

PUBBLICAZIONI  
DELL'ISTITUTO NAZIONALE DI GEOFISICA

---

N. 132

R. CIALDEA - A. LO SURDO

Sonde radioattive a percorso ridotto

ROMA 1948

Estratto da *Annali di Geofisica*

Vol. I, n. 1, 1948, pag. 49

Uno dei metodi più diffusi per la misura del campo elettrico terrestre è quello delle sonde radioattive. Queste sono in generale formate da piccoli conduttori metallici sulla cui superficie è un deposito di sostanza radioattiva. Una sonda viene posta nel punto in cui si vuole misurare il potenziale elettrico e messa in comunicazione con un elettrometro: la sostanza radioattiva ionizza l'aria circostante e quindi stabilisce le condizioni perchè la sonda acquisti il potenziale spettante alla sua posizione nel campo.

Il potenziale di equilibrio assunto da una sonda radioattiva non è però in generale esattamente quello che competerebbe alla sua posizione nel campo. Ciò è dovuto principalmente al fatto che l'aria ionizzata intorno alla sonda costituisce in sostanza un conduttore di forma ed estensione variabili e che la carica spaziale in esso contenuta può alterare il campo.

Per ridurre l'effetto di questa causa perturbatrice le sonde di potenziale vengono attivate quasi esclusivamente con polonio o ionio, due sostanze che emettono soltanto raggi  $\alpha$  e che non producono emanazione <sup>(1)</sup>; così l'aria viene ionizzata soltanto in un piccolo spazio intorno alla sostanza attiva. Il punto virtuale di presa del potenziale è quindi più vicino alla sonda, poichè in tal modo si eliminano gli eccessivi scarti dal potenziale effettivo dovuti alla presenza intorno alla sonda di un notevole volume di aria ionizzata. Ciò avviene quando si impiegano sostanze radioattive che emettono raggi  $\beta$  e  $\gamma$ , i quali sono molto più penetranti degli  $\alpha$ , oppure quando si sviluppa emanazione che si diffonde rapidamente in modo incontrollabile.

E' lecito pensare quindi che le perturbazioni delle misure di potenziale eseguite con sonde radioattive possano essere ridotte dimi-

---

<sup>(1)</sup> Il percorso dei raggi  $\alpha$  (« range ») nell'aria in condizioni normali per il polonio è di cm 3.87 e per lo ionio di cm 3.13 (JOLIO-CURIE, *Les radioéléments naturels*, Hermann, Paris, 1946).

nuendo la lunghezza del percorso delle particelle ionizzanti. Partendo da questa considerazione abbiamo eseguito alcune ricerche, che qui esponiamo, allo scopo di rendere possibile una maggiore approssimazione nelle misure del potenziale elettrico dell'atmosfera.

Come è noto, non si dispone di sostanze che emettano soltanto raggi  $\alpha$  aventi percorsi notevolmente più brevi di quelli del polonio e dello ionio; pertanto allo scopo di limitare la ionizzazione prodotta dai raggi  $\alpha$  in uno strato di spessore molto più piccolo, abbiamo ideato i seguenti dispositivi che consentono di ridurre il percorso utile dei raggi  $\alpha$  del polonio stesso.

### I) Sonde con riduttore tubolare.

Una sonda di questo tipo è costituita da un disco metallico collocato entro un tubo opaco ai raggi  $\alpha$ ; questo disco presenta la superficie attiva  $S$  rivolta verso l'apertura  $a$  (fig. 1); la distanza  $d$  fra la superficie  $S$  e la bocca del tubo, è minore del percorso  $R$  dei raggi

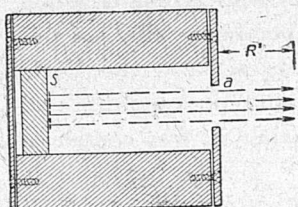


Fig. 1

$\alpha$ . Con tale disposizione, trascurando l'effetto della diffusione degli ioni prodotti nell'interno del tubo, l'azione della sonda si può considerare come pressapoco dovuta ad una superficie attiva coincidente con l'apertura  $a$  del tubo, emittente raggi  $\alpha$  di percorso  $R' = R - d$  entro un angolo solido più ridotto.

Le prove eseguite in un campo elettrico uniforme artificiale hanno mostrato, come si vedrà in seguito, il notevole vantaggio che si può ottenere con questo tipo di sonda, specialmente in aria calma. Si è osservato però, che il vento può avere ancora una notevole influenza sui valori del potenziale rilevati.

### II) Sonde con riduttore ad assorbimento.

L'inconveniente che si presenta con le sonde per effetto del moto dell'aria, ci ha indotto a sperimentare un altro dispositivo, col quale, oltre a diminuire il percorso esterno utile dei raggi  $\alpha$ , si riesce ad impedire l'intervento degli ioni prodotti nel percorso interno. In questo dispositivo la velocità dei raggi  $\alpha$  viene diminuita per effetto del passaggio attraverso ad una lamina metallica di spessore opportuno: l'energia residua posseduta dalle particelle  $\alpha$  all'uscita dalla lamina consente la ionizzazione dell'aria soltanto per un percorso più limitato. Nelle sonde di questo tipo da noi adoperate il rallentamento del-

le particelle  $\alpha$  è ottenuto mediante una foglia di alluminio: lo spessore di  $15 \mu$ , adottato spesso nelle nostre misure, riduce il percorso dei raggi  $\alpha$  a poco più di un centimetro <sup>(1)</sup>.

In considerazione della fragilità della foglia di alluminio questa viene posta tra due laminette di ottone  $L_1$ ,  $L_2$  (fig. 2) forate su tutta la superficie in modo che i raggi  $\alpha$  nel loro percorso, penetrando per i fori della lamina  $L_1$  possono uscire liberamente all'esterno passando per i corrispondenti fori della  $L_2$  dopo avere attraversato la foglia di alluminio  $A$ .

Le esperienze eseguite in un campo uniforme artificiale hanno messo in evidenza, con aria calma, un comportamento analogo a quello delle sonde a riduttore tubolare: però le perturbazioni prodotte dalle correnti di aria sono molto minori.

Le sonde venivano sperimentate in un campo uniforme creato artificialmente mediante due grandi elettrodi piani metallici disposti parallelamente, tra i quali veniva applicata una differenza di potenziale. Ogni sonda era costituita da un cubetto metallico forato come si vede nelle figure: il foro era chiuso ad un estremo mediante una lamina

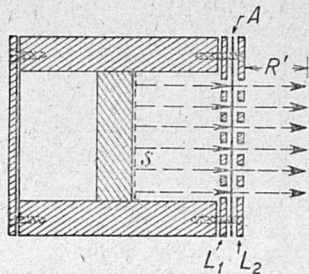


Fig. 2

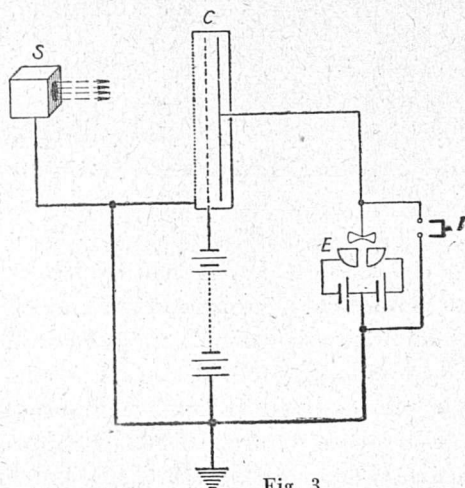


Fig. 3

metallica, e lasciato aperto (fig. 1) o coperto dal riduttore assorbente, nella parte opposta (fig. 2). L'insieme era fissato ad un sottile tubo di ottone collegato all'elettrometro. Questo tubo di sostegno veniva disposto dentro il campo parallelamente ai due piani metallici. All'interno del foro era collocato un piccolo disco di ottone argentato ed attivato mediante deposito elettrolitico di polonio su una delle due facce,  $\{S$  (figure 1 e 2).

<sup>(1)</sup> Come è noto, lo spessore dello strato di alluminio equivalente ad un centimetro di aria in condizioni normali è di  $6 \mu$  (vedi JOLYOT-CURIE, *loc. cit.*).

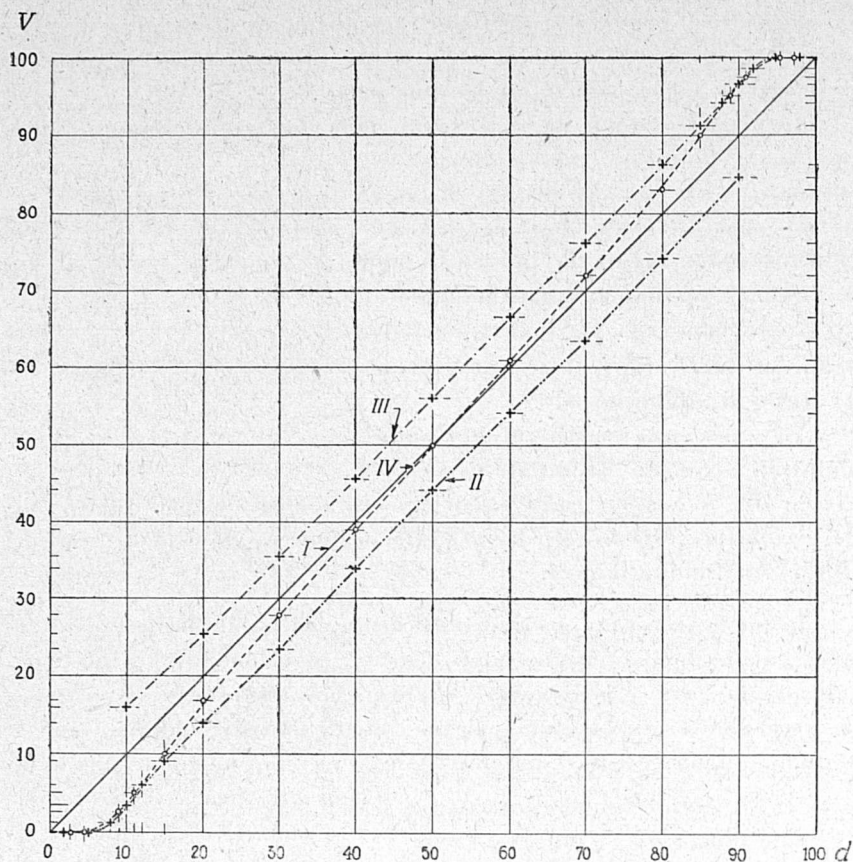


Fig. 4

Le misure sulla lunghezza del percorso utile venivano eseguite mediante una piccola camera a ionizzazione il cui schema è riportato nella fig. 3.

Dai diagrammi delle figg. 4 e 5 si rileva l'andamento tipico del potenziale di equilibrio assunto dalle sonde, a percorsi normale e ridotti, nei vari punti del campo elettrico artificiale da noi adoperato.

Nella figura 4 sulle ascisse sono riportate le distanze della sonda dall'armatura a potenziale zero e sulle ordinate le relative differenze di potenziale misurate tra la sonda e tale armatura. La retta *I* rappresenta i valori effettivi del potenziale. Le linee *II* e *III* rappresentano i valori del potenziale rilevati mediante una comune sonda a polonio disposta con la superficie attiva *S* normale alle linee di forza del

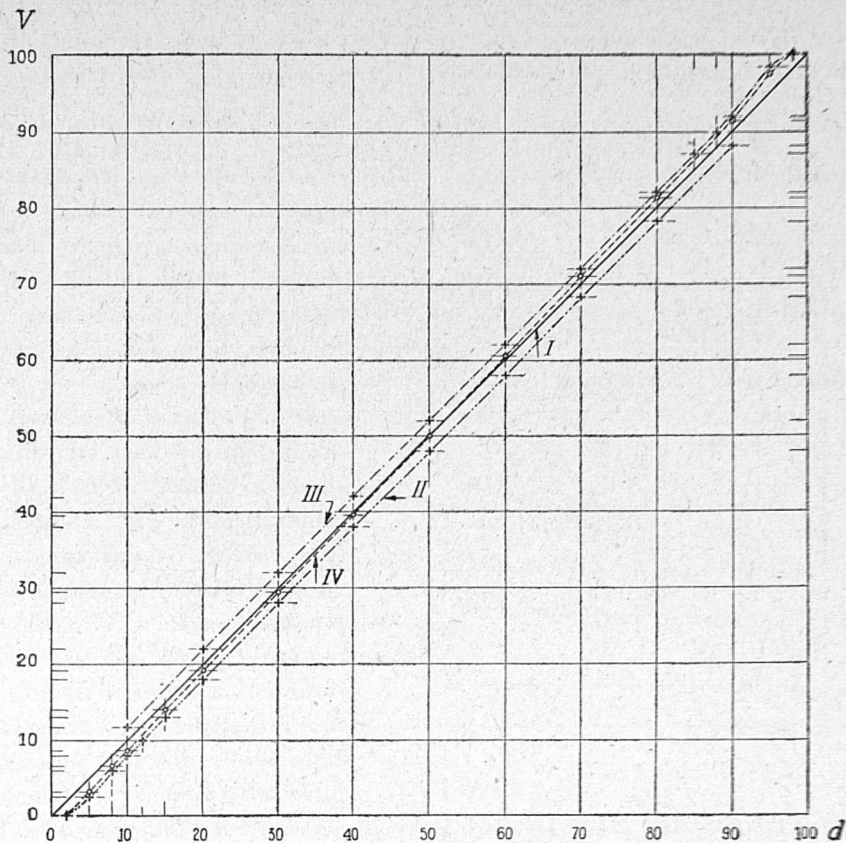


Fig. 5

campo, e precisamente per i dati rappresentati dalla linea *II* la superficie attiva veniva rivolta verso l'armatura a potenziale zero, e per la linea *III* verso l'armatura a potenziale 100. La linea *IV* rappresenta i valori ottenuti con la stessa sonda quando essa veniva disposta con la superficie attiva parallela alle linee di forza del campo.

Nella figura 5 sono riportate misure analoghe eseguite con una sonda a riduttore tubolare nella quale il percorso utile era di 12 mm. I valori ottenuti nelle stesse condizioni mediante una sonda ad assorbimento il cui percorso esterno utile era pure di 12 mm, non sono stati qui rappresentati perchè approssimativamente coincidenti con quelli della sonda a riduttore tubolare.

La figura 6 dà approssimativamente un'idea dell'andamento medio della distanza fra il centro della sonda ed il punto virtuale di presa del potenziale.

In ascisse vengono riportate, come al solito, le distanze della sonda dall'armatura a potenziale zero ed in ordinate i valori del rapporto  $\frac{\Delta V}{E}$  dove  $\Delta V$  indica la differenza fra il potenziale misurato e quello effettivo, ed  $E$  il campo elettrico. Tale rapporto, che viene

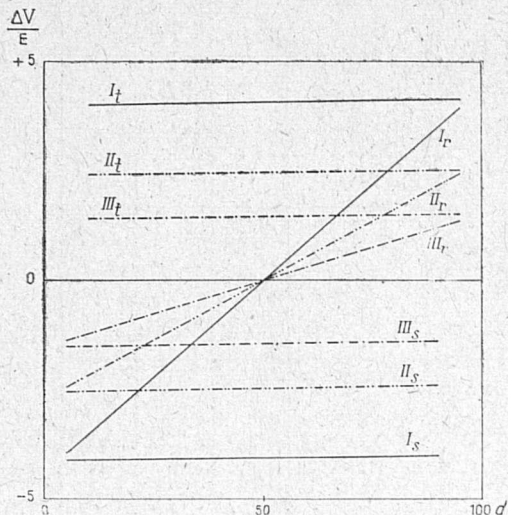


Fig. 6

espresso in cm, risulta come è evidente, uguale alla distanza, lungo le linee di forza, fra il punto virtuale di presa del potenziale ed il centro della sonda. Le linee  $I_s$  e  $I_t$  si riferiscono alle misure fatte con una sonda a polonio di tipo comune disposta con la superficie attiva rispettivamente rivolta verso l'armatura a potenziale zero e verso l'armatura a potenziale 100. La linea  $I_r$  è relativa alla stessa sonda disposta però con la superficie attiva parallela alle linee di forza del campo. Le linee  $III_s$ ,  $III_t$  e  $III_r$  si riferiscono ai valori ottenuti con disposizioni analoghe mediante la stessa sonda, munita però di riduttore ad assorbimento o riduttore tubolare, con lo stesso percorso utile di 12 mm, e quindi, come è detto avanti, producenti in aria calma lo stesso effetto <sup>(1)</sup>.

Ricerche preliminari, fatte per studiare l'effetto di una corrente d'aria sul potenziale ottenuto con le sonde radioattive dei tre tipi, hanno confermato la grande superiorità, ai fini dell'approssimazione ottenibile nelle misure del potenziale elettrico dell'atmosfera, della sonda con riduttore ad assorbimento su quella con riduttore tubolare, la quale peraltro presenta un notevole vantaggio sulla sonda comune.

<sup>(1)</sup> Nel diagramma si trovano anche le linee  $II_s$ ,  $II_t$  e  $II_r$  relative a misure analoghe eseguite con sonde a riduttore dei due tipi, aventi però un percorso utile di 21 mm.



Sono in corso ulteriori ricerche su questo argomento che faranno oggetto di una prossima nota.

*Roma, Istituto Nazionale di Geofisica - ottobre 1947.*

#### RIASSUNTO

*In questa Nota sono descritte due nuove sonde radioattive ideate dagli Autori, con le quali, utilizzando solo una parte del percorso delle particelle  $\alpha$  emesse dal polonio, si può aumentare l'approssimazione nelle misure del potenziale elettrico dell'atmosfera.*