

dizionati con filtri anti-aliasing a 20 Hz ed acquisiti su PC per mezzo di una scheda di conversione analogico-digitale, che acquisiva anche le misurazioni di pressione.

La frequenza di campionamento, inizialmente scelta sulla base di una prevedibile dinamica dei segnali, è stata aumentata per descrivere meglio i picchi. I sensori di misura sono stati installati in prossimità del baricentro dello scafo, compatibilmente con la disposizione interna delle strutture [Fig. 2].

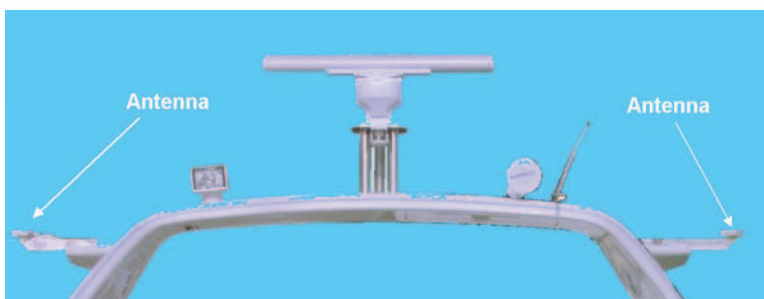
È stata comunque accuratamente rilevata la loro posizione per poter successivamente elaborare i dati riferendoli alla usuale terna di assi baricentrica.

Le rilevazioni dei moti sono state memorizzate su un PC industriale ed elaborate con programmi prodotti dal DINAV sia in linguaggio Pascal sia in ambiente Matlab™ per ottenere i diagrammi temporali delle misure eseguite. In [Fig. 3] è riportato un esempio di diagramma temporale di accelerazione verticale in un intervallo di tre secondi.

A titolo sperimentale è stato installato sulla barca anche uno speciale sistema satellitare GPS, messo a punto dal DINAV, costituito da tre antenne con relativi ricevitori a misura di fase ed un apposito programma di elaborazione RTK (Real Time Kinematic).

Questo sistema permette di misurare, con l'accuratezza di qualche centimetro, la posizione delle tre antenne. Queste tecnologie, già sperimentate in campo spaziale ed aeronautico per la misura dell'assetto del velivolo, si possono applicare anche a bordo delle imbarcazioni al posto dei tradizionali sistemi giroscopici, molto più cari e meno accurati. In questa occasione sono state confrontate con le misure degli accelerometri e dei rate-gyro con buoni risultati. Note le posizioni di almeno tre punti, non

[Fig. 4] - Disposizione delle antenne a bordo / Location onboard of antennas



allineati e solidali con lo scafo, si può valutare con precisione elevata l'assetto dell'imbarcazione ed i suoi moti.

Semplificando notevolmente il principio di funzionamento, si può risalire agli angoli misurando la differenza di fase della portante tra le antenne.

Con due antenne, disposte trasversalmente allo scafo, si può ricavare l'angolo di rollio e l'imbardata. Se le antenne sono disposte per chiglia, si misura il beccheggio e l'imbardata. Con un terzo ricevitore con l'antenna posta, per esempio, a prora, si può determinare anche il beccheggio.

In [Fig. 4] è mostrata la disposizione delle antenne a bordo, una a prora e due ai lati del roll-bar.

Naturalmente possono essere ricavate anche la posizione della barca e la velocità con accuratezza molto superiore a quella di un normale sistema DGPS (GPS differenziale) a codice, con stazione base a terra.

Con questo sistema, poiché il programma è in grado di operare con base mobile, non è richiesta una base a terra e

the location has been accurately measured in order to process the motions with the referring axes in the craft gravity center, as usual.

The measures have been saved on an industrial PC and processed by software written by DINAV in Pascal language and in Matlab™ environment, obtaining the time plots of the measurements taken. In [Fig. 3], as an example, the plot of the vertical acceleration during three seconds is shown.

For experimental aims, a special GPS system, still under development at DINAV, has been installed. It is made up by three antennas and phase GPS receivers and by a suitable processing RTK (Real Time Kinematic) software. This system is able to determine the position of the antennas with an accuracy of few centimeters. Such technologies, already applied in the airspace and airborne field for the dynamic positioning of the vehicle, is applicable also on board alternatively to the traditional gyroscopes, much more expensive and less accurate. During these trials the measures given by accelerome-

ters and rate-gyros have been compared and found in good agreement with GPS ones.

Given the positions of three non-aligned points of the ship, it is possible to estimate precisely the trim of the boat and her motions in general. In short, simplifying the working principle, it is possible to obtain the roll, yaw and pitch angles measuring the phase difference of the signals received by the antennas. Using two transversally fixed antennas, the roll and yaw can be obtained. If antennas are longitudinally laid, pitch and yaw can be obtained. Using three receivers it is possible to obtain all six motions. In [Fig. 4] the location onboard of antennas is shown, one is on the fore deck and two at the sides of the roll-bar.

Of course, also the position and the speed over ground and speed rate can be obtained with accuracy largely higher than normal DGPS (differential GPS) with a base ashore. For this system, because the RTK software can work in mobile base mode, it does not require the base ashore and the respective radio-modem.

2.2 Pressure measurements

The pressure on the hull has been measured by means of emerging-leaf sensors, measuring up to 10 bar, large enough even for the impact pressures.

Pressure sensors have been fixed to the hull using "ad hoc" watertight bushes into 12 positions on the port side of the forward part of the hull bottom. In [Fig. 5a] the installation of a sensor from both inside and outside [Fig. 5b] the hull is shown. This solution allowed to insert the sensor edge-wise in the shell, without any local modification of the hull surface and therefore of the fluid field flow along the hull.

The map of sensors in the fore part of the hull allowed to monitor pressures during the dynamic lifting phase,