

A négyfrekvenciás gerjesztett potenciál, impedancia és fázismérő műszer (IMPHAS-FD-4) fejlesztését befejeztük és terepen kipróbáltuk. A gerjesztő és mérő egységek főbb jellemzői:

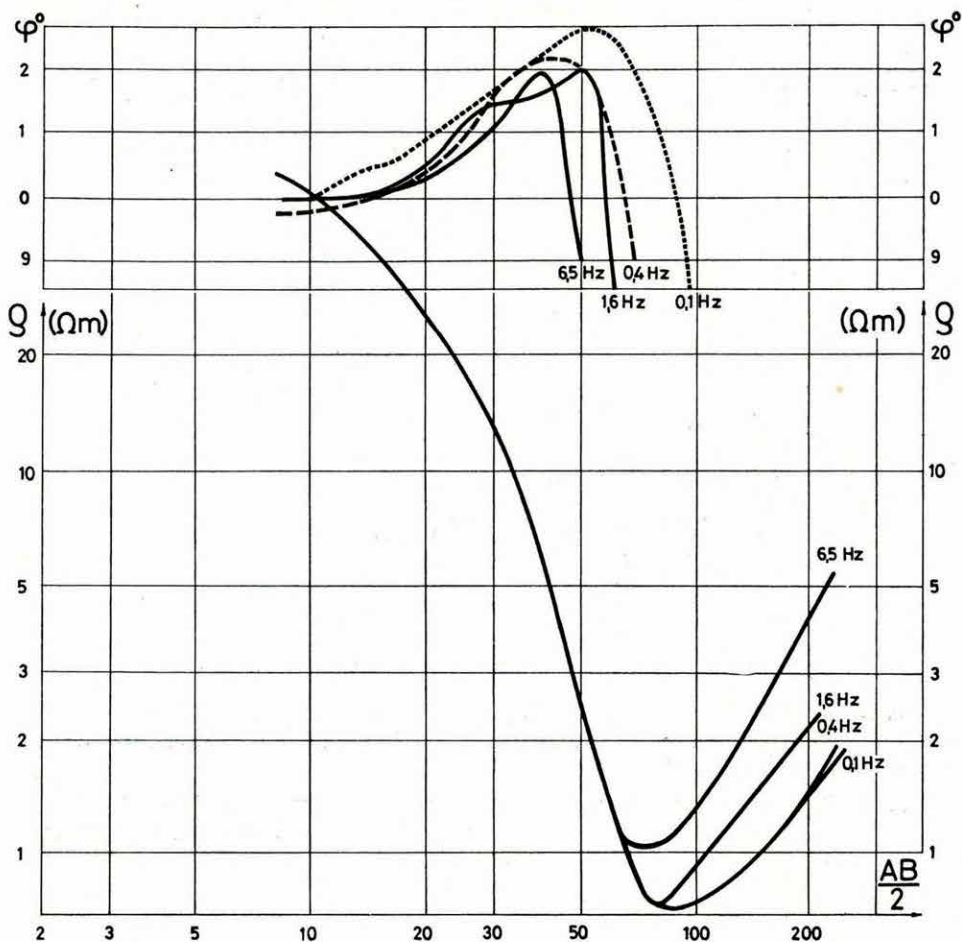
A gerjesztett egység áramgenerátorként működik, kváziszinuszos jeleket állít elő. A kimenő áram amplitúdói: 10, 30, 60, 100, 300, 600 mA és 1 A, az áramstabilitás pontossága  $0,1^0/0$ , amely független az AB kör ellenállásától. A kimenő frekvenciát nagy pontosságú kvarcgenerátor vezérli, amelyet a mérések megkezdése előtt, a mérőegységben elhelyezett hasonló generátorral szinkronizáltunk. A kimenő feszültség maximálisan 500 V csúcsról-csúcsig.

A mérőegység bemeneti impedanciája nagyobb mint 100 Mohm, így laboratóriumi kőzetminta mérésekre is alkalmas. A szokásos erősítő és automatikus PS kompenzáló körök után helyezkednek el a nagy oldalmeredekségű (36 dB/oktáv) sávszűrők, amelyekre az jellemző, hogy a rezonanciafrekvencián a fázistolásokat a hőmérséklet és páratartalom változása sem befolyásolja. A szűrőkörök kimeneteléhez csatlakozik az impedancia és fázisszögmérő egység. Az ellenállásmérőn a „K” elektróda-elrendezés állandója előre beállítható és az egységirányítóhoz kapcsolódó driftkorrekciós analóg digitál átalakító közvetítésével automatikusan és digitálisan jelzi az impedancia abszolút értékét. Érzékenysége:  $1 \mu\text{V/bit}$ . A berendezés az ellenállásmérésen kívül a frekvencia effektus (PFE) közvetlen meghatározására is alkalmas két tetzőleges frekvencián.

A fázisszög mérése az impedancia méréssel egyidőben ugyancsak driftkorrekciós, digitális fázisszögmérővel történik. A fázisszög megfelelő pontosságú mérését a nagy pontosságú szinkronizált kvarcgenerátor biztosítja. Érzékenysége:  $0,1^0/\text{bit}$ .

A mérőműszer az impedancia abszolút értéke  $[|Z(\omega)|]$ , a fázisszög  $[\varphi(\omega)]$  és a frekvencia-effektus (PFE) közvetlen meghatározására alkalmas, amelyekből a kőzetekre jellemző paraméter, a látszólagos polarizációs szuszceptibilitás ( $\kappa$ ) is meghatározható.

\* Erkel A., Dankházi Gy., Makai M., Pázsit Iné., Simon P., Szabadváry L., Széles G., Varga G.



31. ábra Látszólagos ellenállás és fázisszög szondázási görbéje

Fig. 31 Apparent impedance and phase-angle sounding curves

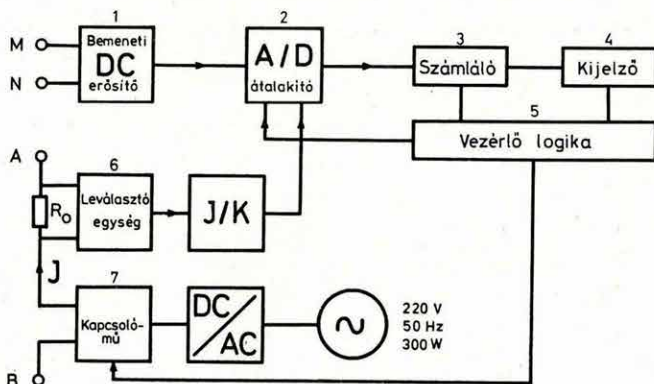
Рис. 31 Кривые кажущегося сопротивления и фазовых углов

A mérőegység Cd-Ni tölthető akkumulátorral, a gerjesztő egység pedig 250 W-os Honda generátorral (220 V) működik. A 31. ábra egy AMNB szondázás impedancia és fázisgörbéit mutatja.

A DC-600 típusjelű automatikus számjegyes kijelzésű ellenállásmérő műszer fejlesztése 1975-ben tartós terepi üzemelés után befejeződött. A műszer működési elve a 32. ábrán látható blokkvázlatból érthető meg.

A szűrt egyenirányított áram bekapcsolását a kapcsolómű végzi. Az (I/K) kimenő árammal és az elektróda koefficienssel arányos referenciafeszültség

galvanikusan leválasztva kerül a mérőműszer A/D konverterébe. A kézi, vagy automatikusan vezérelt kapcsoló egyidejűen vesz mintát mind a I-ből, mind a  $\Delta U_{MN}$ -ből és három számjegy pontossággal jelzi a  $\rho_a$  egyedi vagy tisztesen összegezett értékét. A terepi mérések igazolása szerint  $AB=4000$  m-es méréseknel a tápáramgenerátor maximális teljesítménye  $1/2$ -e,  $1/3$ -a a hagyományos analóg műszereknél szükségesnek.



32. ábra DC-600 típusú automatikus ellenállásmérő műszer blokkvázlata

Fig. 32 Schematic sketch of the automatic resistivity meter type DC-600

1 input DC amplifier; 2 A/D converter; 3 counter; 4 display; 5 control logic; 6 separator; 7 switch-gear

Рис. 32 Схема автоматической электроразведочной аппаратуры типа DC-600

1 — входный усилитель постоянного тока; 2 — преобразователь аналог/код; 3 — счетчик; 4 — индикаторное устройство; логическая схема управления; 6 — сепаратор; 7 — устройство переключения

A DEF-1 típusú digitális elektromos felvevő berendezés ötcsatornás magnetellurikus szondázások céljára készül  $f = 20-1/3000$  Hz frekvenciatartományban. A műszer egyes egységeinek megtervezésénél, valamint a rendszer technika kialakításánál figyelembe vettük a korábban hasonló feladatra kifejlesztett analóg és digitális műszerekkel szerzett mérési és feldolgozási tapasztalatokat. 1975-ben három új részegységet fejlesztettünk ki:

- az  $(1 + 1)$  kbyte tárolási kapacitású átmeneti tárák fogadják a felerősített, szűrt, digitalizált információkat. A tárák közül egy mindig telítődik, míg a másiktól az adatokat ráírjuk a mágnesszalagra;
- az ellenőrző egység (kontroller) az IBM-ESZR kompatibilis szalagfelírási szerkezet biztosítására szolgál. Mivel a magnetofon start-stop ideje és sebessége, továbbá a mérési információk áramlási sebessége, a számítógép

szabványoktól lényegesen eltér, a kontroller ellenőrzi az átmeneti tárukban tárolt információs szakaszok elejét és végét, utasításokat ad a magnetofon indítására és a tárból az adatok szabályos bit/inch sűrűségű felírására a mágnesszalagra, majd leállítja a magnetofont.

A második tár telítődése után visszacsévéli és leállítja a szalagot, újra indítja és ellenőrzi az utolsó felvétel végét, majd biztosítva a szabályos felvételrész hosszát, a második tárban levő információkat felírja a szalagra;

– a programgenerátor kapcsolatot teremt a táruk, a kontroller, a fejléc-adatok és a mérési információt digitalizáló egységek között. További funkciója a sérült vagy hiányos felírások törlése.

A DEF-1 fontosabb előnyei a hagyományos megoldáshoz képest:

- a) a berendezés üzemeltetéséhez nincs szükség drága, a terepi üzemeltetéshez alkalmatlan számítógép szabványos magnetofonokra;
- b) az IBM-ESzR kompatibilis szalagfelírás feleslegessé teszi a beadó egységek alkalmazását, mivel a szalagon levő információk bármely ( $1/2''$ –9 sávos) periféria magnetofonon keresztül bármely számítógépbe beadhatók;
- c) az inkrementális üzemmód és az átmeneti táruk alkalmazása lehetővé teszi, hogy az információk áramlási sebessége igen széles határok között változhat;
- d) a beírt adatok folyamatos ellenőrzése a teljes berendezés előírászerű működését üzemelés közben végzi el.

*Az utóbbi években Intézetünkben, a geoelektromos módszerek használatán belül, urgásszerűen nőtt mind a térképező eljárások (FFG és potenciáltérképezés, VLF-EM kutatás) aránya, mind abszolút mennyisége (lásd 1. fejezet). 1975-ben több mint 23 000 állomást mértünk. A programozható számológépek használata a feldolgozást egyszerűbbé tette, de elsődleges feladattá vált magának az egész a d a t r e n d s z e r n e k számítógépbe adása és gépi megjelenítése. Ezért 1975-ben egyik súlyponti feladatunk volt olyan programrendszer kifejlesztése, amely három (és a későbbiekben még több) térképező eljárás mért adatait tárolja, a szükséges műveleteket elvégzi és az eredményeket az értelmezés céljára több változatban, tetszés szerinti méretarányban, térképsorozat formájában adja meg.*

*P o t e n c i á l t é r k é p e z é s n é l (PN) a bemenő adatok: a többféle elektroda konfigurációval mért potenciálgradiens ( $\Delta V$ ) és az áramerősség (I). Az elkészült programrendszer ezekből a megfelelő vezetőképesség-térképeket kírja, illetve megszerkeszti. Több egymással érintkező vezetőképesség-térkép matematikai szigorúságú illesztése és egyesítése is megoldott. Ezután (külső korrelációs függvény felhasználásával) mélységszámítás következik.*

A fúrás-felszíni gradienstérképezés (FFG) (lásd 1973. Évi Jelentés) adataiból – a felvételezett normálmodell szerint – a gép látszólagos vezetőképesség – térképet ( $\sigma_A$ ) szerkeszt. A programrendszer nagy előnye a mérés adatainak a feldolgozásánál, hogy az értelmező geofizikus a normálmodell változtatásával kapott sok variációból választhatja ki a megfelelő paramétertérképet. Erre a kézi feldolgozásnál a sok számolás miatt nem volt lehetőség.

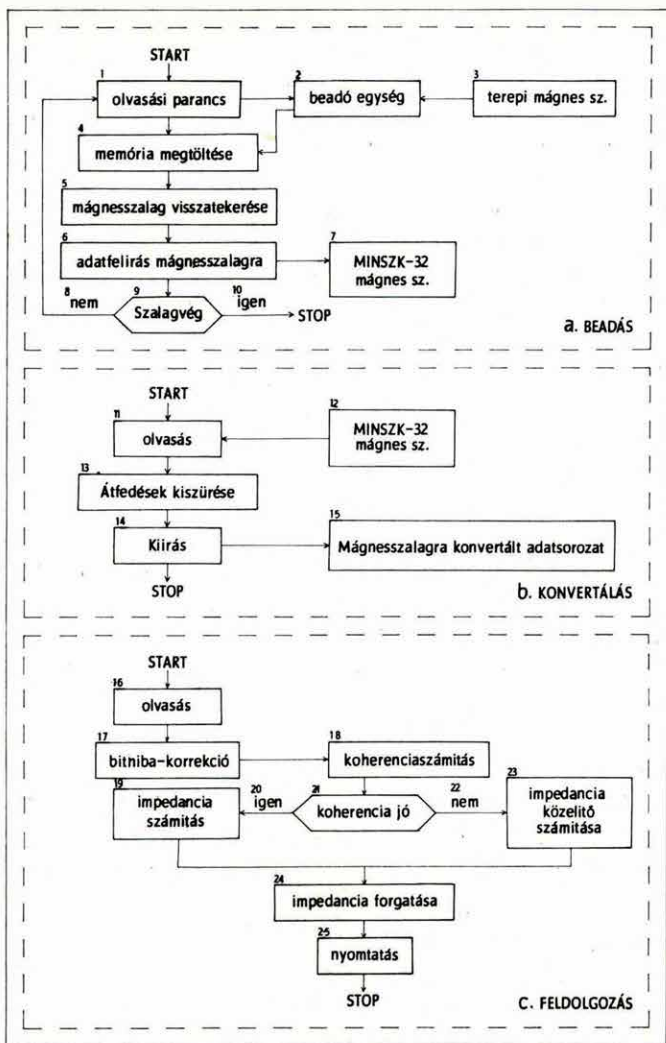
A nagyon kis frekvenciás (VLF) térképezésnél (lásd 1974. Évi Jelentés) egyelőre a látszólagos ellenállás ( $Q_A$ ) és (E, H) fáziseltolás térképeket rajzoltatjuk. Az elmúlt évben elméleti kutatást végeztünk a mesteres elektromágneses frekvenciaszondázások (MFS) bevezetéséhez. Ettől a módszertől elsősorban azt várjuk, hogy bonyolult bauxit- és színesérc kutatásban is megfelelő földtani információt adjon és emellett alkalmazása jóval gazdaságosabb legyen mint az egyenáramú módszerű eljárásoké.

Horizontális rétegsorra mágneses térerőt ( $B_z$ ) számító programot írtunk, továbbá megvizsgáltuk az elektromos ( $E_x$ ) és mágneses térerő ( $B_z$ ) valamint fáziskülönbségük ( $\varphi$ ) függését a rétegsparaméterektől, azaz megvizsgáltuk a módszer elvi felbontóképességét.

Magnetotellurikus frekvenciaszondázások (MTS). A magnetotellurikus kutatások terén előrelépést jelentett az OKGT GKÜ részére fejlesztett DMT-1000 digitális jelrögzítésű MT berendezéssel felvett mérések feldolgozó programrendszerének kidolgozása MINSZK-32 számítógépre. A programcsomag alapelveit tekintve elvi változtatásokat az analóg MT mérések számítógépes feldolgozásához képest nem tartalmaz (lásd 1972. Évi Jelentés), de szervezése lényegesen módosult a digitális felvételzési technika követelményeinek megfelelően. A feldolgozás folyamata a 33. ábrán látható.

A regisztrálás 1" (-os) 16 sávós mágnesszalagra történik. Az egyes mérési adatok ún. fejléccel kezdődnek, ez tartalmazza a méréspont azonosítóját és a feldolgozáshoz szükséges paramétereket. A mágnesszalagok gépbeadása az SDC-15 szeizmikus beadóegységen keresztül történik (1. program). Egy olvasási parancsra MINSZK-32 memóriamagyságú felvételsorozat másolódik át a gépi mágnesszalagra. Mivel a terepi mágnesszalagon a felírás folytonos, a beadás pedig csak MINSZK-32 memóriányi egységekben történhet, az adatvesztések elkerülésére a beolvasást átfedésekkel végezzük. Az átfedések kiküszöbölését a 2. program végzi. Ugyancsak ekkor történik meg a fejléc kiértékelése és a mérési adatok konvertálása. A konvertálás eredményeként az adatok a MINSZK-32 formátumnak megfelelő szabványos, 6 karakteres formában gépi mágnesszalagon állnak rendelkezésünkre.

A feldolgozás maximálisan 40 000 adattal végezhető. A programcsomag további része (3. program) tartalmazza azokat a lépéseket, amelyek lehetővé



33. ábra A DMT-1 digitális magnetotellurikus mérőberendezés feldolgozó programrendszere

Fig. 33 Flow-chart of data-processing for the DMT-1 digital MT equipment  
 1 — read command; 2 — input unit; 3 — field magnetic tape; 4 — filling up of a memory block; 5 — tape wind back; 6 — output to magnetic tape; 7 — MINSK-32 magnetic tape; 8 — no; 9 — end of tape; 10 — yes; 11 — read; 12 — MINSK-32 magnetic tape; 13 — elimination of overlaps; 14 — write to tape; 15 — converted data sequence on the magnetic tape; 16 — read; 17 — correction of erroneous bits; 18 — computation of coherence; 19 — computation of impedance; 20 — yes; 21 — acceptable coherence; 22 — no; 23 — approximate computation of coherence; 24 — impedance rotation; 25 — print out; a — input; b — conversion; c — processing

Рис. 33 Блок-схема программ для обработки данных, получаемых цифровой магнито-теллурической аппаратурой типа DMT-1

1 — команда считывания; 2 — вводное устройство; 3 — полевая магнитная лента; 4 — заполнение запоминающего устройства; 5 — обратная намотка ленты; 6 — запись на магнитную ленту; 7 — магнитная лента ЭВМ Минск-32; 8 — «нет»; 9 — конец ленты; 10 — «да»; 11 — считывание; 12 — магнитная лента ЭВМ Минск-32; 13 — исключение перекрытий; 14 — представление результатов; 15 — ряд данных, преобразованных на магнитной ленте; 16 — считывание; 17 — исправление ошибочных разрядов; 18 — вычисление когерентности; 19 — вычисление импеданса; 20 — «да»; 21 — когерентность удовлетворительна; 22 — «нет»; 23 — приближенное вычисление импеданса; 24 — вращение импеданса; 25 — печатание результатов; а — ввод; б — преобразование; в — обработка

teszik a Berdicsevszkij féle kiértékelési eljárás használatát, az impedancia-tenzor, illetve az amplitúdó- és fázisgörbék meghatározását különböző frekvenciákra és mérési irányokra. Az eredmény megjelenítése sornyomatón történik.

1975-ben ezt a programrendszert a DMT-1000 berendezés regisztrátumainak feldolgozására üzemszerűen alkalmaztuk: mintegy 20 szondázási görbét készítettünk el. Egy szondázási görbe (17 frekvencia) feldolgozásának gépideje kb. 60 perc, amely a beadás, konvertálás és kiértékelés között hozzávetőlegesen egyenlő arányban oszlik meg.

Az utóbbi években a magnetotellurikus műszer- és módszerkutatás elsődleges célja volt, hogy a módszert a kőolaj- és földgázkutató mélységtartományában kvantitatív adatok nyerésére alkalmassá tegyünk, vagyis a vezetőrészek ellenállás- és vastagságparaméterei, illetve a geoelektromos aljzat mélysége meghatározható legyen.

A feladat megoldásának első lépése műszerteknikai volt; a mérésekhez korábban használt műszereket – amelyeket csak a 0,1 Hz-nél kisebb frekvenciájú változások észlelését tették lehetővé – olyan berendezésekkel váltottuk fel, amelyekkel a nagyobb frekvenciájú komponensek is mérhetők. Az 1974-re elkészült kísérleti műszer a természetes elektromágneses tér egy elektromos és egy mágneses komponensének mérését 0,01 Hz-től  $f_{max} = 20$  Hz-ig tette lehetővé.

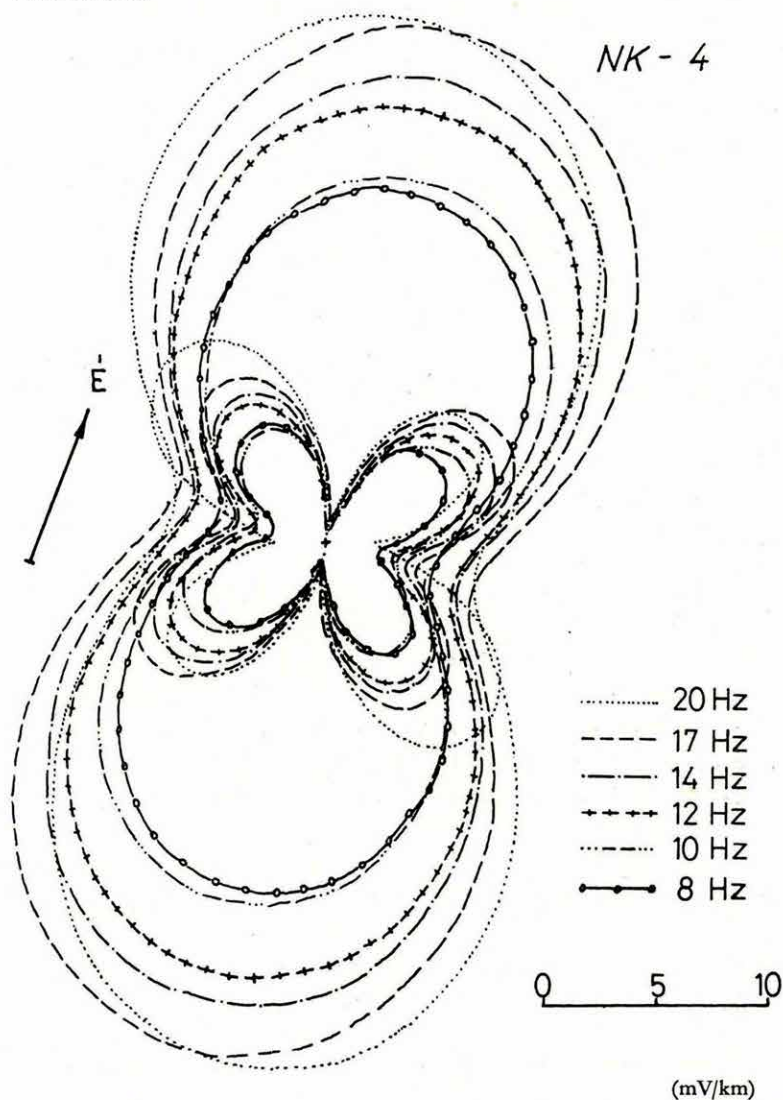
1975. évi méréseinkben viszont már az elektromos és mágneses tér teljes vízszintes vektorát regisztráltuk, s így megvalósult a feldolgozás egzakt módszerének alkalmazása a négyfrekvenciás tartományban is.

Az új magnetotellurikus műszer terepi bemérése, illetve a feldolgozás tapasztalatai alapján a rendszer érzékenységről elmondhatjuk, hogy:

- a 20-1 Hz frekvenciaintervallumban a természetes elektromágneses tér éves napszaktól gyakorlatilag függetlenül nagy jel/zaj viszonytalalal regisztrálható. A rezgések – a pulzációs tartományhoz hasonlóan – kvázzsinuszos jellegűek. A 34. ábrán a tartományba eső frekvenciákra polárdiagramosort mutatunk be;
- az 1-0,1 (0,07) Hz frekvenciaintervallumban (a természetes elektromágneses tér amplitúdó-spektrumának a minimuma) a jel/zaj viszony csökken. A közeli villámcsapások, ipari zajok spektrális csúcsa e tartományba esik. Megbízható feldolgozásához lényegesen hosszabb regisztrálási idő szükséges, mint ami a vizsgált periódus időből következnek;
- 0,1-0,01 Hz frekvenciatartományban – a korábbi műszerhez képest – a közel egy nagyságrendnyi érzékenységnövekedés miatt a mérések végzése kevésbé függvénye a tér aktivitásának.

A berendezéssel végzett kísérleti mérésekkel a következő módszertani problémákat vizsgáltuk:

- egyenáramú szondázások és MTS mérések eredményeinek összehasonlítása;
  - különböző földtani korú alaphegységek ellenállásának vizsgálata;
  - magnetotelurikus információ irányfüggése bonyolult felépítésű területeken.
- A vizsgálatok eredményei szakjelentésünkben, az ELGI Adattárában megtekinthetők.



34. ábra Impedancia polárdiagramok

Fig. 34 Impedance polar diagrams

Рис. 34 Полярные диаграммы импеданса