

Brèves communications - Kurze Mitteilungen Brevi comunicazioni - Brief Reports

Les auteurs sont seuls responsables des opinions exprimées dans ces communications. - Für die kurzen Mitteilungen ist ausschließlich der Autor verantwortlich. - Per le brevi comunicazioni è responsabile solo l'autore. - The editors do not hold themselves responsible for the opinions expressed by their correspondents.

L'impiego della «Geofisica Applicata» in miniera

1.° È noto come i metodi geoelettrici ad induzione (quali ad es. i svedesi), possano svolgere un ruolo importante nelle ricerche, alla superficie del suolo, di minerali metallici sepolti.

È venuto perciò spontaneo pensare al loro impiego in un settore di ricerca non meno importante, in miniera, dove le giaciture minerali in galleria, spesso si perdono, nonostante gli indirizzi empirici e giacimentologici di coltivazione.

Senonché sorgono nuovi complessi, problemi, di «Geofisica di produzione», pur limitandoci al campo dei procedimenti preferenziali d'impiego, quali gli «induttivi a bassa frequenza».

Due serie di problemi s'affacciano: una prima a carattere strumentale, una seconda concernente le interpretazioni delle misure.

In questa sede illustreremo brevemente qualche problema fondamentale, le cui soluzioni ci hanno permesso di porre le basi di questo ramo di geofisica.

2.° È evidente che, se pure alcuni problemi qui, non si differenziano sostanzialmente da quelli della «Geofisica di superficie», ne insorgono altri assolutamente diversi, come gli strumentali di cui diamo subito cenno. Mentre nelle misure alla superficie del suolo non esiste, in generale, una «costrizione» di distanza relativa tra emittore (inducente) e ricevitore (il che importa una possibilità regolatrice dei rapporti tra i campi induttivi primario e secondario, che si sovrappongono nell'aria), questa manovra non è più perseguibile in miniera.

Nelle gallerie si è «costretti» infatti a regolare la distanza emittore - detector in limiti abbastanza stretti, con conseguente forte prevalenza dei campi elettromagnetici (c. e. m.) primari sui secondari (che si totalizzano nelle misure) determinati quest'ultimi, da eventuali mineralizzazioni metalliche nei pilastri, o negli ambiti dei fronti d'attacco.

Insorge fondamentale perciò il problema delle modalità di misura (con apparecchiature idonee), in modo tale che si estinguano o s'attenuino sufficientemente i c.e.m. primari. Nei *Fondamenti di una nuova prospezione geoelettrica* prima, nella *Misura diretta dei c.e.m. secondari dei suoli* poi (Rendiconti Facoltà di Scienze della Università di Cagliari), abbiamo dato le soluzioni (convalidate da prove modellistiche), con sistemi induttivi di eccitazione e di ricezione tribobinici, a modalità d'impiego «simmetrica» e «asimmetrica».

La «simmetrica», a 2 quadri induttivi energizzanti, a polarità magnetica omonoma o eteronoma, affacciate alle pareti delle gallerie, con ricevitore collocato in simmetria; l'«asimmetrica» con una sola bobina inducente, una ausiliaria schermante, e il quadro ricevente nello spazio di «ipercompensazione» del campo magnetico inducente. Non è possibile indugiare nella descrizione dei molteplici vantaggi che apportano questi sistemi di misura tribobinici, solo è da segnalare che il problema fondamentale strumentale è risolto.

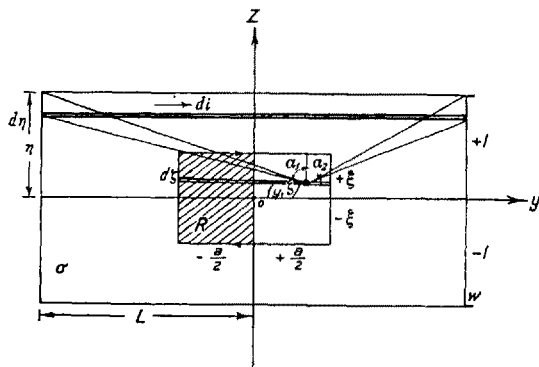
3.° Per ciò che concerne le interpretazioni dei risultati di misura, i problemi si differenziano sempre nettamente da quelli della «Geofisica di superficie».

È ben noto, ad esempio, quale importanza geofisica abbia avuto una teoria di LEVI-CIVITA sull'induzione di un cavo rettilineo, infinitamente esteso, collocato alla superficie orizzontale di un suolo omogeneo, incassante una lastra sottile, conduttiva, orizzontale, infinitamente estesa, ad una data profondità. La teoria venne poi sviluppata considerando diversi tipi di emittori, da ABRAHAM, STEFANESCU, GRAF, KOENIGSBERGER, BELLUIGI, ecc., ma non si sentì mai la necessità di considerare una lastra finita, necessità che invece si presenta nella «Geofisica di miniera».

Le cause di perturbazioni elettromagnetiche in galleria sono attribuibili, prevalentemente, a corpi conduttivi di estensione limitata, e, per semplicità di algoritmo, riducibili a lastre piane, finite, verticali, parallele o no alle pareti delle gallerie. Di qui la conseguenza di dover risolvere nuovi problemi, di cui esemplifichiamo quello della lastra finita sottile (spessore $W \ll 2l$), verticale, di conduttività « σ », orientata e caratterizzata come nella figura qui sotto, investita da un c. m. a.

$$\vec{B}_i = R_e b e^{j\omega t}$$

di pulsazione ω , perpendicolare alla lastra. Dato che $W \ll 2l$, consideriamo del campo magnetico energizzante unicamente questa componente, perché solo essa può indurre correnti di Foucault di densità apprezzabile, nella direzione dell'asse y . Occorre poter deter-



minare queste correnti, per risalire alla valutazione dei campi magnetici che noi siamo in grado di misurare a distanza, avulsi dagli addendi di campi magnetici primario.

Tenuto conto della prima legge di LAPLACE, del teorema della circuitazione del campo elettrico (determinato secondo la legge dell'induzione di NEUMANN), perveniamo alla seguente equazione integrale di 2ª specie (posto la permeabilità magnetica unitaria):

$$j\omega \int_{-l}^{+l} H(\xi, \eta) f(\eta) d\eta = -2af(\xi) + 2a\xi b$$

il cui «nucleo» è:

$$H(\xi, \eta) = \int_{-a/2}^{+a/2} dy \int_{-\xi}^{+\xi} \frac{J d\xi}{\eta - \xi}$$

per:

$$J = (L + y) / [(L + y)^2 + (\eta - \xi)^2]^{1/2} + (L - y) / [(L - y)^2 + (\eta - \xi)^2]^{1/2}$$

con: $F(\eta) = f(\eta) e^{i\omega t}$, componente, secondo y , della intensità di corrente di Foucault. L'espressione del «nucleo» è riconducibile a trascendenti elementari, la cui esplicitazione non offre alcuna difficoltà. L'equazione integrale suscritta è risolubile col metodo delle successive sostituzioni di LIOUVILLE-NEUMANN, e dato che il coefficiente dell'integrale ($d\eta$) in essa è sufficientemente piccolo, la soluzione $f(\xi)$ può limitarsi al 1° termine dello sviluppo in serie di NEUMANN. La successiva determinazione del flusso magnetico dovuto a queste correnti (inducenti e indotte insieme), in ogni punto dello spazio, ad una data distanza, si ottiene applicando la legge di BIOT-SAVART. Rimane da notare che la lastra: ($W \ll 2l$, $2l$, $2L \gg 2l$), deve avere la dimensione L prevalente sulle altre, e la teoria è valevole in ambiti di misura (riconoscibili sperimentalmente), in cui non si risentono le influenze al contorno. E con ciò riteniamo di aver dato un'idea di questo «nuovo capitolo» di «Geofisica Applicata», già avviato a soluzioni soddisfacenti, tali da permettere possibilità applicative e concreti contributi nella ricerca in miniera.

A. BELLUIGI

Istituto di Geofisica, Università Cagliari, il 11 dicembre 1948.

Summary

The principles are set forth for the use of inductive methods (at low frequency) for the prospecting of conductive ores in the galleries of the mines.

As these conductive ores in the gallery pillars are bodies limited in space (veins, plates, etc.) attention is given to the problem of the inductor in connection, for instance, with a plane conductive plate of limited dimensions.

This problem is essentially reducible to the solution of an integral equation of the second type, integrable by approximation.

Notices on Proposed Magnetic Lenses of Toroidal Type

Not long ago, a magnetic lens of toroidal type has been proposed by W.T. HARRIS¹ to focus a parallel beam of charged particles of like energies in cosmic rays. When, with a one year's delay, this number of the Phys. Rev. arrived and we heard of his proposal, we were also working on the problem of magnetic lenses of such a type based on the idea of A. SZALAY, and the construction of a toroidal lens was in progress, but our purpose and results are fundamentally different from his. I.e. we want to focus a beam of electrons of like energies originating from a point-like source.

For a homogeneous toroidal magnetic field I have deduced—on simple geometrical grounds—the equation of the profile towards the source and towards the collecting mechanism resp. If we place the origin and the X-axis of our co-ordinate system in the symmetry plane coinciding with the axis of the lens, this equation is the following:

$$X = y \frac{A - y}{\sqrt{R^2 - y^2}} \quad (1)$$

where A is the distance of the source and of the collect-

ing mechanism resp. from the origin and R is the radius of the path of the electrons in the magnetic field (Fig. 1).

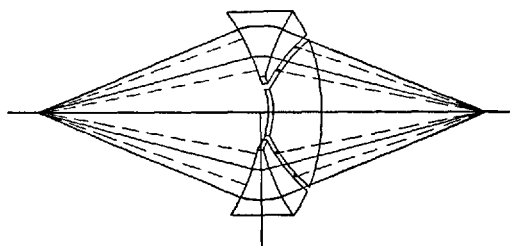


Fig. 1.

As a consequence of

$$\oint \mathfrak{H}_s ds = \frac{4\pi}{c} N \cdot J \quad (2)$$

the magnetic field strength decreases with increasing radial distance as $1/r$, and it can be easily shown that such a magnetic field will not focus the electrons proceeding from the source; this relation is valid only in case of a toroidal solenoid with air, or with a homogeneously filled iron core. These two types of lenses are uninteresting for us, because in the case of the first very strong magnetic fields were necessary, such as in the case of the previous μ -lenses, and in the second case the electrons could not pass through the lens. But, if the core of the magnetic lens is partially filled with iron and partially with air, the value of the integral on a chosen circle in the core of the toroidal solenoid, the centre of which is the origin, is

$$\oint \mathfrak{H}_s ds = l_0 H + l \frac{H}{\mu} = \frac{4\pi}{c} N \cdot J \quad (3)$$

where H is the component of the magnetic field strength in vacuum, μ the magnetic permeability of iron, l_0 the path of integration in a vacuum and l in iron resp. The field strength in the air gap, where the electrons pass through the lens, is

$$H = \frac{4\pi}{c} \cdot \frac{N \cdot J}{l_0 + l/\mu} \quad (4)$$

$\mu \gg 1$ (about 3000), therefore, if l_0 is constant, in case of every possible circle, the magnetic field is approximately homogeneous. These conditions can be realized, if the gaps are plane parallel and are not very wide. The construction in this way is easier than in the proposition of HARRIS.

Now, we must consider a difficulty occurring in both cases: in the model given by HARRIS and by SZALAY as well. It is well known that a magnetic field is exactly homogeneous only inside a plane parallel gap, but at its limit strong inhomogeneity arises. In our case we have electrons of very high kinetic energy. Therefore, and because of the inhomogeneity arising symmetrically on both sides of the lens, if the electrons enter and leave the toroidal magnetic field of the lens at right angles, it can be hoped the focusing effect will not be spoiled. It is obvious that these conditions are not satisfied in the case of the above-mentioned models, but it is possible to construct a model which overcomes this difficulty, at least towards the preparation and further increases the efficiency of the preparation, increasing the intensity of the beam reaching the collecting mechanism, which is by itself a very great problem in case of the weak β -preparata.

¹ W. T. HARRIS, Phys. Rev. 71, 310 (1947).