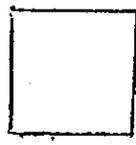


4° CONVEGNO DELL'ASSOCIAZIONE ITALIANA DI ACUSTICA
ROMA 11, 12, 13 OTTOBRE 1976



RIVELAZIONE DI PERIODICITA' A BASSISSIMA FREQUENZA
NELLA RIFLETTIVITA' DEGLI STRATI ATMOSFERICI

R.U. Pisani
Istituto Elettrotecnico Nazionale
Galileo Ferraris - Torino

G.E. Perona
Politecnico di Torino

Introduzione

E' noto che l'atmosfera non è un mezzo omogeneo da un punto di vista acustico in quanto presenta variazioni di temperatura, di vento, ed inoltre presenta una turbolenza a largo spettro. E' altresì noto che una onda acustica piana che si propaghi in una zona turbolenta, subirà una riflessione più o meno intensa legata alla componente di turbolenza di lunghezza metà della lunghezza d'onda acustica. Parimenti, una onda acustica di data lunghezza d'onda causerà la riflessione di onde elettromagnetiche di lunghezza d'onda doppia. L'interazione tra onde acustiche e turbolenza viene sfruttata nel radar acustico (SODAR) mentre l'interazione tra onda acustica e onda elettromagnetica viene sfruttata nel radar acustico elettromagnetico (RASS). Il SODAR è costituito da una antenna acustica trasmittente che invia pacchetti sinusoidali. L'energia riflessa dalle turbolenze atmosferiche viene ricevuta da una antenna ricevente e successivamente rivelata. La potenza ricevuta nel caso di backscattering viene espressa dalla seguente relazione:

$$P_r = P_{tr} \sigma A_r c \tau / 2R^2 \tag{1}$$

dove P_{tr} è la potenza acustica trasmessa, A_r è l'area equivalente dell'antenna ricevente, c la velocità del suono, τ la lunghezza dell'impulso, R la distanza della turbolenza riflettente, σ la sezione trasversale di scattering ed L_r è il rendimento del ricevitore. Sono stati trascurati i coefficienti di assorbimento dell'aria e i fenomeni di scattering multiplo. La sezione trasversale di scattering σ , che è funzione dell'angolo di scattering, è espressa dalla relazione

$$\sigma(\theta_s) = .0333 K_0^{1/3} (1-m_0)^{1/3} [M \cos \theta_s + m_0 \Sigma + m_1 \Sigma^{-1}]^2 \chi^{-11/3} \cdot \tag{2}$$
$$\cdot \left\{ 0.13 \frac{c_T^2}{T_0^2} + \frac{c_V^2}{C_0^2} \left[M \cos^2 \frac{\theta_s}{2} - \frac{1}{2} m_0 (1-\Sigma) - \frac{1}{2} m_1 (1-\Sigma^{-1}) \right] \right\}$$

dove K_0 è il numero d'onda del fascio incidente, θ_s è l'angolo di scattering (uguale a 130° nel caso di backscattering), T_0 è la temperatura assoluta, c_V^2 e c_T^2 sono, rispettivamente, le differenze quadratiche medie nella velocità longitudinale e nella temperatura per due punti separati da una distanza unitaria, m_0 ed m_1 sono le componenti del vento normalizzato nella direzione di incidenza e di scattering ed M , Σ e χ sono delle opportune funzioni degli angoli e del vento. In fig. 1 sono riportati gli angoli di trasmissione, di scattering, e di incidenza dell'onda trasmessa in T e ricevuta in R; w è il vettore del vento.

Sonda acustica

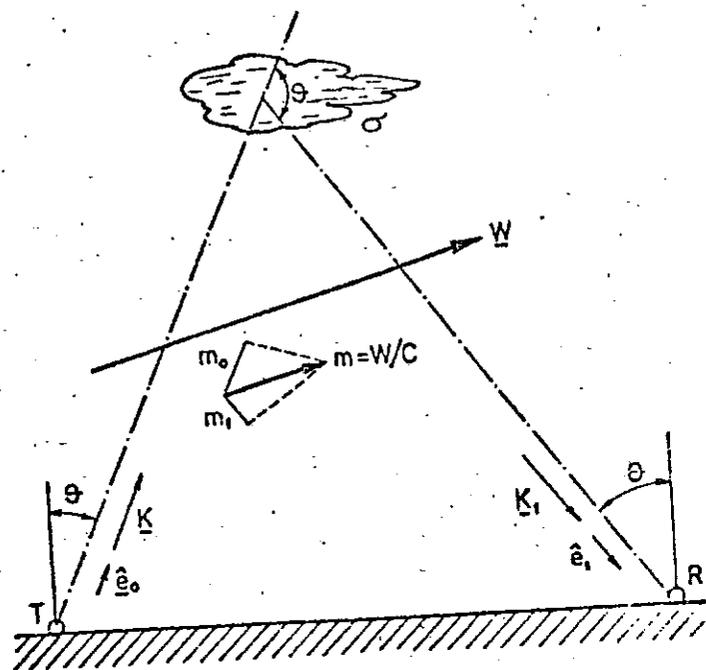


fig.1

Il sistema impiegato è costituito da un grosso paraboloide di tre metri di diametro illuminato da una tromba esponenziale ad alta potenza la quale viene commutata successivamente dall'uscita di un amplificatore di potenza da 1 kW all'ingresso di un sistema di ricezione, fungendo da microfono. Particolari precauzioni di schermatura acustica del trasmettitore sono state prese al fine di evitare il disturbo arrecato e di ridurre i lobi secondari che ricevono segnali spuri riflessi dagli edifici circostanti. Il sistema è interfacciato con un calcolatore numerico per la raccolta e rielaborazione dei dati. Nella fig. 2a) sono riportati alcuni esempi dell'inviluppamento del segnale ricevuto. Nella fig. 2a) è riportato il segnale ottenuto come media degli involucri di 64 echi durante un particolare esperimento. La fig. 2b) mostra l'andamento dello scarto quadratico medio del segnale rispetto al valor medio (l'intervallo tra un impulso ed il successivo è di 5 sec).

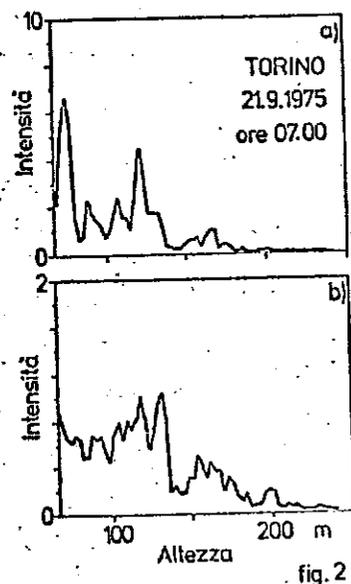


fig.2

La fig. 3 rappresenta le stesse grandezze 25 minuti dopo (l'intervallo tra un impulso ed il successivo è di 10 sec).

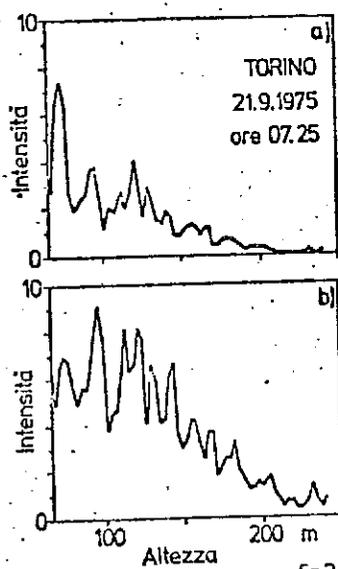


fig.3

Analisi dei dati

Il sistema opera con un intervallo di 5 o 10 s tra impulsi successivamente trasmessi ad una frequenza fondamentale di 1000 Hz. Un campionamento così lento limita fortemente la rivelazione di periodicità brevi nella riflettività. Per periodi più lunghe sussiste della riduzione del rumore-brillanza delle zone riflessione. Per questo la

sempre il problema re provocata dalla sponsabili della rivelazione della periodicità è stata eseguita con tecniche di autocorrelazione. Il segnale ricevuto da una certa quota risulta cam

pionato con periodo di 10 s ed è estratto, tramite una finestra temporale opportuna, dall'insieme dei segnali ricevuti che seguono ogni eco trasmesso. La successione di campioni temporali viene autocorrelata dal calcolatore. Nelle figg. 4 e 5 si riportano le funzioni di autocorrelazione relative a quote distinte preventivamente scelte in base ad una analisi degli echi medi, e riferentesi ai dati di figg. 2 e 3 rispettivamente.

Nella fig. 4, date le particolari condizioni dell'atmosfera molto quieta, non si rilevano periodicità di rilievo. Invece, nella fig. 5, relativa ad un'altra quota, sono presenti spiccate periodicità, di periodo molto lungo e ben visibili nonostante la piccolezza del segnale.

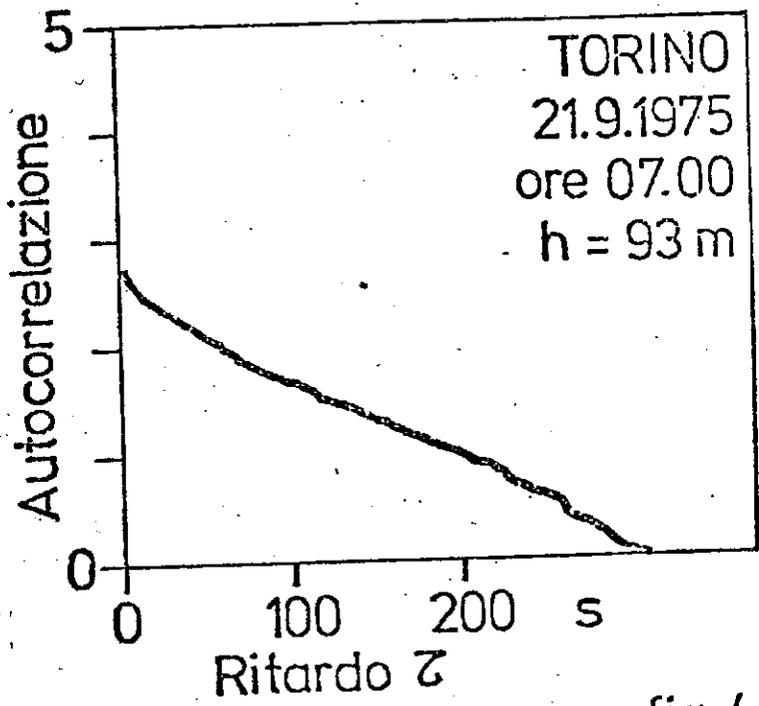


fig. 4

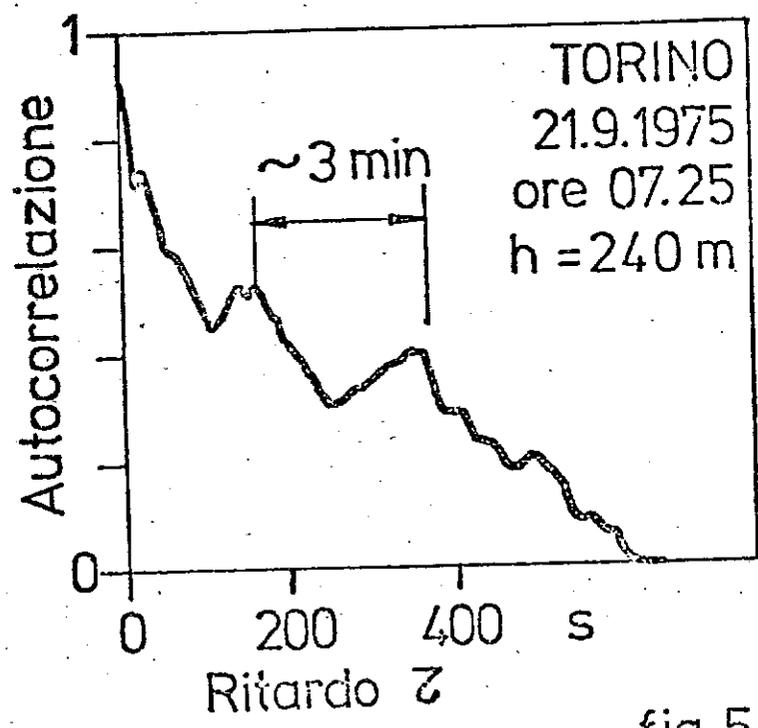


fig. 5