PUBBLICAZIONI
DELL' ISTITUTO NAZIONALE DI GEOFISICA

N. 112

ENRICO MEDI

Indice di attività elettrica

ROMA
ANNO 1945

Estratto da « *Ricerca Scientifica e Ricostruzione* »

Anno 15° - N. 4-5 - Ottobre-Novembre 1945

ROMA - SCUOLA TIPOGRAFICA PIO X - VIA DEGLI ETRUSCHI, 7-9 - ROMA

Il campo elettrico della terra, come risulta dalle registrazioni sistematiche del suo andamento, presenta la caratteristica di una grande variabilità in funzione del tempo.

Anche nei giorni che si possono ritenere come calmi, (privi di fenomeni temporaleschi), il campo presenta una variazione diurna ad andamento generale e un complesso di oscillazioni di maggiore o minore entità della durata di qualche minuto. Si osservano giornate nelle quali questa microstruttura del campo è più accentuata e altre con variazioni meno marcate: praticamente mai si riscontra la assoluta costanza del campo per la durata di parecchi minuti.

Nel periodo notturno in genere le perturbazioni sono di entità minore. A prescindere dallo studio, di grande importanza, del campo durante i fenomeni temporaleschi, nei quali si hanno oscillazioni di migliaia di volt per metro, ha molto interesse poter avere un criterio di valutazione sulla entità delle variazioni del campo in condizioni elettriche, dalle quali siano assenti grandi perturbazioni.

Si tratta di stabilire una grandezza mediante la quale si possa definire quantitativamente lo stato di agitazione del campo elettrico dell'atmosfera, detta grandezza è presa quale indice di attività elettrica.

Si deve ritenere attività nulla, quando il campo, qualunque sia il suo valore assoluto, durante il periodo considerato, non subisce alcuna variazione.

Un problema analogo è stato preso in considerazione per il magnetismo terrestre, per risolvere il quale sono stati adottati criteri, che si basano su principî di approssimazione molto generica

Nella presente nota è proposto un criterio mediante il quale si può dedurre una valutazione dell'attività elettrica in un periodo prefissato.

Si prenda in considerazione la densità di energia dovuta al campo elettrico, la quale è proporzionale al quadrato dell'intensità di esso: una variazione del campo dà luogo ad una variazione di detta densità di energia, data dalla differenza fra il quadrato del valore del campo prima e il quadrato del valore del campo dopo il cambiamento, purchè non si sia verificato nell'andamento del fenomeno un mutamento di segno della derivata: il senso cioè si è mantenuto o sempre crescente o sempre calante.

Fissato un determinato periodo (ad esempio un giorno) la somma di tutte le differenze fra i quadrati dei campi (prese in valore assoluto), essendo ciascuna differenza calcolata per i tratti di curva nei quali si mantiene costante il senso della variazione, è assunta come *indice dell'attività elettrica* del campo in quel periodo.

La somma è composta di tanti termini quante sono le escursioni dei valori in senso positivo o in senso negativo.

$$\Sigma_i \mid E_i^2 - E_{i+1}^2 \mid = A$$

A parità di variazione, il contributo portato all'attività elettrica cresce con il valore assoluto del campo: una variazione della differenza di potenziale da cento volt a centodieci (a parte il fattore costante di proporzionalità che è stabilito arbitrariamente) dà un termine pari a 2100, mentre la stessa variazione da quaranta a cinquanta volt dà un termine pari a 900.

Mentre la definizione di indice di attività si presenta in forma molto semplice, si rileva una certa difficoltà nel calcolo pratico.

Per rendere questo più spedito si può operare secondo le seguenti considerazioni.

Sia E_i il campo di valore inferiore come modulo, ed E_{i+1} il valore del primo massimo relativo dopo E_i. Se G è la differenza fra i due valori, la differenza dei quadrati è

$$G = \mid E_i - E_{i+1} \mid \quad E_{i+1} = E_i + G \quad E_{i+}^2 = E_i^2 + G^2 + 2\, G\, E_i$$

$$E_{i+1}^2 - E_i^2 = G^2 + 2\, G\, E_i = A$$

Se fra E_{i+1} ed E_i si stabiliscono tanti gradini di altezze rispettive G_1, G_2, G_3, ... e per ognuno si esplica l'espressione ora scritta, mettendo come valore di E_i il valore più basso di ogni singolo gradino si ha una sommatoria.

$$A = \Sigma_i \mid E_+ - E_i^2 \mid = \Sigma \mid G_i^2 + 2\, G_i\, E_i \mid$$

Da questa considerazione si deduce il modo pratico di procedere speditamente nel calcolo.

In un sistema di coordinate (asse delle Y campo, asse delle x il tempo) si divide l'ordinata Y in tanti segmenti eguali ad un dato valore G a partire dallo zero.

S contano, qualunque sia la loro posizione reciproca nel tempo, tutti i trattini della curva che sono compresi entro al gradino; se questi sono in numero n, essendo il contributo all'attività elettrica di ogni trattino dato da $G^2 + 2\, G\, E_i$ il valore totale è, per il dato gradino

$$A_i = n\,(G^2 + 2\, G\, E_i) \qquad A = \Sigma_i A_i = \Sigma_i n_i\,(G^2 + 2\, G_i E_i)$$

Con E_i è indicato il valore del campo alla base della striscia di altezza G).

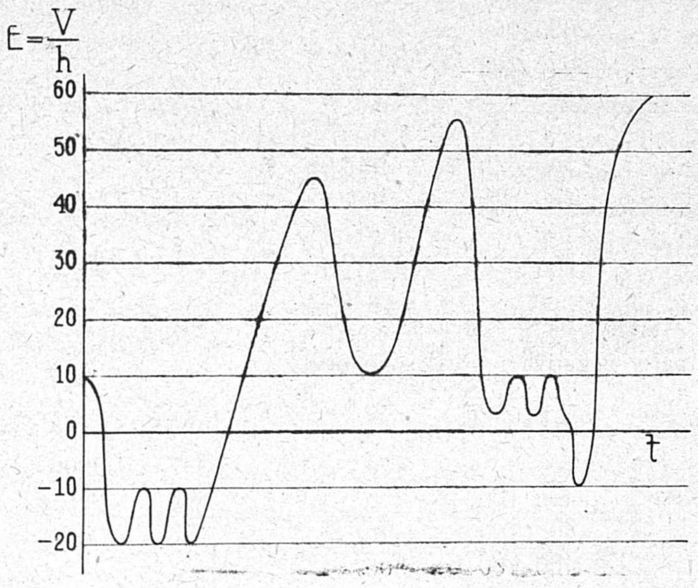
Questo conteggio è fatto per tutte le striscie fino al massimo valore.

Se al valore del gradino si dà la grandezza uno, nella sommatoria i termini, fra parentesi, non sono altro che la successione dei numeri dispari; la sommatoria totale è del tipo

$$A = n_0 \cdot 1 + 3n_1 + 5\,n_2 + \cdots + (2\,k + 1)\,n_k\,,$$

$$\text{essendo } E_0 = 0 \; E_1 = 1 \; E_2 = 2 \cdots E_i = i$$

Può accadere che dei tratti di curva non taglino completamente un gradino, basta allora dividere questo in successivi tratti, frazioni del salto normale, applicare lo stesso criterio a questi salti parziali e sommare i risultati così ottenuti.



Se la curva scende al di sotto dello zero, la linea $E = 0$ deve considerarsi in modo che il tratto della curva che lo attraversa va spezzato in due parti. Una dal valore positivo allo zero, l'altra dallo zero al valore negativo.

Il risultato è identico a quello che si avrebbe se la curva raggiunto lo zero riprendesse valori positivi eguali in valore assoluto a quelli negativi effettivamente raggiunti.

Un esempio di un caso particolare schematico, illustra il procedimento, che diventa molto rapido nello spoglio di una registrazione. (Vedi figura).

Nella sommatoria i termini fra parentesi risultano distribuiti secondo la serie dei numeri dispari moltiplicati per cento. Per alcuni tratti, che non raggiungono gli estremi del gradino, si calcola, come si è detto, frazionando il gradino stesso in sottomultipli.

Nell'esempio pratico riportato in figura, sono stati applicati i due metodi di calcolo: prima quello che segue la regola generale $| E_i^2 - E_{i+1}^2 |$, poi il criterio più pratico dividendo l'asse delle y in tratti eguali a 10.

I. Metodo

Nella parte positiva dei valori di E i tratti aventi derivata con segno costante sono 10.

$\| E_i^2 - E_{i+1}^2 \|$		
100-0	=	100
2025-0	=	2025
2025-100	=	1925
3025-100	=	2925
3025-6,25	=	3018,75
100-6,25	=	93,75
100-6,25	=	93,75
100-6,25	=	93,75
100-0	=	100,00
3600-0	=	3600,00
		13.975,00

Nella parte negativa i tratti sono otto.

$\| E_i^2 - E_{i+1}^2 \|$		
400-0	=	400
400-100	=	300
400-100	=	300
400-100	=	300
400-100	=	300
400-0	=	400
100-0	=	100
100-0	=	100
		2200

In totale

$$A = 13975 + 2200 = 16.175$$

II. Metodo

Il gradino G è preso eguale a 10, il termine generico $G^2 + 2\,G\,E_i$ è eguale a $100 + 20\,E_i$, dove E_i assume successivamente i valori 0, 10, 20, 30 ....

Per i tratti che tagliano completamente le striscie definenti i singoli gradini, si ha (nella parte positiva).

	$n\,(G^2 + 2\,G\,E_i)$	
$n_0 = 4$	$4.100 =$	400
$n_1 = 5$	$5.300 =$	1500
$n_2 = 5$	$5.500 =$	2500
$n_3 = 5$	$5.700 =$	3500
$n_4 = 3$	$3.900 =$	2700
$n_5 = 1$	$1.1100 =$	1100
		11.700

Nel primo gradino quattro tratti non tagliano completamente, in questo caso $G = 7{,}5$ ed $E_i = 2{,}5$ $G^2 + 2\,G\,E_i = (7{,}5)^2 + 2.7{,}5.2{,}5 = 93{,}75$ $4.93{,}75 = 375 = A'$.

Nel quarto gradino analogamente $n = 2$ $G = 5$ $E_i = 40$

$$A'' = 2.425 = 850.$$

Nel quinto gradino $G = 5$ $E_i = 50$ $n = 2$

$$A''' = 2.525 = 1050$$
$$A'' + A''' = 1900$$

Nella parte negativa si ha

	$n\,(G^2 + 2\,G\,E_i)$
$n_0 = 4$	400
$n_1 = 6$	1800
	2200

Totale di tutto $11.700 + 375 + 1900 + 2200 = 16.175 = A$.

Il calcolo si riduce in definitiva al semplice computo del numero di tratti di curva compresi in ciascuna striscia, si moltiplica tale numero per il valore $G^2 + 2\,G\,E$ corrispondente e si fa la somma totale, estesa per esempio ad un intero giorno.

In una nota seguente in base ai dati raccolti nell'Istituto Nazionale di Geofisica, saranno indicate le modalità pratiche da adottare nei vari casi e il modo per definire le attività medie mensili e annue.

Il metodo si può applicare anche ai magnetogrammi essendo anche in questo caso la densità di energia proporzionale al quadrato del campo magnetico, e ai sismogrammi, poichè l'energia elastica in gioco è proporzionale al quadrato della elongazione.

Si ottiene così un indice di attività magnetica che può essere utilmente confrontato a quelli già esistenti.

Roma, 4 ottobre 1945.