

Δορυφορικά Συστήματα

Δορυφορικό σύστημα εντοπισμού και η αναγκαιότητα μετρολογικού ελέγχου των φορητών δεκτών του

Γ. Παναγιώτης^(a), Ι. Δούκας^(b)

(1) Εθνικό Μετρόβιο Πολυτεχνείο – Σχολή Αγρονόμων και Τοπογράφων Μηχανικών

(2) Αριστοτελείο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης – Πολυτεχνική Σχολή – Τμήμα Πολιτικών Μηχανικών

Η εποκή της Δορυφορικής Γεωδαισίας άρχισε τον Οκτώβριο του 1957 με την εκτόξευση του πρώτου τεχνητού δορυφόρου Sputnik 1, από την τότε Σοβιετική Ένωση. Μέσα στη δεκαετία του 1960, συναντώνται τα πρώτα δορυφορικά συστήματα πλογήσης (π.χ. από τις ΗΠΑ τα: TRANSIT, TIMATION, SECOR, από τη Σ. Ένωση τα: PARUS, TSIKADA, TSYKLON, από δε την Κίνα το: BEIDOU) (Φωτίου και Πικριδάς 2005).

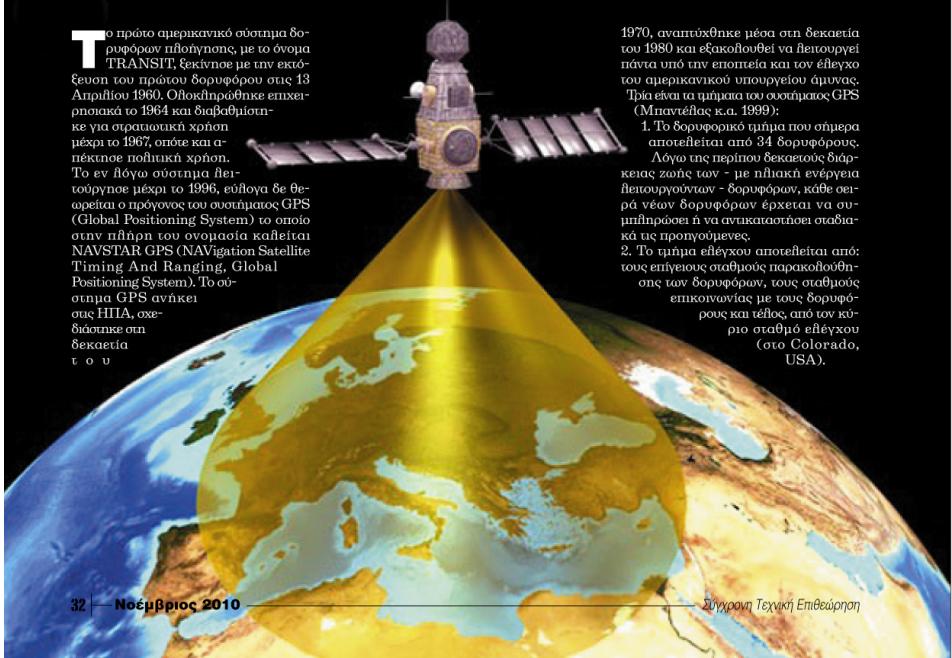
Tο πρώτο αμερικανικό σύστημα δορυφορικών πλοήγησης, με το όνομα TRANSIT, ξεκίνησε με την εκτόξευση του πρώτου δορυφόρου στις 13 Απριλίου 1960. Ολοκληρώθηκε επιχειρησιακά το 1964 και διαθέτουνται για στρατιωτική χρήση μέχρι το 1967, απότομα και απέκτησαν πολιτική χρήση. Το εν πλώ σύστημα πλειτούργησε μέχρι το 1996, ενώγνα δε θωράκισε ο πρόγονος του συστήματος GPS (Global Positioning System) το οποίο στην πίτηρη του ονομασία καλείται NAVSTAR GPS (NAVigation Satellite Timing And Ranging, Global Positioning System). Το σύστημα GPS ανήκει στις ΗΠΑ, οχεδίαση συνάντησης της δεκαετίας του.

1970, αναπτύχθηκε μέσα στη δεκαετία του 1980 και εξακολουθεί να πλειτούργησε πάντα υπό την εποπτεία και την έλεγχο του αμερικανικού υπουργείου άμυνας. Ήδη είναι τα τμήματα του συστήματος GPS (Μπανάετας κ.α. 1999):

1. Το δορυφορικό τμήμα που οπέρα αποτελείται από 34 δορυφόρους.

Λόγω της περίπου διετοποίησης των πλήθεων διάρκειας χώρης των - με πλήθη ενέργεια πλειτούργουντων - δορυφόρων, κάθε σειρά νέων δορυφόρων έρχεται να συμπληρώσει ή να αντικαταστήσει σταθερά τις προηγούμενες.

2. Το τμήμα ελέγχου αποτελείται από: τους επίγειους σταθμούς παρακολούθησης των δορυφόρων, τους σταθμούς επικονιώσης με τους δορυφόρους και τέλος, από τον κύριο σταθμό ελέγχου (στο Colorado, USA).



32 — Νοέμβριος 2010

Σύγχρονη Τεχνική Επιθεώρηση

Το τμήμα χρηστών αποτελείται από τους δεκτές. Οι δεκτές του συστήματος GPS είναι δρόγανα που αποτελούνται από: την κεραία του προενσυνά, το βάσοκό δέκτη και το χειριστήριο. Επίσης για να πλειτούργησουν απαντούνται και άλλα παρεκκλίνεται όπως καθάδια και άλλα εξαρτήματα σύνδεσης, μοδεμ, μπαταρίες, βολητικά διτζι. Εξαρτήματα που διαφέρουν ανάλογα με τις διανατούσες και τη χρήση των δεκτών. Εκτός του αμερικανικού GPS, με την ίδια φιλοσοφία υπηρεσών την Κίνα επομένως το διάδικτο της ανάπτυξης Compass (γνωστό επίσης και ως Beidou-2) που θα αποτελείται συνολικά από 35 δορυφόρους (5 γεωστικών και 30 μόνιμες φρούρια). Τέλος, στην Ευρώπη υπάρχει σε εβδομήν το νέο παγκόσμιο σύστημα προσδιορισμού θέσης GALILEO, με καθαρό πολιτικό χαρακτήρα (πρότην εκτόξευση δορυφόρου στις 28-12-2005), μια εναλλακτική άλλη και ουμάλη προμηθευτική δίνουν για το αμερικανικό σύστημα GPS και το αντίτουκο Ρωσικό GLONASS (το οποίο άρχισε να υποστηρίχεται από το 1976, με πρώτη εκτόξευση δορυφόρου το 1982). Το ευρωπαϊκό GALILEO στην τελική του μορφή θα αποτελείται από 30 δορυφόρους (27 βασικούς και 3 εφεδρικούς), ο οποίος διαθέτει 30 διάφορα συστήματα (GPS και GLONASS) θα αποδώσει καθημήν 95% σε αυτικές περιοχές, με εύθυγα οφέλιση στην πλοήγηση (με μέση ακρίβεια των 5-15m).

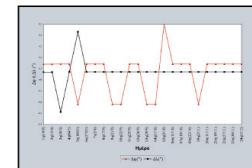
Περί της απρόσδιορισμού έβοσης των δέκτηντων GPS

1. Ο περιοδικός έλεγχος της ακρίβειας ενός δέκτη GPS είναι απαραίτητος για τη διαπίστωση της ποιότητάς του, τη διαπίστωση της επιτυχανόμενης ακρίβειας και τέλος, για τη μετρολογική νομιμοποίηση του δέκτη. Οι διάδοχοι του κατασκευαστή συνθήκεται υιοθετούν διάδικτους ελέγχους όπως αυτές προτείνονται από ινστιτούτα και εργαστηριακά, πανεπιστημιακά και υπαρκεία.

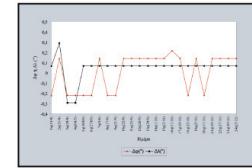


Σύγχρονη Τεχνική Επιθεώρηση

Satellite Systems



Σχήμα 1. Μεταβολή των ΔΦ, ΔΔ, χρησιμοποιώντας κινητό τηλέφωνο (Nokia N95).



Σχήμα 2. Μεταβολή των ΔΦ, ΔΔ, χρησιμοποιώντας φορτό σύστημα πλογής (Mio P550).

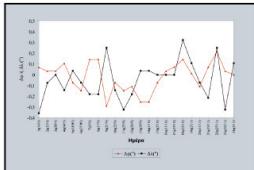
κά κ.α.). Κατά κανόνα, τέτοιου είδους διαδικασίες είλεγχον δεν είναι διαθέσιμες σε κοινούς χρήστες GPS (Savvaïdis et al. 2004). Κρίσιμος παράγοντας για την ακρίβεια του GPS είναι η Γεωμετρική Εκαθαύνση της Ποιότητας (Geometric Dilution of Precision - GDO), οποία με τη γεωμετρική σχηματική των χρηστικούσσεμένων δορυφόρων. Προκειμένου να ελεγχθούν διάφοροι δέκτες του συστήματος GPS, υπάρχουν αρκετές διαδικασίες και μεθοδολογίες (Savvaïdis et al. 2004), (Jayathissa et al. 2008), (Tiberius 2003), (Martin 2008), (Schwiegert 2003) οι οποίες ακόμη δεν είναι αποδεκτές από δύο ή περισσότερους καθώς το πεδίο είναι εξαιρετικά περιπλοκατού και υπάρχουν πολυποικιλές απόψεις για το τι ακριβός και πώς πρέπει να ελεγχθεί). Τα πρότυπα ISO 17123 (μέρη 1, 2, ..., 8) καθίσπουν διάφορα γεωδαιτικά όργανα, συγκεκριμένα δε το "μέρος 8" καθίσπει την RTK (Real-Time Kinematic) μέθοδο μέτρησης στα τούρια των GNSS (Global Navigation Satellite Systems) για τα συστήματα GPS, GLONASS και αργότερα το GALILEO. Σε κάθε περίπτωση, θυμί-

Νοέμβριος 2010 — 33

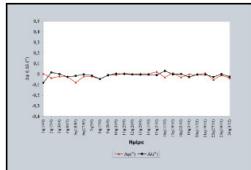


Δορυφορικά Συστήματα

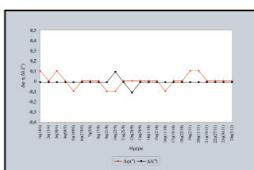
Satellite Systems



Σχήμα 3. Μεταβολή των Δφ, Δλ, χρονιμοποιώντας φορπτό σύστημα πλοήγη- ός (Mio 200).



Σχήμα 5. Μεταβολή των Δφ, Δλ, χρονιμοποιώντας δέκτη GPS υψηλής ακρίβειας (Geoxplorer 2005).



Σχήμα 4. Μεταβολή των Δφ, Δλ, χρονιμοποιώντας δέκτη GPS χαμηλής ακρί- βειας (Etrex Venture Cx).

ζετε βέβαια ότι διαθέρει ο "έλεγχος" (testing) από τη "διακρίσιων" (calibration) δηλ. ο σύγκριση (και δόρ- θων) με βάση κάποιο πρότυπο αναφο- ράς (standard) (Φωτιός και Πικριδάς 2006), (Martin 2008).

Στο πλαίσιο των ποιοτικού ελέγχου των δεκτών GPS, διακρίνονται οικοποιικά τρεις άδενος (Λούκας 2005), (Savvaidis et al. 2004):

1. Διακρίσιμος (Calibration). Στο πλαί- σιο της διακρίσιμης, ελέγχονται:

a. Πληρότητα χρόνου (Integrity monitoring) των λαμβανομένων από το δορυφορικό σχηματισμού σημάτων: Συ- νθέτεται ο έλεγχος αυτός γίνεται με τη χρήση ενός επιγειού γεωδαιτικού δι- κτύου, στις κορυφές του οποίου (με γνω- στές συντεταγμένες) υπάρχουν μόνιμα εγκατεστημένοι δέκτες GPS. Οι δέκτες αυ- τοί λαμβάνουν σήματα από όλους τους ορατούς δορυφόρους και προβεβούντων σε περίπτωση μείωσης της απόδοσης του συστήματος.

b. Έλεγχος μπλενικού μήκους βάσεων ε- λέγχου (zero length baseline testing): Δύο διαφορετικού δέκτες συνδέονται στην

διαγραφές, οι οδηγίες, οι διαδικασίες, ο σκεδιασμός και η εγκατάσταση του επί- γειου δικτύου, η επιμογή των βάσεων ε- λέγχου (baselines) κ.λπ. αποτελούν οπ- ματικότατα πεδία προβληματουμού και σκεδιασμού (σε επίπεδο εθνικού αιθίλα και διεθνές).

3. Ερευνητικός έλεγχος (Investigative testing): Ο εξημούμος GPS ελέγχεται σε πραγματικές συνθήκες πεδίου. Μετρώ- νται αποστάσεις (σε επιλεγμένες βάσεις) και/ή ένα γεωδαιτικό δίκτυο (τριάν δια- στάσεων) τουλάχιστον τεσσάρων κορυ- φών (γνωστών συντεταγμένων). Εποιη- γίνεται σύγκριση ακρίβειαν, αυτών που ισχύεται στα κατασκευαστικά και αυτών που επιτυχώνται στην πράξη. Κατά κανόνα πρόκειται για μεθόδο που εφαρ- μόζεται από ακαδημαϊκά ίνστιτούτα και εργαστήρια, ειδικές υπηρεσίες και ορ- γανισμούς (Lambrou and Pantazis 2004).

Φορπτές συσκευές δορυφορικού εντοπισμού

Οι δέκτες χειρός ή δέκτες καρδικά (C/A) (φορπτές συσκευές) εξασφαλίζουν α- κρίβεια εντοπισμού της τάξη των μερι- κών μέτρων. Χρησιμοποιούνται για ε- φαρμογές μικρής ακρίβειας (όπυρα πλέον και για "οσφαρτέρες" εφαρμο- γές), για πλοήγηση, αναγνωριστικές το- γογραφικές εργασίες, χρήσεις αναψυ- κής, προσανατολής, ευθεώς διαδρο- μών κ.α.

Οι φορπτές συσκευές GPS μπορούν να διακριθούν ως Αυτόνομες, συνδεόμενες (μέσω USB ή οικιακής θύρας) με PDA (Personal Digital Assistant), συσκευ-

ια καριά. Λόγω αυτής των συνθήκες, σφάλματα βάση δορυφόρων, αιρμόφαρ- κα και ποικιλίαν ανακλάσεων σημά- των εκβαίνεται στη διάρκεια της επεξεργασίας των μετρήσεων. Πρόκει- ται για πολύ καλό έλεγχο της πειτούρ- γας των κυκλωμάτων των δεκάνων, πα- ραδίδοντας δε ελέγχονται και διάφορες κε- ραίες.

c. Εργαστηριακός έλεγχος: Αφορά απο- κλειστικά τους κατασκευαστές δεκάτων του συστήματος GPS. Ελέγχονται κάρ- τες μνήμης, ταϊλαντάτες, μπασάρες κ.λπ. Εδώ επίσης συναντάνται ειδικές διαδι- κασίες και μέθοδοι που προτείνονται κα- τά κανόνα από επιστημονικά ίνστιτούτα, πανεπιστημιακά εργαστήρια κ.λπ.

2. Πιλοτόποινο (Certification): Αφο- ρά σε ειδικές υπηρεσίες πιλοτοποίησης, για όλους τους προβλεπόμενους ελέγχους και τα αντίστοιχα πιλοτοπικά.

3. Επιλογή συσκευής (Selection):

4. Διακρίσιμος (Calibration). Στο πλαί- σιο της διακρίσιμης, ελέγχονται:

a. Πληρότητα χρόνου (Integrity monitoring)

b. Έλεγχος μπλενικού μήκους βάσεων ε- λέγχου (zero length baseline testing):

c. Επιλογή συσκευής (Selection):

d. Διακρίσιμος (Calibration):

e. Επιλογή συσκευής (Selection):

f. Διακρίσιμος (Calibration):

g. Επιλογή συσκευής (Selection):

h. Διακρίσιμος (Calibration):

i. Διακρίσιμος (Calibration):

j. Διακρίσιμος (Calibration):

k. Διακρίσιμος (Calibration):

l. Διακρίσιμος (Calibration):

m. Διακρίσιμος (Calibration):

n. Διακρίσιμος (Calibration):

o. Διακρίσιμος (Calibration):

p. Διακρίσιμος (Calibration):

q. Διακρίσιμος (Calibration):

r. Διακρίσιμος (Calibration):

s. Διακρίσιμος (Calibration):

t. Διακρίσιμος (Calibration):

u. Διακρίσιμος (Calibration):

v. Διακρίσιμος (Calibration):

w. Διακρίσιμος (Calibration):

x. Διακρίσιμος (Calibration):

y. Διακρίσιμος (Calibration):

z. Διακρίσιμος (Calibration):

α. Διακρίσιμος (Calibration):

β. Διακρίσιμος (Calibration):

γ. Διακρίσιμος (Calibration):

δ. Διακρίσιμος (Calibration):

ε. Διακρίσιμος (Calibration):

ζ. Διακρίσιμος (Calibration):

η. Διακρίσιμος (Calibration):

ι. Διακρίσιμος (Calibration):

κ. Διακρίσιμος (Calibration):

λ. Διακρίσιμος (Calibration):

μ. Διακρίσιμος (Calibration):

ν. Διακρίσιμος (Calibration):

ο. Διακρίσιμος (Calibration):

π. Διακρίσιμος (Calibration):

ρ. Διακρίσιμος (Calibration):

σ. Διακρίσιμος (Calibration):

τ. Διακρίσιμος (Calibration):

υ. Διακρίσιμος (Calibration):

χ. Διακρίσιμος (Calibration):

η. Διακρίσιμος (Calibration):

ι. Διακρίσιμος (Calibration):

κ. Διακρίσιμος (Calibration):

λ. Διακρίσιμος (Calibration):

μ. Διακρίσιμος (Calibration):

ν. Διακρίσιμος (Calibration):

ο. Διακρίσιμος (Calibration):

π. Διακρίσιμος (Calibration):

ρ. Διακρίσιμος (Calibration):

σ. Διακρίσιμος (Calibration):

τ. Διακρίσιμος (Calibration):

υ. Διακρίσιμος (Calibration):

χ. Διακρίσιμος (Calibration):

η. Διακρίσιμος (Calibration):

ι. Διακρίσιμος (Calibration):

κ. Διακρίσιμος (Calibration):

λ. Διακρίσιμος (Calibration):

μ. Διακρίσιμος (Calibration):

ν. Διακρίσιμος (Calibration):

ο. Διακρίσιμος (Calibration):

π. Διακρίσιμος (Calibration):

ρ. Διακρίσιμος (Calibration):

σ. Διακρίσιμος (Calibration):

τ. Διακρίσιμος (Calibration):

υ. Διακρίσιμος (Calibration):

χ. Διακρίσιμος (Calibration):

η. Διακρίσιμος (Calibration):

ι. Διακρίσιμος (Calibration):

κ. Διακρίσιμος (Calibration):

λ. Διακρίσιμος (Calibration):

μ. Διακρίσιμος (Calibration):

ν. Διακρίσιμος (Calibration):

ο. Διακρίσιμος (Calibration):

π. Διακρίσιμος (Calibration):

ρ. Διακρίσιμος (Calibration):

σ. Διακρίσιμος (Calibration):

τ. Διακρίσιμος (Calibration):

υ. Διακρίσιμος (Calibration):

χ. Διακρίσιμος (Calibration):

η. Διακρίσιμος (Calibration):

ι. Διακρίσιμος (Calibration):

κ. Διακρίσιμος (Calibration):

λ. Διακρίσιμος (Calibration):

μ. Διακρίσιμος (Calibration):

ν. Διακρίσιμος (Calibration):

ο. Διακρίσιμος (Calibration):

π. Διακρίσιμος (Calibration):

ρ. Διακρίσιμος (Calibration):

σ. Διακρίσιμος (Calibration):

τ. Διακρίσιμος (Calibration):

υ. Διακρίσιμος (Calibration):

χ. Διακρίσιμος (Calibration):

η. Διακρίσιμος (Calibration):

ι. Διακρίσιμος (Calibration):

κ. Διακρίσιμος (Calibration):

λ. Διακρίσιμος (Calibration):

μ. Διακρίσιμος (Calibration):

ν. Διακρίσιμος (Calibration):

ο. Διακρίσιμος (Calibration):

π. Διακρίσιμος (Calibration):

ρ. Διακρίσιμος (Calibration):

σ. Διακρίσιμος (Calibration):

τ. Διακρίσιμος (Calibration):

υ. Διακρίσιμος (Calibration):

χ. Διακρίσιμος (Calibration):

η. Διακρίσιμος (Calibration):

ι. Διακρίσιμος (Calibration):

κ. Διακρίσιμος (Calibration):

λ. Διακρίσιμος (Calibration):

μ. Διακρίσιμος (Calibration):

ν. Διακρίσιμος (Calibration):

ο. Διακρίσιμος (Calibration):

π. Διακρίσιμος (Calibration):

ρ. Διακρίσιμος (Calibration):

σ. Διακρίσιμος (Calibration):

τ. Διακρίσιμος (Calibration):

υ. Διακρίσιμος (Calibration):

χ. Διακρίσιμος (Calibration):

η. Διακρίσιμος (Calibration):

ι. Διακρίσιμος (Calibration):

κ. Διακρίσιμος (Calibration):

λ. Διακρίσιμος (Calibration):

μ. Διακρίσιμος (Calibration):

ν. Διακρίσιμος (Calibration):

ο. Διακρίσιμος (Calibration):

π. Διακρίσιμος (Calibration):

ρ. Διακρίσιμος (Calibration):

σ. Διακρίσιμος (Calibration):

τ. Διακρίσιμος (Calibration):

υ. Διακρίσιμος (Calibration):

χ. Διακρίσιμος (Calibration):

η. Διακρίσιμος (Calibration):

ι. Διακρίσιμος (Calibration):

κ. Διακρίσιμος (Calibration):

λ. Διακρίσιμος (Calibration):

μ. Διακρίσιμος (Calibration):

