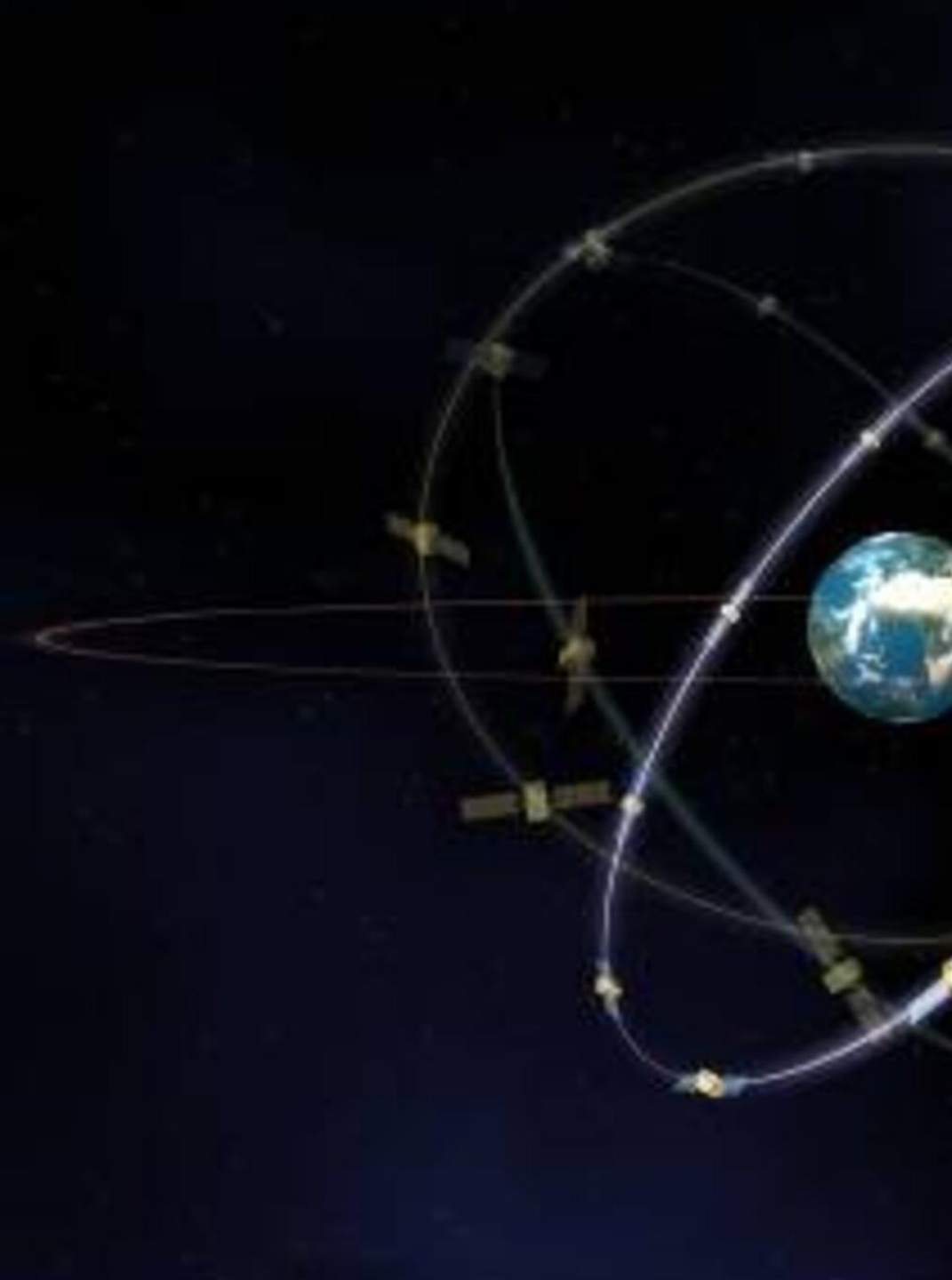




Σύγχρονες τεχνολογίες εντοπισμού- παρακολούθησης

- <<Το
Ευρωπαϊκό Δορυφορικό Σύσ-
τημα πλοήγησης Galileo>>

Διδάσκων: Ισαάκ Παρχαρίδης

- Επιμέλεια παρουσίασης:
- Αθανάσιος Λιβανάς ΑΜ: 22046
- Κωνσταντίνος Γκίος ΑΜ: 22014

Galileo

Αποτελεί ένα νέο παγκόσμιο δορυφορικό σύστημα πλοήγησης (GNSS), που θα έχει αμιγώς πολιτικό χαρακτήρα και θα καλύπτει με μεγάλη ακρίβεια σχεδόν το 99% της γήινης επιφάνειας. Το Galileo θα εγγυάται τη διαθεσιμότητα κάτω και από τις πιο ακραίες καταστάσεις παρατήρησης και θα μπορεί να στέλνει τις απαραίτητες πληροφορίες στους χρήστες του συστήματος μέσα σε λίγα δευτερόλεπτα. Επιπλέον, θα επιτρέπει στους χρήστες να γνωρίζουν με μεγάλη ακρίβεια τη θέση τους σε πραγματικό χρόνο και να προσδιορίζουν τη θέση τους με ακρίβεια κάτω του ενός μέτρου, κάτι που είναι πρωτοφανές για ένα σύστημα πολιτικής χρήσης. Το Galileo αποτελεί, ουσιαστικά, το πρώτο βήμα της Ευρώπης στον τομέα της δορυφορικής πλοήγησης και αξιοποιεί ένα δίκτυο από 40 επίγειους σταθμούς σε όλη την Ευρώπη για την καταγραφή, προσαρμογή και βελτίωση δεδομένων που προέρχονται από το αμερικανικό σύστημα GPS.

Πως ξεκίνησε το πρόγραμμα Galileo

Το πρόγραμμα Galileo ξεκίνησε ως απόπειρα αξιοποίησης και ενίσχυσης των οικονομικών πλεονεκτημάτων που προέκυπταν από τη χρήση του συστήματος GPS. Η ιδέα γεννήθηκε στις αρχές της δεκαετίας του 1990, όταν προτάθηκε ως μια πρωτοβουλία για ενίσχυση της ευρωπαϊκής οικονομίας. Ωστόσο, η διαδικασία αυτή πήρε περίπου μια δεκαετία για να ωριμάσει και να δρομολογηθεί, καθώς η Ευρωπαϊκή Ένωση δεν είχε αρχικά την αναγκαία θέση και επιρροή στον τομέα των δορυφορικών συστημάτων. Το οριστικό βήμα προς τη δημιουργία του Galileo έγινε στις 26 Μαρτίου του 2002, όταν η Ευρώπη αποφάσισε να αναπτύξει το δικό της πολιτικό σύστημα προσδιορισμού θέσης και πλοήγησης, σηματοδοτώντας έτσι μια νέα εποχή σε αυτόν τον τομέα υψηλής τεχνολογίας.

Οι αρμόδιοι για τη διοίκηση του Galileo

- Η Ευρωπαϊκή Ένωση και η Ευρωπαϊκή Υπηρεσία Διαστήματος (ESA: European Space Agency) φέρουν την ευθύνη για την ανάπτυξη του συστήματος, ενώ η πολιτική ευθύνη ανήκει στην Ευρωπαϊκή Κοινότητα. Αυτή την εκπροσωπεί η Ευρωπαϊκή Επιτροπή, η οποία έχει το καθήκον να διασφαλίζει την υψηλή ποιότητα και την επίτευξη των στόχων του συστήματος.

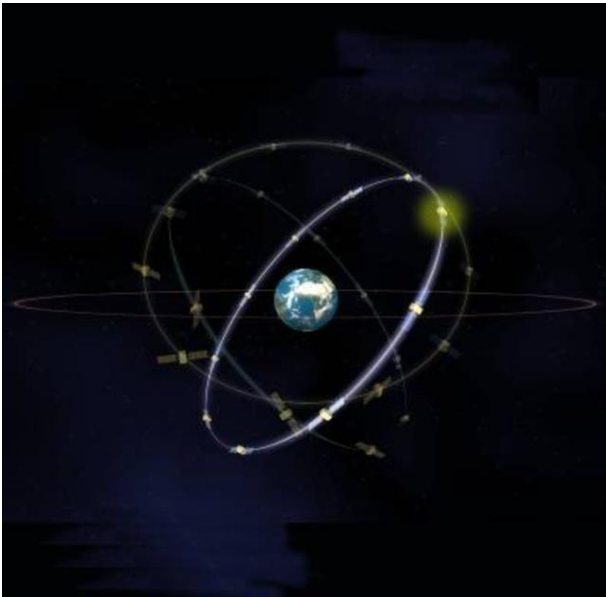
Στόχοι του προγράμματος Galileo

- Οι στόχοι του προγράμματος Galileo είναι οι εξής:
- Υ **Δημιουργία Πολιτικού Παγκόσμιου Συστήματος Προσδιορισμού Θέσης, Χρόνου και Ταχύτητας:** Ο στόχος είναι η δημιουργία ενός συστήματος που θα χρησιμοποιείται παγκοσμίως για την πλοήγηση κάθε τύπου οχήματος, τη διαχείριση μεταφορών και συγκοινωνιών, τις υπηρεσίες έρευνας και διάσωσης, την ασφαλή μεταφορά δεδομένων, τις κοινωνικές υπηρεσίες, τη γεωργία, τις τηλεπικοινωνίες και την πολιτική προστασία σε κρίσιμες καταστάσεις.
- Υ **Ενίσχυση της Ρευστότητας, Αποτελεσματικότητας και Ασφάλειας των Μεταφορών στην Ευρώπη :** Μέσω της χρήσης της δορυφορικής τεχνολογίας, το Galileo στοχεύει στη βελτίωση των μεταφορών στην Ευρώπη, ενώ προωθεί την ανεξαρτησία και την τεχνολογική ανεξαρτησία της Ευρώπης σε αυτόν τον τομέα.
- Υ **Ανάπτυξη Εφαρμογών και Υπηρεσιών με Χρήση Δορυφόρων:** Το Galileo θέλει να προωθήσει την ανάπτυξη εφαρμογών και υπηρεσιών που χρησιμοποιούν δορυφόρους για τον προσδιορισμό θέσης, την πλοήγηση και το χρονισμό με ακρίβεια.
- Υ **Επέκταση της Χρήσης των Τεχνολογιών Πλοήγησης:** Μέσω του Galileo, η χρήση των τεχνολογιών πλοήγησης αναμένεται να επεκταθεί και να βελτιωθεί.
- Υ **Κάλυψη του κενού που αφήνουν τα άλλα συστήματα πλοήγησης:** ο στόχος είναι να καλυφθεί το κενό που αφήνουν τα υπάρχοντα συστήματα πλοήγησης όπως το ρωσικό GLONASS και το αμερικανικό GPS προσφέροντας μεγαλύτερη ακρίβεια και ασφάλεια.
- Υ Αυτοί οι στόχοι συνολικά θέτουν το Galileo ως ένα εμβληματικό πρόγραμμα για την Ευρωπαϊκή Ένωση με στόχο τη βελτίωση της ανταγωνιστικότητας της Ευρώπης σε παγκόσμιο επίπεδο και την ενίσχυση της τεχνολογικής της ανεξαρτησίας.

Μέρη συστήματος Galileo

Το σύστημα Galileo αποτελείται από τρία επιμέρους τμήματα, όπως ακριβώς και το GPS. Αυτά είναι: 1) Το δορυφορικό τμήμα ,2) Το τμήμα ελέγχου ,3) Το τμήμα χρηστών

- **Το δορυφορικό τμήμα:** Το Galileo , το ευρωπαϊκό σύστημα πλοήγησης απώλεσαν όλοι κανονικά από 30 δορυφόρους με 27 ενεργούς και 3 εφεδρικούς που τοποθετούνται σε 3 διαφορετικές τροχιακές πορείες σε μέση γήινη τροχιά (MEO-Medium Earth Orbit). Αυτοί οι δορυφόροι έχουν γωνία κλίσης 56 μοίρες και περίοδο περιστροφής 14 ώρες και 4 λεπτά (βλ. Εικ. 1.1).

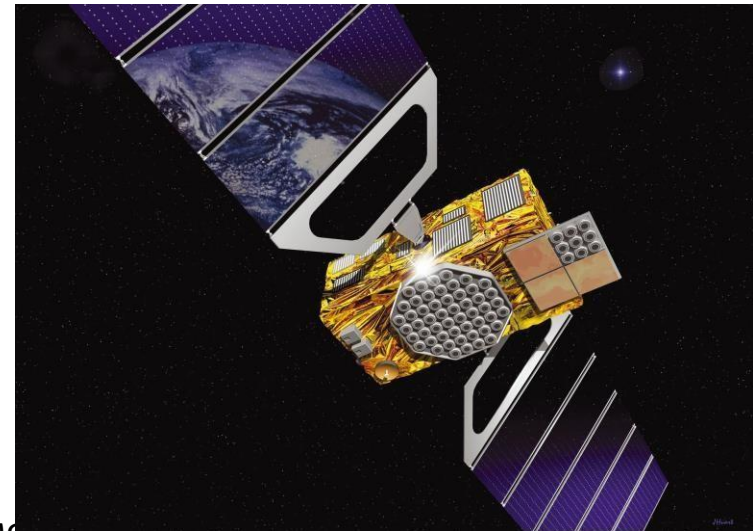


Ο Δορυφορικός σχηματισμός του Galileo

Πηγή: <https://www.esa.int>

- Κάθε τροχιακό επίπεδο του Galileo αποτελείται από 9 ενεργούς δορυφόρους, οι οποίοι κατανέμονται ισάριθμα σε γωνίες 40 μοιρών μεταξύ τους, ενώ προστίθεται και ένας εφεδρικός δορυφόρος. Ο εφεδρικός δορυφόρος λειτουργεί ως ανταλλακτικό μέρος, εξασφαλίζοντας την άμεση αντικατάσταση ενός πιθανά βλαβέντος δορυφόρου, διασφαλίζοντας έτσι τη συνεχή λειτουργία του συστήματος. Επιπλέον, η ύπαρξη τριών ενεργών εφεδρικών δορυφόρων εξασφαλίζει ότι η απώλεια ενός δορυφόρου δεν θα επηρεάσει δραστικά τους χρήστες.

Η τροχιά των δορυφόρων(βλ. Εικ. 1.2), στα 23.222 χιλιόμετρα, προϋποθέτει την επανάληψη του δορυφορικού σχηματισμού κάθε περίπου 10 ημέρες, με κάθε δορυφόρο να ολοκληρώνει 17 περιστροφές κατά αυτό το διάστημα. Κάθε δορυφόρος είναι εξοπλισμένος με δύο πολύ ακριβείς χρονομετρητές, τα οποία επιτρέπουν τον ακριβή εντοπισμό θέσης των αντικειμένων με μεγάλη ακρίβεια. Η μέση διάρκεια ζωής των δορυφόρων είναι περίπου 12 έτη, με τους συσσωρευτές να παρέχουν ενέργεια περίπου 1500 W.



Δορυφόρος Galileo
πηγή: <https://www.esa.int>

- **Το τμήμα ελέγχου:** Αποτελείται από ένα παγκόσμιο δίκτυο επίγειων σταθμών παρακολούθησης και κέντρα ελέγχου. Οι σταθμοί αυτοί ελέγχουν τους δορυφόρους Galileo και διαχειρίζονται τα σήματα ναυσιπλοΐας. Αμέσως μετά, οι σταθμοί αυτοί (GSSs - Galileo Sensor Stations) θα προβαίνουν στη μεταφορά των δεδομένων από τους δορυφόρους προς τα δύο κέντρα ελέγχου (GCCs - Galileo Control Centers), για περαιτέρω επεξεργασία. Εκεί, με τη χρήση προηγμένου λογισμικού, θα προσδιορίζονται τα στοιχεία των δορυφορικών τροχιών και άλλες σημαντικές ποσότητες, όπως οι παράμετροι διόρθωσης του δορυφορικού χρόνου. Τα δεδομένα αυτά θα μεταβιβάζονται προς τους δορυφόρους κάθε 2 ώρες μέσω των κεραιών τηλεπικοινωνίας και στη συνέχεια θα διανέμονται από τους δορυφόρους προς το τμήμα των χρηστών, δηλαδή στους δέκτες, οι οποίοι θα τα χρησιμοποιούν για τους αλγόριθμους υπολογισμού της θέσης τους. Επιπλέον, τα κέντρα ελέγχου θα υπολογίζουν τα στοιχεία ακεραιότητας, τα οποία θα μεταβιβάζονται προς τους δορυφόρους ακόμη πιο συχνά από εκείνα των τροχιών και του χρόνου. Σε περίπτωση εκτάκτου ανάγκης, όπως λόγω δυσλειτουργίας των σημάτων, το σύστημα θα είναι σε θέση να ειδοποιεί τους χρήστες με καθυστέρηση που κυμαίνεται από 6 έως 10 δευτερόλεπτα. Η ανταλλαγή δεδομένων ανάμεσα στους σταθμούς παρακολούθησης και τους δορυφόρους θα πραγματοποιείται μέσω τηλεπικοινωνιακών σταθμών up-link (ULS). Για τον σκοπό αυτό, θα εγκατασταθούν σε όλη την έκταση της γης 15 τέτοιοι σταθμοί, με 5 στην περιοχή των κυμάτων S και 10 στην περιοχή C αντίστοιχα. Τα δεδομένα για την ακεραιότητα του συστήματος, που παρέχουν τα κέντρα ελέγχου, θα είναι προσβάσιμα σε όλους τους χρήστες παγκοσμίως, καθώς βασίζονται σε μετρήσεις του δικτύου των σταθμών παρακολούθησης, το οποίο καλύπτει γεωγραφικά ολόκληρη την επιφάνεια της γης.

- **Το τμήμα χρηστών:** Βρίσκεται στη φάση ανάπτυξης και ασχολείται με την ανάπτυξη δεκτών για τις διάφορες ανάγκες χρήσης του συστήματος. Γνωρίζουμε πως το σύστημα Galileo επιδιώκει την υιοθέτηση πολλών καινοτόμων μεθόδων και τεχνολογιών με στόχο την βελτίωση της απόδοσης και της αξιοπιστίας του προς αυτήν την κατεύθυνση όπου υπάρχουν 3 δραστηριότητες ανάπτυξης δεκτών που στοχεύουν στις διαφορετικές ανάγκες που προκύπτουν κατά τη διαδικασία ανάπτυξης του συστήματος και αυτές οι δραστηριότητες καλύπτουν τον τομέα των σημάτων και των υπηρεσιών που προσφέρει το σύστημα περιλαμβάνοντας τα εξής:
- Ένα δοκιμαστικό τμήμα δεκτών το οποίο χρησιμοποιείται για την επαλήθευση του συστήματος και τη μετάδοση των σημάτων
- Δέκτες που είναι συμβατή με τα σήματα που εκπέμπονται από τους αρχικούς πειραματικούς δορυφόρους GIOVE.
- Δέκτες υψηλής απόδοσης και αξιοπιστίας για τον εξοπλισμό των σταθμών παρακολούθησης στο τμήμα ελέγχου.

Προσδιορισμός θέσης μέσω του συστήματος Galileo

- Ο προσδιορισμός της θέσης ενός δέκτη με το σύστημα Galileo είναι παρόμοιος με αυτόν του GPS. Οι δορυφόροι Galileo είναι εξοπλισμένοι με ατομικά χρονόμετρα, τα οποία μετρούν το χρόνο με μεγάλη ακρίβεια. Εκπέμποντας εξατομικευμένα σήματα, δείχνουν τον ακριβή χρόνο που το σήμα αφήνει τον δορυφόρο. Ο επίγειος δέκτης, ο οποίος μπορεί να είναι ενσωματωμένος σε ένα κινητό τηλέφωνο, αποθηκεύει στη μνήμη του τις ακριβείς συντεταγμένες των τροχιών όλων των δορυφόρων. Διαβάζοντας το εισερχόμενο σήμα, αναγνωρίζει τον δορυφόρο-πομπό, υπολογίζει τον χρόνο που χρειάστηκε το σήμα να φτάσει μέχρι αυτόν και, συνεπώς, υπολογίζει την απόσταση που τον χωρίζει από το δορυφόρο. Όταν ένας επίγειος δέκτης λάβει ταυτόχρονα τα σήματα τουλάχιστον τεσσάρων δορυφόρων, είναι σε θέση να υπολογίσει την ακριβή θέση του. Η ακρίβεια προσδιορισμού της θέσης εξαρτάται από την ακρίβεια της μέτρησης του χρόνου, όπου τα ατομικά χρονόμετρα που χρησιμοποιούνται από τους δορυφόρους Galileo παρέχουν την απαιτούμενη ακρίβεια, της τάξης των νανοδευτερολέπτων. Λόγω αυτού, το σύστημα Galileo θα επιτυγχάνει απόλυτο εντοπισμό θέσης με ακρίβεια περίπου 1 μέτρο, σε αντίθεση με τα 10 μέτρα του GPS.

Σφάλματα

- Τα σφάλματα που επηρεάζουν την λειτουργία του συστήματος Galileo είναι παρόμοια με αυτά που εμφανίζονται σε άλλα δορυφορικά συστήματα πλοήγησης, όπως το GPS και το GLONASS. Υπάρχουν διάφορα είδη σφαλμάτων που μπορούν να παρουσιαστούν, μερικά είναι συστηματικά και επηρεάζουν τον προσδιορισμό της θέσης και του χρόνου μέσω των παρατηρήσεων Galileo. Από την άλλη πλευρά, υπάρχουν και τυχαία σφάλματα που οφείλονται στη φύση των μετρήσεων και συνήθως χαρακτηρίζονται ως θόρυβος.
- Τα σφάλματα που παρουσιάζονται στο σύστημα Galileo μπορούν να κατηγοριοποιηθούν σε τρεις βασικές κατηγορίες, με κάθε μία να περιλαμβάνει διάφορες υποκατηγορίες:

1) Σφάλματα Δορυφόρων:

- a. Σφάλμα Χρονομέτρου Δορυφόρου: Αυτό το σφάλμα οφείλεται στο γεγονός ότι οι χρονομετρητές των δορυφόρων δεν είναι συγχρονισμένοι με τη χρονική κλίμακα του συστήματος Galileo.
- b. Σφάλμα Τροχιάς Δορυφόρου: Αυτό το σφάλμα αναφέρεται στη συστηματική απόκλιση της πραγματικής θέσης και ταχύτητας του δορυφόρου από την θέση που υπολογίζεται με βάση τις παρατηρήσεις των τροχιών και τα μαθηματικά μοντέλα που χρησιμοποιούνται.
- c. Σφάλμα Επιλεκτικής Διαθεσιμότητας: Πρόκειται για μια προτεινόμενη μέθοδο μείωσης της ακρίβειας του συστήματος, που επιτυγχάνεται είτε με τη μείωση της ακρίβειας των παραμέτρων της εκπεμπόμενης δορυφορικής εφημερίδας είτε με την αλλαγή της συχνότητας εξόδου του δορυφορικού χρονομέτρου.

2) Σφάλματα που συνδέονται με τους δέκτες μπορούν να χωριστούν σε δύο κύριες κατηγορίες:

- a. Σφάλμα Χρονομέτρου Δέκτη: Αυτό το είδος σφάλματος πηγάζει από την έλλειψη συγχρονισμού του χρονομέτρου του δέκτη με την χρονική κλίμακα του συστήματος Galileo.
- b. Τυχαίο Σφάλμα Παρατήρησης ή Θόρυβος: Αυτό το είδος σφάλματος είναι αναπόφευκτο σε κάθε παρατήρηση Galileo. Ο όρος "τυχαίο" απλά αντανακλά το γεγονός ότι αυτό το σφάλμα τείνει προς το μηδέν με την αύξηση των επαναλήψεων της μέτρησης υπό τις ίδιες συνθήκες.

3) Σφάλματα που σχετίζονται με τη διάδοση του σήματος Galileo μπορούν να χωριστούν σε τέσσερις κύριες κατηγορίες:

- a. Τροποσφαιρικό Σφάλμα: Προκύπτει λόγω της επίδρασης του χαμηλότερου τμήματος της ατμόσφαιρας στη διαδρομή του δορυφορικού τμήματος. Η τροποσφαιρική διάθλαση καθυστερεί τη διάδοση του σήματος λόγω αλλαγής κατεύθυνσης του σήματος.
- b. Ιονοσφαιρικό Σφάλμα: Προκύπτει λόγω της επίδρασης της ιονόσφαιρας στη διάδοση του δορυφορικού σήματος. Η παρουσία ελεύθερων φορτισμένων σωματιδίων στην ιονόσφαιρα επηρεάζει την ταχύτητα, τη διεύθυνση και την πολικότητα του σήματος.
- c. Σφάλμα Πολυανάκλασης: Προκύπτει όταν το σήμα δορυφορικού λαμβάνεται και ανακλάται από άλλες επιφάνειες εκτός από την κανονική διαδρομή του, επηρεάζοντας τις παρατηρήσεις Galileo.
- d. Σφάλμα Ολίσθησης Κύκλων: Οφείλεται σε εμπόδια στην πορεία του σήματος, αδυναμία των ηλεκτρονικών κυκλωμάτων του δέκτη ή υψηλή ιονοσφαιρική δραστηριότητα, η οποία έχει ως αποτέλεσμα την απώλεια λήψης του σήματος.

Υπηρεσίες Galileos

- Το 2010, με την ολοκλήρωση της εγκατάστασης των 4 αρχικών δορυφόρων της φάσης επικύρωσης τροχιάς (IOV phase), θα αρχίσουν σταδιακά να παρέχονται οι υπηρεσίες του προγράμματος Galileo. Αυτές οι υπηρεσίες προσφέρουν πέντε επίπεδα πρόσβασης, ελεύθερης ή περιορισμένης, με διαφορετικά επίπεδα ακρίβειας και με ή χωρίς χρέωση. Τα επίπεδα αυτά είναι τα εξής:
- 1) Η Open Service (OS) ή Υπηρεσία Ανοιχτής Πρόσβασης, η οποία είναι κυρίως για εφαρμογές μαζικής αγοράς. Πρόκειται για μια υπηρεσία στην οποία μπορούν να έχουν πρόσβαση όλοι οι χρήστες δωρεάν, εφόσον είναι εξοπλισμένοι με έναν δέκτη μονής, διπλής ή τριπλής συχνότητας. Η υπηρεσία παρέχει πληροφορίες προσδιορισμού θέσης, πλοήγησης και χρόνου για όλο τον κόσμο μέσω σημάτων που διαμορφώνονται σε δύο φέρουσες συχνότητες. Οι δέκτες χρησιμοποιώντας τις συχνότητες της OS επιτυγχάνουν οριζοντιογραφική ακρίβεια μικρότερη των 4 μέτρων και υψομετρική ακρίβεια κάτω από τα 8 μέτρα. Η ακρίβεια που επιτυγχάνουν οι δέκτες χρησιμοποιώντας μόνο μια ραδιοσυχνότητα είναι της τάξης των 15 μέτρων οριζοντίως και 35 μέτρων κατακόρυφα. Μπορεί να συνδυαστεί με το GPS για βελτιστοποίηση της κάλυψης, αλλά δεν παρέχει πληροφορίες σχετικά με την ακεραιότητα του συστήματος, αφήνοντας τον προσδιορισμό της ποιότητας των σημάτων στους χρήστες. Ωστόσο, μπορούν να παραχθούν ορισμένες πληροφορίες ακεραιότητας μέσω αυτόνομων τεχνικών ελέγχου, όπως το RAIM (Receiver Autonomous Integrity Monitoring), το οποίο βασίζεται σε αληθοφανή κριτήρια για τις περισσότερες εφαρμογές.

- 2) Η Commercial Service (CS), γνωστή και ως Εμπορική Υπηρεσία, σχεδιάζεται για την ανάπτυξη εφαρμογών που στοχεύουν αποκλειστικά σε επαγγελματικούς σκοπούς, προσφέροντας υπηρεσίες υψηλότερης ακρίβειας σε σύγκριση με την OS. Η CS λειτουργεί με κρυπτογραφημένα σήματα και απαιτεί χρέωση. Τα σήματα που παρέχει καλύπτουν τρεις συχνότητες, περιλαμβάνοντας τις δύο συχνότητες της OS και μια επιπλέον, την E6, που περιλαμβάνει εμπορικές πληροφορίες με προστιθέμενη αξία.

- 3) Η Safety of Life Service (SoL), επίσης γνωστή ως Δημόσια Ελεγχόμενη Υπηρεσία και Υπηρεσία Ασφάλειας Ζωής, προορίζεται για κρίσιμες υπηρεσίες ασφαλείας όπως οι αστυνομικές αρχές, ο στρατός, και άλλοι. Παρέχει ακρίβεια σύγκριση με αυτήν της υπηρεσίας ανοιχτής πρόσβασης, αλλά με επιπλέον ασφάλεια και δυνατότητα γρήγορης αναγνώρισης προβλημάτων. Χρησιμοποιεί κρυπτογραφημένα σήματα και παρέχει εγκαίρες προειδοποιήσεις στους χρήστες όταν υπερβαίνονται ορισμένα κριτήρια ακεραιότητας. Τα σήματα της εκπέμπονται σε δύο συχνότητες (E5b και E5a) για εφαρμογές ακριβείας, ενώ με χρήση του σήματος E2-L1-E1-SoL αντισταθμίζονται οι ιονοσφαιρικές διαταραχές. Για εφαρμογές κρίσιμου χρόνου παρέχει ακρίβεια της τάξης των 4 m οριζοντίως και 8m κατακορύφως, ενώ για λιγότερο κρίσιμες εφαρμογές η ακρίβεια φτάνει τα 220 m. Επίσης, παρέχει πληροφορίες ακεραιότητας χωρίς χρέωση, και μπορεί να οριστεί περιορισμένη προσβασιμότητα για ορισμένες ομάδες χρηστών. Επιπλέον, στην υπηρεσία SoL ενσωματώνονται και οι υπηρεσίες του ευρωπαϊκού προγράμματος EGNOS για ανεξάρτητα και συμπληρωματικά δεδομένα ακεραιότητας.

- 4) Η Δημόσια Ρυθμιζόμενη Υπηρεσία (PRS) είναι μια υπηρεσία που σχεδιάστηκε ειδικά για εξουσιοδοτημένες κυβερνητικές χρήσεις, με σκοπό να παρέχει αξιόπιστη και ελεγχόμενη επικοινωνία. Ο στόχος της είναι να υποστηρίξει κυρίως δημόσιες εφαρμογές που σχετίζονται με την ασφάλεια, όπως η πολιτική προστασία και οι κυβερνητικές υπηρεσίες, λειτουργώντας ακόμα και κατά τη διάρκεια κρίσεων. Η PRS χρησιμοποιεί ισχυρά κρυπτογραφημένα σήματα για να αποτρέψει παρεμβολές και τεχνικές αντι-εξαπάτησης, εξασφαλίζοντας τη συνεχή εκπομπή σημάτων σε περιπτώσεις περιορισμένης πρόσβασης σε συχνότητες. Επιπλέον, η PRS παρέχει ακρίβεια στη θέση και το ύψος, καθώς και εξασφαλίζει συνεχή εκπομπή σημάτων για κρίσιμες εφαρμογές σε τομείς όπως η ενέργεια, οι μεταφορές, οι τηλεπικοινωνίες, και άλλες στρατηγικής σημασίας δραστηριότητες. Η υπηρεσία αυτή υπόκειται στον έλεγχο της Ευρωπαϊκής Κοινότητας και των κρατών-μελών της, με τους δέκτες της να είναι διαθέσιμοι μόνο σε εξουσιοδοτημένους χρήστες.

- 5) Η Υπηρεσία Έρευνας και Διάσωσης (SAR) αντιπροσωπεύει τη συμβολή της Ευρώπης στις παγκόσμιες προσπάθειες ανάπτυξης ανθρωπιστικών δράσεων έρευνας και διάσωσης. Αυτή η υπηρεσία παρουσιάζει σημαντικές βελτιώσεις σε σχέση με το υπάρχον σύστημα SAR, γνωστό ως COSPAS-SARSAT. Αυτές οι βελτιώσεις περιλαμβάνουν τη λήψη μηνυμάτων κινδύνου από οπουδήποτε στη γη σε πραγματικό χρόνο, με μέσο χρόνο αναμονής μία ώρα, την ακριβή θέση των ορίων συναγερμού (με ακρίβεια μέτρησης σε μερικά μέτρα αντί για τα τωρινά 5 χιλιόμετρα), την πολλαπλή δορυφορική ανίχνευση για την αντιμετώπιση εμποδίων σε δύσκολες συνθήκες και την αυξημένη διαθεσιμότητα του διαστημικού τμήματος, με 30 δορυφόρους σε μέση γήινη τροχιά (MEO), συν τέσσερις σε χαμηλή γήινη τροχιά (LEO) και τρεις γεωστατικούς δορυφόρους του τρέχοντος συστήματος COSPAS-SARSAT.

Εφαρμογές Galileo

- Τηλεπικοινωνίες

Η γνώση της τοποθεσίας κάποιου μπορεί να μην έχει τόσο μεγάλη σημασία χωρίς τη δυνατότητα επικοινωνίας μαζί του. Γι' αυτό τον λόγο, μικρά chips του Galileo θα ενσωματώνονται στις συσκευές κινητής τηλεφωνίας (τρίτης γενιάς), επιτρέποντας στον χρήστη να γνωρίζει τη θέση του με ακρίβεια και να σχεδιάζει τις κινήσεις του, όπως την αποφυγή κυκλοφοριακής συμφόρησης ή την κλήση ταξί. Επιπλέον, το Galileo μπορεί να χρησιμοποιηθεί για άμεσες επικοινωνιακές ανάγκες σε περιπτώσεις όπως τραπεζικές συναλλαγές και χρήση του internet, λόγω της ακρίβειάς του σε πραγματικό χρόνο. Αυτό εξαλείφει την ανάγκη για την εγκατάσταση ακριβών ατομικών ρολογιών, καθώς η ακρίβεια και η χρονική ακρίβεια των μετρήσεων του Galileo είναι εξαιρετικά υψηλή.

- Περιβάλλον

Το Galileo αναμένεται να αποτελέσει ένα σημαντικό εργαλείο για την επιστημονική κοινότητα. Η δυνατότητα λήψης νέων συχνοτήτων σήματος, η βελτιωμένη απόδοση κάλυψης και η ποικιλία των σημάτων που εκπέμπει το Galileo μπορεί να καταστήσει αυτό το σύστημα προτιμητέο έναντι του GPS. Επιπλέον, η συνεχής λήψη σημάτων και δεδομένων μπορεί να εφαρμοστεί σε πολλά νέα πεδία της περιβαλλοντικής έρευνας, όπως η ωκεανογραφία, η παρακολούθηση της στάθμης του νερού, η ανίχνευση της μόλυνσης των υδάτων και η ανάλυση υδάτινων δειγμάτων, οι μετακινήσεις παγόβουνων και πολλές άλλες σχετικές εφαρμογές. Επιπλέον, το Galileo αναμένεται να είναι χρήσιμο στην παρακολούθηση της ατμόσφαιρας για την πρόβλεψη του καιρού, την αλλαγή των κλιματολογικών συνθηκών, τις μετρήσεις αερίων, την παρακολούθηση ηφαιστειών, τη σεισμική δραστηριότητα, τις φυσικές καταστροφές, την έρευνα φυσικών πόρων και πολλά άλλα. Το σύστημα μπορεί να χρησιμοποιηθεί ακόμη και για την παρακολούθηση και τον εντοπισμό άγριων ζώων για την προστασία τους.

- Γεωργία

Στον τομέα της γεωργίας, οι συστήματα ραδιοπλοήγησης έχουν κάνει την εμφάνισή τους τα τελευταία χρόνια. Το υπάρχον GPS έχει αναλάβει πρωτοβουλίες και προσφέρει λύσεις, κυρίως μέσω της "γεωργίας ακριβείας". Οι Ευρωπαίοι ελπίζουν ότι το Galileo θα συμβάλει σε παρόμοιες εφαρμογές για τη βελτίωση της διαχείρισης της γης, όπως η προσαρμογή της δόσης σπόρων ή φυτοφαρμάκων ανάλογα με την ποικιλία του εδάφους ή τις ανάγκες σε νερό του κάθε τμήματος του αγροτεμαχίου. Αυτές οι λύσεις αναμένεται να οδηγήσουν σε μια πιο παραγωγική σοδειά με μειωμένο κόστος. Τα πλεονεκτήματα από τη χρήση του Galileo σε αυτόν τον τομέα περιλαμβάνουν την αυτοματοποίηση της διαδικασίας και τη βελτίωση της ακρίβειας των μετρήσεων.

- Υπηρεσίες Βοηθειών , έρευνας και διάσωσης- Διαχείριση κρίσεων

Μια από τις κύριες παραμέτρους που οι Ευρωπαίοι επιθυμούσαν να τονίσουν με το Galileo είναι η ασφάλεια

του ανθρώπου και η αποτελεσματική αντιμετώπιση δύσκολων καταστάσεων έρευνας και διάσωσης. Οι λειτουργίες του Galileo βασίζονται σε υποδομές που εστιάζουν στην ακρίβεια και την αξιοπιστία των μετρήσεών του, γεγονός που το καθιστά κύριο εργαλείο στον τομέα των υπηρεσιών βοήθειας έρευνας και διάσωσης, καθώς και σε άλλες συνθήκες διαχείρισης δύσκολων καταστάσεων.

- Έρευνα και επιστήμη

Ο τομέας της έρευνας αναπτύσσεται σε πολλούς επιμέρους τομείς, συμπεριλαμβανομένης της θαλάσσιας-

ωκεανογραφικής έρευνας, της χαρτογραφικής, της υδρογραφικής, της έρευνας φυσικών πόρων, της έρευνας στη γεωδαισία, της σεισμικής έρευνας και πολλών άλλων. Κοινό χαρακτηριστικό όλων αυτών των επιστημονικών πεδίων είναι η ανάγκη για υψηλή ακρίβεια στον εντοπισμό των σημείων. Μέχρι σήμερα, χρησιμοποιούνταν διάφορες τεχνικές για τη βελτίωση της ακρίβειας των μετρήσεων GPS. Με τη λειτουργία του Galileo, όμως, ανοίγονται νέοι ορίζοντες καθώς εξασφαλίζεται μεγαλύτερη ακρίβεια και παγκόσμια κάλυψη από τους 30 δορυφόρους του συστήματος. Για παράδειγμα, οι έρευνες για την εντοπισμό φυσικών πόρων θα επωφεληθούν σημαντικά από το Galileo. Η αναζήτηση πετρελαίου ή άλλων ορυκτών θα γίνει με μικρότερη απόκλιση σφάλματος, βελτιώνοντας την αποδοτικότητα των γεωτρήσεων και μειώνοντας το κόστος των διαδικασιών που οφείλονται σε λανθασμένες μετρήσεις.

- Αναψυχή

Στον τομέα της αναψυχής, συχνά ο χρήστης χρειάζεται να έχει γνώση της θέσης του για συγκεκριμένες διαδρομές, είτε για λόγους ασφαλείας του ίδιου είτε της ομάδας στην οποία ανήκει. Ο φυσιολάτρης πεζοπόρος, για παράδειγμα, θα επιλέξει το Galileo λόγω της μεγαλύτερης ακρίβειας, του καλύτερου σήματος σε παγκόσμιο εύρος και της αξιοπιστίας των μετρήσεών του. Το Galileo θα αποτελέσει την "διαστημική πυξίδα" για τον οδοιπόρο, τον εξερευνητή, τα πληρώματα σκαφών αναψυχής, καθώς θα τους βοηθά να προσανατολίζονται

σωστά σε άγνωστα μονοπάτια. Τα τελευταία χρόνια, έχει αναπτυχθεί ιδιαίτερα το κυνήγι θησαυρού στην Αμερική και στην Ευρώπη, ένα ακόμα πεδίο εφαρμογής για το Galileo. Ο ταξιδιώτης που εξερευνά νέες πόλεις θα μπορεί να χρησιμοποιεί τη συσκευή Galileo ως οδηγό σε κάθε του μετακίνηση, βοηθώντας τον να βρίσκει τον προορισμό του γρήγορα και με ασφάλεια.

• Τοπογραφικές Μελέτες

Οι μελέτες ενός τοπογράφου και πολιτικού μηχανικού απαιτούν υψηλή ακρίβεια και αξιοπιστία στις μετρήσεις τους. Αυτοί οι δύο παράγοντες ενισχύουν τα επίπεδα ασφαλείας αλλά μπορεί επίσης να αυξήσουν το κόστος σε ορισμένα έργα. Το Galileo, με την εξασφάλιση αυτών των δύο χαρακτηριστικών, αναμένεται να αποτελέσει σημαντικό εργαλείο για τους μηχανικούς και να βελτιώσει τις προδιαγραφές σε πολλούς τομείς.

- Μεταφορές: Οδικές, εναέριας , θαλάσσιες , Σιδηροδρομικές

Οι μεταφορές συνολικά, είτε αυτές είναι εναέριας, θαλάσσιες, οδικές ή σιδηροδρομικές, αναμένεται να είναι ο τομέας που θα επωφεληθεί περισσότερο από τη λειτουργία του Galileo. Κάθε ομάδα χρηστών έχει τις ιδιαίτερες ανάγκες της, και το Galileo έχει σχεδιαστεί για να μπορεί να τις καλύψει όλες. Αυτό το ευρωπαϊκό σύστημα αποτελεί την απάντηση στα σημερινά προβλήματα των μεταφορών και αναμένεται να βελτιώσει την ασφάλεια και την άνεση σε όλους τους τύπους μεταφορών.

1)Οδικές:

Η χρήση συστημάτων πλοήγησης στις οδικές μεταφορές ξεκίνησε πριν από μερικά χρόνια και αποτελεί έναν τομέα που βρίσκεται τώρα στο κύριο στάδιο ανάπτυξής του. Οι δέκτες GPS είναι πλέον εγκατεστημένοι σε κάθε όχημα που κινείται στον δρόμο. Υπολογίζεται ότι έως το 2010 πάνω από 900.000.000 οχήματα και 33.000.000 λεωφορεία και φορτηγά στην Ευρώπη θα έχουν εγκατεστημένους δέκτες συστημάτων ραδιοπλοήγησης.

2) εναέριας:

Στην Ευρωπαϊκή Ένωση, υπάρχουν περισσότερα από 5.000 πολιτικά αεροσκάφη και περίπου 30.000 μικρά αεροσκάφη αναψυχής. Ο αριθμός αυτός είναι εξαιρετικά μεγάλος, και αυτό οδηγεί σε σοβαρή συμφόρηση στους αεροδιαδρόμους. Η εφαρμογή του Galileo θα συμβάλει στην αντιμετώπιση αυτού του προβλήματος, επιτρέποντας την αποτελεσματικότερη διερεύνηση του εναέριου χώρου και την αύξηση του αριθμού των αεροσκαφών που μπορούν να κινούνται στα ίδια αεροπορικά δίκτυα. Μέσω αυτής της προσέγγισης, αναμένεται να μειωθούν οι καθυστερήσεις στις πτήσεις και να μειωθούν τα ατυχήματα που οφείλονται σε ανακρίβεια στο στίγμα των αεροσκαφών. Οι προσγειώσεις και οι απογειώσεις θα εκτελούνται με μεγαλύτερη ασφάλεια και ακρίβεια. Οι πιλότοι θα διαθέτουν ακριβείς συντεταγμένες για τη θέση τους ανά πάσα στιγμή, επιτρέποντάς τους να έχουν πλήρη εικόνα του αεροσκάφους κατά τη διάρκεια κάθε κινήσης του, ενώ ταυτόχρονα θα λαμβάνουν λιγότερες καθοδηγήσεις από το έδαφος, μειώνοντας τον απαιτούμενο εξοπλισμό εδαφικών υποδομών και το συνολικό κόστος.

3)θαλάσσιες:

Στον τομέα της θαλάσσιας ναυσιπλοΐας, το Galileo αναμένεται να προσφέρει πολλές καινοτομίες και προόδους. Τονίζεται ότι περισσότερα από 10.000 πλοία ανήκουν σε χώρες της Ευρωπαϊκής Ένωσης. Σύμφωνα με δεδομένα, το 80% των ατυχημάτων στη θάλασσα οφείλονται σε ανθρώπινα λάθη. Γι' αυτόν τον λόγο, η ασφάλεια των πλοίων αποτελεί προτεραιότητα για τις θαλάσσιες μεταφορές. Το Galileo φαίνεται να μπορεί να ανταποκριθεί σε αυτές τις απαιτήσεις με την αυξημένη ακρίβεια και αξιοπιστία των μετρήσεών του. Αν κρίνουμε από τις βασικές εφαρμογές του GPS, το Galileo αναμένεται να μειώσει τον αριθμό των ατυχημάτων που οφείλονται σε ανακριβή δεδομένα και λανθασμένες συντεταγμένες.

4)Σιδηροδρομικές:

Πολλά είναι τα πλεονεκτήματα που προέκυψαν για τις σιδηροδρομικές μεταφορές με τη χρήση συστημάτων πλοήγησης. Μέχρι σήμερα, το GPS ήταν το κυρίαρχο σύστημα που χρησιμοποιούν τα τρένα. Το Galileo αναμένεται τώρα να εισέλθει δυναμικά σε αυτόν τον τομέα, προσφέροντας βελτιωμένο έλεγχο της κυκλοφορίας των τρένων, αποδοτικότερη διαχείριση του στόλου (μείωση αποστάσεων μεταξύ συρμών και αύξηση δρομολογίων), καθώς και έγκαιρη ενημέρωση των επιβατών σχετικά με τους χρόνους άφιξης και αναχώρησης. Επιπλέον, το Galileo αναμένεται να βελτιώσει την επικοινωνία μεταξύ των αμαξοστοιχιών, με αποτέλεσμα τη μείωση των ατυχημάτων μεταξύ συρμών και συγκρούσεων με οχήματα σε διασταυρώσεις με δρόμους.

Γιατί το Galileo είναι χρήσιμο στην Ευρώπη

- το Galileo είναι χρήσιμο για την Ευρώπη για πολλούς λόγους. Ας δούμε τις κύριες πτυχές που το καθιστούν ένα σημαντικό πρόγραμμα:
- Υ **Αυξημένη Κάλυψη και Αξιοπιστία:** Οι δορυφόροι Galileo προβλέπεται να παρέχουν καλύτερη κάλυψη στη Βόρεια Ευρώπη από ό,τι το GPS, λόγω της τροχιάς τους μεγαλύτερης κλίσης. Αυτό βελτιώνει την αξιοπιστία της πλοήγησης σε αυτήν την περιοχή.
- Υ **Οικονομικά Πλεονεκτήματα:** Το Galileo αναμένεται να δημιουργήσει πάνω από 100.000 θέσεις εργασίας υψηλής εξειδίκευσης στην Ευρώπη, ενώ αναμένεται να απορροφήσει τεράστια ποσά από την παγκόσμια αγορά υπηρεσιών πλοήγησης.
- Υ **Τεχνολογική Ανεξαρτησία:** Η ανάπτυξη του Galileo ενισχύει την ευρωπαϊκή τεχνολογική ανεξαρτησία και επιτρέπει την ανάπτυξη της ευρωπαϊκής επιστήμης και τεχνολογίας σε στρατηγικούς τομείς.
- Υ **Στρατηγική Σημασία:** Το Galileo δεν αποτελεί μόνο μια τεχνολογική πρόκληση, αλλά και στρατηγική. Η ανάπτυξη του αποτελεί μια πραγματική, ευρωπαϊκή, εναλλακτική λύση στο σύστημα GPS και ενισχύει την ευρωπαϊκή επιρροή παγκοσμίως.

Συνολικά, το Galileo αναμένεται να επιφέρει σημαντικά οφέλη στην Ευρώπη τόσο από οικονομικής όσο και από τεχνολογικής και στρατηγικής άποψης. Η ανεξαρτησία στον τομέα της δορυφορικής πλοήγησης είναι ουσιώδης για την Ευρώπη καθώς εξασφαλίζει την ασφάλεια την οικονομική ανάπτυξη και την τεχνολογική εξέλιξη της ηπείρου.

- Στην διεύθυνση που ακολουθεί <https://youtu.be/ZRBiF92-LAc> μπορείτε να παρακολουθήσετε ένα video για το Ευρωπαϊκό Δορυφορικό Σύστημα Πλοήγησης Galileo

Βιβλιογραφικές Παραπομπές

- Υ Παρχαρίδης Ι. (2023), Σημειώσεις μαθήματος: Σύγχρονες Τεχνολογίες Εντοπισμού-Παρακολούθησης, Χαροκόπειο Πανεπιστήμιο. Teunissen Peter J.G., Montenbruck O. (2017), Springer Handbook of Global Navigation Satellite Systems, Springer Cham, <https://doi.org/10.1007/978-3-319-42928-1>
- Υ Φωτίου Α. & Πικριδάς Χ. (2006), GPS και γεωδαιτικές εφαρμογές, Αθήνα, Ζήτη.
- Υ Άρθρα
- Υ JED, The Journal of Electronic Defense, February 2005.
- Υ Χατζηαντωνίου Κ., (2002), IAA Ενημερωτικό Έντυπο, Φεβρουάριος 2002, τ. 465, GALILEO vs GPS.
- Υ Διαδικτυακές πηγές
- Υ <http://www.geotech.gr>
- Υ <https://www.in.gr/2021/01/21/b-science/technology/doryforoi-neas-genias-gia-tin-eyropaiki-apantisi-sto-gps/>
- Υ <http://www.europarl.europa.eu>
- Υ <http://en.wikipedia.org/wiki/GLONASS>
- Υ <http://www.insidegnss.com/galileo>
- Υ http://www.cere.gr/upload/APOPSEIS_20061110.pdf
- Υ <http://www.esa.int/esaNA/galileo.html>
- Υ <https://www.europarl.europa.eu/news/el/headlines/economy/20181116STO19212/to-teleutaio-sunoro-pos-i-ee-stirizei-programmata-opos-to-galileo>
- Υ <https://www.ethnos.gr/technology/article/59821/galileotodoryforikosysthmaplohghshsmetra1disxrhstesexypnonthlefonon>
- Υ <https://itechnews.gr/2023/01/galileo-xeperase-se-akriveia-to-gps-to-eyropaiko/>
- Υ <http://iknowgr.blogspot.com/2016/01/galileo.html>
- Υ https://dspace.lib.ntua.gr/xmlui/bitstream/handle/123456789/2588/afentoulidouk_galileo.pdf?sequence=3&isAllowed=y