

NJË ALGORITËM PËR LLOGARITJEN E KURBAVE TEORIKE TË SONDIMAVE VERTIKALE ELEKTRIKE

A. FRASHËRI, G. BEQIRAJ, N. FRASHËRI

Sondimi vertikal elektrik është metodë e rëndësishme e elektrometrisë që përdoret në vendin tonë për kërkimin e strukturave perspektive naftë-gazmbajtëse të xeherorëve dhe të mineraleve të tjera të dobishme, si edhe për zgjidhjen e detyrave të gjeologjisë inxhinerike. Në të ardhmen do të zgjerohet përdorimi i saj.

Metodika racionale e vrojtimit të sondimit, d.m.th. zgjedhja e tipit të skemës dhe përmasat optimale të saj, si edhe interpretimi sasior i rezultateve të sondimit, në përputhje me ndërtimin gjeoelektrik konkret të rajonit që studiohet, kërkojnë një sasi të madhe kurbash teorike për modele të njohura të prishme të prerjeve gjeoelektrike.

Albumet që disponojmë të kurbaseve teorike të sondimeve për prerjet shumë shtresore nuk përmbajnë sasinë e nevojshme të kurbaseve që t'u përgjigjen të gjitha rasteve që takohen në vendin tonë dhe që kërkohet të interpretohen. Metodatat grafike të njohura nuk sigurojnë saktësinë e kërkuar. Nga ana tjetër, nuk disponojmë albume kurbash teorike të sondimeve me lloje të ndryshme skemash të zbatuara në kushte të ndryshme. Prandaj e pamë të domosdoshme dhe plotësisht të mundshme llogaritjen dhe ndërtimin e kurbaseve teorike të sondimeve vertikale elektrike me anën e makinave llogaritëse elektronike. Zgjidhja e këtij problemi shërben për zgjidhjen e detyrës së zhdrejtë të elektrometrisë me anën e makinave llogaritëse elektronike, d.m.th. të parametrave të prerjes gjeoelektrike sipas kurbaseve të vrojtuar.

Për të realizuar këtë detyrë deri tani janë hartuar programet standarde në gjuhën Algol, për prerjet dy, tre dhe më shumë shtresore për sondimet vertikale elektrike me skemë simetrike AMNB dhe dipolare boshtore ABMN në stere dhe me skemë fundore në det. Këto programe janë kolauduar deri tani në modele të njohura për prerjet trishtresore dhe po vazhdon puna për llogaritjen e prerjeve me më shumë shtresa.

Algoritmi u ndërtua për prerjet gjeoelektrike shumë shtresore, me kufij ndarës horizontale (fig. 1). Siç duket në fig. 1 me $\rho_1, \rho_2, \dots, \rho_n$ janë shënuar rezistencat elektrike të shtresave horizontale nga lart poshtë. Trashësitë e shtresave janë shënuar me gërmat h_1, h_2, \dots, h_n , ndërsa thellësitë e shtrirjes së kufijve të tyre me gërmat H_2, H_3, \dots, H_n , duke filluar nga sipërfaqja. Rezistencat elektrike specifike u llogaritën

me rrugën e mirënjohur të përcaktimit të potencialit të fushës elektrike me anën e integritimit të ekuacionit të Laplasit [1].

$$\frac{\partial^2 u}{\partial r^2} + \frac{1}{r} \frac{\partial u}{\partial r} + \frac{\partial^2 u}{\partial z^2} = 0 \quad (1)$$

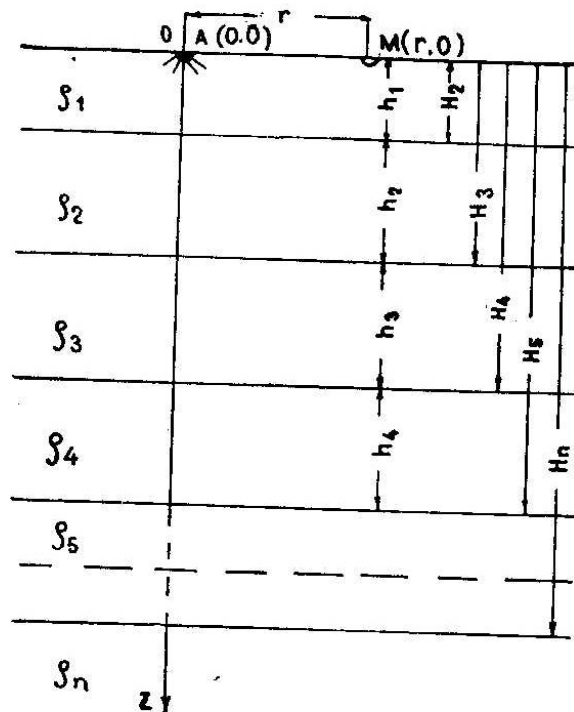


Fig. 1

Për rastin e skemave sipërfaqësore, programi u hartua mbi bazën e zgjidhjes së njohur [1] të ekuacionit (1), që, për prerjet shumë shtresore, është:

$$\rho_d = \rho_1 \left[1 + 2 \sum_{n=1}^{\infty} q_n f_s \right] \quad (2)$$

ku ρ_1 — rezistenca elektrike specifike e shtresës së parë;
 q_n — funksioni i emisionit që varet nga parametrat e prerjes gjeoelektrike $q_n = f(\rho_1, \rho_2, \dots, \rho_n, h_1, h_2, \dots, h_n)$;
 f_s — funksioni që varet nga lloji dhe përmasat e skemës.
 Funksioni f për skemën simetrike AMNB është:

$$f_s = \frac{\left(\frac{r}{h_1} \right)^3}{\left[\left(\frac{r}{h_1} \right)^2 + 4n^2 \right]^{3/2}} \quad (3)$$

për skemën dipolare boshtore ABMN është:

$$f_s = \frac{\left(\frac{r}{h_1}\right)^3 \left[\left(\frac{r}{h_1}\right)^2 - 2n^2\right]}{\left[\left(\frac{r}{h_1}\right)^2 + 4n^2\right]^{5/2}} \quad (4)$$

ku: r — gjysma e gjatësisë së skemës simetrike $\frac{AB}{2}$ ose largësia midis

qendrave të dipoleve $O_1 O_2$;

h_1 — trashësia e shtresës së parë, e barabartë edhe me masën e përbashkët të trashësive (h_0) të shtresave.

Funksioni i emisionit q_n u llogarit duke u nisur nga funksioni $B_1(m)$, që përcaktohet nga parametrat gjeoelektrike të prerjes.

Në rastin më të përgjithshëm, që shqyrtohet, funksioni $B_1(m)$ përcaktohet nga kushtet kufitare dhe, konkretisht, paraqitet si raport i dy përcaktorëve:

$$B_1(m) = \frac{\Delta B}{\Delta} \quad (5)$$

ku: m — variabli i integritimit.

Përcaktorët e ekuacionit (5) varen nga karakteristikat gjeoelektrike të prerjes. Për të lehtësuar llogaritjet u përdorën dy polinomet e mëposhtme.

$$P_n(g) = \frac{\Delta B}{g \sum S_i \pi(\rho_1 + \rho_1)} \quad (6)$$

dhe

$$H_n(g) = \frac{\Delta - \Delta B}{g \sum S_i \pi(\rho_{i+1} + \rho_i)} \quad (7)$$

ku: $S_i = \frac{H_i}{H_0}$; $g = e^{-2mH_0}$; H_i — thellësia e tavanit të shtresës.

Duke i vendosur këto polinome në barazimin (5) mund të shkruajmë:

$$B_1(m) = \frac{P_n(g)}{H_n(g) - P_n(g)} \quad (8)$$

Për përcaktimin e këtij funksioni u përdorën formulat rekurente të Flatosë. Nga këto formula rezulton se:

1. Polinomi $P_n(g)$ ka si koeficientë produktet e kombinacioneve me numër tek elementësh të pasqyrimin $K_{12}, \dots, K_{(n-1)n}$ dhe si fuqi të g -së pranë koeficientëve shumë të diferencave të kombinacioneve korresponduese të S_2, \dots, S_n .

2. Polinomi $H_n(g)$ ka ndërtim të ngjashëm me $P_n(g)$ por ka kombinacione me numër çift ekuacionesh.
p.sh. për prerjet pesështresore:

$$P_5(g) = K_{12}g^{S_2} + K_{23}g^{S_3} + K_{34}g^{S_4} + K_{12}K_{23}g^{S_4-S_5+S_2} \\ + K_{12}K_{23}K_{45}g^{S_5-S_3+S_2} + K_{12}K_{34}K_{45}g^{S_5-S_1+S_2} \\ + K_{23}K_{34}K_{45}g^{S_5-S_4+S_3}$$

$$H_5(g) = 1 + K_{12}K_{23}g^{S_3-S_2} + K_{12}K_{34}g^{S_4-S_3} + K_{12}K_{45}g^{S_5-S_2} + \\ + K_{23}K_{34}g^{S_4-S_3} + K_{23}K_{45}g^{S_5-S_3} + K_{34}K_{45}g^{S_5-S_4} + \\ + K_{12}K_{23}K_{34}K_{45}g^{S_5-S_4+S_3+S_2}$$

Ku: $K_{i,i+1} = (\rho_{i+1} - \rho_i) / (\rho_{i+1} + \rho_i)$ + koeficientët e pasqyrimit.
Funksioni i emisionit P_n u llogarit me formulën:

$$q_N = \lim_{g \rightarrow 0} \frac{P_n(g) + \sum_{i=1}^{N-1} q_i g^i [P_n(g) - H_n(g)]}{g^N} \quad (9)$$

Llogaritja e koeficientëve të polinomeve të $P_n(g)$ dhe $H_n(g)$ u suall në ndërtimin e kombinacioneve C_{n-1}^i , ku $i = 1, 2, \dots, n-1$

Gjithsejt llogariten $\sum_{i=1}^{n-1} C_{n-1}^i - 1 = 2^{n-1} - 1$ koeficiente. (Njëshi i polinomit $H_n(g)$ nuk duhet, prandaj s'e marrim parasysh). Për realizimin e ndërtimit të kombinacioneve në makinën elektronike u punua në mënyrën e mëposhtme:

- 1) Kemi $n-1$ elemente E_1, E_2, \dots, E_{n-1}
- 2) Ndërtojmë kombinacionet e tipit $C_{n-1}^i: E_1, E_2, \dots, E_{n-1}$
- 3) Supozojmë se janë ndërtuar kombinacionet C_{n-1}^{i-1}
- 4) Ndërtojmë kombinacionet C_{n-1}^i ,

kur $j = i, \dots, n-1$ marrim elementin E_j dhe kombinacionet C_{n-1}^{i-1} të elementeve E_1, \dots, E_{j-1} ,

Në këtë mënyrë ndërtohen kombinacionet e kërkuara. Në fig. 2 tregohet skema për prerjen pesështresore ($n = 5$).

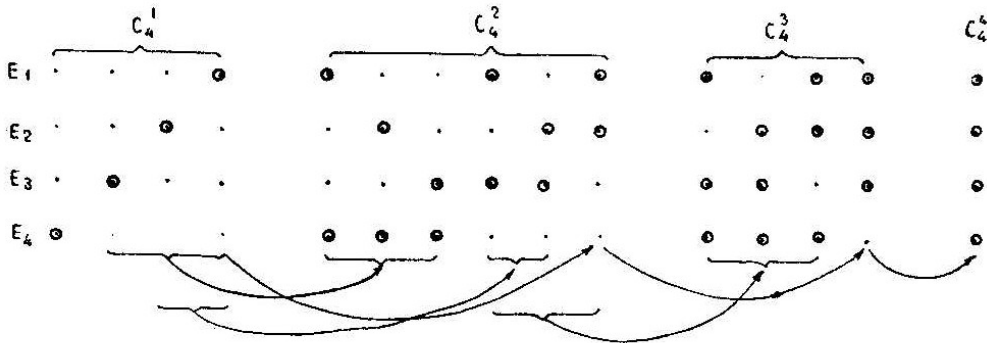


Figura 2

Për realizimin praktik të ndërtimit të kombinacioneve përdoren tre masivë numrash: PH, PH1, PH2 me nga $2^{n-1}-1$ elemente. Elementet e masivit PH përfaqësojnë koeficientët e $P_n(g)$ dhe $H_n(g)$. Elementët e PH1 përfaqësojnë indeksin j të elementit E_j , ndërsa elementët e PH2 përfaqësojnë fuqinë pranë g -së. Për llogaritjen e q_N duhen vetëm PH dhe PH2. Në PH1 ruhet informacioni ndërmjetës që duhet vetëm për ndërtimin e kombinacioneve. Në fig. 3 jepet paraqitja grafike e PH1.

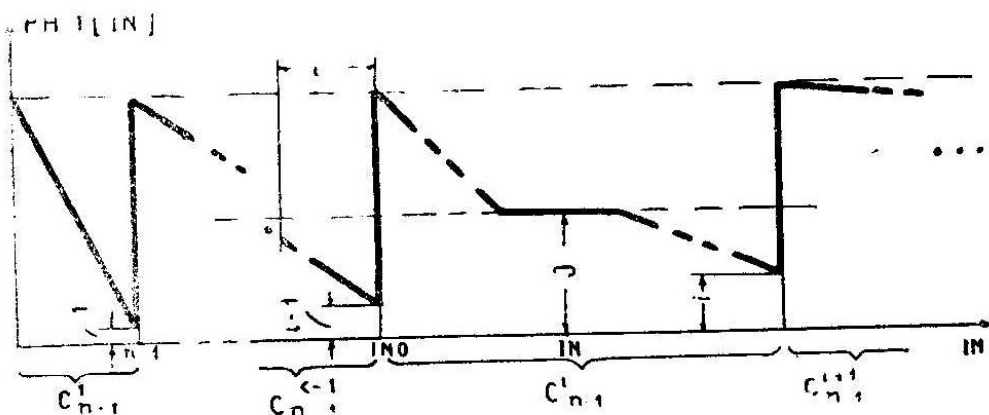


Figura 3

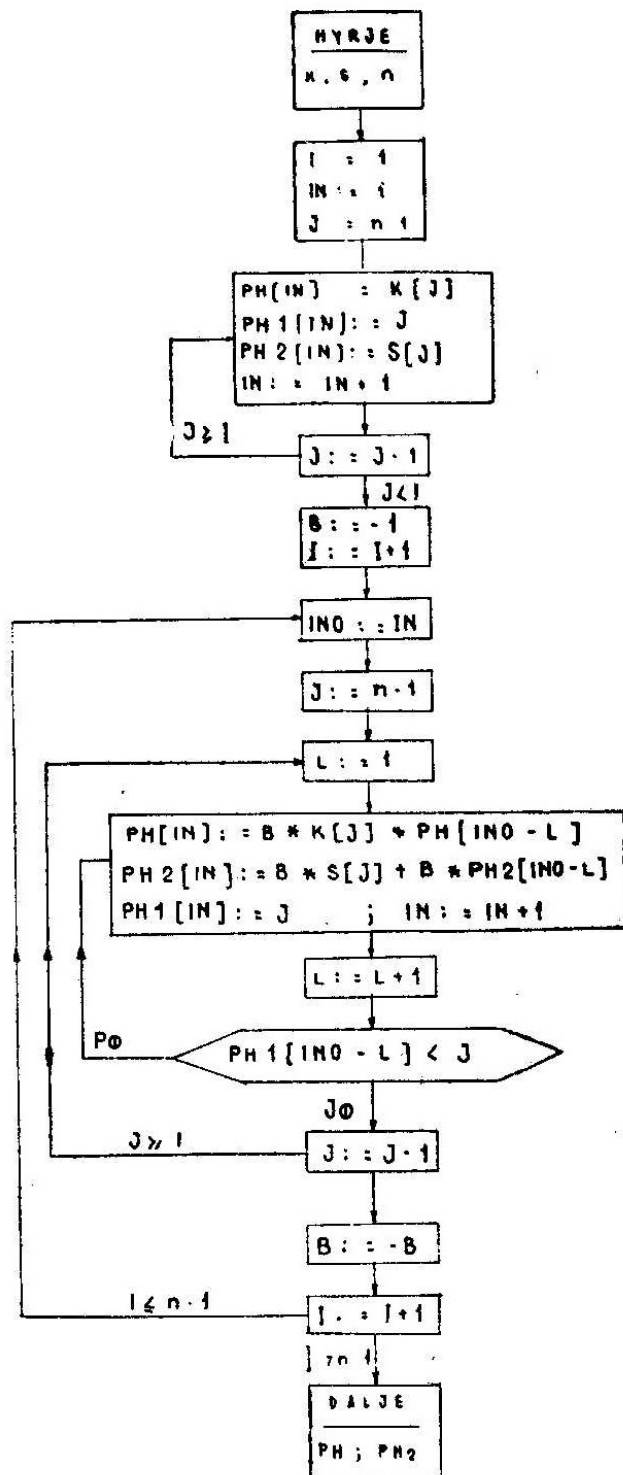
Duke i dhënë L -së vlera të ndryshme (1, 2, ...) dhe duke krahasuar j me vlerat e PH1 që i përkasin zonës C_{n-1}^{i-1} mund të fiksohen kombinacionet C_{n-1}^{i-1} të elementëve E_1, E_2, \dots, E_{j-1} për të formuar C_{n-1}^{i-1} (duke u bashkuar me E_j). Llogaritja e PH, PH1, PH2 bëhet njëkohësisht hap pas hapi. Gjatë llogaritjes, termat e PH dhe të PH2, që u përkasin kombinacioneve me numër çift elementësh (d.m.th $H_n(g)$ -së) u shumëzuan me -1 për të lehtësuar llogaritjen e q_N . Si të dhëna fillestare për profilin n shtresor janë

$$K_{1,i+1} = \frac{\rho_{i+1} - \rho_i}{\rho_{i+1} + \rho_i} \quad i = 1, 2, \dots, n-1$$

$$S_i = \frac{H_i}{H_0} \quad i = 1, 2, \dots, n.$$

Më poshtë jepet bllokskema Nr. 1 për llogaritjen e PH dhe PH2;

BLOK SKEMA N° 1



a) Masivi $K = (K_{i,i+1})$, masivi $S = (S_i)$ me nga $n-1$ elemente, pra $K, S [1:n-1]$

b) Masivet PH, PH1, PH2 $[1:2^{n-1} - 1]$

Pas llogaritjes së PH dhe PH2 sipas bllokskemës Nr. 1 kalohet në llogaritjen e q_N .

Për rezervimin e q_N në kujtesën e brendshme të makinës llogaritëse elektronike përdoret masivi $Q[1:M]$. Për të përcaktuar q_N sipas ekuacionit (9), në masivin PH gjenden termat e $P_n(g)$ pranë g^N (duke krahasuar N me PH2 [i]) dhe termat e $P_n(g) - H_n(g)$ pranë g^{N-1} (po duke krahasuar $N-i$ me PH2 [i]).

Për dallimin e termave të $P_n(g)$ nga $H_n(g)$ është përdorur shenja e PH2 (nqs PH2 [i] < 0 atëhere termi përkatës PH [i] i përket $H_n(g)$ dhe në qoftë se PH2 [i] > 0 atëhere ai i përket $P_n(g)$).

Gjithashtu, termat e PH i përkasin $H_n(g)$ janë shumëzuar me -1 paraprakisht. Si të dhëna fillestare për llogaritjen e q_n janë:

a) Masivët PH dhe PH2 të llogaritur paraprakisht me bllokskemën Nr. 1.

b) Numri i përgjithshëm i q_N -ve, pra M

c) $S_n = \frac{H_n}{H_0}$ (veçse $n \neq N$).

Duhet kujtuar gjithashtu se $S_n = S[n-1]$

Më poshtë jepet bllokskema Nr. 2 për llogaritjen e q_N .

Me mbarimin e llogaritjeve të q_n sipas kësaj bllokskeme fillon llogaritja e kurbave të sondimeve sipas ekuacionit (2).

Të dy bllokskemat, parimisht mund të përdoren për prerje me çfarëdo numër shtresash, por duke u nisur nga kapaciteti i kujtesës së makinës X-2 mund të kryhen llogaritjet për prerje me një numër shtresash brenda dhjetëshes së parë. Deri tani e kemi përdorur këtë program për prerje trishtresore.

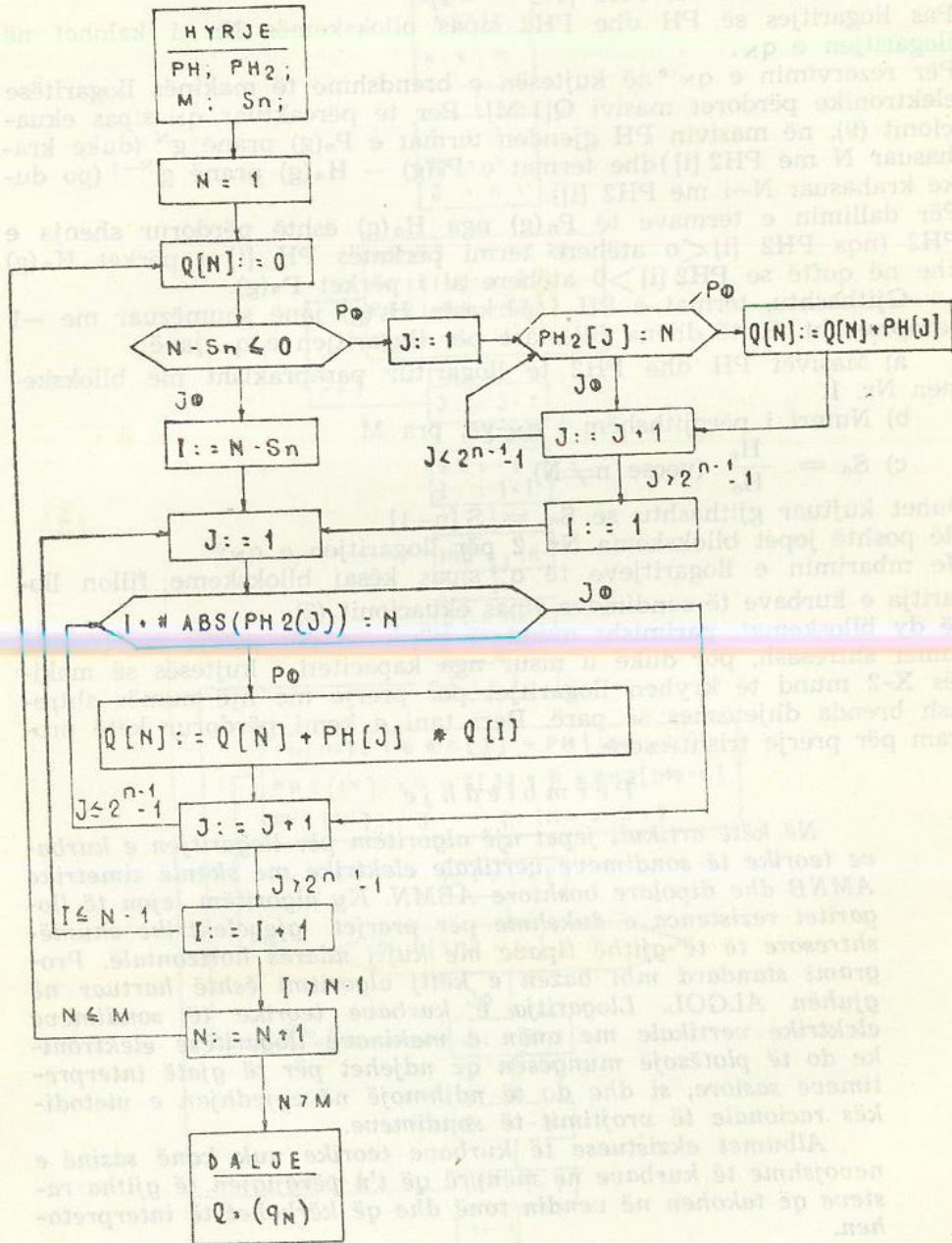
Përmbledhje

Në këtë artikull jepet një algoritëm për llogaritjen e kurbave teorike të sondimeve vertikale elektrike me skemë simetrike AMNB dhe dipolare boshlore ABMN. Ky algoritëm lejon të llogaritet rezistenca e dukshme për prerjet gjeoelektrike shumë-shtresore të të gjithë tipave me kufij ndarës horizontalë. Programi standard mbi bazën e këtij algoritmi është hartuar në gjuhën ALGOL. Llogaritja e kurbave teorike të sondimeve elektrike vertikale me anën e makinave llogaritëse elektronike do të plotësojë mungesën që ndjehet për të gjatë interpretimeve sasiore, si dhe do të ndihmojë në zgjedhjen e metodikës racionale të vrojtimit të sondimeve.

Albumet ekzistuese të kurbave teorike nuk kanë sasinë e nevojshme të kurbave në mënyrë që t'u përgjigjen të gjitha rasteve që takohen në vendin tonë dhe që kërkohet të interpretohen.

Studimin e këtij problemi e shohim edhe si pjesë të domosdoshme për zgjidhjen e detyrës së zhdrejtë të elektrometrisë me anën e makinave llogaritëse elektronike, d.m.th. të përcaktimit të parametrave të prerjes gjeoelektrike sipas kurbave të vrojtuar.

BLOK SKEMA Nr 2



Deri tani me programin e hartuar kemi llogaritur kurbat e prerjeve trishtesore dhe po vazhdon puna për prerjet me më shumë shtresa.

(Paraqitur në Redaksi më 23.10.1978)

**Katedra e Gjeofizikës
Qendra e Matematikës Llogaritëse**

BIBLIOGRAFI

1. «Elektrometria» — Botim i UT Tiranë 1970, përkthim i përshtatur nga S. Muço.
2. **FRASHËRI A., BEQIRAJ G., FRASHËRI N., BUSHATI S.** «Ndërtimi i kurbave teorike të sondimeve vertikale elektrike në stere dhe dete». Tiranë 1978: — Fondi i Fakultetit Gjeologji-Miniera.

R é s u m é

**UN ALGORITHME
POUR CALCULER LES COURBES THEORIQUES
DES SONDAGES ELECTRIQUES VERTICAUX**

Les auteurs donnent, dans leur exposé, un algorithme pour calculer les courbes théoriques de sondage vertical électrique au moyen des calculateurs électroniques. Le programme standard sur la base de cet algorithme est fait en langue Algol pour les coupes géo-électriques à plusieurs stratifications, aux limites de séparation horizontales. Il est valable pour les sondages à schéma symétrique AMNB et à schéma dipolaire axial ABMN.

La programmation a été faite sur la base de la solution connue de l'équation de Laplace:

$$\frac{\partial^2 u}{\partial r^2} + \frac{1}{r} \frac{\partial u}{\partial r} + \frac{\partial^2 u}{\partial z^2} = 0, \quad (1)$$

laquelle, pour les coupes à plusieurs stratifications a la forme:

$$\rho_d = \rho_1 \left[1 + 2 \sum_{n=1}^{\infty} q_n f_s \right] \quad (2)$$

où ρ_1 — la résistance électrique spécifique de la première couche;

q_n — la fonction de l'émission dépendant des paramètres de la coupe géo-électrique;

f_s — la fonction dépendant du genre et des dimensions du schéma.

La fonction de l'émission q_n a été calculée en partant de la fonction $B_1(m)$, déterminée par les paramètres géo-électriques de la coupe, pour le calcul de laquelle on a employé les formules recourantes de Flateau.

La fonction q_n a été déterminée par la formule:

$$q_n = \lim_{g \rightarrow 0} \frac{\sum_{i=1}^{N-1} q_i g_i [P_n(g) - H_n(g)]}{g^n}$$

où $g = e^{-2mH_0}$

H_0 — la masse commune des profondeurs des couches;

m — la variabilité de l'intégration

$P_n(g)$, $H_n(g)$ — les polynômes dépendant des paramètres géo-électriques de la coupe.

Dans l'article sont donnés les deux blocs de schémas pour le calcul de la fonction q_N , qui peuvent être faites valoir pour la coupe avec un nombre quelconque de couches, mais, en partant de la capacité de rappel de la machine peuvent être effectués des calculs pour la coupe avec un nombre de couches à l'intérieur de la première décennie.

Avec la fin du calcul q_N commence le calcul des courbes de sondage d'après l'équation (2).