható jelekké alakíthatjuk.

c) *Induktív impulzusadóval*. Ez működés szempontjából a fordulatszám-mérő generátorhoz hasonló (3. ábra).



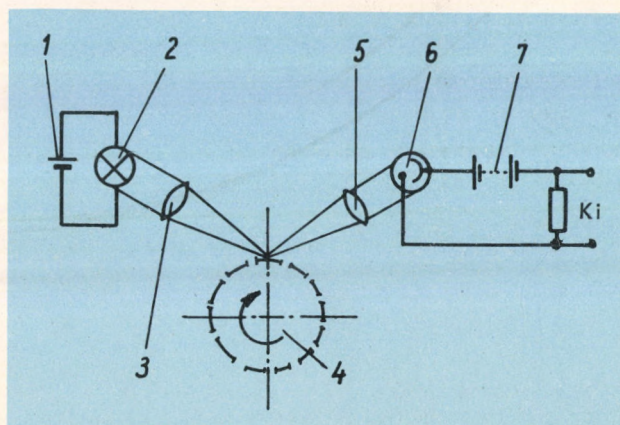
3. ábra. Induktív impulzusadó  
1 tengely; 2 mágnes; 3 tekerccs

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



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

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



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

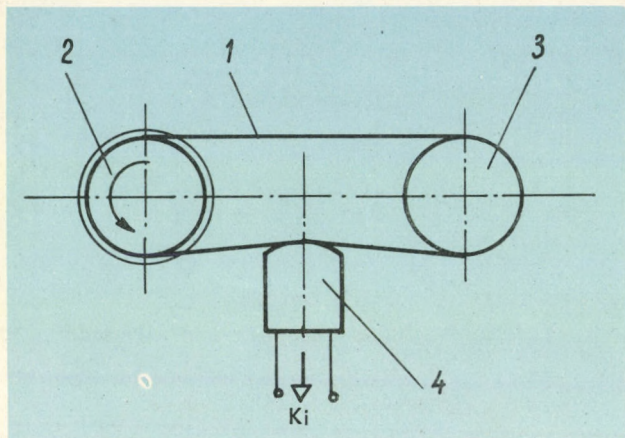
Ezek közül ez utóbbi rendelkezik a legtöbb előnnyel. Nem terheli a vizsgált tengelyt, nagy (100 000/min feletti) fordulatszámok mérésére is alkalmas. Nagyon kis fordulatszámok esetén növelni kell a lyuktárcsán a lyukak számát, hogy megfelelő számú impulzust szolgáltatson.

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



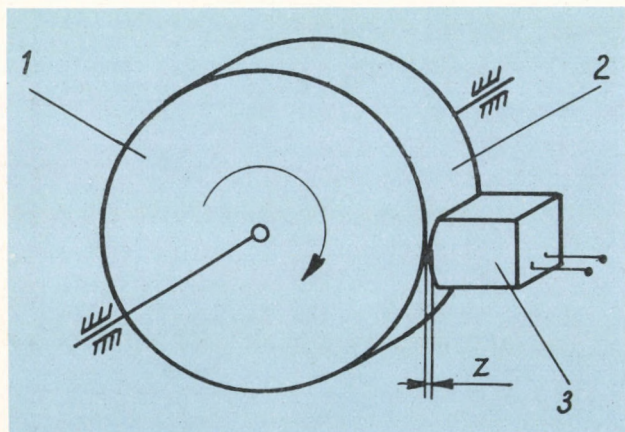
## Mágneses jelrögzítési módszer

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



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

Az 1. végtelenített magnetofonszalagot a 2. hajtóhenger és a 3. feszítőhenger folyamatosan továbbítja, ha a hajtóhengert forgatjuk. A magnetofonszalag a 4. magnetofonfej előtt halad el. Ha a magnetofonszalagra ismert, állandó szalagsebességnél meghatározott frekvenciájú szinusz- vagy impulzusjeleket viszünk fel, a magnetofonfej előtt elhaladó szalag a fejben a mágnesesen rögzített jelalaknak megfelelő fe-



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

szültséget indukál. Az indukált jel frekvenciája arányos a szalagsebességgel, vagyis a 2. hajtó henger fordulatszámaival.

Kivitel szempontjából módosítottuk az előbbieken leírt fordulatszámérzékelőt. A végtelenített szalag helyett pontosan ismert méretű műanyaghenger palástjára vittük fel a lakkanyagban diszpergált vasoxidot (7. ábra). A magnetofonfej és a jeltároló-henger között 0,05 mm légrést állítottunk be. Így kiküszöböltük a magnetofonfej és a szalag közötti, valamint a feszítőhenger okozta súrlódásból adódó nyomateknövekedést. A felépítés is lényegesen egyszerűsödött. Az érzékelő henger forgatásához szükséges nyomaték, a jeltároló-henger tengelyének megfelelő csapágyazása esetén  $10^{-4}$  Nm nagyságrendű. Ez az érték gyakorlatilag elhanyagolható.

### A jeltároló-henger

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

$$U = K_1 v \text{ [V]} \quad (1)$$

ahol

$$K_1 \text{ állandó [V s/m],}$$

$$v \text{ kerületi sebesség [m/s],}$$

a kerületi sebesség pedig egyenlő a fordulatszámmal, azaz

$$v = \frac{D\pi n}{60} \text{ [m/s]} \quad (2)$$

ahol

$$D \text{ a jeltároló-henger átmérője [m],}$$

$$n \text{ a henger fordulatszáma [1/min].}$$

Az (1) és (2) egyenletből

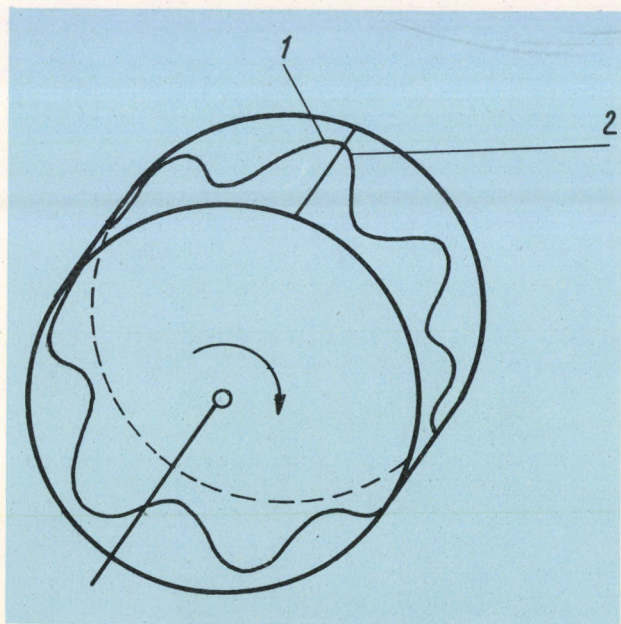
$$U = K D n, \quad (3)$$

itt  $K = K_1 \cdot 1/60$  [V min/m].



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

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



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

Kísérleteink azt mutatták, hogy  $1 \text{ m/min}$  kerületi sebesség és  $Z = 0,01 \text{ mm}$  hézag (7. ábra) esetén  $200 \text{ Hz}$  a felvehető jel maximális

frekvenciája. Nagyobb frekvenciáknál a jelalak torzulása és rohamos amplitudócsökkenés lép fel.

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

A hengerpalást hosszának változása átmérőjének tűréséből számítható:

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

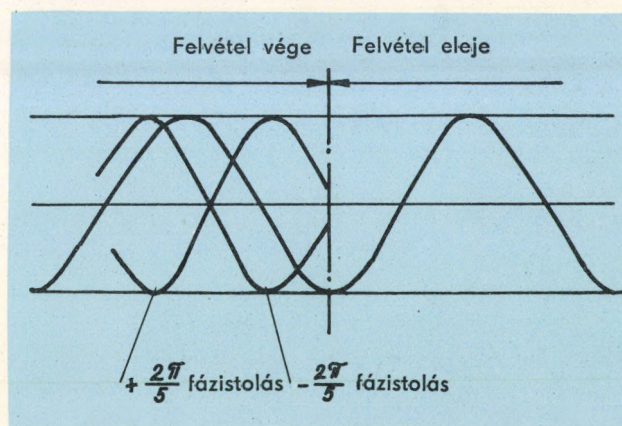
ahol

$D$  a jeltároló-henger átmérője,  
 $\Delta$  a tűrésből adódó méretváltozás.

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

$$\pm\Delta\pi \cong \pm 0,031 \text{ mm}.$$

Ez az érték a magnetofonfej résméretének tízszerese, ami már nem elhanyagolható, ha a felvett jel frekvenciája  $100 \text{ Hz}$ . Ebben az esetben a henger palástjára felvett jel egy periódusának hossza  $0,167 \text{ mm}$ , ami a magnetofonfej légrésének ( $3 \dots 4 \mu\text{m}$ ) kb. 50-szerese. A fázishiba  $\pm \frac{2\pi}{5}$ . A 9. ábra ezt az esetet szemlélteti.



9. ábra. Fázisviszonyok

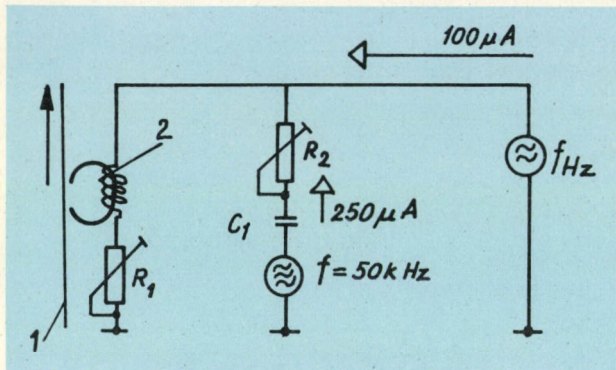
Kiszámítható, hogy  $\pm\Delta = \pm 0,001 \text{ mm}$  esetén a fázishiba  $\pm \frac{2\pi}{56}$  a fenti feltételek mellett.

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



### A jel rögzítése a jeltároló-hengeren

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

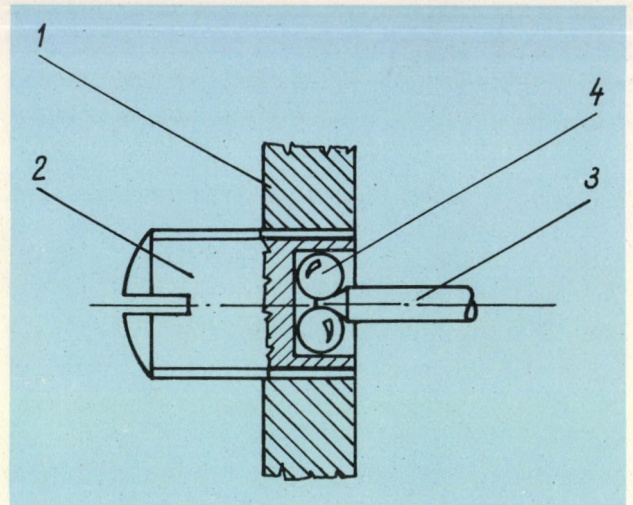


10. ábra. A felvételhez használt áramkör  
1 mágnesezhető réteg; 2 magnetofonfej

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

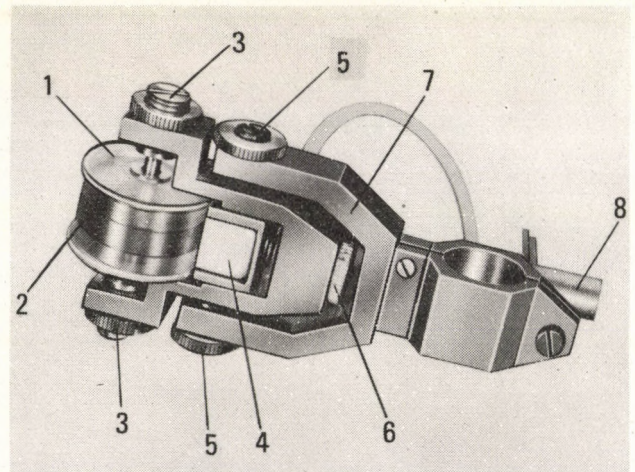
### A jeladó konstrukciója

Biztosítani kell a hengerpalást és a kombinált fej kölcsönös helyzetének, illetve a résméretnek a változtatási lehetőségét. A jeltároló-henger forgatásához szükséges nyomaték a tengely csapágyazásának a jóságától függ. A finom-



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

mechanikában használatos görgős tűcsapágyazással (11. ábra) ez megoldható. Az érzékelő képét a 12. ábrán láthatjuk.



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

### A jeladó méréstartományja

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



felel meg. A kombinált fej felső határfrekvenciája 18 kHz, így a méréstartomány felső fordulatszám-határa 1800/min, illetve 180 m/min sebesség. Négysávós kombinált fej használata esetén a másik sávra tízszeres (100/min) fordulatszám mellett vehetjük fel a 100 Hz-es jelet, ebben az esetben a méréstartomány felső határát sávátkapcsolással tízszeresíthetjük, vagyis 18 000 for./min értékig kiterjeszthetjük. A méréstartomány lefelé való kiterjesztése csak a jeltároló-henger átmérőjének növelésével, vagy áttétel alkalmazásával lehetséges.

### A fordulatszámérzékelő által szolgáltatott jel feldolgozása

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

- a) jelamplitúdó-mérés,
- b) frekvenciamérés.

A jelamplitúdó mérése csővoltmérő rendszerű, csúcseyenirányítású műszerrel történhet. A mért érték regisztrálható is. A módszer hátránya, hogy a jel amplitúdója az érzékelő mechanikus felépítése (nem állandó a fej és a tárolóhenger közötti légrés), valamint az érzékelő frekvenciakarakterisztikája miatt változik,

és ez a változás nem arányos a fordulatszám-mal. A frekvenciamérési módszer ezeket a hibákat megszünteti. A felerősített jelet az impulzustechnikában használatos áramkörrel uniformizált négyszögjellé alakítjuk. Schmitt-trigger, vagy érzékeny amplitúdókomparátor erre a célra megfelel. Az így kapott jelet digitális frekvenciamérővel mintavételes, vagy rate-meter segítségével analóg jellé alakítva dolgozhatjuk fel.

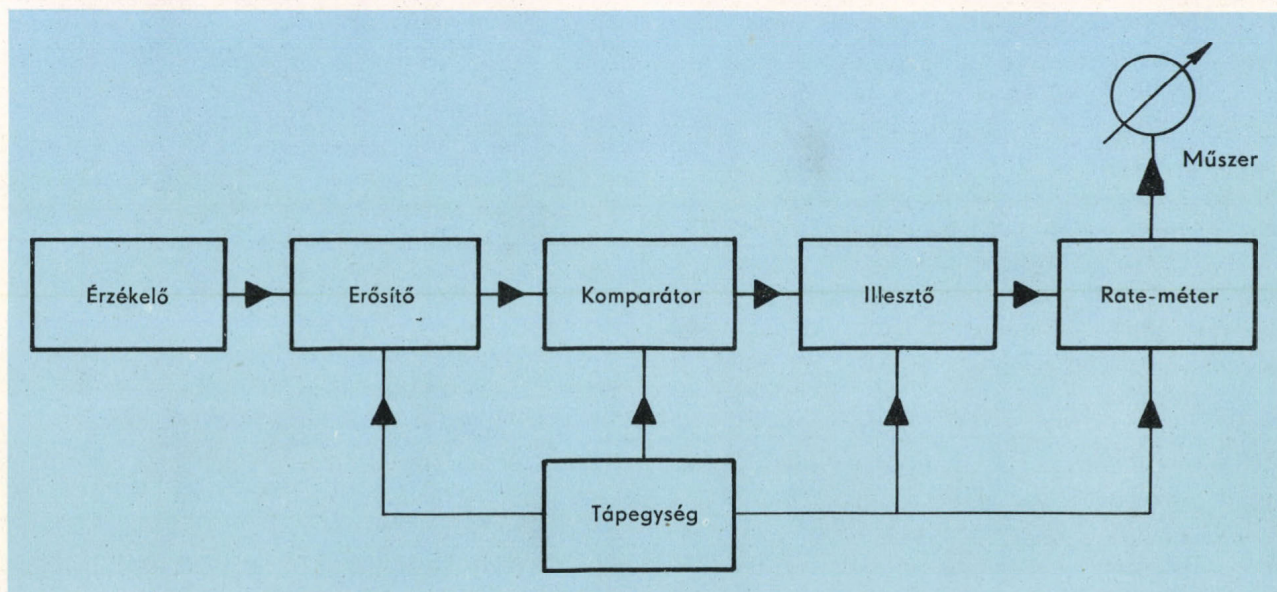
Ezt az utóbbi megoldást választottuk, mivel az analóg jel regisztrálása egyszerűbb, hiszen több mérőhely egyidejű megfigyelésére nyílik lehetőség.

### A frekvenciamérés

A mérőrendszer blokkvázlatát a 13. ábrán láthatjuk. Az erősítőt és a komparátort analóg integrált áramköri elemekből építettük meg.

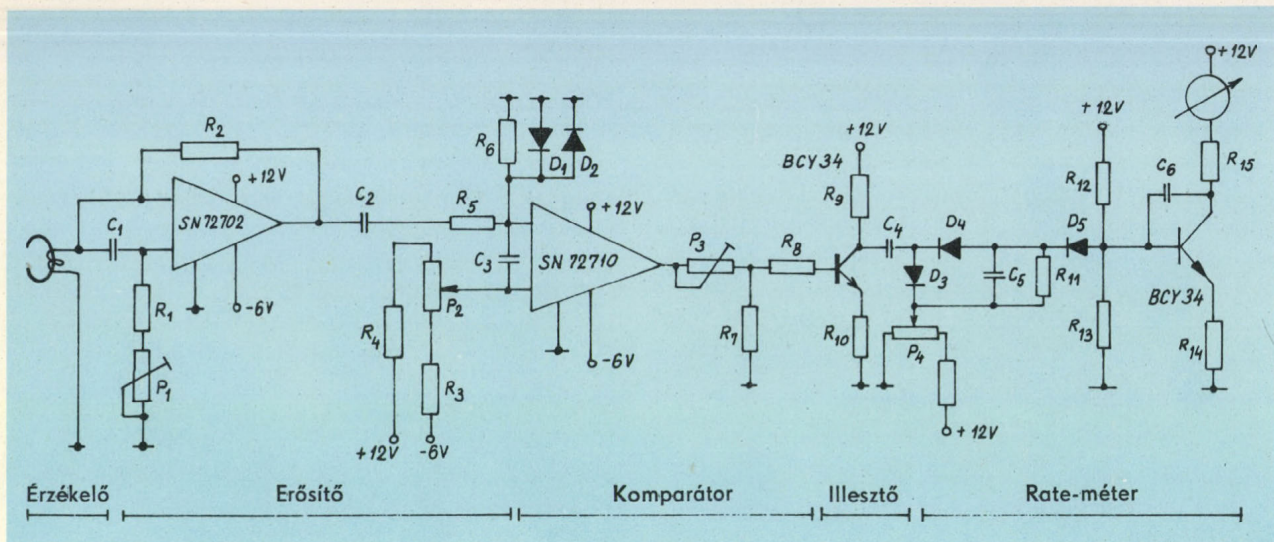
Az SN 72702 típusú analóg műveleti erősítővel (14. ábra) az érzékelő által szolgáltatott jelet 60 dB-lel erősítjük. Evvel az erősítéssel már 1 m/min jeltároló-henger kerületi sebesség mellett is nagyobb az erősítő kimenetén lévő jel mint 0,5 Vpp. Nagyobb sebességeknél a bemenőjel növekedésével a kimenő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

Az erősítő kimenő jelét kapacitíve csatolva, az SN 72710 típusú komparátorra vezetjük. A



13. ábra. A mérés blokkvázlata





14. ábra. Az elektronikus mérőrendszer

bemenő jel határolására diódás vágót alkalmaztunk. Ezzel a megoldással a komparátorra a megengedettnél nagyobb bemenő jel nem kerülhet. A komparátor „non-inverting” bemenetén lévő osztóval a komparálási szint optimális értékét a zajszint fölé állítjuk be.

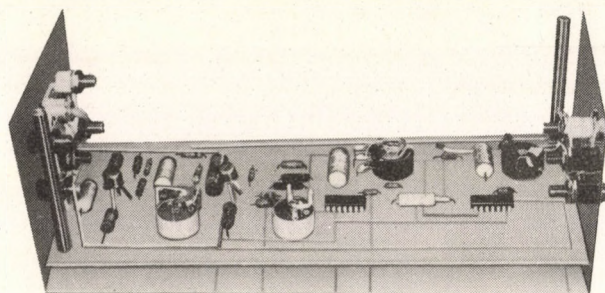
A komparátor kimenetén 4 Vpp amplitudójú, a bemenővel azonos frekvenciájú négyszögjel jelenik meg. A komparálási szinttel a kitöltési tényező szintén beállítható.

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

### Mérési tapasztalatok

Az érzékelővel, néhány kisebb hibától eltekintve, a várt eredményeket kaptuk. A hibák elsősorban mechanikai jellegűek voltak, és a jeltároló-henger tengelyének excentricitásából, ezenkívül a henger és a fej közötti rés beállításából adódtak. A jeltároló-hengerre való jelfelvétel is sok nehézséggel jár. A fázishibát nehéz volt elkerülni, ez is tulajdonképpen mechanikus hibára vezethető vissza, de a felvételhez használt generátor frekvenciájának megfelelő pontos beállításával a fázishibát kiküszöböltük. Természetesen ez a generátor célszerű átalakításával vált lehetségessé. A jelrögzítés automati-

zálásával a jeltároló-henger felvétel alatti többszöri körülfordulását megakadályoztuk, és az így létrejövő hibát megelőztük.



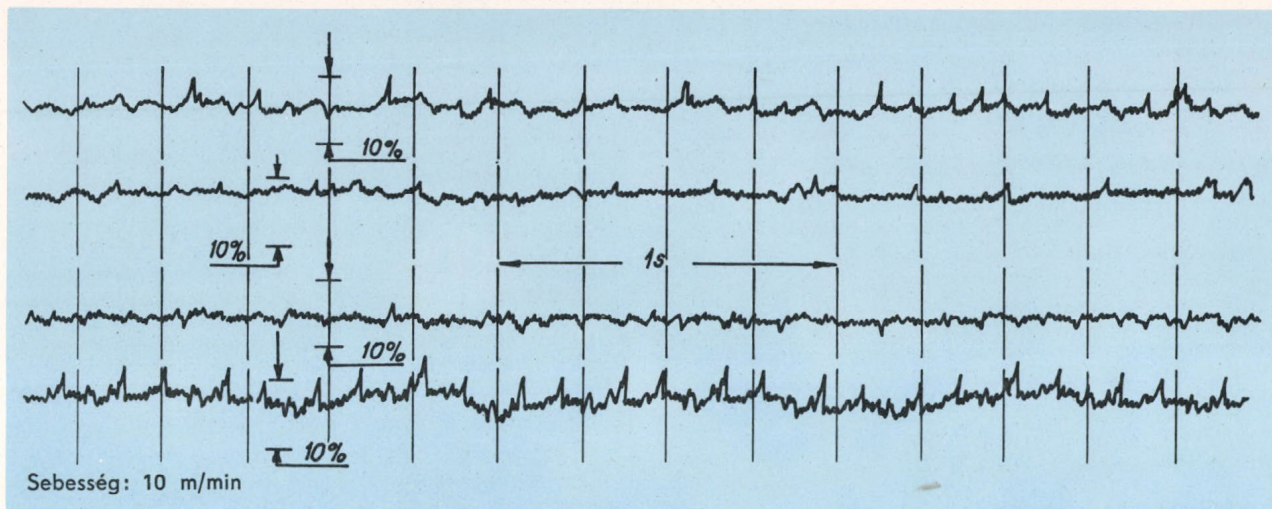
15. ábra. Az elektronika fényképe

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

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

Tapasztalataink és mérési eredményeink egyébként azt igazolták, hogy a mérés bizonytalansága a fordulatszám abszolút értékének mérésekor kisebb mint  $\pm 3\%$ . Ez az érték 5...30 m/min sebesség, illetve 300 Hz...1,8 kHz frekvenciatartományban érvényes. Differenciális méréseknél a mérés bizonytalansága



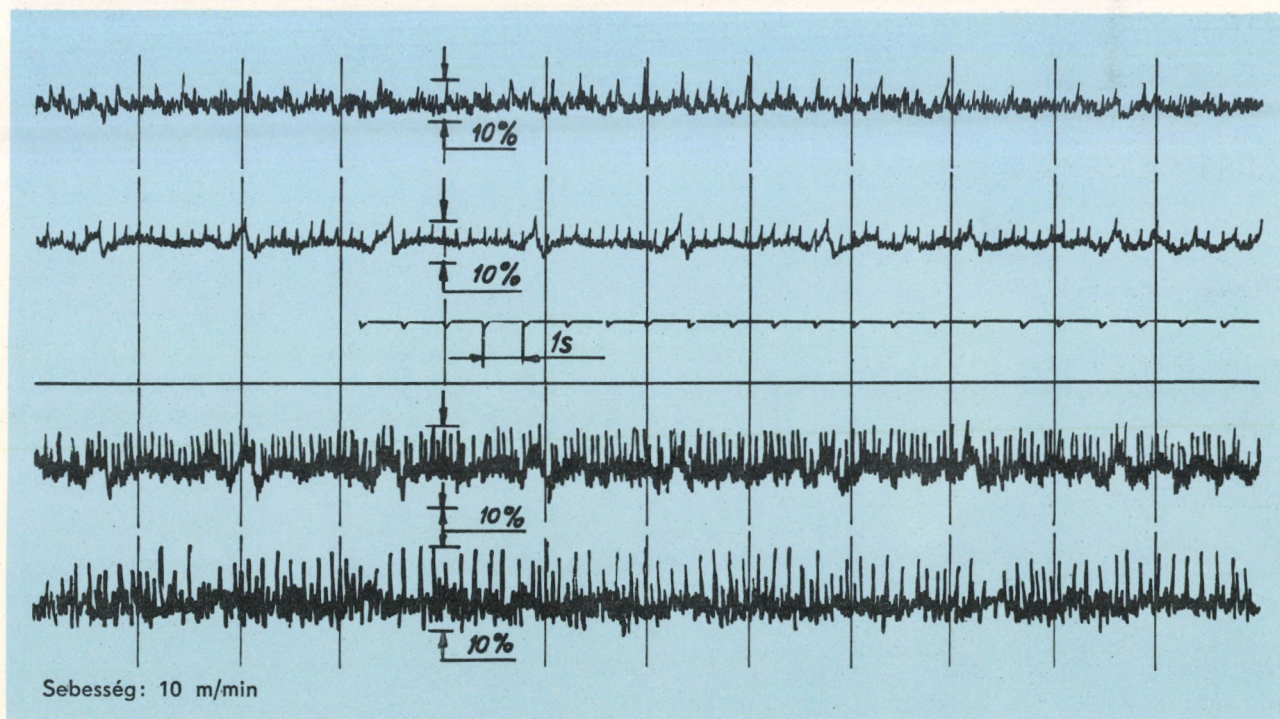


16. ábra. Négymérőhelyes vizsgálat diagramja

kisebb mint  $\pm 0,5\%$ . Az érzékelő mechanikai túréseinek szigorú megtartásával a fenti pontossági értékek javíthatók. A frekvenciamérő rendszer időállandója határozza meg jórészt az érzékenységet. Különösen vonatkozik ez gyors változások kimutatására. Bizonyos mértékig ez az időállandó változtatható, és optimális értékre beállítható.

#### Alkalmazási terület

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



17. ábra. Négymérőhelyes vizsgálat diagramja



Szabályozható az anyag haladási sebessége a hajtómotor fordulatszámának változtatásával. Beállítható egy meghatározott nagyságú slip, így az anyag feszítettsége is. Több meghajtómotor fordulatszámának egyidejű szabályozása is megvalósítható.

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

## Irodalom

- Greif, H.: Fényvillamos érzékelők alkalmazása az automatikában. *Műszaki Könyvkiadó*, 1969.
- Frolov, L. B.: Forgatónyomaték-mérés. *Műszaki Könyvkiadó*, 1970.
- Katisz, G. P.: Korszerű áramlásmérők. *Műszaki Könyvkiadó*, 1967.
- Nelting, H.—Thiele, G.: Elektronisches Messen nichtelektrischer Größen. *Philips Technische Bibliothek*, 1966.
- Anders, R.: Halbleiter Messtechnik. *Akad. Verlag Berlin*, 1969.
- Telkes B.: Tranzisztoros egyenfeszültség erősítők a mérés- és automatikában és az automatikában. *Műszaki Könyvkiadó*, 1970.

Szentirmai Endre



# MŰSZER-ÉS IRODAGÉPÉRTÉKESÍTŐ VÁLLALAT

Budapest VI., Népköztársaság utja 2.  
Telefon: 117-090 TLX: 3519

### 1. sz. Műszerszaküzlet

Bp. VI., Népköztársaság u. 2. \* Tel.: 314-575  
Automatika elemek, hőtechnikai, geodéziai és laboratóriumi műszerek, mennyiségmérők, gázelemzők.

### 2. sz. Műszerszaküzlet

Bp. VII., Majakovszkij u. 59. \* Tel.: 220-659  
Villamos és elektronikus műszerek.

### 3. sz. Műszerszaküzlet

Bp. VII., Tanács krt. 9. \* Tel.: 226-658  
Mechanikai mérőműszerek, manométerek, meteorológiai műszerek.

### Irodagép szaküzlet

Bp. VI., Népköztársaság u. 2. \* Tel.: 111-021  
Használt és új írógépek, pénztárgépek, könyvelőgépek, sokszorosító- és egyéb irodagépek.

### Irodagép bemutatóterem

Bp. VI., Népköztársaság u. 38. \* Tel.: 125-530  
Könyvelőgépek, sokszorosítógépek. Ügyvitelgépesítési ügyekben szaktanácsadás.

### Vevőszolgálati osztály

Bp. XIII., Országbíró u. 44-46.  
Tel.: 201-130, 202-448

Szaküzleteinkben hazai és import műszerek, automatikák és irodagépek vásárolhatók

Vevőszolgálatunk és szakosztályaink díjtalan műszaki szaktanácsadással állnak rendelkezésre



## Nyomatékmérés érintésnélküli jelátvitellel

A Csepel Vas- és Fémművek Minőségellenőrző és Anyagvizsgáló Intézete megbízta a Mérés-szolgáltató Osztályt, hogy a Csőgyárban üzemelő, varratnélküli acélsövet előállító, Pilger-féle csőnyújtóberendezés szerszámforgató tengelyén csavarónyomatékot mérjen.

A berendezés üzemeltetése során néhányszor előfordult, hogy a meghajtó motor és a Pilger-hengerek tengelye között kapcsolatot teremtő fogaskerékszekrényben („pörgőállvány”) a nyíl-fogazású fogaskerekek fogai letöredeztek.

A mérés célja annak megállapítása volt, hogy a csőnyújtás munkafolyamata alatt fellépő erők milyen dinamikus hatást gyakorolnak a henger meghajtótengelyére, illetve ennek közvetítésével a fogaskerekekre.

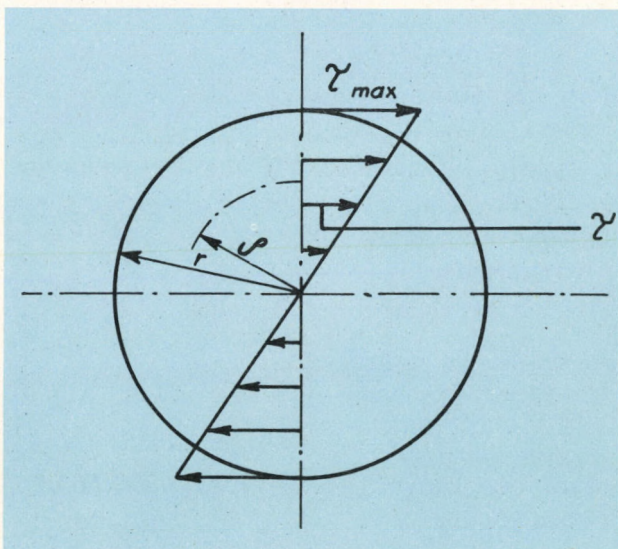
Méréstechnikai szempontból a legnagyobb problémát az okozta, hogy a nyomatékmérésnél általában használatos nyúlásmérőbéllyegek vilamos jelét nem lehetett a forgó tengelyről a hagyományos csúszógyűrűvel elvezetni. A mérendő berendezésen ugyanis olyan szabad tengelyvég, melyre pl. Hottinger gyártmányú csúszógyűrűs csatlakozót szerelhettünk volna, nem állt rendelkezésre. A vizsgálandó tengelyrészen elhelyezett, általunk konstruált csúszógyűrű alkalmazása szintén nem vezetett eredményre, mivel a tengely forgás közbeni axiális és sugárirányú játéka is kb. 10...15 mm volt. Ezt az elmozdulást a rugós keferendszer nem tudta követni, és az érintkezés bizonytalansága miatt a rendszer mérési célokra nem volt alkalmas.

Ilyen kedvezőtlen körülmények között érintésnélküli nyomatékmérő berendezést használtunk, melynek felépítését és működését a következőkben ismertetjük.

### Mechanikai elméleti alapok

Ha egy körhengert  $M$  nyomatékkal terhelünk, annak minden keresztmetszetében

$$\tau = \frac{M_t}{I_p} \rho$$



1. ábra. Feszültségeloszlás a nyomatékkal terhelt körhenger keresztmetszetében



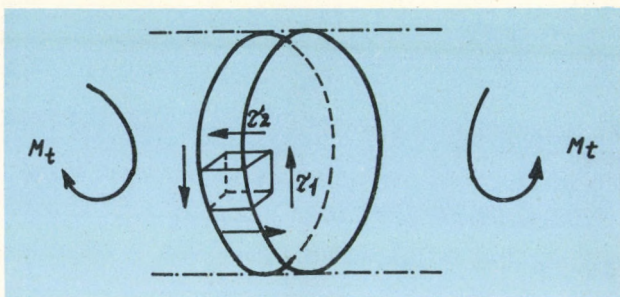
nagyságú csúsztatófeszültség ébred (1. ábra). A képletben  $I_p$  a poláris keresztmetszeti tényező,  $\rho$  a polárkoordináta sugárváltozója.

A maximális feszültség a kerületi ponton mérhető, képlete

$$\tau_{\max} = \frac{M_t}{I_p} r.$$

A nyomatékkal terhelt körhenger feszültség-állapotának meghatározásához a palást egy adott pontján elhatárolt elemi kockát vizsgálunk. Célunk a Mohr-féle kör megszerkesztése, melyhez két egymásra merőleges sík feszültségviszonyainak ismerete szükséges.

Ha a kockát úgy képzeljük el, hogy annak négy éle alkotóirányú, négy pedig sugárirányú legyen, akkor a keresztmetszetek síkjába és az átmérősíkokba eső lapokon csak tiszta nyírófeszültségek ébrednek. Ezekben a lapokon tehát a feszültség:  $\sigma = 0$  (2. ábra).



2. ábra. Feszültségek az egységkockán

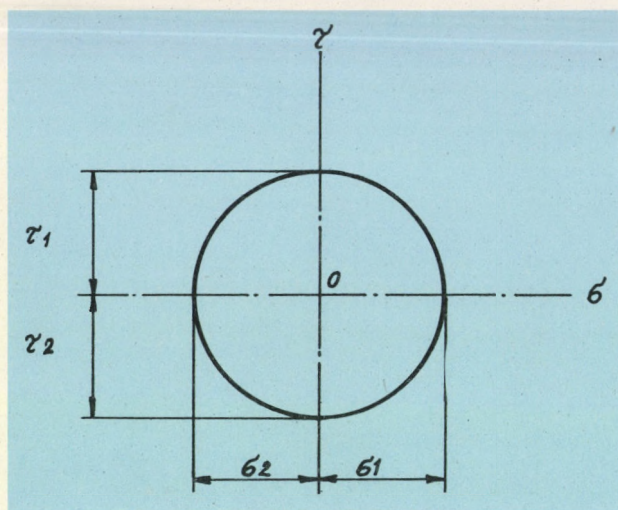
Így rendelkezésünkre állanak a  $\tau = \tau_1$ ,  $\sigma = 0$  és  $\tau = \tau_2$ , illetve  $\sigma = 0$  értékpárok, melyek a Mohr-kör átmérős pontjait adják (3. ábra).

A Mohr-kör a tengelyen kimetszi a  $\sigma_1$  húzó és nyomó főfeszültségeket, melyek egymással egyenlőek. A 3. ábra alapján megállapítható, hogy a főfeszültségi síkok  $45^\circ$  alatt metszik a  $\tau_1$  és  $\tau_2$  síkját.

Ha a vizsgálatot a hengerpalást több pontján elvégezzük, és megrajzoljuk a  $\sigma$  főfeszültségek nyomvonalát,  $45^\circ$  alatt hajló csavarvonalat kapunk (4. ábra).

A következőkben vizsgáljuk meg az egységkockán egyirányú igénybevétel esetén fellépő nyúlást (5. ábra).

Ha az igénybevétel csak 1 irányú, a nyúlás 1 irányban  $\sigma_1/E$ , 2 és 3 irányban  $\mu\sigma_1/E$ , ahol  $\mu$



3. ábra. A Mohr-kör

a Poisson-tényező,  $E$  pedig a rugalmassági modulusz.

Ha az igénybevétel csak 2 irányú, a nyúlás 2 irányban  $\sigma_2/E$ , 1 és 3 irányban  $-\mu\sigma_2/E$ .

Hasonlóképpen 3 irányú igénybevétel esetén

$$\varepsilon_3 = \frac{\sigma_3}{E}$$

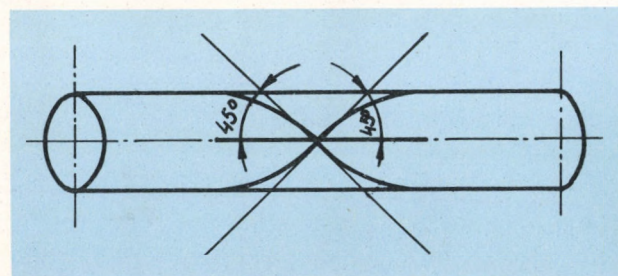
és  $\varepsilon_1 = -\mu\sigma_3/E$ , valamint  $\varepsilon_2 = -\mu\sigma_3/E$ , ahol  $\varepsilon_1$ ,  $\varepsilon_2$  és  $\varepsilon_3$  sorra az 1, 2, illetve 3 irányú igénybevétel esetén fellépő nyúlások.

Egyidőben fellépő háromirányú igénybevétel esetén, a szuperpozíció elvét alkalmazva, az egyes irányokban mért nyúlások a következők:

$$\varepsilon_1 = \frac{\sigma_1}{E} - \frac{\mu\sigma_2}{E} - \frac{\mu\sigma_3}{E},$$

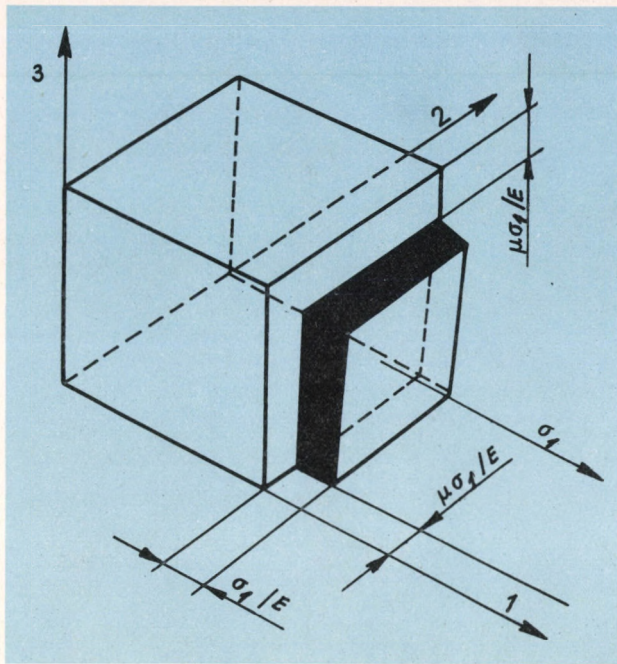
$$\varepsilon_2 = \frac{\sigma_2}{E} - \frac{\mu\sigma_3}{E} - \frac{\mu\sigma_1}{E},$$

$$\varepsilon_3 = \frac{\sigma_3}{E} - \frac{\mu\sigma_1}{E} - \frac{\mu\sigma_2}{E}.$$



4. ábra. A  $\sigma$  főfeszültségek nyomvonalai





5. ábra. Az egységkocka nyúlásviszonyai egyirányú igénybevétel esetén

Ha a kis kocka a test felszínén fekszik (síkbeli feszültségi állapot), a fenti egyenletekben  $\sigma_3$  zérus. Így a fenti egyenletek a következő alakra egyszerűsödnek:

$$\varepsilon_1 = \frac{\sigma_1}{E} - \frac{\mu\sigma_2}{E},$$

$$\varepsilon_2 = \frac{\sigma_2}{E} - \frac{\mu\sigma_1}{E}.$$

Az eddig elmondottak igazak, ha  $\sigma_1$  és  $\sigma_2$  is azonos értékű, tehát nyomó vagy húzó feszültségek.

Visszatekintve a csavarás esetére rajzolt Mohr-féle körre, láthatjuk, hogy  $\sigma_1 = \sigma_2$ . Ennek alapján általánosítva, a következőket írhatjuk:

$$\varepsilon = \frac{\sigma(1 + \mu)}{E}, \text{ amiből}$$

$$\sigma = \frac{\varepsilon E}{1 + \mu}.$$

Ugyancsak a Mohr-féle körből következnek, hogy  $\tau = \sigma$ . Ezt felhasználva,

$$\frac{M_t}{I_p} = \frac{\varepsilon E}{1 + \mu}, \text{ átrendezve}$$

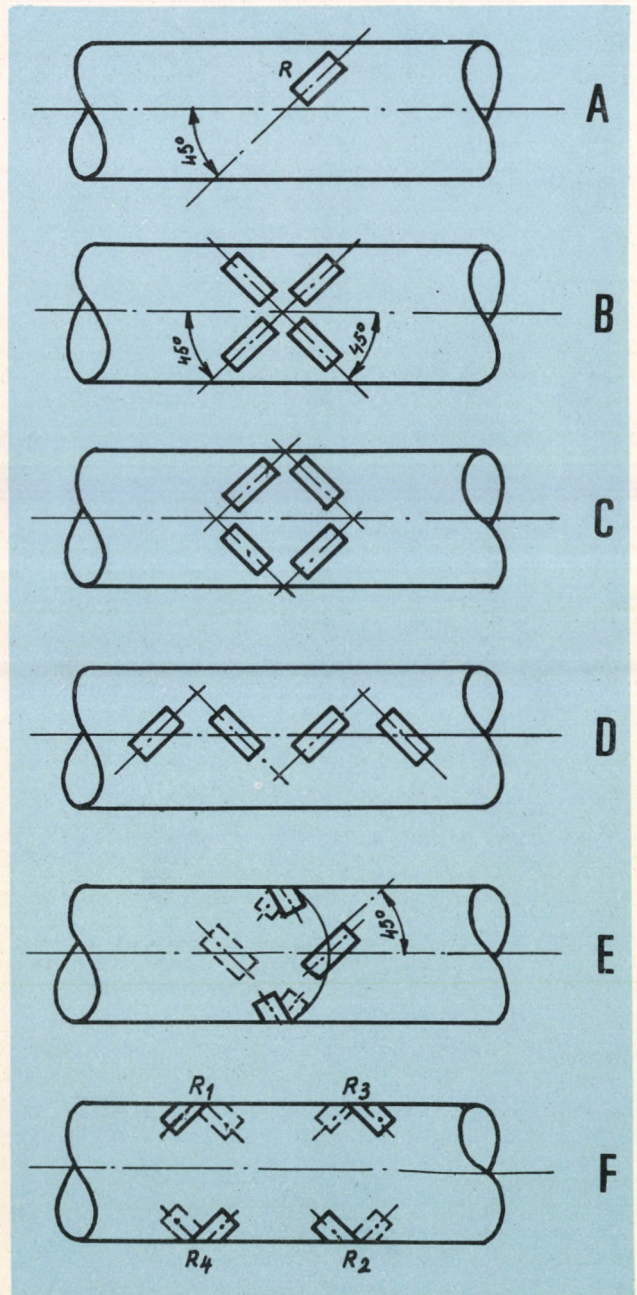
$$M_t = \frac{\varepsilon E I_p}{1 + \mu},$$

ahol  $M_t$  a rugalmassági modulusz,  
 $E$  a csavarónyomaték,

$$I_p = \frac{d^3 \pi}{16} \text{ poláris keresztmetszeti tényező,}$$

$\varepsilon$  Poisson tényező,

$\mu$  a 45°-os csavarvonal mentén mért nyúlás.



6. ábra. Nyúlásmérőbéllyegek elhelyezése nyomatókméréshez

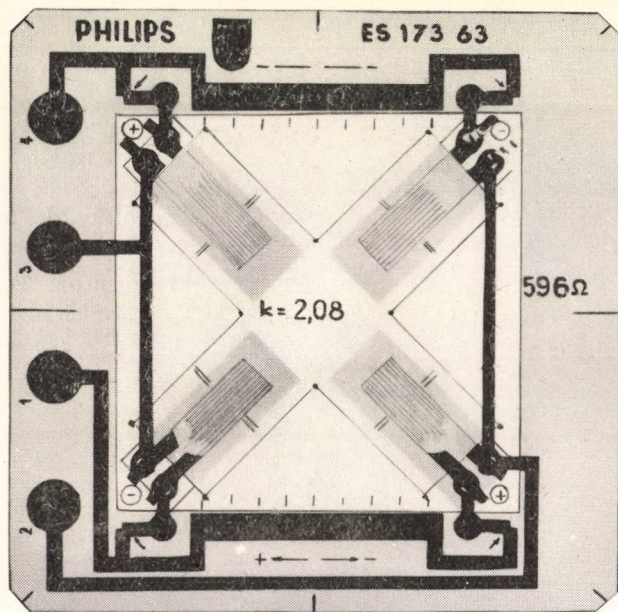


Az utóbbi összefüggés tehát megadja, miként lehet a csavarónyomatékot számítani a tengelyen mért nyúlás ismeretében. A feladat most már az, hogy a nyúlás mértékét meghatározzuk.

### Mérési elrendezés

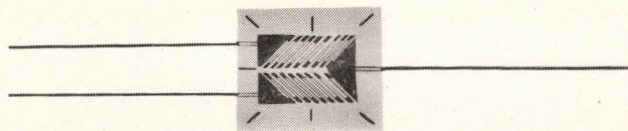
A 45°-os csavarvonal mentén történő nyúlás mérésére nyúlásmérő bélyeget alkalmaztunk. A bélyegek elhelyezésének ilyenkor leggyakrabban használt módjait a 6. ábrán láthatjuk.

A bélyegek felragasztásánál — különösen a nehezen hozzáférhető mérőhelyeken — nehéz a 45°-os szög pontos megtartása. A szögeltérés jelentős mérési hibát okozhat. A pontosabb illesztés megkönnyítésére egyes gyártó cégek nyomatókmérésre szolgáló bélyegkombinációkat



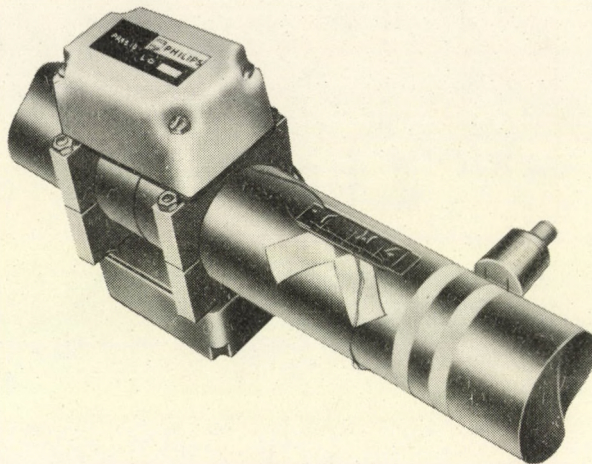
7. ábra. Philips gyártmányú nyomatókmérő bélyeg

hoztak forgalomba. Példaképpen a 7. ábrán Philips, a 8. ábrán Hottinger-Baldwin Mess-



8. ábra. Hottinger gyártmányú nyomatókmérő bélyeg

technik gyártmányú nyomatókmérő bélyegek láthatók. Jelen mérésnél a 8. ábra szerinti összeállítást használtuk fel.



9. ábra. Az érintésnélküli nyomatókmérő rendszer

### Az érintésnélküli mérőjelátviteli rendszer

A mérendő tengelyre felragasztott nyúlásmérő bélyegekből úgynevezett teljes-híd kapcsolást alakítottunk ki. A híd táplálását a forgó tengelyre rögzített oszcillátoregység biztosítja. A híd kimenő feszültsége a nyúlásváltozással arányosan változtatja az oszcillátor frekvenciáját. A frekvenciamodulált jel a tengelyen elhelyezett adótekercsről induktív csatolással jut a diszkriminátorba, melynek kimenetére kijelzőműszer vagy regisztráló csatlakoztatható.

A műszerösszeállítás leggyakrabban használt, teleses kivitelének fő részei:

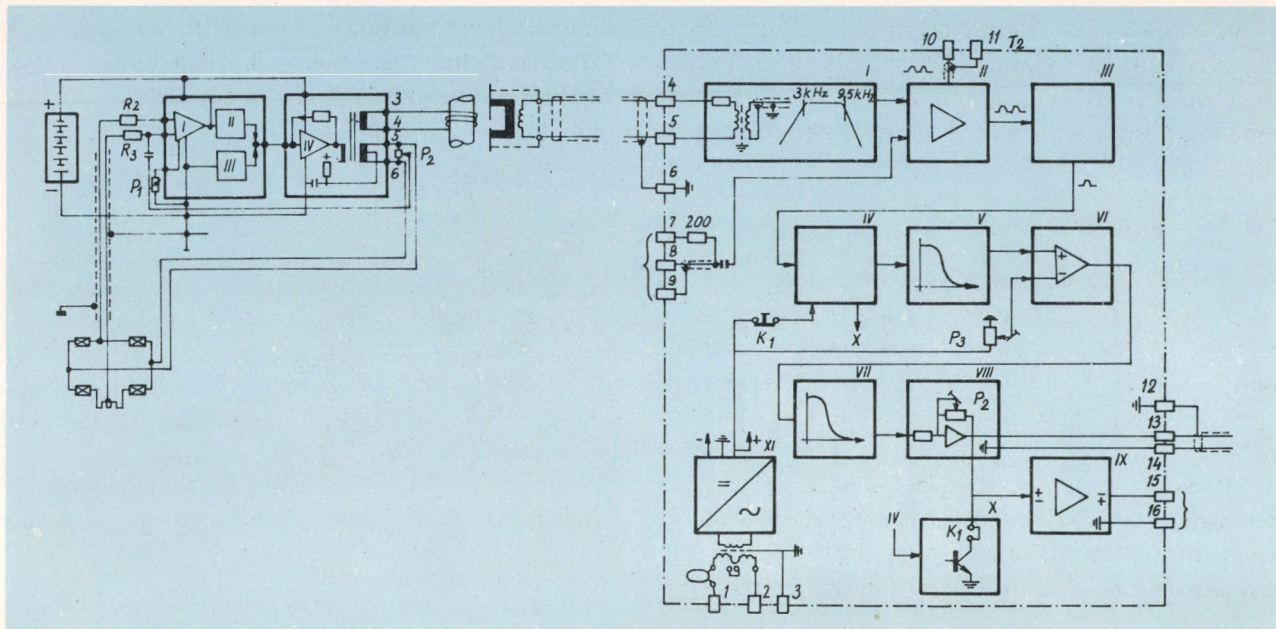
1. oszcillátor, PR 9910 típ.,
2. teletartó, PR 9912 típ.,
3. adótekercs,
4. vevőfej, PR 9913 típ.,
5. diszkriminátor, PR 9914 típ.

A 9. ábrán az összeállított mérőrendszer látható a diszkriminátor kivételével. A 10. ábrán a műszerösszeállítás villamos blokkvázlatát láthatjuk.

### 1. Oszcillátor

A nyúlásmérő bélyegekből álló hídkapcsolás kimenő jele az I. előerősítőn és a II. fázistoló





10. ábra. A műszerösszeállítás villamos blokkvázlata

áramkörön keresztül változtatja a III. rezgőkör frekvenciáját. Amennyiben a híd kimenő feszültsége nulla, az oszcillátor 1765 Hz névleges középfrekvencián rezeg. Maximális frekvenciálököt  $\pm 30\%$  ( $\Delta f_0 = \pm 2025$  Hz). Az oszcillátor egyik kimenete (3—4) az adótekercs, a másik (5—6) a híd táplálására szolgál.

A mérőrendszer durva érzékenységszabályozására a cserélhető  $R_3$  ellenállás szolgál. Finomállítás a  $P_1$  potenciométerrel történik. Szabályozási tartománya  $0 \dots 30\%$  érzékenység-növelés. Az  $R_2$  ellenállás a fázishibát javítja. Értéke azonos  $R_3$  értékével. Az ellenállások értéke a következő összefüggésből számítható:

$$R_3 = R_2 = \frac{R_B}{2} \left( \frac{CV}{R_B + R_T} - 1 \right), \text{ ahol}$$

$R_B$  a nyúlásmérőbélyegek ellenállása [ohm],

$C$  a műszerállandó (kb.  $15 \cdot 10^6$  ohm),

$R_T$  a táptranzformátor konstansa (kb. 25 ohm),

$V$   $\pm 30\%$  frekvenciálökethez szükséges híd-kimenő feszültség, 1 V híd-tápfeszültség-re vonatkoztatva [V/V].

A híd ohmos kiegyenlítése a hidágak közé kapcsolt  $5 \dots 10$  cm hosszú ellenálláshuzal leágazási pontjának eltolásával valósítható meg.

A kapacitív komponens kihangolására a  $P_2$  potenciométer szolgál. A helyes beállítás az oszcillátoregység  $T_1$  pontjához csatlakoztatott oszcilloszkópon ellenőrizhető.

Kiegyenlített állapotban az oszcillátornak a névleges 6750 Hz középfrekvencián kell rezegni. Frekvenciaellenőrzést a diszkriminátor  $T_2$  vizsgálópontján végezhetjük el.

## 2. Teleptartó

6 db ceruzaelem befogadására alkalmas. A telepek  $10 \dots 25$  h-s folyamatos üzemet biztosítanak.

## 3. Adótekercs

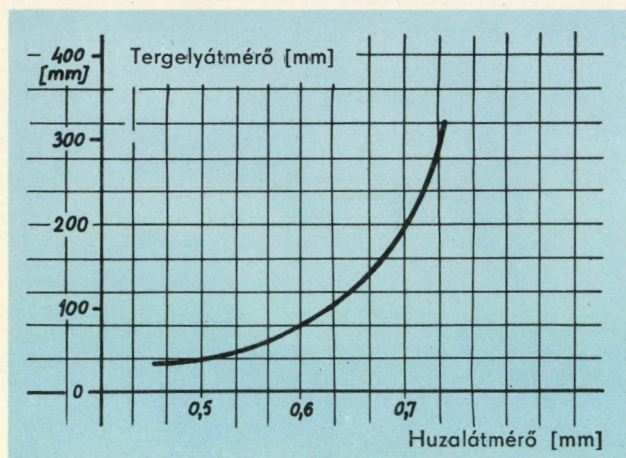
A mérendő tengelyen egyszerűen elkészíthető. Miután a tengelyre több réteg műanyagszalagot ragasztottunk, felcsévéljük a zománcszigetelésű rézhuzalt, menetet menet mellé. A szükséges  $n$  menetszám a következő összefüggésből számítható:

$$n = \sqrt{\frac{12 \cdot 300}{D}},$$

ahol  $D$  a tengelyátmérő [mm].



A huzalátmérőt a 11. ábra nomogramja segítségével határozzuk meg.



11. ábra. Nomogram az adótekercs huzalátmérőjének meghatározásához

#### 4. Vevőfej

Feladata a frekvenciamodulált mérőjel átvitele a forgó tengelyen elhelyezkedő adótekercs és a diszkriminátor között. A vevőfej elhelyezésétől figyelembe kell venni a mérendő tengely esetleges excentricitását. Ez határozza meg a minimális elhelyezési távolságot. A megengedett maximális távolságot a tengelyátmérő függvényében a 12. ábráról olvashatjuk le.

#### 5. Diszkriminátor

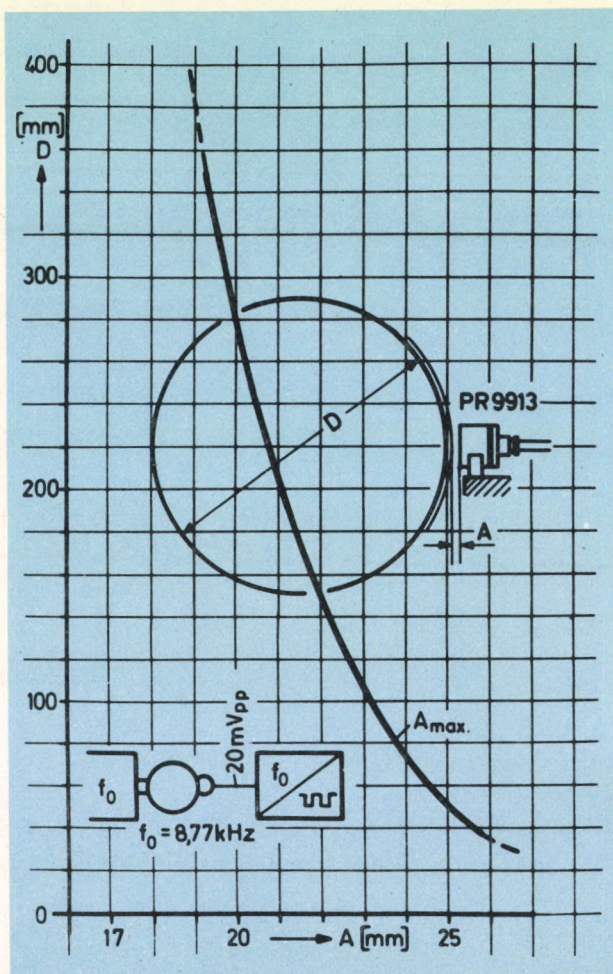
Feladata, hogy a mérőjellel arányos kimenő jelet szolgáltatson a jelző, illetve regisztráló műszerek számára. A bemenetre jutó FM modulált jel az I sávszűrőn keresztül — melynek feladata a hálózati zaj leválasztása — a II erősítőre és amplitudóhatárolóra kerül. A határoló a forgó tengelyen lévő adótekercs és az álló felvevőfej között jelátvitel folyamán létrejött káros amplitudómodulációt hatástalanná teszi.

A frekvenciakétszerező fokozat (III) az FM jel fel- és lefutásából is triggerimpulzust képez. A triggerimpulzusok a IV multivibrátort vezélik. A multivibrátor kimenő jele azonos amplitudójú és szélességű impulzusokból áll, melyek frekvenciája megegyezik a triggerimpulzusok frekvenciájával. Az V és VII elemek-

ből álló, aluláteresztő szűrő minden 3 kHz-nél nagyobb frekvenciájú jelet kiszűri, így a 6,75 kHz vivőfrekvenciát is.

A szűrőkimeneten megjelenik a multivibrátor kimenő impulzusainak egyenáramú középértéke, mely arányos az FM jel frekvenciájával. A VI műveleti erősítő segítségével ennek, és a 6,75 kHz-es középfrekvenciával analóg kompenzálófeszültségnek a különbségét képezzük. Így a műveleti erősítő kimenő jele a moduláló frekvenciával arányos egyenfeszültség lesz. A  $P_3$  potenciométerrel a kompenzáló feszültség beállítható, és ezzel a diszkriminátor nullapontja az egész mérési tartományban eltolható.

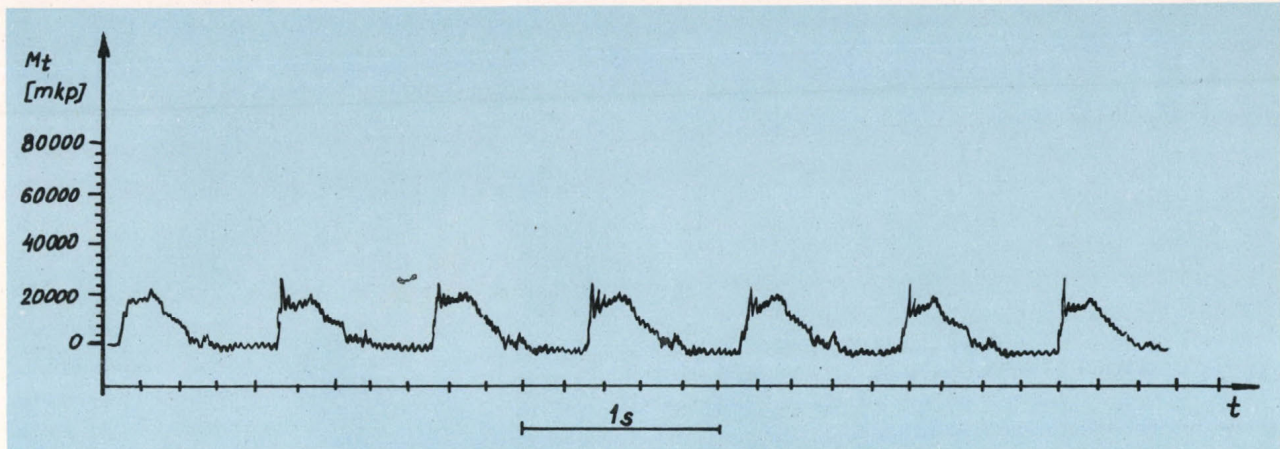
A VIII impedanciaillesztő és erősítő fokozat erősítése a  $P_2$  potenciométerrel szabályozható.



12. ábra. A vevőfej megengedett maximális távolsága a tengelytől

A  $K_1$  kapcsolóval  $+24\%$  löket hozható létre. A diszkriminátor kalibrálása úgy történik, hogy a





13. ábra. Nyomatékváltozás időfüggvénye

$K_1$  kapcsolót működtetve, a  $P_2$  potenciométerrel az áram-, illetve feszültségkimeneten 8 mA, illetve 0,8 V kitérést állítunk be (+30% maximális löket esetén az előírt kimenő jel  $\pm 10$  mA, illetve  $\pm 1$  V).

A túlterhelésre érzékeny galvanométerhurkok védelmét szolgálja az X biztonsági áramkör, mely a vivőfrekvencia kimaradása esetén a VIII erősítő kimenetét leföldeli, ezáltal a  $P_3$  potenciométer által beállított kompenzálófeszültség nem jelenik meg a kimeneten.

#### A mérőrendszer kalibrálása

Erre két lehetőség van. Egyrészt a mérendő tengelyen ismert nagyságú nyomatékot hozunk létre, pl. kar és súlyok segítségével, és az ehhez tartozó kimenő jelet tekintjük viszonyítási alapnak. Ez a módszer általában csak kis átmérőjű, szerelési szempontból könnyen hozzáférhető tengelyek esetében alkalmazható.

Minden esetben megvalósítható azonban az, hogy a kiegyenlített hidat a hídágakkal párhuzamosan kapcsolt, ismert értékű ellenállásokkal elhangoljuk. Adott  $\varepsilon$  érték leutánzásának megfelelő ellenállás értékét a következő összefüggés adja meg:

$$R_p = \frac{R_B}{4V} - R_B, \text{ ahol}$$

$R_B$  a bélyeg ellenállása [ohm],  
 $V$  a kívánt hidegelhangolás [V/V], illetve ami ennek megfelel:  $\varepsilon$  [m/m].

Mérésünknel is az utóbbi módszert használtuk.

#### Mérési eredmények

A nyomatékmérő berendezés kimenő jelét egy Hottinger-féle hurkos oszcillográfra vezettük.

A mérési eredmények jellemző példájaként a 13. ábrán a nyomatékváltozás időfüggvényének egy részlete látható. A regisztrátum nyomatéktengelyének megrajzolásánál az

$$M_t = \frac{\varepsilon E I_p}{1 + \mu} \text{ összefüggésben}$$

$E = 2,1 \cdot 10^6$  kp/cm<sup>2</sup> és  $\mu = 0,33$  értékkel számoltunk. Az  $I_p$  kiszámításánál 290 mm tengelyátmérőt vettünk figyelembe.

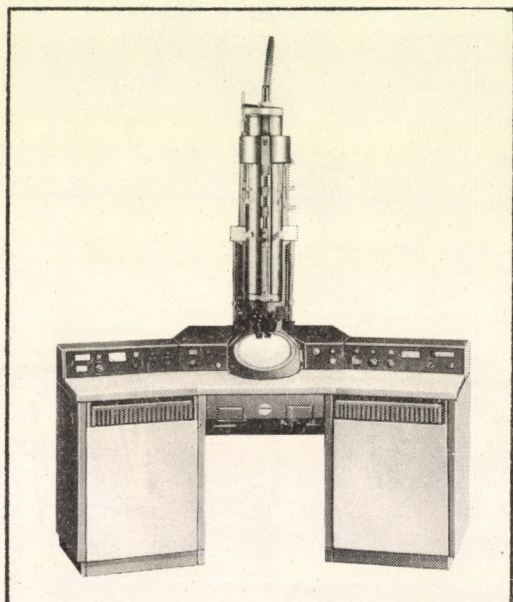
Pásztor Lajos



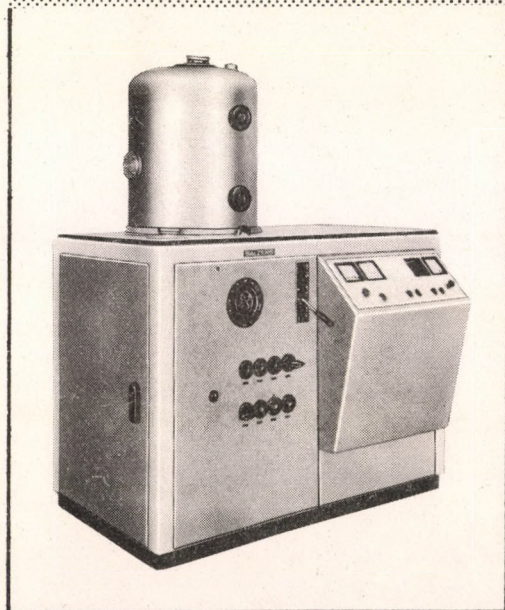
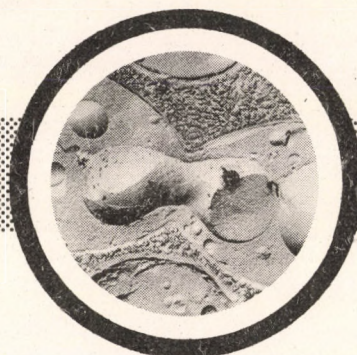
# mta

műszerügyi és mérés-technikai  
szolgálat

MÉRÉSSZOLGÁLTATÓ OSZTÁLY



## Elektronmikroszkópia

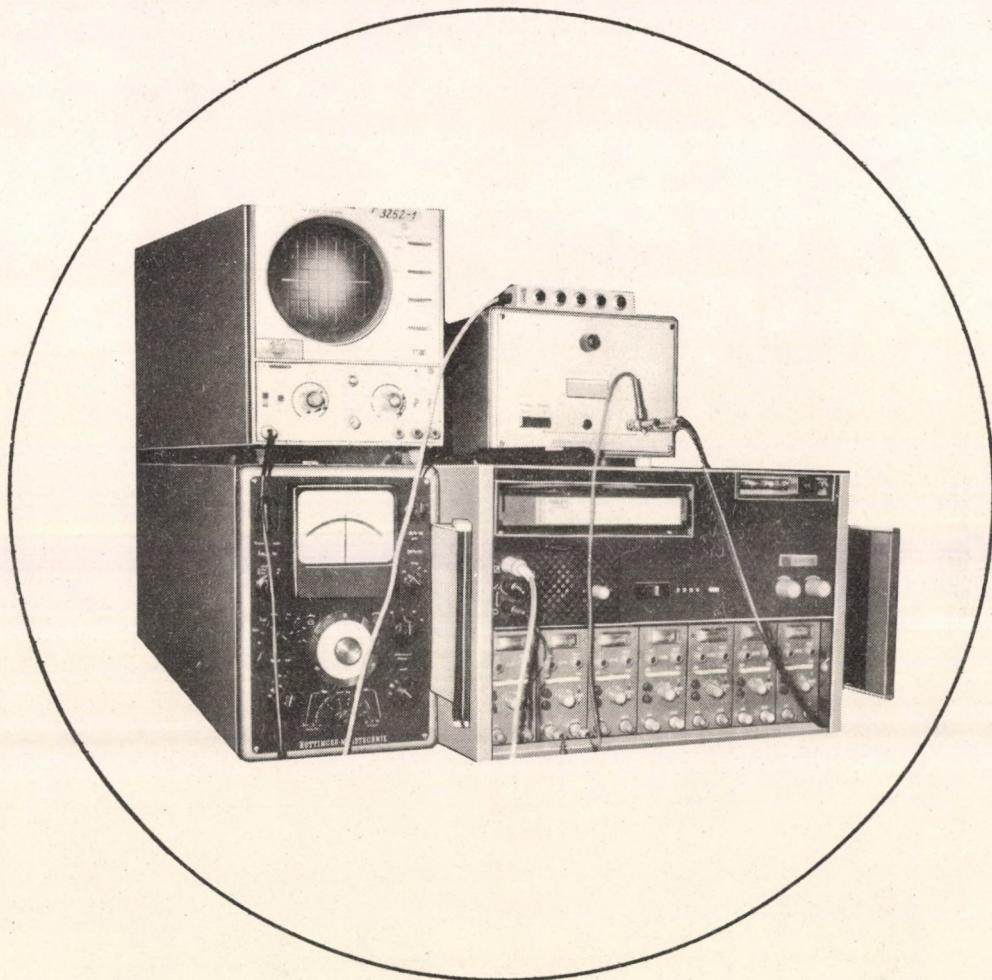


- Vákuumtechnikai előkészítés mélyhűtős mikrotommal és egyéb preparációs munkák
- Felvételezés



## Nemvillamos mennyiségek mérése villamos úton

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



## Villamos mérések Műszerszerviz és szaktanácsadás

Philips • Hottinger—Baldwin Messtechnik • Radiometer • C.Reichert cégek  
tudományos és ipari műszereivel kapcsolatban

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



# ne csak olvassa

**hanem fogadja meg tanácsunkat:**

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

**KÜLÖNLEGES FILMTECHNIKA!**

Nagysebességű filmkészítés  
Schlieren technika  
Mikrokinematográfia  
Robot automata  
Infravörös regisztrálás  
Polaroid technika

**FILMTECHNIKAI SZOLGÁLTATÁSOK**

• • Kérjen részletes tájékoztatót!



MŰSZERÜGYI ÉS MÉRÉSTECHNIKAI SZOLGÁLATA

## KUTATÓFILM

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



## Rezgésérzékelők kalibrálása elektrodinamikus rázóasztallal

A fejlődő technika egyik kísérő jelenségévé vált a különféle rezgéshatások növekedése. Mivel minden szerkezetet valamilyen intenzitású rezgéshatás ér, ezért fontos szempont ennek figyelembevétele, illetve számszerű adatokkal való meghatározása. Ehhez az szükséges, hogy a gyakorlatban előforduló rezgésviszonyokat, vagy az előre meghatározott rezgésfeltételeket egy erre a célra alkalmas rezgésgerjesztővel előállíthassuk. Rezgésgerjesztőként a feladatok megoldásánál általában hidraulikus és elektrodinamikus működési elvű rázóasztalokat alkalmaznak.

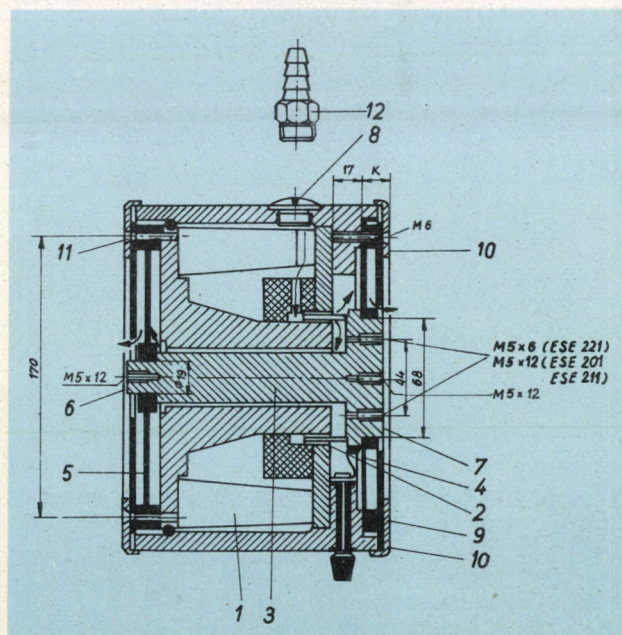
A hidraulikus rezgésgerjesztőt főleg nagy tömegű tárgyak nagy rezgésamplitudójú, kisfrekvenciás rezgésvizsgálatánál alkalmazzák. Az elektrodinamikus elven működő rázóasztalok széles frekvenciatartományban alkalmasak vizsgálatok végzésére. Leglényegesebb előnyük, hogy villamos úton szabályozhatók.

A Mérésszolgáltató Osztály Elektroakusztikai Laboratóriumában végzett vizsgálatoknál ESE 201 típusú, NDK gyártmányú elektrodinamikus rázóasztalt használunk, ezért a továbbiakban a rázóasztalok általános ismertetését e típus vonatkozásában végezzük. Az ESE 201 típusú rázóasztal metszeti képét az 1. ábrán láthatjuk.

A rázóasztal, szerkezeti felépítését illetően, lényegében egy lengő tömegeből áll, amelyet mindkét végén bakelit membrán rugókkal rögzítenek az öntöttvas házhoz. A lengő tömegben

lévő szerelvényen van elhelyezve az ún. lengő tekercs, amely egy ALNICO állandó mágnes légrésében helyezkedik el. A tekercsen átfolyó váltakozóáram hatására a lengő tömeg rezgőmozgást végez.

A vizsgálati tárgyat a lengő tömeg felfogó asztalként kiképzett felületeire szerelhetjük. A



1. ábra. Az ESE 201 típusú rázóasztal metszeti képe  
1 ALNICO állandó mágnes; 2 lengőtekercs; 3 lengő tömeg; 4, 5 membrán-rugó; 6 szerelőperem; 7 rázóasztallap; 8 léghűtőnyílás zárócsavar; 9 porvédő zárólemez; 10 zárólemez; 11 csavar; 12 léghűtés csöcsönk

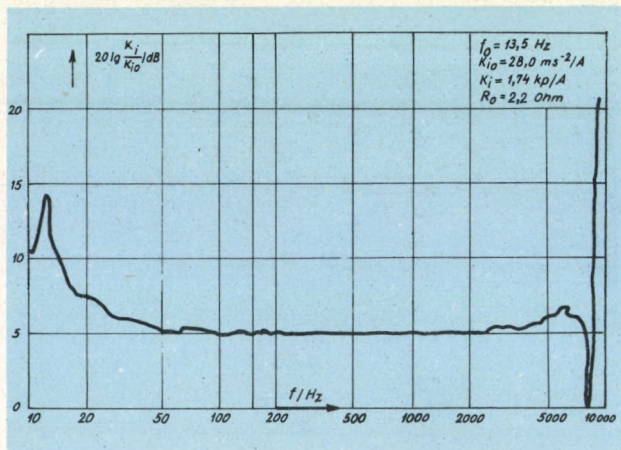


rázóasztal léghűtése tartós, nagy teljesítményű üzemeltetést tesz lehetővé.

Az ESE 201 típ. rázóasztal főbb jellemzői:

Max. rezgésamplitúdó:	
horizontális irányban	$\pm 5$ mm
vertikális irányban	$\pm 3,5$ mm
Max. rezgésgyorsulás	$300$ m/s <sup>2</sup>
Max. szinuszos erő	$20$ kp
Önleghésszám	$13,5$ Hz
Frekvenciatartomány	$5 \dots 9000$ Hz
A megengedett legnagyobb statikus terhelő tömeg:	
horizontális irányban	$1,5$ kg
vertikális irányban	$0,3$ kg
Lengő rész tömege	$610$ g
Felfogólap átmérője	$68$ mm
Rázóasztal teljes tömege	$28$ kg.

A rázóasztal elektromechanikus jellegéből következően frekvenciafüggő viselkedést mutat (2. ábra).



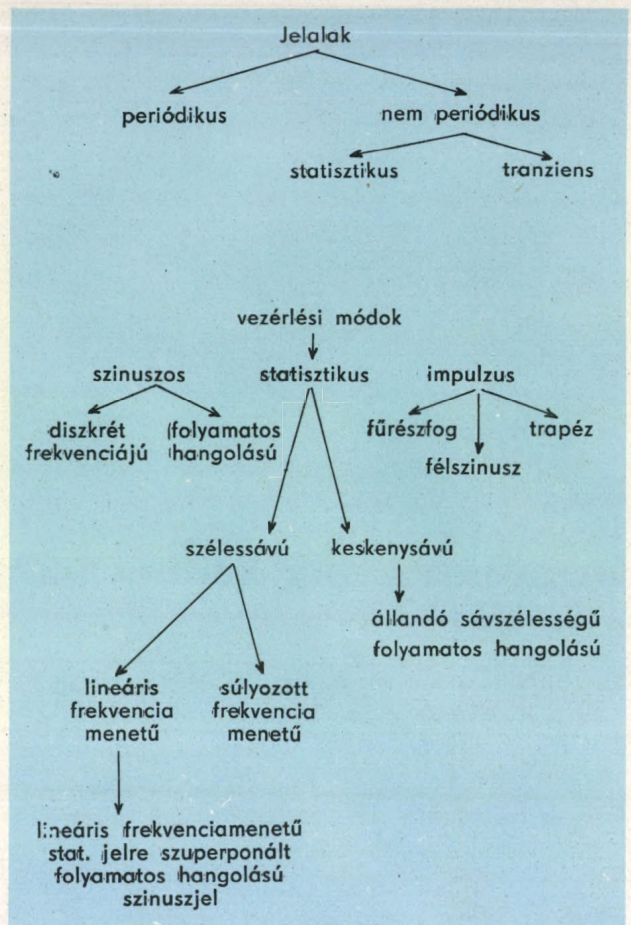
2. ábra. A rázóasztal frekvenciaátviteli görbéje

A frekvenciamenet korrekciójára a vezérlési mód megfelelő megválasztása ad lehetőséget.

### Rázóasztalok különféle vezérlési lehetőségei

A rendelkezésre álló korszerű vezérlési módok segítségével egy rázóasztalon rezgésgyorsulásra, rezgésebbségre, vagy rezgéselmozdulásra vonatkozó vizsgálatokat végezhetünk. A rezgésfeladatok optimális teljesítéséhez a 3. ábrán látható séma szerinti meghajtó jelalakokat és vezérlési módokat választhatjuk.

A rázóasztalos mérés technikai módszerrel a következő feladatokat oldhatjuk meg:



3. ábra. Meghajtó jelalakok és vezérlési módok a rezgésfeladatok optimális teljesítéséhez

szerkezetvizsgálat,  
anyagvizsgálat,  
rezgésérzékelők kalibrálása.

A szerkezetvizsgálatok végzésekor a célnak legmegfelelőbb vezérlési mód választásával megvizsgálhatjuk egy adott szerkezetnek vagy modelljének rezonanciáit, csillapítási tényezőit. De elvégezhetjük a szerkezet fárasztási (élettartam) vizsgálatát is. (Pl. elektromechanikus alkatrészek, szerelt nyomtatott áramkörök vizsgálata.)

Az anyagvizsgálatnál lehetőség van a dinamikus anyagjellemző meghatározására. Így módunk van pl. a hajlékony lemezek dinamikus rugalmassági modulusának, veszteségi tényezőjének a megállapítására. A tömeg-rugó rendszerekkel modellezett vizsgálatok révén kimérhetjük különböző lágyrugózású rezgéscsökkentő anyagok frekvenciakarakterisztikáját, csillapító hatását stb.



E cikkben azonban csak a rezgésérzékelők elektrodinamikus rázóasztallal történő kalibrálásának néhány gyakorlati módszerével fogunk foglalkozni.

Az ismertetésre kerülő mérési eljárásokat az *Építéstudományi Intézet* megbízásának keretén belül dolgoztuk ki. A mérési feladatokat két azonos típusú, de különböző sorozatszámú *Vibrométer* rezgésmérő műszerekre vonatkozóan végeztük el. A műszerekhez egy *BWH 301* típusú félvezető nyúlásmérőbélyeges mérőátalakító tartozott. Mivel a mérési feladatok mindkét kalibrálandó műszer vonatkozásában eltérőek voltak, a feladatok megoldásához legjobban illeszkedő méréstechnikai módszereket kellett kidolgoznunk.

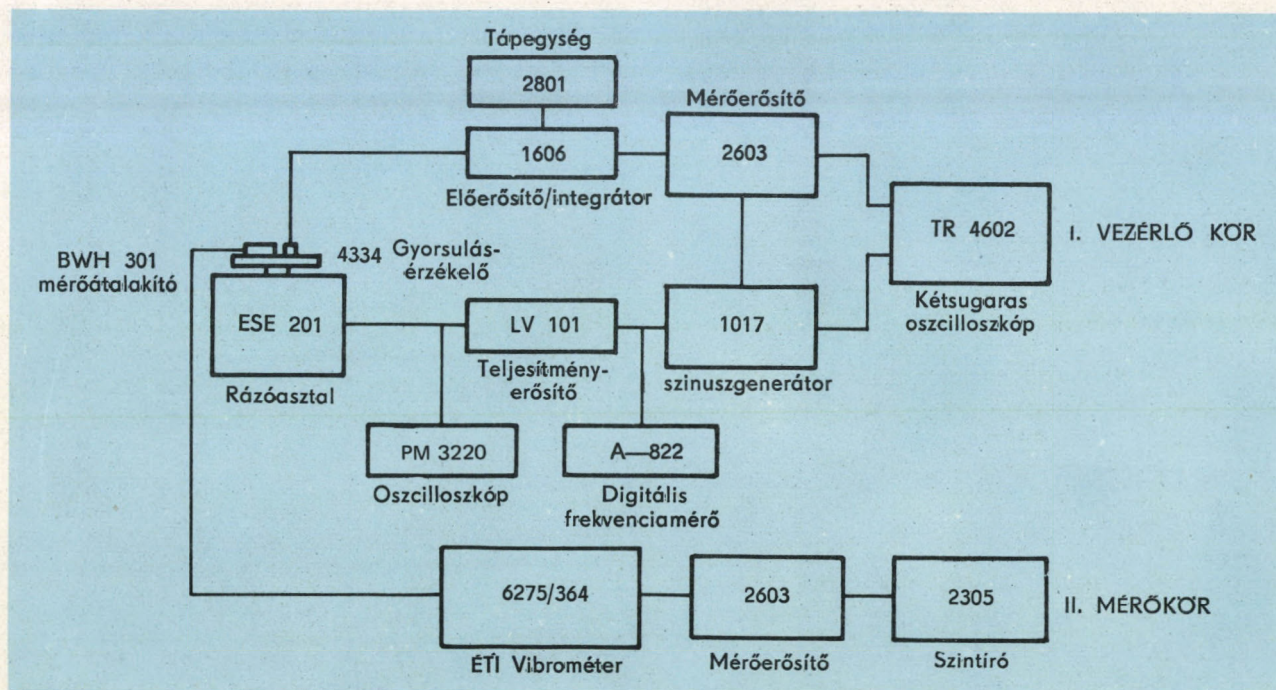
Esetünkben egyrészt a rezgésmérő műszer által mért gyorsulás-, sebesség- és elmozdulásértékek frekvenciafüggőségének, másrészt pedig egy diszkrét frekvenciánál beállított rezgés-gyorsulás-, rezgésebesség- és rezgéselmozdulásértékek meghatározása volt a feladat.

A *Vibrométer* műszer frekvenciamenet meghatározásához célszerűnek látszott egy olyan mérőmódszer kidolgozása, melynek segítségével a frekvenciamenet regisztrálható is. E módszer a következő.

## A frekvenciamenet automatikus felvétele

A mérés blokkvázlatát a 4. ábra szemlélteti. Jelforrásként az alacsony frekvenciás, 1017 típusú szinuszelgenerátort alkalmaztuk. A generátor feszültségkimenetét az LV 101 típusú teljesítménymérőn keresztül csatlakoztattuk az ESE 201 típusú rázóasztal lengőtekercséhez.

A rázóasztal felfogó lapjára méhviaszos ragasztással felerősítettük a vizsgálandó BWH 301/283 típusú félvezető nyúlásmérőbélyeges mérőátalakítót, valamint a vezérlő-mérőkörhöz csatlakoztatott 4334 típusú piezoelektromos gyorsulásérzékelőt. A vezérlőkör a 4334 típusú gyorsulásérzékelőből, az 1606 típusú előerősítőtől és a 2603 típusú mérőerősítőtől állt. Tulajdonképpen ez utóbbi képezi a mérőkört is, mivel a mérőerősítő mutatószámát olvastuk le a rázóasztal vezérlési szintjét is. A mérőerősítő kimenetét az 1017 típusú szinuszelgenerátor kompresszor-bemenetéhez csatlakoztattuk. A mérés, ill. automatikus hangolás alatt manuálisan választottuk ki az adott frekvenciasávhoz a legmegfelelőbb szabályozási időállandót. A generátor automatikus hangolását a 2305 típusú szintíró tengelycsonkjáról vezéreltük. A hangolási sebességet 1,2 oktáv/min értékűre választottuk. A szintíró



4. ábra. A BWH 301 + ETI Vibrométer hitelesítésénél alkalmazott mérési elrendezés



papírsebességét (0,3 mm/s) a hangolási sebességgel szinkronizáltuk. Így a logaritmikus léptékű frekvenciahangolás megegyezett a regisztrálópapír logaritmikus beosztásával.

A BWH 301/283 mérőátalakítóból és a *Vibrométer* műszerből álló rezgésmérő rendszer kimenetét a 2603 típ. mérőerősítőbe csatlakoztattuk. A mérőerősítő bemeneti impedanciája 2,2 Mohm // 30 pF.

A mérőerősítővel felerősített jelet a 2305 típ. szintiróba vezettük. Az ily módon kialakított mérőrendszer lehetővé tette a bemérendő műszer frekvenciamenetének automatikus felvételét, konstans gyorsulás-, sebesség-, illetve elmozdulásvezérlés mellett.

A mérés folyamán csúcserőtekeket regisztráltunk, illetve olvastunk le a mérőműszerről.

### A mérőrendszer kalibrálása

Az alkalmazott piezo-mérőátalakító a rezgés-gyorsulással arányos feszültséget szolgáltat, következésképpen a vezérlő-mérőkört rezgés-gyorsulásszintre kalibráltuk. Ez a következő módon történt.

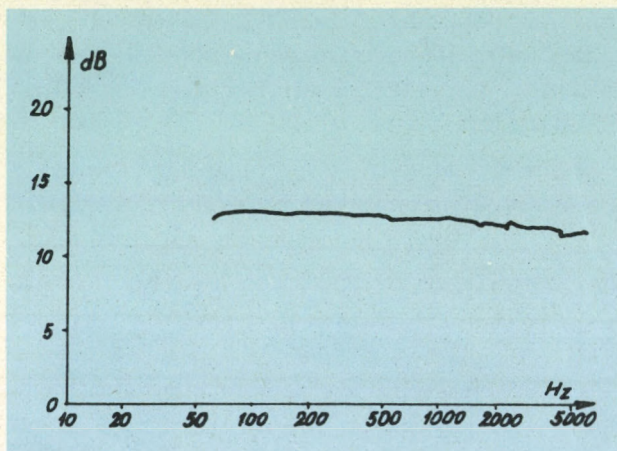
Az 1606 típ. műszer beépített hitelesítő rázóasztalkával rendelkezik; így a 4334 típ. gyorsulásérzékelőt a rázóasztalkára erősítettük, majd az asztalt 50 Hz-nél 1 g rezgés-gyorsulásszintre gerjesztettük. Az előerősítő rendszer erősítését úgy szabályoztuk, hogy

$$1g_{csúcs} = 9,81m/s^2 \div 981 mV_{csúcs}$$

Ez a szintválasztás előnyös a vezérlési szintek beállításánál, mivel így pl. 10 m/s<sup>2</sup> gyorsulásnak 1000 mV feszültség felel meg. Továbbá, az 1000 mV-hoz tartozó dB-értéket 120 dB-nek választottuk, így tehát az alapszint:

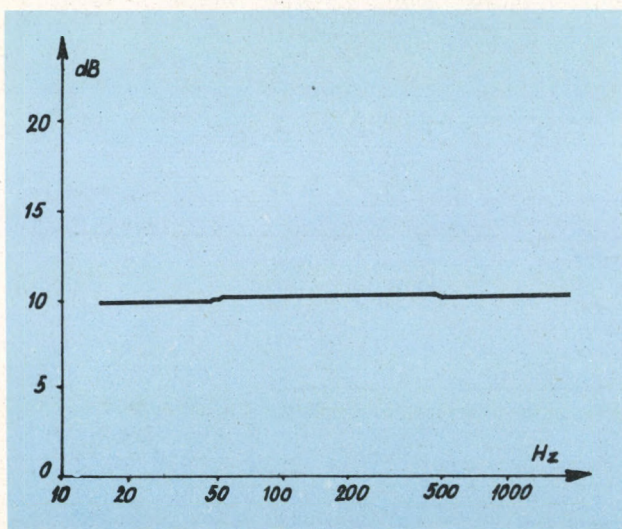
$$0 \text{ dB} = 10^{-6} \text{ V}$$

A választott gravitációs gyorsulásszintnek megfelelő feszültség szint alapján az előerősítő

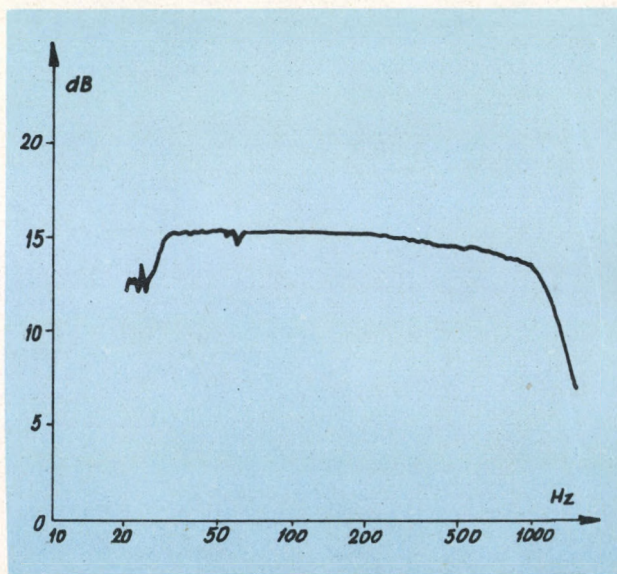


6. ábra. A rázóasztal 0,025 m/s konstans sebesség mellett kapott átviteli görbéje

egyszeres, illetve kétszeres integráló áramkörnek adott tulajdonságai a továbbiakban meg-

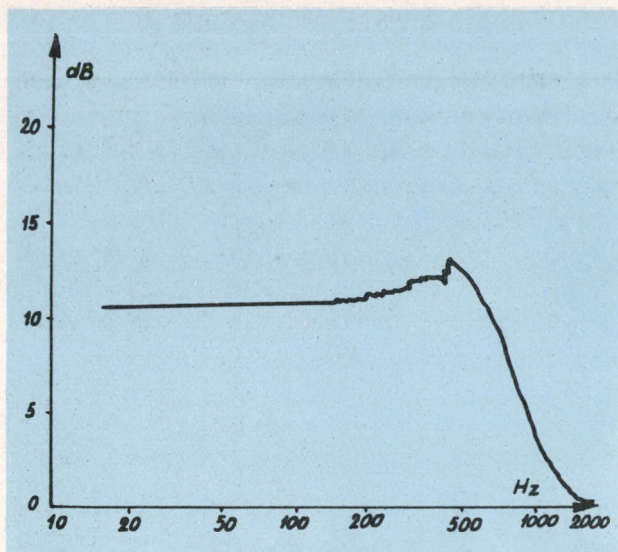


5. ábra. A 10 m/s<sup>2</sup> konstans gyorsulás mellett kapott görbe



7. ábra. A 0,0001 m konstans elmozdulás mellett nyert átviteli görbe





8. ábra. A rázóasztal frekvenciamenete  $10 \text{ m/s}^2$  konstans gyorsulás mellett

tárazzák az adott rezgéssebesség, illetve rezgéselmozdulásnak megfelelő feszültségértékeket.

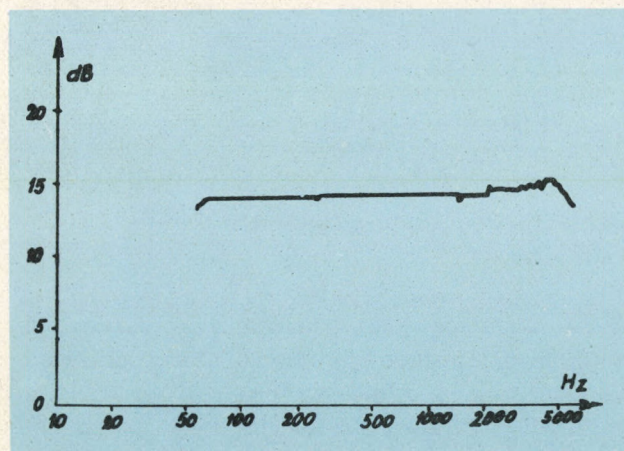
Így tehát rezgéssebességszint ellenőrzésekor, 3 Hz-re választott alsó határfrekvencia esetén

$$1 \text{ m/s} \div 1000 \text{ mV},$$

továbbá — a rezgéselmozdulásszint ellenőrzésekor — 3 Hz alsó határfrekvencia esetén

$$0,1 \text{ m} \div 1000 \text{ mV}.$$

Az előzetesen végzett rezgésszint kalibrálások alapján beállítottuk az egyes rezgésmódokhoz tartozó vezérlési értékeket, amelyek a következők:

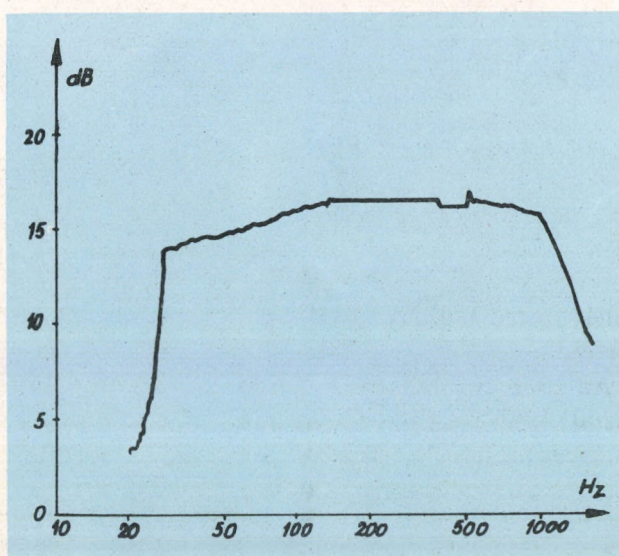


9. ábra. A BWH 301 + ÉTI Vibrométer átviteli karakterisztikája  $0,025 \text{ m/s}$  konstans sebesség mellett

Gyorsulás:	
vezérlés	$10 \text{ m/s}^2$
frekvenciatartomány	$15 \dots 2000 \text{ Hz}$
Sebesség:	
vezérlés	$0,025 \text{ m/s}$
frekvenciatartomány	$6 \dots 600 \text{ Hz}$
Elmozdulás:	
vezérlés	$0,0001 \text{ m}$
frekvenciatartomány	$3 \dots 100 \text{ Hz}$

A vezérlések linearitásának ellenőrzésére, ill. figyelembevételre végett regisztráltuk a vezérlési szintek frekvenciafüggőségét is; ezeket az 5., 6. és 7. ábrán mutatjuk be.

A „BWH 301 + VIBROMÉTER” gyorsulás-, sebesség, illetve elmozdulás-frekvenciamenetét, a 8., 9. és 10. ábrán láthatjuk.



10. ábra. A BWH 301 + ÉTI Vibrométer átviteli karakterisztikája  $0,0001 \text{ m}$  konstans elmozdulás mellett

### Diszkrét frekvenciájú rezgésszint kalibrálás

Az előzetesen már meghatározott rezgésszint/feszültség szint alapján 20 Hz-es diszkrét frek-

1. táblázat

#### Rezgésszint értékek

Mért jellemző	Vezérlés	A Vibrométer mutatós műszeréről leolvasott értékek	
		mérés-határ	kijelzés
Gyorsulás	$10 \text{ m/s}^2$	$10 \text{ ms}^{-2}$	$8,5 \text{ m/s}^2$
Sebesség	$0,025 \text{ m/s}$	$30 \text{ mms}^{-1}$	$13,3 \text{ mm/s}$
Elmozdulás	$0,0001 \text{ m}$	$0,1 \text{ mm}$	$0,077 \text{ mm}$



venciájú jellel is elvégeztük a rezgésmérő rendszer kalibrálását. Ezúttal azonban a rezgésmérő műszerről olvastuk le a kijelzett rezgésszint értékeket. Az eredményeket az 1. táblázatban foglaltuk össze.

### Mérési hiba

Ez az alábbiakban felsorolt műszerek hibáiból tevődik össze.

4334 típ. gyorsulásérzékelő:	
frekvenciamenet hibája	0,2 dB
1606 típ. hitelesítő eszköz:	
hitelesítő jel hibája	0,5 dB
frekvenciamenet lineáritási hibája	0,5 dB
2603 típ. mérőerősítő:	
frekvenciamenet hibája	0,5 dB
2305 típ. szintíró:	
frekvenciamenet hibája	0,5 dB
25 dB-es dinamika-potenciométer hibája	0,2 dB
írási feloldóképesség hibája	0,25 dB

A mérési hiba a

$$h = \sqrt{a^2 + b^2 + c^2 \dots}$$

összefüggés alapján számítható.

Automatikus vezérlőkör és manuális vezérlés esetén a mérési hiba

$$h = \pm 0,28 \text{ dB.}$$

Az automatikus vezérlés + a regisztrálás mérési hibája

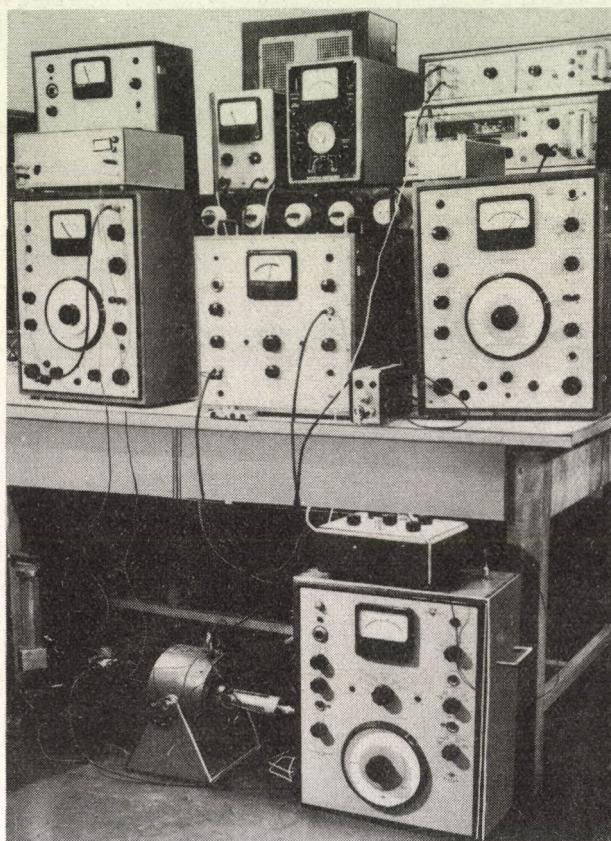
$$h = \pm 1,07 \text{ dB.}$$

Az eddig tárgyalt automatikus mérési módszer főleg rezgés gyorsulásszint, vagy rezgéssebesség, illetve rezgéselmozdulás vizsgálata esetén alkalmazható előnyösen, mivel gyors frekvenciamenet meghatározásokat tesz lehetővé. Szélesebb frekvenciaátfogású sebesség-, vagy elmozdulás-vezérlések csak viszonylag nagyobb rezgésszinteken végezhetők, ugyanis a gyorsulásérzékelő mérőátalakító rendszerből következően a jel egyszeres, illetve kétszeres integrálása után a jelátalakító jele esetleg az előerősítő/integrátor rendszer zajszintjével összemérhetővé válik.

Ezekből következik, hogy amikor a második Vibrométer műszer vizsgálatára került sor, és

a mérési feladat szerint a bemérést az *útamplitúdóra* való vezérléssel kellett végeznünk, akkor a mérési programhoz leginkább illeszkedő mérési módszert kellett kidolgoznunk.

A mérési összeállítást a 11. ábrán láthatjuk. Az útamplitúdóra való vezérlési követelményből következik, hogy ez esetben a legcélszerűbb, ha a vezérlő mérőátalakítónak útagót választunk. Választásunk egy *Hottinger W 10* típusú útagóra esett, amely a  $\pm 10$  mm tartományban teszi lehetővé a relatív útmérést.

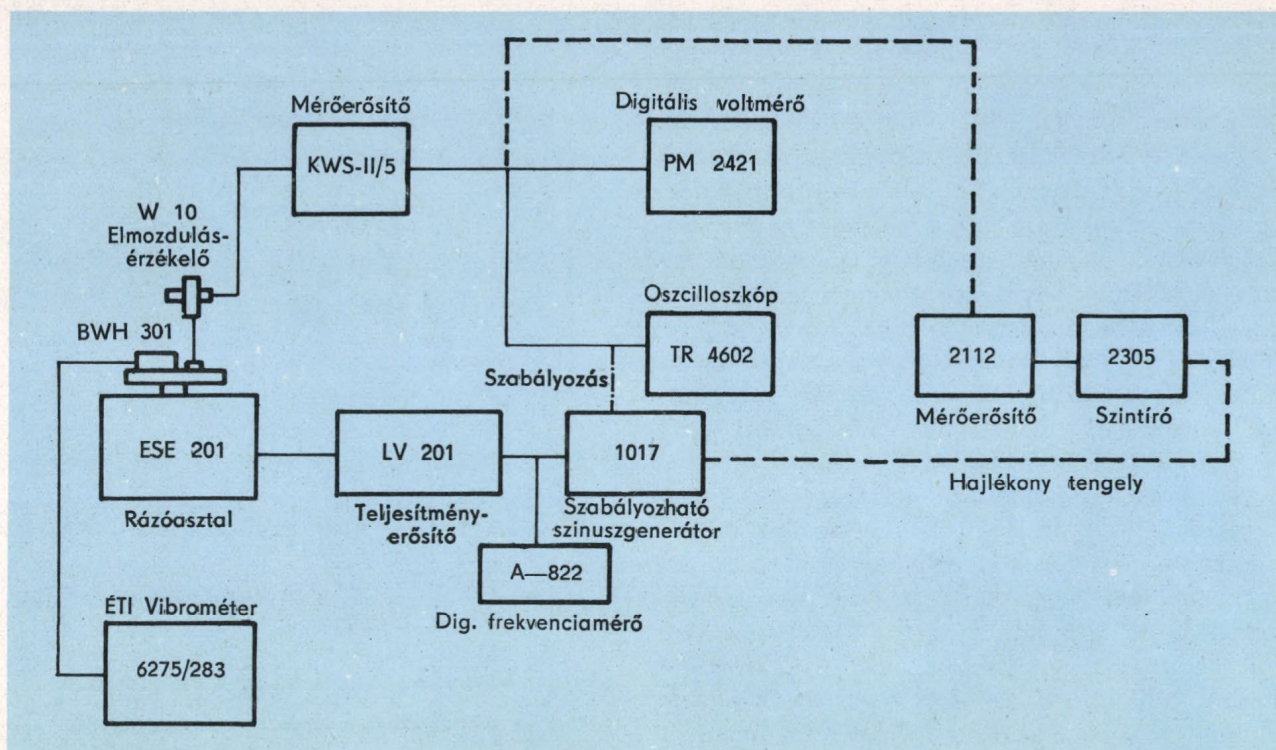


11. ábra. A méréshez használt készülékek elrendezése

### Rezgés útamplitúdó-vezérlésen alapuló kalibrálás

A mérőrendszer blokkvázlata a 12. ábrán látható. Első lépésként a vezérlő útagó kalibrálását végeztük el. Ehhez az érzékelőt egy mikrométerrel felszerelt tartóállványba fogtuk be, majd a hozzá csatlakozó mérőerősítő saját hitelesítése után az elmozdulásérzékelő érzékenységszabályozójával a mikrométeren leolvasott





12. ábra. A Vibrométer sebesség- és gyorsulásmérési elrendezés blokk-sémája

(A szaggatott vonallal kapcsolt részek csak a hitelesítésnél kerülnek felhasználásra)

elmozdulásértéket állítottuk be a mérőerősítő kimenetén. Ugyanezzel a módszerrel ellenőriztük az elmozdulásérzékelő amplitudólinearitását is. A hitelesítéssel elértük, hogy a mérőerősítő méréstartomány-kapcsolóján leolvasható számok végkitérésben ugyanannyi  $\mu\text{m}$ -nyi elmozdulással egyenlők, a mérőerősítő kimenetén pedig ilyenkor (végkitérésnél és minden méréstartományban) pontosan  $4\text{ V}$  ( $\pm 0,5\%$ ) feszültség mérhető. Ezt a feszültséget mértük azután a mérés során is digitális voltmérővel, mégpedig *effektív* értékben. Ez a szintváltás a mérés során kényelmes volt, mert a műszer és a *Vibrométer* között ily módon nem volt szükség átszámításra, hiszen a *Vibrométer* is *effektív* értéket mér. Emiatt a digitális voltmérővel mért feszültségek és a rezgéselmozdulás *effektív* értéke között igen egyszerű átszámítás adódik. Nézzünk egy példát.

Legyen a KWS-II/5 típ. mérőerősítő pl. a „100” feliratú méréstartományra beállítva. Ha a kimenetére kapcsolt digitális voltmérő  $4\text{ V}$ -ot mutat, úgy az elmozdulás *effektív* értéke éppen  $100\ \mu\text{m}$ .

Kövessük most végig a mérés módszerét a 12. ábra alapján. Jelforrásként az 1017 típ. alacsonyfrekvenciás szinuszgenerátort használtuk. A generátor feszültségkimenetéről — a nagy vezérlési teljesítmény miatt — az LV 101 típ. teljesítményerősítőt tápláltuk, amelynek kimenetére az ESE 201 típ. rázóasztal bemenőkapcsait csatlakoztattuk. A rázóasztalra csavaros kötéssel felerősítettük a *Vibrométer* BWH 301 típ. gyorsulásérzékelőjét és az induktív elmozdulásérzékelő mozgó vasmagját. A W 10 típ. induktív elmozdulásérzékelőt a hozzá szükséges további félhidat is tartalmazó KWS-II/5 típ. — előzetesen a mérőátalakítóval együtt kalibrált — mérőerősítőhöz kapcsoltuk. A mérőerősítő kimenetére csatlakoztattuk a PM 2421 típ. digitális voltmérőt, amellyel a rezgéselmozdulással arányos feszültség szintet mértük, valamint a TR 4602 típ. oszcilloszkópot is. Az oszcilloszkóp szerepe itt az, hogy a jelalak helyességén túlmenően ellenőrizni lehet vele a rázóasztal helyi rezonanciáit, valamint a hálózat által okozott amplitudóingadozást (lebegést).

E zavaró interferenciák a rezgésszint szabá-

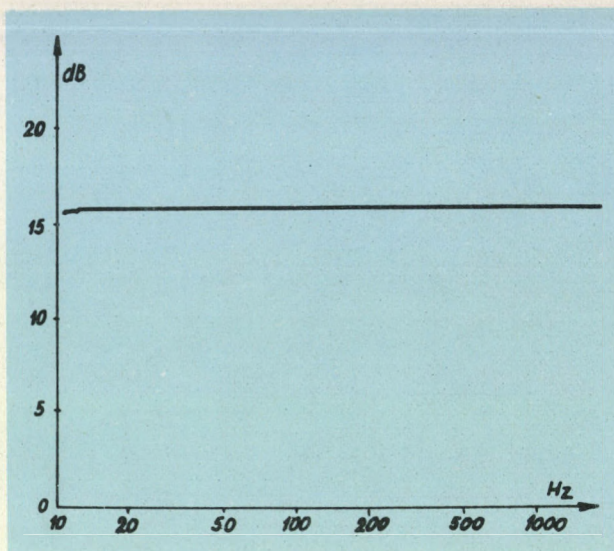


lyozási időállandójának megfelelő megválasztása révén eredményesen csökkenthetők. A blokkvázlaton, az oszcilloszkóp bemeneténél látható — pontvonallal jelölt — kapcsolat a szabályozó visszacsatolás. Ezt az 1017 típ. generátor kompresszor-bemenetéhez csatlakoztattuk, így vezérlőkörünk alkalmassá vált arra, hogy a rázóasztal frekvenciamenete és a terhelő statikus tömeg által előidézett változásokat kiegyenlítse.

A kompresszor-bemenet alkalmazása egyébként max. 40 dB szintváltozás automatikus kiegyenlítését teszi lehetővé. A vezérlő- és egyúttal mérőkör ily módon felvett hitelesítő frekvenciamenétét láthatjuk a 13. ábrán.

A méréseket különböző diszkrét frekvenciaértékeknél végeztük el. A nagyszámú mérési adatra való tekintettel azonban csak a 20 Hz frekvenciánál végzett mérések eredményeit közöljük a 2. és 3. táblázatban. A táblázatokkal kapcsolatban megjegyezzük, hogy a *Vibrométer* mérési hibájaként megadott %-os érték előjele a hiba, s nem a szükséges korrekció értelmét jelzi. A + előjel tehát azt jelenti, hogy a *Vibrométer* többet mér mint kellene.

A diszkrét frekvenciájú méréseken kívül kialakítottunk egy *automatikus*, útamplitúdó kalibrálására alkalmas mérőmódszert is, amely a frekvenciamenet regisztrálását is lehetővé teszi.



13. ábra. A vezérlő- és mérőkör kalibrációjánál felvett frekvenciamenet

### A rezgés útamplitúdó-frekvenciamenetének felvétele

A mérést a 14. ábrán vázolt műszerösszeállítással hajtottuk végre. Lényeges változás az előző méréshez képest az, hogy itt a *Vibrométer* vég-erősítő fokozatára csatlakoztunk a 2112 típ. mérőerősítő bemenetével.

2. táblázat

A mért sebességek és gyorsulások 20 Hz-nél

d ( $\mu\text{m}$ )	A mért gyorsulás $\text{m/s}^2$ -ben						A mért sebesség $\text{mm/s}$ -ban					
	1	2	3	4	5	átlag	1	2	3	4	5	átlag
2000	255	270	267	254	269	263	34,3	34	32	33	31,5	32,94
1500	192	207	203	198	200	200	27	26	25,4	25,2	25,5	25,82
1000	127,5	136,5	134	140	131,5	133,9	18	17,3	16,2	16,5	16,3	16,86
900	116	120	118,5	117,5	115	117,4	16,4	15	14,7	15,1	15,1	15,26
800	102	110	106,5	102,5	107	105,6	14,6	13,8	11,8	13	12,9	13,22
700	92,5	93,5	94	95	96,5	94,3	12,8	11,9	10,5	11,8	12,1	11,82
600	79,5	81	80,5	82,5	80	80,7	11	9,8	9,5	9,4	9,7	9,88
500	66	68,5	68	67,5	70	68,0	9,5	8,5	8,1	8,2	8,3	8,52
400	53	54,5	54	52,5	51,5	53,1	7,7	6,9	6,5	6,4	6,4	6,78
300	39	41	40	39,5	39	39,7	5,8	5,1	5,05	5,1	5,2	5,25
200	27	27,5	27	26,5	28	27,2	3,95	3,3	3,2	3,4	3,1	3,39
100	13,6	13,6	13,8	13,7	13,9	13,72	2,1	1,6	1,6	1,5	1,4	1,64
90	12,75	12	12,4	12	12,25	12,28	1,9	1,5	1,4	1,4	1,5	1,54
80	10,8	10,9	10,5	10,8	10,6	10,72	—	—	—	—	—	—
70	9,8	9,6	9,7	9,5	9,6	9,64	—	—	—	—	—	—
60	8,3	8,1	8,1	8	8,2	8,14	—	—	—	—	—	—
50	7,2	6,2	6,8	6,9	6,5	6,72	—	—	—	—	—	—
40	5,9	5,5	5,4	5,2	5,3	5,46	—	—	—	—	—	—
30	4,45	4,1	4	3,9	3,8	4,05	—	—	—	—	—	—

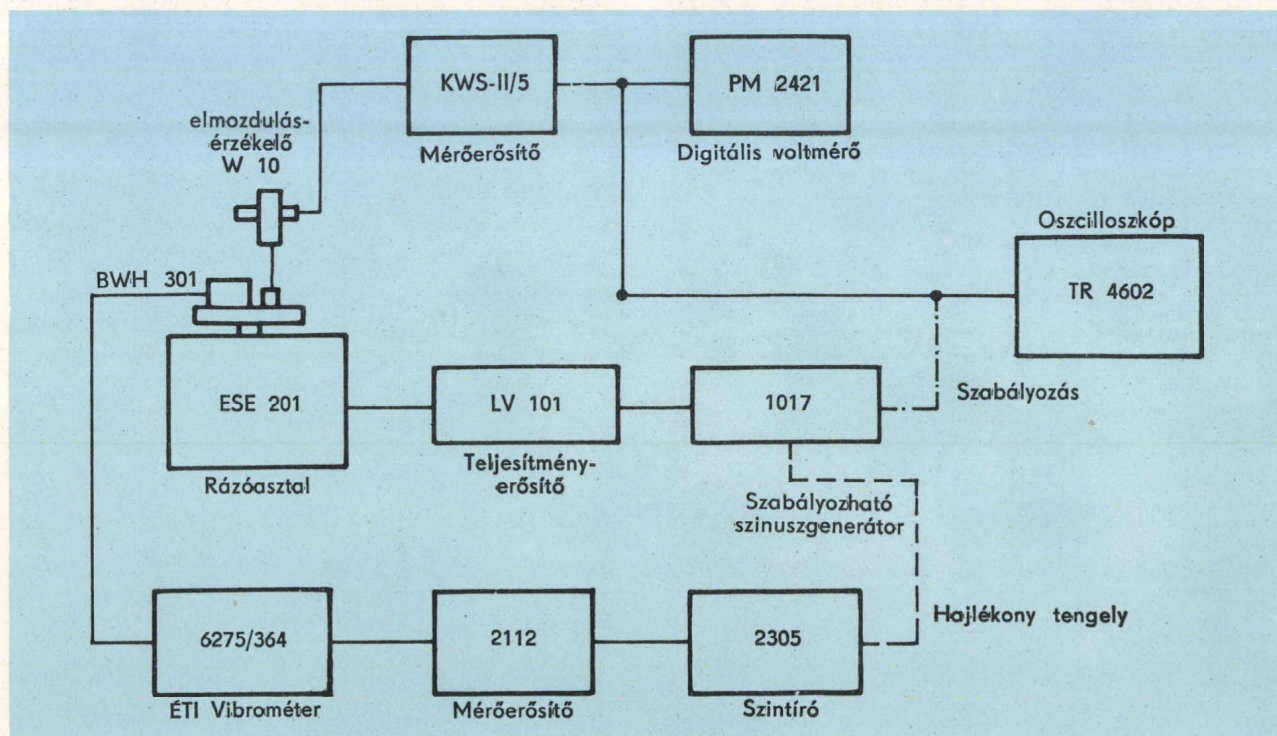


A Vibrométer mérési hibája 20 Hz-nél

d ( $\mu\text{m}$ )	Sebesség átlag mm/s-ban	Gyorsulás átlag m/s <sup>2</sup> -ben	Számított		Hiba	
			sebesség mm/s	gyorsulás m/s <sup>2</sup>	sebesség %	gyorsulás %
2000	263	32,94	251,32	31,58	+4,65	+ 4,31
1500	200	25,82	188,49	23,69	+6,11	+ 8,99
1000	133,9	16,86	125,66	15,79	+6,56	+ 6,78
900	117,4	15,26	113,09	14,21	+3,81	+ 7,39
800	105,6	13,22	100,53	12,63	+5,04	+ 4,07
700	94,3	11,82	87,96	11,05	+7,21	+ 6,97
600	80,7	9,88	75,40	9,47	+7,03	+ 4,33
500	68,0	8,52	62,83	7,89	+8,23	+ 7,98
400	53,1	6,78	50,26	6,32	+5,65	+ 7,28
300	39,7	5,25	37,70	4,74	+5,31	+10,76
200	27,2	3,39	25,13	3,16	+8,24	+ 7,28
100	13,72	1,64	12,57	1,58	+9,15	+ 3,80
90	12,28	1,54	11,31	1,42	+8,58	+ 8,45
80	10,72	—	10,05	1,26	+6,67	—
70	9,64	—	8,80	1,11	+9,54	—
60	8,14	—	7,54	0,95	+7,96	—
50	6,72	—	6,28	0,79	+7,01	—
40	5,46	—	5,03	0,63	+8,55	—
30	4,05	—	3,77	0,47	+7,43	—

A 2112 típ. mérőerősítő kimenetét a 2305 típ. szintíróra csatlakoztattuk. A szintíró hajlékony tengely segítségével automatikusan és saját párhsebességével szinkronban hangolja a 1017

típ. szinuszgenerátort, így a regisztrátumon fel-tüntetett frekvencialépték minden további kor-rekció nélkül igaz. A rezgéselmozdulás valódi értékét a W 10 típusú induktív elmozdulásérzékelő



14. ábra. Az útamplitúdó frekvenciamenetének felvételére szolgáló mérési elrendezés blokk-sémája



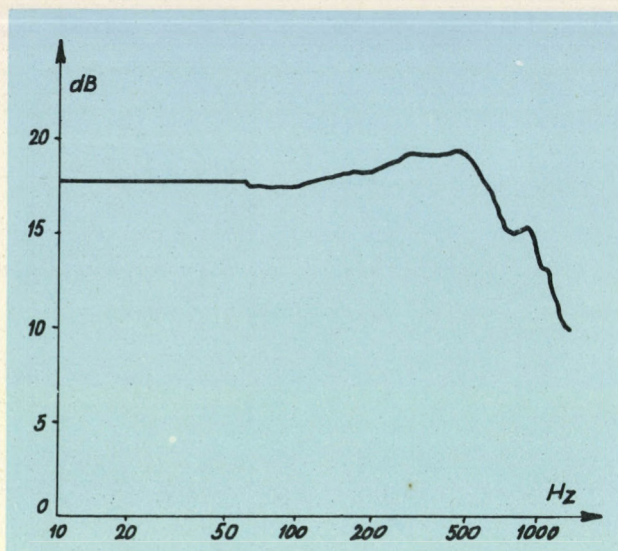
és a KWS-II/5 típ. mérőerősítő segítségével ellenőrizhettük. Hogy a rázóasztal frekvenciamenete a mérés során is a 13. ábra szerinti legyen, megfelelően kellett megválasztani azt a konstans útamplitudót, amelynél a szükséges utánszabályozás még automatikusan változtatható a frekvencia függvényében (tehát a kívánt kiegyenlítés nem haladja meg a 40 dB-t). Erre a célra a kísérletek eredménye szerint ez esetben a  $30 \mu\text{m}$  rezgéselmozdulásszint volt alkalmas. A frekvenciamenet felvételét tehát  $30 \mu\text{m}$  értékű konstans elmozdulásnál végeztük. A konstans útamplitudónál kapott frekvenciamenet regisztrátumát a 15. ábrán láthatjuk.

#### A mérés hibája

Ez a felhasznált műszerek hibáiból akumulálódik, és az egyes műszerek specifikált mérési hibáiból a négyzetes középérték képzésével nyerhető.

A mérésben felhasznált — és a mérési hiba szempontjából szóba jöhető — műszerek specifikált mérési hibái a következők.

2305 típ. szintíró:	
a frekvenciamenet hibája	0,5 dB ( $\pm 2\%$ )
a 25 dB-es dinamika-potenciométer hibája	0,2 dB ( $\pm 0,8\%$ )
	0,25 dB ( $\pm 1\%$ )
2112 típ. mérőerősítő:	
a frekvenciamenet hibája	0,5 dB ( $\pm 1\%$ )
KWS-II/5 típ. mérőerősítő:	
a frekvenciamenet hibája	0,2 dB ( $\pm 1,5\%$ )
PM 2421 típ. digitális voltmérő:	
mérési hiba	$\pm 0,1\%$



15. ábra. A Vibrométer útamplitudó frekvenciamenete  $30 \mu\text{m}$ -es amplitudó esetén

A mérési hiba a

$$h = \sqrt{a^2 + b^2 + c^2 \dots}$$

összefüggésből számítható. Ennek alapján a sebesség- és gyorsulásméréseknél a mérési hiba

$$h = \pm 2,5\%$$

az útamplitudó frekvenciamenetének felvételekor pedig

$$h = \pm 3,5\%$$

Ipari igényként mind gyakrabban merülnek fel olyan rezgésmérési feladatok, amelyeknél különböző típusú műszereket használnak. A kidolgozott módszer alapján Szolgálatunk felkészült a különböző műszerek ellenőrző bemérésére, és igyekszik a jövőben felmerülő igényeket is kielégíteni.

Millei Lajos



# KUTATÓFILMEZÉS

## Schlieren-berendezések összeállítása és gyakorlati alkalmazása

A műszaki gyakorlatban sokszor előfordul, hogy gáznemű közegben, átlátszó folyadékban végbe-  
menő áramlást, vagy az oldódás egyenlőtlenségét meg kell figyelni, és rögzíteni kell annak időben, térben való lefolyását. A feladat megoldható, ha a vizsgálat alá vont jelenséget át tudjuk világítani.

Átlátszó közegek inhomogenitásait az ún. *schlieren-optikai* módszerrel tudjuk megvizsgálni. *August Toepler* német fizikus alkalmazta először (a múlt század hatvanas éveiben) ezt az optikai módszert vegyi folyamatok, diffúziós jelenségek vizsgálatára. Az utóbbi 50 év alatt igen nagyszámú olyan ipari probléma merült fel, amelyek megoldásához a schlieren-optikai berendezéseket használják. Ilyen pl. a repülőgépgyártásban a szárnyprofil és a hajótest méretezése, célszerű kialakítása. Használják a módszert a tüzeléstechnikában is az üzemanyag keveredésének, lamináris vagy turbulens áramlásának vizsgálatára az égőterekben.

A schlieren-optikai vizsgálatok nem befolyásolják a megfigyelni kívánt közeg mozgását, állapotát, ami rendkívül előnyös a hőmérséklet és áramlási sebesség mérésére gyakran használt szondákkal szemben. A nagysebességű áramlások esetében különösen előnyös a szondák mellőzése, mert azok a valóságos áramlási képet erősen torzítják, és az értékelést megnehezítik.

A módszer érzékenységét tág határok között lehet változtatni. A 23 °C hőmérsékletű szobában a testhőmérsékletű emberi kéz által a kör-

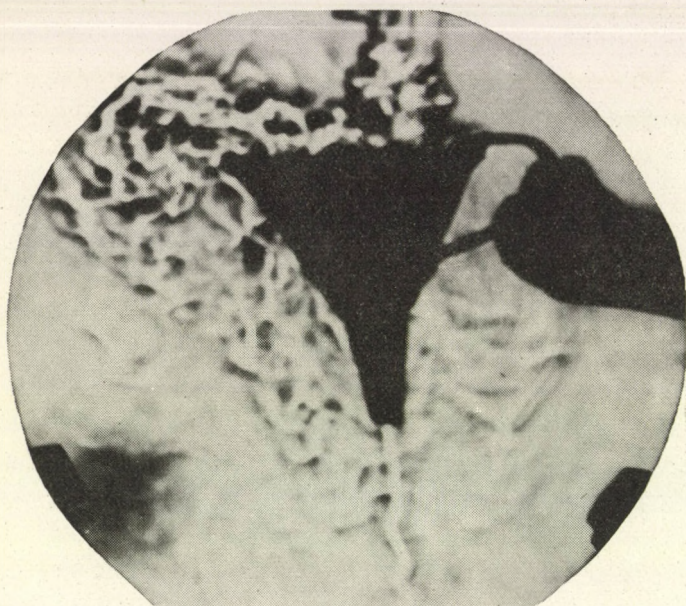
nyezetnek adott hő hatására létrejövő áramlást jól megfigyelhetővé lehet tenni (1. ábra). Másrésztől csökkenteni lehet az érzékenységet annyira, hogy a rakétahajtóművek több ezer fok hőmérsékletű csóvájában a lökéshullámok láthatóvá válnak.



1. ábra. Szobahőmérsékletű helyiségben a schlieren-mezőbe tartott kéz körül kialakuló légáramlás

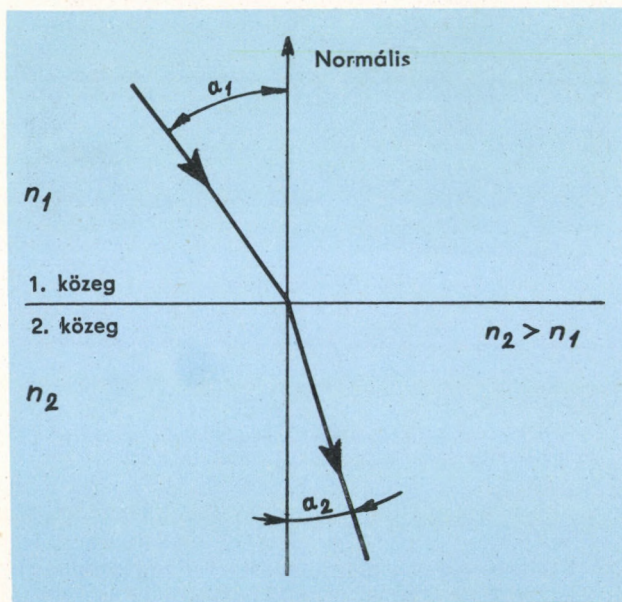
Az átlátszó közegek vizsgálatához más optikai módszerek is használatosak: a legfontosabb és legelterjedtebb az *interferométeres módszer* és az *árnyékfényképezés*. Egyiket sem használják azonban olyan széles körben, mint a schlieren-módszert, mert az interferométer optikai





2. ábra. A levegőnél súlyosabb széndioxid töltésébe töltése  
Megfigyelhető a töltésér alján és a túltöltés miatt a töltésér bal szélén kifolyó CO<sub>2</sub> gáz

rendszere költséges, igen pontos beállítást igényel, és a kapott eredmények értékelése hosszadalmas. Az árnyékfényképezés sokkal érzékenyebb az interferometriás és a schlieren-módszernél, előnye viszont, hogy egyszerű felszerelés szükséges hozzá, de a gázok törésmutató-vál-



3. ábra. Fény törése ritkább — kisebb törésmutatójú ( $n_1$ ) — közegből nagyobb törésmutatójú ( $n_2$ ) közegbe lépéskor

tozásának kicsinysége miatt az eredményeket nehéz értékelni.

A schlieren-berendezés egyszerűbb mint az interferométeres, és teljesítőképesége nagyobb mint az árnyékfényképezésé. Előnye még, hogy a vizsgált jelenségről fénykép- és mozgófilmfelvétel, valamint nagysebességű filmfelvétel is készíthető, így a változások térben és időben is vizsgálhatók (2. ábra).

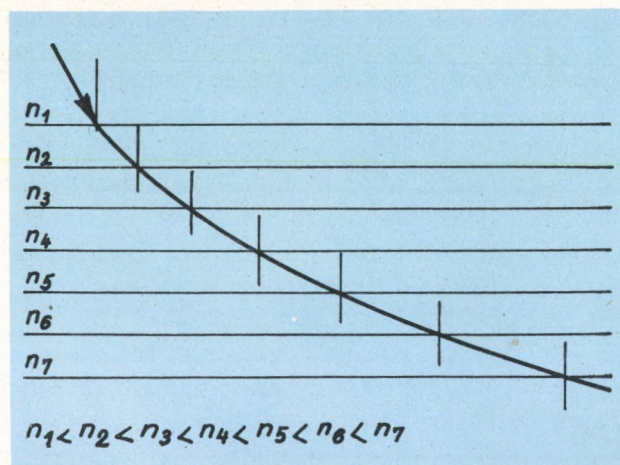
### A schlieren-elv fizikai alapjai

Ismeretes, hogy a különböző optikai törésmutatójú közegek határán áthaladó fénysugár megtörik. A Snellius-Descartes törvény szerint (3. ábra):

$$\frac{\sin \alpha_1}{\sin \alpha_2} = \frac{n_1}{n_2},$$

ahol  $n_1$  és  $n_2$  a két közeg törésmutatója,  $\alpha_1$  a beesési szög és  $\alpha_2$  a törési szög.

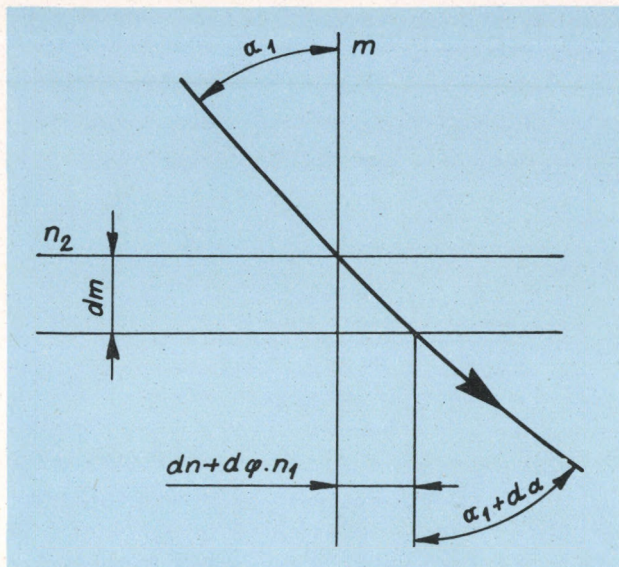
Ha a törésmutató párhuzamos rétegek között, igen kis lépésekben, mintegy folyamatosan változik (pl. gáz és folyadék áramlások esetében),



4. ábra. Fény törése növekedő törésmutatójú közegben

úgy a fény gyakorlatilag folyamatosan törik meg, amint ezt a 4. ábrán is láthatjuk. Az  $n_1 \dots n_7$  az egyes rétegek törésmutatói. A törésmutató értéke — mint ismeretes — a fény hullámhosszától, a hőmérséklettől, és gázoknál a nyomástól is függ.





5. ábra. Fénysugár szögének változása elemi törésmutató változás esetén

A törésmutatóváltozást elemi rétegekben vizsgálva, azt kapjuk, hogy

$$n_2 = n_1 + dn = n_1 + \frac{dn}{G} dm,$$

ahol  $G$  a törésmutató gradiense,  
 $dn$  a törésmutató elemi változása,  
 $dm$  az elemi réteg vastagsága.

A szögekre nézve az 5. ábra nyújt eligazítást, amelyben

$d\varphi$  a beesési szög elemi változása,  
 $d\alpha$  a fény továbbhaladási szöge a  $dn$  törésmutatóval változó közegben.

## Schlieren-optikai rendszerek

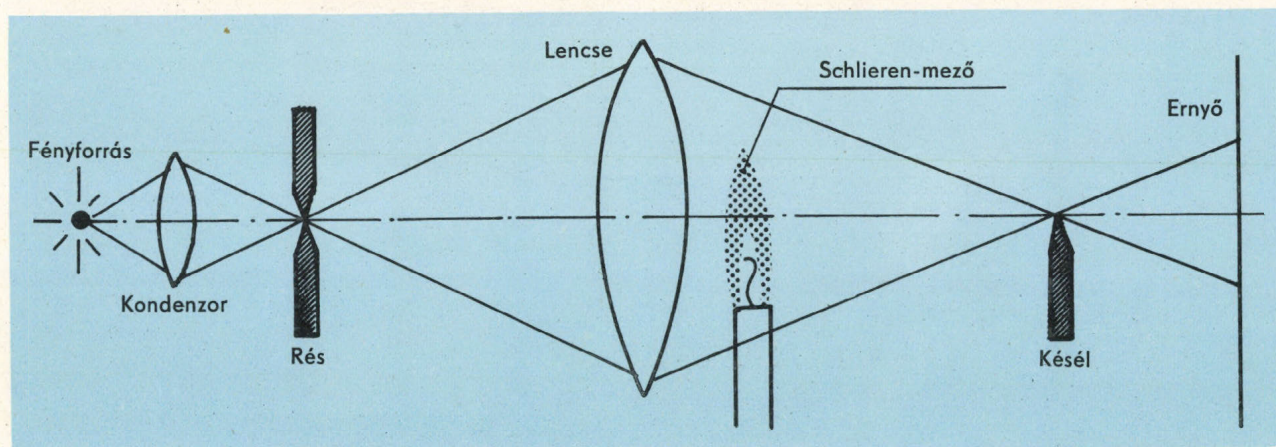
Többféle schlieren-optikai rendszer állítható össze, attól függően, hogy milyen optikai elemek állnak rendelkezésünkre, illetve, hogy melyik összeállítás felel meg a legjobban a követelményeknek.

A *lencséből* összeállított rendszer előnye: könnyebb az elemeket beszerezni, s optikai padon összeállítható. Hátránya, hogy csak kis átmérőjű terek vizsgálhatók, és a lencsék optikai hibái zavarók lehetnek, ha nem korrigált lencséket használunk.

*Tükrökkel* összeállított schlieren-rendszerrel nagy átmérőjű tereket vizsgálhatunk, optikai hibáik lényegesen kisebbek mint a lencsékéi. Hátrányuk, hogy erősebb, rezgésmentes felfogórendszert igényelnek.

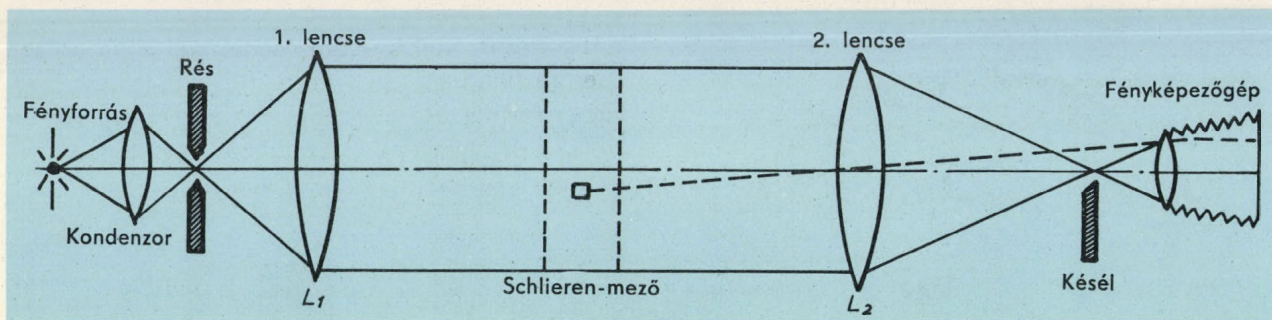
Egyszerű, *egylencsés schlieren-rendszert* a 6. ábrán mutatunk be. Vonalas vagy pontszerű fényforrás képét kondenzor lencsével egy résre képezzük le. A késélt a nagyobb gyújtótávolságú és nagyobb átmérőjű lencse gyújtósíkjának a közelében helyezük el. Így elérhetjük, hogy a lencse túloldalán elég távol képezzük le a rés képét, amit a késélttel a kívánt mértékben takarni tudunk. Ha inhomogén törésmutatójú tárgyat helyezünk a lencse közelébe, akkor az inhomogenitások által eltérített sugarak elkerülik a kitakaró késélt, és a képsíkra leképezhetjük az inhomogenitásokat.

Bonyolultabb, de pontos méréseket tesz lehetővé a *kétlencsés schlieren-rendszer* (7. ábra). A fényforrás képét ez esetben is keskeny résre



6. ábra. A legegyszerűbb schlieren-összeállítás





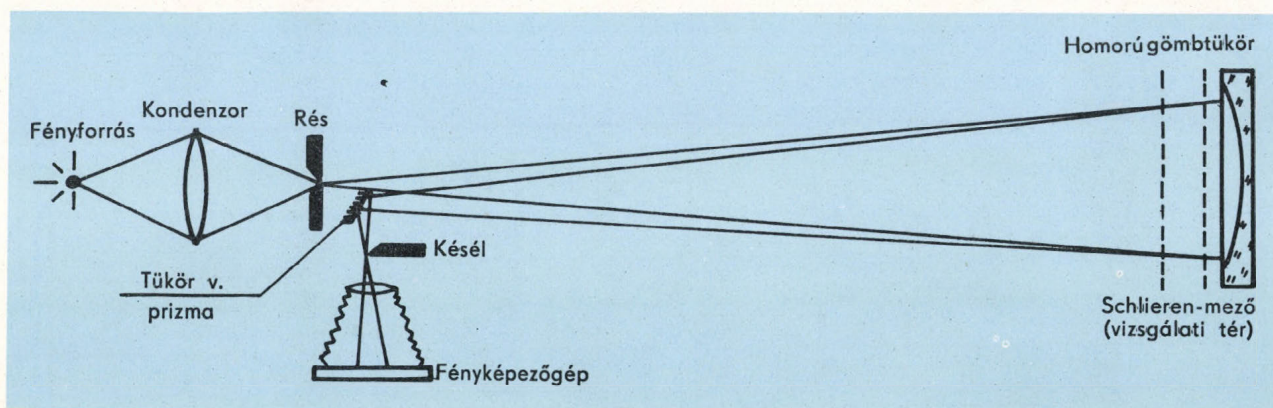
7. ábra. Két lencsével összeállítható schlieren-rendszer

vetítjük. Ha a rés az  $L_1$  lencse gyújtósíkjában van, akkor az  $L_1$ ,  $L_2$  lencse között párhuzamos sugárnyalábot kapunk. Az  $L_2$  lencse gyújtósíkjában levő késéllal a rés képét ki tudjuk takarni. Ha a két lencse közötti térben homogén közeg van, a rés képe teljesen kitakarható, és a képsík sötét. Ha a két lencse között törésmutatóbeli inhomogenitás van hőmérséklet-, illetve koncentrációkülönbség miatt, akkor a párhuzamos sugárnyaláb a különböző törésmutatójú helyeken megtörik, az eredeti sugármenettől eltér. Elkerüli a késélt, és a fényképező objektív leképezi a mögéje helyezett ernyőre.

Pontosan csiszolt *homorú gömbtükörrel*, illetve tükörrel még érzékenyebb schlieren-optikai rendszer állítható össze. Egyetlen homorú tükörrel a 8. ábrán látható rendszert lehet összeállítani. A fényforrás képét célszerű ez esetben is kondenzorral keskeny résre vetíteni, s a lehetőleg hosszú gyújtótávolságú gömbtükört az optikai tengelybe helyezzük. A homorú

gömbtükört gyújtótávolságának kétszeres távolságára helyezzük a réstől. A tükört forgassuk el mintegy  $2-3^\circ$ -nyira, hogy a rés képét ne vissza a résre, hanem attól  $1-2$  cm-re vetítse. A rés közelében elhelyezett tükörrel vagy üvegprizmával eltéríthetjük a visszavert fényt. Ha a rés képét késéllal kitakarjuk, az ernyőn, illetve fényképező lemezen schlieren-effektust hozhatunk létre.

A schlieren-rendszer kétszeresen érzékeny, ha a vizsgálandó közegget egészen közel, a tükörfelülethől csak néhány cm-re helyezzük el. A fény sugar az inhomogén részekben a tükör felé menet és a tükörről visszaverődve ugyanabban az irányban halad, s az eltérített sugarak találkozáva, intenzívebb eltérést mutatnak. Vigyáznunk kell arra, hogy a tükör a visszavert sugarat az eredeti sugártól csak  $1-2^\circ$ , maximálisan  $3^\circ$ -ra térítse el, és ez esetben is csak a tükör előtt közvetlenül elhelyezett jelenségek vizsgálhatók zavartalanul. Nagyobb szögeltérés esetén



8. ábra. Egy homorú gömbtükörrel összeállítható nagyon érzékeny schlieren-rendszer





9. ábra. Az 5. ábrán látható összeállítással készített felvétel a gyertya lángja feletti gázáramlásról

A gyertyát a tükör síkja előtt mintegy 40 cm-re helyeztük el. A tükör és a gyertya közötti nagy távolság miatt már kettős kép keletkezett

a tükörrre tartó és az onnan visszaverődő sugár kettős képet hoz létre.

Az itt leírt rendszerhez célszerű 3—6 m gyújtótávolságú, felületén tükrösített gömbtükröt használni, mert 3 m-nél kisebb gyújtótávolság-

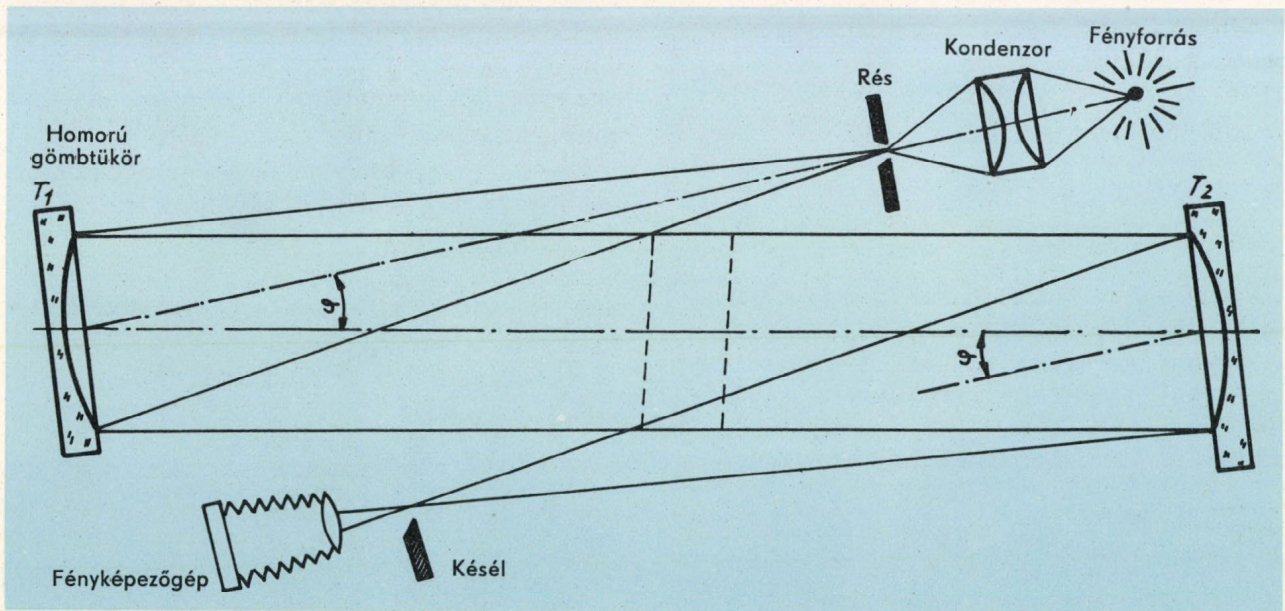
nál a kettős kép keletkezésének veszélye erősen megnő (9. ábra). A 6 m-en túli gyújtótávolságnál a természetes légmozgás a képet zajossá teheti, s ez zavaró, ha a rendszer legnagyobb érzékenységét akarjuk kihasználni.

### Érzékeny schlieren-rendszer összeállítása két tükörrel

A kéttükörös rendszernek több előnye van a többi schlieren-rendszerrel szemben. A legfontosabb az, hogy a vizsgálandó tárgy elhelyezése a két tükör közötti párhuzamos sugárnyalábnan nem kritikus. Az összeállítás elvi rajzát a 10. ábrán látjuk.

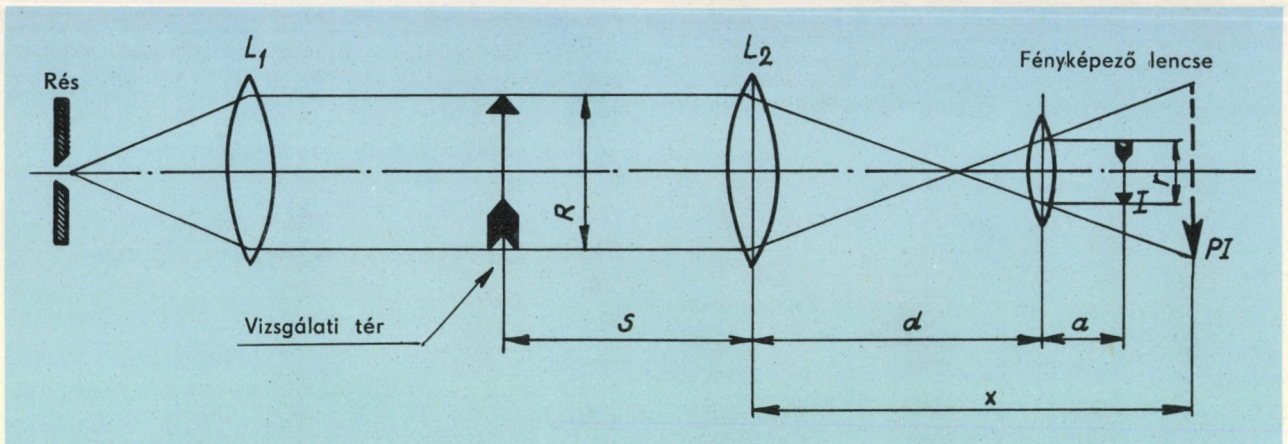
A vizsgálati tér méretét a két tükör átmérője határozza meg. E tükrök gyújtótávolsága 3—5 m és teljesen egyforma. A gömbtükrök felállításánál a fényforrást és a kitakaró késelt a tükrök gyújtópontjában kell elhelyezni, egyforma, lehetőleg kis szög alatt. A tükrök közötti mezőben párhuzamos sugárnyaláb legyen.

A vizsgálandó jelenség a két tükör között bárhol lehet, mert a rendszer érzékenysége csak a második tükör gyújtótávolságától függ. A tér valamely inhomogenitást tartalmazó helyén a fénysugár  $\epsilon$  szöggel eltérül. Az optikai sugár-



10. ábra. Érzékeny schlieren-rendszer összeállítása két tükörrel





11. ábra. A kétlencsés schlieren-képképzés számításához szükséges méretek

menet számításánál az  $a'$  eltolódás, az  $\varepsilon$ -on kívül csak  $f'$ -től, a második tükör gyújtótávolságától függ:

$$\Delta a' = f' \operatorname{tg} \varepsilon.$$

Mivel  $\varepsilon$  kicsiny, azért írható:

$$\Delta a' = f' \varepsilon$$

(itt már az  $\varepsilon$  radiánban értendő).

A rés képének eltolódása és a feketedés az  $\varepsilon$  monoton függvénye.

A fényforrással, az alkalmazott kondenzorral és réssel szemben támasztott követelmények nem nagyok, mindössze az a fontos, hogy a rés megfelelően szabályos és elég fényerős legyen, hogy a rendszerben szabályos alakú vonalat vagy pontszerű fényforrást helyettesíthessen.

Tegyük fel, hogy két elemből álló rendszerünk van, amelyben a párhuzamos fénysugár halad a schlieren-mezőn keresztül.

A 11. ábra az optikai sugármenetet mutatja. Ha fényképező lencse nincs a sugármenetbe helyezve, a második schlieren-lencse vagy tükör ( $L_2$ ) az inhomogén mező ( $PI$ ) képét leképezi. A vékony lencsére vonatkozó összefüggés alapján a kép  $x$  távolsága kifejezhető:

$$x = \frac{s F_{L_2}}{s - F_{L_2}}, \quad (1)$$

ahol  $s$  a vizsgálati jelenség távolsága  $L_2$  lencsétől,

$F_{L_2}$  az  $L_2$  lencse gyújtótávolsága.

Ha fényképezőgépet használunk, akkor annak lencséje is tagja lesz az optikai rendszernek. A

fényképezőgép lencséje mögött  $a$  távolságra fogjuk a vizsgált jelenség éles képét kapni:

$$a = \frac{F_0 (d - x)}{d - x - F_0}, \quad (2)$$

ahol  $F_0$  a fényképező kamera objektívjének a gyújtótávolsága,

$d$  az  $L_2$  lencse és a kamera közötti távolság,

$x$  a kép távolsága az  $L_2$  lencse mögött, fényképezőgép alkalmazása nélkül.

Meg kell jegyezni, hogy a  $PI$  kép helyzete, valamint az  $x$  előjele függ az  $s$  és az  $F_{L_2}$  arányától. Ha a  $PI$  valóságos kép, amelyet az  $L_2$  lencse mögött a rajzon jobbra nyerünk, akkor  $s$  nagyobb mint  $F_{L_2}$ , és  $x$  pozitív. Ha  $s$  kisebb mint  $F_{L_2}$ , a  $PI$  képet  $L_2$ -től balra kapjuk, és  $x$  értéke negatív.

A schlieren-jelenséget a fényképezéshez megfelelően le kell kicsinyíteni, ennek mértéke a vizsgálati tér  $R$  átmérőjének és a filmen fel fogott kép  $r$  átmérőjének az aránya. Két lépésben számítható, először a schlieren-mező és a  $PI$  kép arányát ( $m_L$ ) számítjuk, majd ezt szorozni kell a  $PI$  kép és a fényképezett kép arányával ( $m_0$ ), kicsinyítésével. Ezeket a következő összefüggésekkel lehet számítani:

$$m_L = \frac{F_{L_2}}{s - F_{L_2}}, \quad (3)$$

$$m_0 = \frac{F_0}{F_0 + x - d}. \quad (4)$$

Mivel az  $x$  értékét nem tudjuk közvetlenül



lemérni, helyesebb  $s$  és  $F_{L_2}$ -vel helyettesíteni az (1) egyenletből. Ezzel a helyettesítéssel, és összeszorozva a (3) és (4) egyenleteket, kapjuk a kicsinyítés mértékét:

$$\frac{r}{R} = \frac{F_{L_2} F_0}{s(F_0 + F_{L_2}) + d(F_{L_2} - s) - F_0 F_{L_2}} \quad (5)$$

A Kutatófilm Osztályon az általunk összeállított schlieren-rendszer elemeinek adatait helyettesítve a leírt összefüggésekbe, kiszámítottuk a berendezésünkben nyerhető fényképméretet.

Mivel a második tükör gyújtótávolsága  $F_{L_2} = 3000$  mm és  $s = 1000$  mm,

$$x = \frac{s F_{L_2}}{s - F_{L_2}} = \frac{1000 \cdot 3000}{1000 - 3000} = \frac{3000000}{-2000} = -1500 \text{ mm.}$$

Mivel  $F_0 = 300$  mm (a fotoobjektív gyújtótávolsága), és  $d = 3050$  mm,

$$a = \frac{F_0(d - x)}{d - x - F_0} = \frac{300(3050 + 1500)}{3050 + 1500 - 300} = 320 \text{ mm.}$$

A nagyítás mértéke:

$$\frac{r}{R} = \frac{F_{L_2} F_0}{s(F_0 + F_{L_2}) + d(F_{L_2} - s) - F_0 F_{L_2}} = \frac{3000 \cdot 300}{1000(300 + 3000) + 3050(3000 - 1000) - 300 \cdot 3000} = 0,103.$$

Az  $L_2$  homorú gömbtükör átmérője 400 mm. A negatívon leképezett 400 mm-es vizsgálati tér képátmérője:

$$r = 0,103R = 0,103 \cdot 400 = 41,2 \text{ mm.}$$

Az ilyen méretű képről igen jó minőségű fényképet lehet készíteni.

### A schlieren-rendszerek összeállításához szükséges elemek

Sokféle elemből lehet a schlieren-rendszert összeállítani; legegyszerűbb a 7. ábra szerint két,

jó minőségű lencsét kombinálni. A megfelelő minőségű *lencsék* csak néhány cm-es méretben szerezhetőek be. Célszerűbb a néhány dm átmérővel készíthető homorú gömbtükröket használni.

A *tükrök* pontos gömb-alaktól való eltérése és felületi egyenetlensége rendszeres hibát okoz. A csillagászati teleszkópokhoz használt, felületükön alumíniumozott tükrök jó minőségűek és alkalmasak a schlieren-vizsgálatokhoz is. Általános előírások a tükrök felületi minőségére vonatkozóan a spektrum Na hullámhosszának 0,1-ét adják meg a felületi érdesség felső határának.

A fényforrás képét rendes *kondenzor* lencsével lehet a résre gyűjteni. A lencse átmérője és gyújtótávolsága a fényhasznosítást erősen befolyásolja.

A schlieren-rendszer üzemeltethető kisméretű lyuk vagy vonal alakú *réssel*. A lyuk mérete befolyásolja a rendszer érzékenységét, de a vizsgálati tér teljes kiterjedésében egyenletes az érzékenység. Vonalas rést használva, a vizsgálandó jelenség tengelyével párhuzamosan kell a rést és a késélt beállítani, hogy maximális érzékenységet kapjunk. Ha a késélt vastagsága számottevően meghaladja a rés méretét, csak a vizsgálati tér egyik fele lesz érzékeny. Használunk 0,1–0,2 mm szélességű réseket, és a késélt helyére 0,1, illetve 0,2 mm-es, vagyis a rés méretének megfelelő vastagságú kifeszített huzalt helyeznek. Ha a huzallal teljesen kitakarjuk a rés képét, a képernyőn csak a schlieren-tér inhomogenitásának világos szintvonalai jelennek meg.

A rés lehet üveg, vagy fémlemez, csak határozott és egyenes éllel kell rendelkeznie. A kés egyenes élű legyen, sok esetben egy zsillett-penge is megfelel.

Ha a késélt helyére *színszűrőket* helyezünk, és a rés képét sötét vagy színes maszkkal kitakarjuk, a vizsgálandó jelenség mögötti háttér az ernyőn sötét, vagy a maszknak megfelelő színű lesz. A maszk két oldalára különböző — célszerűen erősen elütő — színeket kell választani. Az ernyőn megjelenő inhomogenitások, a színszűrőknek megfelelő sárga-piros vagy sárga-kék stb. elütő színekben jelennek meg, és a legkisebb törésmutató különbséget is kimutatják.



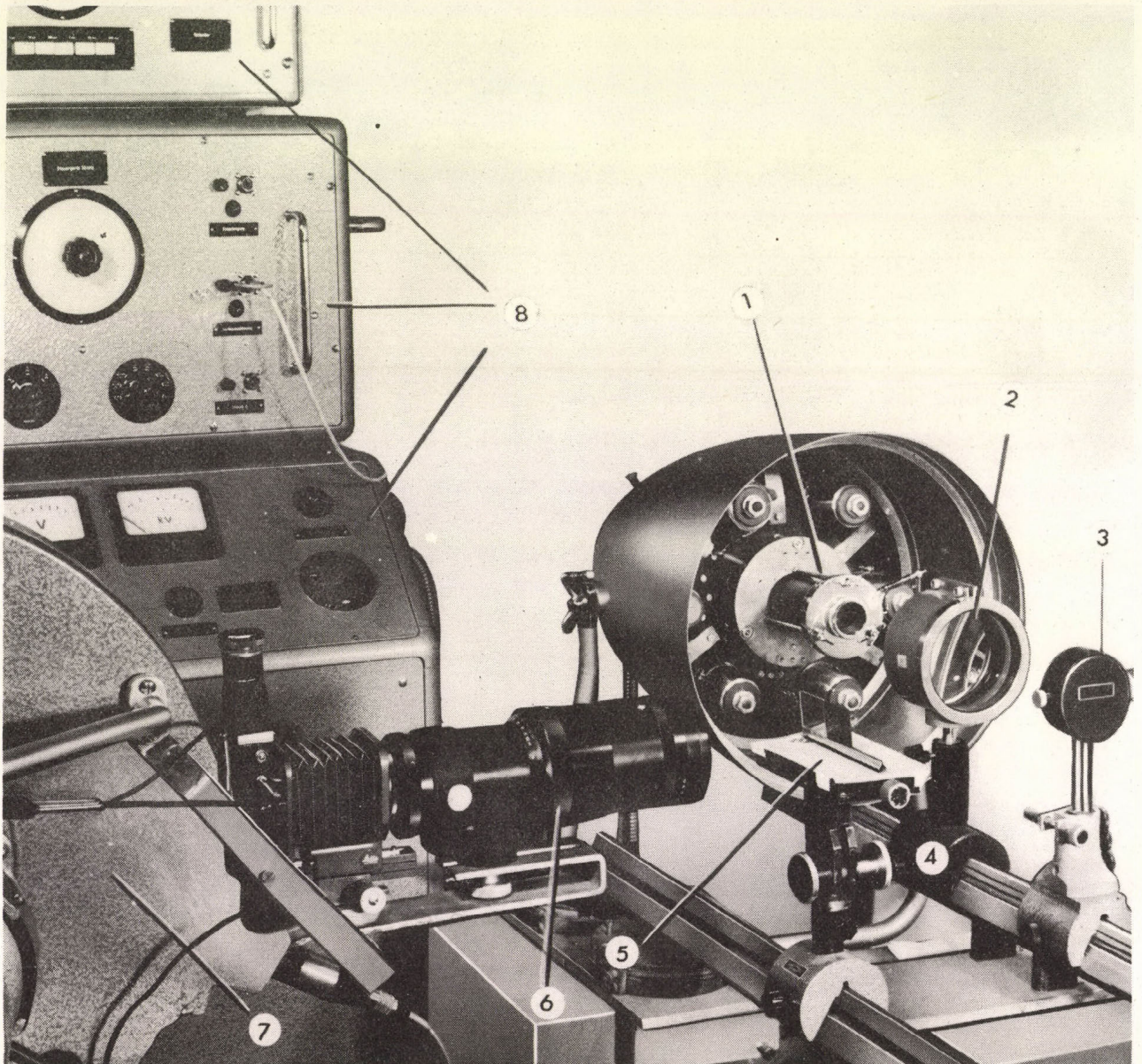
## Alkalmazható fényforrások

A schlieren-rendszerhez fényforrásnak használhatóak:

- a) vonalas izzószálas lámpák;
- b) nagy fénysűrűségű, kis izzófelületű halogén vetítő lámpák (12 V 150 W; 24 V 250 W);
- c) ívlámpák (HBO 200, HBO 500, xenon lámpák 7,5 kW-os impulzus üzemben);

d) rövid villanásidejű impulzuslámpák (*Strobflash* ms, *Strobokin*  $\mu$ s, *Fischer* típusú ns villanásidejű fényforrások).

Az a) és b) pontban említett fényforrások könnyen beszerezhetőek, az egyes fényképek készítéséhez elegendők. A normálsebességű, de különösen a nagysebességű filmfelvétel készítéséhez azonban gyakran nem adnak elég fényt, s a színhőmérsékletük sem felel meg. A c) pont-



12. ábra. A Strobokin impulzus fényforrás, a gyors lefolyású jelenség rögzítésére szolgáló dobkamera, és az egytükrös schlieren-rendszer 1 lámpafej a szikraközzel; 2 kondenzor; 3 rés; 4 tükör; 5 a késélt helyettesítő maszk, és két oldalán különböző színszűrők; 6 hosszú gyújtótávolságú fényképező lencse; 7 dobkamera; 8 a szikrafényforrás táp-, vezérlő és késleltető egységei



ban említett lámpatípusok a filmfelvételekhez csak egyenáramú tápegységről üzemeltethetők.

A rendkívül gyors jelenségek filmezéséhez, fényképezéséhez alkalmazzák a d) pontban szereplő impulzus-fényforrásokat.

A ms,  $\mu$ s és ns nagyságrendű impulzus-fényforrásokat fényképezésnél és nagysebességű filmezésnél a jelenséggel szinkronizálni kell. Ezekhez a fényforrásokhoz általában szinkronizáló és késleltető egységek is tartoznak.

A 12. ábrán  $\mu$ s-os villanásidejű sorozatfelvételekre, a nagysebességű filmfelvételekre használható fényforrást láthatunk. A villanási időt, az impulzusok frekvenciáját a tápegységen és a lámpaegységen előre be kell szabályozni. A fény erősségét, színekpi összetételét a szikraköz nemesgáztöltésének változtatásával lehet szabályozni. Az impulzus fényforrás fényével lehet gyorsan lejátszódó robbanások, lövedékek, lökhullámok áramvonalait rögzíteni. A jelenséget az ilyen esetekben, mikor képsorozatot vesznek fel, dobkamerával rögzítik nagysebességű mozgófilmre.

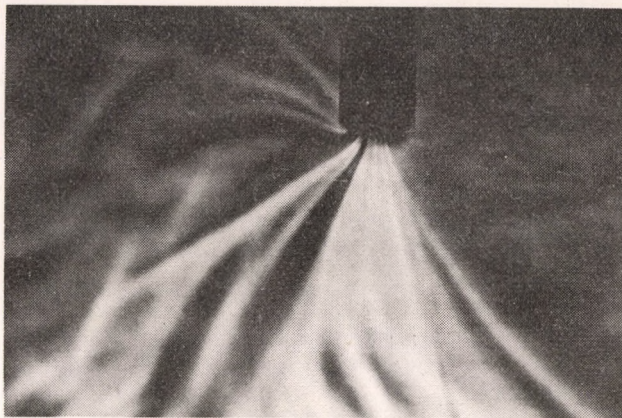
### Gyakorlati alkalmazási példák

Valamennyi schlieren-módszerrel vizsgálható jelenséget nehéz lenne felsorolni. A Kutatófilm Osztályon schlieren-összeállításainkkal az évek során sok érdekes feladatot oldottunk meg, ezek közül ismertetünk néhányat.

*Oldatban lévő műgyantákat* megszilárdulás előtt nagyfeszültségű térbe helyezve, a műgyanta alkotói polarizálódtak, és a két elektród irányába áramlás indult meg. Ezt a folyamatot filmre rögzítettük, s utána kockáról kockára haladva lehetett az áramvonalak és áramlási sebességek változását követni.

*Galvanizáló kád modelljén* kétoldali elszívó fejeket helyeztek el. A vizsgálat célja az volt, hogy a modellen schlieren-módszerrel megállapítsuk azt a minimális elszívási erősséget, amellyel a kádban keletkező mérgező gázokat hatásosan el lehet távolítani. A munkahelyeken ezáltal megelőzhető a káros és egészségtelen huzat. Az elszívófejek helyes elhelyezésével a méretezést is a leggazdaságosabban lehet megváltoztatni.

*Légtechnikai mérésorozatainkból* érdekes feladat volt a nagy légsebességű, meghatáro-



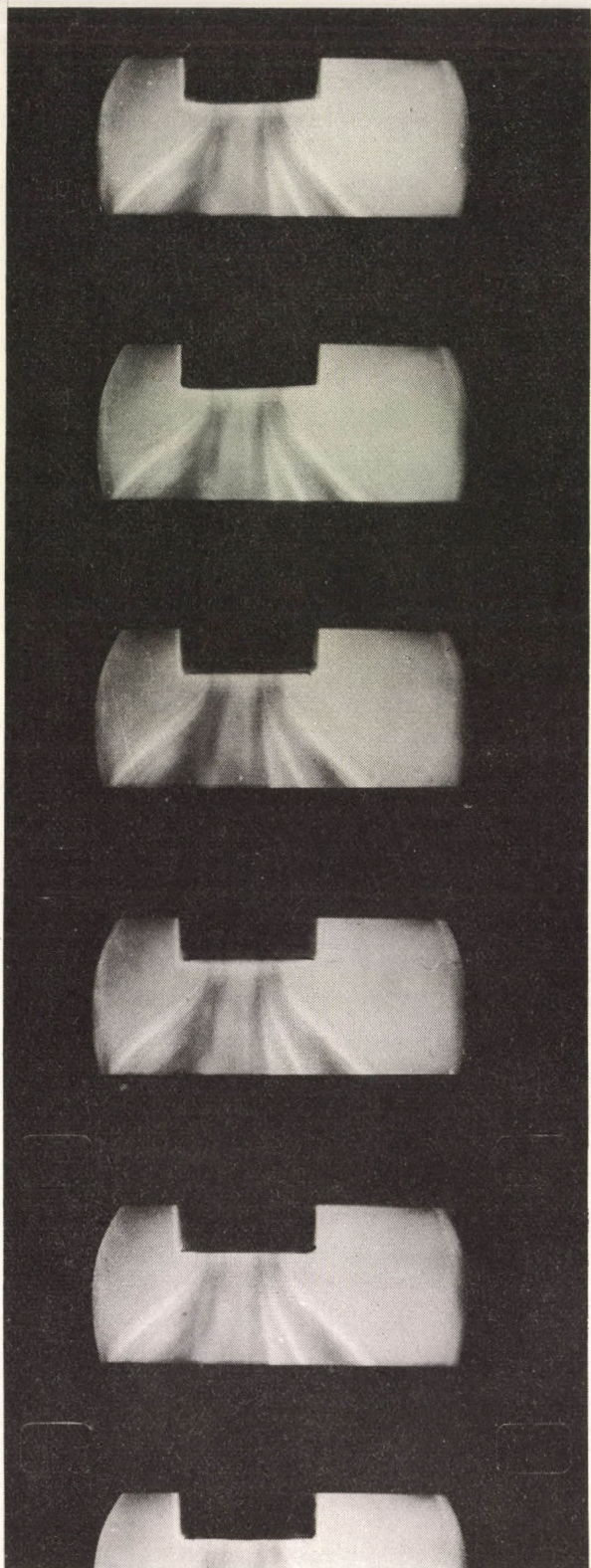
13. ábra. Nagysebességű elszívó torok áramképe

zott méretekkel rendelkező elszívófej elszívási környezetének a vizsgálata. A különböző elszívási sebességeknél az elszívófej környezetében az áramvonalak alakulását kellett meghatározni azért, hogy az áramvonalak mentén az irányérzékeny mérőszondák helyes szögű tartásával a szívási—elragadási sebesség-értékek pontosak legyenek. Az így felvett koordináta rendszer lehetővé tette a különböző elszívófejek elszívási környezetének mérését és tervezését. A vizsgált tér 40 cm-es átmérője megegyezett a schlieren-tükör átmérőjével (13. ábra).

*Porelszívással kapcsolatos vizsgálatoknál* kis-méretű, mintegy 0,1—0,8 mm-es méretű porszemek elszívását, elragadását nagysebességű filmfelvevőgéppel rögzítettük úgy, hogy optikailag is csatlakoztattuk a schlieren-rendszerhez. A nagysebességű filmfelvételek lehetővé tették az áramvonalak alakjának megfigyelését, valamint a porszemcsék sebességváltozásainak mérését az elszívófej környezetében, különböző pályákon és áramvonalak mentén (14. ábra).

Az egyik nagyvállalat a *hegesztés előtti melegítéshez* egy- és sokfuratú melegítőpisztolyokat alkalmazott különböző nyomású és összetételű gázkeverékhez. A melegítőpisztolyból kilépő gázkeverék áramképét fényképfelvétellel rögzítettük. Megismételtük a felvételeket különböző gázkeverékeknél és nyomásoknál, többféle fúvókával, égő gáz és nem égő gáz áramlásánál. A fényképfelvételekből következtetni lehet — a felvételi adatok ismeretében — a gazdaságos gázkeverék összetételére, a fúvóka célszerű alakjára, a gázáram lamináris és turbulens szakaszainak méreteire, az intenzív hevítési zóna méretére, valamint a környezetből elvont, a





14. ábra. Nagy légssebességű porelragadás jelenlégről készült nagysebességű filmfelvétel. A 2500 képs sebességű felvételen egy porszem elragadása figyelhető meg. A film szélén lévő 1000 Hz-es időjel és az elszívó torok méretének ismeretében a sebességváltozás mérhető.



15. ábra. Előmelegítő gázipisztoly schlieren-áramlási képe

tökéletes égéshez szükséges oxigén belépési helyeire. Az említett méréseket kéttükrös schlieren-rendszerben végeztük, mert a melegítőpisztolyok magas hőmérsékletű lángja az optikai elemeket veszélyeztette volna (15. ábra).

A talajeróziós vizsgálatok során schlieren-térbe helyezett különböző homoktalaj mintákat vizsgáltunk különböző szélsébségek mellett. Az érdes talajfelszín és a talajt borító növényzet kölcsönhatását fényképeztük, filmeztük. A különböző szélsébségek mellett kialakuló talajmenti levegő határréteg vastagsága és mozgása, turbulenciái nagysebességű és normál filmfelvételekről analizálhatók voltak.

## Irodalom

- Reid, T. W.: Schlieren Photography. Scientific and Technical Data. KODAK Pamphlet No. P-11.
- Medgyes B.: Schlieren-vizsgálatok. VEIKI-tanulmány. T. sz.: 13—20/1967.
- Mizser G.: Schlieren-vizsgáló részjelentés. Járműfejlesztési Intézet, 1969.
- C. Zeiss, Jena: Schlieren-Aufnahmegerät 80.
- Németh A.—Szalay O.: A résoptikai mérési módszer, és alkalmazása az égési kutatásban. MÁKFI. 258. kiadvány. Veszprém, 1962.
- Schardin, H.: Das Toeplerische Schlierenverfahren. VDI Forschungsheft, 1934.
- Nebe, W.: Schlieren-optische Beobachtungen an Wärmeströmungen. Jenaer Rundschau, 1963/3.
- Lyn, W. T.—Valdmanis, E.: The Application of High-Speed Schlieren Photography to Diesel Combustion Research. C. A. V. Engineering Review, 1961. nov.
- Wabster, I. M.: High-Speed Schlieren Photography of Highly Laminous Arcs. The British Journal of Photography, 1970/5.

Cech Vilmos

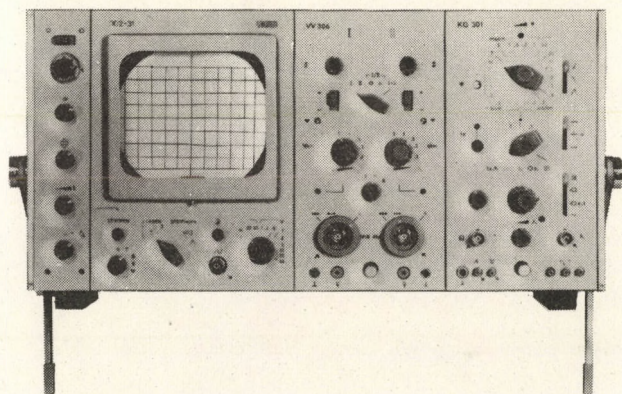


# KÜLFÖLDI MŰSZERŰJDONSÁGOK

## Sokoldalú, fiókos rendszerű, tároló-oszcilloszkóp, OG 2—31 típ.

(RFT VEB Messelektronik, Berlin, NDK)

A készülék a korszerű katódsugároszcilloszkópok iránt támasztott igényeknek megfelelően, cserélhető fiókos rendszerű, és teljesen félvezetős felépítésű. Felhasználható a legkülönbözőbb villamos mennyiségek kijelzésére, mérésére, és különösképp tárolására. Kisfrekvenciáktól egész a mintavételes-oszcillográfia tartományáig van lehetőség méréstechnikai alkalmazásokra. A 13 cm-es tárolócsöves képernyővel ellátott OG 2—31 típ. alapkészülék, a VV 300 típ. kétcsatornás szélessávú erősítőfiók, és a KG 301 típ. fűrészfoggenerátor alkotja a normálkészüléket (A1



1. ábra. Sokoldalú, fiókos rendszerű tároló-oszcilloszkóp

kivitel). Az A2 kivitelben választhatóan a DV 301 típ. differenciálerősítőfiók szerepel, míg az A3-ban a VV 306 típ. kétcsatornás rászteres erősítőfiók. A további cserélhető fiókok között rendelhetők a VV 304 típ. négycsatornás erősítő, a VV 305 típ. mintavételes erősítő, a KG 304 típ. késleltető fűrészfoggenerátor és a KG 305 típ. mintavételes fűrészfoggenerátor. Ezen kívül különféle segédegységek és szerelvények (pl. lezáró ellenállások, dugaszolható osztók és kondenzátorok, mérőszondák, átmeneti darabok, mérőkábelek és fotofeltét) egészítik ki a készüléket (1. ábra).

Az alapkészülék műszaki adatai:

Üzem módok	normál oszcillográfia, leolvasás, impulzuskioltás, tárolás
Olvasási időtartam	kb. 1 min
Tárolási idő	több mint 1 nap
Kioltási idő	kb. 1,5 s
Összehasonlító feszültség	500 $\mu$ V... 50 V, 1:2:5 fokozatokban.

A VV 300 típ. kétcsatornás erősítő elektronkapcsolós kivitelű, a nagy sávszélesség nagy érzékenységgel párosul. Beépített póterősítővel 10x-es eltérítés érhető el.

Frekvenciatartomány	0... 10 MHz
Érzékenység	100 mV/cm... 20 V/cm, ill. 10 mV/cm... 2 V/cm
Feszültségosztás hibája	3%
Bemenet	nem szimm., 1 Mohm, 25 pF

A KG 301 típ. fűrészfoggenerátor az X-irányú eltérítés egyszerű időalapját nyújtja. Egy-



szeri jelenségek vizsgálatához különleges utánvilágítóvezérléssel is rendelkezik.

Időalap	2 s/cm ... 50 ns/cm
Időmérés hibája	kisebb mint 5%
Indítási frekvenciatartomány	0 ... > 10 MHz

A VV 306 típus kétcsatornás rászteres erősítő jellemzői:

Frekvenciatartomány	0 ... 10 MHz (—3 dB és 100 kHz-re)
Érzékenység	100 mV/cm ... 20 V/cm
Feszültségosztó hibája	±3%
Bemenet	1 Mohm, 25 pF
Üzem módok	I csatorna; II csatorna; szaggató üzem
	30 kHz/300 kHz.

### Hordozható impulzushangszintmérő, EGT típus.

(Rohde & Schwarz, München, NSZK)

Az építőipar, a gépipar és a közlekedés egyre jelentősebb kérdése a zajelemzés és zajvédelem. A pontos vizsgálatok elvégzéséhez szükséges bonyolult műszerek legtöbbször nagy méretűek, nehezen kezelhetők, és a hangforrás közelében történő elhelyezés nehézségekbe ütközik.

Az EGT típus hordozható impulzushangszintmérő kis mérete és súlya, egyszerű kezelhetősége mellett, az ismert kézi hangszintmérőknél nagyobb mérési pontosságot és alkalmazhatóságot biztosít (2. ábra).



2. ábra. Hordozható impulzushangszintmérő

A mérőmikrofon és a műszer közötti 1,2 m-es összekötő kábel szükség esetén 100 m-re hosszabbítható. A praktikus hordtáskában elhelyezett műszeren a méréshatár fokozatkapcsolóval 10 dB-es lépcsőkben állítható, 20—130 dB kö-

zött. Külön kapcsolóval lehetőség van a méréshatár 20 dB-lel való eltolására is. A készülék gyors, lassú és impulzusüzemmódban egyaránt működtethető.

Külön átkapcsolóval lehet az egyes súlyozó jelleggörbákat beállítani. Nyomókapcsolóval rövid ideig tartó maximális hangszintek a kijelzőműszeren állandó értéken tarthatók. Ennek segítségével pl. egy ingadozó szintű hangjel, mint amilyen egy robbanás, illetve csattanás-szerű jelenség csúcserőteke, előnyösen vizsgálható.

A mutatós kijelzőműszeren dB és lineáris skála van, az utóbbin a hangnyomás  $\mu$ bar-ban, a gyorsulás  $m/s^2$ -ben, a bemenő feszültség mV-ban olvasható le.

A készülék túlvezérlésjelzőjének érzékenysége jellemző, hogy pl. 1/10 000 s-ig tartó túlvezérlés szemmel jól érzékelhető, kb. 0,5 s-os jelzőlámpafelvilágítást okoz.

A műszerhez külső szűrő, magnetofonkészülék és szintiró csatlakoztatható.

A nagy dinamikatartománnyal rendelkező MKPM típusú, FET tranzisztoros, impedancia-váltós mérőmikrofonnal a berendezés méréshatára 160 dB-ig kiterjeszhető.

A táplálás történhet szárazelemmel, a készülékbe helyezett akkumulátorral, és hálózatról tápegységen keresztül. Lehetőség van külső 6 V-os, illetve 12 V-os autóakkumulátorral történő csatlakozásra is.

#### Néhány műszaki jellemző:

Méréstartományok:	
Hangszint	20 ... 160 dB
Gyorsulás	0,01 ... 2000 $m/s^2$
Feszültség	0,01 ... 2000 mV
Frekvenciatartomány	10 ... 20 000 Hz
Súlyozószűrők	A, B, C, D, lineáris és extern
Pontosság	±1 dB
Kimenet	egyen- és váltakozójel
Táplálás	4 db 1,5 V-os szárazelem, akkumulátor, vagy hálózati tápegység
Méret	210×90×160 mm
Súly	2,6 kp.

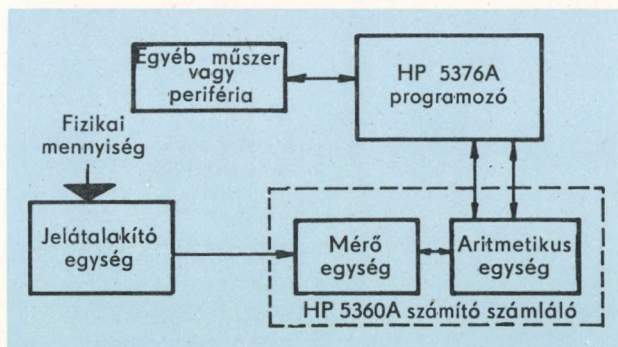
### Számító számláló rendszer programozóval, Model HP 5360A és HP 5376A

(Hewlett—Packard Co., Palo Alto, Calif. USA)

Ez a számító számláló új típusú készülék: olyan digitális frekvenciaszámláló és kis asztali szá-



mitógép, amely a hozzá csatolható 5376A típusú programozóegységgel méréseket, illetve betáplált mérési eredményekkel és függvénykapcsolatokkal aritmetikai műveleteket végezhet. A 3. ábrán a két alapegység működésének tömbvázlata látható (H-P Journal, 1970. dec. 3 o.). A programozó egység tehát a számító számláló és más mérőműszerek vagy perifériális készülékek, pl. digitális voltmérők, szignálgenerátorok, regisztrálók stb. között működő közbensőegység (interface).

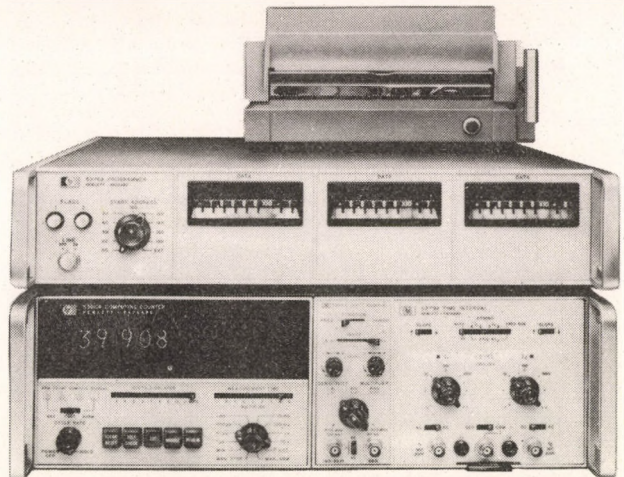


3. ábra. Hewlett—Packard gyártmányú számító számláló és programozó tömbvázlata

Az 5360A típusú készülék 0,01 Hz és 320 MHz közötti tartományban működő frekvencia-számláló. Időtartammérésnél a feloldóképesség: 100 ps. A számláló 11 digit. Az elébecsolt ún. „jelkondicionáló” egység a különféle beérkező villamos jeleket a számláló nyelvére alakítja, vagyis speciális frekvenciakonverter. Így a rendszerrel különféle paraméterek, pl. hőmérséklet, fázisalak, induktancia, ellenállás stb. is mérhetők. Három alkalmazási területét lehet kiemelni: 1. átviteli függvények meghatározása; 2. statisztikai analízis; 3. bizonyos típusú folyamatszabályozások. Az alkalmazások között szerepel pl. mérőátalakítók átviteli karakterisztikájának mérése, illetve kristályoszillátorok aranyözölésének szabályozása a frekvencia függvényében.

Az 5376A típusú programozóegység dugaszolható diódákkal vagy lyukkártyával működtethető. A diódás programtábla negyvenféle utasítást tartalmazhat, és a készülékbe kívánságra még négy ilyen programtábla építhető be, a maximális programlépésszám tehát 200. A programozó előlapján három külön, kézi tárcsás, re-

giszterrel öt számjegyig különféle számértékek is betáplálhatók. A programozónak két független analóg kimenete is van: X-Y íróhoz, és visszacsatolt jeltovábbításhoz. Az összetettebb programok futtatásához három regisztere közbelső adatok gyűjtésére, kettő pedig tárolására szolgál (4. ábra).



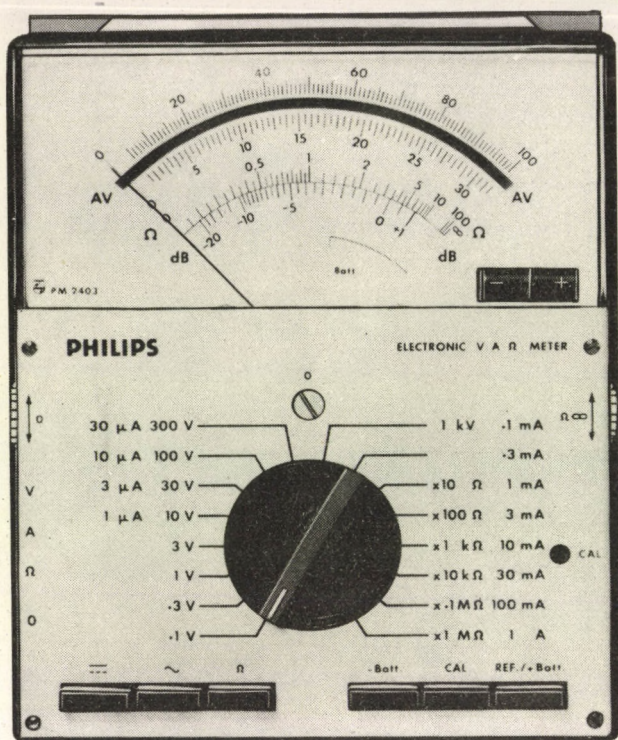
4. ábra. A Hewlett—Packard gyártmányú számító számláló

#### Elektronikus univerzális kéziműszer, PM 2403 típ.

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

Az új, sokméréshatárú „multiméter” fő előnye, hogy a FET-típusú nagyimpedanciájú, 10 Mohm-os bemenetével minden méréstartományban, egyen- és váltakozóáramú kapcsolásban is 3<sup>0</sup>/<sub>0</sub>-ra pontos, és emellett 25 Hz és 25 kHz közötti sávban működik. Így még 100 kohm-os impedanciájú mérőkörök esetén is aránylag pontos feszültség- és áramméréseket tesz lehetővé. Előnye még, hogy a saját bemeneti impedanciát a vizsgálandó áramkör úgyszólván alig terheli. A műszeren a feszültség, áram és ellenállás skála mellett dB-osztás is van. Kombinált AC/DC jelek esetén a beépített szűrőtag a kétféle komponens jól elkülönített mérését biztosítja. A műszer 3 kV, illetve 6 A túlterhelés ellen védett, különleges polaritásjelző is van rajta. A méréstartományokat 30 kV-os nagyfeszültségű, 700 MHz-es nagyfrekvenciájú mérőfejek, 100





5. ábra. Elektronikus univerzális kéziműszer

A-es áramváltó, továbbá 10 és 30 A-es söntök egészítik ki (5. ábra).

**Műszaki jellemzők:**

Méréstartományok	0...100 mV, ill. 1000 V között 9 fokozatban egyen- és váltakozó-feszültségre, 0...1 μA, ill. 1 A között 12 fokozatban egyen- és váltakozó-áramra, 0...0,1 ohm és 50 Mohm között (skálaközép a 10 ohm és az 1 Mohm osztásnál) 6 fokozatban, miközben a pontosság itt 5%, ellenállás mérésére
Működtetés	telepes (2×9 V és 1×1,5 V) 1000 h feletti üzemi idővel
Méretei	185×150×65 mm
Súlya	1 kp.

**Sokméréshatárú laboratóriumi kompenzográfok, BD 7 és BD 8 típus.**

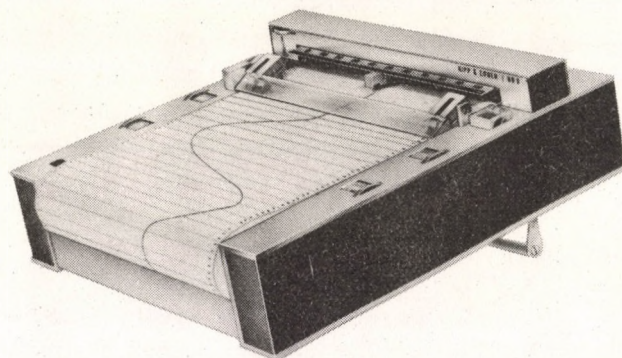
(Kipp & Zonen, Delft, Hollandia)

Az új, vízszintes elhelyezésű regisztrálók legkülönbözőbb görberögzítési célra használhatók,

integrált áramkörös elektronikát tartalmaznak. A BD 7 típus 4 feszültségtartományban működik, míg a BD 8 típusnál 0,5 mV és 1000 V végkitérés között 17 méréstartomány kapcsolható. A készülékekhez kívánságra eseményjelző, nullapontáthelyező és integráló csatlakozó is szállítható (6. ábra).

**Műszaki jellemzők:**

Méréstartományok a BD 7 típusnál	0...0,5—1—10—100 mV, 200 mm skálavégkitérésre (bemeneti impedanciák 25 Mohm és 1 Mohm között)
a BD 8 típusnál	0...0,5—50 mV, ill. 0...0,1—100 mV 17 fokozatban; bemeneti impedanciák: 25 Mohm a legkisebb feszültségtartományban, 500 Mohm 10 mV-nál, a V-feszültségtartományoknál pedig egységeseen 1 Mohm
Pontosság	jobb mint a skálavégkitérés 0,5%-a
Válaszolási idő	a teljes végkitérés 1 s-on belül
Referencia feszültség	Zener-diódás
Papírsebesség	0,5 mm/min és 500 mm/min között 10 különböző érték választható
Méret	310×360×120 mm
Súly	7,5 kp.



6. ábra. Sokméréshatárú laboratóriumi kompenzográf

**Klinikai laboratóriumi számító abszorpciómérő, LKB 7400 típus.**

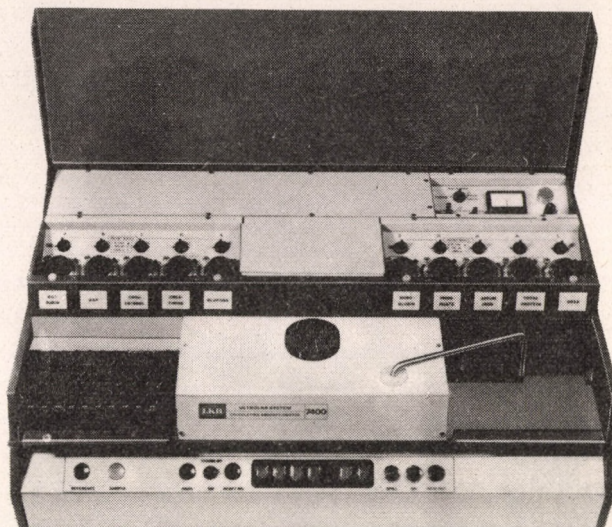
(LKB Produkter AB, Stockholm, Svédország)

A klinikai, kórházi laboratóriumokban a diagnosizokhoz szükséges biokémiai elemzések száma jelenleg ötvenként megkétszereződik; a la-



boratóriumi munkaerők számának növekedése ezzel nem tud lépést tartani. Emiatt egyre fontosabbak lesznek az új típusú, automatizált analizismenetű, digitális kijelzésű és „programozható” laboratóriumi sorozatelemzők. A svéd cég új abszorpciómérője sok tekintetben egyedülálló készülék. A látható spektrumtartományban működik, biztosítja az előkészített minták egyedi diszkrét mérését (a műanyagküvetéket használat után eldobják). Igen kis, 0,7 ml mintatérfogat elegendő. A készüléken egymástól függetlenül *tízféle* elemzéstípus végrehajtható, de a felhasználó egyszerű szűrőcserével és rövididejű kalibrálással bármely más elemzésprogramot is futtathat. A vizsgálatoknál használt reagensek, illetve oldószerek saját extinkcióértékeit („vakérték”) a berendezés tárolja, és elemzés közben a vizsgálandó minta megfelelő értékeiből automatikusan levonja. Így a digitális kijelzőn a minta tiszta extinkcióértéke jelenik meg (4 digit), a minta sorszámaival együtt. A készülék mintakapacitása 1200 minta/h, így egy nagyméretű klinikai laboratórium központi egységként alkalmazható. Az LKB cég gyártási programjában további kiegészítő egységek, pl. szétválasztó, hígító, termosztáló egységek is szerepelnek. A készülék elektronikája integrált áramkörös, könnyen cserélhető kártyarendszerrel. A minták extinkció (abszorbancia) értékei analóg-digitális átalakítón át sornyomtatóra (Addo típ.) vagy szalaglyukasztóra továbbíthatók. Megfelelő közbensőegység (interface) segít-

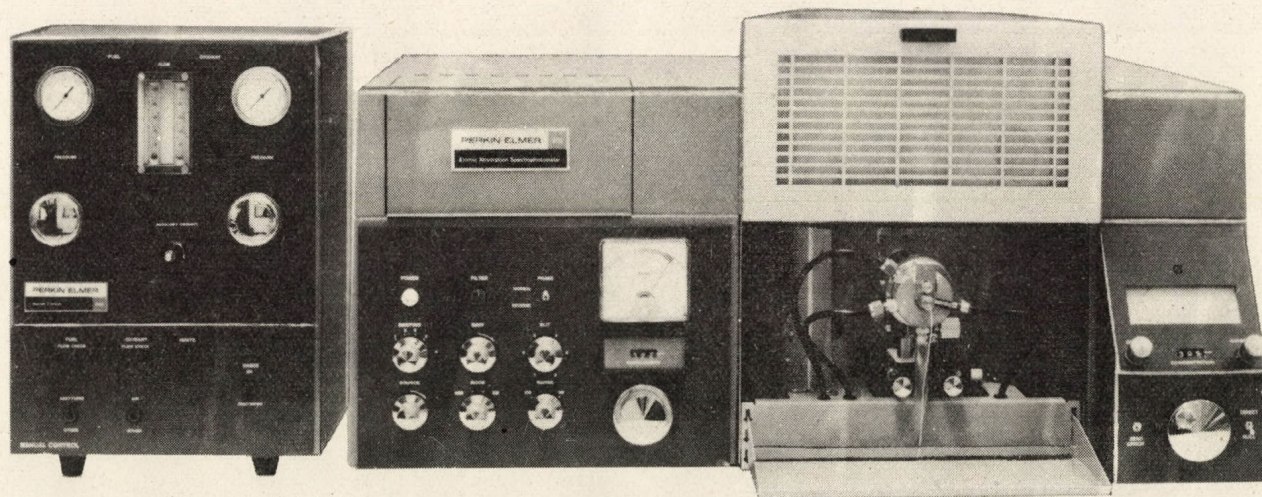
ségével „on line” számítógépes adatfeldolgozás is megvalósítható (7. ábra).



7. ábra. Klinikai laboratóriumi számító abszorpciómérő

Műszaki jellemzők:

Hullámhossztartomány	400...700 nm, 15 nm-nél kisebb sáv szélességű interferenciaszűrőkkel
Méréstartomány	0,000...1,000 A (abszorbancia)
Fotometriai pontosság	0,1 A-nél $\pm 0,002$ A; 0,5 A-nél $\pm 0,008$ A
Mintatérfogat	0,7...3,6 ml
Mintavétel	automatikus, 50 db-os küvvettás rekeszekből
Méret	250×680×480 mm
Súly	50 kp.



8. ábra. Atomabszorpciós spektrofotométer



## Atomabszorpciós spektrofotométer, Model 305

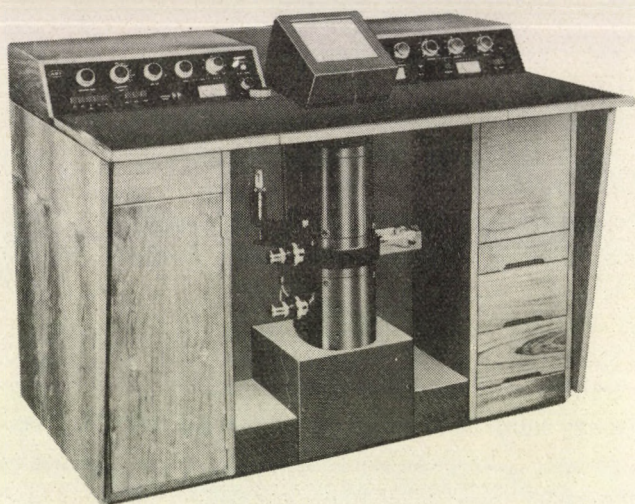
(Perkin—Elmer GmbH Austria, Wien, Ausztria)

Sokoldalú, korszerű felépítésű, kétsugaras optikai rendszerrel működő készülék. Az üreges katódlámpából kiinduló fénynyaláb időben váltokozva halad át a lángon és egy, a lángon kívül eső tükrös eltérítésű, összehasonlító fénnyúton. A kétsugaras üzemmód kiküszöböli a lámpa-intenzitás, a detektorérzékenység, és az egész elektronikai egység időbeli ingadozásának hatását. A katódlámpákat nem kell hosszasan előmelegíteni, kétperces előmelegedés után már végezhető a mérés. A kb. 10 cm szélességű égők felső része titánból készült. Az égők a meghatározandó elem és a gázelegy szerint cserélhetők. A fénynyaláb felbontását egy Czerny—Turner-féle rácsos monokromátor végzi. A minta térfogatszükséglete 0,5 ml. A speciális „Intensitron” nevű katódlámpák még több elem egy mintából történő meghatározására is alkalmasak; a lámpák 30 s alatt cserélhetők. A készüléken a koncentrációérték számjegyesen is leolvasható. A mérési adatok regisztrálóra vagy sornyomtatóra továbbíthatók, kívánságra automatikus háttérkorrigáló, illetve hullámhosszletapogató egység is szállítható (8. ábra). Súlya 75 kp.

## Elektronmikroszkóp, Corinth 275 típus.

(AEI Scientific App. Ltd., Harlow, Anglia)

Az elektronmikroszkópok széles választékából ez az új típus különösen kis méreteivel és könnyű kezelhetőségével tűnik ki, jó stabilitása és aránylag jó felbontóképessége mellett. Ezek a tulajdonságok az elektronmikroszkópiás demonstrációban és az oktatásban különösen előnyösek. Az elektronagyú ötlencsés, elektromágneses, és 60 kV fix gyorsítófeszültséggel működik. Jó megfigyelést biztosít a nagy, 165×165 cm méretű megfigyelő ernyő. Egy 70 mm-es fényképezőgéppel maximálisan 50 felvételt lehet készíteni. Az egész elektronika, a szivattyúrendszer és az elektronagyú egy nagyobb méretű pultos asztalban helyezkedik el (9. ábra).



9. ábra. Corinth 275 típus. elektronmikroszkóp

### Műszaki jellemzők:

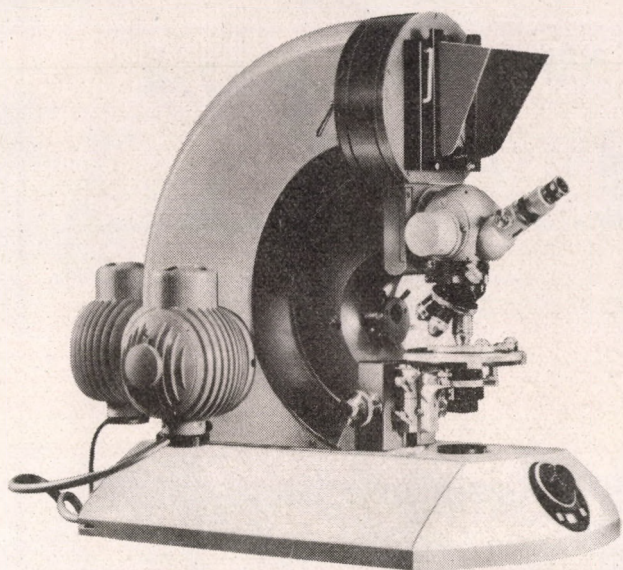
Felbontóképesség	jobb mint 10 Å
Gyorsítófeszültség	60 kV
Nagyítás	600× és 100 000× között folyamatosan állítható
Diffrakció	kiválasztott felületen, 80 cm standard kamera-hosszúság
Elektronagyú	automatikus utánaállítású trióda, emissziós áram 20...150 μA
Asztigmatikus korrekció	nyolcszegletű elektrosztatikus asztigmátorral az objektívlencsénél
Mintaelhelyezés	négy mintát befogadó tartóval, nagy kettősdőlésű asztallal (±20°, ill. ±30°)
Vákuumrendszer	teljesen automatikus kapcsolású, 150 l/s teljesítmény, olajdiffúziós szivattyúval; leszívási idő hidegen 25 min, ill. melegen 5 min
Elektronika	szabványos nyomtatott áramkörös, kártyás elhelyezésben; stabilitás jobb mint 5:10 <sup>6</sup> /min az objektív lencsére
Méret	127×82×102 cm
Súly	500 kp
Fogyasztás	3 kVA.

## Fényképezésre és filmezésre alkalmas kutató mikroszkóp, ULTRAPHOT III. típus.

(Opton Feintechnik GmbH, Wien, Ausztria)

A berendezés alapját képező nagyteljesítményű kutató mikroszkóp megvilágító, tárgyelfogó és képrögzítő egységei egyszerűen és gyorsan cse-





10. ábra. ULTRAPHOT III típ. kutató mikroszkóp

rélhetők. A különböző egységek célszerű kombinációival a legkülönbözőbb mikroszkópos feladatokat lehet megoldani. A felső megvilágítás megvalósítására szolgáló II C kondenzorban egy, a III C kondenzorban négy váltható, és a III D kondenzorban öt váltható objektív van beépítve. A nagyteljesítményű megvilágító egységben

nárom különböző fényforrás van, amelyeket egyszerre is lehet használni. Négyféle mikroszkópasztalt lehet a műszerre feltenni, amelyekkel különböző tárgyfelfogási módok, pontos tárgyforgatás és központosítás valósítható meg.

A teljesen automatizált fényképező-fejben elektronsokszorozóval határozzák meg a megvilágítási időt; ennek alapján egy gomb megnyomása kell csak, s teljesen automatikusan elkészül a felvétel. Egy második fényképező-fejben Polaroid-Land fényképezőgép van beépítve, síkfilmes kazettával. A harmadik fényképező-fejvel egyes felvételeket lehet készíteni Sinarsix megvilágításmérővel. Mindhárom kamerában  $9 \times 12$  cm méretű film van. A  $24 \times 36$  mm-es kisfilmes felvétel-fejben a megvilágítás szerinti szabályozás és a képtovábbítás is teljesen automatikus.

Külön érdekessége az ULTRAPHOT III be rendezésnek, hogy kiszagytású, áttekintésre szolgáló felvételeket lehet készíteni a speciális Luminar elnevezésű objektívekkel. Átvilágításos képeknél 2,5:1, a felülről megvilágított képeknél 6,8:1 leképezési arányt lehet elérni (10. ábra).

Dr. Solti Mihály — Vécsei István





# **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 megvásárolnia,  
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 nagyszögű 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 át-  
menetileg kihasználatlan műszereit kölcsönzésre!

---

Felvilágosítás és műszerkölcsönzés:

**MTA MŰSZERÜGYI ÉS MÉRÉSTECHNIKAI SZOLGÁLATA**

**MŰSZERKÖLCSÖNZÉSI OSZTÁLY**

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



# 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 Szolgáltatnál fennálló lehetőségek tökéletesebb hasznosítása érdekében a Közlemények ezen számához levelezőlapot mellékelünk. A levelezőlapon feltüntetjük az MTA Műszerügyi és Méréstechnikai Szolgáltatának 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 közöljének:
- 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 kutatófilmzési szolgáltatásról

## AZ MTA MŰSZERÜGYI ÉS MÉRÉSTECHNIKAI SZOLGÁLATA

### térítés ellenében igénybe vehető szolgáltatásai

Kérek tájékoztató tárgyalást

#### Méréstechnikai szolgáltatásokkal kapcsolatban:

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

#### Elektronmikroszkópiai vizsgálatokkal kapcsolatban:

- Előkészítés, felvételezés
- Vákuumgőzölés

#### Kutatófilm készítéssel kapcsolatban:

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

#### Műszerkölcsönzés

- Kérek tájékoztatást arról, hogy az alábbi műszer kölcsönözhető-e az általam itt megadott időpontban:
- Kérem a műszert számomra előjegyezni.

#### Műszerjavítás

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

#### Szervizszolgáltatás

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



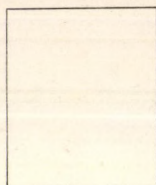
A FELADÓ

NEVE:

MUNKAHELYE:

CÍME:

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

A FELADÓ

NEVE:

MUNKAHELYE:

CÍME:

TEL.:



**MTA**  
**Műszerügyi és Méréstechnikai**  
**Szolgálat**

**BUDAPEST V.,**

Martinelli tér 3.

**E számunk hirdetői:**

BÉKE Villamos- és Gépipari  
Szövetkezet (borító II)  
EMG Elektronikus Mérő-  
készülékek Gyára (81)  
Finnigan Instruments AG.,  
Basel (79)  
GANZ Műszer Művek (64)  
Híradástechnikai Szövetkezet  
(77)  
MIGERT Műszer- és Irodagép-  
értékesítő V. (22)  
MOM Magyar Optikai Művek  
(borító III)  
MTA KUTESZ Vállalat  
(borító hátlap)  
PHILIPS, Eindhoven (78)  
RADELKIS Elektrokémiai  
Műszergyártó (65-76)  
REMIX Rádiótechnikai V. (80)

A FELADÓ

NEVE:

MUNKAHELYE:

CÍME:

TEL.:



**MTA**  
**Műszerügyi és Méréstechnikai**  
**Szolgálat**

**BUDAPEST V.,**

Martinelli tér 3.



# A KÖLCSÖNMŰSZERPARK SZAPORULATA

Összeállította:

Görgényi László és Herczeg Kálmán

Ellenőrizte: Wölfel Lajosné

## Szigetelésvizsgáló, WIP 6 típus.

RFT gyártmány

Méréstartomány 0,5...6 kV (2 sávban)  
Mérőáram max. 60 mA

## Szignálgenerátor, laboratóriumi, 1168 típus.

EMG gyártmány

Frekvenciatartomány 50 kHz...65 MHz  
(6 sávban)  
Frekvenciapontosság  $\pm 1\%$   
Kimenő feszültség 1  $\mu$ V...3 V (14 sávban)  
Kimenő impedancia 50 ohm  
Külső amplitudó moduláció:  
Moduláló frekvencia 0...20 kHz  
Moduláció mélység 0...100%  
Belső amplitudó moduláció:  
Moduláló frekvenciák 400 Hz  $\pm 5\%$   
és 1000 Hz  $\pm 5\%$   
Moduláló mélység 0...100%

## AM-FM-VM szignálgenerátor, 2039 a C típus.

RFT-gyártmány

Frekvenciatartomány 4,2...300 MHz (8 sávban)  
Frekvenciapontosság  $\pm 1\%$   
Kimenő feszültség 0,05  $\mu$ V...50 mV  
Kimenő impedancia 75 ohm

Külső frekvencia moduláció:

Moduláló frekvenciák 30 Hz...20 kHz  
Belső frekvencia moduláció:  
Moduláló frekvencia 1 kHz  $\pm 5\%$   
Külső amplitudó moduláció:  
Moduláló frekvenciák 30 Hz...100 kHz  
Moduláció mélység 0...80%  
Video moduláció:  
Moduláló frekvenciák 20...300 MHz

## Mérőgenerátor, 2510 típus.

RFT gyártmány

Frekvenciatartomány 30 kHz...30 MHz  
(9 sávban)  
Frekvenciapontosság  $\pm 0,5\%$   
Kimenő feszültség 0,05  $\mu$ V...0,5 V  
Kimenő impedancia 75 ohm  
Belső amplitudó moduláció:  
Moduláló frekvenciák 20 Hz...30 kHz  
(4 sávban)  
Moduláció mélység 0...95%  
Külső amplitudó moduláció:  
Moduláló frekvenciák 20 Hz...80 kHz  
Moduláció mélység 0...95%  
Frekvenciamérőként:  
Méréstartomány 30 kHz...30 MHz  
Pontosság  $\pm 1\%$   
Bemenő feszültség 100...500 mV  
Hálózati feszültség 110/120/220/240 V  $\pm 10\%$   
Telep 24...30 V; 300...420 mA



## Modulrendszerű impulzusgenerátor, 1157—563 típus.

EMG gyártmány

Ismétlődési frekvencia	20 kHz...20 MHz
Impulzus késleltetés	10 ns...20 μs
Impulzus szélesség	10 ns...20 μs
Polaritás	pozitív és negatív egyide- jűleg
Amplitudó	5, 2, 1, 0,5, 0,2 V
Fel- és visszafutási idő	< 5 ns

## Dekádgenerátor, Codasyn 201 típus.

Adret Electronique gyártmány

Frekvenciatartomány	0,1 Hz...2 MHz
Beállítható	8 dekáddal 0,1 Hz-ként
Kimenő feszültség	0...5 V
Belső moduláció (FM vagy AM):	
Frekvencia	50; 400; 1000 Hz
Kimenő szint	1 V <sub>eff</sub> (50 ohm-nál modu- láció nélkül vagy FM); 0,5 V <sub>eff</sub> (50 ohm-nál AM)
Frekvenciastabilitás	+5.10 <sup>-8</sup> /24 h
Programozó egység	8 különböző frekvencia beállításra 0,1 Hz...2 MHz között
Digitális kijelzés	8 számjegyes

## Csővoltmérő, U—719 típus.

ELPO gyártmány

Egyenfeszültségmérőként:	
Méréstartomány	0,1...300 V (7 sávban)
Pontosság	±2,5%
Bemenő impedancia	≥100 kOhm
Nagyfeszültségű mérő- fejvel:	
Méréstartomány	20 V...30 kV (4 sávban)
Pontosság	±10%
Bemenő impedancia	≥1000 Mohm
Váltakozófeszültség- mérőként:	
Méréstartomány	0,1...300 V (7 sávban)
Pontosság	±3,5%
Frekvenciatartomány	20 Hz...500 MHz
Bemenő impedancia	200 kohm, 4 pF
Ellenállásmérőként:	
Méréstartomány	20 ohm...1000 Mohm (7 sávban)
Pontosság	±10%

## Digitális kéziműszer, Digitest 500 típus.

Schneider Electronique gyártmány

Egyenfeszültségmérőként:	
Méréstartomány	1 mV...500 V (5 sávban)

Érzékenység	100 μV...1 V
Pontosság	±0,2%
Bemenő impedancia	2...50 Mohm (mérés- határtól függően)

Egyenárammérőként:	
Méréstartomány	1...50 μA (1 sávban)
Érzékenység	100 nA
Pontosság	±1%
Bemenő impedancia	1 kohm
Váltakozófeszültség- mérőként:	
Méréstartomány	1 mV...400 V (5 sávban)
Érzékenység	100 μV...1 V
Pontosság	±0,5%
Bemenő impedancia	2 Mohm, 100 pF
Frekvenciatartomány	40 Hz...10 kHz
Váltakozóárammérőként:	
Méréstartomány	1...50 μA (1 sávban)
Érzékenység	100 nA
Pontosság	±1,5%
Bemenő impedancia	1 kohm
Frekvenciatartomány	40 Hz...10 kHz
Ellenállásmérőként:	
Méréstartomány	1 ohm...500 kohm (5 sávban)
Érzékenység	100 Mohm...1 kohm
Pontosság	±0,5%
Kijelzés	3 számjegy

## Integráló digitális multiméter, TE 325 típus.

Tekelec—Airtronic gyártmány

Egyenfeszültségmérőként:	
Méréstartomány	100 mV...1000 V (5 sávban)
Érzékenység	10 μV
Pontosság	±0,1%
Bemenő impedancia	10...1000 Mohm
Váltakozófeszültség- mérőként:	
Méréstartomány	10...750 V (3 sávban)
Érzékenység	1 mV
Pontosság	±0,1%
Bemenő impedancia	1 Mohm, 10 pF
Frekvenciatartomány	50 Hz...10 kHz
Ellenállásmérőként:	
Méréstartomány	0...10 Mohm
Érzékenység	100 Mohm
Kijelzés	5 számjegy

## Digitális volt—amméter, M 210 típus.

HIKI gyártmány

Egyenfeszültségmérőként:	
Méréstartomány	1...1000 V (4 sávban)
Érzékenység	100 μV
Pontosság	±0,05% ±1 digit
Bemenő impedancia	5...100 Mohm
Egyenárammérőként:	
Méréstartomány	0...100 mA (4 sávban)
Érzékenység	10 nA
Pontosság	±0,1% ±1 digit
Bemenő impedancia	10 ohm...10 kohm
Kijelzés	5 számjegy



## Digitális multiméter, PM 2421 típus.

Philips gyártmány

Egyenfeszültségmérőként:	
Méréstartomány	0...1000 V (6 sávban)
Érzékenység	10 $\mu$ V
Pontosság	$\pm 0,1\%$
Bemenő impedancia	10 Mohm
Egyenárammérőként:	
Méréstartomány	0...1400 mA (9 sávban)
Érzékenység	10 $\mu$ A
Pontosság	$\pm 0,3\%$
Bemenő impedancia	
mV-tartományban	1 Mohm, 40 pF
V-tartományban	10 Mohm, 25 pF
Frekvenciatartomány	10 Hz...1 MHz
Váltakozófeszültségmérőként, nagyfrekvenciás mérőfejjel:	
Méréstartomány	0...1400 mV (3 sávban)
Érzékenység	0,02 mV
Frekvenciatartomány	300 kHz...1200 MHz
Váltakozóárammérőként:	
Méréstartomány	0...1400 mA (9 sávban)
Érzékenység	10 $\mu$ A
Pontosság	$\pm 0,5\%$
Frekvenciatartomány:	
nA-tartományban	10...100 Hz
$\mu$ A-tartományban	10 Hz...20 kHz
mA-tartományban	10 Hz...200 kHz
Ellenállásmérőként:	
Méréstartomány	0...1400 Mohm (9 sávban)
Pontosság	$\pm 0,2\%$
Mérőáram:	
ohm-tartományban	1 mA
kohm-tartományban	5 $\mu$ A
Mohm-tartományban	5 nA
Kijelzés	4 számjegy

## Elektrométer, TE 980 típus.

Tekelec—Airtronic gyártmány

Feszültségmérőként:	
Méréstartomány	10 mV...100 V (9 sávban)
Bemenő impedancia:	
10 mV és 1 V között	10 <sup>13</sup> ohm, 30 pF

1 V és 100 V között	10 <sup>10</sup> ohm, 30 pF
Pontosság:	
10 mV és 1 V között	$\pm 1,5\%$
1 V és 100 V között	$\pm 3\%$
Árammérőként:	
Méréstartomány	1 $\mu$ A...1 mA (7 sávban)
Pontosság	$\pm 1,5\%$
Ellenállásmérőként:	
Méréstartomány	10 <sup>4</sup> ...10 <sup>10</sup> ohm
Pontosság:	
10 <sup>4</sup> és 10 <sup>8</sup> ohm között	$\pm 2\%$
10 <sup>8</sup> és 10 <sup>9</sup> ohm között	$\pm 3\%$
10 <sup>9</sup> és 10 <sup>10</sup> ohm között	$\pm 5\%$
Erősítőként	1; 3; 10; 30 és 100-as lépésekben

## Hullámmérő, M 117 típus.

Tesla gyártmány

Frekvenciatartomány	30 kHz...110 MHz
Pontosság	$\pm 2\%$

## Hangszintmérő, SPM 101 típus.

RFT gyártmány

Méréstartomány	30...140 dB (11 sávban)
Frekvenciatartomány	31,5 Hz...8 kHz

## MINIGOR regisztráló, RE 501 típus.

Goerz gyártmány

X-Y regisztrálóként:	
Méréstartomány	1...50 mV/cm
Pontosság	$\pm 1\%$
Linearitás	$\pm 0,5\%$
Írássebesség	20 cm/s
Írásfelület	150×100 mm
Y-T regisztrálóként:	
Méréstartomány	1...50 mV/cm
Pontosság	$\pm 1\%$
Írássebesség	30; 60; 150; 300, 600 mm/min
Futási idő	0,5 s
Papírszélesség	100 mm





**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

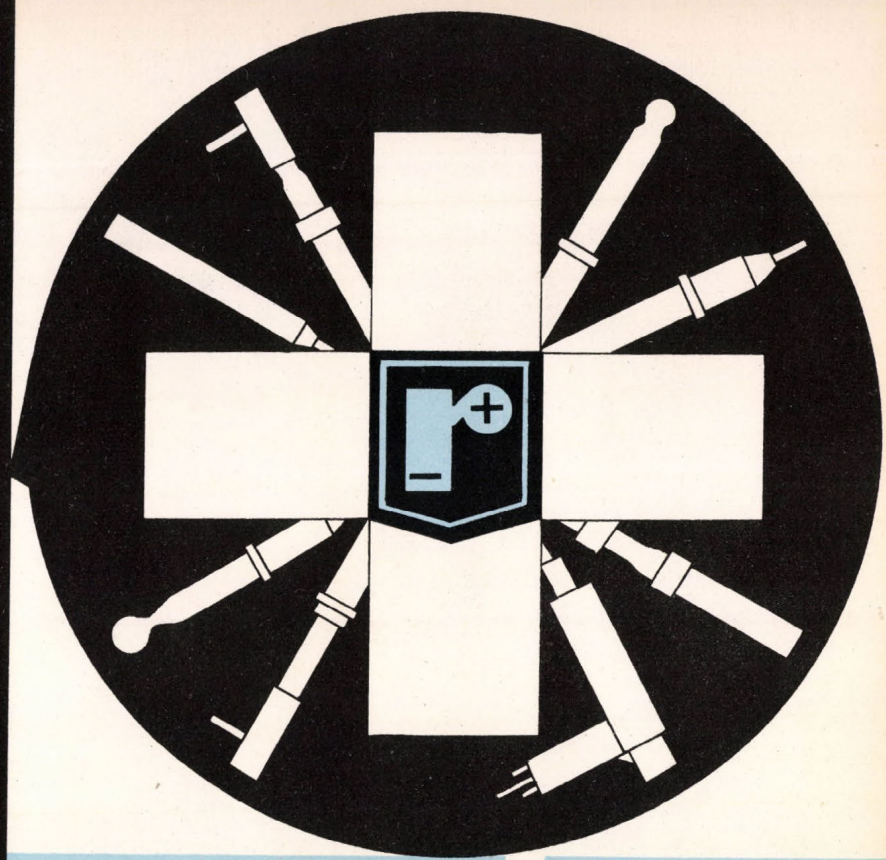


Felvilágosítással szolgál:

## **Vevőszolgálati Osztály**

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





# ELEKTRODOK

**radelkis**

ELEKTROKÉMIAI MŰSZERGYÁRTÓ  
BUDAPEST



## ELEKTRODJAINK

A különféle elektrokémiai műszerek használhatatlanok lennének megfelelő elektrodok nélkül. A RADELKIS a műszerfejlesztéssel egyidejűleg mindig nagy gondot fordított az elektrodok fejlesztésére is és ma a legkülönbözőbb korszerű elektrodtypusokkal tud a felhasználók rendelkezésére állni.

A továbbiakban részletesen ismertetjük különféle elektrodjainkat, melyek a következőképpen csoportosíthatók:

- Üvegelektrodok
- Kombinált elektrodok
- Vonatkozási elektrodok
- Ionszelektív elektrodok
- Fémlektrodok
- Speciális elektrodok.

A műszaki fejlesztés érdekében a változtatás jogát fenntartjuk.

## M Ū S Z E R E I N K

### pH-mérők

OP-106	Hordozható pH-mérő
OP-107	Hordozható pX-mérő
OP-201/2	Laboratóriumi pH-mérő
OP-204/1	Univerzális pH-mérő
OP-205	Precíziós pH-mérő
OP-206	Digitális pH-mérő
OP-207	Regisztráló pH-mérő és szabályozó

### Titriméterek

OP-401/2	Titri-pH-mérő
OP-402	Dead-stop titráló
OP-506	Automatikus titrálókészülék

### Polarográfok

OH-101/1	Polarográf
OH-102	Potenciosztatikus polarográf
OH-104	Négyszög hullámú polarográf
OH-991	Tast- és rapid-polarográfias adapter
OH-993	Váltóáramú polarográfias adapter

### Dielektrométerek

OH-301	Univerzális dielektrométer
OH-302	Precíziós dielektrométer

### Coulometriás műszerek

OH-402	Automatikus kloridméter
OH-403	Automatikus merkaptométer
OH-404	Univerzális coulometriás elemzőkészülék

### Laboratóriumi villamos műszerek

OH-801	Laboratóriumi nanoamper-millivoltmérő
OH-814/1	Laboratóriumi kompenzográf

### Konduktometriás és oszcillometriás műszerek

OK-102/1	Konduktométer
OK-302	Oscillotitrátor

### Bio-elektrokémiai műszerek

OP-203	Biológiai pH-mérő
OP-210	Biológiai mikroanalizátor



**radelkis**

**ELEKTROKÉMIAI MŰSZERGYÁRTÓ**

**BUDAPEST**





**radelkis**

## ÜVEGELEKTRÓDOK

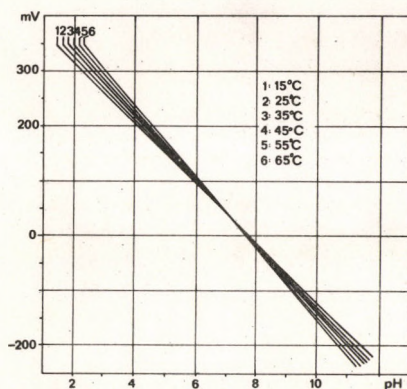
A RADELKIS üvegelektrodok érzékelő felülete speciális üvegből készül, amelynek összetétele nagy érzékenységet, széles pH-tartományon belül az elméletivel megegyező funkciót, ugyanakkor viszonylag kis ellenállást, de nagy mechanikai és kémiai ellenállóképességet biztosít. Az általános használatra szolgáló, gömb alakú elektrodokon kívül gyártunk képlékeny anyagokban, felületen, egy cseppben, gyomorban vagy egyéb testreghben, stb. történő pH-mérésre alkalmas különleges elektrodokat is. Korszerű „törhetetlen” üvegelektrodjaink különösen nagy szilárdságúak.

Az elektrodok a 0...14 pH tartományban alkalmazhatók a pH meghatározására. Mint a diagramból látható, az elektrodok pH funkciója 1 és 13 pH között teljesen elméleti, és csak e határokon túl jelentkezik kis mértékű savi-, ill. alkáli-hiba. E hiba nagysága az oldatok összetételétől is függ; ezt szemlélteti az ábra, amelyből megállapítható, hogy a méréseknél az elméleti értéktől való eltérés az alkáli-hibából és a diffúziós potenciálból tevődik össze.

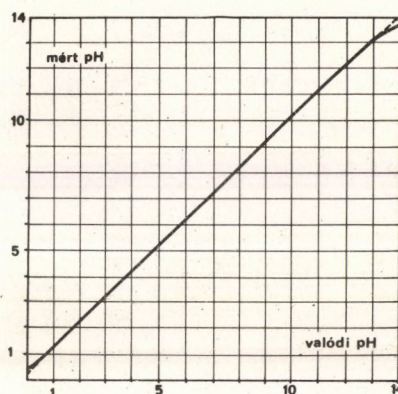
Felhasználás előtt az elektrodokat a szokott módon kondicionálni kell. A mérőfelületet e célból 24 órán át 0,1 n sósav oldatban, majd alapos öblítés után legalább 6 órán át desztillált vízben áztatjuk. Használaton kívül az elektrodokat célszerűen desztillált vízben tároljuk. A törhetetlen elektrodok szárazon is tárolhatók; így újabb feláztatás nélkül két hónapig mérésre alkalmasak maradnak.

Az elektrodok lényegesebb műszaki adatai:

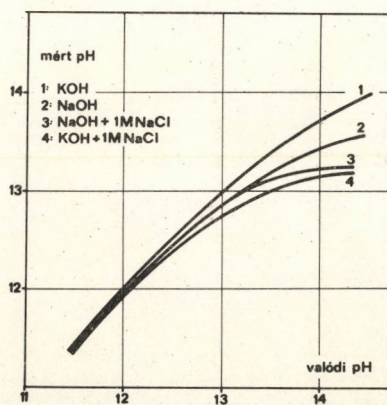
méréstartomány	1–14 pH
mérés max. hibája ( $\pm 2$ pH egységen belül hitelesítve)	$\pm 0,05$ pH
hőmérséklettartomány	+5...+60 °C
ellenállás	150 Mohm
	400 Mohm (törhetetlen kivétel)



Radelkis üvegelektrodok izotermái



Radelkis üvegelektrodok pH-funkciója



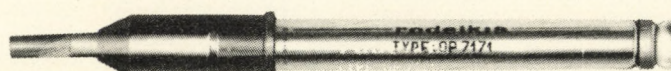
Alkáli-hiba és diffúziós potenciál okozta hiba különböző összetételű oldatokban





**radelkis**

**TÖRHETETLEN  
ÜVEGELEKTRÓD**



**OP-7171**

Az elektród mérőgömbje mechanikai hatásokkal szemben nagymértékben ellenálló. Élettartama törhetetlen kivitelétől eltekintve is lényegesen hosszabb mint a hagyományos üvegelektrodoké. Kivitele árnyékolt, mérőkábellel egybeépített. Vonatközási elektródként az OP-810 és OP-814 típusokat ajánljuk.

Típus	OP-711	OP-712	OP-713
	OP-7111	OP-7121	OP-7131
Alkalmazás	Normál gömb elektród	Mikro gömb elektród	Csepp-elektrod
Típus	OP-714	OP-715	OP-716
	OP-7141	OP-7151	OP-7161
Alkalmazás	Kúpos elektród	Felületi elektród	Gyomor-elektrod

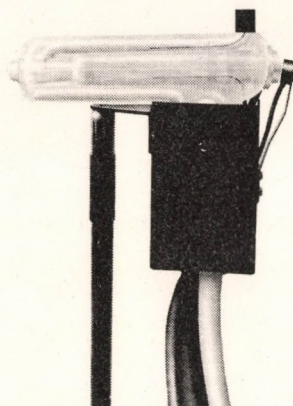


## KOMBINÁLT ELEKTRÓDOK

### OP-7421

#### KOMBINÁLT MIKROKAPILLÁRIS ÜVEGELEKTRÓD

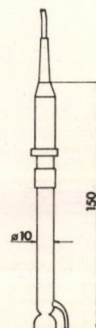
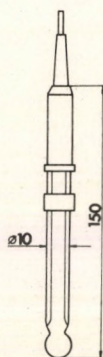
Kis térfogatú (kb. 15  $\mu$ l) minták pH-jának gyors és pontos mérését teszi lehetővé. Átfolyós rendszerű elektródként is használható. Méréstartomány: 1–14 pH. Hőmérséklettartomány: +5...+50 °C. Beépített vonatkozási elektróddal.



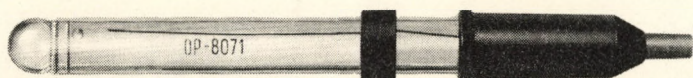
### OP-7411

#### KOMBINÁLT MIKROKAPILLÁRIS ELEKTRÓD pH, rH és pCl MÉRÉSÉRE

Hasonló az előbbihez, de a pH-mérő üvegelektrodon kívül még az rH mérésére alkalmas redoxi-elektrod és a pCl mérésére szolgáló ion-szelektív elektród is be van építve.



Tipus	OP-800	OP-801
	OP-8001	OP-8011
Alkalmazás	Normál kombinált elektród	Felületi kombinált elektród



### OP-8071

#### TÖRHETETLEN KOMBINÁLT ÜVEGELEKTRÓD

Hasonló az OP-7171 típusú törhetetlen üvegelektroddhoz, de beépített Ag/AgCl vonatkozási elektródot is tartalmaz.



**radelkis**





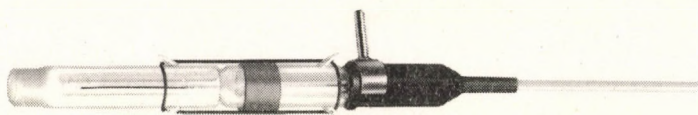
**radelkis**

## VONATKOZÁSI ELEKTRÓDOK

Tipus	<b>OP-810</b>	<b>OP-811</b>	<b>OP-814</b>	<b>OP-815</b>
Alkalmazás	Telített kalomel elektród	Tölthető vonatkozási elektród	Ag/AgCl vonatkozási elektród	Mikro kalomel elektród

**OP-8201**

**OP-8202**

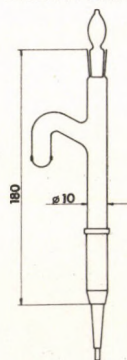


KERÁMIA SZŰRŐS, KÁLIUMNITRÁT SÓHIDDAL EGYBE-ÉPÍTETT Ag/AgCl VONATKOZÁSI ELEKTRÓD. Ionszelektív elektródokhoz és csapadékos titrálásokhoz ajánljuk.

**OP-818**

**OP-8181**

**ORÁLIS VONATKOZÁSI ELEKTRÓD**

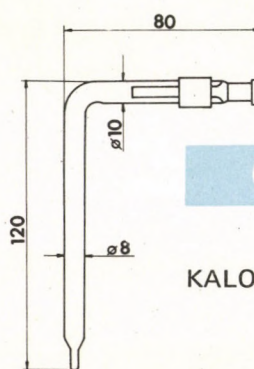
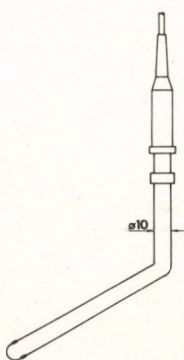


Ezeket leggyakrabban az OP-716, ill. OP-7161 típusú üvegelektóddal együttesen használják, gyorsan vagy más test-üregben végzett pH-mérésnél.

**OP-819**

**OP-8191**

**REKTÁLIS VONATKOZÁSI ELEKTRÓD**



**OH-907**

**KALOMEL ELEKTRÓD**

Főleg potenciosztatikus polarográfiában használják vonatkozási elektródként.



## IONSZELEKTIV ELEKTRÓDOK

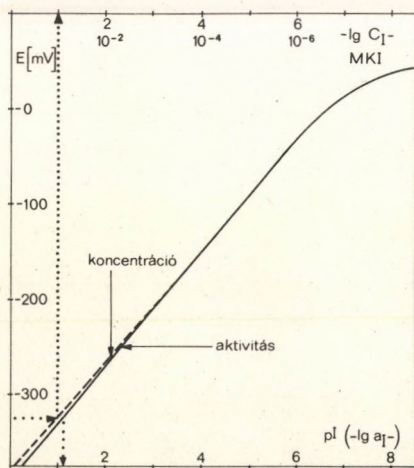


Az üvegelektrodokkal analóg módon használhatók, azzal a különbséggel, hogy nem a hidrogén-ionok, hanem különféle, az elektród típusa által megszabott minőségű ionok meghatározására alkalmasak. • Az elektródok előnye, hogy percek alatt elvégezhető a meghatározások vizes és nem-vizes oldatokban, szuszpenziókban egyaránt. • Az elektródok széles koncentrációtartományban szelektíven viselkednek, vagyis a mérendő ionok koncentrációja vagy aktivitása egyéb ionok jelenlétében is meghatározható. A szelektivitás azonban nem korlátlan. Az egyes elektródtípusokra vonatkozóan bevezették a szelektivitás mértékét jellemző szelektivitási állandókat, amelyek pl. 1–1-értékű ionok esetében azt a mérendő ion/zavaró ion koncentráció arányt fejezik ki, amelynél nagyobb koncentráció hányados esetén az elektród szelektív a mérendő ionokra nézve. • Az elektródok érzékenysége jellemző, hogy a meghatározások ezred, tízezer millimól koncentrációtartományban is kivitelezhetők. • Az elektródok belső ellenállása igen csekély, ennek következtében bármilyen pH-mérőhöz kapcsolhatók. • A potenciometriás mérőműszerek alkalmazási területének kiterjesztését teszi lehetővé, hogy az ion-szelektív elektródokat titrálások során indikátor-elektrodként is használhatjuk. • Az OH-VM-7111-C típusú grafit-elektrodot voltammetriás mérésekhez, az OP-C-7111-C típusú grafit-elektrodot pedig redoxi-titrálások végpontjának indikálására használhatjuk.

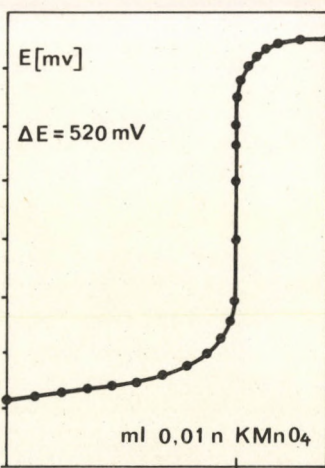
Az elektródok műszaki adatai:	reprodukáló képesség	$\pm 0,05 \text{ pX}$
	belső ellenállás	1 Mohm
	hőmérséklettartomány	0...+80 °C

A további műszaki adatokat a túldoldali táblázat tartalmazza.

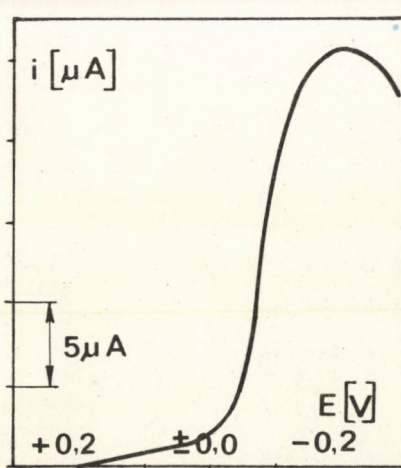
Az ionszelektív elektródokhoz vonatkozóan az OP-8201, ill. OP-8202 típusú kettős sóhidas elektródot ajánljuk. Az OP-950 típusú H-cella alkalmazásával kalomel vonatkozó elektród is használható.



Jodidszelektív elektród potenciáljának függése a jodidion aktivitástól és koncentrációtól



Ferro-ionok potenciometriás titrálási görbéje



Kinon voltammetriás meghatározásának görbéje



**radelkis**

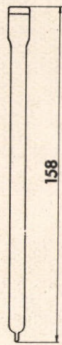
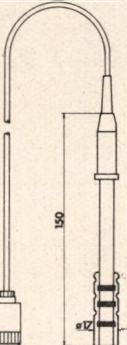
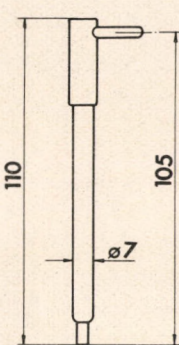
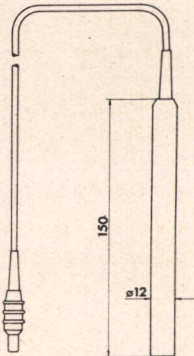


**radelkis**

Tipus	Megnevezés	Méréstartomány	Szelektivitási állandók ill. zavaró ionok
OP-Cl-711-C OP-Cl-7111-C	Klorid-szelektív elektród	0-4,3 pCl 1 M-5.10 <sup>-5</sup> M 35 000 - 1,8 ppm	OH <sup>-</sup> 1,25.10 <sup>-2</sup> Br <sup>-</sup> 3.10 <sup>2</sup> I <sup>-</sup> 2.10 <sup>6</sup> S <sup>2-</sup> csak nyomokban
OP-Br-711-C OP-Br-7111-C	Bromid-szelektív elektród	0-6 pBr 1 M-10 <sup>-6</sup> M 80 000-0,08 ppm	OH <sup>-</sup> 3.10 <sup>-5</sup> Cl <sup>-</sup> 2,5.10 <sup>-3</sup> I <sup>-</sup> 5.10 <sup>-3</sup> S <sup>2-</sup> csak nyomokban
OP-I-711-C OP-I-7111-C	Jodid-szelektív elektród	0-7,3 pI 1 M-5.10 <sup>-8</sup> M 127 000-0,007 ppm	OH <sup>-</sup> 10 <sup>-8</sup> Cl <sup>-</sup> 10 <sup>-6</sup> Br <sup>-</sup> 2.10 <sup>-4</sup> S <sup>2-</sup> csak nyomokban
OP-S-711-C OP-S-7111-C	Szulfid-szelektív elektród	0-17 pS 1 M-10 <sup>-7</sup> M 32 000-0,0032 ppm	nincs zavaró ion
OP-CN-711-C OP-CN-7111-C	Cianid-szelektív elektród	2-6 pCN 10 <sup>-2</sup> -10 <sup>-6</sup> M 260-0,026 ppm	OH <sup>-</sup> 10 <sup>-8</sup> Cl <sup>-</sup> 10 <sup>-6</sup> Br <sup>-</sup> 2.10 <sup>-4</sup> S <sup>2-</sup> csak nyomokban
OP-SCN-711-C OP-SCN-7111-C	Rodanid-szelektív elektród	0-5 pSCN 1 M-10 <sup>-5</sup> M 58 000-0,58 ppm	OH <sup>-</sup> 3.10 <sup>-5</sup> Cl <sup>-</sup> 2,5.10 <sup>-3</sup> I <sup>-</sup> 5.10 <sup>-3</sup> S <sup>2-</sup> csak nyomokban
OP-Ag-711-C OP-Ag-7111-C	Ezüst-szelektív elektród	0-17 pAg 1 M-10 <sup>-7</sup> M 107 900-0,01 ppm	higanyionok zavarják a mérést
OP-C-711-C OP-C-7111-C	Redox elektród		
OH-VM-711-C OH-VM-7111-C	Voltammetriás elektród		

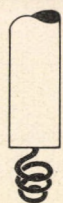


## FÉMELEKTRÓDOK

				
Tipus	<b>OH-902</b>	<b>OK-902</b>	<b>OP-600</b>	<b>OP-6171</b>
Alkalmazás	Platina tű elektród	Vezetőképességi cella	Platina lemez elektród	Potenciometriás platina elektród

## SPECIÁLIS ELEKTRÓDOK

Az eddig leirt elektródok bármilyen elektrokémiai műszerhez használhatók, az alábbi speciális elektródok viszont valamelyik RADELKIS műszer tartozékát képezik és azzal együtt használandók.



OH-9501 GENERÁTOR ANÓD kloridmérterhez és merkaptométerhez. Ezüstionok coulometriás generálására szolgál.

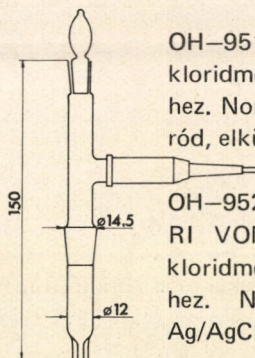
OH-9531 INDIKÁTOR ELEKTRÓD KLORIDMÉTERHEZ. Kloridionok coulometriás titrálásánál a reakció végpontját érzékeli.

OH-9541 INDIKÁTOR ELEKTRÓD MERKAPTOMÉTERHEZ. Merkaptánok coulometriás titrálásánál a reakció végpontját érzékeli.

**OH-9501**

**OH-9531**

**OH-9541**



OH-9511 GENERÁTOR KATÓD kloridmérterhez és merkaptométerhez. Normálcsiszolatos platinaelektrod, elkülönített oldat-térrel.

OH-9521 INDIKÁTOR ÁRAMKÖRI VONATKOZÁSI ELEKTRÓD kloridmérterhez és merkaptométerhez. Normálcsiszolatos, speciális Ag/AgCl elektród.

**OH-9511**

**OH-9521**



**radelkis**





**radelkis**

Univerzális coulometriás elemzőkészülék elektródjai:

<b>OH-9311</b>	<b>OH-932</b>	<b>OH-934</b>	<b>OH-9361</b>	<b>OH-9381</b>	<b>OH-944</b>
Normálcsiszolat- os üvegelekt- ród. Sav-bázis titrálások indi- kátorelektrodja.	Normálcsiszolat- os kalomel von- atkozási elekt- ród potenci- ometriás végpont- indikáláshoz. Az OH-933 tip. ha- sonló, de árnyé- kolt.	Normálcsiszolat- os platina le- mez elektród, generátor elekt- ródként haszná- latos. Az OH- 935 tip. szára hosszabb.	Normálcsiszolat- os platina tű elektrod, poten- ciometriás indi- káláshoz. Az OH-935 tip. ha- sonló, de hosz- szabb.	Normálcsiszolat- os kettős pla- tina tű elektród. Dead-stop titrá- lások indikátor- elektrodja.	Normálcsiszolat- os ezüst elekt- ród. Ezüstionok coulometriás ge- nerálására hasz- nálható.

Régebbi típusú, már nem gyártott készülékeinkhez tartozó, külön megrendelésre szállítható elektródok:

OP-700 Üvegelektrod

OP-701 Mikro üvegelektrod

OP-702 Magas hőmérsékletű üvegelektrod

OP-703 Magas hőmérsékletű mikro üvegelektrod

OP-704 Tű elektród

OP-710 Csiszoltos vér-pH elektród

OP-721 Magas hőmérsékletű ipari üvegelektrod

OP-813 Ipari kalomel elektród

OP-816 Ipari Ag/AgCl elektród

OP-817 Ag/AgCl elektród vér-pH méréséhez

OP-802 Kombinált elektród hordozható pH-mérőhöz

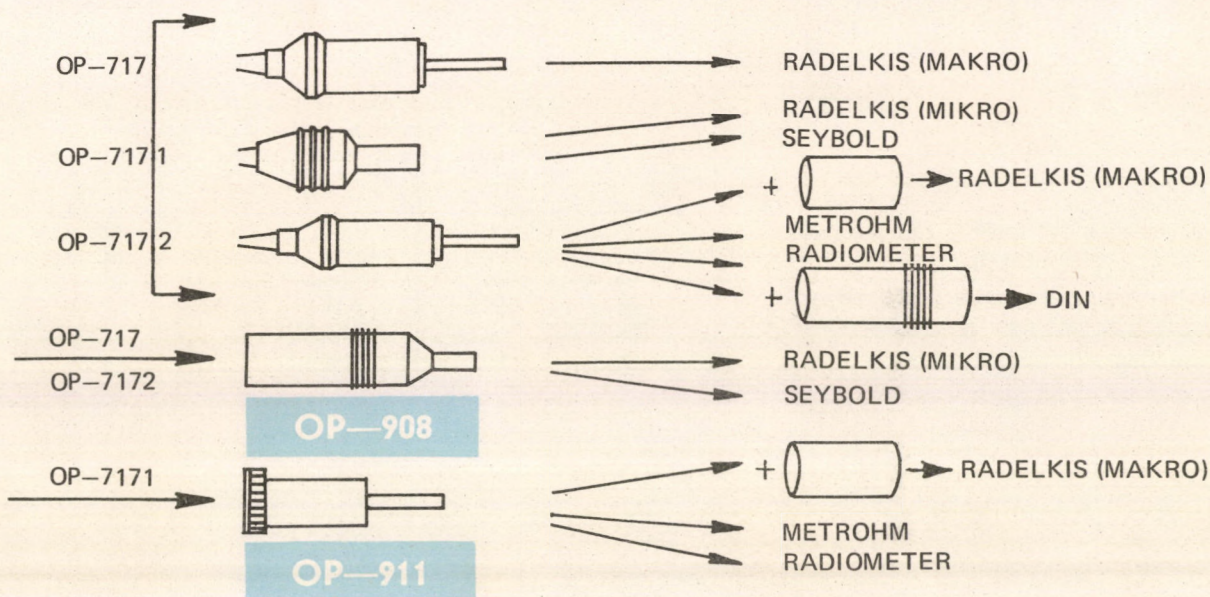
<b>OP-700</b>	<b>OP-721</b>	<b>OP-813</b>	<b>OP-710</b>	<b>OP-817</b>



## TARTOZÉKOK

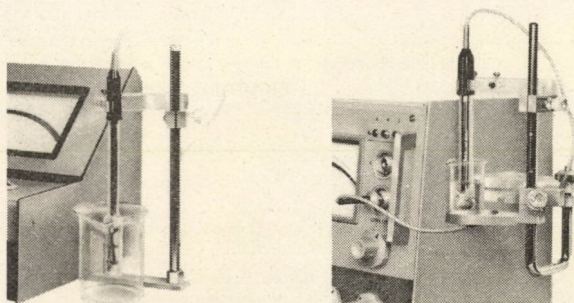
### DUGASZOK

Abból a célból, hogy elektródjaink többféle készülékhez csatlakoztathatók legyenek, a kábelvégeken különféle csatlakozó dugaszokat alkalmaztunk. A dugasz fajtájára a típusszám is utal. A három számjegyes típusszámú (pl. OP-717) elektródok Radelkis makro típusú dugasszal vannak ellátva. A négy számjegyes, 1-gyel végződő típusszám (pl. OP-7171) Radelkis mikro típusú dugaszt jelez; ez a Seybold gyártmányú készülékekhez is csatlakoztatható. A négy számjegyes, de 2-vel végződő típusszám (pl. OP-7172) kisméretű Radelkis dugaszt jelent, amely a Metrohm és Radiometer gyártmányú készülékekhez is csatlakoztatható. Ehhez a dugaszhoz fém hüvelyt is szállítunk, amellyel makro dugasszá alakítható; a külön megrendelésre szállított DIN csatlakozó ráhúzásával pedig a német DIN szabvány szerinti csatlakozót nyerünk. A Radelkis dugaszokhoz az OP-908 típusú hüvelycsatlakozó, ill. az OP-911 típusú dugaszcsatlakozó kapható, amelyekkel az egyik dugasz a másik típusúvá alakítható.



### ELEKTRODÁLLVÁNYOK

A pH-mérő készülékekre és konduktométerekre rögzíthetők. Kezelésük egyszerű, könnyen le- és felszerelhetők, üzembiztosak.



OP-906

OP-907



**radelkis**





**radelkis**

**PUFFEROLDATOK**



A Radelkis gyártmányú tömény pufferoldatok gombásodásgátló adalékot is tartalmaznak, ami apró kristályok alakjában lebeghet az oldatban. Ez azonban a méréseket nem zavarja.

Töményen szállítjuk; használat előtt 25-szörösre hígítandók. Minden palackon fel van tüntetve a valódi pH-érték század-pH egység pontossággal. A Radelkis pufferoldatok használata kényelmes, a munkát gyorsá és pontosá teszi.

Radelkis pufferoldatok névleges pH-értéke 25 °C-on

Tipus	pH-érték
K-21	2,2
K-71	7,1
K-91	9,2
K-113	11,4

A 25 °C-ra megadott pH-értékhez viszonyított pH-változások a hőmérséklet függvényében

t °C	K-21	K-71	K-91	K-113
15	-0,03	+0,03	+0,09	+0,19
20	-0,02	+0,02	+0,04	+0,09
25	±0,00	±0,00	±0,00	±0,00
30	+0,01	-0,01	-0,04	-0,08
40	+0,05	-0,02	-0,10	-0,26
50	+0,09	-0,03	-0,15	-0,36

**SZERVIZEINK:**

Budapest II.,  
Frankel Leó utca 98.  
Telefon: 155-473

Szombathely,  
Kertész utca 1.

Szeged,  
Béerkert utca 56.

**Kérjük, forduljon veendőszolgálatunkhoz**

Budapest II., Lajos utca 2. Telefon: 688-452

Készséggel állunk rendelkezésére!



**radelkis**

**ELEKTROKÉMIAI MŰSZERGYÁRTÓ**

**BUDAPEST**



# Az új PHILIPS számláló csúcsteljesítmény!



A PHILIPS PM 6620 tip. digitális frekvencia- és időmérő sokoldalúan alkalmazható, nagyérzékenységű, de a közepes árkategóriába tartozó műszer

## Műszaki jellemzői:

Frekvenciamérés	DC...45 MHz
Felbontóképesség	100 ns
Kapuidők	1 $\mu$ s – 10 s
Bemeneti impedancia	1 Mohm, 25 pF
Belső időalap stabilitása	1 ppm/év
Belső időalap frekvenciája	10 MHz (dekadikusan leosztható 0,1 Hz-ig)
Átlagolási tartomány	1–10 <sup>-7</sup> (dekadikus)

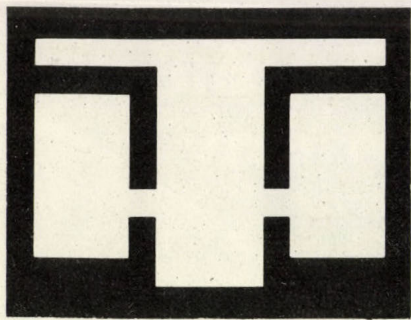
A PM 6620 típusal egyedülálló automatikus impulzus-szélességmérés valósítható meg (negatív és pozitív). A kiegészítő PM 9670 tip. kapcsológység előreprogramozható működtetést és egy BCD (1, 2, 4, 8 kód) kimenetet biztosít.

A kijelzés 6 digités.

Az állító- és kapcsológombok elhelyezése optimális ergonómiai elvek szerint történt.

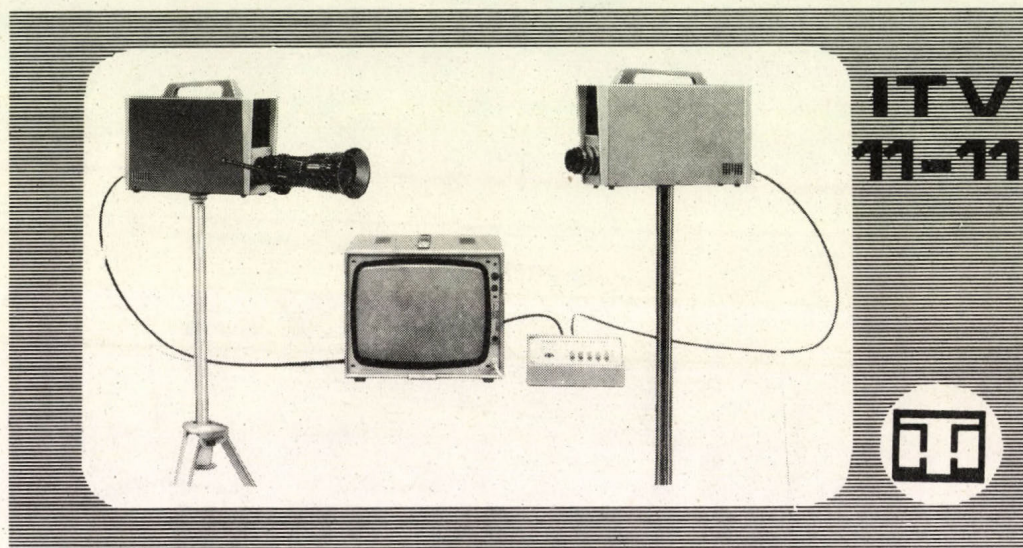
Kérjen részletes tájékoztatót: N.V. PHILIPS GLOEILAMPENFABRIEKEN,  
PIT EXPORT DEPARTMENT, EINDHOVEN, HOLLAND





# HIRADÁSTECHNIKA ..... SZÖVETKEZET

## TRANZISZTOROS IPARI TV KAMERA



A legkorszerűbb nyomtatott- és részben integrált áramköri megoldásokkal szerkesztett, korszerű technológiával, szilícium tranzisztorokkal készült, kisméretű, fix beállítású televíziós kamera.

Méretei miatt könnyen szállítható. Telepítése néhány percet vesz igénybe. Könnyű fotoállványon rögzíthető.

Képviszaadás és áramfogyasztás szempontjából a legalkalmasabb nagytömegű üzemi és oktatási célokra való felhasználásra, de széleskörű alkalmazási lehetőség nyílik a gyógyászat, közlekedés, biztonsági berendezések, információ továbbítás, háztartás és szórakoztatás területén is.

Fényigénye a képfelvevő vidikoncső érzékenysége

szerint a jellemezre számítva csak 10 lux, ami lehetővé teszi igen rosszul megvilágított területek, objektumok megfigyelését is.

Telepítési helyén 110, 127, 220 és 240 V-os egyszerű hálózati csatlakozási lehetőség szükséges.

A kamera video és RF üzemmódban telepített ipari TV rendszert tud képelekkel ellátni. Kivánságra a beépített VHF nagyfrekvenciás egység helyett UHF egységgel is felszerelhető a megkívánt csatornára hangolva. Az RF üzemmódban a kereskedelmi forgalomban megjelent különböző gyártmányú TV készülékekkel együttműködhet.

A video üzemmódban video monitorokat vagy képmagnót tud kiváló minőségű képelekkel táplálni.

Gyártó cég:  
**HIRADÁSTECHNIKA SZÖVETKEZET**  
Budapest VII., Csengery u. 28.

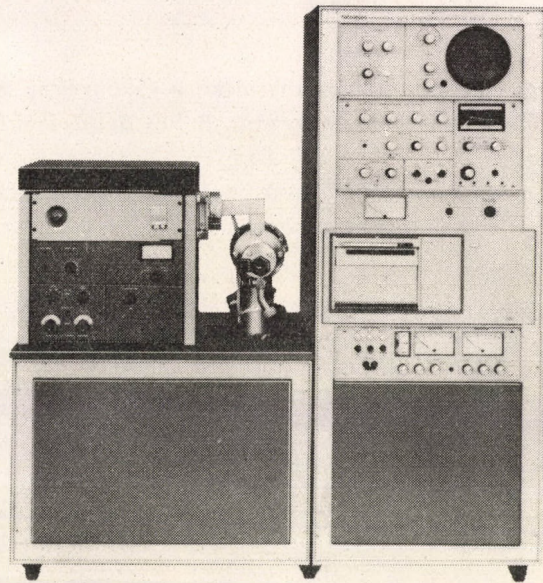
Exportőr: **ELEKTROIMPEX** Külkereskedelmi V.  
Budapest V., Münnich Ferenc u. 21. Telex: 677

Magyarországon forgalomba hozza: **MIGÉRT**  
Budapest VI., Népköztársaság útja 2. Telex: 3509



# finnigan

MODELL 3000  
GÁZKROMATOGRÁFIÁS  
CSUCSAZONOSÍTÓ KÉSZÜLÉK



A FINNIGAN Modell 3000 jelű készülék

a gázkromatográfia és tömegspektrometria kombinációját valósítja meg!

- Üveg vagy fém töltött és kapillaris-oszlopok alkalmazása
- Gohlke-féle teljesen üveg szeparátor
- Érzékenység a nanogramm tartományban
- Felfűthető analizátoregység
- Gyors tömegszámletapogatás
- Lineáris tömegszámkielzés
- Beépített tömegszám-marker
- Számítógépes adatfeldolgozás
- Gázkromatogram a lineáris összionárammérés útján
- Csatlakozási lehetőség a már meglévő különféle gázkromatográfokhoz

**finnigan**

Európai vezérképvisletünk részletes műszaki adatszolgáltatással, diagramokkal, árajánlattal rendelkezésére áll. Irjon a következő címre:

FINNIGAN INSTRUMENTS AG  
Voltastrasse 86  
4013 BASEL/SCHWEIZ

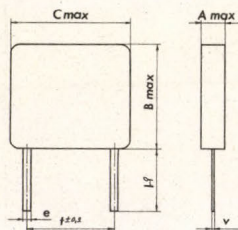




## R 523 tip. VÉKONYRÉTEG SÍKELLENÁLLÁS

A Remix új, fejlesztés alatt álló terméke a vékonyréteg technikával kialakított, műanyagtokozású, R 523 típusú fémréteg ellenállás.

Felépítésben a raszter méretének megfelelő, dugaszolható, nyomtatott áramköri szerelési elem.



Katalógus jel	Nagyság	A	B	C	l	t	v	e
R 523	1	2,8	6	6,3	4	2,5	0,2	0,8
	2	2,8	7,8	8,8	5,5	5		1
	3	2,8	9,3	11,3	5,5	7,5		
	4	2,8	12,3	13,8	7,5	10		

Főbb műszaki paramétereik: Max. üzemi hőmérséklet

Értéktartomány

Értéktűrés

TK

Terhelhetőség

Tartósság

Zaj

-55 ... +125 °C

1 ohm ... 300 kohm

1; 2; 5%

max.  $\pm 100 \cdot 10^{-9}/^{\circ}\text{C}$

60 ... 500 mV

<1%

<0,5  $\mu\text{V/V}$

# REMIX Rádiótechnikai Vállalat

BUDAPEST, X., PATAKI ISTVÁN TÉR 20 • SZOMBATHELY, ZSIRAY LAJOS UTCA 34

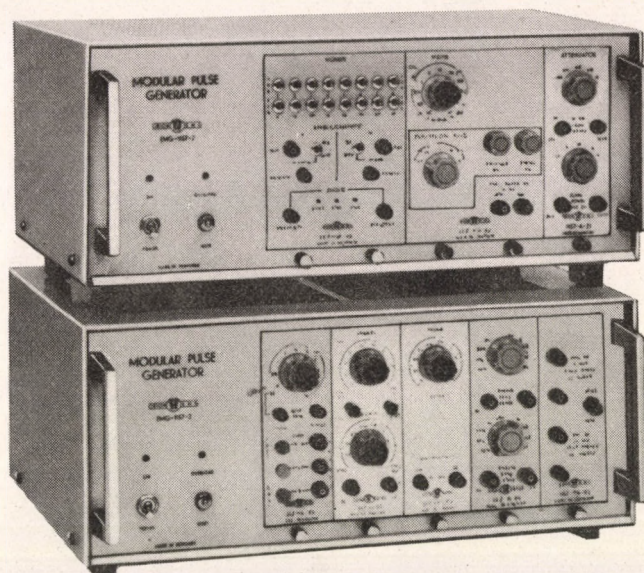


ORION  E M G

ELEKTRONIKUS MÉRŐKÉSZÜLÉKEK GYÁRA

● **EMG gyártmány:**

**MODULRENDSZERŰ IMPULZUSGENERÁTOR**



● **EMG - 1157**

- 18 cserélhető egység
  - vezérgenerátorok
    - ismétlődési frekvencia: G-11: max. 2 MHz
    - G-21: max. 50 MHz
  - késleltető egységek
    - késleltetés: D-11: 100 ns-10 ms
    - D-21: 10 ns-20  $\mu$ s
  - impulzus kimeneti egységek

	PO-11	PO-21	PO-22
Impulzusszélesség	100 ns-10 ms	10 ns-20 $\mu$ s	20 ns-10 ms
Amplitudó	10 V (50 ohm)	5 V (50 ohm)	10 V (50 ohm)
Polaritás	+ és -	+ és -	+ és -
Felfutási idő	max. 20 ns	max. 3 ns	10 ns-1 ms
	PO-14; 15	PO-13	PO-26
Impulzusszélesség	500 ns-1 ms	0-100 ns	
Amplitudó	0,8-5 A (1 ohm)	50 V (50 ohm)	0,2 V (50 ohm)
Polaritás	- ill. +	+	+ és -
Felfutási idő	100 ns-1 ms	1 ns $\pm$ 0,2 ns	max. 100 ps

- osztó egységek: A-11, A-21, A-22, A-23
- logikai egységek: L-11, W-21, M-21
- teljesen tranzisztorizált
- könnyű kezelhetőség
- további bővítési lehetőség

Gyártja:

**EMG**

**ELEKTRONIKUS MÉRŐKÉSZÜLÉKEK GYÁRA**

Budapest XVI., Sashalom, Cziráky u. 26-32.

Forgalomba hozza:

**MIGÉRT MŰSZER ÉS IRODAGÉPÉRTÉKESITŐ V.**

Villamos és Elektronikus Mérőműszerek Osztálya

Budapest VI., Bajcsy-Zsilinszky út 37.







# MOMCOLOR

Új ipari—laboratóriumi szinmérő

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

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

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

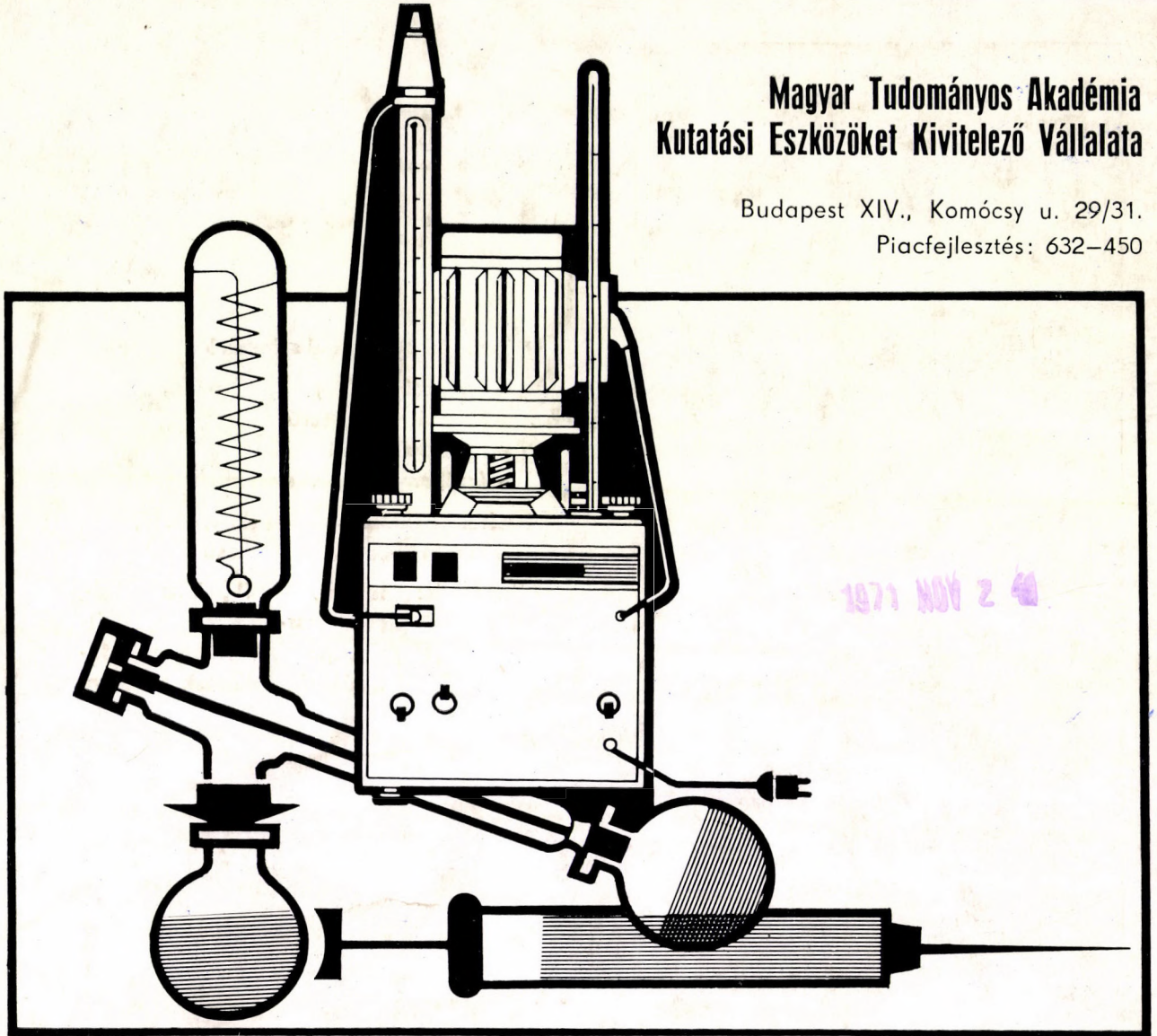


MAGYAR OPTIKAI MŰVEK  
Budapest 114 – Postafiók 52



**Magyar Tudományos Akadémia  
Kutatási Eszközök Kivitelező Vállalata**

Budapest XIV., Komócsy u. 29/31.  
Piacfejlesztés: 632-450



Laboratóriumi, kémiai, orvosi, biológiai, mezőgazdasági kutató eszközök, üvegtechnikai készülékek, izotóp tárolására alkalmas trezorok készítése

**Néhány fontosabb termékünk:**

Peristaltikus és infúziós szivattyúk  
Állattartó edény  
Nagyállat műtőasztal  
Kisállat lélegeztető  
Vibrációs laboratóriumi keverő  
CO<sub>2</sub> tároló  
Extraktációs laboratórium  
Félmikro laboratórium  
Lengőmalom

Fermentorok  
Különbéféle termosztátok – Hidegelőtét  
Kryosztát  
Rotációs bepárló  
Vonalírók asztali és üzemi kivitelben,  
1–4 csatornás méréstartománnyal  
Hőmérséklet mérő és programozó berendezés  
Sampling adapter

