

LA DETERMINAZIONE DELL'ACCELERAZIONE MASSIMA NEI FENOMENI MACROSISMICI

P. CALOI - A. LO SURDO - F. PERONACI

L'accelerazione sismica nelle zone epicentrali si determina generalmente col metodo suggerito da Omori, che consiste nel calcolare l'accelerazione necessaria per far cadere alcuni corpi di forma semplice, come colonne, pilastri ecc. Con questo metodo, quando nella zona colpita dal terremoto si trovano oggetti di forma e dimensioni adatte, si può determinare un intervallo, più o meno ampio, in cui è compresa, per ciascuna componente orizzontale, l'accelerazione massima: i corpi caduti forniscono il limite inferiore, quelli rimasti in piedi il limite superiore.

Il metodo di Omori si presta a gravi critiche. Difatti i corpi appoggiati su un piano orizzontale si trovano in equilibrio stabile e presentano quindi per effetto della gravità, entro certi limiti, una reazione allo spostamento che tende a ricondurli nella posizione iniziale: si possono pertanto considerare come dei sistemi oscillanti aventi periodi propri di oscillazione. La caduta di questi corpi non dipende perciò soltanto dalla massima accelerazione orizzontale raggiunta dal terremoto, ma anche dalla legge di variazione dell'accelerazione sismica, che non si conosce: con impulsi successivi sineroni il corpo può cadere anche se tale accelerazione è molto più piccola di quella calcolata: con impulsi contrastanti, invece, il corpo può rimanere in piedi anche per accelerazioni molto più grandi. Solo nel caso in cui questa legge fosse conosciuta e particolarmente semplice, per esempio sinusoidale, si potrebbe risalire al valore della massima accelerazione: ma siccome non è possibile fare alcuna ipotesi sulla legge del moto nelle regioni epicentrali, o in quelle ad esse vicine, questo metodo manca di sicuro fondamento.

Al fine di poter ottenere dati attendibili sul valore massimo raggiunto dall'accelerazione sismica durante un terremoto nelle regioni epicentrali, era stato suggerito ⁽¹⁾ l'impiego di apparecchi ideati appo-

⁽¹⁾ A. Lo Surdo, *Rendiconti Accademia dei Lincei*, Vol. XIX, 5^a Serie, p. 19.

sitamente per rendere possibile la determinazione del valore massimo dell'accelerazione sismica indipendentemente, entro ampi limiti, dall'influenza della legge di variazione. Ed allo scopo di poter raccogliere ampie notizie sul valore dell'accelerazione stessa nelle regioni epicentrali, era stato prospettato l'impiego di apparecchi assai semplici, mediante i quali la determinazione potesse esser fatta subito dopo il terremoto, semplicemente e senza richiedere cognizioni speciali. Apparecchi così fatti possono essere distribuiti largamente nelle regioni sismiche ed affidati a persone non dotate di particolare competenza tecnica, come si usa fare da tempo per i termometri ed i pluviometri che servono allo studio dei bacini montani e del regime delle acque nei canali e nei fiumi.

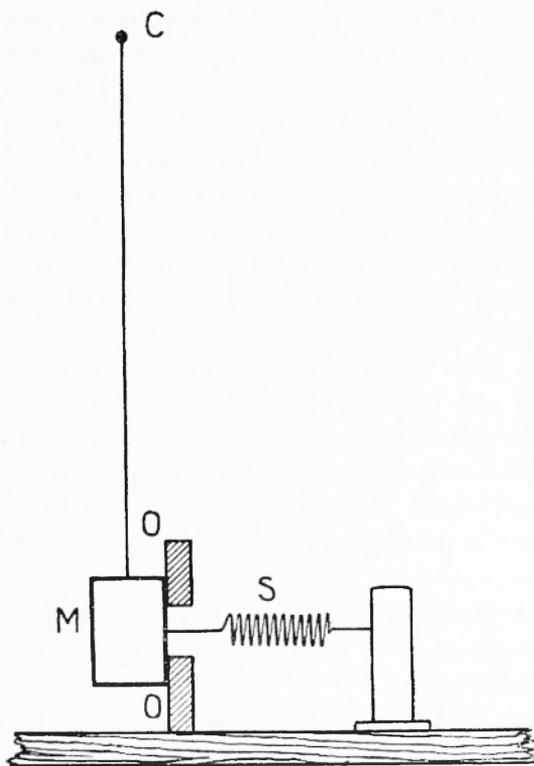


Fig. 1

L'Istituto Nazionale di Geofisica provvede attualmente a dotare la rete sismica italiana di speciali accelerometri ideati allo scopo di rispondere adeguatamente alle esigenze sopra indicate. I principi fondamentali su cui tali strumenti sono basati furono già enunciati da Lo Surdo ⁽²⁾, il quale suggerì alcuni accorgimenti per la loro pratica realizzazione.

Ogni apparecchio è in sostanza costituito da una massa spostabile in una sola direzione, trattenuta contro un ostacolo da una forza costante che agisce

(²) Annuario del R. Osservatorio del Museo di Firenze, 1911, p. 36.

nella stessa direzione: perché avvenga il distacco dall'ostacolo occorre che la massa sia soggetta ad una forza di intensità maggiore di quella che ve la trattiene.

Queste condizioni possono essere realizzate, ad esempio, con l'apparecchio rappresentato schematicamente nella fig. 1 che serve per le componenti orizzontali. Un corpo omogeneo M avente la forma di un parallelepipedo rettangolo è sospeso in modo che nella posizione di riposo le quattro facce laterali risultino verticali, ed una di esse coincida col piano OO di una parete verticale: la forza costante che

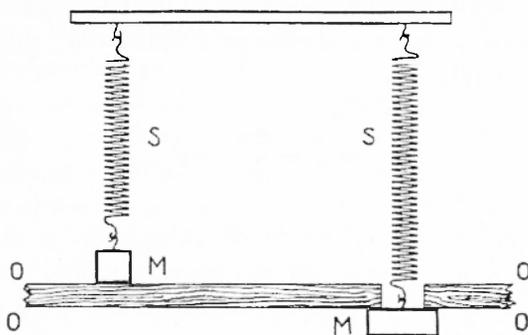


Fig. 2

agisce nella stessa direzione in cui può muoversi il corpo M è fornita da una molla S .

Poiché nella posizione di riposo della massa sospesa non vi è alcuna componente della gravità nella direzione in cui il corpo M può muoversi, esso è trattenuto contro il piano OO , perpendicolare a questa direzione, soltanto per effetto della forza esercitata dalla molla. Indicando con x la componente dello spostamento del suolo, e quindi anche del sostegno di M e del piano OO , nella direzione stessa secondo cui può muoversi il corpo M al distacco dal piano OO , avremo che il corpo resterà sempre a contatto col piano fino a tanto che

$$m \frac{d^2x}{dt^2} \leq f$$

dove f indica la forza esercitata dalla molla in direzione normale al piano OO , ed m la massa del corpo M . Quindi il distacco di M dal piano indica che l'accelerazione sismica, nel verso in cui l'apparecchio è destinato a funzionare, ha superato il valore $\frac{f}{m}$.

Negli accelerometri per la componente verticale, fig. 2, il corpo M (anch'esso di forma semplice, per es. parallelepipedo rettangolo o cilindrico) è soggetto al suo peso mg , e ad una forza verticale verso l'alto esercitata dalla molla S .

Le masse vengono spinte contro un piano orizzontale: posate su di esso quando si fa prevalere il peso sull'azione della molla, $mg > f$, o spinte in alto, contro il piano inferiore della base, quando si fa prevalere la forza della molla sul peso, $mg < f$, nel modo indicato rispettivamente a sinistra e a destra nella fig. 2. Il distacco dal piano avviene, nella direzione normale z , quando l'accelerazione, nel verso in cui l'apparecchio è destinato a funzionare, supera il valore che risulta dalla relazione

$$m \left(g - \frac{d^2z}{dt^2} \right) = f \quad .$$

Ciascun apparecchio è munito di un'asticella A , figg. 3-4, che, spinta dal suo stesso peso o da una piccola molla, rispettivamente negli accelerometri per le componenti orizzontali e in quelli per le componenti verticali, appena avviene il distacco della massa dal rispettivo piano si sposta, e rimane spostata in modo che rimanga traccia dell'avvenuto distacco: ciò indica che l'accelerazione sismica ha superato il valore per il quale è graduato l'apparecchio. L'indicazione permane finché detta asticella non viene riportata nella posizione iniziale. Disponendo quindi di un certo numero di questi apparecchi, per ogni componente e per i due versi, si può stabilire dopo un terremoto un intervallo entro il quale è compreso il valore estremo raggiunto dall'accelerazione.

I dettagli di costruzione di alcuni accelerometri di questo tipo, costruiti per la rete sismica dell'Istituto Nazionale di Geofisica, si possono rilevare dalle figure 3 e 4.

Negli apparecchi per le componenti orizzontali (fig. 3) l'appoggio del parallelepipedo sul piano verticale non avviene mediante contatto di tutta la faccia piana laterale, ma, per limitare la superficie di contatto, soltanto mediante alcune listerelle sottili fissate sui bordi di essa. Nella parete d'appoggio è praticato un foro attraverso il quale passa un filo F che collega la molla a spirale S al corpo M : la trazione della molla, che viene esercitata in direzione del centro

di massa, è regolabile mediante un'asta filettata, alla quale si aggancia un estremo della molla. Nel pezzo sul quale appoggia il corpo è praticato un foro verticale entro cui passa, con attrito trascurabile, l'asticella *A*.

Il perniotto fissato sul corpo *M* passa attraverso un forellino orizzontale e trattiene in alto l'asticella finché il corpo *M* è a contatto con la parete verticale; basta uno spostamento della massa di qualche decimo di millimetro perché l'asticella sia svincolata, e quindi cada.

I dettagli di costruzione degli accelerometri per la componente verticale si rilevano dalla fig. 4, dove sono rappresentati a sinistra e a destra rispettivamente gli apparecchi che servono per le accelerazioni di segni uguale ed opposto a quello della gravità.

In questi apparecchi il corpo *M* è cilindrico, le asticelle *A*, che fanno da indice, sono disposte orizzontalmente e vengono spinte

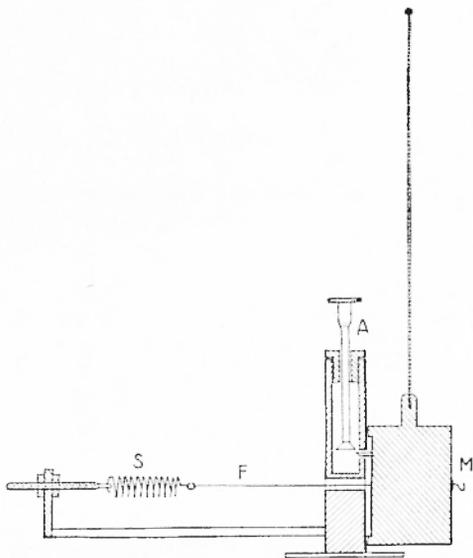


Fig. 3

verso l'interno da una piccola molla. La tensione della molla *S* viene esercitata verticalmente ed in direzione del centro di massa; un perniotto verticale fissato sulla massa *M* impedisce lo spostamento dell'indice fin tanto che il corpo è a contatto col piano orizzontale.

Nella fig. 5 si vede un complesso di accelerometri per le due componenti orizzontali, e per ogni componente nei due versi, che serve per la determinazione di sei gradi di una scala sismica assoluta.

Ogni strumento viene tarato per una accelerazione limite. Questa taratura si fa come si può vedere nella fig. 6 per l'accelerometro centrale. Sul bordo della base è fissata una speciale piccola bilancia il cui giogo, equilibrato opportunamente, ha due bracci di eguale lunghezza, uno orizzontale, e l'altro verticale: al primo è attaccato un piattello sul quale si collocano i pesi occorrenti per il distacco;

al secondo è attaccato un filo che fa capo ad un gancetto fissato nel centro della faccia esterna del corpo M, per modo che la forza di trazione agisca orizzontalmente ed in direzione del centro di massa.

Se si vuole che l'accelerometro funzioni per una accelerazione limite γ_1 occorre che il distacco di M corrisponda ad un peso complessivo del piattino e dei pesi aggiunti $m'g$ tale che

$$m' = m \frac{\gamma_1}{g} .$$

Perciò si regola la tensione f della molla in modo che risulti eguale alla forza $m'g$, e allora se l'accelerazione sismica $\frac{d^2x}{dt^2}$ supera γ_1 , entro i limiti dell'approssimazione consentita dall'apparecchio, si ha

il distacco del corpo dal piano verticale e la relativa segnalazione dell'asticella che fa da indice.

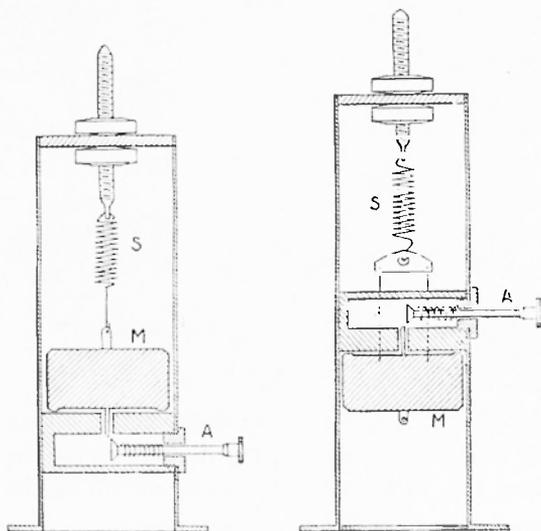


Fig. 4

to. Per le accelerazioni nel verso contrario a quello della gravità, al peso del corpo M si aggiunge quello del piattino e dei pesetti occorrenti al distacco, di massa complessiva m_2 (fig. 8, a sinistra) e si equilibra il peso $(m+m_2)g$ con la tensione f della molla: allora l'apparecchio è regolato per l'accelerazione limite γ_2 tale che

$$m_2 g = m \frac{d^2z}{dt^2} = m \gamma_2 .$$

Nella fig. 7 si vede il complesso degli accelerometri per la componente verticale analogo a quello per le componenti orizzontali, fig. 5.

La taratura di questi accelerometri si fa in modo analogo a quello avanti indicato.

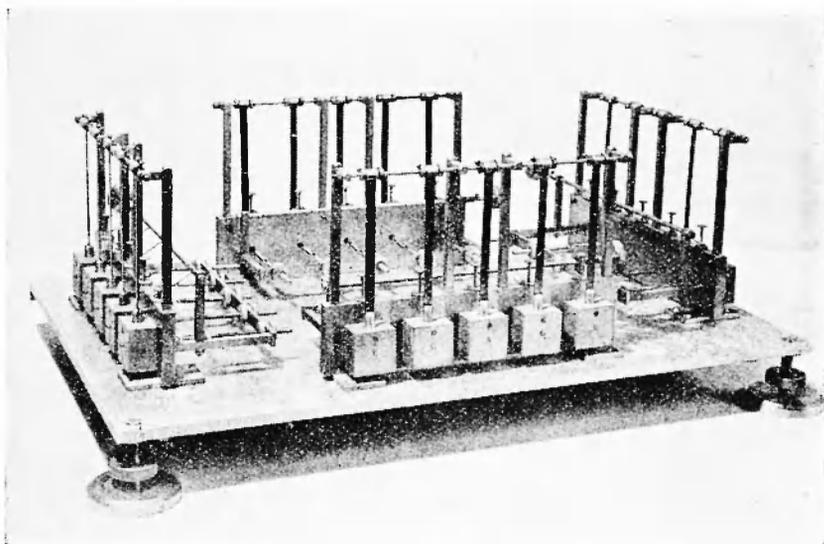


Fig. 5

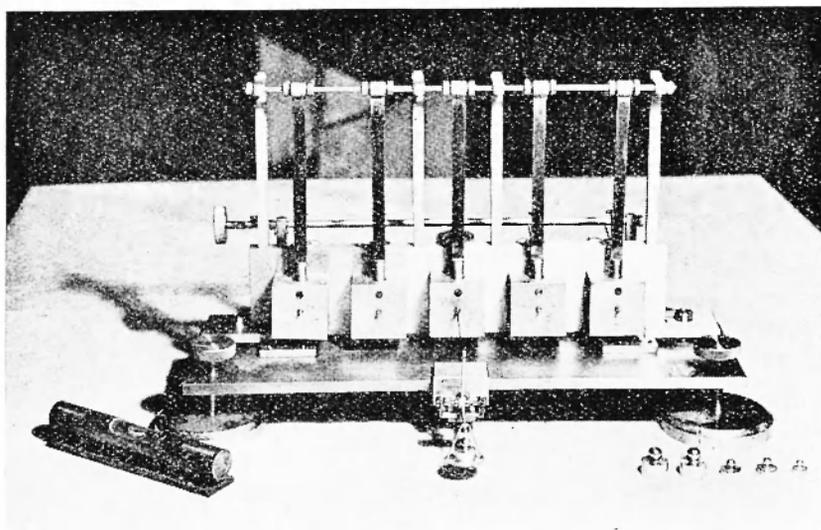


Fig. 6

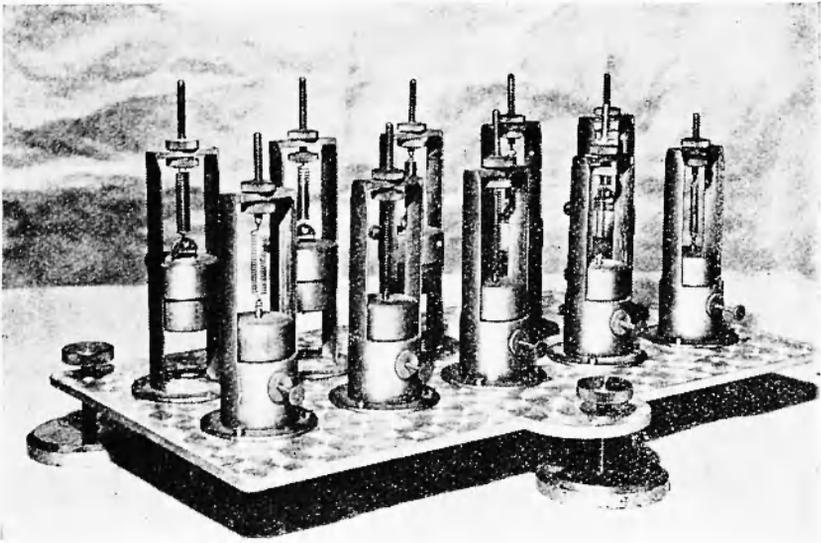


Fig. 7

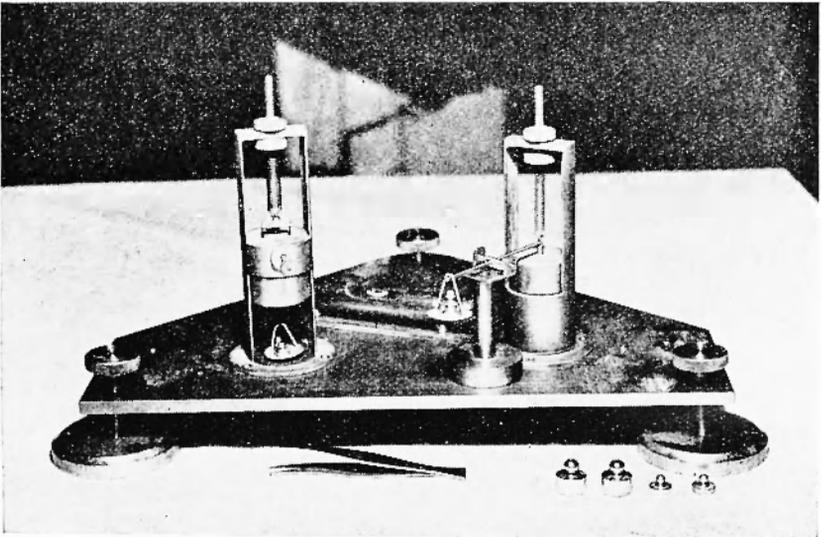


Fig. 8

Per le accelerazioni nello stesso verso della gravità (fig. 8, a destra), la taratura si fa portando all'equilibrio la tensione della molla con il peso del corpo M , diminuito di m_2g , peso complessivo del piattello e dei pesetti aggiunti.

La verifica degli accelerometri qui descritti, fatta mediante apposite piattaforme oscillanti, ha confermato che essi possono rispondere agli scopi cui sono destinati.

I risultati dell'applicazione di questo metodo di rilevamento dell'accelerazione nei fenomeni macrosismici, attualmente in corso di organizzazione per opera dell'Istituto Nazionale di Geofisica, verranno a suo tempo pubblicati.

Roma — Istituto Nazionale di Geofisica — giugno 1948.

RIASSUNTO

Gli Autori descrivono alcuni speciali apparecchi destinati alla determinazione del valore massimo dell'accelerazione sismica raggiunta durante un terremoto nelle regioni epicentrali. Le indicazioni da essi fornite non dipendono, entro ampi limiti, dalla legge di variazione del moto, in quanto essi non costituiscono dei sistemi oscillanti. Questi apparecchi, per la semplicità di costruzione e di uso, possono essere largamente distribuiti nelle regioni sismiche ed affidati a persone non dotate di particolare competenza tecnica.