

CONSIDERAZIONI SUI DATI ACQUISITI DURANTE IL VOLO DEL 14/11/2004

La configurazione del razzo per questo volo si riassume nei dati seguenti:

7 motori D12

Peso SS = 817 gr

Peso paracadute SS = 115 gr

Peso SM = 807 gr

Peso paracadute SM = 68 gr

Il volo si è svolto in una giornata molto ventosa con una rampa necessariamente inclinata, la non separazione delle sezioni ha implicato così un volo decisamente parabolico.

Le considerazioni che seguono vogliono dare alcune spiegazioni a fronte dei dati acquisiti dall'accelerometro su SBM, per questo confronteremo i grafici acquisiti con quelli simulati.

Poiché il simulatore prevede l'apertura dei paracadute e la separazione delle sezioni, è stato necessario modificare il sorgente per prevedere un volo verticale ed un ritorno a missile intero.

Un'altra interessante aggiunta da effettuare sul programma riguarda l'inclinazione del razzo alla partenza, da inserire come deviazione angolare rispetto alla verticale.

SIMULAZIONE

Elenchiamo i dati di volo inseriti nel simulatore:

```
d=1e-3           % quanto temporale %
F1=30
t1c=0.28
F2=10
t2c=0.35
F3=9
t3c=1.63
np=7             % numero propulsori %
mp0=0.35        % massa iniziale complessiva dei propulsori %
mpf=0.112       % massa finale complessiva dei propulsori %
m0=1.807        % massa iniziale del razzo %
mf=m0-(mp0-mpf) % massa finale del razzo %
mfss=0.932      % massa della sola sezione strumentale %
mfsm=mf-mfss    % massa finale della sola sezione motori %
no=1            % numero delle ogive %
R=4.5e-2        % raggio della singola ogiva %
H=0.09          % altezza della singola ogiva %
```

ttc=5.9 % istante di apertura paracadute sezione strumentale,
 distacco delle due sezioni %
ttm=5.9 % istante di apertura del paracadute sezione motori %
ttf=25 % tempo di simulazione %

Con questi dati si ottiene la seguente simulazione, valida nel caso di un volo perfettamente verticale e con una corretta apertura dei paracadute:

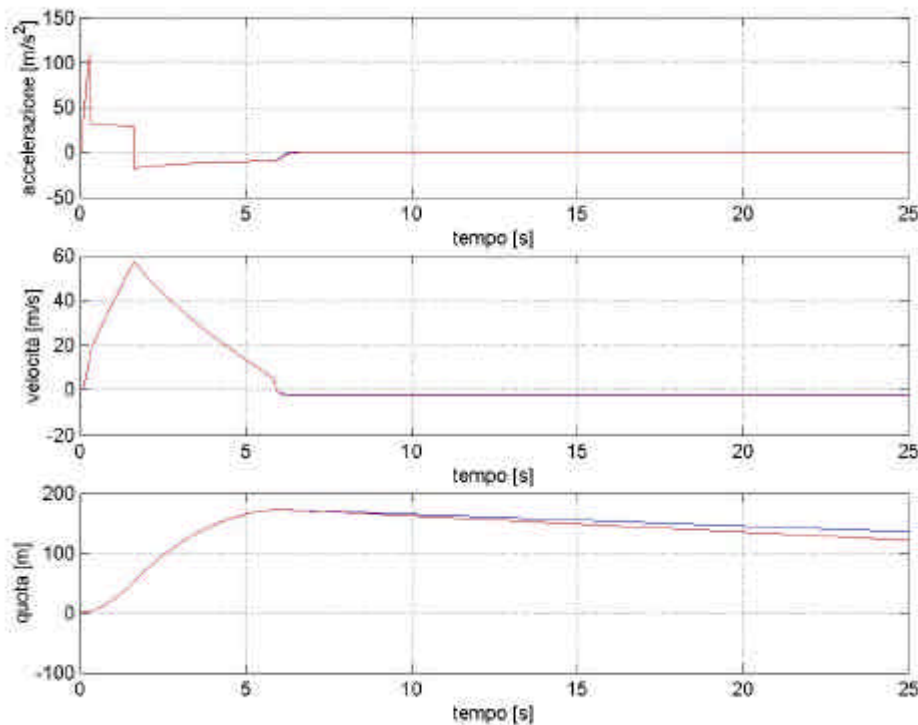


Figura 1: simulazione per un volo verticale con apertura paracadute

Come detto, il volo è stato compiuto senza l'apertura dei paracadute e quindi dovremo effettuare una modifica al simulatore eliminando tutte le istruzioni relative al distacco sezioni ed alla apertura dei paracadute.

Il grafico che otteniamo si riferisce ad un oggetto che mantiene sempre la sua forma ed il cui attrito è costantemente dovuto ad una sola ogiva, la presenza del forte vento non è ancora stata implementata nel simulatore e non la si può soltanto considerare aumentando la velocità del razzo perché il suo effetto si manifesta soprattutto in una deviazione della traiettoria, più che in un frenamento assiale.

Dalle modifiche apportate abbiamo ottenuto il grafico seguente:

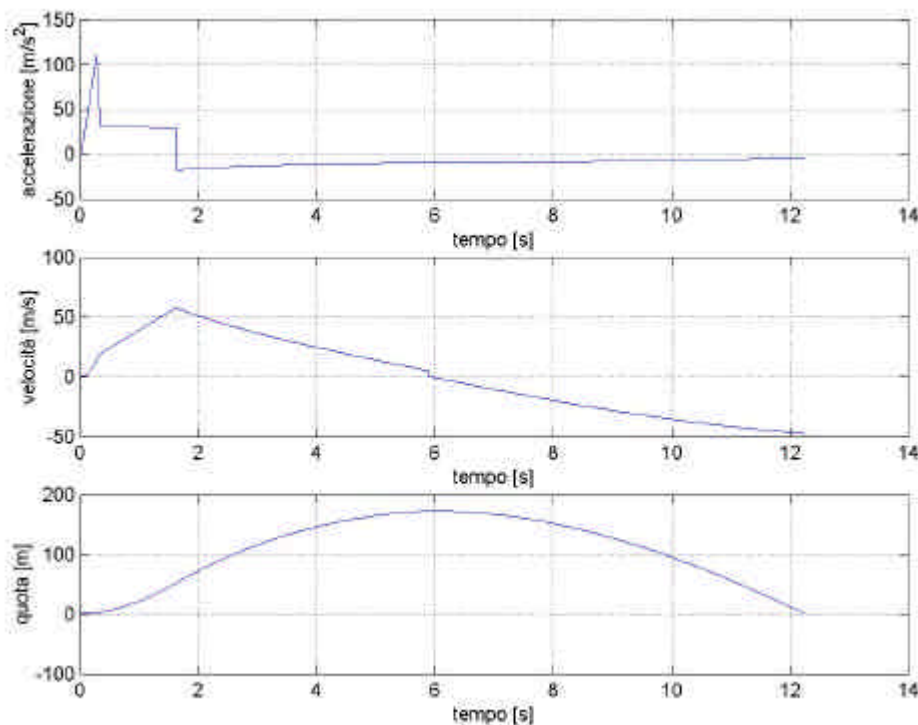


Figura 2: simulazione per un volo verticale senza apertura paracadute

Resta ancora il fatto che il volo non è stato perfettamente verticale e quindi avremo una quota raggiunta decisamente inferiore.

Dato l'esiguo frenamento dell'ogiva rispetto ai paracadute si nota una estinzione molto più lenta della spinta di inerzia .

Ovviamente il tempo di arrivo al suolo si è notevolmente accorciato ed il razzo giunge a terra con una velocità piuttosto elevata, senz'altro distruttiva per la struttura esterna e per i sistemi non perfettamente bloccati all'interno.

Come si può vedere la velocità di discesa tende ad un valore costante di circa 180 Km/h e l'arrivo al suolo è proprio caratterizzato da questa velocità, dopo 12 secondi dalla accensione.

Tre punti notevoli per il confronto coi dati acquisiti sono la frenatura dovuta all'aria subito dopo lo spegnimento dei motori, la durata del volo e la velocità di arrivo al suolo che sono state misurate dai seguenti dettagli della simulazione:

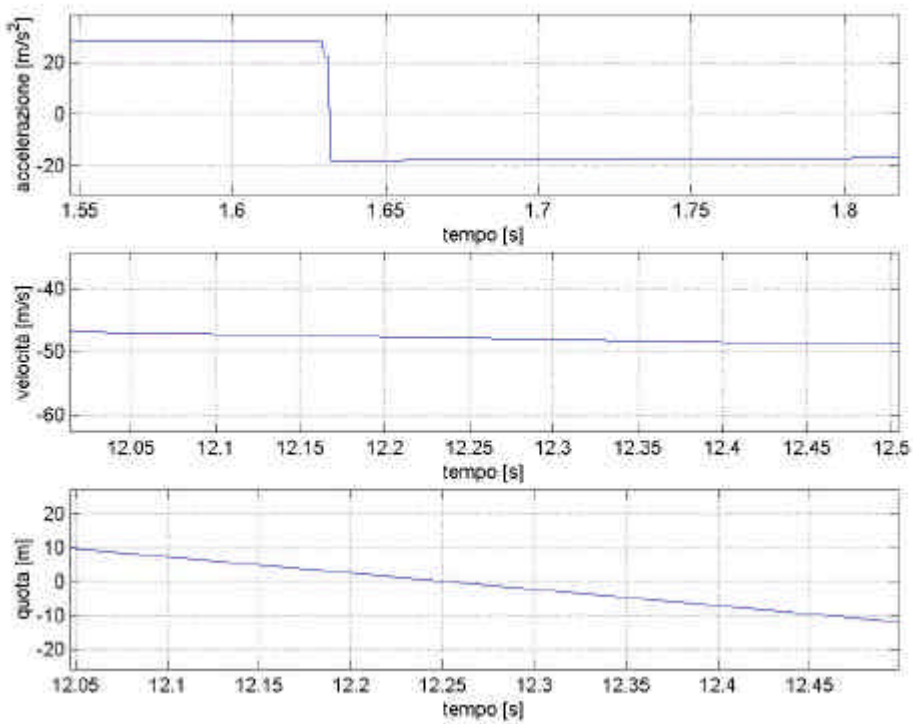


Figura 3: dettagli della simulazione di Fig.2

Quindi:

frenatura aerodinamica = 20 m/s^2

velocità al suolo = $48 \text{ m/s} = 172 \text{ Km/h}$

durata del volo = 12.25 s

ACQUISIZIONE

Il grafico acquisito dall'accelerometro è il seguente

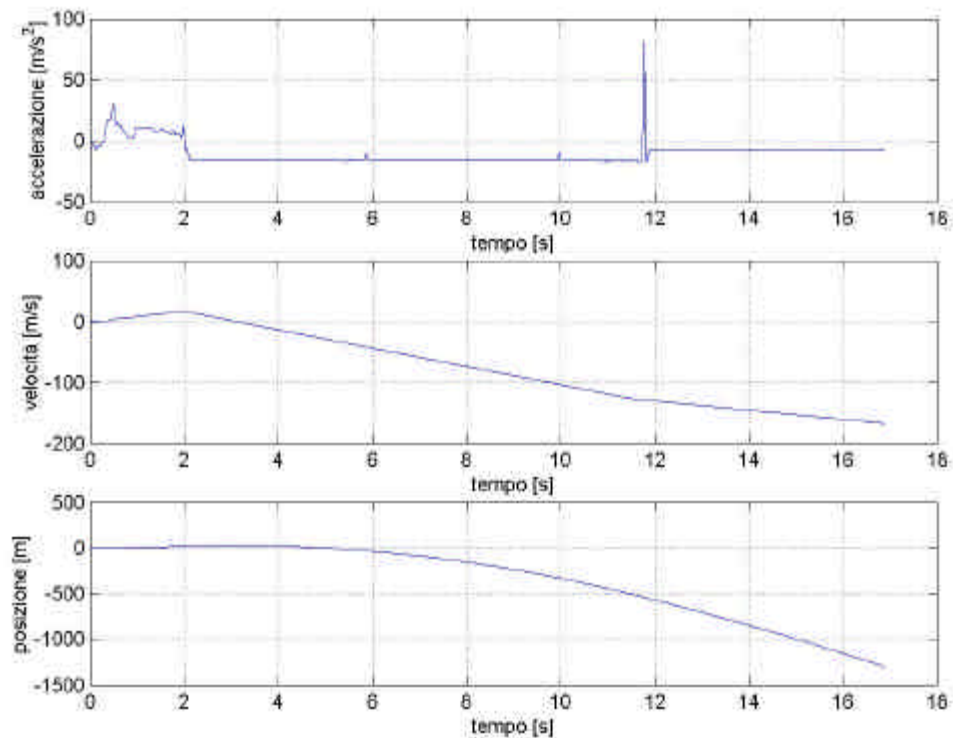


Figura 4: grafici ricavati dai dati acquisiti su SBM

Ciò che risalta immediatamente è una spinta dei motori molto più bassa di quella teorica, mentre è analoga nella forma. Come si può notare dal fortissimo impulso seguito da un valore di accelerazione prossimo alla gravità, il volo è durato poco meno di 12 secondi e questo è in accordo col simulatore. Purtroppo il problema riscontrato sulla spinta non permette molti altri paragoni soprattutto sulla quota raggiunta.

L'area sottesa dalla spinta positiva è molto inferiore a quella sottesa dalla spinta negativa e quindi abbiamo un rapido annullamento della velocità con una conseguente inversione di segno, questo stesso effetto si ottiene per la quota tanto che in teoria il volo sarebbe dovuto durare molto meno dei 12 secondi, a dimostrazione che il basso valore iniziale della spinta è un errore di acquisizione.

Andiamo a dettagliare i grafici in alcuni punti di particolare interesse:

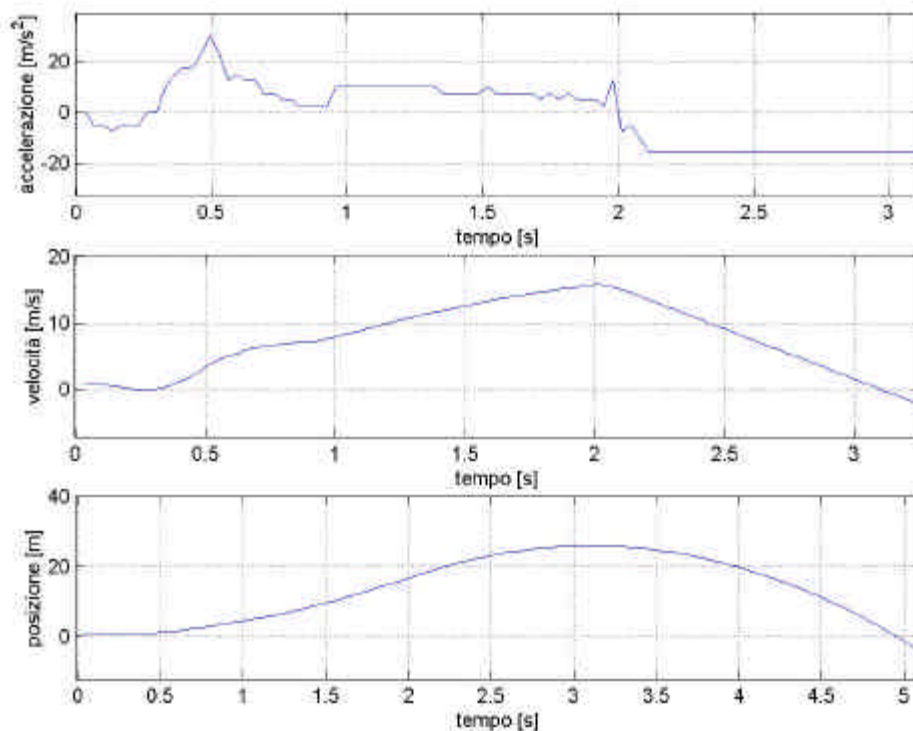


Figura 5: dettaglio della spinta

Osserviamo in questo grafico il valore della contropinta dovuta al frenamento aerodinamico, subito dopo lo spegnimento dei motori, esso è molto prossimo alla stima teorica (circa -20 m/s^2).

E' dunque lecito pensare che effettivamente il razzo abbia raggiunto la velocità teorica allo spegnimento dei motori, che il simulatore calcola di 60 m/s (figura 2) ossia circa 200 Km/h.

E' molto insolito però che il valore della contropinta resti costante mentre il razzo percorre la parabola, poiché ci aspetteremmo delle variazioni dovute al cambiamento della velocità e della direzione.

Altri punti interessanti riguardano non tanto la dinamica del volo quanto la possibilità che il sistema sia sensibile ai disturbi sull'alimentazione, guardiamo cosa accade infatti ai due istanti di commutazione telecamere:

Ricordiamo che la prima commutazione avviene quando le due sezioni si separano e cioè dopo circa 6 secondi dalla accensione, il programma poi mantiene il video della telecamera di fondo per circa 4 secondi e ricommuta sulla telecamera laterale.

Come si nota, a questi istanti di commutazione del relè video si hanno due brevi guizzi dell'accelerazione e ciò è imputabile ad un disturbo dovuto all'assorbimento iniziale del relè e della telecamera.

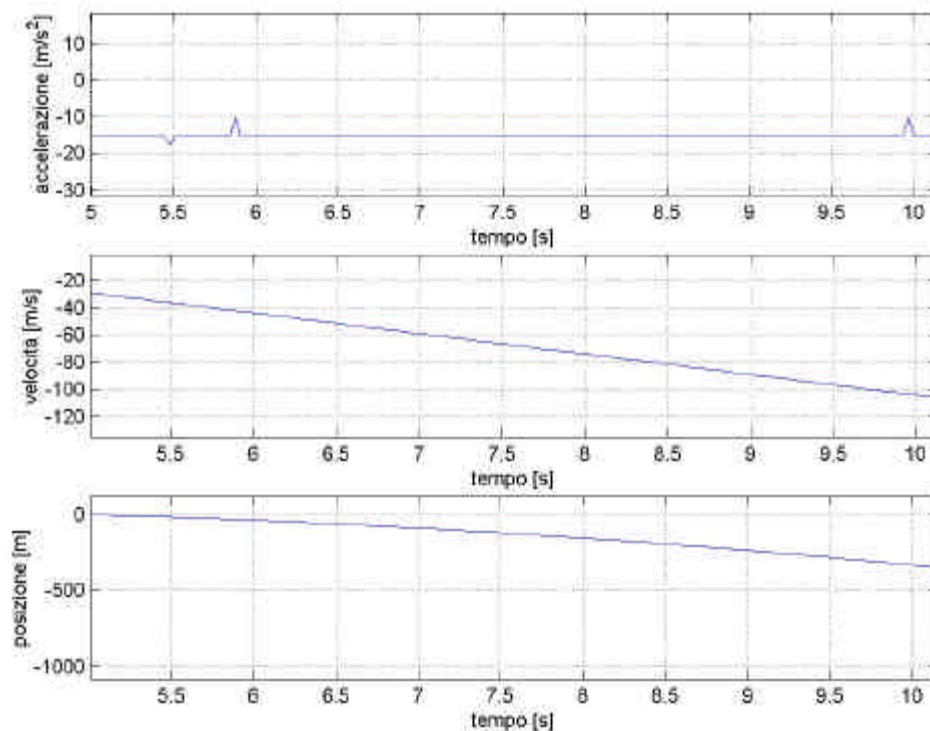


Figura 6: disturbi sulla accelerazione alla commutazione telecamere

Poco prima del primo impulso positivo se ne nota uno negativo e questo potrebbe essere dovuto alla spinta di distacco sezioni.

Il distacco delle sezioni avviene dando una spinta in avanti alla SS, per cui ci dovremmo aspettare un guizzo in positivo così come per la spinta dei motori, dunque questo primo impulso pare non rispecchiare le aspettative.

Quando il relè video commuta, abbiamo non solo una commutazione dell'uscita video ma anche della alimentazione sulle telecamere, dunque ci aspettiamo un rapido abbassamento della tensione di alimentazione dovuta a questo "spunto". Poiché l'accelerazione varia in maniera opposta all'uscita in tensione del sensore (per una nostra convenzione di avere le spinte positive), un abbassamento di quest'ultima comporta un innalzamento della accelerazione e questo è in accordo con i due disturbi successivi.

Un ultimo grafico mostra lo spettro del segnale acquisito, lo scopo è estrarre delle informazioni anche per quanto riguarda la banda del segnale in modo da poter effettuare un filtraggio ad hoc su scheda o eventualmente con filtro digitale prima di graficare i risultati:

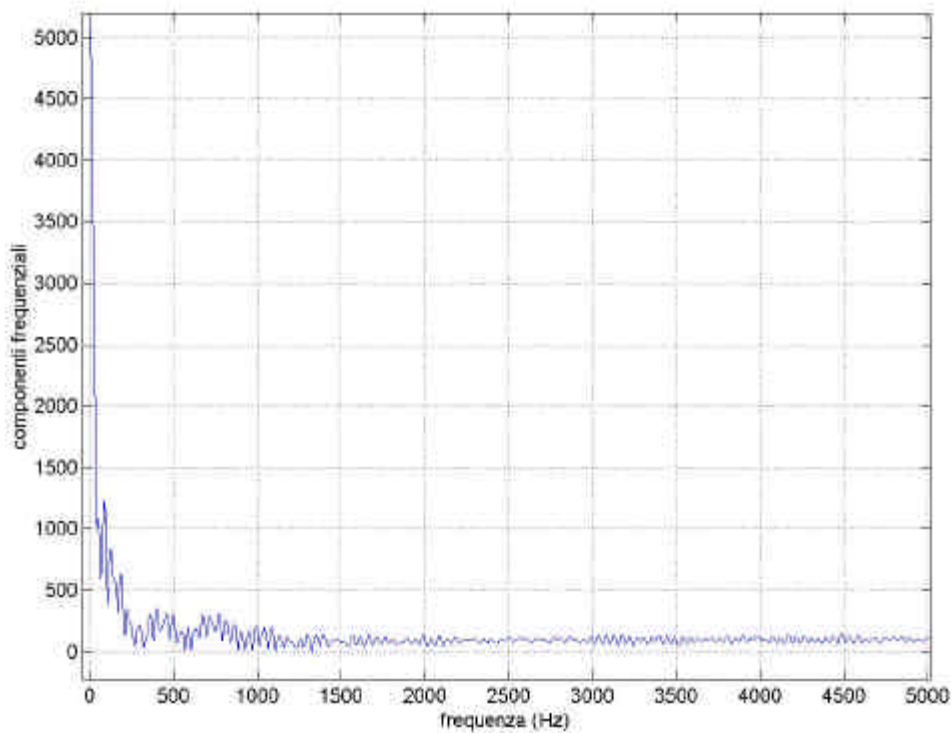


Figura 7: spettro dell'accelerazione acquisita

Si nota una dose frequenziale compresa nella banda ad 1.5 KHz, in accordo col filtraggio LP su scheda. La forma presenta un andamento che ricorda un seno cardinale a rapida estinzione e questo è dovuto alla forma della accelerazione che è approssimabile a due impulsi rettangolari, uno positivo per la spinta ed uno negativo per la decelerazione e discesa.

Lo spettro tende ad un valore costante diverso da zero e questo potrebbe tradursi nella presenza di un rumore bianco sovrapposto al segnale, anche se la frequenza di campionamento è molto bassa e non ci permette una elevata definizione per componenti ad altissima frequenza.