

MODIFICAZIONI

AL BAROMETRO ANEROIDE DI GOLDSMITH

Memoria del sig. Ing. GIUSEPPE PORRO

Aneroide a fili riflessi.

Tra gli strumenti di facile e comodo maneggio oggidì in uso per la determinazione delle altitudini col procedimento barometrico, e che offrono migliori risultati, devesi in prima fila annoverare, se pur non è su tutti il preferibile, l'aneroide a vite micrometrica di Goldsmith, cui toccò l'onore di essere illustrato dal signor professore Dorna, Direttore del R. Osservatorio di Torino, con una memoria inserita negli Atti di questa Società.

A questo strumento, suscettibile di dare risultati non solo soddisfacenti ma di una grande esattezza, specialmente se adoperato da abile ed esperto osservatore, sembra tuttavia si debbano rimproverare alcune imperfezioni che possono alterare i risultati dei calcoli ipsometrici ed essere causa di gravi sconcerti in taluna delle sue parti più essenziali.

I difetti cui si allude sembra si possano ridurre ai seguenti:

1° Difficoltà di ottenere con esattezza sufficiente la coincidenza dei tratti incisi sulle faccette della leva fissa e della leva mobile;

2° Influenza materiale di un meccanismo sulla leva mobile ed indirettamente anche su quella fissa, a cui la

prima è annessa, e che serve per osservare ingranditi i movimenti della scatola pneumatica;

3° Pericolo di produrre gravi alterazioni nello strumento ove si omettesse la precauzione di allontanare la vite micrometrica nel passare da una stazione ad altra superiore.

Questi difetti sembra si potrebbero evitare sostituendo al modo di misurare i movimenti della scatola vuota d'aria ideata dal sig. Goldsmith un mezzo il quale, senza interposizione di meccanismo che agisca materialmente sulla leva, raggiunga egualmente lo scopo, conservando ai dati che lo strumento è destinato a somministrare la necessaria esattezza.

Si potrebbe però, per ottenere l'intento, trarre profitto di una combinazione ottica che poggia nel seguente noto fenomeno:

Sia (TAV. IV) C una lente convergente, mn il suo asse ottico principale, ed AB una superficie piana riflettente perpendicolare al medesimo e ad una distanza qualsiasi dalla lente; sulla superficie focale principale $m'm''$ di questa siavi un punto luminoso m' a breve distanza dal punto m . *Le onde luminose* che ne emanano divergenti e si propagano verso la lente diverranno, per effetto della rifrazione attraverso la medesima, piane tra essa e la superficie AB ; riflesse poi da questa rifaranno, senza alterazione di forma, il loro cammino in senso inverso e dopo aver subito una seconda rifrazione attraverso la lente, diverranno convergenti nel senso della loro propagazione concorrendo in un punto m'' simmetrico al punto m' per rapporto all'asse ottico mn . — Viceversa si potrà concludere che ogniquale volta l'immagine di un punto luminoso m' si formerà in m'' , il piano riflettente AB sarà esattamente normale all'asse ottico determinato dal centro ottico della lente e dal punto m che si trova a metà distanza fra i due punti m' ed m'' .

Per poter facilmente osservare il fenomeno, si collocano

nei punti m' ed m'' due fili micrometrici paralleli, disponendo le cose in modo che uno di loro riesca convenientemente illuminato per mezzo d'un prisma p situato, come nella figura, colla sua faccia α scoperta e rivolta verso una sorgente luminosa qualunque od in guisa che vi possa penetrare la luce diffusa del giorno: ritenuta la posizione accennata della superficie AB per rapporto alla lente, l'immagine del filo m' coinciderà coll'altro filo opposto del micrometro.

Ciò premesso e conservando la forma esterna dell'aneiroide Goldsmith, ecco quale sarebbe la disposizione delle parti che compongono il nuovo strumento.

La scatola s vuota d'aria, destinata a rendere meccanicamente sensibili le variazioni della pressione atmosferica, occupa ancora come in quello di Goldsmith, la parte inferiore dell'involucro cilindrico ed è munita anche del robusto sostegno l ricurvo verso la sua base superiore, mediante il quale le indicazioni della scatola vengono trasmesse ad una leva V sulla quale il primo agisce come potenza di cortissimo braccio. — Questa leva sta in vece delle due impiegate da Goldsmith ed è ridotta di circa *tre quarti nella, sua lunghezza: essa poggia continuamente* contro la punta ricurva del sostegno l mediante una molla che la preme convenientemente e presenta la sua faccetta volta all'insù perfettamente piana e riflettente.

Rimane così soppressa qualunque comunicazione della leva coll'esterno dell'involucro cilindrico.

Ad una conveniente distanza dalla leva, affinché in nessuna sua posizione possa mai venirne toccata, siavi un piccolo cannocchiale coll'obbiettivo rivolto ad essa e il cui asse ottico possa, per mezzo di un conveniente movimento rotatorio, disporsi per ogni osservazione esattamente normale alla predetta faccia riflettente della leva, che riproduce ingranditi i movimenti della scatola pneumatica, valendosi dell'accennato mezzo ottico. Il cannocchiale è, a tale scopo, munito di un micrometro a due

fili paralleli, intersecati da un terzo ai medesimi normale, simmetricamente collocati per rapporto all'asse ottico e di cui uno è illuminato nel modo sovraespresso.

L'angolo che l'asse ottico del cannocchiale in una posizione qualunque fa colla sua posizione iniziale o zero sarà eguale a quello che fa in quell'istante la direzione della leva riflettente coll'analogia sua posizione zero. È cura del costruttore il far sì che quelle due posizioni perfettamente si corrispondano e qualora per qualche circostanza venisse ad alterarsi tale stato dello strumento, non essendo questo rettificabile per maggior sicurezza e semplicità di costruzione, non si avrebbe che a determinare, nel modo di cui si dirà in appresso, la relativa correzione della quale si terrà conto unitamente a quella che si riferisce al confronto dell'anelloide con un barometro normale a mercurio.

Per ridurre alle minime possibili le dimensioni dello strumento (l'altezza è ridotta da 65 millimetri a 41) l'obbiettivo del piccolo cannocchiale è prismatico (*a*) ed è esso solo che è dotato di moto rotatorio limitatamente alla massima e minima inclinazione che può prendere la leva riflettente in dipendenza dei movimenti della scatola pneumatica. — Nell'anelloide di Goldsmith (n° 805, di proprietà del Municipio di Torino) l'inclinazione massima della leva corrispondente all'estremità superiore della scala in avorio fa un angolo di 21 gradi centesimali circa colla posizione zero. — L'altra parte del cannocchiale che comprende il micrometro, il prisma illuminante e l'oculare, rimane così disposta parallelamente alle basi dell'involucro cilindrico sporgendone sufficientemente al di fuori per comodità delle osservazioni.

La posizione dei fili micrometrici e del prisma è fissa rimanendo così tolto ogni pericolo di spostamento accidentale: l'oculare è mobile per poter regolare il sistema ottico alla distinta visione di ciascun osservatore.

Per avere la misura dell'angolo che fa l'asse della parte

mobile del cannocchiale (il prisma-obbiettivo), per ciascuna osservazione aneroidica, colla direzione *zero*, si adottarono le seguenti disposizioni.

Il prisma obbiettivo (*a*) va solidamente unito ad un piccolo settore circolare (6) sull'arco del quale agisce una vite micrometrica (*v*) il cui passo si suppone eguale a quello adottato nell'anelloide di Goldsmith, cioè di un terzo di millimetro circa; onde impedire il *tempo perduto* della vite, il settore è soggetto alla pressione moderata di una molla che lo spinge costantemente nello stesso verso.

L'asse della vite coincide col centro di figura della base superiore dell'involucro cilindrico e termina esternamente con un bottone (*i*) per mezzo del quale si può far girare attorno al suo asse.

La base superiore presenta due divisioni di parti eguali disposte su due circonferenze concentriche ed un nonnio. La esterna (*v*) è mobile, procede da 0 a 50, e ciascuna delle sue parti corrisponde ad un giro intero della vite: la seconda (*β*) è fissa e comprende 100 divisioni, ognuna delle quali misura un centesimo di giro: il nonnio (*δ*), lambente quest'ultima, misura i decimi dei centesimi ossia il millesimo di giro della vite micrometrica, ed è girevole in un coll'asse di quest'ultima.

La lettura delle divisioni si fa per mezzo di una lente (*o*) girevole attorno alla base superiore dello strumento.

La posizione zero del cannocchiale si trova per mezzo di uno specchietto fisso disposto lateralmente alla leva riflettente, nello stesso modo con cui si dispone l'asse ottico normale alla leva. Questo specchietto può essere reso visibile, o no, a volontà, mediante una piccola leva (*k*) sporgente fuori dell'involucro. Si è adottata questa disposizione nello scopo di evitare l'inconveniente di due immagini riflesse contemporanee quando la leva riflettente è vicinissima alla posizione zero.

Lo specchietto è fissato dal costruttore in guisa da

evitare ogni suo spostamento, e quando vi si dispone normale l'asse ottico del cannocchiale devono perfettamente coincidere gli zeri delle due graduazioni concentriche e del nonnio sulla base superiore dello strumento: se tale coincidenza non ha luogo, la differenza indica, tenuto conto del segno, la relativa correzione da farsi alle letture.

Supponendo la leva riflettente in una posizione qualunque, si farà coincidere, movendo la vite micrometrica per mezzo del bottone (*i*), l'immagine del filo illuminato con quello opposto del micrometro. Ciò ottenuto, la lettura delle graduazioni darà la misura dell'angolo compreso tra la posizione zero del cannocchiale o della leva riflettente e quella che corrisponde all'osservazione fatta e sarà espressa per mezzo di giri e frazione di giro della vite micrometrica.

Le tavole di riduzione saranno compilate dal costruttore, per ciascun istromento, nel modo ordinario.

Onde avere con maggior precisione la temperatura interna dell'aneroide si potrebbe, adottando la seguente disposizione, leggere il termometro senza estrarlo dall'involucro.

Lateralmente alla custodia (*x*, *y*) del termometro si abbia un altro piccolo cannocchiale, disposto, per quanto riguarda l'aspetto esterno dell'istromento, simmetricamente a quello per l'osservazione della pressione atmosferica: il suo obbiettivo è prismatico ed è rivolto verso il termometro, il quale riesce visibile mediante due fenditure longitudinali opposte (*x* ed *y*) della sua custodia e coll'aiuto di un doppio prisma (*q*) che, ricevendo la luce da una fessura (0) praticata nella parete cilindrica, illumina il tubo termometrico.

Il prisma (*q*) si muove solidario col tubo del cannocchiale, e questo è munito di un filo di ragno o d'un tratto inciso su cristallo, che si proietta in direzione normale al tubo del termometro: un oculare (*z*) serve per osservare l'immagine della colonna di mercurio ed è scorrevole nel-

l'interno del tubo per adattarsi alla vista dell'osservatore. Non potendosi ridurre contemporaneamente alla distinta visione la colonna termometrica e la relativa graduazione la quale riuscirebbe del resto difficilmente leggibile, si riporta esternamente quest'ultima sul tubo scorrevole del cannocchiale segnandone l'origine per mezzo d'un tratto inciso sul tubo fisso. — Tutto il cannocchiale è mobile parallelamente al termometro per mezzo del bottone (*z'*).

Facendo un confronto fra il grado d'approssimazione ottenibile col nuovo aneroide a fili riflessi, e quello che può dare l'aneroide di Goldsmith si trovano i seguenti risultati.

Nell'aneroide Goldsmith (n° 805) ciascuna divisione della scala di avorio vale all'incirca in millim. $\frac{22,5}{35}$ ossia $0^{\text{mm}},64$:

la lunghezza della leva fissa essendo approssimativamente di 66 millimetri, l'angolo che essa deve descrivere onde percorrere colla sua estremità una di quelle divisioni ha

per tang. **trigonom.** $\frac{0,64}{66}$ **alla quale corrisponde un angolo di gradi centesimali $0^{\circ},617$.** Potendosi, per mezzo delle divisioni tracciate sulla parte superiore mobile del cilindro, avere il centesimo di ciascuna di quelle parti e stimarne a vista il quinto, si può ritenere che, sebbene tal valore non sia costante per tutta l'estensione della scala in avorio, l'arco corrispondente a quella frazione ha, stante la piccolezza dell'angolo, per misura $\frac{0,617}{500}$ ossia $0^{\circ},00123$ centesimali.

Nell'aneroide a fili riflessi, supponendo che il passo della vite micrometrica sia, come già si disse, di $\frac{4}{3}$, di millimetro e che agisca sull'arco di un settore circolare avente 20 millimetri di raggio, ad ogni giro di quella l'asse ottico del piccolo cannocchiale descrive un angolo che ha per misura

$$\frac{200^{\circ} \times 0^{\text{mm}},33}{3,14 \times 20^{\text{mm}}}$$

ossia 1°,05 centesimali. — Il circolo diviso in 100 parti col sussidio del nonnio di cui è munita la vite micrometrica permettendo di stimare il millesimo di quell'arco, si avrà per l'angolo corrispondente 0°,00105.

Il rapporto dei due archi essendo $\frac{105}{123}$ ne risulta che col nuovo aneroide si potrebbero apprezzare movimenti della scatola pneumatica che sono $i \frac{4}{5}$ circa di quelli misurabili coll'aneroide Goldsmith, ciò che equivarrebbe a misurare il sessantesimo di millimetro circa della colonna barometrica.

L'ottenere maggiore o minore approssimazione coll'aneroide Goldsmith, dipende in gran parte dal far coincidere più o meno bene i due tratti incisi sulle faccette della leva fissa e della leva mobile. La grossezza di quei tratti, stimata sul modello n. 805, risulta di circa un trentesimo di millimetro, mentrechè uno spostamento della leva mobile per rapporto a quella fissa, corrispondente *ad un quinto* di una delle parti incise sulla base superiore mobile, è di un millesimo circa di millimetro $\left(\frac{13}{10000}\right)$. La grossezza dei tratti è dunque da 20 a 25 volte maggiore della frazione a stimarsi.

Nell'aneroide a fili riflessi la coincidenza dell'immagine di uno di essi col suo opposto del micrometro si può ottenere con maggiore facilità anche senza supporre grande perizia in chi maneggia l'istrumento. — Che si possa con questo ottenere l'approssimazione accennata sembra ammissibile quando si osservi che lo spostamento angolare dell'asse ottico del cannocchiale prodotto da un millesimo di giro della vite micrometrica corrisponde ad uno spostamento della immagine del filo micrometrico per rapporto al suo opposto di circa un millesimo di millimetro (1)

(1) Essendo di $\frac{1}{3}$ di mill. il passo della vite, di 20 mill. il raggio

e che non è certo difficile l'avere fili di ragno o incidere col diamante sul cristallo dei tratti che non superino una tale grossezza.

Più difficile sarebbe forse in pratica il potere con certezza apprezzare una frazione così piccola (come quella supposta di $\frac{1}{1000}$) del passo della vite micrometrica e quando si rifletta che sarebbe d'altra parte anche troppo lo esigere da un tale strumento tanta approssimazione $\left(\frac{1}{60} \text{ circa di mill. sulla colonna barom.}\right)$ sembra si potrebbe in pratica limitare la stima della frazione del passo della vite *al più* ad una sua cinquecentesima parte portando anche il passo stesso, senza incontrare troppa difficoltà di costruzione, ad $\frac{1}{5}$ di millimetro invece di $\frac{1}{3}$ come nei calcoli sovraesposti.

Si avrebbe ancora in tal modo un'approssimazione eguale a quella che nominalmente viene attribuita all'aneroide Goldsmith e che si ritiene sia la massima ottenibile con tal genere di istrumenti.

Ing. G. PORRO.

del settore su cui essa agisce, di 40 mill. la distanza focale dell'obiettivo, e tenendo conto del doppio angolo prodotto dalla riflessione sullo specchietto della leva, si ha per quello spostamento dell'immagine

$$\frac{1}{3} \times \frac{1}{1000} \times \frac{40}{20} \times 2 = 0,0013$$