
Alumna: Judit Casellas Vilaplana

Tutor: Òscar Garcia Pont

Astronàutica, el funcionament d'un coet

Presentació

El treball se centra a entendre com funciona un coet i què fa que sigui l'únic vehicle capaç de sobrevolar l'atmosfera terrestre. En el transcurs del redactat s'ofereix informació sobre els diferents tipus de coets, els seus motors i les seves parts, i què els diferencia entre ells. La peça transmet els coneixements bàsics físics i matemàtics sobre el moviment de la nau.

L'obra no només parla sobre el seu funcionament, sinó que també introdueix i desenvolupa l'àmbit astronàutic. Se'n descobreixen els inicis, els principals impulsors i les seves aportacions.

Metodologia

En el moment de treballar m'he basat en l'experiència i en l'observació dels fets. D'aquesta manera he obtingut uns resultats i els he interpretat i analitzat per arribar a unes conclusions.

He buscat informació ja existent de llibres, recursos webs, etc. La informació recopilada ha estat estudiada per obtenir uns resultats clars i poder transmetre-la de la manera més adequada. Aquesta informació inclou models matemàtics ja existents relacionats amb el tema, entre d'altres.



Maqueta del coet construït en la part
pràctica del treball: ROC12-03



La meua altra font d'informació ha estat el programa simulador OpenRocket 15.03 i càlculs matemàtics. D'aquí ha nascut la informació per a la part experimental.

Cos del treball

L'empenta és la força reactiva produïda per un motor d'un coet com a resultat de l'expulsió de gasos a alta velocitat. Aquest valor està determinat pel cost al qual el gas d'escapament és expulsat (un valor conegut com la massa per unitat de temps) i la velocitat dels gasos d'escapament. Suposant, per exemple, que el gas és expulsat a un cost de m kg de massa/segons a la velocitat de v_e m/s, llavors l'impuls d'empenta és mv_e/g_c kg de força, on g_c és igual a 32.174 (acceleració gravitacional a nivell del mar), la constant, i on la força i la massa són expressades en kg.

Però l'impuls total també ha de tenir en compte la pressió d'empenta, que si és mesurada en kg de força és igual a $A_e(p_e - p_a)$ on A_e és l'àrea en metres quadrats de la sortida del filtre, p_e és l'empenta de la pressió del gas, i p_a és la pressió al voltant de l'atmosfera. Com que la pressió de gas és constant, l'augment d'empenta amb l'altitud es pot calcular fàcilment. Això és important quan considerem la forma ideal de la tovera d'escapament, o la cambra d'expansió, optimitzant per on és requerida la

millor actuació. La pressió atmosfèrica és de 101.352,9 Pa a la superfície i 0 a l'espai; així, si l'àrea d'empenta, A_e , és considerada de 10 m², l'increment en empenta per arribar a l'espai serà de 93,4 kN.

La meua part pràctica consisteix en la realització del llançament d'un model de coet, per tal d'entendre'n el funcionament, ja que un coet de dimensions a gran escala és un enorme procés. Primerament, el coet es dissenya, es construeix i després es llança. El meu disseny és conegut com a Roc12-03.

El modelisme aeroespacial consisteix a construir petites maquetes, partint de la realització del seu disseny, construcció, llançament, recuperació i anàlisi del seu comportament. Poden ser rèpliques de coets reals o nous dissenys. Tenen finalitats diverses, com a hobby, font de coneixement i investigació, etc. Posa en joc les matemàtiques, la geometria, la física, la química, l'electrònica, el disseny per ordinador, l'aeronàutica i l'aerodinàmica.

M'he posat en contacte amb experts en el tema per tal de dur a terme tot el treball a l'entorn del Roc12-03. El disseny ha estat elaborat mitjançant la simulació del programa Open Rocket 15.03. D'aquesta manera s'ha pogut simular el vol amb unes característiques corresponents i veure si es pot dur a terme. Seguidament s'ha fet el llançament del Roc12-03 i se n'ha analitzat el comportament.

Conclusions

Començaré aquest apartat donant resposta a la hipòtesi que em vaig plantejar en un primer moment: *A partir d'un model de coet, es podrà simular un vol real i comparar-lo amb ell? Un programa informàtic és capaç de construir i encertar les mides del coet per garantir un vol estable? Sempre surten bé els intents de vol? Sabem tant com creiem saber sobre els coets?*

Puc afirmar per complet que un programa de disseny i simulació és prou fiable com per construir un coet model i garantir un vol estable. Ho he pogut comprovar en primera persona després de la meua experiència. Gràcies al programa OpenRocket 15.03, que m'ha facilitat moltíssim la feina i m'ha reduït els càlculs matemàtics quasi fins a arribar ser nuls, he pogut dur a terme la construcció d'un model de coet estable, el Roc12-03.

Seguidament puc afegir que no sempre surten bé els intents de vol. Però que tot depèn del seu esforç previ. Si s'han fet una construcció i un disseny curosos, delicats i buscant la perfecció, difícilment en el llançament sorgiran grans problemes. Com podria ser el cas del Roc12-03, perquè no es va parar suficient atenció en veure que no hi hauria paper ignífug suficient i que els fils que subjectaven el paracaigudes eren massa delicats. Un altre exemple més real seria el cas del *Challenger*, quan un petit descuit va provocar una gran catàstrofe.

Després de fer una enquesta m'he adonat que la gent no està gaire al corrent dels coneixements bàsics astronàutics. No només ho he pogut identificar amb l'enquesta, sinó amb la meua pròpia experiència. Després d'hores de recerca he pogut comprovar que darrere del nom de la NASA, per exemple, hi ha infinitat d'informació desconeguda. En viatjar a Madrid m'he adonat que, tot i creure que ho sabem tot, hi ha una infinitat de coses que se'ns escapen de les mans. Com, per exemple, que en ser l'única seu de la NASA a Espanya, són immensos el contingut i les instal·lacions que aplega. És a dir, que és molt fàcil dir «NASA», però tot el que porta al darrere és comparable a tot un món apart.

Les millores

El disseny del Roc12-03 és semblant al d'un míssil, especialment al dels V-2 utilitzats en la II Guerra Mundial (hi ha el disseny explicat en l'apartat 2.3 del Marc teòric). Després de dur a terme el llançament es van produir dos errors. El primer va ser la falta de paper ignífug i el segon va ser que s'hauria de reforçar la manera d'unir el paracaigudes amb el coet.

No va ser possible posar un altímetre al coet per problemes diversos, la qual cosa també és millorable, però s'aprecia que no va arribar als 200 metres. Pel seu pes (300 grams) hauria d'haver arribat als 200 metres.

Conclusió dels objectius

He pogut arribar a la conclusió que els coets inicien el seu moviment a causa de la combustió dels seus gasos, els quals produeixen l'impuls necessari que a causa de l'acció-reacció fa una força contrària ocasionant el seu moviment. Segons l'altura del vol desitjada els motors són més o menys potents.

Des de les novel·les de Jules Verne fins avui dia l'evolució de l'astronàutica ha estat immensa. L'evolució no para i està en ple creixement.

M'he adonat de la importància d'una bona construcció del coet, tenint cura fins i tot de l'últim detall, i de la gegantina plantilla d'enginyers i tècnics que hi ha darrere de cada operació.

Durant aquest treball he après a moure'm per tal d'aconseguir dur a terme un objectiu. He madurat a nivell estudiantil. M'ha sorprès descobrir l'entusiasme que es posa a l'hora de fer un treball d'un tema que realment t'agrada. La sensació de visió de futur durant el procés és agradable. He experimentat que no t'has de fiar simplement de la primera informació, sinó que has de comparar-la.

He estat molt a gust fent el treball, és important triar un tema amb el qual et sentis còmode i familiaritzat. De manera que tornaria a triar aquest tema, ja que m'ha obert moltes portes. He conegut gent molt aficionada de la qual he après molt. No només això, sinó que també he aprofundit moltíssim en un tema que realment m'apassiona.

Bibliografia o webgrafia

LLIBRES

- Mailer, N. (2009), *Moonfire*, Minas Gerais, Brazil.
- Baker, D. (2015), *Rocket, 1942 onwards, owners' Workshop Manual*, California, USA.
- Artola, R. (2009), *La carrera espacial: del Sputnik al Apolo 11*.

DOCUMENTS PDF

- JOAN REGÍ BLANCH (2014, 9 de desembre). Projecte de construcció d'un coet (En línia): <http://iesfredericmarti.xtec.cat/docs/recerca1415/Projecte%20de%20Construc-ci%C3%B3%20d'un%20Coet.pdf>
- RAMON CARRERAS (2010). Desenvolupament històric del coet espacial (En línia): http://projecte-hermes.upc.edu/Enginyeria_Aeroespacial/2B/Sistemes%20Propul-sius/M%C3%B2dul%20%20-%20Motors%20coet/0.%20Desenvolupament%20his-t%C3%B2ric%20del%20coet%20espacial.pdf
- <http://www.xtec.cat/~adonoso/WebVerne/NausEsp.pdf>
- JAUME SOLÉ BOSQUET. En ruta cap a l'espai: Disseny i construcció de coet amateurs.
- CONCURSO ESPACIAL. Diseña y Ponga en el aire su propio cohete (en línia): <http://webcache.googleusercontent.com/search?q=cache:2O16aMbQc80J:kimerius.com/app/download/5780664667/Dise%25C3%25B1e%2By%2Bponga%2Ben%2Bel%2Baire%2Bsu%2Bpropio%2Bcohete.pdf+&cd=1&hl=ca&ct=clnk&gl=es>
- JOSÉ L. San Emeterio. Proyecto Newton (En línia): http://recursostic.educacion.es/newton/web/materiales_didacticos/momento/aulamomento.pdf
- TRIPOLI-SPAIN. Proyecto de Construcción de un Modelo de Cohete para Certificación L3 (En línia): <http://www.tripoli-spain.org/Album/Misc/L3spanish.pdf>
- RICHARD A NAKKA (2007, 1 de març). Simplified Method for Estimating the Flight Performance of a Hobby Rocket. (En línia): <http://www.nakka.rocketry.net/articles/altcalc.pdf>
- JESUS MANUEL RECUENCO ANDRÉS (2008, 10 d'Octubre). Modelismo Espacial. Manual del constructor de modelos espaciales. (En línia): http://www.hobbymodel.es/upload/ModelismoEspacial_R6_Octubre_2008.pdf
- ESTES EDUCATOR (2012). Physis and Model Rockets (En línia): http://www2.estes-rickets.cin/pdf/Physics_Curriculum.pdf
- ESTES ROCKETS (2012). Elementary Mathematics of Model Rocket Flight. (En línia): http://www2.estesrockets.com/pdf/2844_Estes_Math_of_Model_Rocketry_TN-5.pdf
- <http://www.xtec.cat/~adonoso/WebVerne/NausEsp.pdf>

RECURSOS WEB

- <http://www.fai.org/records/aeromodelling-spacemodelling>
 - <http://www.space.com/7451-nasa-photos-reveal-rare-views-rocket-space-shuttle.html>
 - <https://www.lanasa.net/>
-

<http://plans.rocketshoppe.com/>
<http://openrocket.sourceforge.net/>
<http://jpcoheteria.com.ar/>
<http://hobbymodel.es>
<http://www.sierrafohhobbies.com/es/>
<http://www-istp.gsfc.nasa.gov/stargaze/Sgoddard.htm>
www.rocketcalculator.com
<http://siarchives.si.edu/history/exhibits/stories/robert-h-goddard-american-rocket-pioneer>
<http://www.aerospacweb.org/>
<http://www.profisica.cl>
<http://history.msfc.nasa.gov/vonbraun/bio.html>
<http://www.europerorocketry.com/>
<http://es.scribd.com/>
www.modelrockets.co.uk/shop
<http://lunar.org/docs/handbook/motors.shtml>
www.grc.nasa.gov
www.rocketmime.com/rockets
www.jpcoheteria.com.ar/CalculoCP.htm
<http://www.flyrockets.com/work.asp>
[http://www.mdsc.nasa.gov/upload/201409/Actividades_previas_\(Cohetes_secundaria\).pdf](http://www.mdsc.nasa.gov/upload/201409/Actividades_previas_(Cohetes_secundaria).pdf)
[http://www.mdsc.nasa.gov/upload/201409/Actividades_de_profundizacion_\(Cohetes\).pdf](http://www.mdsc.nasa.gov/upload/201409/Actividades_de_profundizacion_(Cohetes).pdf)
<http://www.mdsc.nasa.gov/index.php?Section=taller%20de%20cohetesb>
<http://heroicrelics.org/space-race.html>
http://historiaybiografias.com/carrera_especial0/
<http://wiki.kerbalspaceprogram.com/wiki/Parts/es>
<http://disseny-i-construccio-aeroespacial.blogspot.com.es/2013/01/la-forma-de-la-cofia.html>
<http://disseny-i-construccio-aeroespacial.blogspot.com.es/2012/04/aspectes-basics-dun-coet-de-llançament.html>
<http://www.xtec.cat/~adonoso/WebVerne/NausEsp.pdf>
<http://iesfredericmarti.xtec.cat/docs/recerca1415/Projecte%20de%20Construcci%C3%B3%20d'un%20Coet.pdf>
