

Determinazione spettroscopica dell'acqua precipitabile

D. FEDELE (*)

Ricevuto il 15 Giugno 1961

È noto che la radiazione solare è assorbita selettivamente dai gas componenti l'atmosfera terrestre. Il fattore di trasmissione, per una radiazione di determinata lunghezza d'onda, è funzione, principalmente, della quantità di gas assorbente presente nello strato attraversato per unità di superficie della sezione del fascio. È possibile quindi determinare la quantità di gas assorbente dalla misura del fattore di trasmissione.

Le principali bande d'assorbimento dovute soltanto al vapore acqueo si trovano nella parte infrarossa dello spettro e sono tanto notevoli da arrestare, in media, più del 15% dell'energia solare infrarossa incidente sul nostro globo ed una frazione ancora più notevole dell'energia irradiata dalla superficie terrestre verso lo spazio.

La determinazione del fattore di trasmissione con il metodo classico impiegato da F. E. Fowle, W. H. Elsasser, L. B. Aldrich, W. Gorzynski, E. Stenz consiste nella misura del rapporto fra l'intensità della radiazione nel punto di minimo della banda d'assorbimento e l'intensità che si avrebbe in assenza del gas assorbente, calcolata riaccordando la curva dello spettrogramma ottenuto registrando l'intensità della radiazione nei vari punti dello spettro solare.

Per una misura rapida o istantanea conviene invece misurare il rapporto fra l'intensità della radiazione in detto minimo e l'intensità in una banda prossima dello spettro, non affetta da assorbimento da parte di componenti variabili dell'aria. Se le due bande sono sufficientemente prossime, si può ammettere, con buona approssimazione, che l'attenuazione non selettiva della radiazione solare, dovuta principalmente alla diffusione atmosferica, incida ugualmente su entrambe le bande,

(*) Osservatorio di Meteorologia Aeronautica di Vigna di Valle.

sicché il rapporto così misurato rappresenta, a meno di un fattore costante, e poco diverso da 1, il fattore di trasmissione cercato.

Il principio è già stato applicato per il dosaggio di alcuni componenti variabili dell'atmosfera quali vapore d'acqua, ozono, anidride carbonica. Gli strumenti relativi fanno uso generalmente di un sistema dispersivo a prisma, adatto per le bande dello spettro solare in studio, con ottica di quarzo nel caso dell'ozono e di vetro nel caso del vapore

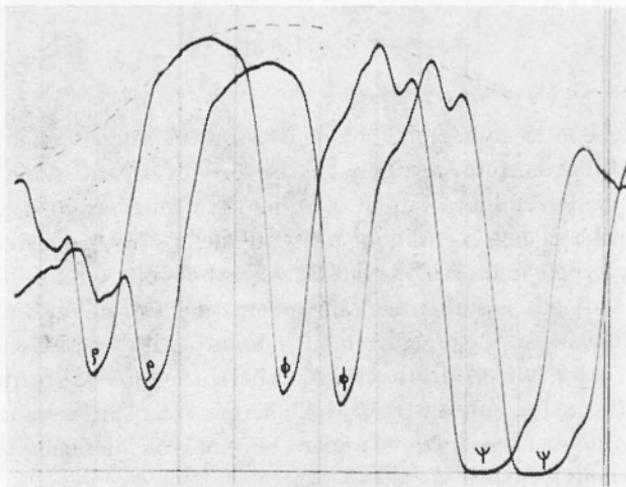


Fig. 1.

d'acqua. Il fattore di trasmissione è misurato, preferibilmente, con metodi di riduzione a zero manuali. Nel piano focale d'uscita dello spettrometro vengono poste due fenditure fisse, una in corrispondenza alla banda di assorbimento, la seconda in una banda vicina, esente da assorbimento. L'energia passante attraverso quest'ultima viene ridotta per mezzo di un cuneo ottico fino a renderla uguale a quella non assorbita passante attraverso la seconda fenditura. La posizione del cuneo ottico, in questa condizione, fornisce direttamente l'attenuazione e quindi il fattore di trasmissione. L'uguaglianza viene generalmente controllata inviando alternativamente, con un dispositivo di sfarfallamento, l'energia passante attraverso le due fenditure su un elemento rivelatore adatto per il campo di frequenza in studio.

Lo strumento da noi realizzato per la misura dell'acqua precipitabile è fondato sullo stesso principio. La riduzione a zero è però ot-

tenuta automaticamente ed il fattore di trasmissione è registrato direttamente, in modo continuo.

Esso è essenzialmente costituito da un sistema dispersivo in flint extradenso composto da un prisma equilatero, un semiprisma equilatero con una faccia speculare metalizzata, uno specchio sferico da 40 cm. di focale e da un dispositivo di misura automatica e registrazione del rapporto delle intensità della radiazione solare nelle due bande $1,13\mu$, (banda \emptyset d'assorbimento del vapore acqueo) e $1,04\mu$ (banda di riferimento). Questo dispositivo comprende una fenditura fissa, larga 1 mm., centrata sulla banda O ed una fenditura di larghezza variabile micrometricamente da 0 a 1 mm., centrata sulla banda di riferimento, non assorbita. Entrambe le fenditure sono collocate nel piano focale del sistema dispersivo e davanti alla lente frontale di un sistema convergente a corta focale che proietta l'immagine del prisma sull'area sensibile di una cellula fotoconduttrice al solfuro di piombo, sensibile in un eseso campo spettrale, da 0,4 a $3,5 \mu$ con un largo massimo fra 1 e $1,5 \mu$. Un sistema elettromeccanico opera lo sfarfallamento sulle due fenditure, alternativamente, con una frequenza di 50 p/s. Quando le quantità di energia passanti per le due fenditure, fissa e variabile, non sono uguali, sia ha ai capi della cellula fotoconduttrice una differenza di potenziale Variabile, con andamento sensibilmente sinusoidale, con frequenza di 50 p/s. La larghezza della fenditura variabile viene automaticamente regolata in modo da rendere minima detta variazione di differenza di potenziale. In queste condizioni, il rapporto di energia nelle due bande dello spettro è funzione lineare dell'inverso del rapporto della larghezza delle due fenditure.

Il bilanciamento automatico dell'energia che passa attraverso le due fenditure è operato da un motorino a campo rotante che regola la larghezza della fenditura posta sulla banda $1,03 \mu$ e muove contemporaneamente la pennina di registrazione. Il motore è a due fasi ed è alimentato, per una fase, dalla corrente alternata a 50 p/s che alimenta il dispositivo elettromeccanico di sfarfallamento e per l'altra fase dalla corrente di errore uscente da un amplificatore pilotato dalla cellula fotoconduttrice. Le due correnti di alimentazione sono disposte in quadratura. Il tipo di trasmissione meccanica adottato assicura la costanza del rapporto fra larghezza della fenditura regolabile ed escursione della pennina scrivente.

La taratura è stata effettuata ricorrendo al metodo classico di misura, mediante registrazione di una parte sufficientemente estesa dello spettro solare per mezzo di uno spettrometro di determinate caratteri-

stiche di purezza spettrale, ricorrendo alle tabelle determinate da Fowle (1912) e confermate da Aldrich (1949).

La misura del fattore di trasmissione in una o più bande d'assorbimento da una parte ed il dosaggio ottico dell'acqua precipitabile dall'altra presentano entrambi notevole interesse meteorologico. La prima misura è fondamentale per la determinazione delle condizioni di

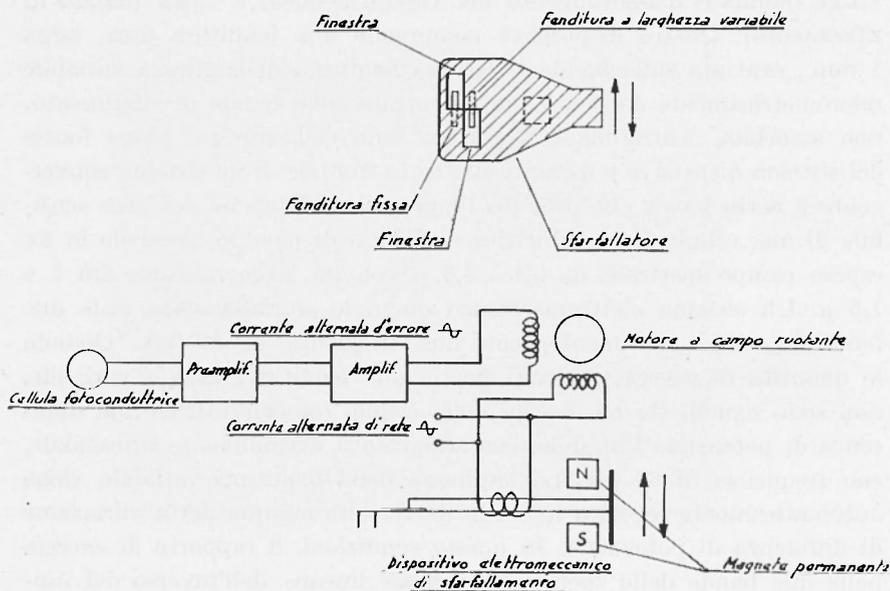


Fig. 2.

equilibrio radiativo e termico dell'atmosfera e del suolo, il secondo rappresenta un mezzo che permette d'integrare le informazioni fornite dai sondaggi con radio-sonda, ai fini della conoscenza della evoluzione dei fenomeni meteorologici.

La registrazione continua, dal canto suo, presenta particolarità che non possono essere messe in evidenza da misure singole non frequentissime. Si notano, tra l'altro, variazioni rapide del fattore di trasmissione, con periodi da qualche decina di sec. ad una decina di minuti e di ampiezza fino al 10% del contenuto totale di vapore d'acqua. Tali variazioni sono da attribuire presumibilmente alla non omogeneità dell'atmosfera ed ai moti orizzontali e convettivi in seno ad essa.

RIASSUNTO

Viene descritto uno strumento per la registrazione dell'assorbimento della radiazione solare da parte del vapore acqueo atmosferico nella banda \emptyset centrata su $1,13 \mu$. La misura è effettuata confrontando, con un metodo di riduzione automatica a zero, l'energia solare ricevuta, al livello del suolo, nella banda di assorbimento con quella ricevuta in una vicina, non soggetta ad assorbimento selettivo.

Viene infine accennato alle applicazioni meteorologiche delle registrazioni ottenute con tale strumento.

SUMMARY

The construction of an instrument which will continuously measure the rate of absorption of solar radiation by atmospheric water vapour in spectral band \emptyset , centered, $1,13 \mu$, is described.

Measurement is accomplished by comparing, with a null method, solar energy received at ground level in the absorption band \emptyset with the one received in a nearly not selectively absorbed spectral band.

Some considerations are presented concerning the use of the instrument in meteorological research.
