

ΣΧΟΛΗ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΜΕΤΑΛΛΕΙΩΝ - ΜΕΤΑΛΛΟΥΡΓΩΝ



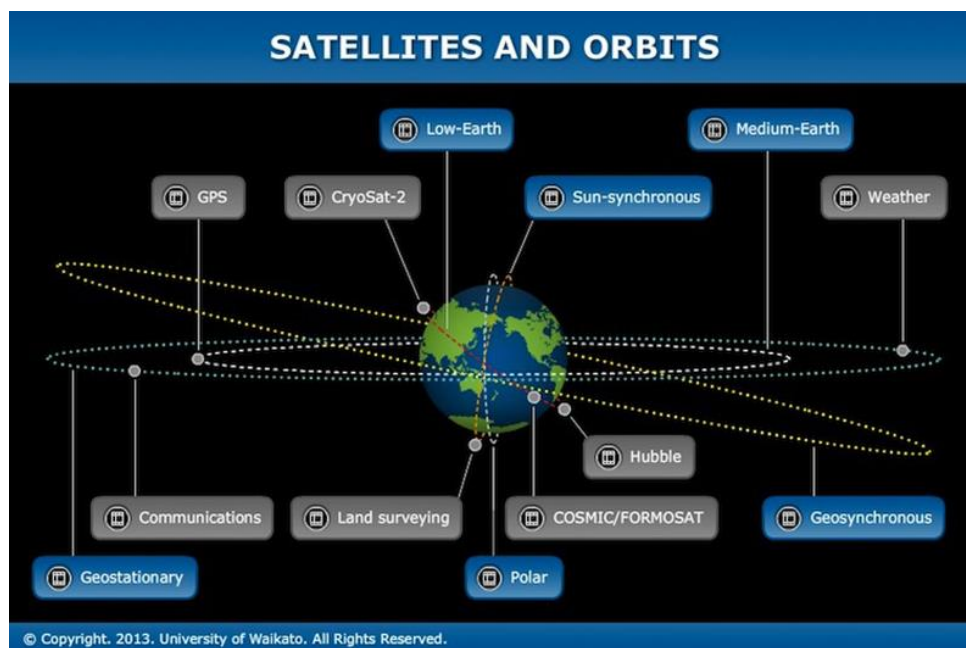
ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ ΤΗΣ ΜΗΧΑΝΙΚΗΣ ΣΤΟΥΣ ΤΕΧΝΗΤΟΥΣ ΔΟΡΥΦΟΡΟΥΣ

Εργασία Φυσικής 1ου εξαμήνου

Όνομα Φοιτήτριας: Ειρήνη Αρανίτη
Υπεύθυνος καθηγητής: Κος Τσιγαρίδας

Περιεχόμενα:

- Περίληψη
- Εισαγωγή
- Θεωρητικό υπόβαθρο
- Πρακτικές εφαρμογές
- Δυνατότητες για μελλοντική εξέλιξη
- Βιβλιογραφία



Περίληψη:

Η επιστήμη τα τελευταία χρόνια έχει ραγδαία εξέλιξη τόσο στον επίγειο τομέα όσο και στο διάστημα. Οι τεχνητοί δορυφόροι έχουν απασχολήσει τους επιστήμονες αρκετά, καθώς είναι απαραίτητη για την μελέτη της γης. Οι δορυφόροι στηρίζονται κατά πολύ σε φαινόμενα φυσικής και ειδικότερα μηχανικής. Τόσο το φαινόμενο doppler όσο και οι εξισώσεις κινηματικής έχουν ωθήσει την επιστήμη των δορυφόρων να φτάσει στο σημείο που βρίσκεται σήμερα αλλά και να εξελιχθεί τα επόμενα χρόνια. Άλλο ένα θέμα που απασχολεί τον κλάδο της επιστήμης είναι το μέγεθος των δορυφόρων αλλά και το κόστος, γι' αυτό τον λόγο είναι φλέγον να βρεθεί ένα είδος δορυφόρων το οποίο να είναι πιο αποτελεσματικό άλλα και πιο οικονομικό από τους σημερινούς δορυφόρους.

Εισαγωγή:

Ιστορική αναδρομή:

Οι πρώτες εκτοξεύσεις πυραύλων για λόγους θεάματος, αλλά και στρατιωτικούς, είχε πραγματοποιηθεί στην Κίνα πριν από αρκετούς αιώνες, αλλά με στοιχειώδη μέσα και χωρίς σοβαρές επιστημονικές γνώσεις. Η πρώτη επιστημονική μελέτη του πυραύλου άρχισε στην Ρωσία από τον Κ. Τσιολκόβσκι, από το 1883 μέχρι το 1941. Όμοια, ο Ρ. Γκόνταρντ συνεχίζει τις σχετικές μελέτες και προσπάθειες. Οι πρώτες οργανωμένες προσπάθειες έγιναν στη Ναζιστική Γερμανία με κύριο υπεύθυνο τον Βέρνερ Φον Μπράουν, ο οποίος υπήρξε και ο μεγαλύτερος ειδικός σε θέματα πυραύλων. Το 1942 εκτοξεύτηκε με επιτυχία ο πρώτος πύραυλος V – 2, που έφτασε σε ύψος 95 χλμ.

Η ιδέα για τη χρήση δορυφόρων σε γεωσύγχρονη τροχιά γύρω από τη Γη επαναδιατυπώθηκε από τον επιστήμονα και συγγραφέα Άρθουρ Κλάρκ το 1945. Μετά τον Β΄ Παγκόσμιο πόλεμο και την κατάρρευση της ναζιστικής Γερμανίας, στηριγμένοι στο γερμανικό πρότυπο της τεχνολογίας των πυραύλων και το ήδη ειδικευμένο προσωπικό των Γερμανών, αλλά και σε δοκιμές δικών τους επιστημόνων, Σοβιετικοί και Αμεικάνοι άρχισαν δοκιμές για την αποστολή δορυφόρων σε τροχιά γύρω από τη Γη.

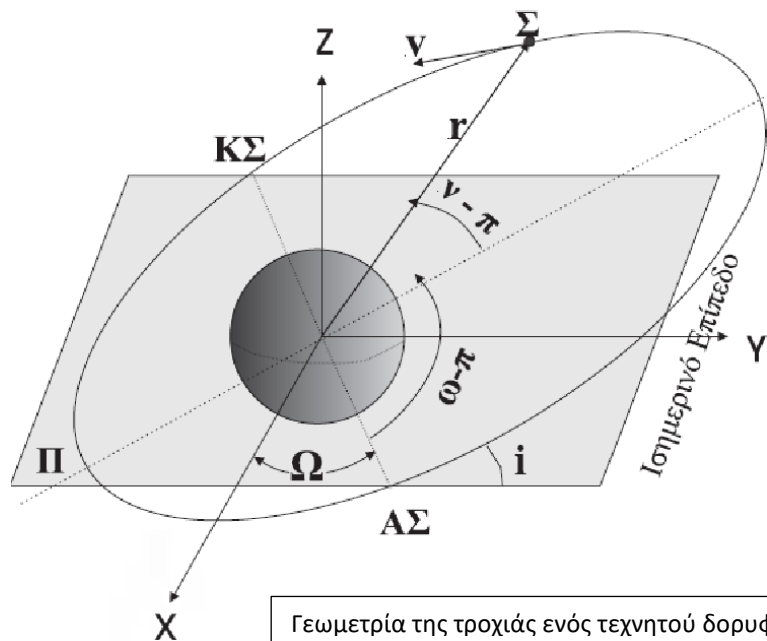
Στις 4 Οκτωβρίου 1957 εκτοξεύτηκε ο πρώτος τεχνητός δορυφόρος της Γης, ο Σοβιετικός Σπούτνικ 1. Η ημέρα αυτή θεωρείται επίσημα ως η αρχή της εποχής του διαστήματος. Λίγο αργότερα ακολούθησε και ο Αμερικάνικος Εξπλόρερ 1. Κατά την ίδια εποχή άρχισαν να χρησιμοποιούνται «ειδικοί» πύραυλοι και για επιστημονικούς σκοπούς. Έτσι, τα έτη 1957 – 1958,

αποφασίστηκε να εκτοξευθούν και τεχνητοί δορυφόροι για την μελέτη ενός ευρύτατου πεδίου, που ενδιέφερε άμεσα τους γεωφυσικούς, τους γεωλόγους, τους σεισμολόγους και τους αστρονόμους.

Βασικές πληροφορίες:

Οι τροχιές των τεχνητών δορυφόρων της Γης δεν είναι τυχαίες. Η επιλογή της τροχιάς κάθε δορυφόρου καθορίζεται με βάση τις ιδιαιτερότητες της αποστολής του. Για παράδειγμα, ανάλογα με τις ανάγκες μας, οι δορυφόροι μπορεί να τεθούν σε ισημερινές, πολικές, ή ενδιάμεσης κλίσης τροχιές. Η τοποθέτηση του δορυφόρου στην τελική του τροχιά γίνεται σε διαφορά στάδια., χρησιμοποιώντας τις σχέσεις της ελλειπτικής κίνησης, μπορούμε να σχεδιάσουμε τα διαδοχικά βήματα μετάθεσης της τροχιάς που γίνεται πάντα με στόχο την ελαχιστοποίηση της απαιτούμενης ενέργειας. Βέβαια, ακόμη και μετρά την τοποθέτηση του δορυφόρου στην τελική του τροχιά, θα πρέπει να έχει απομείνει ικανή ποσότητα καυσίμου, ώστε να μπορούν να πραγματοποιηθούν μικρές διορθώσεις στην τροχιά, κατά τη διάρκεια εκτέλεσης της αποστολής. Συνηθώς, αυτές οι διορθώσεις διαρκούν από 5 έως 10 χρόνια. Οι διορθώσεις αυτές είναι απαραίτητες καθώς (α) ασθενείς δυνάμεις που ασκούνται στον δορυφόρο οδηγούν στην αργή απομάκρυνσή του από την επιθυμητή τροχιά και (β) πιθανές συγκρούσεις με «διαστημικά σκουπίδια», γνωστά και με τον αγγλικό τους όρο SPACE debris ή μετεωροειδή, οι οποίες δεν είναι δυνατό να προβλεφθούν και μπορεί να καταστρέψουν κάποια από τα όργανα του δορυφόρου.

Όμως, το επίπεδο της τροχιάς δυο διαφορετικών δορυφόρων δεν είναι συνηθώς το ίδιο, όπως συμβαίνει και για τους πλανήτες και τα χιλιάδες μικρά σώματα του ηλιακού συστήματος. Αν θέλουμε να γνωρίζουμε τον ακριβή προσανατολισμό της ελλειπτικής τροχιάς του δορυφόρου στο διάστημα, θα πρέπει να ορίσουμε, σε πλήρη αναλογία με τους πλανήτες και αστεροειδείς, ένα τρισδιάστατο καρτεσιανό σύστημα αναφοράς, ως προς το οποίο ορίζουμε τα αντίστοιχα στοιχεία της τροχιάς.



Τα τελευταία χρόνια η παρατήρηση της Γης μέσω τεχνητών δορυφόρων αποτελεί πολύ σημαντικό εργαλείο τόσο για την μελέτη, κατανόηση και παρακολούθηση του περιβάλλοντος όσο και για το σχεδιασμό και την υποστήριξη αναπτυξιακών έργων και παραγωγικών δραστηριοτήτων. Οι δορυφόροι παρατήρησης της Γης (Earth Observation – EO satellites) φέρουν μετρητικές διατάξεις που λαμβάνουν σε πραγματικό χρόνο και με μικρό αναλογικά κόστος ψηφιακά δεδομένα χαμηλής, μέσης και υψηλής χωρικής διακριτικής ικανότητας σε παγκόσμια κλίμακα. Οι δορυφόροι παρατήρησης της Γης δεν μας επιτρέπουν δηλαδή μόνο να συλλέγουμε πολυποίκιλα δεδομένα για ολόκληρο τον πλανήτη, αλλά μας προσφέρουν και τη δυνατότητα να έχουμε τα δεδομένα αυτά διαθέσιμα, με την ίδια ακρίβεια και την ίδια χωρική ανάλυση, σε τακτά και επαναλαμβανόμενα χρονικά διαστήματα.

Η λήψη και η επεξεργασία των δορυφορικών δεδομένων υπάγονται στο ευρύτερο επιστημονικό πεδίο της τηλεπισκόπησης. Ανάλογα με τους αισθητήρες που φέρουν οι δορυφόροι, έχουν σχεδιαστεί διάφορα δορυφορικά συστήματα τηλεπισκόπησης. Γενικά, υπάρχουν δύο είδη αισθητήρων: οι παθητικοί και οι ενεργητικοί. Οι παθητικοί αισθητήρες δεν εκπέμπουν οι ίδιοι ακτινοβολία αλλά ανιχνεύουν και καταγράφουν την ανακλώμενη ηλιακή ή την εκπεμπόμενη θερμική ακτινοβολία στα ορατά και υπέρυθρα μήκη κύματος του ηλεκτρομαγνητικού φάσματος, αντίστοιχα. Οι περισσότεροι τηλεπισκοπικοί δορυφόροι, όπως ο Landsat και ο Sentinel-2,

φέρουν τέτοιους αισθητήρες. Οι ενεργητικοί αισθητήρες, σε αντίθεση με τους παθητικούς, εκπέμπουν ηλεκτρομαγνητική ακτινοβολία, η οποία αφού ανακλαστεί στην γήινη επιφάνεια, επιστρέφει σε κατάλληλο αισθητήρα λήψης και καταγράφεται στη μετρητική διάταξη του δορυφόρου. Υπάρχουν διάφορα είδη ενεργητικών αισθητήρων, όπως οι αισθητήρες φθορισμού με ακτίνες Laser (Radar-Radio Detection and Ranging), τα ραντάρ συνθετικού ανοίγματος (Synthetic Aperture Radar – SAR), τα αλτίμετρα (altimeters) και τα σκεδασιόμετρα (scatterometers). Η αρχή λειτουργίας των συστημάτων SAR βασίζεται στο φαινόμενο Doppler. Οι αισθητήρες τους εκπέμπουν και λαμβάνουν σήματα στις συχνότητες των μικροκυμάτων, υπό γωνία και δεξιά της κατεύθυνσης των δορυφόρων, δημιουργώντας έτσι ένα συνθετικό άνοιγμα της πραγματικής κεραίας του ραντάρ. Λόγω της σχεδόν πολικής τροχιάς των δορυφόρων SAR, κατά τη διάρκεια ενός κύκλου καταγράφονται δύο διαφορετικές προβολές, η ανοδική (ascending) κατά την οποία ο δορυφόρος κινείται από το νότο προς το βορρά, και η καθοδική (descending) όταν επιστρέφει.

Οι ενεργητικοί αισθητήρες εμφανίζουν πλεονεκτήματα έναντι των παθητικών καθώς μπορούν να πραγματοποιήσουν μετρήσεις ανεξάρτητα από τις καιρικές συνθήκες και τις συνθήκες φωτισμού που επικρατούν την εκάστοτε στιγμή και έχουν τη δυνατότητα να διαπερνούν τη βλάστηση, το νερό ακόμα και το έδαφος, για βάθος περίπου ενός μέτρου. Καθίστανται έτσι πολύτιμα εργαλεία για το σύνολο των γεωεπιστημών προσφέροντας πολύτιμα δεδομένα στην υδρολογία, τη γεωφυσική, την ωκεανογραφία και φυσικά σε γεωδαιτικές και τοπογραφικές εφαρμογές. Ειδικά τα δεδομένα που καταγράφουν οι δορυφόροι SAR χρησιμοποιούνται τα τελευταία χρόνια από ένα μεγάλο αριθμό μηχανικών και γεωεπιστημόνων.

Θεωρητικό Υπόβαθρο:

ΜΗΧΑΝΙΚΗ ΤΩΝ ΤΡΟΧΙΩΝ

Οι νόμοι του Νεύτωνα για την κίνηση μπορούν να συμπτυχθούν σε τέσσερις εξισώσεις:

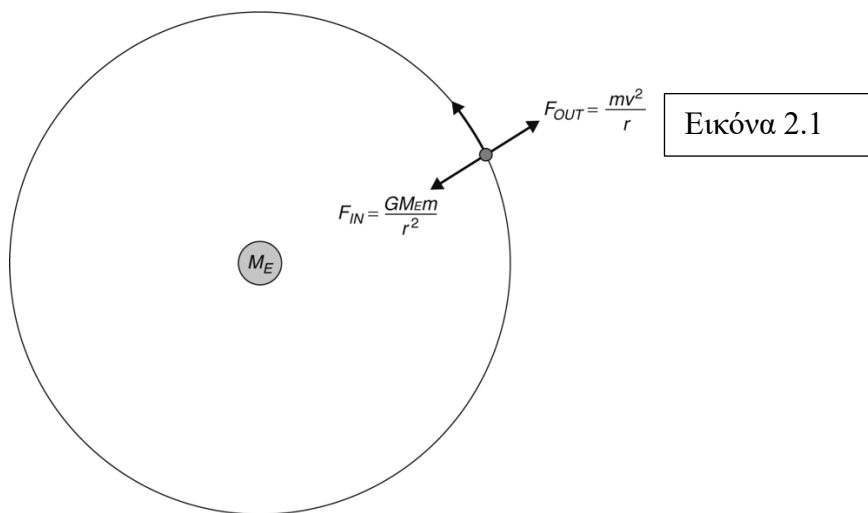
$$\begin{aligned} s &= ut + \left(\frac{1}{2}\right)at^2 \\ v^2 &= u^2 + 2at \\ v &= u + at \\ P &= ma \end{aligned} \quad (2.1\delta)$$

Όπου:

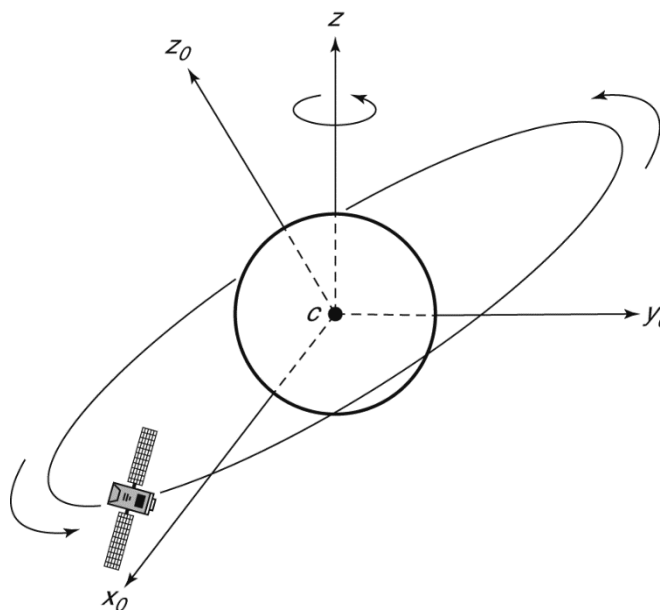
- s είναι η απόσταση που διανύεται από το χρόνο $t=0$
- u είναι η αρχική ταχύτητα του αντικειμένου σε χρόνο $t=0$
- v η τελική ταχύτητα του αντικειμένου στο χρόνο $t=0$
- a είναι η επιτάχυνση του αντικειμένου
- P είναι η δύναμη που ασκείται στο αντικείμενο
- m είναι η μάζα του αντικειμένου

Από αυτές τις τέσσερις εξισώσεις η τελευταία είναι αυτή που μας βοηθά να κατανοήσουμε την κίνηση ενός δορυφόρου σε σταθερή τροχιά, παραβλέποντας οποιαδήποτε αντίσταση ή άλλες διαταρακτικές δυνάμεις. Εκφρασμένη με λόγια, η εξ. (2.1δ) δηλώνει ότι η δύναμη που ασκείται σε ένα σώμα είναι ίση με τη μάζα του σώματος πολλαπλασιαζόμενη με την προκύπτουσα επιτάχυνση του σώματος. Έτσι, για μια δεδομένη δύναμη, όσο πιο ελαφριά είναι η μάζα του σώματος, τόσο πιο υψηλή θα είναι η επιτάχυνση. Σε σταθερή τροχιά υπάρχουν δύο κύριες δυνάμεις που ενεργούν σε ένα δορυφόρο: μια φυγόκεντρος δύναμη λόγω της κινητικής ενέργειας του δορυφόρου, η οποία προσπαθεί να ωθήσει το δορυφόρο σε μια υψηλότερη τροχιά, και μια κεντρομόλος δύναμη λόγω της βαρυτικής έλξης του πλανήτη γύρω από τον οποίο περιστρέφεται ο δορυφόρος, η οποία προσπαθεί να τραβήξει το δορυφόρο κάτω, προς τον πλανήτη. Αν αυτές οι δύο δυνάμεις είναι ίσες, ο δορυφόρος θα παραμείνει σε σταθερή τροχιά. Αυτός είναι ο λόγος για τον οποίο ένα αντικείμενο σε σταθερή τροχιά

περιγράφεται μερικές φορές ότι είναι σε «ελεύθερη πτώση». Η εικόνα 2.1 δείχνει τις δύο αντίθετες δυνάμεις σε ένα δορυφόρο σε σταθερή τροχιά.



Δύναμη = μάζα $\times$ επιτάχυνση και η μονάδα της δύναμης είναι το Newton, με το συμβολισμό N . Οι βασικές μονάδες ενός Newton είναι επομένως $(kg) \times m/s^2$.



Με το σύστημα συντεταγμένων ανεπτυγμένο όπως στην παραπάνω εικόνα και με τη μάζα του δορυφόρου m να βρίσκεται σε μια διανυσματική απόσταση r από το κέντρο της Γης, η βαρυτική δύναμη F στο δορυφόρο δίνεται από την εξίσωση:

$$(2.7) \quad \vec{F} = -\frac{GM_E m \vec{r}}{r^3}$$

Όπου M_E είναι η μάζα της Γης και $G = 6.672 \times 10^{-11} \text{ Nm}^2/\text{kg}^2$.

Όμως δύναμη = μάζα $\times$ επιτάχυνση και η εξ. (2.7) μπορεί να γραφεί ως

$$(2.8) \quad \vec{F} = m \frac{d^2 \vec{r}}{dt^2}$$

Από τις εξισώσεις (2.7) και (2.8) έχουμε :

$$(2.9) \quad -\frac{\vec{r}}{r^3} \mu = \frac{d^2 \vec{r}}{dt^2}$$

που δίνει:

$$(2.10) \quad \frac{d^2 \vec{r}}{dt^2} + \frac{\vec{r}}{r^3} \mu = 0$$

Αυτή είναι μια γραμμική διαφορική εξίσωση δεύτερης τάξης και η λύση της περιλαμβάνει έξι απροσδιόριστες σταθερές που ονομάζονται τροχιακά στοιχεία (orbital elements). Η τροχιά που περιγράφεται από αυτά τα τροχιακά στοιχεία μπορεί να αποδειχτεί ότι ανήκει σε ένα επίπεδο και ότι έχει σταθερή στροφορμή. Η επίλυση της εξ. (2.10) είναι δύσκολη, δεδομένου ότι η δεύτερη παράγωγος του r προϋποθέτει τη δεύτερη παράγωγο του μοναδιαίου διανύσματος r . Όμως με τη χρήση τυποποιημένων μαθηματικών διαδικασιών και ενός διαφορετικού

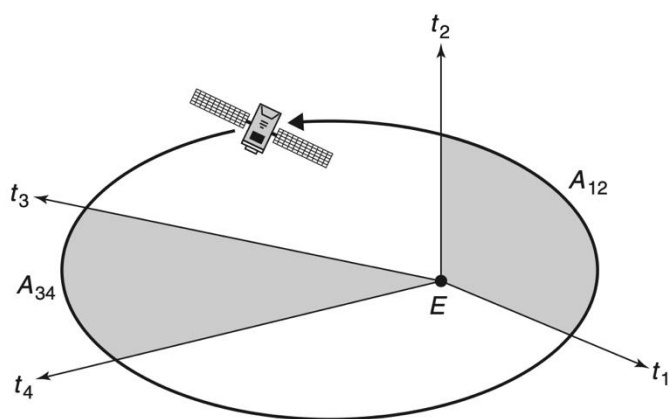
συνόλου συντεταγμένων η εξίσωση είναι δυνατόν να λυθεί. Το ότι η εξίσωση της τροχιάς είναι μια έλλειψη είναι ο πρώτος νόμος του Kepler για την κίνηση των πλανητών.

Οι Τρεις Νόμοι του Kepler για την Κίνηση των Πλανητών

1. Η τροχιά οποιουδήποτε μικρότερου σώματος γύρω από ένα μεγαλύτερο σώμα είναι πάντα μια έλλειψη, όπου το κέντρο μάζας του μεγαλύτερου σώματος είναι τοποθετημένο σε μία από τις δύο εστίες της έλλειψης.
2. Η τροχιά του μικρότερου σώματος σαρώνει ίσες επιφάνειες σε ίσους χρόνους.

Απεικόνιση του δεύτερου νόμου πλανητικής κίνησης του Kepler.

Ένας δορυφόρος βρίσκεται σε τροχιά γύρω από τον πλανήτη Γη, E . Η τροχιά είναι έλλειψη. Η εικόνα δείχνει δύο σκιασμένα τμήματα του ελλειπτικού επιπέδου στο οποίο βρίσκεται η τροχιά, το ένα είναι κοντά στη Γη και εσωκλείει το περίγειο, ενώ το άλλο είναι μακριά από αυτή και εσωκλείει το απόγειο. Το περίγειο είναι το σημείο της πιο κοντινής προσέγγισης στη Γη, ενώ το απόγειο είναι το σημείο στην τροχιά που απέχει τη μεγαλύτερη απόσταση από τη Γη. Ενώ βρίσκεται κοντά στο περίγειο, ο δορυφόρος κινείται στην τροχιά μεταξύ των χρόνων t_1 και t_2 και σαρώνει μια επιφάνεια που υποδηλώνεται από το A_{12} . Ενώ βρίσκεται κοντά στο απόγειο, ο δορυφόρος κινείται στην τροχιά μεταξύ των χρόνων t_3 και t_4 και σαρώνει μια επιφάνεια που υποδηλώνεται από το A_{34} . Αν $t_1 - t_2 = t_3 - t_4$ τότε $A_{12} = A_{34}$



3. Το τετράγωνο της περιόδου περιστροφής του μικρότερου σώματος γύρω από το μεγαλύτερο σώμα ισούται με μια σταθερά που πολλαπλασιάζεται με τον κύβο του μεγάλου ημιάξονα της έλλειψης της τροχιάς. Δηλαδή $T^2 = (4\pi^2 a^3)/\mu$ όπου T είναι η τροχιακή περίοδος, a είναι ο μεγάλος ημιάξονας της έλλειψης της τροχιάς, και μ είναι η σταθερά Kepler. Αν η τροχιά είναι κυκλική, τότε το a γίνεται η απόσταση r , που ορίζεται όπως πριν, και έχουμε την εξ. (2.6).

Πρακτικές εφαρμογές:

Εφαρμογές συμβολομετρίας SAR

Ο πρώτος δορυφόρος SAR ήταν ο ERS-1 και εκτοξεύθηκε το 1992 από την Ευρωπαϊκή Υπηρεσία Διαστήματος. Έκτοτε αρκετοί παρόμοιοι δορυφόροι έχουν τεθεί σε τροχιά. Οι δορυφόροι που χρησιμοποιούν αισθητήρες SAR «σκανάρουν» τη Γη ανά λίγες μέρες στις συχνότητες που εκπέμπουν. Από τους πιο πρόσφατους είναι οι δορυφόροι Sentinel-1a/b της ESA. Συνήθως, έχουν σχεδόν πολική τροχιά και βρίσκονται σε ύψος από 500 έως 800 km από την επιφάνεια της Γης.

Η αρχή λειτουργίας των συστημάτων SAR βασίζεται στο φαινόμενο Doppler. Οι αισθητήρες τους εκπέμπουν και λαμβάνουν σήματα στις συχνότητες των μικροκυμάτων, υπό γωνία και δεξιά της κατεύθυνσης των δορυφόρων, δημιουργώντας έτσι ένα συνθετικό άνοιγμα της πραγματικής κεραίας του ραντάρ. Λόγω της σχεδόν πολικής τροχιάς των δορυφόρων SAR, κατά τη διάρκεια ενός κύκλου καταγράφονται δύο διαφορετικές προβολές, η ανοδική κατά την οποία ο δορυφόρος κινείται από το νότο προς το βορρά, και η καθοδική όταν επιστρέφει.

Η τεχνική InSAR χρησιμοποιείται κυρίως για τη χαρτογράφηση της εδαφικής παραμόρφωσης. Ο όρος αυτός περιλαμβάνει το σύνολο των μικρό μετακινήσεων που λαμβάνουν χώρα εξαιτίας διάφορων παραγόντων όπως η κίνηση των τεκτονικών πλακών ή οι μεταβολές του υδατικού ισοζυγίου, αναπαριστά δηλαδή τη συνολική οριζόντια και κατακόρυφη μετατόπιση χωρίς να μπορεί να την ξεχωρίσει.

Η μέθοδος βασίζεται στην επεξεργασία δύο δορυφορικών εικόνων φάσης SAR, που αναφέρονται στο ίδιο τμήμα της επιφάνειας της γης αλλά σε διαφορετικές χρονικές στιγμές.

Η συμβολομετρία SAR χρησιμοποιείται εδώ και χρόνια από ένα ευρύ φάσμα επιστημόνων και μηχανικών.

- Μετασεισμική παραμόρφωση

Κύρια εφαρμογή της αποτελεί η ανίχνευση παραμορφώσεων και μικρό μετακινήσεων του εδάφους ιδιαίτερα σε περιοχές με έντονη σεισμική δραστηριότητα και ηφαιστειακού κινδύνου. Χαρακτηριστικό παράδειγμα αποτελεί η μελέτη των μετασεισμικών παραμορφώσεων και των ζημιών που έλαβαν χώρα στη Λευκάδα μετά το σεισμό των 6.4 βαθμών ρίχτερ τον Οκτώβριο του 2015 από το τμήμα Γεωγραφίας του Χαροκοπέιου Πανεπιστημίου Αθηνών βάσει δορυφορικών εικόνων SAR. Η ισχυρή δόνηση είχε προκαλέσει τη μετακίνηση του νησιού κατά 36 cm προς το Νότο και, όπως προκύπτει από τα συμβολογράμματα που δημιουργήθηκαν, ο φλοιός της γης υπέστη έντονη κατακόρυφη μετατόπιση έως και 20cm.

- Καθίζηση Εδάφους και Κατολισθήσεις

Ευρεία είναι επίσης η χρήση δεδομένων SAR στην παρακολούθηση φαινόμενων καθίζησης, λόγω της έντονης ανοικοδόμησης και άλλων ανθρωπογενών δραστηριοτήτων, ακόμα και σε αστικές περιοχές ή και σε μεμονωμένα κτίρια.

Επίσης, αρκετές εταιρείες που δραστηριοποιούνται στον τομέα του πετρελαίου, του φυσικού αερίου, καθώς και εταιρείες ύδρευσης σε όλο τον κόσμο χρησιμοποιούν τεχνικές συμβολομετρίας για την παρακολούθηση των κατακόρυφων παραμορφώσεων που προκαλεί η συνεχής εξόρυξη φυσικών πόρων από το υπέδαφος.

Επιπρόσθετα, οι συμβολομετρικές τεχνικές μπορούν να παρέχουν χρήσιμη πληροφορία για την παρακολούθηση περιοχών που χαρακτηρίζονται από αστάθεια πρανών και κατολισθήσεων όπως σε εργοτάξια, λατομεία και κοντά σε ορυχεία.

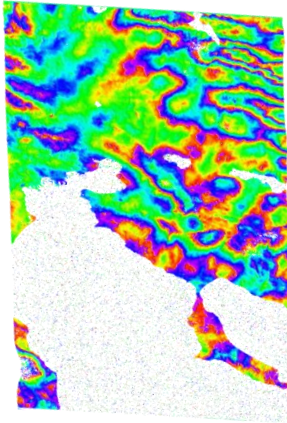
- Σχεδίαση και παρακολούθηση κατασκευών

Η συμβολομετρία διευκολύνει τη σχεδίαση κατασκευαστικών έργων όπως αυτοκινητόδρομοι, αγωγοί, σιδηροδρομικές γραμμές, γέφυρες κ.α., διότι μπορεί να προσδιορίσει τις περιοχές που χαρακτηρίζονται από μεγαλύτερη σταθερότητα και ως εκ τούτου τη βέλτιστη διαδρομή για αυτά τα έργα.

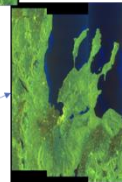
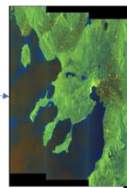
Ακόμα, με τη συνεχή παρακολούθηση μιας περιοχής μπορεί να προσδιορισθεί και η σταθερότητα μιας κατασκευής. Συνεπώς, αποτελεί πολύτιμο εργαλείο ειδικά για μεγάλες κατασκευές όπως φράγματα και γέφυρες των οποίων η ευστάθεια είναι ιδιαίτερα κρίσιμη.

- Περιβαλλοντικές μελέτες

Τέλος, σημαντική είναι η συνεισφορά της τεχνικής και σε περιβαλλοντικές εφαρμογές ή σε καταστάσεις εκτάκτου ανάγκης. Έτσι, τα δορυφορικά δεδομένα SAR έχουν ιδιαίτερη σημασία για την ανίχνευση πετρελαιοκηλίδων επειδή η παρουσία του πετρελαίου αλλάζει τα χαρακτηριστικά της ακτινοβολίας που σκεδάζεται από την επιφάνεια της θάλασσας. Μέσω των απεικονίσεων μπορούν να εντοπισθούν γρήγορα από τις αρμόδιες αρχές ώστε να προβούν στις κατάλληλες ενέργειες. Ακόμα, η τεχνική έχει αρχίσει ήδη να εφαρμόζεται και στην παρακολούθηση των επιπτώσεων της κλιματικής αλλαγής στις εδαφικές παραμορφώσεις. Είναι γεγονός ότι οι παράκτιες περιοχές έχουν αρχίσει ήδη να πλήττονται από την άνοδο της στάθμης της θάλασσας και γενικά παρατηρούνται έντονα φαινόμενα διάβρωσης και απόθεσης. Η συμβολομετρία μπορεί να συνεισφέρει στη διαχρονική παρατήρηση και αντιμετώπιση του βαθμού και ρυθμού μεταβολής τους.



Συμβολόγραμμα στην περιοχή της
Θεσσαλονίκης



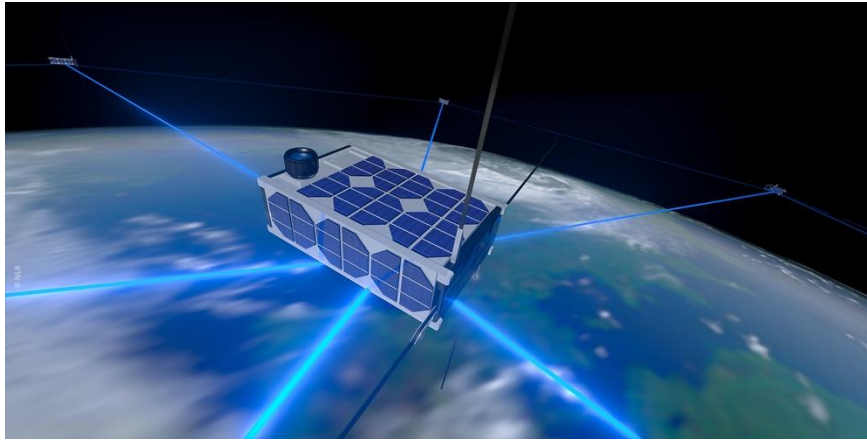
Η αύξουσα και φθίνουσα προβολή της
περιοχής της Θεσσαλονίκης

Δυνατότητες για μελλοντική εξέλιξη:

Οι καινούργιες εξελίξεις στον τομέα της διαστημικής τεχνολογίας υποδεικνύουν ότι το μέλλον του διαστήματος ανήκει στους νάνο-δορυφόρους. Το μέγεθος και τα οφέλη που προσφέρουν, τους καθιστούν άκρως ανταγωνιστικούς, σε σχέση με τους δορυφόρους που χρησιμοποιούνται παραδοσιακά. Η ραγδαία αύξηση των εκτοξεύσεων τους από το 2013, αποδεικνύει ότι οι νάνο-δορυφόροι όχι μόνο θα φέρουν ένα κύμα καινοτομίας στον χώρο του διαστήματος αλλά και στην καθημερινότητα των ανθρώπων.

Οι νάνο-δορυφόροι αποτελούν μια κατηγορία μικρών δορυφόρων, οι οποίοι έχουν μάζα κάτω από 10 κιλά. Μπορούν να λειτουργήσουν είτε μεμονωμένα είτε σε ομάδες οι οποίες αποκαλούνται “δορυφορικά σμήνη”. Μάλιστα, κάποια μοντέλα απαιτούν ένα μεγαλύτερο “μητρικό” δορυφόρο προκειμένου να είναι δυνατή η επικοινωνία με τους ελεγκτές εδάφους ή για την εκτόξευση και καθοδήγηση της υπόλοιπης ομάδας, καθώς το μέγεθος τους δεν επιτρέπει την πληθώρα των διεργασιών από τους ίδιους τους νάνο-δορυφόρους.

Παρόλα αυτά, η μεγαλύτερη χρήση νάνο-δορυφόρων εγκυμονεί ορισμένους κινδύνους. Η δυνατότητα σύγκρουσής τους με τους παραδοσιακούς δορυφόρους, που ζυγίζουν και κοστίζουν πολύ περισσότερο, είναι αρκετά πιθανή. Στον επιστημονικό χώρο είναι γνωστό ότι γύρω από τη Γη κυκλοφορούν ήδη 21.000 που έχουν μέγεθος μεγαλύτερο από 10cm σε διάμετρο. Η αποστολή μεγάλου αριθμού ομάδων νάνο-δορυφόρων μπορεί να συνεισφέρει στον περαιτέρω συνωστισμό της χαμηλής τροχιάς της Γης και να επιφέρει αρνητικά αποτελέσματα. Άλλο ένα στοιχείο που μπορεί να έχει αρνητική επιρροή, είναι το πρόβλημα που δημιουργείται στους επιστήμονες για τον τρόπο αποστολής των νάνο-δορυφόρων πέρα από τη χαμηλή τροχιά της Γης. Από το 2014 έχουν ξεκινήσει οι κατασκευές για μεγαλύτερα αεροσκάφη που θα μπορούν να μεταφέρουν τα “σμήνη” των δορυφόρων. Οι αποτυχίες όμως στις εκτοξεύσεις που έχουν σημειωθεί από τότε έχουν δημιουργήσει προβληματισμό.



Ένας νάνο δορυφόρος του μέλλοντος.

Βιβλιογραφία:

“Εφαρμογές Δορυφορικής Συμβολομετρίας Με Ραντάρ - SAR.” *CONSORTIS*,
www.consortis.gr/el/sar.

Matignon, Louis de Gouyon. “An Introduction to Orbital Mechanics.” *Space Legal Issues*, 25 June 2019, www.spacelegalissues.com/an-introduction-to-orbital-mechanics/.

https://eclass.upatras.gr/modules/document/file.php/PHY1945/ΠΕΔΙΑ%20ΚΕΝΤΡΙΚΩΝ%20ΔΥΝΑΜΕΩΝ_Θ.pdf