

HIPEG : RESOCONTO ATTIVITA' I° ANNO

A. Basili, G. Di Cocco, T. Franceschini, L.A.Gizzi[@], G. Landini and S. Silvestri
IASF sez. Bologna, Area della Ricerca del CNR, Via Gobetti, 121, Bologna, Italy
[@]IPCF, Area della Ricerca del CNR, Via Moruzzi, 1, Pisa, Italy

Rapporto Interno N. 332

IASF sez. Bologna - Febbraio2002

Il rapporto vuole essere un resoconto dell'attività finora svolta sul progetto HiPeG.

Prove di puntamento su gondola LAPEX.

Le prove svolte sulla gondola LAPEX sono il perno dell'attività per la definizione di diverse componenti del progetto. Oltre al GSE del LAPEX, per l'acquisizione dei dati durante le misure, è stato approntato un sistema acquisizione di dati ed immagini, per la lettura dei dati dei componenti aggiunti, e la visualizzazione ed analisi in tempo reale della posizione assoluta della gondola.

Con i test ora conclusi, abbiamo quindi provato varie componenti del progetto come: il modulo di svincolo (Pivot), le ruote di reazione, i motori, i metodi di inseguimento, il software del DSP per la gestione dei motori.

Parallelamente alle prove è stato sviluppato un pacchetto di simulazione software, che utilizzando le equazioni del moto e con l'inserimento di parametri fisici reali come le caratteristiche dei motori, gli attriti dei cuscinetti, le inerzie delle ruote e della gondola, ha permesso di riprodurre il comportamento del sistema di stabilizzazione e di puntamento provato nelle misure.

Questo risultato ci ha permesso di estendere le simulazioni anche su componenti (motori, ruote di reazione, momenti di inerzia gondola) non a disposizione, per vederne il comportamento e quindi definire i dettagli del progetto.

Il LAPEX usa come sensore di assetto un magnetometro, i risultati ottenuti con le prove effettuate utilizzando alcuni componenti del nuovo sistema (DSP, ruote di reazione, svincolo), hanno riprodotto ed in alcuni casi migliorato i risultati ottenuti con il sistema di puntamento del LAPEX.

Per la stabilità i dati sono al limite delle prestazioni del magnetometro (fig. 1).

Per l'inseguimento di una sorgente i risultati ottenuti sono identici a quelli LAPEX, ma questo è dovuto, oltre al limite del magnetometro, al sistema di calcolo del LAPEX che aggiornava i dati, al massimo, ogni 10 secondi (fig. 2).

Fig. 1 Stabilizzazione

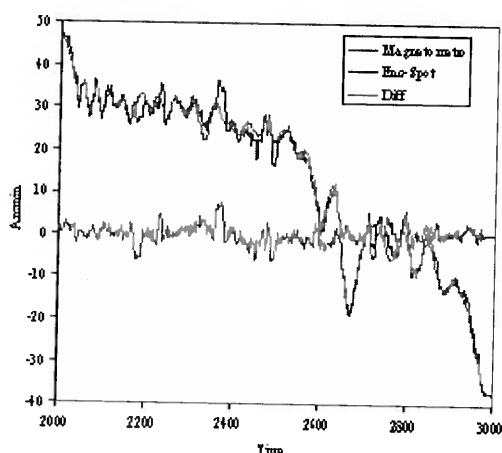
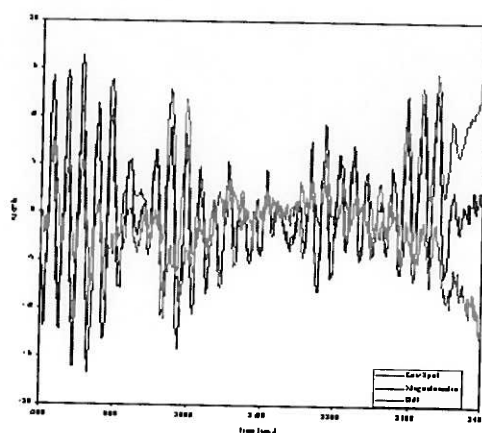


Fig. 2 Tracking



Questi limiti si sono riscontrati simulando le medesime condizioni (fig. 3 e 5). Visto che il nuovo sistema prevede un aggiornamento di calcolo di 0.5 secondi (fig. 4), le simulazioni ci permettono di prevedere i limiti del nuovo sistema (fig. 5).

Quantificando i dati delle simulazioni, calcolando per ciascuna lo scarto medio tra il target e la posizione raggiunta, possiamo confrontare direttamente tra loro le simulazioni (fig.6-7-8).

Fig. 3 Tracking sim. a 10 sec.

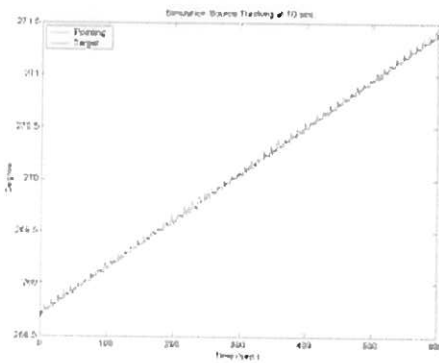


Fig. 4 Tracking sim. a 0.5 sec.

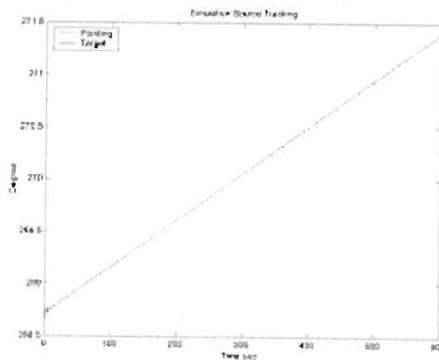


Fig. 5 Differenza fra Tracking

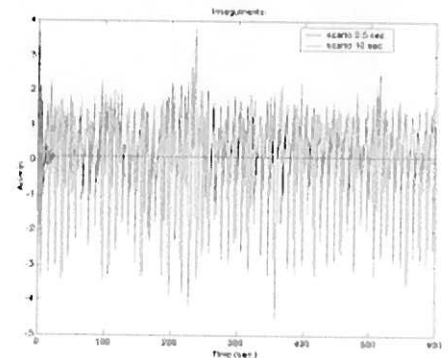


Fig. 6

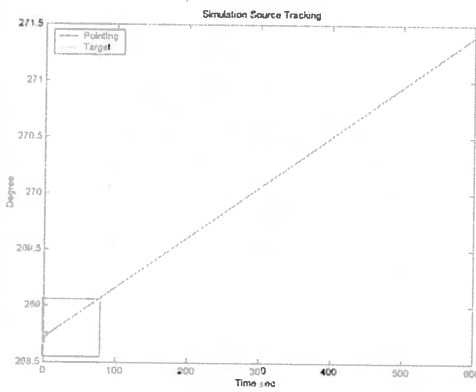


Fig. 7

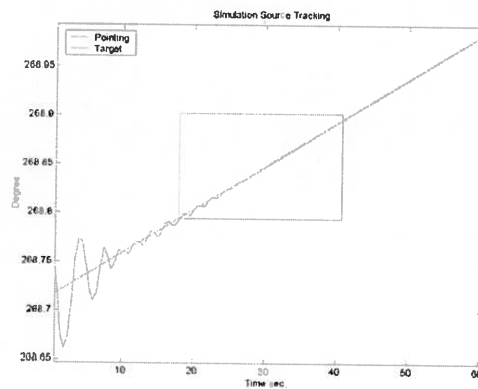
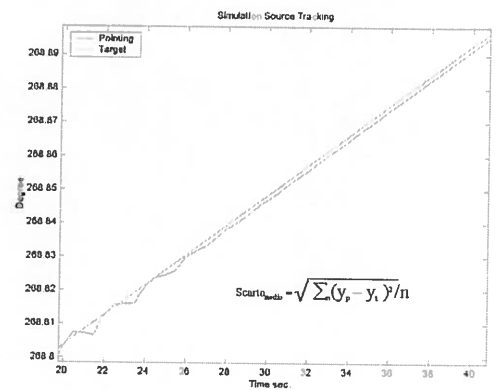


Fig. 8



Organizzando una serie di simulazioni a seconda dei parametri fisici del sistema: Inerzia Gondola, Inerzia Ruote e Motori (caratteristiche); possiamo per ciascuna terna simulare il puntamento di un target in funzione dei parametri di risoluzione dell'equazione del moto (Guadagno Offset e Guadagno Speed), facendo variare questi entro valori testati con delle misure, ottenendo come risultato dei grafici che immediatamente visualizzano la qualità della simulazione (fig. 9-10).

Fig. 9

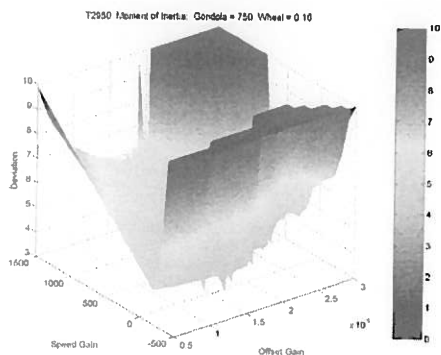
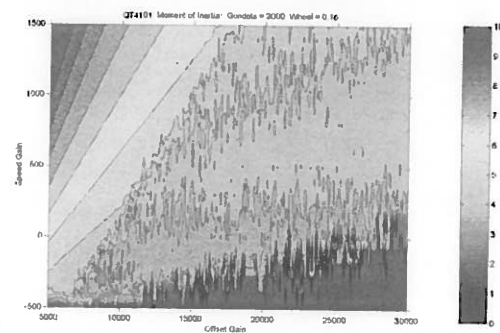


Fig. 10



Le simulazioni sono state eseguite utilizzando 5 valori per l'inerzia della gondola, 3 valori per l'inerzia delle ruote di reazione (2 testate) e con 6 motori differenti (2 testati), al termine di questo lavoro, abbiamo potuto decidere che tipo di ruote realizzare e con quale motore pilotarla.

Progetto Pivot

Dopo diverse prove, riguardanti la meccanica del Pivot, la gestione del movimento e il software di pilotaggio del motore, è stato definito il progetto definitivo del prototipo di Pivot (fig. 11 e 12).

Fig. 11

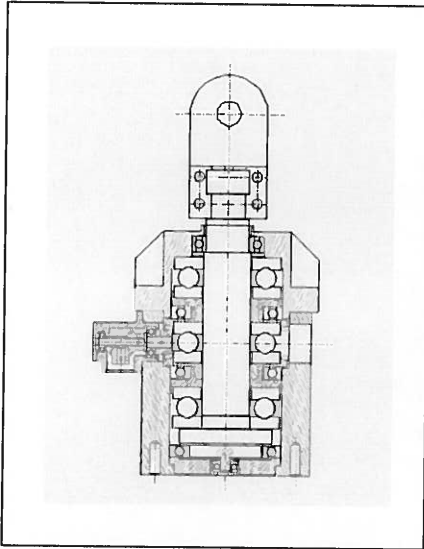
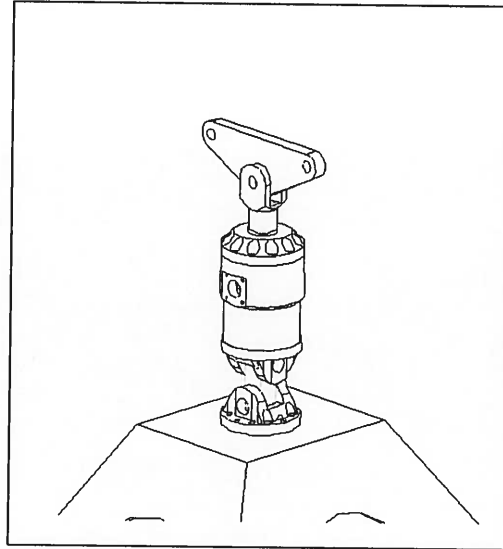


Fig. 12



Sono stati realizzati i disegni esecutivi per la realizzazione, i calcoli preliminari di resistenza, si è poi passati alla realizzazione di particolari, presso ditte specializzate, e all'acquisto di altre componenti del Pivot.

Attualmente siamo in fase di assemblaggio del prototipo.

Progetto Sistema Ruote di Reazione

Il progetto del sistema di ruote di reazione, dopo le prove sul LAPEX e le simulazioni del sistema, sono stati individuati i motori con cui muovere le ruote e le dimensioni delle ruote stesse in funzione dell'inerzia desiderata, è passato alla realizzazione dei disegni operativi per la realizzazione dei supporti motore-ruota e delle ruote (fig. 13-14). Sono stati ordinati i motori in quanto componenti particolari che richiedono tempi lunghi di consegna.

Fig. 13

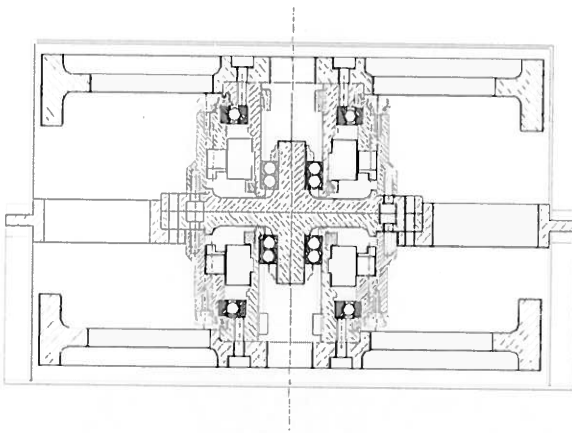
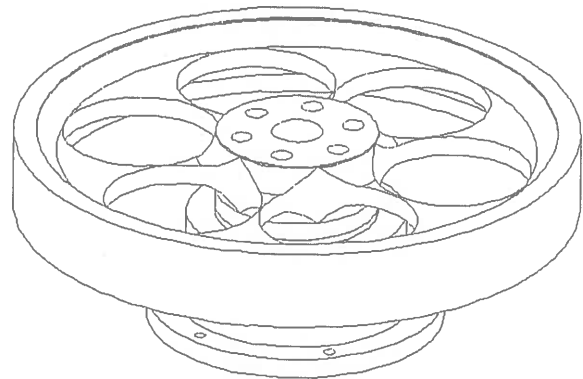


Fig. 14



Sistema ON-BOARD

Del sistema di controllo di bordo, è stato dettagliato il progetto, definito le interfaccia Hardware e i collegamenti tra le varie componenti (GPS, DSP, Star sensor ecc.), sono stati definiti il formato di telemetria che sarà trasmesso a terra per avere il controllo del sistema durante il volo, gli house-keeping analogici e digitali, i telecomandi per dialogare con l'esperimento, cose e come deve contenere il piano di volo. Sono già state scritte diverse routine software del sistema, per testare varie soluzioni possibili.

Il formato di telemetria è stato studiato in modo da avere un minimo impatto sulla telemetria di volo e per essere facilmente decodificabile in real-time.

Fig. 15

Formato Hipeg

Frame	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Frame Count	Frame Count	Frame Count	Frame Count	Frame Count	Frame Count	Frame Count	Frame Count	Frame Count	Frame Count	Frame Count	Frame Count	Frame Count	Frame Count	Frame Count
GPS	GPS	GPS	GPS	GPS	GPS	GPS	GPS	GPS	GPS	GPS	GPS	GPS	GPS	GPS
Star Sensor	Star Sensor	Star Sensor	Star Sensor	Star Sensor	Star Sensor	Star Sensor	Star Sensor	Star Sensor	Star Sensor	Star Sensor	Star Sensor	Star Sensor	Star Sensor	Star Sensor
Plane of Flight	Plane of Flight	Plane of Flight	Plane of Flight	Plane of Flight	Plane of Flight	Plane of Flight	Plane of Flight	Plane of Flight	Plane of Flight	Plane of Flight	Plane of Flight	Plane of Flight	Plane of Flight	Plane of Flight
Housekeeping	Housekeeping	Housekeeping	Housekeeping	Housekeeping	Housekeeping	Housekeeping	Housekeeping	Housekeeping	Housekeeping	Housekeeping	Housekeeping	Housekeeping	Housekeeping	Housekeeping
DSP	DSP	DSP	DSP	DSP	DSP	DSP	DSP	DSP	DSP	DSP	DSP	DSP	DSP	DSP
Star CCD	Star CCD	Star CCD	Star CCD	Star CCD	Star CCD	Star CCD	Star CCD	Star CCD	Star CCD	Star CCD	Star CCD	Star CCD	Star CCD	Star CCD
GPS	GPS	GPS	GPS	GPS	GPS	GPS	GPS	GPS	GPS	GPS	GPS	GPS	GPS	GPS
Plane of Flight	Plane of Flight	Plane of Flight	Plane of Flight	Plane of Flight	Plane of Flight	Plane of Flight	Plane of Flight	Plane of Flight	Plane of Flight	Plane of Flight	Plane of Flight	Plane of Flight	Plane of Flight	Plane of Flight
DSP	DSP	DSP	DSP	DSP	DSP	DSP	DSP	DSP	DSP	DSP	DSP	DSP	DSP	DSP
Star CCD	Star CCD	Star CCD	Star CCD	Star CCD	Star CCD	Star CCD	Star CCD	Star CCD	Star CCD	Star CCD	Star CCD	Star CCD	Star CCD	Star CCD

Format Total Bytes 004
 Format Total Bits 00D
 Duration Time 1.00410007 s sec.
 10000 Baud

Legend: GPS course
 Plane of Flight F.C.C.
 H.K. - analogici DSP
 Star CCD T.C.C.

Anche per i telecomandi per interagire con il sistema si è ridotto al minimo le necessità per non dover interferire con telecomandi di un esperimento. Sono stati ordinati tutti i componenti per la realizzazione del prototipo, il GPS dovrebbe ormai arrivare per poter essere testato con accuratezza. Alcune parti di elettronica di servizio, sono già state realizzate o sono in fase di realizzazione in Istituto.

GSE

Per il volo del prototipo si punta ad una versione minimale, facendo affidamento sul GSE del LAPEX, però sono state testate alcune routine come quelle dei telecomandi, di scrittura del piano di volo e sono stati eseguiti dei test di acquisizione della telemetria.

Sensore Stellare

Nello schema attuale del progetto HIPEG la traiettoria di puntamento finale sarà ricostruita con una precisione di 15 arcsec (goal: 10 arcsec) grazie all'impiego di un sensore stellare/solare basato su un CCD raffreddato, ad alta dinamica (12 bit). Nella sua configurazione finale il sensore stellare fornirà informazioni di puntamento con aggiornamento ogni secondo sia durante il giorno che durante la notte. Una descrizione dettagliata della fase di sviluppo e test del sw di riconoscimento e tracking di un campo stellare è riportata nel rapporto interno IFAM-CNR N. 1/122001. Il programma si basa su tre algoritmi: localizzazione delle stelle all'interno dell'immagine acquisita, riconoscimento delle stelle tramite un catalogo esterno e inseguimento del puntamento (tracking). La *performance* del software di identificazione e tracking dello star sensor è sintetizzata dai grafici di Fig. 16 che mostrano i risultati di un inseguimento simulato. Il plot a) mostra l'andamento del tempo di identificazione del singolo campo stellare che, come si vede, è tipicamente di pochi decimi di secondo. Il grafico b) mostra invece la precisione di puntamento ottenuta, che risulta significativamente al di sotto dei 10 secondi d'arco. Le varie componenti HW del sistema (CCD, scheda pc di controllo etc.) sono state acquisite e sono attualmente in fase di test.

Fig. 16 *Sensore stellare*: Risultato della simulazione di inseguimento: a - Coordinate di puntamento e tempo di calcolo; b - precisione di puntamento.

