

2.2 GEOELEKTROMOS MŰSZERKUTATÁS

2.2.1 AZ AUTOMATIKUSAN SZÁMOLÓ UNIVERZÁLIS ELLENÁLLÁSMÉRŐMŰSZER TEREPI KÍSÉRLETEI

Szabadváry László—Vincze János

1968-ban elvégeztük a GE-50-es műszer prototípusának rendszeres terepi méréseit és a berendezést átadtuk a GOM-nak. Ezután, a csehszlovák együttműködés kapcsán — az eredeti tervtől eltérően — egy további berendezést készítettünk el. Az ezzel végzett többhónapos rutinjellegű terepi méréseknél a berendezés a hozzáfűzött reményeket messzemenően beváltotta. Iparilag zavart, lakott területeken is kifogástalanul működött és olyan módszertani újításokra adott lehetőséget, mint pl. az egyen- és váltóáramú mérések egyidejű alkalmazása. Az év végéig tartó terepi mérések a középsszondázó műszer tervezéséhez is adatokat szolgáltattak.

A nemzetközi műszer- és módszertani eredmények vizsgálatával megállapítható, hogy a típus univerzalitásának növelése nem látszik gazdaságosnak, tehát a berendezés funkcióit (a jelenlegi irányelvek további következetes alkalmazásával) célszerű a jövőben is csupán az ellenállásmérésre korlátozni.

2.2.2. TÖBBCSATORNÁS ALACSONYFREKVENCIÁS MÁGNESSZALAGOS JELRÖGZÍTŐ

Kovács Béla Antal

A téma elindítására 1965-ben számos meggondolás készítette az Intézetet.

Mivel a Magyarországon gyártott és elterjedt műszerek hagyományos továbbfejlesztése már nem volt célszerű, szükség volt olyan nagyérzékenységű, terepi körülmények között is stabilan működő DC erősítőre, amellyel a jelek erősítése ill. kívánság szerinti formálása lehetséges.

Szükségessé vált a lassan változó elektromos és elektromágneses jelek regisztrálására olyan mágnesszalagos tároló kifejlesztése, amely több komponens egyidejű szélessávú

regisztrálására képes. Kívánatos volt, hogy a két alapvető egység, az erősítő és a mágnesszalagos jelrögzítő lehetőleg az összes ismert geoelektromos eljárások továbbfejlesztésére is felhasználható legyen.

E célkitűzések 1968 végére valósultak meg oly módon, hogy az egyes részegységek tartós terepi üzemeltetését is elvégeztük.

Az egyenáramú erősítők lehetséges megoldásai közül a chopperes típusú rendszert választottuk, mivel a jelenleg beszerezhető hazai félvezető elemek paraméter-szórásai a leggazdaságosabban ennél a megoldásnál küszöbölhetők ki. A berendezés működése a következő fokozatokkal jellemezhető:

- a) félvezető megoldású chopper,
- b) váltakozó feszültségű erősítő (9 fokozatú),
- c) demodulátor fokozat,
- d) egyenáramú végfokozat,
- e) kettős tápfeszültség stabilizátor,
- f) vezérlő generátor a chopper fokozatok meghajtásához.

Működésének lényege, hogy a bemenetre kapcsolt jeleket egy kb. 1000 Hz-es chopperrel alakítja féloldalas amplitúdó-modulált négyszöghullámmá. Ezt a hullámformát a váltakozó feszültségű erősítőfokozat a kívánt értékre erősíti, majd a demodulátor visszaalakítja. A demodulált — most már nagyszintű — jeleket az egyenáramú végerősítőfokozaton keresztül kapcsolja a kimenetre. Mind a bemenet, mind a kimenet földszimmetrikus.

A mágnesszalagos regisztráló két egységből áll.

A tápegységet, amelyet 12 V-os akkumulátorról, vagy hálózati feszültségről hajthatnak meg, alkalmas a teljes elektronika (DC erősítők, modulátorok, stb.) és a szalagtovábbító mechanizmus működtetéséhez szükséges összes stabilizált feszültség előállítására (4 × 12 V egyenfeszültség, 220 és 15 V 50 Hz-es váltófeszültség, kb. 100 W kimenő teljesítménnyel).

A magnetofon 5 csatornán végez parallel regisztrálást (E_x , E_y , H_x , H_y , H_z), a hatodik csatorna pedig azonosító jelek tárolására szolgál. A mágneses regisztráló működését az jellemzi hogy az átvendő frekvenciasávot impulzus-frekvencia modulált jelekké alakítja, majd ezeket a frekvencia-modulált jeleket rögzíti a mágnesszalagra. A felvevő csatorna fokozatai:

- a) műveletkapcsoló,
- b) bemeneti szűrő,
- c) mérőerősítő,
- d) frekvencia-modulátor és kivezérlés-jelző,
- e) impulzus-erősítő,
- f) mágnesfej.

A visszajátszáskor a mágnesszalagról a jel a kiolvasó erősítőn keresztül egy formáló áramkörbe jut, amelynek kimenőjele egy bistabil multivibrátort vezérel. Ez a multivibrátor az eredetivel megegyező frekvencia-modulált négyszöghullámot állítja elő.

Az MT-2M berendezés az összes olyan áramköröket tartalmazza, amelyek a mérési és visszajátszási műveletekhez szükségesek. A hagyományos regisztrálókkal szemben főbb előnyei:

- előállítási költsége nem több, mint pl. egy kétsatornás T-14 típusú regisztrálóé;
- a berendezés alapérzékenysége nagyobb (jobb mint $5\mu\text{V}$);
- tárolási kapacitása kb. 6—8 óra;
- a tárolt jelek tetszés szerint több fokozatban szűrhetők;
- a regisztrátumok gyorsított visszajátszással a felvételi idő egytizede alatt regisztrálhatók;
- a tárolt jelek analóg-digitál konverter segítségével közvetlenül számítógépbe vihetők.

Az MT-2M berendezés, valamint az erősítők specifikációja:

regisztrálás módja	mágnesszalagra, folyamatosan;
rögzítés sebessége	2, 4, 4,75, 9,5 cm/sec;
mágnesszalag	kereskedelmi 1/4 coll (6,5 mm);
a tárcsa max. átmérője	180 mm;
max. tárolási idő	2,4 cm/sec, 35μ -os, 540 m $61/4$ óra;
csatornák száma	5 +1 öt azonos munkacsatorna egy segédcsatorna (időjel);
felírás módja	frekvencia-modulált vivőhullámú rendszerben parallel;
tápfeszültség	12 V egyen- vagy 50 Hz-es hálózati feszültség;
teljesítményfelvétel	egyenfeszültségről kb. 100 W, hálózati feszültségről kb. 70 W;
az elektronika felépítése	félvezetős, impulzustechnikai áramkörök;
környezeti hőmérséklet	—5 — +45° C;
mechanikai felépítése	két fő egységből áll: 1. dobozba épített elektronika szalagtovábbító mechanizmussal; 2. tápegység elektronika.

A mérőcsatornák felépítése :

erősítő	
átviteli frekvenciasáv	DC—100 Hz-ig
bemenet	egyenáramú csatolás, feszültség-szimmetrikus rendszerben
bemenő ellenállás	100 kohm
max. érzékenység	$5\mu\text{V}_{pp}$
dinamika	kb. 60 dB
erősítés szabályozás	4000-ig folyamatos
csatorna nonlinearitás	1%
dinamikus torzítás	1,5%
csatorna saját zaja	$2\mu\text{V}$

csatorna drift	5 μ V/nap
bemeneti osztó	4 fokozat: 1 : 1, 1 : 3, 1 : 10, 1 : 30
bemeneti DC kompenzálás	PS ± 250 és $\pm 2,5$ mV
hitelesítés	$\pm 10, 50, 100, 500, 1000 \mu\text{V}$
kivezérlés indikátor	± 50 A, 70 DA, MSz 808
illesztés	0—7 kohm-ig független (1%-on belül), 7 kohm felett mérőhíddal beállítható
ohmmérő	0—100 kohm-ig váltakozóáramú hídkapcsolásban
fő méretek	500 \times 380 \times 340, ill. 390 \times 210 \times 300 mm
súly	27 kg ill. 17 kg
kimenetek	analog 0+1 V között ($R_{ki} \sim 5$ kohm) FM kimenet — 12 V (500—2500 Hz között)

A fejlesztés további lehetőségei:

Közismert, hogy a mért jelek gépi feldolgozása elsősorban digitális rendszerű mágnesszalagos jelrögzítők alkalmazásával lehetséges. Önkéntelenül felvetődik a kérdés, hogy miért nem közvetlenül ezt az utat választottuk?

A hazai kutatásokban 15—20 olyan geoelektromos műszer dolgozik, amelyek két vagy többcsatornás regisztrálást tesznek szükségessé.

Mivel hasonló rendeltetésű digitális magnetofon előállítási költsége az MT-2M-hez képest 5—6-szorosra becsülhető, a terepen gyorsan elhasználódó műszerek a geoelektromos kutatások költségeit irreálisan megnövelnék.

Ismeretes, hogy pl. a természetes elektromágneses tér hosszú ideig tartó regisztrátumainak csupán 8—10%-a tartalmaz hasznos információt. Ez azt jelenti, hogy egy műszer kihasználási foka a teljes üzemeltetés alatt nem több, mint 10%. Elgondolásunk tehát az, hogy csak a hasznos és kiértékelhető regisztrált intervallumokat játszuk át digitális feldolgozásra és csak ezen szakaszok kiértékelését végeztetjük el számítógéppel. Egy digitális berendezéssel — teljes üzemi idejének egy része alatt — gyakorlatilag az összes geoelektromos mérési anyagok átjátszhatók és feldolgozhatók (EMT, GP, MTP, MTS, TE, DE, stb. Ily módon tehát egyetlen digitális magnetofon kielégítheti az összes geoelektromos mérőcsoport ilyen irányú igényét.

2.2.3 A GEOELEKTROMOS KIÉRTÉKELŐ MÓDSZEREK FEJLESZTÉSE (gépi adatfeldolgozás)

Szabadváry László

Az újonnan indult téma a geoelektromos mérési adatok korszerű számítógépes értelmezését kívánja megoldani. Az öt éves fejlesztő program keretében 1968-ban az országban legelterjedtebben alkalmazott vertikális elektromos szondázás görbéinek számításával foglalkoztunk. Ennél a módszernél állandó probléma, hogy a terepen mért három- és többreteges görbék — bonyolult földtani körülmények között — nehezen, vagy csak pontatlanul értelmezhetők, mivel megfelelő elméleti görbeseregek nem állnak rendelkezésünkre.

1968-ban sikerült az elméleti görbeseregek számítására kellőképpen gazdaságos gépi programot kidolgozni, amelynek segítségével — vízszintes rétegzett közegre — bármilyen három- vagy többreteges görbe számítható.

A program kezdetben MITRA nyelvű kódban készült. Ennek lényege, hogy az eredmény sorok konvergenciájának megállapítása után az integrandusokat e^{-2Nt} -s tagok szerint sorbafejtjük és ezeket kifejezésről-kifejezésre analitikusan integráljuk. A szükséges koeficiensek az előzőleg meghatározott koeficiensekből rekurzív formulákkal nyerhetők.

A kiindulási formula

$$F(r) = \int_0^{\infty} t^m \Theta(t) I_m(rt) dt,$$

ahol: $I_m(rt)$ az elsőfajú Bessel függvény,

$\Theta(t)$ a rétegvastagságok és rétegelőállítások függvénye.

A magfüggvényt a következő képlet adja meg:

$$\Theta_n(t) = \frac{P_n(n)}{H_n(n) - P_n(n)}$$

ahol $n = e^{-2Nt}$

P_n és H_n az „ n ” változó polinomjai.

A K_i reflexiókoefficiens a

$$K_i = \frac{\varrho_{i+1} - \varrho_i}{\varrho_{i+1} + \varrho_i}$$

formula fejezi ki.

Ez a MITRA program nem volt gazdaságos; bonyolultabb modelleknél sok gépidőt igényelt és csak három rétegre volt alkalmas. Továbbfejlesztésként Zilahi S. László és Kőröss István gépi kódban tetszőleges számú rétegre általános programot dolgozott ki.

Ennél a számítógép, a rétegszám függvényében, az aktuális programot maga írja meg és hajtja végre. A beépített logikai vizsgálatok lehetővé teszik, hogy csupán a görbék legszükségesebb pontjait számítsuk.

A görbeseregek számításakor a részeredményeket több ízben is fel lehet használni. A gépi kódos program a feldolgozási időt a MITRA programhoz képest eleve kb. negyedére csökkenti. Az említett logikai vizsgálatokon ill. programszámítástechnikai átrendezéseken pedig további 3—6-szoros időmegtakarítást nyerünk.

Az 1968. évi munka eredménye nyomán ki lehet dolgozni az 1969. évi gépi kiértékelést a VESZ méréseknél és általában meg lehet indítani a folyamatos görbék grafikonos analitikus elemzését minden elektromos műszernél (mesterséges- és magnetotellurikus frekvenciaszondázás, elektromágneses térbeállítás módszere stb.).