

Δορυφόροι

Αριστείδης Μυλωνάς

Κάθε σώμα το οποίο εκτελεί περιφορά και διαγράφει κλειστή καμπύλη (έλλειψη ή κύκλο) γύρω από ουράνιο σώμα λόγω της ελκτικής δύναμews που ασκείται πάνω του, λέγεται δορυφόρος του ουρανίου σώματος. Η κίνηση ενός δορυφόρου διέπεται από τους νόμους του Kepler και η τροχιά του υπολογίζεται με την εφαρμογή των νόμων της Νευτώνειας Μηχανικής. Η μορφή της τροχιάς προσδιορίζεται μονοσήμαντα από το ύψος, το μέτρο και την κατεύθυνση της ταχύτητας που έχει ο δορυφόρος τη στιγμή που μπαίνει σε τροχιά.

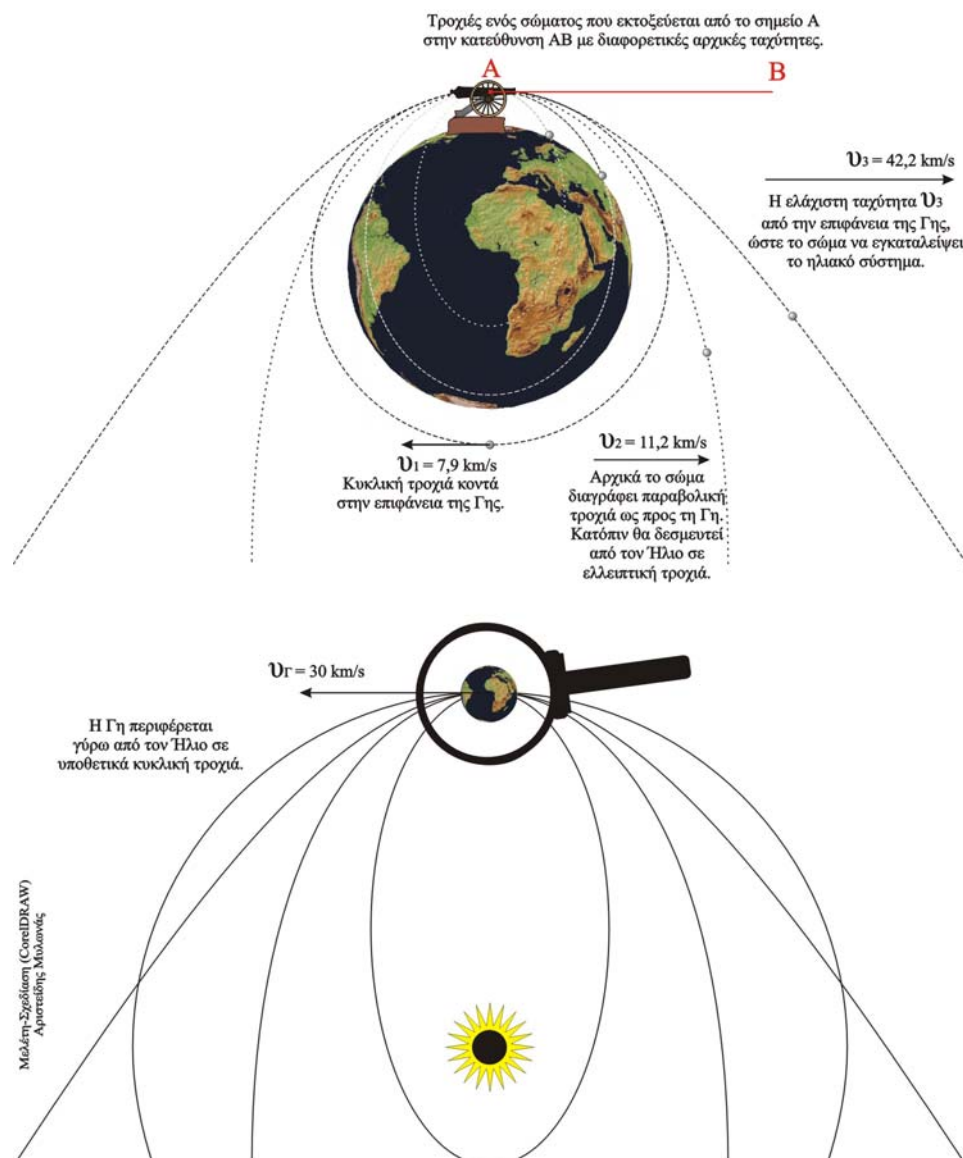
Όλοι οι πλανήτες και οι αστεροειδείς του ηλιακού μας συστήματος, αλλά και οι περισσότεροι κομήτες διέπονται από τους ίδιους νόμους, αφού και αυτοί με την σειρά τους περιφέρονται ως δορυφόροι γύρω από τον Ήλιο. Εκτός από τους φυσικούς δορυφόρους όπως είναι η Σελήνη (δορυφόρος της Γης), ο Τιτάνας (δορυφόρος του Κρόνου) κ.α., έχουμε και τους τεχνητούς.

Τεχνητοί Δορυφόροι

Τεχνητός δορυφόρος καλείται κάθε ανθρώπινο κατασκεύασμα ή σώμα, που έχει τεθεί από τον άνθρωπο, σε δορυφορική τροχιά γύρω από την Γη ή ακόμη γύρω από ουράνιο σώμα του ηλιακού μας συστήματος.

Κάθε δορυφόρος της Γης γράφει ελλειπτική τροχιά, μία εστία της οποίας κατέχει το κέντρο της Γης που την θεωρούμε κατά προσέγγιση σφαιρική. Στις περιπτώσεις που κατά προσέγγιση μπορούμε να θεωρήσουμε ότι η κίνηση ενός δορυφόρου είναι κυκλική (εκφυλισμένη έλλειψη), η Γη βρίσκεται στο κέντρο της κυκλικής αυτής τροχιάς. Η μόνη δύναμη που ασκείται στον δορυφόρο είναι η ελκτική δύναμη που ασκεί η Γη και επενεργεί ως κεντρομόλος.

Οι τροχιές των σωμάτων



Τυπολόγιο

$$\text{Η ταχύτητα του δορυφόρου ισούται με: } GM_e m \cancel{r}^2 = m u^2 \cancel{r} \Leftrightarrow u = \sqrt{GM_e \cancel{r}}$$
$$\text{έχει περίοδο περιφοράς: } T_p = (2\pi \sqrt{GM_e}) r^{3/2}$$

Από τις εξισώσεις που διέπουν τους δορυφόρους οδηγούμαστε σε χρήσιμα συμπεράσματα:

1. Όσο μικρότερη είναι η ακτίνα της τροχιάς ή το ύψος του δορυφόρου, τόσο μεγαλύτερη είναι η ταχύτητά του. Το αντίθετο συμβαίνει με την περίοδο. Δηλαδή οι δορυφόροι που βρίσκονται πλησιέστερα στην Γη έχουν μικρότερη περίοδο. Κοντά στην επιφάνεια της Γης είναι $T=84,4$ min.
2. Για να γίνει ένα σώμα δορυφόρος, θα πρέπει να του προσδώσουμε μια ελάχιστη οριζόντια ταχύτητα που ονομάζεται "πρώτη κοσμική ταχύτητα" και για μικρό ύψος από το έδαφος είναι ίση με 7,9 Km/s.
3. Έστω ότι ισχύει $E=0$, δηλαδή το $r \rightarrow \infty$ και το $u \rightarrow 0$, συνεπάγεται πως η ελάχιστη τιμή του μέτρου της ταχύτητας με την οποία πρέπει να εκτοξευτεί από ορισμένο ύψος ένα σώμα, ώστε να μπορέσει να κινηθεί σε άπειρη απόσταση από τη Γη, ονομάζεται "ταχύτητα διαφυγής". Όταν η εκτόξευση πραγματοποιείται από το έδαφος, η ταχύτητα αυτή καλείται "δεύτερη κοσμική ταχύτητα" και ισούται με $u_{\text{διαφ}} = \sqrt{g_0 R}$. (Για τη επιφάνεια της Γης 11,2 Km/s). Επίσης αποδεικνύεται πως στην ειδική περίπτωση που $E=0$ η τροχιά του σώματος είναι αρχικά παραβολή ως προς την Γη και το σώμα δεσμεύεται οριστικά από τον Ήλιο. Έτσι λοιπόν για να υπερνικηθεί η γήινη βαρύτητα, θα πρέπει το σώμα να εκτοξευτεί με τη ταχύτητα διαφυγής ή δεύτερη κοσμική ταχύτητα, οπότε θα κινείται με την επίδραση της έλξης του Ήλιου. Θα γίνει έτσι ένας "τεχνητός αστεροειδής" που θα περιφέρεται γύρω από τον Ήλιο.
4. Εάν $E < 0$, η τροχιά του σώματος είναι κλειστή καμπύλη-έλλειψη δεσμευμένη από τη βαρύτητα της Γη και ενεργειακά απαγορεύονται οι άπειρα μεγάλες αποστάσεις.
5. Εάν $E > 0$, η τροχιά του σώματος είναι ανοιχτή καμπύλη αρχικά υπερβολή ως προς τη Γη και θα μπορούσε το σώμα να κινηθεί και να εγκαταλείψει το ηλιακό σύστημα. Επειδή όμως το βαρυτικό πεδίο του Ηλίου είναι πολύ ισχυρότερο της Γης, η ταχύτητες μεταξύ των 11,2 Km/s και 42,2 Km/s δεν φτάνουν για ταξίδι έξω από το ηλιακό μας σύστημα. Έτσι λοιπόν για να υπερνικήσουμε την έλξη του Ήλιου πρέπει η διαστημοσυσκευή που θα εκτοξευτεί από την Γη να έχει ταχύτητα άνω των 42,2 Km/s. Η ταχύτητα εκτόξευσης των 42,2 Km/s (από τη Γη και κατά τη κατεύθυνση της περιφοράς της Γης γύρω από τον Ήλιο), ονομάζεται "τρίτη κοσμική ταχύτητα". (Η ταχύτητα διαφυγής από το πεδίο έλξης του Ηλίου είναι το 1,4 της κυκλικής ταχύτητας, η οποία στην απόσταση της Γης ισούται με 30 Km/s περίπου ($1,4 \times 30 \text{ Km/s} = 42,2 \text{ Km/s}$)).

I Κατηγορίες δορυφόρων

Σήμερα χρησιμοποιούμε εκατοντάδες δορυφόρους στις παγκόσμιες τηλεπικοινωνίες, στην άμυνα, στην ναυσιπλοΐα, στην πρόγνωση του καιρού, στις αγροτικές χωρομετρήσεις, στις δασικές χορογραφήσεις κ.α.

A Τηλεπικοινωνιακοί δορυφόροι. Διευκολύνουν την επικοινωνία μεταξύ των κατοίκων της Γης και μεταδίδουν το ραδιοφωνικό, τηλεοπτικό ή τηλεφωνικό σήμα σε μεγάλες αποστάσεις χωρίς την βοήθεια των καλωδίων ή της επίγειας μικροκυματικής τεχνολογίας. Υπάρχει πυκνότατο δίκτυο τηλεπικοινωνιακών δορυφόρων, μέσω του οποίου σήμερα είναι δυνατή η αποστολή και λήψη ψηφιακής πληροφορίας (data), από και προς οποιοδήποτε σημείο της Γης. Συνήθως οι δορυφόροι αυτοί βρίσκονται σε γεωστατικές τροχιές.

B Δορυφόροι αεροπλοΐας-ναυσιπλοΐας και εύρεσης θέσης. Μας βοηθούν να εντοπίζουμε την γεωγραφική μας θέση ή την θέση ενός κινούμενου οχήματος με ακρίβεια και μας παρέχουν πληροφορίες για την πορεία μας την ταχύτητά μας το ύψος μας κ. α. Έχουν μεγάλη εφαρμογή στην ναυτιλία που σε συνδυασμό με υπολογιστικά συστήματα ναυσιπλοΐας κάνουν τον πλου ασφαλέστερο και φθηνότερο. Σήμερα υπάρχουν δύο μεγάλα δίκτυα τέτοιων δορυφόρων που αποτελούνται από εικοσιτέσσερις δορυφόρους το καθένα (21+3 εφεδρικοί), με τα ονόματα GPS(USA) και GLONASS (RUSSIAN). Αυτοί οι δορυφόροι περιφέρονται σε ύψος των 10.000 km περίπου. Η E.S.A. (European Space Agency) σχεδιάζει ανάλογο δίκτυο για το 2002.

Γ Μετεωρολογικοί δορυφόροι. Καταγράφουν τις κινήσεις της ατμόσφαιρας της Γης και τροφοδοτούν με στοιχεία τους επίγειους μετεωρολογικούς σταθμούς. Σήμερα έχει σχηματιστεί ένα δίκτυο μετεωρολογικών δορυφόρων που περιβάλλει τη Γη και από την επεξεργασία των στοιχείων που αποστέλλουν γίνεται δυνατή η καλύτερη πρόβλεψη του καιρού.

Δ Στρατιωτικοί δορυφόροι. Εξυπηρετούν στρατιωτικούς σκοπούς. Οι λειτουργίες τους και οι τροχιές που ακολουθούν είναι διαβαθμισμένες (όπως όλες οι στρατιωτικές πληροφορίες). Πολλοί τέτοιοι δορυφόροι είναι

κατασκοπευτικοί που εντοπίζουν και καταγράφουν νύχτα-μέρα τις κινήσεις στρατιωτικών μονάδων αλλά και κατευθύνουν στρατηγικά βλήματα μεγάλου βεληνεκούς.

Ε Δορυφόροι γεωφυσικών μελετών και ανίχνευσης πλουτοπαραγωγικών πηγών. Είναι εφοδιασμένοι με ειδικά συστήματα που τους επιτρέπουν να κάνουν γεωφυσικές παρατηρήσεις και να ανιχνεύουν την ύπαρξη πλουτοπαραγωγικών πηγών στο στερεό φλοιό της Γης. Μπορούν και εντοπίζουν κοπάδια ψαριών, μας δίνουν στοιχεία για τις κινήσεις και εν γένει την συμπεριφορά των πτηνών, εντοπίζουν πετρελαιοφόρα κοιτάσματα, κινήσεις παγόβουνων, κ.λ.π.

ΣΤ Δορυφόροι στην υπηρεσία αρχαιοτήτων. Σήμερα οι δορυφόροι συγκαταλέγονται στα κυριότερα βοηθήματα και στην αρχαιολογία. Οι ειδικές κάμερες που διαθέτουν μπορούν να βλέπουν σε διάφορα μήκη κύματος και να ανιχνεύουν αρχαιολογικούς τόπους στο υπέδαφος. Διαθέτουν σαρωτές που "βλέπουν" στο υπέρυθρο φάσμα και μετρούν διακυμάνσεις θερμοκρασίας του εδάφους αποκαλύπτοντάς μας έτσι αρχαία ερείπια και αρχιτεκτονήματα.

Ζ Δορυφόροι επιστημονικών παρατηρήσεων όπως στην αστρονομία, στην γεωδαισία, στις διαπλανητικές επιστήμες, στην μελέτη βιολογικών συστημάτων υπό συνθήκες έλλειψης βαρύτητας, στις μελέτες κοσμικής ακτινοβολίας και ηλιακής φυσικής κ.α.

II Εκτόξευση δορυφόρων

Για να τοποθετηθεί ένας δορυφόρος σε τροχιά απαιτείται τρομακτική ποσότητα σε ενέργεια η οποία πηγάζει από τους ισχυρούς πυραύλους του διαστημοπλοίου. Η χημική ενέργεια των υγρών καυσίμων μετατρέπεται σε δυναμική (ύψος) και κινητική ενέργεια (ταχύτητα). Για να εξασφαλιστεί η τροχιά, ο δορυφόρος θα πρέπει να φθάσει σε ένα ύψος τουλάχιστον 200 km και η ταχύτητά του θα πρέπει να ξεπερνά τα 29.000 km/h (ή 8 km/s).

Οι πύραυλοι διαθέτουν ορόφους με δεξαμενές καυσίμων ανάλογα με το είδος της αποστολής τους οι οποίοι σταδιακά θέτονται σε λειτουργία σε ακριβείς και συγκεκριμένους χρόνους για να επιτευχθεί η ακρίβεια της τροχιάς. Έτσι εάν θέλουμε να θέσουμε ένα δορυφόρο σε γεωστατική τροχιά πρέπει ο πύραυλος που θα εκτελέσει την αποστολή να διαθέτει πάνω από δύο ορόφους αφού απαιτείται μεγάλη ώση για να κατορθώσει να φθάσει το μεγάλο ύψος των 35.870 km. Σε αυτό ακριβώς το ύψος ο δορυφόρος εκτοξεύεται από το τελευταίο στάδιο του πυραύλου με την κατάλληλη γωνία και ταχύτητα προκειμένου αυτός να κινείται σε κυκλική τροχιά και να έχει περίοδο περιφοράς 24 ώρες. Μερικές φορές για λόγους οικονομίας θέτουμε σε τροχιά δορυφόρους, που ίπτανται σε μικρό ύψος με τη βοήθεια αεροπλάνων που δυστυχώς όμως δεν έχουν μακρό βίο μιας και οι τριβές της ατμόσφαιρας είναι υπολογίσιμες. Σήμερα χρησιμοποιείται και το διαστημικό λεωφορείο τόσο για να τοποθετούμε τεχνητούς δορυφόρους στο διάστημα όσο και να τους φέρνουμε πίσω στη Γη για τυχόν επισκευή.

III Δραστηριότητες στο διάστημα

Οι δορυφόροι δέχονται μεγάλες καταπονήσεις κατά την εκτόξευση. Επιπρόσθετα πρέπει να λειτουργούν για μεγάλο διάστημα χωρίς βλάβες στο αφιλόξενο περιβάλλον του διαστήματος. Γι' αυτούς τους λόγους χρησιμοποιείται τεχνολογία που έχει δοκιμαστεί με επιτυχία στο παρελθόν στη Γη. Οι δορυφόροι πρέπει να διαθέτουν αυτόνομα συστήματα και ασπίδες προστασίας που θα συντελέσουν στην επιβίωσή τους στο βίαιο και σκοτεινό διάστημα.

A ΤΡΟΦΟΔΟΣΙΑ

Κάθε δορυφόρος χρειάζεται ενέργεια για να καλύψει τις ανάγκες λειτουργίας του. Αυτή εξασφαλίζεται κυρίως από τον Ήλιο με την βοήθεια πλαισίων (panels) που διαθέτουν ηλιακά κύτταρα και από συσσωρευτές που λειτουργούν ως back up.

B ΠΡΟΣΑΝΑΤΟΛΙΣΜΟΣ

Οι λόγοι για τους οποίους κάνει τον ακριβή προσανατολισμό ενός δορυφόρου επιτακτική ανάγκη είναι πολλοί. Πρώτα από όλα θα πρέπει τα πλαίσια με τα φωτοκύτταρα να είναι πάντα στραμμένα προς τον Ήλιο, να κοιτάζουν οι κάμερες και οι κεραίες επικοινωνίας προς την Γη και οι αισθητήρες προς το σημείο της αρεσκείας μας. Αν πρόκειται για αστρονομικό ή άλλο επιστημονικό δορυφόρο ή ακόμη και για τροχιακό παρατηρητήριο (όπως για παράδειγμα το διαστημικό τηλεσκόπιο Hubble) θα πρέπει να βρίσκεται σε συνεχή στροφή προς το αντικείμενο παρατήρησης ή προς το υπό μελέτη φαινόμενο. Στις μεθόδους που εφαρμόζουμε για να διατηρήσουμε τον προσανατολισμό συμπεριλαμβάνονται προωθητήρες προσανατολισμού και χωροθέτησης (μικροί πυραυλοκινητήρες), περιστρεφόμενοι σφόνδυλοι που λειτουργούν ως γυροσκόπια και μαγνητικές συσκευές που αλληλεπιδρούν κατάλληλα με το μαγνητικό πεδίο της Γης με αποτέλεσμα τη διατήρηση της θέσης και του προσανατολισμού.

Γ ΔΙΑΔΟΣΗ ΘΕΡΜΟΤΗΤΑΣ

Ο μοναδικός τρόπος για να έχουμε μεταφορά θερμότητας από έναν δορυφόρο και με αυτόν τον τρόπο να διατηρείται σε ανεκτά επίπεδα θερμοκρασίας είναι μέσω της ακτινοβολίας αφού στο διάστημα δεν έχουμε αέρα. Έτσι οι δορυφόροι διαθέτουν πλαίσια με ειδικά «στόρια» και στοιχεία που ακτινοβολούν και με αυτό τον τρόπο ελέγχονται τόσο οι προσπτώμενες ακτίνες του Ηλίου όσο και η θερμότητα που εκπέμπεται στο διάστημα η οποία προέρχεται κυρίως από τις ηλεκτρονικές συσκευές του δορυφόρου.

Δ ΚΟΣΜΙΚΗ ΑΚΤΙΝΟΒΟΛΙΑ ΚΑΙ ΠΡΟΣΤΑΣΙΑ ΜΙΚΡΟΜΕΤΕΩΡΙΤΩΝ

Οι δορυφόροι εκτός των άλλων καλούνται να αντιμετωπίσουν δύο βασικούς εχθρούς που τους φθείρουν σιγά-σιγά με τον χρόνο και πολλές φορές τους αχρηστεύουν ολοκληρωτικά. Αυτοί είναι η κοσμική ακτινοβολία και σωματίδια που προέρχονται κυρίως από τον Ήλιο και η πρόσκρουση μικρομετεωριτών από το διάστημα. Σε αντίθεση με τους δορυφόρους η Γη διαθέτει ασπίδες προστασίας όπως είναι το μαγνητικό πεδίο της, η ατμόσφαιρά της και το όζον της ατμόσφαιρας. Η ακτινοβολία και τα σωματίδια επηρεάζουν τους επεξεργαστές των υπολογιστών ενός δορυφόρου και με τον καιρό προσβάλλει μερικά από τα υλικά κατασκευής του θρυμματίζοντάς τα. Τέλος η τροφοδοσία με την πάροδο του χρόνου μειώνεται αφού μειώνεται αντίστοιχα και η απόδοση των φωτοκύτταρων που παράγουν ηλεκτρική ενέργεια λόγω των μικρομετεωριτών που τα σφυροκοπούν αδιάκοπα.

IV Επάνοδος και εκποίηση των δορυφόρων

Η ζωή ενός δορυφόρου είναι πεπερασμένη είτε από «φυσικό γύρας» είτε από βίαιο θάνατο λόγω απρόβλεπτων παραγόντων που τον θέτουν σε μερική ή ολική αχρηστία. Οι δορυφόροι μετά το πέρας της λειτουργίας τους συνεχίζουν να περιφέρονται άσκοπα σε σχετικά υψηλές τροχιές ως "παλιοσίδηρο". Οι υπόλοιποι όμως χάνουν σιγά-σιγά ύψος αυξάνοντας παράλληλα μοιραία η ταχύτητά τους και καίγονται από την τριβή τους με την ατμόσφαιρα. Κάποιες φορές το καυτό ταξίδι της επιστροφής το προκαλούν οι ίδιοι οι τεχνικοί που παρακολουθούν και κατευθύνουν τον δορυφόρο για να συλλέξουν κάποιο τμήμα του όπως π.χ. μια κασέτα εκτεθειμένου φωτογραφικού φιλμ. Βεβαίως σε αυτή την περίπτωση θα πρέπει το σύστημα αυτό να έχει εφοδιαστεί με ασπίδα προστασίας που θα ανθίσταται στις υψηλές θερμοκρασίες.

A ΦΘΙΝΟΥΣΑ ΤΡΟΧΙΑ ΚΑΙ ΕΠΑΝΟΔΟΣ

Οι δορυφόροι που ίπτανται σε τροχιά μερικές εκατοντάδες χιλιόμετρα από την επιφάνεια της Γης βρίσκονται σε συνεχή τριβή με την αραιή ατμόσφαιρα. Η πυκνότητα της ατμόσφαιρας μειώνεται δραματικά με το ύψος που είναι συνυφασμένη με τον χρόνο ζωής του δορυφόρου. Αντίθετα όμως, το κόστος της αποστολής για τροχιές σε μεγάλα ύψη αυξάνεται. Σε συνάρτηση λοιπόν με το επιζητούμενο χρόνο ζωής και το μέγεθος των εκτεθειμένων επιφανειών του δορυφόρου, αποφασίζεται τελικά το ύψος που θα του χαρίσει το μεγαλύτερο δυνατό χρόνο ζωής. Γνωρίζουμε ότι οι δορυφόροι που πετούν στα 200 km έχουν το πολύ τρεις μήνες ζωή, στα 300 km έχουν 2 έως 5 χρόνια και άνω των 1000 km μπορούν να λειτουργούν για χιλιάδες χρόνια !

B ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΤΩΝ ΔΟΡΥΦΟΡΩΝ

Το διάστημα πολλές φορές μας φαντάζει κενό και απέραντο. Στην πραγματικότητα όμως είναι γεμάτο με σκόνη και αέρια που σε μικρή σχετικά απόσταση από την Γη βρίσκονται σε αξιοσημείωτες ποσότητες. Ακόμη ο μεγάλος αριθμός των δορυφόρων τα τελευταία χρόνια καθιστούν κάτι παραπάνω από επιτακτική ανάγκη τον έλεγχο και την διαχείρισή τους, τόσο για την ασφάλεια των άλλων δορυφόρων και διαστημοσυσκευών όσο και για την εύρυθμη λειτουργία των συστημάτων τηλεπικοινωνίας χωρίς παρεμβολές.

V Οι τροχιές των δορυφόρων

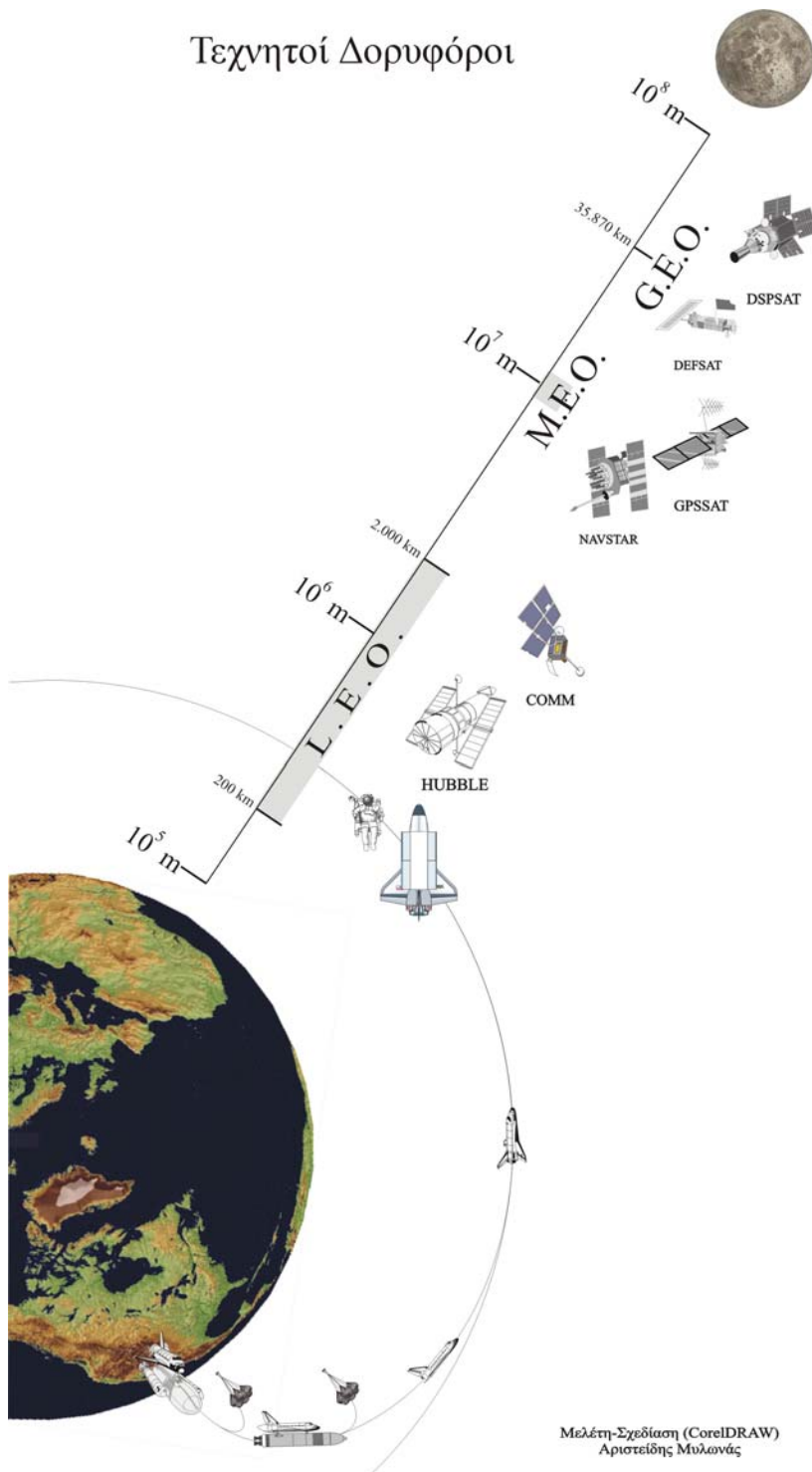
Τα χαρακτηριστικά που ορίζουν την τροχιά ενός δορυφόρου είναι το σχήμα, το ύψος και η γωνία που σχηματίζεται μεταξύ του επιπέδου της τροχιάς και του επιπέδου του ισημερινού της Γης. Ανάλογα με τη φύση του δορυφόρου ή το είδος της αποστολής επιλέγουμε αντίστοιχα και την τροχιά. Μερικοί δορυφόροι έχουν πολύ ελλειπτικές τροχιές αλλά οι περισσότεροι δορυφόροι έχουν κυκλική τροχιά, (στην πραγματικότητα είναι και αυτές ελλειπτικές αλλά επειδή έχουν πολύ μικρή εκκεντρότητα: $e \rightarrow 0$ τις θεωρούμε κυκλικές). Οι δορυφόροι πετούν πάνω από διαφορετικά γεωγραφικά πλάτη ανάλογα την γωνία ως προς το επίπεδο του ισημερινού της Γης. Μερικοί δορυφόροι κινούνται δεξιόστροφα γύρω από τη Γη αλλά οι περισσότεροι κινούνται αριστερόστροφα (αντίθετα από τους δείκτες του ρολογιού).

A Γεωστατική (γεωσύγχρονη-ισημερινή "GEO") τροχιά έχουν οι δορυφόροι που κινούνται γύρω από τον ισημερινό σε συγκεκριμένο ύψος των 35.870 km. Έχουν περίοδο περιφοράς 24 ώρες και για αυτό το λόγο εμφανίζονται ακίνητοι στον ουρανό πάνω από τον ισημερινό (γεωστάσιμοι). Οι δορυφόροι που χρησιμοποιούν γεωσύγχρονες τροχιές είναι κυρίως τηλεπικοινωνιακοί στρατιωτικοί και μετεωρολογικοί.

B Χαμηλές τροχιές (Low Earth Orbit) έχουν οι δορυφόροι που κινούνται σε μικρό σχετικά ύψος έως τα 2.000 km. Σχεδόν όλοι οι δορυφόροι αποκτούν τέτοια τροχιά μετά την εκτόξευση. Στην περίπτωση που θέλουμε υψηλότερη τροχιά τότε λειτουργεί πύραυλος που θα μεταφέρει τον δορυφόρο στον τελικό προορισμό. Αυτές οι τροχιές ελαχιστοποιούν το κόστος της αποστολής ενώ παράλληλα αποφεύγονται οι ζώνες ακτινοβολίας Van Allen με τα επιβλαβή σωματίδια υψηλών ενεργειών. Εκεί βρίσκονται δορυφόροι που μεταφέρουν δεδομένα (data), κατασκοπευτικοί δορυφόροι, μετεωρολογικοί, επιστημονικοί κ.α.

Γ Μεσαίες τροχιές (Medium Earth Orbit) έχουν οι δορυφόροι που κινούνται σε ύψος γύρω στα 10.000 km περίπου και συνδυάζουν πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα των άλλων δορυφόρων (L.E.O. και G.E.O.) Οι δορυφόροι που χρησιμοποιούν τέτοιες τροχιές είναι κατά κύριο λόγο τηλεπικοινωνιακοί και δορυφόροι ναυτιλίας (όπως τα δύο μεγάλα δίκτυα με τα ονόματα GPS(USA) και GLONASS (RUSSIAN)).

Τεχνητοί Δορυφόροι



Δ Πολικές τροχιές (Polar Orbits) έχουν οι δορυφόροι που κινούνται μεταξύ των δύο πόλων της Γης και το επίπεδο της τροχιάς τους παρουσιάζει μεγάλη κλίση ως προς το επίπεδο του ισημερινού της Γης. Οι περισσότεροι δορυφόροι με πολική τροχιά απαντώνται σε χαμηλές τροχιές L.E.O.. Πολικές τροχιές έχουν πολλοί επιστημονικοί δορυφόροι όπως αυτοί που μας δείχνουν τα επίπεδα του όζοντος, την κατάσταση των δασών και τις καλλιέργειες. Επίσης πολικές τροχιές έχουν ορισμένοι μετεωρολογικοί αλλά και στρατιωτικοί δορυφόροι που μας δίνουν εικόνα της κίνησης των υποβρυχίων στους πόλους.

Ε Ηλιοσύγχρονες τροχιές (Sun-Synchronous) έχουν οι δορυφόροι που συγχρονίζονται κατά τρόπο τινά με την κίνηση του Ήλιου στον ουρανό. Αυτοί έχουν ανάδρομη φορά (προς δυσμάς) και ακριβέστερα κινούνται σε επίπεδο που τέμνει τον ισημερινό στις 98° περίπου (οι τροχιές μοιάζουν περισσότερο με τις πολικές τροχιές). Αυτοί οι δορυφόροι διασχίζουν το γεωγραφικό πλάτος της Γης κατά 1° ανατολικότερα κάθε ημέρα. Σαρώνεται με αυτό τον τρόπο όλη η επιφάνεια της Γης μέσα σε ένα χρόνο ενώ συνάμα εκμεταλλευόμαστε το κάθετο προσπίπτων φως του Ήλιου που μεταφράζεται σε ευκρινέστερες εικόνες των περιοχών της Γης!

VI Ο πληθυσμός των δορυφόρων

Μέχρι τα τέλη του 2000 έχουν εκτοξευθεί από διάφορα κράτη αλλά και από ιδιωτικές εταιρίες, πάνω από 6.000 δορυφόροι από τους οποίους οι 3.000 περίπου βρίσκονται εν ενεργεία. Οι περισσότεροι από αυτούς είναι ρωσικής κατασκευής και προελεύσεως. Σε τροχιά γύρω από την Γη βρίσκονται κι άλλα αντικείμενα όπως για παράδειγμα συνδεδεμένα κομμάτια πυραύλων και δεξαμενών καυσίμων, εξαρτήματα αστροναυτών,

μικροαντικείμενα διαστημοσυσκευών, κ.α.. Επειδή όλα αυτά τα αντικείμενα είναι δυνατόν να συγκρουστούν με μελλοντικές αποστολές, για το λόγο αυτό καταγράφονται και παρακολουθούνται. Σήμερα πάνω από εικοσιπέντε χώρες και γύρω στις δέκα πολυεθνικές εταιρίες έχουν την δυνατότητα να εκτοξεύουν δορυφόρους. Δεν υπάρχει καμία αμφιβολία ότι στο μέλλον θα χρησιμοποιούνται ολοένα και περισσότερο οι τεχνητοί δορυφόροι.