

ATTI
DELLA
REALE ACCADEMIA DEI LINCEI

ANNO CCXCIV.

1897

SERIE QUINTA

RENDICONTI

Classe di scienze fisiche, matematiche e naturali.

VOLUME VI.

1° SEMESTRE



ROMA

TIPOGRAFIA DELLA R. ACCADEMIA DEI LINCEI

PROPRIETÀ DEL CAV. V. SALVIUCCI

1897

delle operazioni I. E senza difficoltà alcuna si giunge al concetto di prodotto di più funzioni d'operazioni I.

Così per divisione della funzione dell'operazione variabile X $F(X)$ per l'altra funzione $\Phi(X)$ della stessa operazione variabile, s'intenderà l'operazione avente per scopo la determinazione d'una terza funzione $\Psi(X)$ dell'operazione X tale che:

$$F(X) = \Phi(X) \Psi(X)$$

Si dirà $F(X)$ dividendo, $\Phi(X)$ divisore, $\Psi(X)$ quoziente: in generale però non si potrà determinare esattamente il quoziente in una divisione siffatta, ma si avrà:

$$F(X) = \Phi(X) \Psi(X) + R(X)$$

designando $R(X)$ una nuova funzione dell'operazione variabile X che si dirà « resto della divisione in parola ».

Fisica terrestre. — Il sismometrografo fotografico. Nota del dott. G. AGAMENNONE, presentata dal Socio TACCHINI.

Un'idea di questo apparecchio, la cui sensibilità deve essere senza paragone assai più grande dei recentissimi sismometrografi, anche nel caso in cui si voglia in questi diminuire ulteriormente gli attriti ed aumentare la moltiplicazione degli stili scriventi, è stata già da me data nelle ultime due pagine della mia Nota: *I terremoti di lontana provenienza registrati al Collegio Romano*, comunicata a codesta Accademia nella seduta del 2 giugno 1894 (1). Questo nuovo apparecchio sismico non è che una trasformazione ulteriore del mio *tromometro a registrazione fotografica*, che si trova ugualmente descritto in questi Rendiconti (2). Verso la fine dello stesso anno si presentò un'occasione propizia per tradurre in atto le modificazioni da me allora progettate. Designato ad organizzare in Turchia un servizio geodinamico, d'accordo con il mio direttore, il prof. P. Tacchini, fu deciso di far costruire per l'osservatorio sismico di 1° ordine da impiantarsi a Costantinopoli, oltre a una serie di svariati sismoscopi e a due sismometrografi sul genere di quello giusto allora installato al Collegio Romano, anche un modello del *sismometrografo fotografico* in questione.

(1) Rend. della R. Acc. dei Lincei, serie 5ª, vol. III, 1° sem., pag. 543.

(2) P. Tacchini, *Sopra un tromometro a registrazione fotografica*, serie 4ª, vol. VI, pag. 432, seduta del 18 maggio 1890; id., *Dell'influenza del vento sopra il tromometro*, serie 4ª, vol. VII, pag. 133, seduta del 1° febbraio 1891; G. Agamennone, *Il tromometro a registrazione fotografica*, serie 5ª, vol. II, pag. 28, seduta dell'8 gennaio 1893.

Coll' aiuto dell' annessa figura schematica, la quale rappresenta presso a poco in vera grandezza, vista dall' alto, la parte più interessante dello strumento, do qui appresso di quest' ultimo una breve descrizione. L' apparecchio può considerarsi formato di tre parti distinte: il *pendolo*, l'*amplificatore ottico* ed il *registrarore fotografico*.

Pendolo. — La massa M si compone di circa 250 kgr. di piombo ripartita, per comodità, in 14 mezzi dischi, che riuniti insieme e poggiati sopra un solido piatto formano un cilindro alto 30 centimetri e del diametro pure di 30. Questa massa è sospesa ad un' asta A di ferro della grossezza di 6-7 millimetri, la quale termina in alto, nell' ultimo tratto, con un filo d' acciaio abbastanza sottile avuto riguardo al peso da sostenere, ed in basso, al di sopra della massa, termina in una verga d' acciaio a ben cilindrica e pulimentata lunga circa 30 cm., la quale è direttamente avvitata all' asse di ferro attorno a cui si trovano sovrapposti i mezzi dischi di piombo (1).

(1) In quanto alla lunghezza a darsi al pendolo, nulla era stato ancora deciso, non conoscendosi il locale nel quale lo strumento sarebbe stato collocato; ma probabilmente avrei conservata la lunghezza d' un metro e mezzo, quale io avea già adottata nei due precedenti modelli del mio *tromometro a registrazione fotografica*. Certo, quante volte la solidità del locale avesse permesso di dare al pendolo una maggiore lunghezza, si sarebbe conseguito il non lieve vantaggio d' ottenere nei fotogrammi, in modo assai più spiccato, le deflessioni di carattere lentissimo del pendolo; ma d' altra parte, come fa giusta- mente riflettere anche il prof. G. Vicentini nella sua recente Nota: *Sugli apparecchi impiegati nello studio delle ondulazioni del suolo* (Atti del R. Ist. veneto di sc., lett. ed arti, T. VIII. Ser. 7^a, p. 207 — 1896-97) si sarebbe corso rischio di registrare meno bene le onde sismiche di periodo poco diverso da quello delle oscillazioni stesse del pendolo. È per queste ragioni appunto che il Vicentini opina che la lunghezza più conveniente a dare al pendolo del suo *microsismografo* sia quella d' un metro e mezzo, trattandosi d' uno strumento destinato, come l' indica il nome stesso, a registrare in special modo i lievissimi movimenti del suolo e più frequentemente quelli di carattere lento, causati da terremoti lontanissimi e messi così bene in evidenza in quest' ultimi anni anche dagli stessi *sismometri* ordinari.

Siccome poi il Vicentini, nel lavoro testè citato, sembra aver l' aria di rimproverare agli attuali *sismometri*, in uso presso gli Osservatori geodinamici italiani, la soverchia lunghezza del pendolo, portata a 7, 15 e perfino 25 metri, mi permetta il distinto fisico di Padova di mettere in rilievo questa circostanza capitale, che essendo tali strumenti precipuamente destinati allo studio dei terremoti italiani e, per essere più o meno vicini all' epicentro, soggetti perciò a registrare oscillazioni piuttosto rapide del suolo, era indispensabile di accrescere il più possibile il periodo delle oscillazioni proprie della massa pendolare, allo scopo di poter meglio distinguere nei diagrammi le vibrazioni del terreno, quelle che interessano ad essere studiate.

Che se i comuni *sismometri*, di cui è questione, e nei quali l' amplificazione degli stili scriventi è di circa 10 volte soltanto, sono stati anche capaci, grazie appunto alla lunghezza del loro pendolo, di rivaleggiare perfino collo stesso *microsismografo* Vicentini nella registrazione dei terremoti lontanissimi, non bisogna dimenticare che tutto ciò costituisce un di più ch' essi forniscono oltre al vero ufficio, a cui furono destinati, e per il quale, ripeto, un lungo periodo di oscillazione nella massa pendolare è assolutamente indispensabile.

A poca distanza, al di sotto della massa, trovansi una robusta cassa K, ripiena di sottili ritagli di legno ben compressi, e destinati ad ammortire l'urto della massa nel caso che venisse a spezzarsi il filo di sospensione. Con tale cautela si protegge il pavimento della stanza e s'impedisce qualsiasi danno che ne potrebbe incogliere allo strumento. Poco al di sopra della massa M ed al di sotto dell'amplificatore ottico, che fra poco descriverò, si trovano fissate alla base di esso 4 viti robuste V a piccolo passo, le quali servono a contenere entro giusti limiti le oscillazioni della massa in occasione di terremoti non troppo leggeri, la cui registrazione rientrasse nella competenza dei sismometrografi ordinari. Due di esse portano la testa graduata, e sono destinate a determinare l'ingrandimento dell'apparecchio collo spostare il pendolo dalla sua posizione di riposo per una piccola e nota frazione di millimetro nella direzione dell'una o dell'altra componente. Infine, il punto di sospensione del pendolo può essere spostato gradualmente secondo due direzioni, tra loro ortogonali, mediante altre 4 robuste viti.

Tanto l'asta di sospensione quanto la massa, colla rispettiva cassa sottoposta, sono del tutto analoghe a quelle del sismometrografo del Collegio Romano, da me descritto nel *Boll. della Soc. Sism. Ital.* (vol. I, 1895, pag. 160) ed alla cui figura si riferiscono appunto le lettere finora indicate per norma di chi volesse meglio conoscere questa parte dello strumento.

Amplificatore ottico. — È rappresentato in sezione dell'annessa figura schematica, dove *a* seguita ad indicare la verga d'acciaio di sospensione, connessa con due specchietti, S il superiore ed S' l'inferiore, i quali sono destinati ad essere deflessi in seguito ai movimenti, sia della massa, sia del suolo. Gli assi di rotazione di detti specchietti sono rappresentati in sezione sulla figura con le lettere *s* e *s'*; ogni asse, disposto verticalmente, dell'altezza di 10 cm. e del diametro di circa 2 mm., è bilicato il più delicatamente possibile fra due esili punte, di cui l'inferiore fissa e la superiore variabile tanto in altezza quanto in senso orizzontale mediante viti di registro, per ottenere l'esatta verticalità.

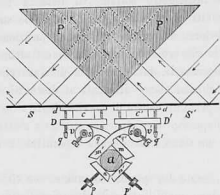
In basso agli assi *s* ed *s'* sono fissate con rispettive viti di pressione due viere *v* e *v'* alle quali sono saldate le appendici *m* ed *m'*. Quest'ultime sono due laminette orizzontali, a piccolissima distanza l'una dall'altra, le quali quando si appoggiano alla verga *a* risultano ad angolo retto tra loro. Al di sopra delle viere *v* e *v'* trovansene due altre analoghe *w* e *w'*, non visibili nella figura, destinate a portare gli specchi S ed S', in guisa che o l'uno o l'altro di questi sono deflessi se la verga *a* viene a spostare o l'una o l'altra delle laminette *m* ed *m'*. Gli specchi, ciascuno delle dimensioni 8×4 cm. e col lato maggiore orizzontale, sono fissati con mastice a due piccoli dischetti *d* e *d'*, e questi alla loro volta sono congiunti rigidamente, mediante le doppie cerniere *c* e *c'*, a due altri dischetti più consistenti D ed D'.

i quali sono appunto fissi alle viere w e w' , or ora menzionate. Questa disposizione ha per effetto che una volta fissati agli assi s ed s' , mediante le viere w e w' , i due specchi S ed S' , l'uno al di sopra dell'altro e situati nello stesso piano verticale, a qualche millimetro soltanto di distanza tra loro, è possibile, manovrando colle tre viti di registro q per lo specchio superiore e colle tre q' per quello inferiore, di portare all'esatta posizione voluta ognuno dei due specchi. È ovvio che volendo far stare quest'ultimi l'uno sul prolungamento dell'altro, è necessario, data una certa distanza che intercede tra i due assi di rotazione, ch'essi siano attaccati ai dischetti d e d' in un punto un po' laterale per rispetto al centro di gravità degli stessi specchi, i quali importa che siano d'uno spessore non superiore almeno a mezzo millimetro, affinché risultino leggeri, e che siano a facce piane e parallele per ragioni ben comprensibili.

Sulle appendici m ed m' sono poi fissate due piccole colonnine, non visibili nella figura, dalla cui sommità scendono, mobili attorno a due piccolissimi perni orizzontali rispettivamente paralleli alle laminette m ed m' , due altre laminette n ed n' ugualmente parallele alle precedenti e che si appoggiano alla verga a dal lato opposto. Esse esercitano contro detta verga una pressione variabile a seconda della posizione che si dà ai pesetti p e p' sulle rispettive viti saldate alle laminette n ed n' . L'insieme delle laminette m , m' e n , n' rimpiazza dunque le due asole ad angolo retto tra loro quali si riscontrano nei comuni sismometrografi. Con siffatta disposizione si può star sicuri che ad ogni menomo movimento del pendolo, i due specchietti saranno presso a poco in proporzione deflessi, perchè appunto la verga a si trova costantemente in contatto tanto con le m , m' quanto colle n , n' . Inutile dire che gli spigoli interni di tutte e quattro le laminette debbono essere ben dritti e lisci e di più che quelli che sono due a due opposti e che serrano tra loro la verga debbono essere possibilmente ben paralleli tra loro (¹). Per ovviare poi all'inconveniente che in occasione di movimenti piuttosto rapidi del suolo — data l'inerzia degli specchietti con relativi accessori, per quanto il tutto reso il più leggero possibile e bene equilibrato attorno agli assetti di rotazione — possa venire momentaneamente a mancare il contatto della verga a colle laminette mobili n , n' , dietro a queste si trovano due viti piccolissime, non potute disegnare nella figura, che le impediscono d'indietreggiare al di là d'un certo limite, il quale, beninteso, deve rendersi in pratica il più piccolo possibile, tenuto conto però del parallelismo più o meno perfetto degli spigoli di ciascuna coppia di laminette che racchiudono la verga di sospensione.

(¹) Si sarebbe potuto fare restare aderenti le laminette mobili n , n' alla verga a mediante molle, acconciamente disposte; ma ho preferito l'altro sistema perchè si potesse non solo far meglio variare a volontà la pressione di dette laminette contro la verga di sospensione, ma rendere dette pressioni possibilmente uguali tra loro.

Di fronte ai due specchi S, S' , nel modo che indica la figura, si trovano due prismi, P il superiore e P' l'inferiore, rettangolari ed a riflessione totale, alti 4 cm., e col cateto di 3,5 cm., l'ufficio dei quali



è di far riflettere una seconda volta sugli specchi i raggi luminosi provenienti da una lampada di proiezione nel senso che indicano le frecce; di sorte che all'uscita i raggi si trovano spostati per un angolo quadruplo di quello subito dagli specchi (1). La presenza dei prismi rende oltre a ciò un altro grande servizio, ed è quello di permettere la rettificazione della posizione delle linee focali sopra il

registratore fotografico, senza essere obbligati a far variare volta per volta la posizione degli specchi. Per questo, ogni prisma è suscettibile di piccoli movimenti attorno a due assi fra loro ortogonali mediante apposite viti di registro, che però non sono rappresentate sulla figura.

L'amplificatore ottico, ora descritto, possiede una base a sè, la quale si fissa con due chiodi ad una robusta mensola in ferro od in marmo, da incastrarsi nel pilastro sismico o in uno dei muri maestri d'un solido edificio. Una volta messa a posto detta mensola ed installato il pendolo, la connessione di quest'ultimo coll'amplificatore ottico si effettua assai facilmente grazie ad una sufficiente apertura praticata nella sua base dal lato opposto a quello dove sono fissati i prismi. Per formarsi un'idea più concreta di tale connessione come pure della disposizione degli assi s e s' attorno a cui ruotano gli specchi, del telaio bb che li supporta e infine delle appendici m ed m' , può tornare utile di dare uno sguardo alla figura che rappresenta l'ultimo modello di sismometrografo installato al Collegio Romano e che è stata più sopra già menzionata, e nella quale appunto colle stesse lettere sono indicate analoghe parti.

L'amplificatore ottico è protetto da una custodia di legno, di cui il lato rivolto alla lampada di proiezione è costituito d'una lastra di vetro a facce piane e parallele, attraverso la quale cade sopra entrambi gli specchi il fascio di raggi, provenienti dalla fessura luminosa, disposta verticalmente, della

(1) In alcune esperienze preliminari fatte in Roma, prima della costruzione dell'istrumento, si vide che malgrado la tripla riflessione subita dai raggi luminosi, l'intensità delle linee focali che cadevano sul registratore fotografico si manteneva ancora sufficiente per influenzare la carta al bromuro d'argento.

lampada. L'altro lato della custodia, quello rivolto verso il registratore fotografico, è munito di una lente a lungo foco, la quale fa convergere sulla carta sensibilizzata i raggi della lampada dopo che sono stati riflessi due volte sugli specchi ed una volta sui prismi (1).

Nessun dubbio che la moltiplicazione possa elevarsi nell'amplificatore ottico a diverse centinaia di volte ed avvicinarsi persino al migliaio nel caso che il sistema ottico sia assai perfetto. Siccome poi il peso d'ogni specchio, compreso l'asse di rotazione e tutti gli altri accessori a quest'ultimo fissati, è di circa 10 gr. ed il peso del piombo costituente la massa pendolare abbian visto ammontare a 250 kg., ciò che dà $\frac{1}{25000}$ per il rapporto tra le due masse, così si vede quanto grande possa essere la sensibilità dell'apparecchio.

Registratore fotografico. — Si compone di un tamburo, analogo a quello dei registratori Richard, del diametro di 25 e dell'altezza di 8 cm., girevole attorno al proprio asse disposto orizzontalmente. La ruota direttrice esterna con il relativo rocchetto sono calcolati in modo che il tamburo compia poco men d'un intero giro ogni 24 ore, in modo da assicurare alla striscia di carta sensibile, su di esso avvolta, una velocità oraria di 3 cm. Però, volendo, si può facilmente anche raddoppiare questa velocità, vale a dire far compiere al tamburo un giro intero ogni 12 ore, sostituendo la ruota direttrice ed il relativo rocchetto d'ingranaggio con altri due costruiti a questo scopo. In quest'ultimo caso, ad impedire che le linee fondamentali ritornino sui loro passi durante le ultime 12 ore della registrazione — a meno che il cambiamento della carta sensibile non si faccia due volte al giorno — si è provveduto a che nello stesso tempo che il tamburo ruota colla notevole velocità oraria di 6 cm., si sposti lentamente lungo il proprio asse in maniera a far descrivere alle linee, relative alle due componenti del movimento del pendolo, due eliche invece di due cerchi. A tale scopo, sopra una delle basi del tamburo è applicato un disco di circa 6 cm. di diametro e di 1,5 cm. di spessore, il cui asse si trova sul prolungamento di quello del tamburo e la cui periferia porta una profonda scanalatura elicoidale corrispondente a due passi abbondanti di grossa vite. Entro la scanalatura penetra una robusta spina d'acciaio a forma di cilindretto (2), la quale è fissata sul supporto stesso che sostiene l'asse di rotazione del tamburo. Siccome poi sull'altra base del tamburo è applicata una robusta molla a spirale che lo spinge costantemente verso

(1) Qualora si potesse disporre di buoni prismi a riflessione totale, di cui una delle facce laterali fosse convergente ed a lungo foco, come in quelli descritti in fisica per le cosiddette *camere chiare*, è chiaro potersi fare di meno della lente convergente sopra indicata.

(2) Per diminuire l'attrito radente che risulterebbe tra la spina ed il bordo della scanalatura, la spina termina in basso con una rotellina d'acciaio, e l'attrito diviene perciò volante.

il lato opposto, così è chiaro che man mano che il tamburo ruota e la spina è obbligata a restare entro la scanalatura, la carta fotografica avvolta sul tamburo subisce un lento spostamento laterale durante tutte le 24 ore. Si riporta facilmente il tamburo alla sua posizione primitiva, al momento di ricambiare la carta sensibile, ritirando momentaneamente la spina da dentro la scanalatura e spingendo il tamburo dal lato ove si trova la molla.

Il tamburo è chiuso ermeticamente da acconcia custodia, la quale si può togliere e rimettere a posto con grande facilità, sia per cambiare la carta sensibile, sia per caricare l'orologio esistente nell'interno del tamburo. Nella parte rivolta alla lente convergente dell'amplificatore ottico, detta custodia porta una stretta fessura orizzontale parallela all'asse del tamburo. Davanti a questa fessura vi è uno schermaglio che può intercettare a intervalli regolari, per es. di mezz'ora in mezz'ora, il passaggio, sia delle linee focali luminose relative alla due componenti del movimento del pendolo, sia di quelle prodotte da due specchi fissi, collocati sullo stesso amplificatore ottico, e destinate a fornire due linee di riferimento e nello stesso tempo anche l'ora esatta, fino ad una piccola frazione di minuto, delle varie fasi dei fotogrammi.

Peccato, che date le eccezionali condizioni della Turchia, io non abbia potuto, durante il mio soggiorno di due anni a Costantinopoli, non solo installare definitivamente, ma neppure provare l'apparecchio che forma l'oggetto della presente Nota, e che sul finire del 1894 era stato costruito qui a Roma con tanta cura e sotto la mia stessa sorveglianza (1).

Fisica. — Sul numero di trasporto del cloro dell'acido cloridrico in solventi diversi. Nota del prof. CARLO CATTANEO, presentata dal Corrispondente NACCARI.

Questa Nota sarà pubblicata nel prossimo fascicolo.

Mineralogia. — Notizia sopra una Heulandite baritica di Pula con accenno alle zeoliti finora trovate in Sardegna. Nota del prof. D. LOVISATO, presentata dal Socio STRÜVER.

Sembrebbe che l'isola, ricchissima di rocce vulcaniche, di rocce eruttive e di filoni metalliferi, dovesse abbondare di questi silicati idrati a base di calce, di soda, di potassa, di bario, ecc., che portano il nome di zeoliti; invece a paragone delle matrici le zeoliti non sono numerose per specie, nè sono molto diffuse. Si trovano quasi accantonate in alcuni gruppi di roccia,

(1) Il registratore fotografico fu costruito dal sig. G. Ceccarelli, direttore dell'officina meccanica annessa alla R. Scuola degli ingegneri, e tutto il resto dal signor L. Bianchi, meccanico dell'Osservatorio del Collegio Romano.

Tutto l'apparecchio è d'un maneggio abbastanza facile, tenuto conto della sua grande sensibilità, come pure d'un prezzo assai moderato, perchè il modello che fu costruito per Costantinopoli non sorpassò 600 lire italiane.