UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI PISA
FACOLTÀ DI SCIENZE MATEMATICHE FISICHE E NATURALI

Corso di Laurea Specialistica in
Geofisica di Esplorazione ed Applicata

Anno Accademico 2007/2008

Candidato: **Gabbriellini Gianluca**
Laurea Triennale: **Fisica**

Titolo della tesi

Studio e realizzazione di un gradiometro gravitazionale per applicazioni geofisiche

Relatore: **Beverini Nicolò** Controrelatore: **Di Virgilio A.**

Riassunto

Questo lavoro di tesi affronta lo studio e la caratterizzazione di un gradiometro gravitazionale sensibile alla componente diagonale Γ_{zz} del tensore gradiente di gravità.

La misura di gradiente gravitazionale trova largo impiego nella prospezione geofisica per il riconoscimento di contrasti di densità prodotti da riserve di idrocarburi o da rilevanti discontinuità geologiche come ad esempio cavità sotterranee. Le accurate mappe di densità che la gradiometria gravimetrica consente di ottenere, trovano impiego, inoltre, nell'analisi di dati sismici.

Per mettere a confronto la misura di gravità con la misura di gradiente di gravità ed evidenziare i benefici che quest'ultima introduce, vengono proposte delle simulazioni numeriche. Da queste si deduce che la gradiometria gravimetrica individua piú facilmente della gravimetria, le anomalie prodotte da corpi geologici relativamente superficiali.

Il gradiometro in fase di progettazione, misurerà la differenza di gravità tra due sensori accelerometrici separati da una distanza di 50 cm. Ciascun accelerometro è composto da un oscillatore meccanico accoppiato ad un sensore di spostamento costituito da un trasduttore posizione-frequenza. Il trasduttore consiste in una cavità formata da due dischi di zaffiro coassiali, risonante nei modi Whispering Gallery del campo elettromagnetico, la cui frequenza dipende dalla distanza tra tali dischi e quindi dalla posizione della massa di prova dell'oscillatore. La differenza tra le frequenze delle due cavità (e quindi tra le posizioni dei due accelerometri), è letta tramite un circuito interferometrico a microonde. Lo strumento ultimato raggiungerà la sensibilità di 3 Ëotvös/$\sqrt{\text{Hz}}$ in un intervallo di frequenze tra 0.5-5 Hz e sarà caratterizzato da peso e dimensioni ridotte per renderlo facilmente trasportabile.

Questo gradiometro funziona come strumento di zero. Ciò significa che è necessario un circuito di asservimento in grado di mantenere costantemente alla stessa frequenza di risonanza le due cavità durante l'esecuzione della misura. Questo avviene tramite un sistema di attuazione che consente di correggere la posizione dell'oscillatore con un segnale di correzione generato dal circuito di asservimento. Tale segnale di correzione, opportunamente calibrato, costituisce la misura del gradiente gravitazionale. Una parte del lavoro svolto in questa tesi riguarda la realizzazione del circuito di asservimento. Inoltre, poichè l'oscillazione degli accelerometri alla loro frequenza naturale produce un segnale differenziale all'uscita dell'interferometro che può portare fuori dalla dinamica, è stato ideato un circuito di controllo per smorzare tale segnale. Le prove sperimentali eseguite sull'apparato sperimentale, hanno permesso una prima valutazione del comportamento in temperatura ed una stima del CMRR (rapporto di reiezione di modo comune, del rumore sismico).

Il limite fondamentale alla sensibilità dello strumento dipende dal rumore termico (o rumore di Nyquist) degli oscillatori meccanici. Poichè questa sorgente di rumore dipende inversamente dal fattore di merito meccanico Q, è necessario che gli accelerometri abbiano tale parametro il piú elevato possibile. In questa tesi viene approfondito questo aspetto, mettendo in evidenza le cause che determinano un degrado del Q meccanico: in particolare viene studiato dal punto di vista teorico e sperimentale l'effetto di smorzmento viscoso provocato dall'aria compresa tra i dischi di zaffiro. Saranno inoltre trattati gli effetti della pressione dell'aria sul Q meccanico.