

Gravity Turn. Rocket Simulation with MATLAB

Boyan Naydenov

Universitat Politècnica de Catalunya

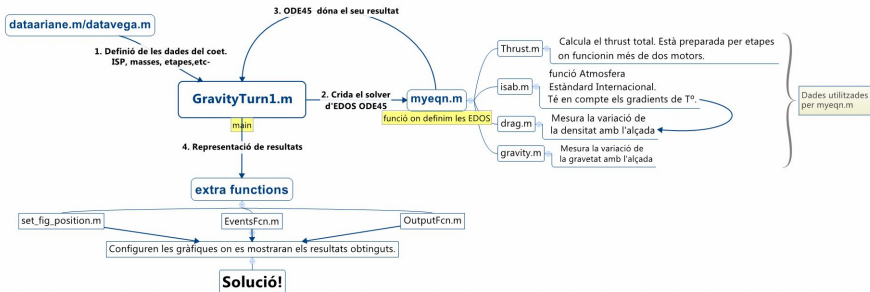
ETSEIAT. Sistemes Propulsius

Introducció

Aquest treball s'ha realitzat com a projecte per l'assignatura de Sistemes Propulsius, del mòdul de coets impartit pel professor **Manel Soria**.

Consisteix en la ínetgra elagboració d'un algoritme utilitzant el llenguatge Matlab. L'objectiu d'aquest es fer una **simulació real** dels diversos paràmetres que és necessiten conèixer durant el llançament d'un **coet**, com pot ser l'alçada, la velocitat, etc.

L'algoritme. Diagrama de funcionament



Hipòtesis

Tot i que el present programa s'apropa molt més a la realitat que no pas un càlcul fet analíticament, s'han hagut de prendre certes hipòtesis inicials.

- Angle δ de deflecció de l'empenta s'ha considerat 0.
- El cos del coet no genera sustentació i, per tant, angle d'atac α i angle de vol γ son els mateixos.

Per comprendre amb facilitat l'estructura del programa és recomanable llegir-se tant el diagrama de blocs anterior com les **anotacions interlínies** adjuntes al codi.

ODE Solver

El *solver* numèric ODE s'encarrega de resoldre de forma numèrica iterativa una o varies **ecuacions diferencials**. La seva utilitat sorgeix quan apareixen EDO'S difícilment solucionables a mà en un temps adequat. Es basen en el mètode matemàtic Runge-Kutta [1].

En el present codi s'ha emprat l'**ODE 45** què tot i no ser el més potent (ODE 113), és el més eficaç en relació qualitat/velocitat i és més que suficient per resoldre el sistema plantejat.

Comentaris i conclusions

Amb aquest projecte s'ha après molt i, sobretot, s'ha vist part del temari de l'assignatura de coets des d'un mitjà molt més pràctic i enriquidor per l'alumne. No sols es poden resoldre problemes més ràpidament sinó que aquests són més **reals** i amb els què s'aprèn més. Per exemple, s'ha tingut en compte, la importància del **lloc de llançament** així com la **velocitat de rotació** de la Terra. D'aquesta manera s'ha entès com d'important és aprofitar la superior velocitat que presenta la Terra en llocs propers a l'equador, ja que d'aquesta forma la podem emprar com a velocitat inicial del coet.

Per altra banda, mitjançant la simulació de diversos casos extrems amb el programa, s'ha entès la **utilitat del Gravity Turn**. Quan llencem un coet a l'espai, sols cal que aquest es giri una mica, després la gravetat s'encarregarà de girar-lo encara més.

Comentaris i conclusions

Aquest primer gir es pot aconseguir mitjançant una inclinació de les toveres. Així doncs, per una banda, ens estalviem l'energia que hauríem de gastar per col·locar-nos en òrbita. Per altra banda, si la trajectòria és completament vertical, les pèrdues per gravetat són molt grans. Per tant, com més ens apropem al cas de trajectòria perpendicular a la gravetat, menys pèrdues per aquesta apareixeran, fet què es tradueix a menys empenta per obtenir la mateixa acceleració.

Per finalitzar, gràcies a la feina realitzada, ara, s'ha adquirit un cert **ordre de magnitud** quant a viatges espacials que abans no es tenia, entre molts altres. Per altra banda, ha servit a l'autor per introduir-se en el món de **Matlab**, programa que li serà molt útil d'ara endavant.

Bibliografia



El mètode de Runge-Kutta [online]

http://www.frsn.utn.edu.ar/gie/an/mnedo/34_RK.html

.