

## Sinopsi del treball

### *Estudi de la trajectòria d'un nou satèl·lit d'observació oceànica*

---

#### **- Introducció**

El creixement sobtat i massificat d'algues als oceans és motiu de preocupació per a moltes empreses d'eliminació de sal i piscifactories, doncs degut a aquestes han rebut greus pèrdues econòmiques al llarg de la història. Es tracta dels HABs (*Harmful Algal Blooms*), o creixements massius d'algues amb molts efectes perjudicials. Com tota idea d'enginyeria calia un problema inicial, hipòtesi o necessitat a cobrir, i el fet de descobrir aquesta possibilitat em va permetre començar a pensar en un nou satèl·lit d'observació oceànica.

El treball de recerca consisteix en el disseny d'un satèl·lit capaç d'observar aquests fenòmens aquàtics i l'estudi de la trajectòria d'aquest a l'espai mitjançant les equacions del seu moviment i la representació de l'òrbita mitjançant coordenades esfèriques.

En aquest treball de recerca ha col·laborat un professor de matemàtica aplicada de la Universitat Politècnica de Catalunya duent a terme el seguiment del treball, així com un enginyer aeronàutic que està treballant a Guildford (Londres). També he realitzat entrevistes al Dr. Stuart Eves de Surrey Satellite Technology Limited i a l'empresa NanoSatisfi, situada a Califòrnia (EEUU).

#### **- Objectius**

La intenció del meu treball de recerca és, primer, investigar la ciència a l'espai i els paràmetres per a definir una òrbita concreta, de la mateixa manera recercar les estructures dels satèl·lits artificials per fer-nos una idea general dels subsistemes d'aquests. Tenint en compte que volem dur a terme el disseny d'un satèl·lit cal primer fer una recerca teòrica exhaustiva en totes les matèries tecnològiques relacionades. En el món de l'enginyeria espacial, hi intervenen enginyers i científics de diverses disciplines, cosa que cal tenir en compte a l'hora de veure quines són les necessitats d'una nau (tèrmiques, energètiques, telecomunicacions, estructurals, informàtica...).

Per a dur a terme l'objectiu pràctic, que és la primera iteració del disseny d'un satèl·lit i l'estudi matemàtic de la seva òrbita, caldrà estudiar els diversos elements orbitals, com l'explicació dels subsistemes d'un satèl·lit que cal cobrir perquè aquest funcioni correctament. La part d'enginyeria consisteix en realitzar un esbós del nostre hipotètic satèl·lit, definir els seus components i estructura necessaris, així com preveure'n el pressupost bàsic. L'estudi de la trajectòria consisteix en aplicar alguns mètodes matemàtics per cobrir les necessitats d'un procés de seguiment orbital. Aquests mètodes es basen en l'aplicació de les coordenades esfèriques i cilíndriques que ens permetran representar la posició del satèl·lit a l'espai projectada a la superfície de la Terra en qualsevol moment, i veure quin serà l'abast del satèl·lit d'observació, que ens interessa que cobreixi l'Oceà Atlàntic per complet. Tenint en compte la zona que ens interessa cobrir, així com d'altres requeriments que ens estableix

l'enginyer aeronàutic Nil Anglí com són les hores d'observació i l'angle dins el qual operen els sensors, haurem de ser capaços de buscar l'òrbita òptima per al nostre satèl·lit i estudiar-la, així com dissenyar un sistema de sensors apropiats per a analitzar mitjançant el *remote-sensing* la presència de matèria orgànica als oceans.

## - Metodologia de treball

En aquest capítol explicaré breument el mètode que he seguit a l'hora de realitzar el treball, així com les meves fonts d'informació principals.

Al principi vaig tenir el primer contacte amb el Josep M<sup>a</sup> Cors (seguiment de la part matemàtica del treball), la Carme Martínez (tutora del centre) i el Nil Anglí (enginyer aeronàutic que treballa en la construcció de satèl·lits). Durant la primera etapa la feina es va basar en l'aprenentatge. Havia d'aprendre tot el necessari per a entendre el moviment dels satèl·lits a l'espai i la representació de la trajectòria sobre gràfics. Per altra banda, també havia de buscar informació sobre satèl·lits d'observació terrestre, ja que la meva missió *Ocean Colour* entraria dins d'aquest gran grup d'instruments.

La part d'enginyeria es va realitzar amb el suport tècnic de l'enginyer aeronàutic Nil Anglí, i la part matemàtica d'estudi de l'òrbita òptima amb el professor de la Universitat Politècnica Josep M<sup>a</sup> Cors. Cal tenir en compte que els dos objectius s'havien d'acomplir en paral·lel, ja que un condicionava l'altre.

Gràcies a la feina feta a l'estiu vaig tenir temps d'aprofundir en els subsistemes del satèl·lit a partir de contactes amb empreses i organismes del sector (*Nanosatisfi, Parc Aeronàutic de Catalunya, Agrupació ASTER*). També vaig dur a terme l'entrevista al doctor en constel·lacions de satèl·lits Stuart Eves.

Degut a l'amplitud del tema, és important acotar i posar límits al què es vol recercar. Per aquest motiu sempre que buscava informació s'havia de fer en pàgines especialitzades i amb una constant revisió del què s'estava aprenent. Pel que fa a la part pràctica, ha calgut entendre els conceptes i els procediments necessaris (Coordenades esfèriques, escala de Miller, transportar i escalar funcions...).

Les fonts d'informació principals han estat trobades a la xarxa, ja que com he dit el tema és molt especialitzat i costa trobar llibres efectius a llibreries properes que no siguin les de la Universitat. Tot i així, s'ha treballat força amb llibres electrònics que m'han permès accedir a continguts molt interessants.

## - Resultats de la investigació i conclusions

Un cop acabat el meu treball de recerca tinc moltes coses a comentar. Anem a parlar de les conclusions que en traiem d'aquesta investigació. A partir dels requeriments i de la missió proposada vaig indagar en el món del *remote-sensing* cosa que em va fer decidir unes característiques determinades per al meu satèl·lit. Aquest és capaç d'analitzar la presència d'algues als oceans, en el nostre cas l'Oceà Atlàntic, basat en la radiometria oceànica. Aquesta tècnica es basa en la interacció de la llum solar (Infraroig, ultraviolada i espectre visible) amb l'aigua del mar. Segons la presència o no d'algues i de matèria orgànica a l'aigua (*Colored Dissolved Organic Matter*), la llum solar rebota d'una manera o d'una altra amb l'aigua, cosa que el satèl·lit és capaç

d'analitzar amb un seguit de sensors que operen en 6 bandes de l'espectre electromagnètic.

Pel que fa a l'òrbita, cal dir que ens hem trobat que dissenyar la trajectòria per a un satèl·lit concret té grans limitacions que venen donades per les necessitats estructurals del satèl·lit i els seus modes d'operació. Així, la limitació de tenir un satèl·lit entre 600 i 900 km fa que el rang d'òrbites possibles es redueixi molt, tenint en compte la poca variabilitat que ofereix el canvi en l'altura. A més, la necessitat de pensar en un satèl·lit que cobris l'Oceà Atlàntic també ens va fer triar una òrbita de tipus polar i circular.

D'aquesta manera, a partir dels gràfics i els estudis per als diversos tipus d'òrbita possible pel que feia a inclinació, hem anat veient quines serien les característiques finals de l'òrbita. Vistes les circumstàncies i havent treballat amb la inclinació, vam poder descobrir que, complint les fixacions tècniques d'hora de llum i posició del satèl·lit només es podria fer un mapa complet del món, sense buits, al cap de 9 setmanes com a mínim.

Pel que fa a la part estructural del satèl·lit val a dir que ens hem adonat del preu que comporta una missió espacial d'aquestes característiques, tot i haver provat de triar una estructura versàtil i senzilla. Pel que fa a la massa també és un altre aspecte a tenir en compte, ja que aquesta augmenta força ràpid i si es vol un satèl·lit de baix pes cal tenir en compte els materials i els límits amb precisió i deteniment.

Si seguís el treball el camí que agafaria seria el del disseny del satèl·lit de forma íntegra, que faria l'enginyer de missió al rebre la proposta. La selecció dels instruments es podria fer en base al què hem après i només caldria fer un disseny òptim que permetés l'estabilitat energètica de la nau, així com el control tèrmic.

Per acabar m'agradaria defensar la necessitat dels satèl·lits i la recerca espacial, inclús en moments com els d'ara, doncs m'he adonat de primera mà de la gran importància que tenen els satèl·lits i la investigació científica en general per a la comunitat on vivim.