

ΣΥΓΧΡΟΝΕΣ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΕΣ ΕΝΤΟΠΙΣΜΟΥ ΠΑΡΑΚΟΛΟΥΘΗΣΗΣ



ΕΡΓΑΣΙΑ 6ου ΕΞΑΜΗΝΟΥ

ΔΙΔΑΣΚΩΝ : Ισαάκ Παρχαρίδης

ΥΠΟ ΤΗΝ ΕΠΙΜΕΛΕΙΑ : Μανίας Νίκος gs221031– Μπενέτου Λίνα gs221036



Το Παγκόσμιο Σύστημα Προσδιορισμού Θέσης (GPS) είναι ένα χρηστικό σύστημα που ανήκει στις Η.Π.Α. και παρέχει στους χρήστες υπηρεσίες εντοπισμού θέσης, πλοήγησης και χρονισμού (PNT).

Αποτελείται από τρία τμήματα: το διαστημικό τμήμα, το τμήμα ελέγχου και το τμήμα χρηστών. Η Διαστημική Δύναμη των Η.Π.Α. (U.S.S.F.) αναπτύσσουν, συντηρούν και λειτουργούν τα διαστημικά και τα επίγεια τμήματα ελέγχου.

Τί είναι το GPS;



GPS III SV-03 satellite packed prior to shipment to Cape Canaveral Lockheed Martin

“Ιστορική αναφορά”

Το GPS έχει τις ρίζες του στην εποχή του Σπούτνικ, όταν οι επιστήμονες κατάφεραν να παρακολουθήσουν τον δορυφόρο με αλλαγές στο ραδιοσήμα του, γνωστό ως «Φαινόμενο Ντόπλερ». Το Ναυτικό των Ηνωμένων Πολιτειών διεξήγαγε πειράματα δορυφορικής πλοήγησης στα μέσα της δεκαετίας του 1960 για να παρακολουθήσει τα αμερικανικά υποβρύχια που έφεραν πυρηνικούς πυραύλους. Με έξι δορυφόρους σε τροχιά γύρω από τους πόλους, ήταν δυνατόν να παρατηρηθούν οι δορυφορικές αλλαγές στο Doppler και να εντοπιστεί η θέση του υποβρυχίου μέσα σε λίγα λεπτά.

Στις αρχές της δεκαετίας του 1970, το Υπουργείο Άμυνας ήθελε να διασφαλίσει ότι θα ήταν διαθέσιμο ένα ισχυρό, σταθερό σύστημα δορυφορικής πλοήγησης. Υιοθετώντας προηγούμενες ιδέες από επιστήμονες του Πολεμικού Ναυτικού, το Υπουργείο Εξωτερικών αποφάσισε να χρησιμοποιήσει δορυφόρους για να υποστηρίξει το προτεινόμενο σύστημα πλοήγησης. Ση συνέχεια, το Υπουργείο Άμυνας εκτόξευσε τον πρώτο δορυφορικό σύστημα παγκόσμιου εντοπισμού θέσης χρονισμού και εμβέλειας σήματος πλοήγησης (NAVSTAR) το 1978. Το δορυφορικό σύστημα 24 τέθηκε σε πλήρη λειτουργία το 1993.





Global Positioning System III

The Global Positioning System (GPS) is a constellation of orbiting satellites that provides position, navigation, and timing data to military and civilian users globally. The system is operated and controlled by Delta 8, located at Schriever Air Force Base, Colo.

PHOTO BY: Lockheed Martin and U.S. Space Force

VIRIN: 201014-X-MR661-001

“Λειτουργικά συστήματα”
Τα λειτουργικά συστήματα διακρίνονται σε τρία τμήματα :

1. Το Διαστημικό Τμήμα
2. Τμήμα Λειτουργικού Ελέγχου (OCS)
3. Το τμήμα του τελικού χρήστη



Falcon 9 rocket launching the first GPS III satellite, December 2018, (photo courtesy of Space X).



“Διαστημικό τμήμα”

Οι δορυφόροι GPS πετούν σε μέση γήινη τροχιά (MEO) σε ύψος περίπου 20.200 km (12.550 μίλια). Κάθε δορυφόρος κάνει δύο φορές την ημέρα κύκλο γύρω από τη Γη.

Οι GPS δορυφόροι είναι διατεταγμένοι σε έξι τροχιακά επίπεδα ίσης απόστασης που περιβάλλουν τη Γη και κάθε τροχιακό επίπεδο έχει τέσσερις θέσεις.

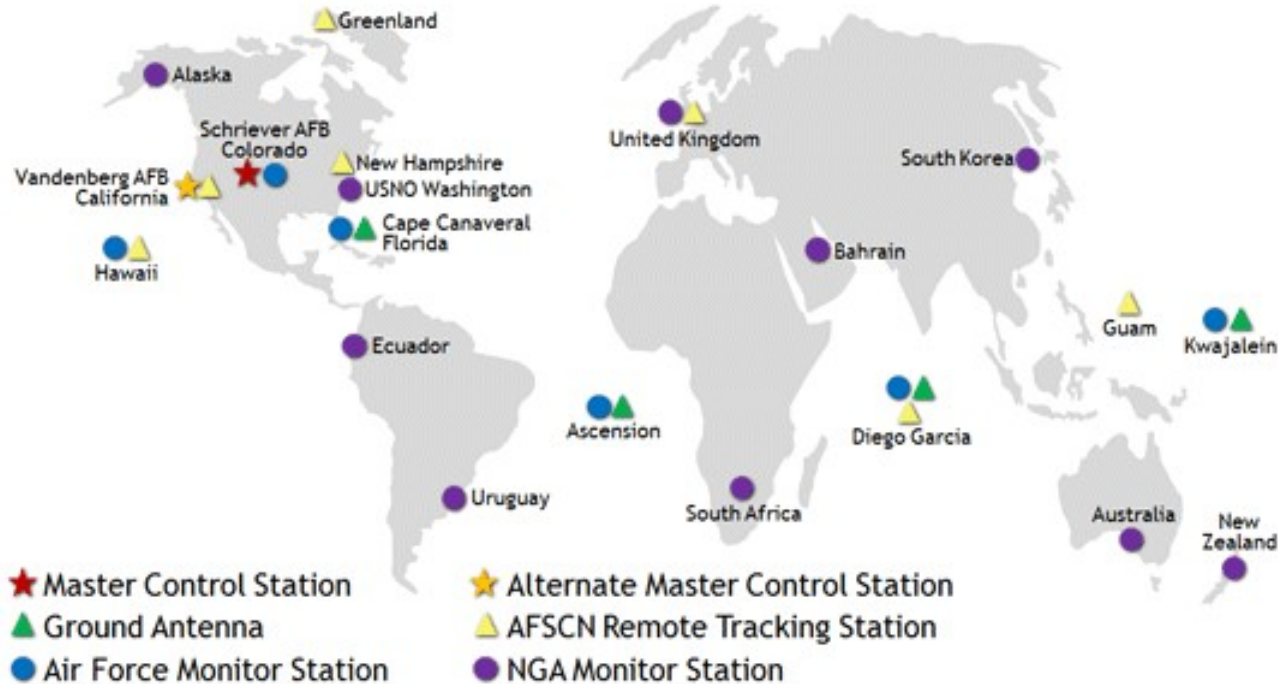
Βασίζεται σε ένα "πλέγμα" εικοσιτεσσάρων δορυφόρων της Γης, εφοδιασμένων με ειδικές συσκευές εντοπισμού, οι οποίες ονομάζονται "πομπодέκτες GPS".

Οι πομπодέκτες αυτοί παρέχουν ακριβείς πληροφορίες για τη θέση ενός σημείου, το υψόμετρό του, την ταχύτητα και την κατεύθυνση της κίνησης του.

Επίσης, σε συνδυασμό με ειδικό λογισμικό χαρτογράφησης μπορούν να απεικονίσουν γραφικά τις πληροφορίες αυτές.

Αυτή η διάταξη εικοσιτεσσάρων θέσεων διασφαλίζει ότι οι χρήστες μπορούν να δουν τουλάχιστον τέσσερις δορυφόρους από σχεδόν οποιοδήποτε σημείο του πλανήτη.

“Τμήμα λειτουργικού ελέγχου(OCS)”



Το τμήμα ελέγχου **GPS** αποτελείται από ένα παγκόσμιο δίκτυο επίγειων εγκαταστάσεων που παρακολουθούν τους δορυφόρους GPS, τις μεταδόσεις τους, εκτελούν αναλύσεις και στέλνουν εντολές και δεδομένα στον αστερισμό. Το τρέχον τμήμα λειτουργικού ελέγχου (**OCS**) περιλαμβάνει έναν κύριο σταθμό ελέγχου, έναν εναλλακτικό κύριο σταθμό ελέγχου, 11 κεραίες εντολών και ελέγχου και 16 θέσεις παρακολούθησης.

“Το τμήμα τελικού χρήστη”

Το τμήμα χρήστη GPS αποτελείται από ραδιοδέκτες/επεξεργαστές και κεραίες ζώνης L-band που λαμβάνουν σήματα GPS, καθορίζουν ψευδοαποστάσεις (και άλλα παρατηρήσιμα στοιχεία) και λύνουν τις εξισώσεις πλοήγησης για να λάβουν τις συντεταγμένες τους και να παρέχουν πολύ ακριβή χρόνο.

Ο δέκτης GPS είναι μια συσκευή πλήρως ικανή να επεξεργάζεται το σήμα των δορυφόρων GPS και να προσδιορίζει τη θέση του χρήστη, την ταχύτητα και τον ακριβή χρόνο (PVT) επεξεργάζοντας το σήμα που εκπέμπεται από δορυφόρους.

Οποιαδήποτε λύση πλοήγησης παρέχεται από έναν δέκτη GNSS βασίζεται στον υπολογισμό της απόστασής του από ένα σύνολο δορυφόρων, μέσω εξαγωγής του χρόνου διάδοσης των εισερχόμενων σημάτων που ταξιδεύουν στο διάστημα με την ταχύτητα του φωτός, σύμφωνα με τα τοπικά ρολόγια του δορυφόρου και του δέκτη.



Πως λειτουργούν τα δορυφορικά σήματα GPS

Το Global Positioning System (GPS) λειτουργεί μέσω ενός δικτύου δορυφόρων που εκπέμπουν συνεχώς σήματα ραδιοκυμάτων προς τη Γη. Οι δέκτες GPS ανιχνεύουν αυτά τα σήματα και υπολογίζουν την απόστασή τους από τέσσερις ή περισσότερους δορυφόρους, χρησιμοποιώντας τη μέθοδο της τριγωνομέτρησης για τον εντοπισμό της θέσης.

Κάθε δορυφόρος είναι εφοδιασμένος με ακριβή ατομικά ρολόγια, ενώ οι δέκτες συγχρονίζουν τα δικά τους ρολόγια με αυτά. Η ταχύτητα του φωτός και ο χρόνος που απαιτείται για το σήμα να φτάσει από το διάστημα στον δέκτη επιτρέπουν τον υπολογισμό της απόστασης του δέκτη από κάθε δορυφόρο. Παρά την υψηλή ταχύτητα των ραδιοκυμάτων, παράγοντες όπως η ιονόσφαιρα και η τροπόσφαιρα μπορούν να παραμορφώσουν ή να καθυστερήσουν τα σήματα, με τους δέκτες να λαμβάνουν υπόψη αυτές τις ανωμαλίες για την εξασφάλιση ακριβών μετρήσεων απόστασης.

Οι δορυφόροι GPS εκπέμπουν δύο βασικούς τύπους σημάτων: το C/A (Coarse/Acquisition) κωδικό για πολιτική χρήση και τον P (Precision) κωδικό για στρατιωτική χρήση. Τα σήματα αυτά μεταδίδονται σε δύο διαφορετικές ραδιοσυχνότητες, με τον κωδικό C/A να εκπέμπεται περίπου 1000 φορές το δευτερόλεπτο, ενώ ο κώδικας P αποτελείται από μια πολύ μεγάλη και πιο ακριβή ακολουθία.

L1 C/A: 1575.42 MHz. Αυτή η συχνότητα χρησιμοποιείται για τον κώδικα C/A (Coarse/Acquisition), ο οποίος είναι διαθέσιμος για πολιτική χρήση.

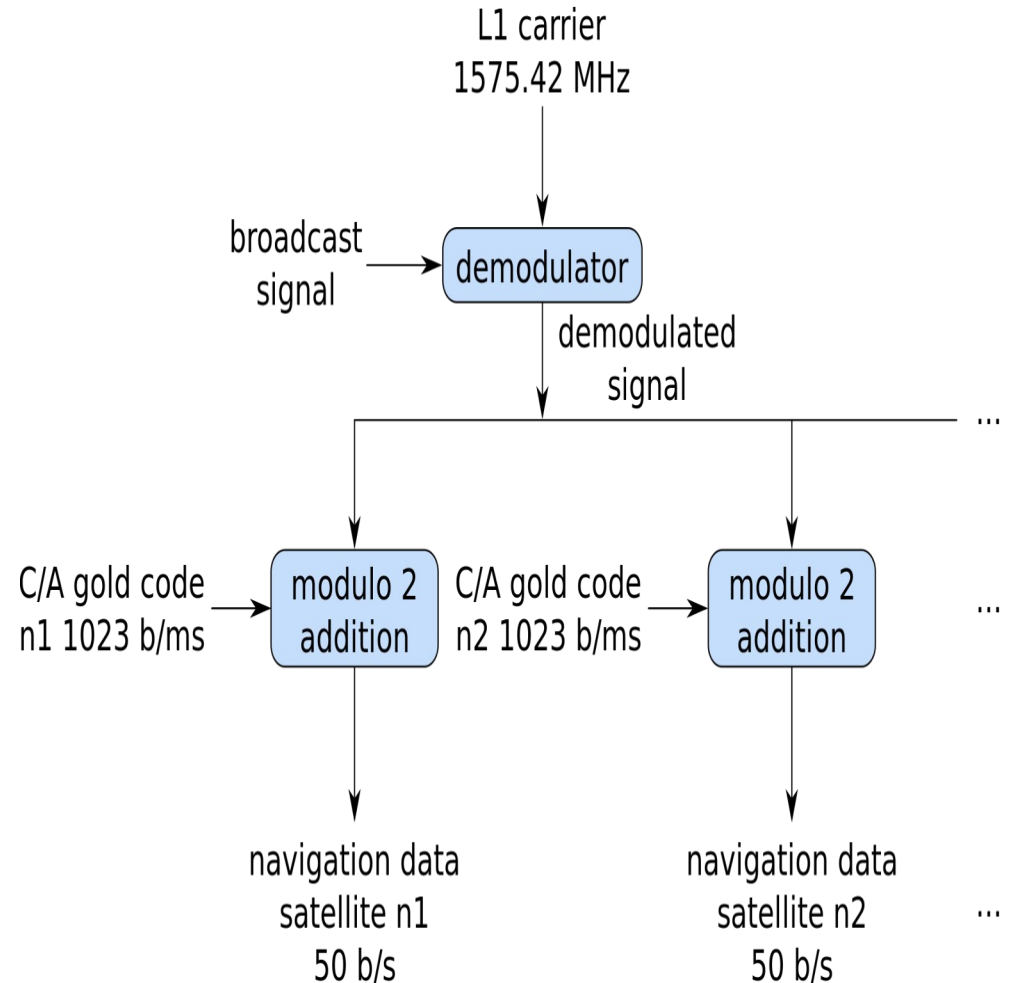
L1 P(Y): 1575.42 MHz. Αυτή η συχνότητα χρησιμοποιείται επίσης για τον κώδικα P(Y), ο οποίος είναι διαθέσιμος μόνο για στρατιωτική χρήση.

L2C: 1227.60 MHz. Η συχνότητα L2C είναι μια νεότερη προσθήκη και σχεδιάστηκε για να βελτιώσει την ακρίβεια και την αξιοπιστία του GPS για τους πολιτικούς χρήστες.

L2 P(Y): 1227.60 MHz. Χρησιμοποιείται για τον κώδικα P(Y) στη συχνότητα L2.

L5: 1176.45 MHz. Αυτή η συχνότητα προορίζεται για χρήση σε ασφαλές περιβάλλον και προσφέρει υψηλότερη ακρίβεια.

Κάθε μία από αυτές τις συχνότητες χρησιμοποιείται για διαφορετικούς σκοπούς και στόχους εντός του συστήματος GPS.



“Εφαρμογές”

Οι εφαρμογές GPS είναι εφαρμογές που χρησιμοποιούνται για τη συλλογή πληροφοριών θέσης, ταχύτητας και χρόνου. Η κυβέρνηση των Η.Π.Α. επέτρεψε τα δεδομένα που παρέχονται από το GPS να μπορούν να χρησιμοποιηθούν και για πολιτικές εφαρμογές, όπως:

Γεωργία: Γεωργία ακριβείας, προγραμματισμό αγροκτημάτων, χαρτογράφηση πεδίου, δειγματοληψία εδάφους, καθοδήγηση τρακτέρ, εντοπισμός καλλιεργειών, εφαρμογές μεταβλητού ποσοστού και χαρτογράφηση απόδοσης.

Αεροπορία: Προσδιορισμό θέσης για όλες τις φάσεις της πτήσης από την αναχώρηση, τη διαδρομή και την άφιξη έως την πλοήγηση στην επιφάνεια του αεροδρομίου.

Περιβάλλον: Ακριβείς και έγκαιρες πληροφορίες για την υποστήριξη της καλύτερης λήψης αποφάσεων σχετικά με το περιβάλλον της Γης.

Ναυτικό: Ταχύτερη και πιο ακριβή μέθοδος πλοήγησης, μέτρησης ταχύτητας και προσδιορισμού τοποθεσίας.

Δημόσια ασφάλεια και ανακούφιση από καταστροφές: Γνώση της ακριβούς τοποθεσίας των ορόσημων, των δρόμων, των κτιρίων, των πόρων υπηρεσιών έκτακτης ανάγκης και των τοποθεσιών παροχής βοήθειας σε καταστροφές, ως τεχνολογία διευκόλυνσης για την αντιμετώπιση εκτάκτων αναγκών.

Σιδηρόδρομος: Διατήρηση της ομαλής ροής της κυκλοφορίας, αποφυγής συγκρούσεων, αύξηση της απόδοσης και της χωρητικότητας κ.λ.π.

Δρόμοι και αυτοκινητόδρομοι: Πλοήγηση οχημάτων, διαχείριση στόλου, εφαρμογές διοδίων, κ.λ.π.

Τοπογράφηση και χαρτογράφηση: Καλύτερα αποτελέσματα τοπογραφίας και χαρτογράφησης GPS που μπορούν να ληφθούν ταχύτερα και με χαμηλότερο κόστος.

Χρονομέτρηση: Προσδιορισμός της ακριβούς ώρας εντός 100 δισεκατομμυριοστών του δευτερολέπτου, χωρίς κατοχή ατομικών ρολογιών.

“Μελλοντικές χρήσεις”

Μια από τις πιο σημαντικές αναβαθμίσεις είναι η σειρά δορυφόρων **GPS III**, η οποία προσφέρει βελτιωμένη ακρίβεια και ανθεκτικότητα σε ηλεκτρονικές παρεμβολές. Επιπλέον, η εισαγωγή των δορυφόρων **GPS III F** προσθέτει δυνατότητες όπως βελτιωμένη υποστήριξη για εργασίες αναζήτησης και διάσωσης και ασφάλειας στην αεροπορία.

Η αυξημένη ακρίβεια του GPS είναι άλλη μία σημαντική εξέλιξη. Τα νέα συστήματα **GPS III** προσφέρουν ακρίβεια μέτρου, βελτιώνοντας τις εφαρμογές πλοήγησης και εντοπισμού. Αυτή η αυξημένη ακρίβεια μπορεί να **ενισχύσει** την ασφάλεια στις **μεταφορές**, όπως στα αυτόνομα οχήματα και τα ρομποτικά συστήματα παράδοσης.

Η κβαντική τεχνολογία μπορεί να προσφέρει βελτιωμένη ακρίβεια και ασφάλεια από τις παρεμβολές και τις απειλές ασφαλείας.

Η χρήση της τεχνολογίας Cloud μπορεί να επιτρέψει την αποθήκευση και επεξεργασία των δεδομένων τοποθεσίας σε απομακρυσμένους διακομιστές, βελτιώνοντας την ταχύτητα και την αποδοτικότητα των συσκευών GPS και κάνοντας ευκολότερη την πρόσβαση των χρηστών στα δεδομένα τοποθεσίας τους από οπουδήποτε στον κόσμο.

Η χρήση του GPS σε συνδυασμό με drones για παροχή πληροφοριών πλοήγησης σε απομακρυσμένες τοποθεσίες, ενώ οι εξελίξεις στην κβαντική και cloud τεχνολογία υπόσχονται αυξημένη ακρίβεια, ασφάλεια και ευκολία πρόσβασης. Τα μελλοντικά συστήματα GPS αναμένεται να ενσωματώνουν αυτές τις καινοτομίες, αλλάζοντας τον τρόπο χρήσης και την αποδοτικότητα τους σε πληθώρα εφαρμογών.



“Σύγκριση GPS και άλλων GNSS συστημάτων”

Το **GPS των ΗΠΑ** είναι ένα από τα πολλά παγκόσμια δορυφορικά συστήματα πλοήγησης (GNSS). Άλλα σημαντικά συστήματα περιλαμβάνουν το **GLONASS της Ρωσίας**, το **BeiDou της Κίνας** και το Galileo της Ευρώπης.

Το GLONASS λειτουργεί με διαφορετικές συχνότητες από το GPS και είναι ένα αποτελεσματικό αντίβαρο σε περιπτώσεις αδυναμίας σήματος GPS.

Το BeiDou, που ξεκίνησε ως περιφερειακή υπηρεσία, επεκτάθηκε σε παγκόσμια κάλυψη με το BeiDou-3.

Το Galileo της Ευρώπης προσφέρει συμβατότητα με το GPS και το GLONASS.

Εκτός από τα παγκόσμια συστήματα, υπάρχουν περιφερειακά συστήματα όπως το QZSS της Ιαπωνίας και το IRNSS της Ινδίας.

Τα συστήματα αυτά προσφέρουν υψηλή ακρίβεια και ανεξαρτησία από τηλεπικοινωνιακά ή διαδικτυακά δίκτυα, καλύπτοντας τις ανάγκες παγκοσμίως για ακριβή χρονομέτρηση και πλοήγηση



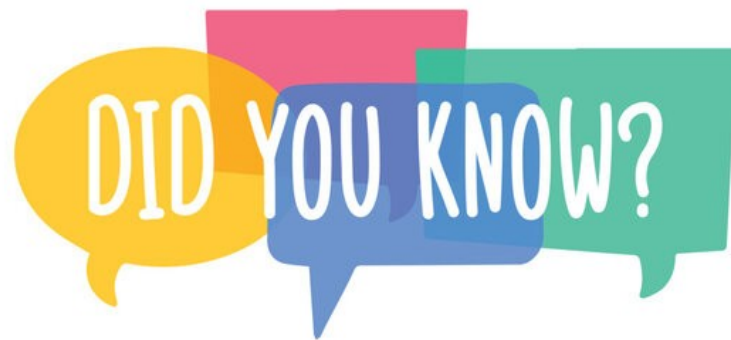
“Σφάλματα”

Η κύρια πηγή σφαλμάτων του συστήματος GPS είναι η ανακρίβης χρονομέτρηση από το ρολόι του δέκτη. Τα σήματα ραδιομικροκυμάτων που κινούνται με την ταχύτητα του φωτός, από τουλάχιστον τρεις δορυφόρους χρησιμοποιούνται από τον ενσωματωμένο ηλεκτρονικό υπολογιστή του δέκτη για τον υπολογισμό της θέσης, του ύψους και της ταχύτητάς του. Απειροελάχιστες διαφορές μεταξύ του ενσωματωμένου ρολογιού του δέκτη GPS και της ώρας GPS που συγχρονίζει ολόκληρο το παγκόσμιο σύστημα προσδιορισμού θέσης, συνεπάγονται ότι οι υπολογιζόμενες αποστάσεις μπορεί να αποκλίνουν. Άλλα σφάλματα προκύπτουν λόγω ατμοσφαιρικών διαταράξεων που παραμορφώνουν τα σήματα προτού αυτά καταλήξουν στο δέκτη. Οι αντανάκλασεις από κτίρια και άλλα μεγάλων διαστάσεων συμπαγή αντικείμενα μπορούν επίσης να προκαλέσουν προβλήματα ακρίβειας του GPS. Επίσης μπορούν να προκύψουν προβλήματα με την ακρίβεια χρονομέτρησης και τα δεδομένα επί ενός συγκεκριμένου δορυφόρου. Αυτά τα προβλήματα ακρίβειας αντιμετωπίζονται από τους λήπτες GPS, οι οποίοι επιδιώκουν να συνδεθούν με περισσότερους από τρεις δορυφόρους.

“ΣΧΕΤΙΚΟ ΒΙΝΤΕΟ”

https://youtu.be/wCcARVbL_Dk?feature=shared

https://youtu.be/FU_pY2sTwTA?feature=shared



“Βιβλιογραφικές πηγές”

“Διαδικτυακές πηγές”

<https://www.gps.gov/systems/gnss/>

<https://www.gps.gov/systems/gps/space/>

<https://www.gps.gov/systems/gps/control/>

<https://www.spaceforce.mil/About-Us/Fact-Sheets/Article/2197765/global-positioning-system/>

<https://xyz.gr/ti-einai-to-gps-archi-leitourgias/>

https://gssc.esa.int/navipedia/index.php/GPS_User_Segment

<https://www.gpsworld.com/directions-2023-advancing-gps-to-meet-the-future/>

<https://www.technologyreview.com/2021/02/24/1017805/hyper-accurate-global-positioning-available-worldwide/>

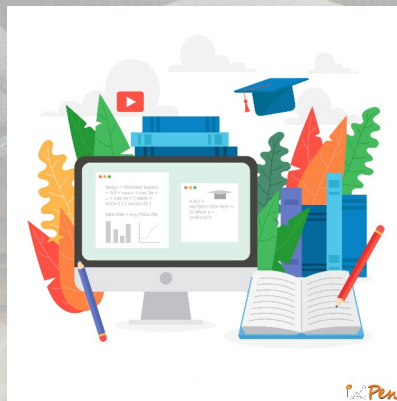
“Ακαδημαϊκή πηγή”

Παρχαρίδης Ι.(2023), *Σημειώσεις μαθήματος: Σύγχρονες Τεχνολογίες Εντοπισμού-Παρακολούθησης*, Χαροκόπειο Πανεπιστήμιο.

“Βίντεο εκπαιδευτικά”

https://www.youtube.com/watch?v=wCcARVbL_Dk

https://youtu.be/FU_pY2sTwTA?feature=shared



A full-page background image showing an astronaut in a white spacesuit floating in space. The astronaut is holding a tether connected to a large space station with multiple solar panel arrays. The Earth's horizon is visible in the background, and the scene is set against a starry space background with a bright light source on the right.

Ευχαριστούμε για την
προσοχή σας!