

BÀI GIẢNG
HỆ THỐNG ĐỊNH VỊ TOÀN CẦU

Huế, 2019

Mục lục

| | |
|---|----|
| CHƯƠNG 1: CÁC KIẾN THỨC CƠ BẢN | 5 |
| 1.1. Lịch sử phát triển của Trắc địa vệ tinh và các hệ thống định vị vệ tinh..... | 5 |
| 1.1.1. Khái niệm về Trắc địa vệ tinh | 5 |
| 1.1.2. Lịch sử phát triển của Trắc địa vệ tinh..... | 5 |
| 1.1.3. Một số hệ thống định vị vệ tinh | 6 |
| 1.1.3.1. Một số hệ thống định vị vệ tinh khu vực..... | 6 |
| a. Hệ thống STAR-FIX..... | 6 |
| b. Hệ thống EUTETRACS và hệ thống OMNITRACS..... | 6 |
| c. Hệ thống NAVSAT | 6 |
| 1.1.3.2. Các hệ thống định vị vệ tinh toàn cầu..... | 6 |
| a. Hệ thống TRANSIT | 6 |
| b. Hệ thống GLONASS..... | 7 |
| c. Hệ thống định vị vệ tinh GALILEO | 7 |
| d. Hệ thống định vị GPS | 7 |
| 1.2. Elipsoid, Geoid và định nghĩa về độ cao | 7 |
| 1.2.1. Elipsoid | 7 |
| 1.2.2. Geoid và định nghĩa về độ cao..... | 8 |
| 1.3. Các hệ tọa độ thường được dùng trong Trắc địa vệ tinh | 9 |
| 1.3.2. Hệ tọa độ Trái đất..... | 11 |
| 1.3.3. Hệ tọa độ địa diện chân trời..... | 12 |
| 1.4. Các hệ thống thời gian | 13 |
| 1.4.1. Giờ sao và giờ mặt trời | 14 |
| 1.4.2. Giờ nguyên tử..... | 14 |
| 1.5. Định luật Kepler(quỹ đạo bay của vệ tinh) | 15 |
| 1.6. Các phương pháp quan sát vệ tinh..... | 16 |
| 1.6.1. Phương pháp chụp ảnh trên nền trời sao | 16 |
| 1.6.2. Phương pháp đo khoảng cách laze đến vệ tinh nhân tạo..... | 17 |
| 1.6.3. Phương pháp hiệu ứng Doppler vệ tinh..... | 18 |
| 1.6.4. Đo khoảng cách điện tử đến vệ tinh nhân tạo | 19 |
| CHƯƠNG 2: HỆ THỐNG ĐỊNH VỊ TOÀN CẦU | 20 |
| 2.1. Cấu trúc hệ thống GPS | 20 |
| 2.1.2. Phần điều khiển..... | 22 |
| 2.1.3. Phần sử dụng | 23 |
| 2.2. Nguyên lý đo GPS | 24 |
| 2.2.1. Nguyên lý đo khoảng cách giả theo mã | 24 |
| 2.2.2. Nguyên lý định vị tuyệt đối..... | 25 |

| | |
|---|----|
| 2.2.3. Nguyên lý định vị tương đối | 26 |
| 2.3. Các sai số ảnh hưởng đến kết quả đo đạc bằng vệ tinh | 29 |
| 2.3.1. Sai số do vệ tinh | 29 |
| a. Sai số quỹ đạo vệ tinh..... | 29 |
| b. Sai số do đồng hồ vệ tinh..... | 29 |
| 2.3.2. Sai số liên quan đến sự truyền tín hiệu | 30 |
| a. Sai số do tầng điện ly..... | 30 |
| b. Sai số do tầng đối lưu..... | 31 |
| c. Sai số đa đường truyền..... | 32 |
| 2.3.3. Sai số liên quan đến máy thu..... | 33 |
| 2.4. Ứng dụng của hệ thống định vị toàn cầu | 34 |
| 2.4.1. Trong quân sự..... | 35 |
| 2.4.2. Trắc địa, bản đồ, đo đạc địa chấn..... | 36 |
| 2.4.3. Giao thông vận tải..... | 36 |
| 2.4.4. Dịch vụ cung cấp thông tin dựa trên vị trí khách hàng..... | 38 |
| 2.4.5. Tìm kiếm và cứu hộ..... | 40 |
| 2.4.6. Thể thao và giải trí | 40 |
| 2.4.7. Nông nghiệp..... | 41 |
| 2.4.8. Tích hợp GPS..... | 41 |
| 2.4.9. Ứng dụng của hệ thống định vị toàn cầu ở Việt Nam..... | 41 |
| CHƯƠNG 3: ỨNG DỤNG CÔNG NGHỆ GPS | 43 |
| TRONG BÌNH SAI LƯỚI KHỔNG CHẾ MẶT BẰNG | 43 |
| 3.1. Khái niệm đo tĩnh, đo tĩnh nhanh, đo động và lưới GPS | 43 |
| 3.1.1. Đo tĩnh (Static)..... | 43 |
| 3.1.2. Đo tĩnh nhanh (Fast Static)..... | 43 |
| 3.1.3. Đo động (Kinematic)..... | 43 |
| a. Khái niệm..... | 43 |
| b. Khởi đo trong đo GPS động..... | 44 |
| c. Các kỹ thuật đo GPS động..... | 44 |
| 3.1.4. Lưới GPS..... | 45 |
| 3.2. Quy trình thành lập lưới GPS..... | 46 |
| 3.3. Máy GPS South 82 | 54 |
| 3.4. Máy GPS Promark 2..... | 64 |
| 3.5. Máy GPS 76CSX Garmin..... | 69 |
| CHƯƠNG 4: BÌNH SAI LƯỚI GPS..... | 86 |
| 4.1.3. Xử lý cạnh | 88 |
| 4.1.4. Bình sai lưới tự do | 90 |
| 4.1.5. Bình sai lưới trong hệ tọa độ khu vực | 91 |
| 4.1.6. Biên tập kết quả bình sai..... | 92 |

CHƯƠNG 1: CÁC KIẾN THỨC CƠ BẢN

1.1. Lịch sử phát triển của Trắc địa vệ tinh và các hệ thống định vị vệ tinh

1.1.1. Khái niệm về Trắc địa vệ tinh

Trắc địa vệ tinh là một môn học khoa học, nó nghiên cứu việc quan sát vệ tinh nhằm phục vụ cho các mục đích trắc địa, đo đạc, bản đồ.

Định vị vệ tinh: Là việc xác định vị trí của một điểm trên Mặt đất hoặc trong không gian dựa vào tọa độ của vệ tinh.

Vệ tinh: Là các vật thể vũ trụ chuyển động xung quanh một vật thể khác hoặc vệ tinh nhân tạo, hiện nay chủ yếu sử dụng vệ tinh nhân tạo.

Như vậy, nhiệm vụ của Trắc địa vệ tinh là quan sát vệ tinh sử dụng vào mục đích trắc địa. So với Trắc địa cao cấp, thì Trắc địa vệ tinh có phạm vi rộng lớn hơn, không chỉ dừng lại ở việc nghiên cứu Trái đất mà còn nghiên cứu các vật thể vũ trụ, các trị đo không chỉ là trị đo trên mặt đất mà còn là trị đo giữa mặt đất và vệ tinh, giữa vệ tinh với vệ tinh.

1.1.2. Lịch sử phát triển của Trắc địa vệ tinh

Từ rất lâu, con người đã biết quan sát các vật thể vũ trụ để xác định vị trí của mình trên Trái đất như quan sát Mặt Trăng, Mặt Trời, sao Bắc Cực....

Tháng 10 năm 1957, Liên Xô phóng thành công vệ tinh nhân tạo đầu tiên thì từ đó Trắc địa vệ tinh phát triển mạnh mẽ. Dựa vào việc quan sát vệ tinh có thể chia lịch sử của Trắc địa vệ tinh thành 2 giai đoạn:

Giai đoạn 1: Là giai đoạn mà việc quan sát vệ tinh được thực hiện bằng phương pháp quang học. Trong giai đoạn này thì các vệ tinh đều là các vật thể vũ trụ. Người ta quan sát đo được góc cao và phương vị của các sao theo thời gian, sau đó dựa vào lịch sao để xác định vị trí đứng của điểm quan sát.

Giai đoạn 2: Là giai đoạn mà các quan sát được thực hiện bằng phương pháp điện tử. Trong giai đoạn này các vệ tinh là các vệ tinh nhân tạo.

Tùy theo tính năng của vệ tinh mà chia làm 2 thời kỳ:

Thời kỳ đầu: Là thời kỳ các vệ tinh là vệ tinh thụ động, việc định vị được thực hiện theo nguyên tắc máy thu phát đi tín hiệu điện từ truyền đến vệ tinh, vệ tinh thu tín hiệu này, phản xạ trở lại máy thu, máy thu thu tín hiệu phản xạ từ vệ tinh kết hợp với tín hiệu phát đi và tiến hành định vị. Thời kỳ này tồn tại không lâu vì máy thu phải phát đi tín hiệu điện từ đồng nghĩa với việc tiết lộ vị trí của mình, điều này không có lợi trong quân sự.

Thời kỳ thứ hai: Là thời kỳ các vệ tinh là vệ tinh chủ động, việc định vị được thực hiện theo nguyên tắc, vệ tinh phát đi tín hiệu điện từ truyền đến máy thu, máy thu thu tín hiệu này để định vị mà không cần phải phát đi tín hiệu nào khác.

Trên thực tế, người ta không tiến hành định vị riêng lẻ từng vệ tinh mà xây dựng thành các hệ thống định vị. Hiện nay trên thế giới có hai loại hệ thống định vị vệ tinh là hệ thống định vị khu vực và hệ thống định vị toàn cầu. Hệ thống định vị khu vực là hệ thống cho phép định vị trên một khu vực hay một quốc gia nào đó. Hệ thống định vị toàn cầu là hệ thống cho phép định vị trên toàn cầu, tại bất cứ nơi nào trên trái đất.

1.1.3. Một số hệ thống định vị vệ tinh

1.1.3.1. Một số hệ thống định vị vệ tinh khu vực

a. Hệ thống STAR-FIX

Đây là hệ thống định vị khu vực phủ trùm trên toàn nước Mỹ, Nam Canada, Bắc Mexico và vùng biển phía Tây nước Mỹ. Hệ thống này gồm các vệ tinh bay trên quỹ đạo địa tĩnh. Nguyên lý hoạt động tương tự hệ thống Global Positioning System. Hệ thống này cho phép định vị trong không gian 2 chiều với độ chính xác là $\pm 5m$.

b. Hệ thống EUTETRACS và hệ thống OMNITRACS

Hai hệ thống này có nguyên lý hoạt động giống nhau. Hệ thống Eutetracs ở Châu Âu, còn hệ thống Omnitrac ở Mỹ. Các hệ thống này sử dụng các vệ tinh địa tĩnh, bay ở độ cao 36000 km, hoạt động theo nguyên tắc sau đây: Đầu tiên trung tâm điều khiển phát đi các tín hiệu, sau khi nhận được các tín hiệu này, khách hàng (các máy định vị) đáp lại bằng một chuỗi tín hiệu rất ngắn được truyền lên ít nhất 4 vệ tinh để chuyển về trung tâm điều khiển. Trung tâm điều khiển nhận được tín hiệu tính ra vị trí điểm quan sát rồi phát đi cho khách hàng. Hệ thống này cho phép định vị hai chiều với độ chính xác $\pm 500m$.

c. Hệ thống NAVSAT

Đây là hệ thống đạo hàng ở Châu Âu. Nó sử dụng kết hợp cả vệ tinh địa tĩnh và vệ tinh bay ở quỹ đạo như vệ tinh GPS. Hệ thống này đáp ứng nhu cầu định vị cho toàn Châu Âu.

1.1.3.2. Các hệ thống định vị vệ tinh toàn cầu

a. Hệ thống TRANSIT

Đây là hệ thống đạo hàng vệ tinh được đưa vào sử dụng đầu những năm 1960, phục vụ việc đạo hàng trên biển của hải quân Mỹ. Hệ thống này hoạt động theo nguyên

lý của hiệu ứng Doppler. Cấu tạo của hệ thống này gồm 6 vệ tinh bay ở độ cao 1075km trên quỹ đạo, gần như tròn đều. Mặt phẳng quỹ đạo vuông góc với mặt phẳng Xích đạo của Trái đất. Tùy thuộc vào vị trí của điểm quan sát mà cứ sau hơn 1 giờ thì lại quan sát được vệ tinh với thời gian từ 35 phút đến 100 phút. Độ chính xác một lần định vị đạt khoảng vài chục mét. Để nâng cao độ chính xác người ta có thể quan sát nhiều lần.

b. Hệ thống GLONASS

Song hành với hệ thống GPS, hệ thống Glonass được Liên Xô xây dựng và đưa vào sử dụng năm 1982. Hệ thống này gồm 24 vệ tinh bay trên 3 mặt phẳng quỹ đạo, độ cao của vệ tinh khoảng 18840km đến 19940km. Trên mỗi quỹ đạo vệ tinh có độ giãn cách 45^0 , chu kỳ chuyển động quanh Trái đất là 676 phút. Hệ thống này là hệ thống cho phép định vị trên toàn cầu tại bất kỳ thời điểm nào.

Hiện nay đã có những dự án khai thác phối hợp hệ thống GPS và hệ thống Glonass để nâng cao độ chính xác định vị. Hãng TOPCON của Nhật Bản đã sản xuất ra những máy thu có khả năng thu cả tín hiệu GPS và tín hiệu Glonass, như máy thu GB-1000.

c. Hệ thống định vị vệ tinh GALILEO

Tất cả các hệ thống nêu trên đều được xây dựng với mục đích đầu tiên là phục vụ cho quân sự, sau đó mới được khai thác vào mục đích dân sự. Liên minh Châu Âu cũng xây dựng hệ thống định vị vệ tinh mới, phục vụ cho mục đích dân sự mang tên nhà khoa học Galileo.

d. Hệ thống định vị GPS

Hệ thống này ta sẽ được giới thiệu ở chương 2.

1.2. Elipsoid, Geoid và định nghĩa về độ cao

1.2.1. Elipsoid

Do Trái Đất không thực sự là một hình cầu nên các nhà khoa học thế giới đã thống nhất chọn hình khối ellipsoid đủ gần với hình dạng Trái đất để có thể mô hình hòa Trái đất về mặt toán học. Elipsoid có tâm đặt tại tâm Trái đất, trục quay trùng với trục quay của Trái đất. Kích thước được đặc trưng bởi bán trục lớn a (semi-major), bán trục nhỏ b (semi-minor) và độ dẹt α . Độ lệch tâm $e = \sqrt{a^2 - b^2} / a$.

Trong thực tế vì bề mặt địa hình của Trái đất là không đều nên việc xây dựng một Elipsoid có bề mặt trùng khít hoàn toàn với bề mặt địa hình toàn cầu là không thể thực hiện được. Do vậy, mỗi quốc gia thường dùng Elipsoid có bề mặt phù hợp nhất với bề mặt địa hình của mình. Bảng 1.1 cho giá trị bán trục lớn và độ dẹt của một số

ellipsoid thông dụng nhất trên thế giới. Trước năm 1975, miền Bắc Việt Nam sử dụng ellipsoid Kraxovski cho hệ tọa độ HN-72, trong khi miền Nam Việt Nam sử dụng ellipsoid Everest trong trắc địa đo đạc. Ngày nay, toàn Việt Nam đang sử dụng một ellipsoid được xây dựng trên WGS84 (Elipsoid World Geodetic System xây dựng năm 1984) phù hợp với địa hình nước ta, làm cơ sở cho hệ tọa độ VN-2000. Hệ thống vệ tinh định vị GPS dùng ellipsoid WGS84 để làm cơ sở cho hệ tọa độ GPS.

| <i>Tên</i> | <i>Năm</i> | <i>Bán trục lớn (a) m</i> | <i>Độ dẹt (α)</i> |
|------------|------------|---------------------------|-------------------|
| WGS 84 | 1984 | 6378137 | 1/298,3 |
| Everest | 1930 | 6377296 | 1/300,8 |
| Kraxovski | 1940 | 6378245 | 1/298,3 |

Bảng 1.1. Một số Elipsoid thông dụng.

1.2.2. Geoid và định nghĩa về độ cao.

Độ cao của một điểm là độ cao so với bề mặt Elipsoid. Tuy nhiên, Elipsoid là một mô hình toán học của Trái đất được dựng nên để thuận tiện cho việc mô hình hóa trái đất, không mang bất cứ một đặc trưng vật lý nào và có thể thay đổi theo quy định riêng của từng nơi trên mặt đất, nên ta phải có khái niệm Geoid.

Geoid là khối vật thể bao bọc bởi mặt nước đại dương trung bình ở trạng thái yên tĩnh, trải dài xuyên qua các lục địa để tạo thành một mặt cong khép kín gọi là mặt thủy chuẩn của Trái Đất.

Đặc điểm của khối Geoid (Mặt thủy chuẩn): Tâm của khối Geoid trùng với tâm của trái đất và tại mọi điểm phương của đường pháp tuyến luôn trùng với phương dây dọi. Mỗi quốc gia quy ước một mặt nước gốc riêng. Việt Nam dùng mặt thủy chuẩn tại Hòn Dấu – Đồ Sơn – Hải Phòng.

Độ lồi lõm của mặt đất được đặc trưng bởi độ cao của các điểm:

Độ cao của một điểm trên mặt đất: Là khoảng cách được tính theo đường dây dọi từ điểm đó đến mặt nước gốc (Mặt thủy chuẩn gốc). Những điểm nằm trên mặt nước gốc có độ cao dương. Những điểm nằm ở phía dưới mặt nước gốc có độ cao âm.

Độ cao của một điểm được xác định so với mặt thủy chuẩn gốc được coi là độ cao tuyệt đối. Độ cao của một điểm được xác định so với mặt thủy chuẩn giả định được gọi là độ cao tương đối.

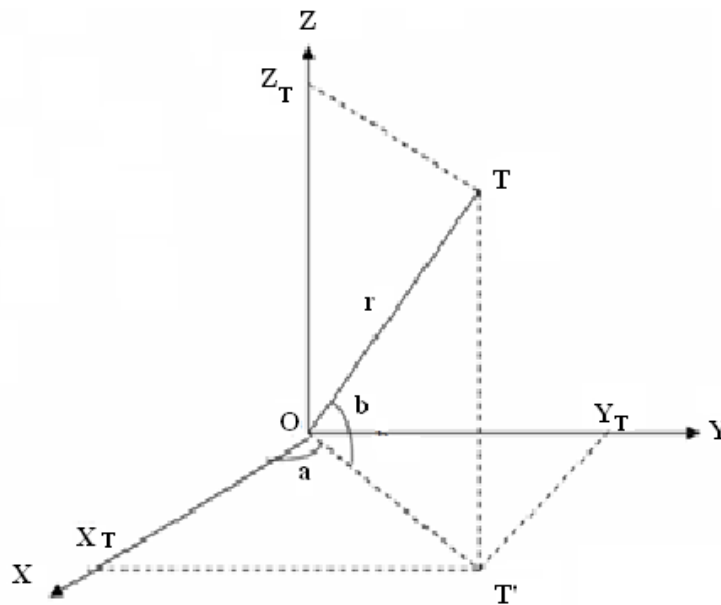
1.3. Các hệ tọa độ thường được dùng trong Trắc địa vệ tinh

Vị trí của các điểm trên Mặt đất, trong không gian đều được biểu diễn trên một hệ tọa độ nào đó. Cùng một điểm, ở các hệ tọa độ khác nhau sẽ có các giá trị tọa độ khác nhau. Để phục vụ cho việc nghiên cứu môn học Công nghệ GPS được tốt thì trước hết ta cần tìm hiểu các hệ tọa độ dùng trong Trắc địa vệ tinh.

1.3.1. Hệ tọa độ Sao

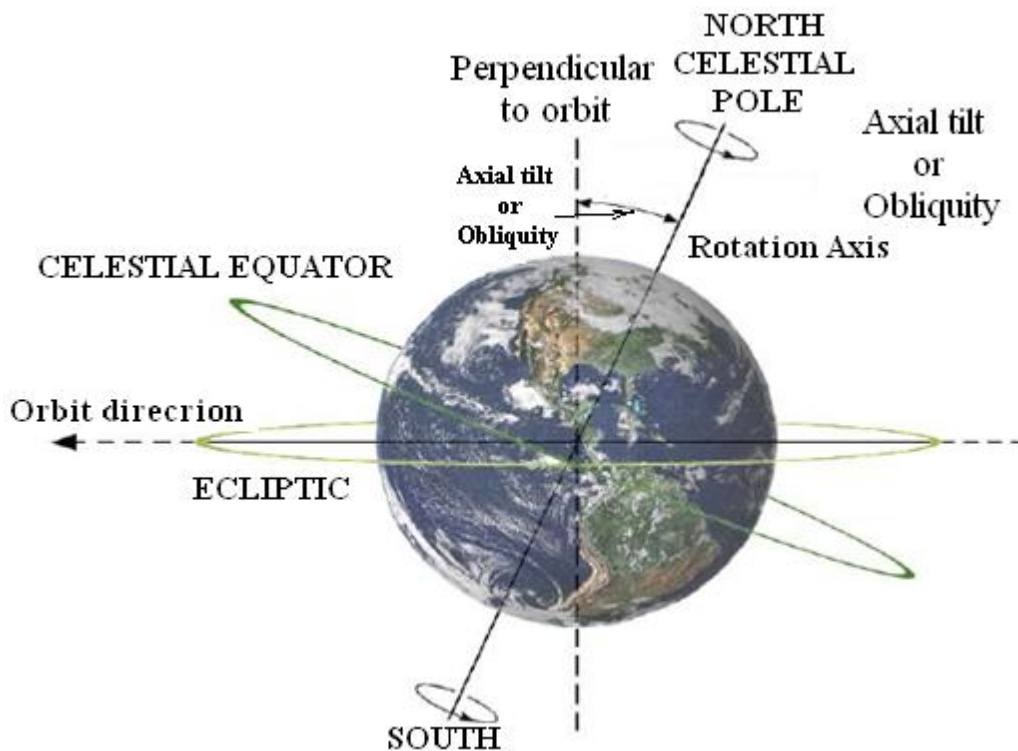
Hệ tọa độ Sao dùng để biểu thị vị trí của vệ tinh trong không gian. Hệ tọa độ Sao có các đặc điểm như sau:

- Gốc tọa độ trùng với tâm O của trái đất.
- Trục Z trùng với trục quay của trái đất và chiều dương hướng lên phía Bắc.
- Trục X hướng đến điểm xuân phân.
- Trục Y vuông góc với trục X và trục Z và có chiều theo quy tắc bàn tay phải.



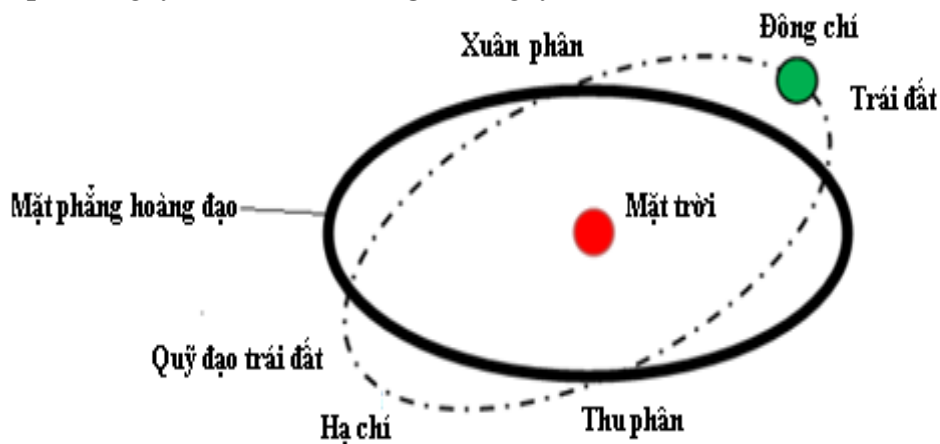
Hình 1.1. Hệ tọa độ Sao.

Thực tế, quỹ đạo chuyển động của trái đất lệch so với phương thẳng đứng một giá trị là 23,5 độ, do đó trục Z có chiều dương hướng lên phía Bắc tức là hướng theo phía Bắc nhưng lệch một góc 23,5 độ.



Hình 1.2. Mô tả góc nghiêng của quỹ đạo trái đất.

Điểm Xuân phân là giao điểm giữa quỹ đạo chuyển động của trái đất và mặt phẳng hoàng đạo. Trong đó, mặt phẳng hoàng đạo là hình chiếu lên mặt phẳng tưởng tượng của quỹ đạo chuyển động của trái đất xung quanh mặt trời. Trong hệ quy chiếu này, ngoài điểm xuân phân ra thì chúng ta còn có các điểm Hạ chí (ngày 22/6), và điểm Thu phân (ngày 23/9), điểm Đông chí (ngày 22/12).



Hình 1.3. Mô tả vị trí điểm xuân phân và mặt phẳng hoàng đạo.

Giả sử ta có một điểm T, thì điểm T được biểu diễn bằng tọa độ vuông góc không gian (X,Y,Z) hoặc bằng tọa độ vuông góc cầu (a,b,r), trong đó:

r: Bán kính vector nối từ tâm O đến điểm T.

a: Là góc nhị diện giữa mặt phẳng đi qua điểm xuân phân và mặt phẳng kinh tuyến đi qua điểm T.

b: Là góc kẹp bởi r và mặt phẳng xích đạo.

Mối quan hệ giữa (X,Y,Z) và (a,b,r) được thể hiện qua công thức:

$$X = r \cdot \cos a \cdot \cos b$$

$$Y = r \cdot \cos b \cdot \sin a$$

$$Z = r \cdot \sin b$$

Ngược lại:

$$r = \sqrt{x^2 + y^2 + z^2}$$

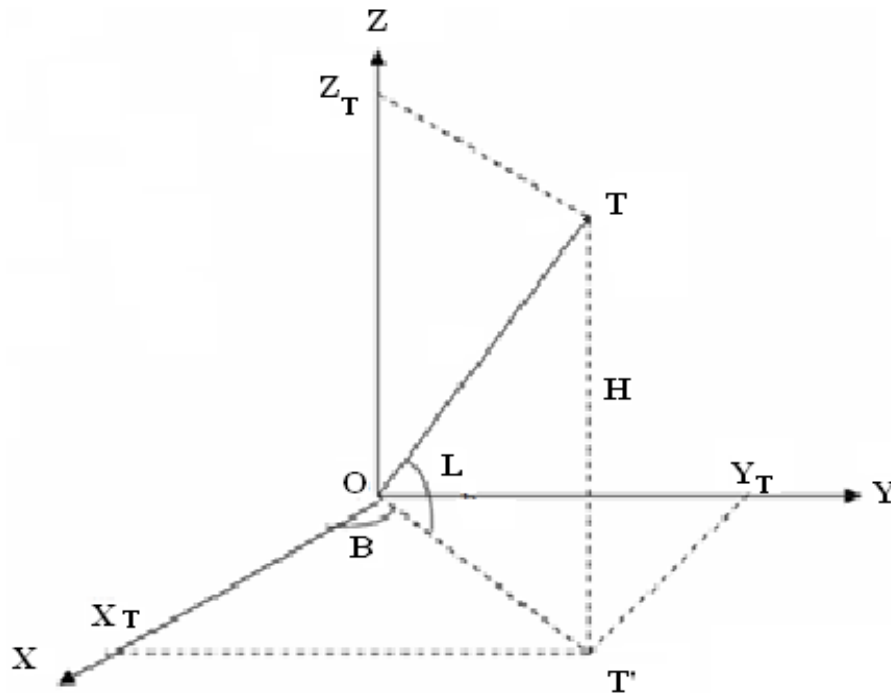
$$a = \arctg \frac{y}{x}$$

$$b = \arctg \frac{z}{\sqrt{x^2 + y^2}}$$

1.3.2. Hệ tọa độ Trái đất

Hệ tọa độ trái đất có các đặc điểm như sau:

- Góc tọa độ trùng với tâm O trái đất.
- Trục Z trùng với trục quay của trái đất và chiều dương hướng lên phía Bắc.
- Trục X hướng đến giao điểm của kinh tuyến Greenwich và Xích Đạo.
- Trục Y vuông góc với trục X và trục Z có chiều theo quy tắc bàn tay phải.



Hình 1.4. Hệ tọa độ trái đất.

Một điểm T được biểu diễn bằng tọa độ vuông góc không gian (X,Y,Z) hoặc bằng tọa độ trắc địa (B,L,H) .

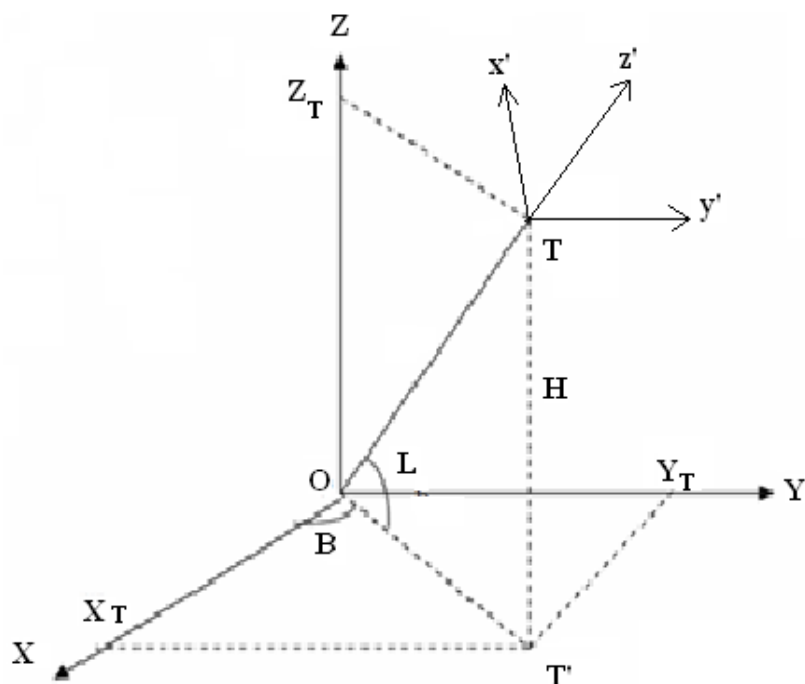
Do đặc điểm vật chất trong lòng trái đất luôn biến đổi, dẫn đến trọng tâm của trái đất thay đổi và làm cho cực Bắc cũng thay đổi theo, gọi là hiện tượng dịch cực. Điều này làm cho hệ tọa độ trái đất cũng thay đổi theo. Năm 1967, Hiệp hội trắc địa quốc tế đã tính được vị trí cực trung bình và lấy tâm trái đất tương ứng làm điểm gốc quy ước quốc tế, ký hiệu là CIO (Conventional International Origin), từ đó xây dựng Hệ tọa độ trái đất quy ước CTS (Conventional Terrestrial System).

Hệ tọa độ UTM cũng là một hệ tọa độ trái đất quy ước, gắn liền với Elipsoid WGS84 có kích thước như sau: Bán trục lớn $a = 6378137\text{m}$, độ dẹt $\alpha = 1/298,257$. Đây là hệ tọa độ thế giới, được sử dụng rộng rãi hiện nay và thống nhất cho toàn bộ hệ thống định vị toàn cầu.

1.3.3. Hệ tọa độ địa diện chân trời

Hệ tọa độ địa diện chân trời có các đặc điểm như sau:

- Góc tọa độ tại điểm xét T_0 .
- Trục z' trùng với pháp tuyến của Elipsoid tại điểm T_0 , chiều dương hướng lên thiên đỉnh.
- Trục x' trùng với tiếp tuyến của kinh tuyến trắc địa tại điểm T_0 , chiều dương hướng lên cực Bắc.
- Trục y' vuông góc với trục x' và trục z' , chiều dương hướng về phía Đông.



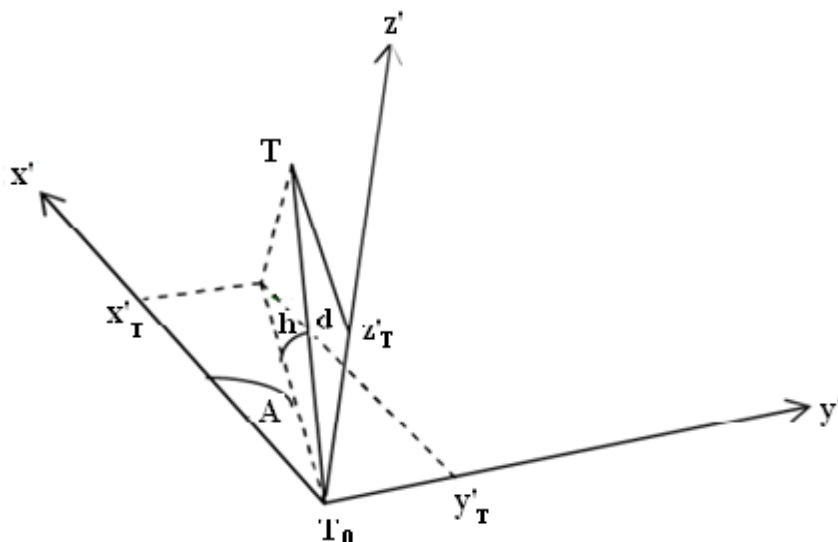
Hình 1.5. Hệ tọa độ địa diện chân trời.

Một điểm T trong hệ tọa độ này được biểu diễn bằng tọa độ vuông góc phẳng (x',y',z') hoặc tọa độ cực không gian (d,A,h), trong đó:

d : Khoảng cách từ điểm gốc T_0 đến điểm T.

A : Góc phương vị của đường T_0T .

h : Góc cao của điểm T.



Hình 1.6. Biểu diễn một điểm bằng hệ tọa độ diện chân trời.

Công thức liên hệ, tính chuyển đổi giữa 2 hệ tọa độ vuông góc phẳng (x',y',z') và hệ tọa độ cực không gian là:

$$X' = d \cdot \cos(A) \cdot \cos(h)$$

$$d = \sqrt{x'^2 + y'^2 + z'^2}$$

$$Y' = d \cdot \sin(A) \cdot \cos(h)$$

$$A = \arctg \frac{y'}{x'}$$

$$Z' = d \cdot \sin(h)$$

$$h = \arctg \frac{z'}{\sqrt{x'^2 + y'^2}}$$

1.4. Các hệ thống thời gian

Thời gian là yếu tố quan trọng trong việc ứng dụng công nghệ GPS, là một ẩn số để giải bài toán xác định tọa độ của một điểm.

Khi đo thời gian cần phải có mối liên hệ chặt chẽ với yếu tố không gian, vì yếu tố không gian sẽ ảnh hưởng đến sự chính xác của thời gian theo từng thời điểm và vị trí xác định.

Đơn vị đo thời gian có thể lựa chọn tùy ý nhưng phải đảm bảo dễ sử dụng và cố định, nếu nó không cố định thì cần phải xác định được các biểu thức liên hệ nhằm tính toán, biến đổi về một đơn vị cố định khác. Bất cứ một quá trình nào ổn định và có tính chu kỳ đều có thể sử dụng làm đơn vị tính thời gian.

Trong thực tế, con người đã sử dụng một số quá trình xảy ra theo chu kỳ để làm đơn vị tính thời gian như:

- Sự quay quanh trục của trái đất.
- Sự chuyển động hàng năm của Trái đất xung quanh Mặt Trời.
- Dao động điện từ của các nguyên tử và phân tử bức xạ hay hấp thụ của một chất nào đó khi chuyển từ trạng thái năng lượng này sang một trạng thái năng lượng khác.

Sự chuyển động của một vật riêng biệt là không tồn tại, mà nó chỉ được xem xét khi được so sánh giữa vật này với vật khác, tức là phải có một mốc thời gian để định lượng giá trị chuyển động. Nếu xét chuyển động của trái đất so với mặt trời, ta có giờ thực, nếu so với một ngôi sao nào đó thì ta có giờ sao.S

1.4.1. Giờ sao và giờ mặt trời

Giờ sao là do người ta quan sát sao mà tính ra. Một ngày đêm sao là khoảng thời gian giữa 2 lần liên tiếp mà một sao cụ thể nào đó đi qua kinh tuyến điểm quan sát.

Một ngày đêm sao = 24 giờ sao

Một giờ sao = 60 phút sao

Một phút sao = 60 giây sao

Như vậy, có thể nói một ngày đêm sao là khoảng thời gian mà Trái đất tự quay được 1 vòng. Kết quả quan sát như trên tại một địa phương (kinh tuyến) nào đó được gọi là giờ sao địa phương.

Giờ mặt trời là giờ dựa vào chu kỳ nhật động của mặt trời, lúc đó một ngày mặt trời là khoảng thời gian giữa 2 lần liên tiếp mặt trời đi qua kinh tuyến tại nơi quan sát. Cần lưu ý rằng, các ngày mặt trời thực tế trong một năm hoàn toàn không bằng nhau do trái đất chuyển động xung quanh mặt trời với vận tốc không đều. Điều đó đòi hỏi cần phải có khái niệm ngày mặt trời trung bình. Ngày mặt trời trung bình là ngày có độ dài trung bình của tất cả các ngày mặt trời trong năm. Địa điểm để ghi nhận, quan sát tính toán ra ngày mặt trời trung bình là tại đài thiên văn Greenwich.

1.4.2. Giờ nguyên tử

Các loại giờ sử dụng sao, mặt trời, trục quay trái đất...đều phải dựa vào quan sát thiên văn mà tính ra nên có những hạn chế như chưa có thang giờ đều đặn, độ ổn định thấp, phụ thuộc vào các yếu tố tự nhiên và cấu tạo địa chất. Chính vì vậy, cần phải có một đơn vị đo thời gian là một hằng số, tồn tại khách quan với các yếu tố

bên ngoài.

Năm 1967, thế giới chấp nhận một đơn vị đo thời gian mới là giờ nguyên tử, được định nghĩa như sau: Một giây nguyên tử là khoảng thời gian xảy ra 9.192.631.770 dao động của electron trong nguyên tử Xezi (Cs) khi chuyển từ trạng thái năng lượng F3 sang F4.

Một phút nguyên tử = 60 giây nguyên tử

Một giờ nguyên tử = 60 phút nguyên tử

Một ngày nguyên tử = 24 giờ nguyên tử

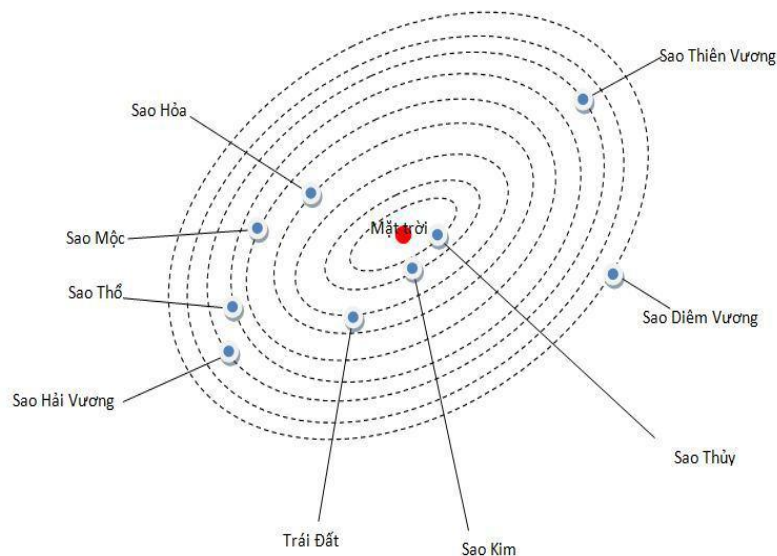
Một năm nguyên tử = 365,25 ngày nguyên tử

Giờ nguyên tử có độ chính xác là 10^{-12} giây, được dùng trong đo đạc GPS và được ký hiệu là GPST.

1.5. Định luật Kepler (quỹ đạo bay của vệ tinh)

Kepler (1571 – 1630), đã nêu ra 3 định luật để mô tả sự chuyển động của các vệ tinh xung quanh trái đất cũng như của các hành tinh xung quanh mặt trời. Các định luật đó là:

Định luật 1: *Tất cả các hành tinh chuyển động xung quanh mặt trời đều theo quỹ đạo hình Ellip, mặt trời là một tiêu điểm trong quỹ đạo. Mỗi một hành tinh có một quỹ đạo khác nhau.*



Hình 1.8. Quỹ đạo chuyển động của các hành tinh.

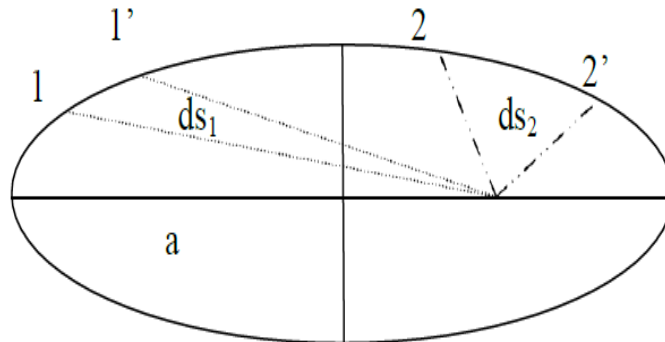
Chuyển động của các vệ tinh xung quanh trái đất cũng tương tự như trên, lúc này, trái đất đóng vai trò là “mặt trời”, các vệ tinh là các “hành tinh”.

Định luật 2: *Trong những khoảng thời gian như nhau thì bán kính vectơ*

quét một diện tích bằng nhau.

Gọi dt_1 là thời gian hành tinh chuyển động từ điểm 1 đến điểm 1', diện tích quét tương ứng là ds_1 ; dt_2 là thời gian hành tinh chuyển động từ điểm 2 đến điểm 2', diện tích quét tương ứng là ds_2 .

Nếu $dt_1 = dt_2$, thì $ds_1 = ds_2$. Từ đây suy ra chuyển động của các hành tinh xung quanh mặt trời lúc nhanh, lúc chậm: Khi gần mặt trời thì chuyển động nhanh, khi xa mặt trời thì chuyển động chậm.



Hình 1.9. Mô tả định luật 2 Kepler.

Định luật 3: Bình phương của chu kỳ chuyển động tỷ lệ với lập phương bán trục lớn của quỹ đạo.

Nếu hành tinh 1 có chu kỳ chuyển động là T_1 , bán trục lớn là a_1 , hành tinh 2 có chu kỳ chuyển động là T_2 , bán trục lớn là a_2 theo định luật 3 ta có:

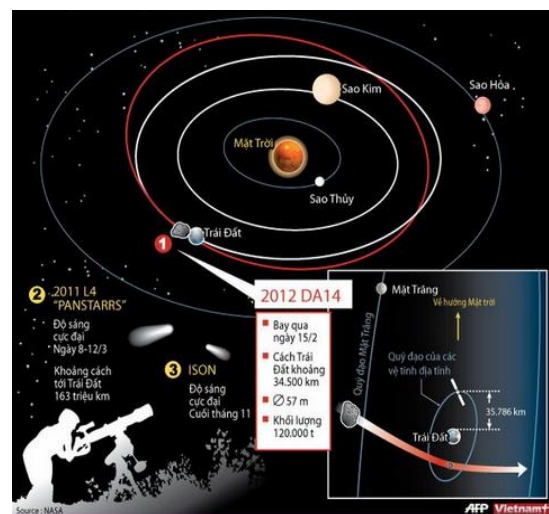
$$\frac{T_1^2}{a_1^3} = \frac{T_2^2}{a_2^3} = \text{const}$$

1.6. Các phương pháp quan sát vệ tinh

1.6.1. Phương pháp chụp ảnh trên nền trời sao

Theo phương pháp này, máy ảnh được bố trí tại thời điểm quan sát, vào lúc hoàng hôn lặn bầu trời sao làm nền, khi vệ tinh hắt ánh sáng hoặc tự phát sáng về phía máy ảnh, lúc này cửa chớp của máy ảnh sẽ mở để chụp được hình ảnh của các sao cũng như vệ tinh đồng thời ghi lại thời gian lộ quang, sau khi rửa ảnh ta sẽ thu được hướng đến vệ tinh nhân tạo.

Các camera chụp ảnh thường có tiêu



cự từ 250 mm đến 964 mm, góc mở ống kính lớn và dùng phim có độ nhạy cao. Các camera được cấu tạo sao cho có thể chụp liên tiếp các tấm ảnh mà vị trí các vệ tinh luôn luôn nằm ở trung tâm của tấm ảnh.

Dựa vào lịch sao và thời điểm chụp ảnh ta sẽ có tọa độ của các sao được làm chuẩn. Trên cơ sở hệ tọa độ phim ảnh, từ quan sát của hệ tọa độ sao cơ sở và lộ quang của vệ tinh, người ta sẽ tính được tọa độ thiên văn của vệ tinh nhân tạo. Kết quả độ chính xác khoảng 0,5''.

1.6.2. Phương pháp đo khoảng cách laze đến vệ tinh nhân tạo

Như chúng ta đã biết, khi đo khoảng cách trên mặt đất bằng máy toàn đạc thì khoảng cách được tính theo công thức:

$$d = \frac{1}{2} \Delta t \cdot C$$

Trong đó: d là khoảng cách từ máy toàn đạc đến điểm cần đo.

Δt là khoảng thời gian đi và về của tia sáng.

C là vận tốc tia laze, $C = 3 \cdot 10^8$ m/s.

Nguyên lý đo khoảng cách từ máy laze đến vệ tinh nhân tạo cũng tương tự như đo khoảng cách trên mặt đất, nhưng tổ chức phức tạp hơn, vì khoảng cách từ máy laze đến vệ tinh xa nên đòi hỏi vùng sáng laze phải có công suất lớn. Khi đo khoảng cách, người ta đo khoảng thời gian đi và về của tia laze và tính ra khoảng cách.

Một số tính chất của tia laze:

+ Độ định hướng cao: Tia laze phát ra hầu như là chùm song song do đó có khả năng chiếu xa hàng nghìn km mà không bị phân tán.

+ Tính đơn sắc rất cao: Chùm sáng chỉ có một màu (hay một bước sóng) duy nhất. Do vậy chùm laze không bị tán xạ khi đi qua mặt phân cách của hai môi trường có chiết suất khác nhau. Đây là tính chất đặc biệt nhất mà không nguồn sáng nào có.

+ Tính đồng bộ của các photon trong chùm tia laser: Có khả năng phát xung cực ngắn: cỡ mili giây (ms), nano giây, pico giây, cho phép tập trung năng lượng tia laze cực lớn trong thời gian cực ngắn.

Khoảng cách hoạt động của hệ thống đo tia laze tỷ lệ bậc 4 với năng lượng sử dụng, tỷ lệ nghịch với căn bậc 2 của độ rộng chùm tia laze và tỷ lệ thuận với căn bậc 2 đường kính khẩu độ thiết bị thu.

Một máy laze dùng để quan sát vệ tinh nhân tạo bao gồm các bộ phận: Bộ

nguồn laze, thiết bị thu nhận, bộ máy, hệ thống đo, bộ ghi kết quả.

1.6.3. Phương pháp hiệu ứng Doppler vệ tinh

Có thể phát biểu về hiệu ứng Doppler là hiện tượng khi mà tần số âm/sóng của máy thu thu được khác so với tần số do nguồn âm/sóng phát ra khi có sự chuyển động tương đối giữa máy thu và nguồn phát.

Công thức tổng quát là:

$$f' = f \frac{V \pm V_m}{V \mp V_s}$$

Trong đó:

f' là tần số mà máy thu đã thu được.

f là tần số mà nguồn phát đã phát ra.

V là vận tốc truyền âm/sóng trong môi trường.

V_m là vận tốc chuyển động của máy thu.

V_s là vận tốc chuyển động của nguồn phát.

Khi giá trị $f' > f$ thì khoảng cách giữa nguồn phát và máy thu đang được rút ngắn và ngược lại. Nếu giá trị $f' = f$ thì khoảng cách giữa nguồn phát và máy thu là không đổi.

Trong chương trình này chỉ nghiên cứu đến 2 tình huống xảy ra là nguồn phát hoặc máy thu đứng yên, đối tượng còn lại di chuyển. Trong 2 tình huống này, sẽ xảy ra 4 trường hợp là:

- Nguồn đứng yên, máy thu đi lại gần nguồn.
- Nguồn đứng yên, máy thu đi ra xa nguồn.
- Máy thu đứng yên, nguồn đi lại gần máy thu.
- Máy thu đứng yên, nguồn đi ra xa máy thu.

Trong số các phương pháp quan sát vệ tinh thì phương pháp sử dụng hiệu ứng Doppler được sử dụng rộng rãi nhất, do nó đơn giản nhưng vẫn đạt độ chính xác cao. Bản chất của phương pháp này là so sánh sự thay đổi tần số giữa tín hiệu vệ tinh khi chuyển động với một tín hiệu ổn định do thiết bị tạo ra (sự lệch pha tín hiệu này được gọi là giá trị trôi tần), giá trị trôi tần thay đổi tỷ lệ thuận với khoảng cách từ vệ tinh đến điểm quan sát.

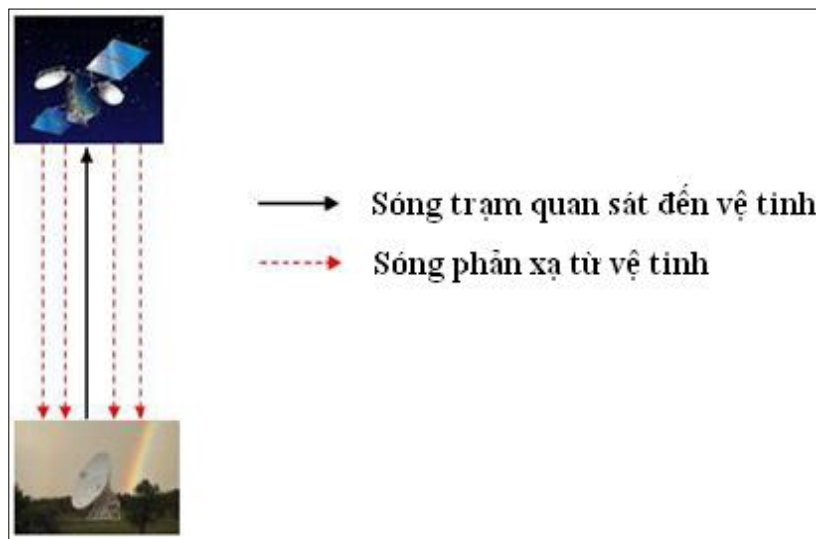
Trong thực tế, hiệu ứng Doppler được ứng dụng để xác định vận tốc của các phương tiện giao thông lưu thông trên đường. Hiện nay, giá trị chính xác của hiệu ứng

Doppler có thể lên đến 0,03m/s.

1.6.4. Đo khoảng cách điện tử đến vệ tinh nhân tạo

Trong phương pháp đo khoảng cách điện tử đến vệ tinh nhân tạo, tín hiệu ở trạm phát đi dưới dạng pha, sau đó tín hiệu truyền đến vệ tinh và từ vệ tinh truyền ngược lại trạm quan sát, khi đó sử dụng máy đo pha sẽ tính ra được giá trị lệch pha, từ đó tính được khoảng cách từ trạm quan sát đến vệ tinh nhân tạo.

Giá trị đo pha của tín hiệu vệ tinh thực chất là hiệu số pha tại một thời điểm đo nhất định, của tín hiệu phát từ máy thu và tín hiệu đến vệ tinh trên cùng một tần số.



Hình 1.10. Nguyên lý đo khoảng cách điện tử.

Để tăng trị đo, khi trạm mặt đất truyền tín hiệu đến vệ tinh, bản thân vệ tinh sẽ tạo ra 4 sóng rồi phát trở lại trái đất, khi đó nếu thời gian đi qua vị trí trạm quan sát 7 phút thì trạm quan sát sẽ nhận được khoảng 8500 giá trị đo khoảng cách, nhờ đó độ chính xác được nâng lên đáng kể.

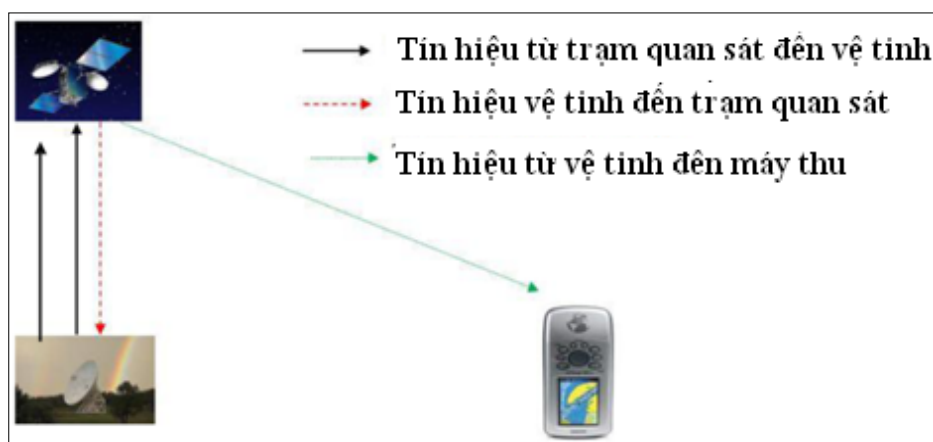
CHƯƠNG 2: HỆ THỐNG ĐỊNH VỊ TOÀN CẦU

Hệ thống định vị toàn cầu là một hệ thống sử dụng để xác định vị trí của một điểm hoặc dẫn đường từ điểm này đến điểm khác trong một hệ quy chiếu nào đó, dựa trên công nghệ vệ tinh và truyền dẫn sóng.

2.1. Cấu trúc hệ thống GPS

Hệ thống định vị toàn cầu gồm có 3 thành phần:

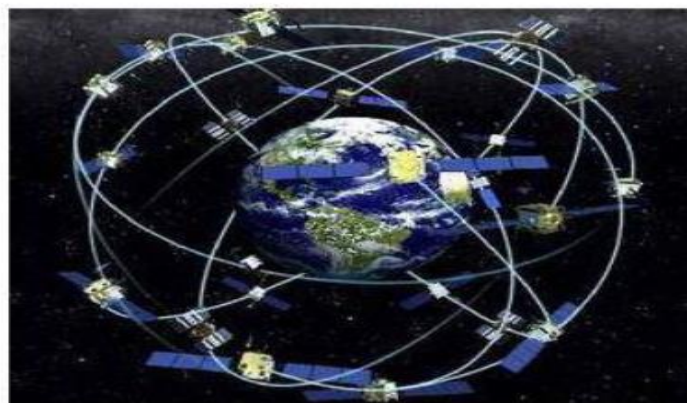
- Phần vũ trụ (Vệ tinh, không gian).
- Phần trạm điều khiển.
- Phần trạm sử dụng.



Hình 2.1. Mối quan hệ giữa các thành phần hệ thống định vị toàn cầu.

2.1.1. Phần vũ trụ

Phần vũ trụ của hệ thống GPS gồm có 24 vệ tinh, chuyển động trên 6 mặt phẳng quỹ đạo. Các vệ tinh bay trên quỹ đạo với độ cao khoảng 20200km, và các mặt phẳng quỹ đạo nghiêng một góc 55° so với mặt phẳng xích đạo của Trái đất. Các vệ tinh chuyển động ổn định, gần như là tròn đều, với chu kỳ 718 phút (tương đương với 11 giờ 58 phút), với vận tốc 11200 km/h.



Hình 2.2. Quỹ đạo chuyển động của các vệ tinh.

Các vệ tinh được bố trí sao cho các máy thu GPS trên mặt đất có thể nhìn thấy tối thiểu 4 vệ tinh vào bất cứ thời điểm nào, đây là điều kiện tối thiểu để định vị.

Các vệ tinh được cung cấp năng lượng bằng năng lượng Mặt Trời. Chúng có các nguồn năng lượng dự phòng để duy trì hoạt động khi chạy khuất vào vùng không có ánh sáng Mặt Trời. Ở mỗi vệ tinh có gắn một quả tên lửa nhỏ để chúng bay đúng quỹ đạo đã định.

Các vệ tinh GPS có trọng lượng khoảng 1600kg khi phóng, còn khi chuyển động trên quỹ đạo thì khối lượng của nó khoảng 800kg. Mỗi vệ tinh được thiết kế để hoạt động trong vòng 10 năm, nhưng trên thực tế thì tuổi thọ trung bình của chúng là 7,5 năm. Năng lượng cung cấp cho các thiết bị hoạt động trên vệ tinh là nguồn năng lượng được lấy từ các tấm pin Mặt Trời được gắn với vệ tinh. Trên mỗi vệ tinh GPS được trang bị 4 đồng hồ nguyên tử có độ ổn định 10^{-12} giây.

Về tín hiệu vệ tinh, vệ tinh tạo ra tần số dao động chuẩn là $f_0=10,23\text{MHz}$, từ tần số chuẩn vệ tinh tạo ra 2 tần số sóng tải là $f_1=154f_0=1575,42\text{MHz}$, tương ứng với bước sóng $\lambda_1=19,032\text{cm}$, $f_2=120f_0=1227,60\text{MHz}$ tương ứng với bước sóng $\lambda_2 = 24,42\text{cm}$.

Để phục vụ cho các mục đích khác nhau, các sóng tải lại được điều biến thành các mã code khác nhau như: C/A - code, P-code, Y-code.

Mã C/A - code là mã thô, mã này được tạo bởi một chuỗi các chữ số 0 và 1 được sắp xếp theo một quy luật tựa ngẫu nhiên. (Quy luật tựa ngẫu nhiên là quy luật giống như ngẫu nhiên nhưng không phải ngẫu nhiên mà là do con người sắp xếp). Mã C/A có tần số bằng 1/10 tần số chuẩn (1,023MHz), và được lặp lại sau mỗi giây. Mỗi vệ tinh được gắn một mã C/A riêng biệt. Mã C/A được dùng cho mục đích dân sự.

Mã P - code là mã chính xác, mã này được tạo bởi một chuỗi các chữ số 0 và 1 sắp xếp theo quy luật tựa ngẫu nhiên với tần số bằng tần số chuẩn (10,23 MHz). Độ dài toàn phần của mã này là 267 ngày (nghĩa là chỉ sau 267 ngày mới lặp lại quy luật mã). Người ta chia mã này thành các đoạn, mỗi đoạn dài 7 ngày và gắn cho mỗi vệ tinh một đoạn, sau một tuần lại đổi lại. Bằng cách này mã P rất khó bị giải mã nếu không được sự cho phép của Mỹ. Mã P chỉ dùng cho mục đích quân sự Mỹ.

Mã Y - code là mã bí mật, trong điều kiện cần thiết sẽ được phủ mã P lên làm cho mã Y khó giải mã hơn.

Ngoài ra các tín hiệu vệ tinh còn để truyền thông tin đạo hàng và nhận các lệnh điều khiển từ trạm điều khiển.



Hình 2.3. Vệ tinh.

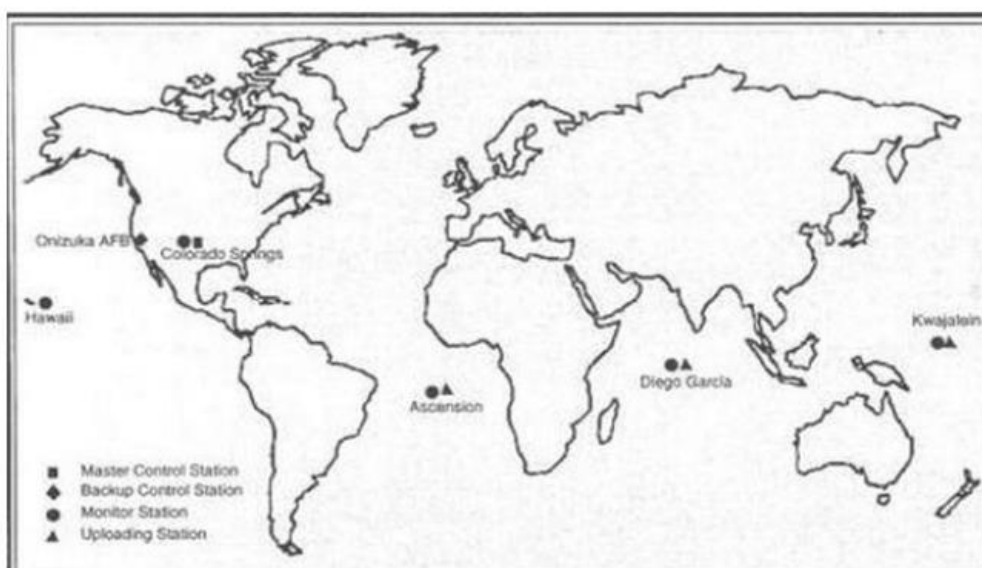
2.1.2. Phần điều khiển

Nhiệm vụ của phần điều khiển là:

- Xác định được các thông số của vệ tinh như thông tin thời gian chính xác của vệ tinh, quỹ đạo bay, vận tốc của vệ tinh, xác định tọa độ của vệ tinh thông qua thời gian truyền tín hiệu của vệ tinh.

- Điều khiển toàn bộ mọi hoạt động của các vệ tinh, quan sát vệ tinh, kiểm soát vệ tinh đi đúng hướng theo quỹ đạo, xác định khoảng cách từ các trạm điều khiển đến vệ tinh, đo đạc các số liệu cần thiết, các yếu tố khí tượng, các yếu tố nhiễu.

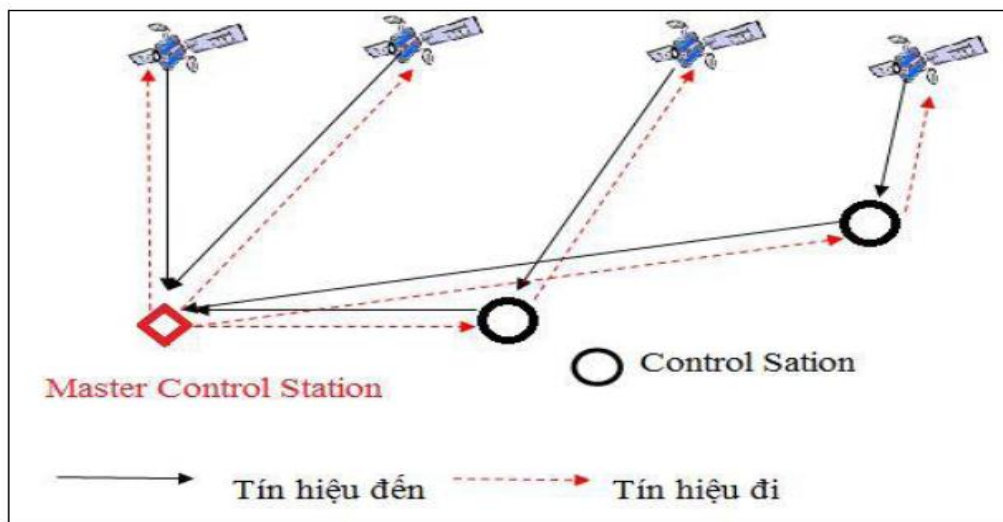
Trên thế giới có tổng cộng 5 trạm điều khiển, bao gồm trạm điều khiển trung tâm đặt tại MCS (Master Control Station) – Colorado của Mỹ, các trạm còn lại được đặt tại Hawaii (Thái Bình Dương); Ascension Island (Đại Tây Dương); Diego Garcia (Ấn Độ Dương); Kwajalein (Tây Thái Bình Dương). Sơ đồ bố trí các trạm điều khiển tạo thành một vành đai bao quanh trái đất, lân cận với xích đạo.



Hình 2.4. Sơ đồ bố trí các trạm điều khiển của hệ thống GPS.

Các trạm hoạt động theo nguyên tắc, tất cả các số liệu thu được tại mỗi trạm

theo dõi đều được truyền về trạm điều khiển trung tâm, trạm trung tâm xử lý các số liệu nhận được, đồng thời xử lý luôn các số liệu do bản thân nó thu được. Kết quả xử lý cho ra các thông số chính xác của vệ tinh. Từ trạm trung tâm các số liệu đã được xử lý được truyền về cho các trạm điều khiển để truyền tín hiệu lên vệ tinh, đồng thời nó cũng truyền tín hiệu thẳng từ trạm trung tâm lên các vệ tinh.



Hình 2.5. Nguyên tắc hoạt động của các trạm điều khiển.

Hiện nay, bộ quốc phòng Mỹ kết hợp với một số nước khác để xây dựng mạng lưới theo dõi vệ tinh GPS trên toàn cầu nhằm nâng cao độ chính xác, xác định lịch vệ tinh.

2.1.3. Phân sử dụng

Phân sử dụng bao gồm tất cả các máy móc, thiết bị thu nhận thông tin từ vệ tinh để khai thác sử dụng vào các mục đích khác nhau. Phần sử dụng nhận các tín hiệu vệ tinh nhằm phục vụ cho các mục đích khác nhau như dẫn đường, đo đạc, xác định vị trí điểm, phục vụ vui chơi... Hiện nay có rất nhiều loại máy thu GPS khác nhau, như máy Trimble, máy Garmin vv... Tùy thuộc vào các mục đích sử dụng khác nhau.

Mặc dù phục vụ cho các mục đích khác nhau nhưng nguyên tắc chung trong cấu tạo này thì giống nhau, bao gồm: Ăng ten, bộ tần số radio, bộ vi xử lý, thiết bị điều khiển, thiết bị ghi, bộ nguồn.

- Ăng ten: Là thiết bị dùng để thu tín hiệu vệ tinh và biến đổi năng lượng của sóng điện từ thành tín hiệu điện. Sóng điện từ truyền tới máy thu được đặc trưng bởi biên độ, tần số, phương hướng không gian. Ăng ten của máy thu có tính đa hướng, tức là cùng một lúc có thể thu được tín hiệu của nhiều vệ tinh khác nhau. Các ăng ten phải có khả năng loại bỏ các sai số và các tín hiệu đa đường dẫn.

- Bộ tần số radio: Bộ tần số radio được coi là trái tim của máy thu (phần chính). Nó bao gồm bộ tạo dao động tần số chuẩn, các kênh nhận tín hiệu. Sau khi các tín hiệu vào ăng ten sẽ được xem xét để được giữ lại nhờ vào các cách khác nhau.

- Bộ vi xử lý: Là phần thực hiện các phép tính, có khả năng đạo hàm (dẫn đường) và tính khoảng cách.

- Thiết bị điều khiển: Thực hiện khả năng phối hợp chung với máy thu, các lệnh được đưa vào từ các phím chức năng.

- Thiết bị ghi: Làm nhiệm vụ ghi lại các giá trị đo, thu. Tùy từng loại máy thu mà bộ phận lưu trữ có dung lượng khác nhau (1MB, 2MB, 4MB...) càng về sau thì máy thu có dung lượng lưu trữ càng lớn.

- Bộ nguồn: Là nguồn điện đảm bảo cung cấp năng lượng cho mọi hoạt động của máy thu. Bộ phận này có thể là pin lắp trong máy thu gọi là nguồn trong, hoặc ắc quy nối với máy thu bằng cáp dẫn gọi là nguồn ngoài. Mỗi loại máy thu có một giới hạn về nguồn điện riêng.

2.2. Nguyên lý đo GPS

2.2.1. Nguyên lý đo khoảng cách giả theo mã

Đo khoảng cách giả theo mã được thực hiện theo nguyên lý sau: Vệ tinh phát đi mã giả ngẫu nhiên (C/A code hoặc P code) truyền đến máy thu. Đồng thời máy thu cũng tạo ra một mã giả ngẫu nhiên giống hệt như của vệ tinh. Lúc này, máy thu so sánh mã tạo ra và mã thu được từ vệ tinh sẽ xác định ra được khoảng thời gian lan truyền tín hiệu từ vệ tinh đến máy thu.

| | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|--|
| | 1 | 1 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 0 | | |
| | | | | | | | | | | |
| | | 1 | 1 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 0 | |
| | | | | | | | | | | |
| 1 | 1 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 0 | | | |
| | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | |

Tuy nhiên, do sự không đồng bộ giữa đồng hồ máy thu và đồng hồ vệ tinh nên luôn tồn tại một sai lệch là Δt . Lúc này $R = \rho + c \cdot \Delta t$ (Trong đó: ρ là khoảng cách thực giữa vệ tinh và máy thu; Δt là giá trị lệch pha giữa máy thu và vệ tinh, $\Delta t = dt - dT$: Đạo hàm của đồng hồ vệ tinh (dt) và đồng hồ máy thu (dT)) Do đó:

$$R = \rho + c(dt - dT)$$

Tín hiệu truyền từ vệ tinh đến máy thu đi qua tầng điện li và tầng đối lưu, hai tầng này làm cho tốc độ truyền tín hiệu bị thay đổi gây ra sai số về khoảng cách. Khi đó, khoảng cách từ vệ tinh đến máy thu được biểu diễn bằng công thức:

$$R = \rho + c(dt - dT) + d_{ion} + d_{Trop}$$

Trong đó: d_{ion} - sai số do tầng điện ly (ion).

d_{Trop} - sai số do tầng đối lưu (Trop).

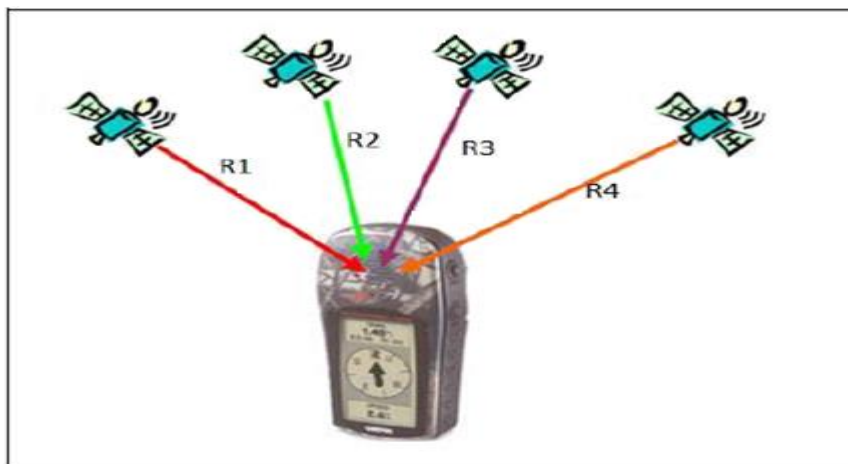
Do khoảng cách đo được từ vệ tinh đến máy thu có chứa các sai số đồng hồ vệ tinh, đồng hồ máy thu, do tầng điện li, do tầng đối lưu nên gọi là khoảng cách giả. Sai số đồng hồ vệ tinh thường là rất nhỏ và thường xuyên được đoạn điều khiển hiệu chỉnh, sai số tầng điện li và tầng đối lưu thì được làm giảm bằng cách dùng các mô hình cải chính. Do đó, trong những trường hợp yêu cầu độ chính xác không cao lắm, công thức biểu diễn khoảng cách giả được viết như sau:

$$R = \rho - c \cdot dT$$

2.2.2. Nguyên lý định vị tuyệt đối

Đo GPS tuyệt đối là nguyên lý định vị sử dụng ít nhất 1 máy thu thu tín hiệu vệ tinh, xác định ra tọa độ tuyệt đối (X,Y,Z) hoặc (B,H,L) trong một hệ tọa độ nào đó.

Nguyên tắc là ứng dụng đo khoảng cách từ các vệ tinh đến máy thu theo nguyên tắc giao hội không gian từ các điểm đã có tọa độ đã biết là các vệ tinh.



Hình 2.7. Nguyên lý định vị tuyệt đối.

Trong trường hợp lý tưởng để xác định vị trí của một điểm, chúng ta chỉ cần quan sát 3 vệ tinh là đủ (với mỗi một vệ tinh sẽ cung cấp một giá trị R, từ đó giải hệ phương trình 3 ẩn 3 phương trình để tìm các giá trị X,Y,Z hoặc B,H,L). Tuy nhiên do luôn luôn tồn tại sai số giữa đồng hồ máy thu và đồng hồ vệ tinh, lúc này yếu tố sai số này đóng vai trò là một ẩn trong hệ phương trình. Điều đó đòi hỏi trong thực tế phải quan sát ít nhất 4 vệ tinh mới có thể định vị được chính xác tọa độ điểm. Từ 4 vệ tinh quan sát được, lập thành hệ phương trình 4 ẩn tổng quát như sau:

$$R_i = \sqrt{(X_i - X)^2 + (Y_i - Y)^2 + (Z_i - Z)^2} + c.(dt_i - dT)$$

Trong đó:

R_i là khoảng cách từ vệ tinh thứ i đến máy thu.

X,Y,Z là tọa độ điểm đặt máy thu.

X_i, Y_i, Z_i là tọa độ đã biết của vệ tinh thứ i.

dT: là sai số của đồng hồ máy thu.

dt_i là sai số đồng hồ của vệ tinh thứ i.

Do dt_i là sai số của đồng hồ vệ tinh nên giá trị này đã biết (hoặc đã được hiệu chỉnh) nên lúc này hệ phương trình có dạng tổng quát như sau:

$$R_i = \sqrt{(X_i - X)^2 + (Y_i - Y)^2 + (Z_i - Z)^2} - c.dT$$

Giải hệ phương trình trên, ta sẽ thu được các giá trị X,Y,Z,dT, tức là xác định được tọa độ điểm đặt máy thu.

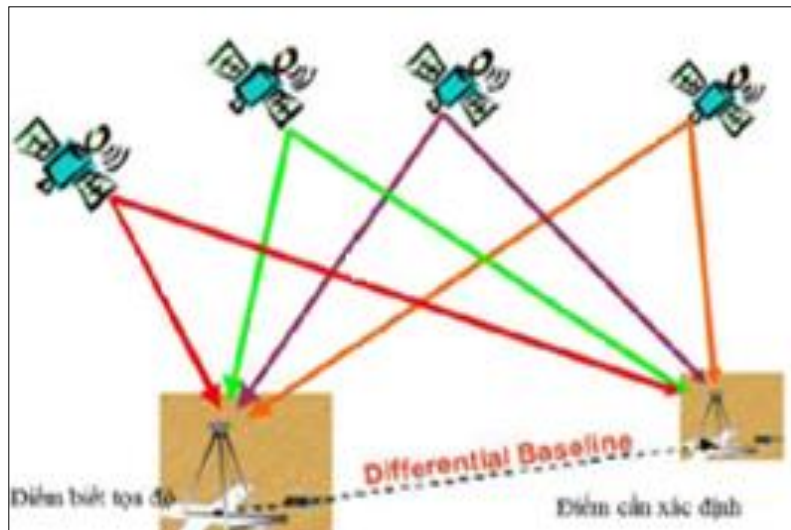
Trong trường hợp số vệ tinh nhiều hơn 4, bài toán sẽ được giải theo phương pháp số bình phương nhỏ nhất.

Kết quả định vị tuyệt đối phụ thuộc vào nhiều nguồn sai số, trong đó sai số do vệ tinh ảnh hưởng trọn vẹn đến kết quả định vị (vì chúng ta không xem dt là một ẩn). Để lập lưới khống chế trắc địa, thường không sử dụng định vị tuyệt đối, sai số của định vị tuyệt đối dao động từ 3m – 20m, tùy thuộc thời điểm đo và loại máy. Ưu điểm của phương pháp này là xác định tọa độ nhanh, tổ chức đo đơn giản, ít tốn kém.

2.2.3. Nguyên lý định vị tương đối

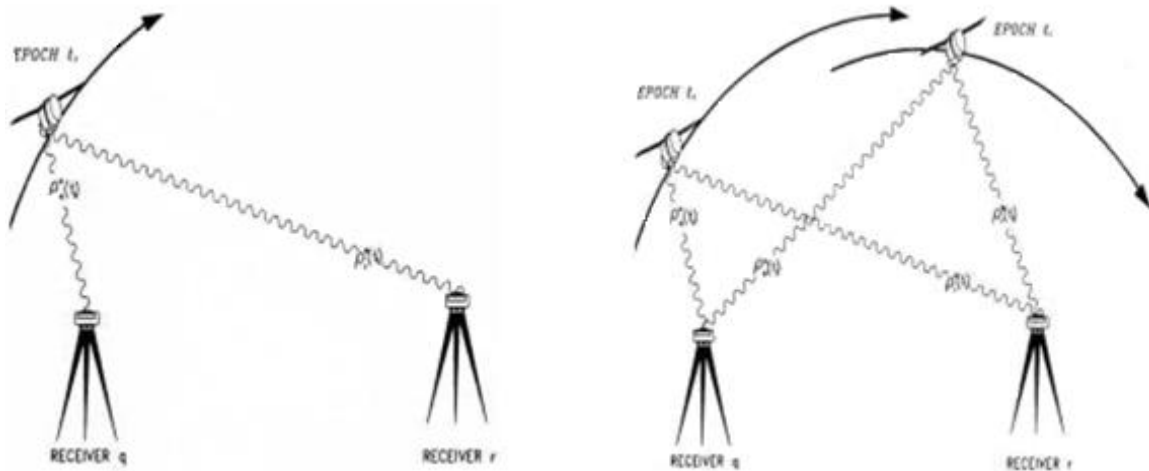
Định vị tương đối là nguyên lý định vị sử dụng ít nhất 2 máy thu để thu đồng thời tín hiệu vệ tinh nhằm xác định hiệu số tọa độ giữa hai điểm đặt máy (ΔX , ΔY , ΔZ). Một máy thu được đặt tại một điểm đã biết tọa độ, máy còn lại đặt tại điểm cần xác định tọa độ. Dựa vào điểm đã biết tọa độ và hiệu số tọa độ giữa 2 điểm để xác định tọa độ cho điểm đã biết.

Như vậy, thực chất của định vị tương đối là xác định vectơ của đường thẳng nối giữa 2 điểm, đường thẳng này được gọi là baseline.



Hình 2.8. Nguyên lý định vị tương đối.

Đo GPS tương đối có độ chính xác cao hơn so với đo GPS tuyệt đối vì có khả năng loại bỏ được các sai số do vệ tinh, sai số do đồng hồ máy thu bằng khái niệm sai phân.



Sai phân bậc 1

Sai phân bậc 2

Trong trường hợp, 2 máy thu đồng thời thu tín hiệu từ 1 vệ tinh, ta có phân sai bậc nhất.

Nếu ký hiệu pha sóng tải từ vệ tinh i đến máy thu A là Φ_A^i , đến máy thu B là Φ_B^i .

Ta có : $\Phi_{AB}^i = \Phi_B^i - \Phi_A^i$ được gọi là sai phân bậc nhất.

Do ảnh hưởng của sai số vệ tinh thứ i đến A và B là như nhau, nên trong sai phân bậc nhất chúng ta loại bỏ được sai số do vệ tinh.

Trong trường hợp, 2 máy thu đồng thời thu tín hiệu từ 2 vệ tinh khác nhau, ta có phân sai bậc hai.

Nếu ký hiệu pha sóng tải từ vệ tinh i đến máy thu A là Φ_A^i , pha sóng tải từ vệ tinh i đến máy thu B là Φ_B^i và pha sóng tải từ vệ tinh k đến máy thu A là Φ_A^k , pha sóng tải từ vệ tinh k đến máy thu B là Φ_B^k .

Phân sai bậc hai được tính là hiệu của 2 phân sai bậc nhất của vệ tinh i, k đến hai điểm A, B.

$$\Phi_{AB}^{i,k} = \Phi_{AB}^i - \Phi_{AB}^k = \Phi_B^i - \Phi_A^i - (\Phi_B^k - \Phi_A^k) = (\Phi_A^k - \Phi_A^i) - (\Phi_B^k - \Phi_B^i)$$

Ta thấy rằng: Ảnh hưởng của máy thu tại điểm A đến vệ tinh k, i là như nhau, nên $\Phi_A^k - \Phi_A^i$ sẽ khử được sai số của máy thu, tương tự như vậy cho máy thu tại điểm B. Mặt khác: Φ_{AB}^i, Φ_{AB}^k đã loại bỏ sai số do vệ tinh. Chính vì vậy, phân sai bậc hai loại bỏ được sai số vệ tinh và sai số do đồng hồ máy thu.

Tùy theo kỹ thuật đo mà người ta chia định vị tương đối ra các kỹ thuật đo như sau:

* Định vị tương đối trạng thái tĩnh (đo tĩnh):

Đo tĩnh là kỹ thuật đo thực hiện theo nguyên lý định vị tương đối. Hai máy thu đặt cố định và đồng thời quan sát cùng số vệ tinh chung trong thời gian dài từ vài chục phút đến vài giờ thậm chí vài ngày.

Kết quả đo tĩnh nhận được tọa độ tương đối giữa hai điểm đặt máy $\Delta X, \Delta Y, \Delta Z$ (gọi là baseline) và ma trận hiệp phương sai thể hiện sự tương quan giữa các thành phần tọa độ này.

* Đo tĩnh nhanh:

Đây là phương pháp đo có nguyên lý giống như đo tĩnh nhưng khi số lượng vệ tinh nhiều, khoảng cách đo ngắn nên có thể rút ngắn thời gian đo (còn vài phút đến vài chục phút). Đo tĩnh nhanh có độ chính xác kém hơn đo tĩnh. Thường được dùng vào các công việc có yêu cầu độ chính xác không cao lắm.

* Định vị tương đối trạng thái động:

Là phương pháp đo thực hiện theo nguyên lý định vị tương đối, sử dụng ít nhất 2 máy thu, một máy đặt cố định tại điểm đã biết tọa độ gọi là trạm Base liên tục thu tín hiệu vệ tinh, một máy vừa di chuyển vừa thu tín hiệu vệ tinh gọi là trạm Rover.

Kết quả đo động cho ta tọa độ tương đối giữa điểm trạm Base và nhiều điểm trạm Rover. Độ chính xác của đo động kém hơn đo tĩnh và tĩnh nhanh, thường dùng vào việc đo thành lập bản đồ hoặc những việc có độ chính xác tương tự.

2.3. Các sai số ảnh hưởng đến kết quả đo đạc bằng vệ tinh

2.3.1. Sai số do vệ tinh

a. Sai số quỹ đạo vệ tinh

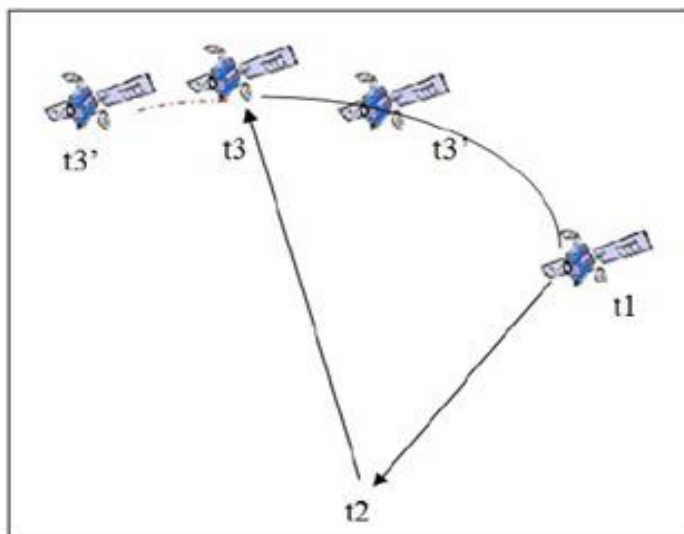
Để xác định được vị trí và tốc độ của máy thu tín hiệu GPS, người sử dụng phải biết được vị trí của vệ tinh tại thời điểm phát tín hiệu. Thông tin này, trong tiếng Anh được gọi là ephemeris, được mã hóa trong dữ liệu định vị và truyền đi cùng tín hiệu vệ tinh. Vị trí của vệ tinh được dự đoán bằng một tập hợp các thông số quỹ đạo Kepler và thông số thời gian. Sai số trong việc dự đoán trước quỹ đạo của vệ tinh so với quỹ đạo thực của nó được gọi là sai số quỹ đạo của vệ tinh. Sai số quỹ đạo của vệ tinh là rất quan trọng, có ảnh hưởng trực tiếp tới độ chính xác của kết quả định vị vị trí, tốc độ và thời gian của máy thu. Cách hiển nhiên nhất để giảm sai số quỹ đạo lên kết quả định vị là dùng thông số quỹ đạo chính xác (precise ephemeris) được tính toán sau khi vệ tinh đã đi qua thời điểm cần thiết, cho phép người dùng tính toán vị trí của vệ tinh với độ chính xác nhỏ hơn 5 cm. Thông số quỹ đạo chính xác được cung cấp bởi rất nhiều hãng dịch vụ GPS. Tuy nhiên, thông số quỹ đạo chính xác không được cập nhật và cung cấp tức thời. Ví dụ, người sử dụng phải đợi 12 ngày để có thể có được thông số quỹ đạo chính xác cuối cùng, 17 giờ cho thông số quỹ đạo nhanh và 3 giờ cho thông số quỹ đạo rất nhanh. Đối với hầu hết các ứng dụng đòi hỏi kết quả định vị theo thời gian thực, thông số quỹ đạo phát đi cùng với tín hiệu vệ tinh thường được sử dụng. Các thông số quỹ đạo này sẽ được gọi là thông số quỹ đạo tức thời để tiện quy ước. Vị trí của vệ tinh tính toán được khi dùng thông số quỹ đạo tức thời cho độ chính xác khoảng 2m.

b. Sai số do đồng hồ vệ tinh

Tương tự như thông số quỹ đạo, thông số thời gian của vệ tinh, bao gồm cả giá trị thời gian hiện tại và giá trị tiên đoán, cũng được xác định tại các trạm điều khiển tại mặt đất và truyền ngược lên vệ tinh để được mã hóa vào dữ liệu vệ tinh và truyền đi. Quá trình xác định thời gian vệ tinh theo hệ chuẩn GPST và quá trình tiên đoán thời gian đều chứa đựng sai số, được gọi là sai số do đồng hồ vệ tinh. Để giảm sai số do đồng hồ vệ tinh, người sử dụng cũng có thể chờ để có thông số thời gian vệ tinh cung cấp bởi các hãng dịch vụ. Độ chính xác của thời gian vệ tinh dùng dữ liệu vệ tinh được truyền phát tức thời và dùng các dịch vụ không tức thời được thống kê ở bảng sau:

| Loại thông số thời gian vệ tinh | Độ chính xác | Thời gian chờ |
|--|---------------|----------------|
| Truyền tức thời cùng với dữ liệu vệ tinh | 7 nanô giây | Thời gian thực |
| Chính xác, rất nhanh | 5 nanô giây | 3 giờ |
| Chính xác, nhanh | 0.2 nanô giây | 17 giờ |
| Chính xác, cuối cùng | 0.1 nanô giây | 12 ngày |

Bảng 2.2. Độ chính xác trong xác định GPST với đồng hồ của các vệ tinh.



Hình 2.9. Sai số do vệ tinh.

2.3.2. Sai số liên quan đến sự truyền tín hiệu

a. Sai số do tầng điện ly

Tầng điện ly là tầng khí quyển ở độ cao khoảng 50km đến 2000km so với bề mặt Trái Đất và có ảnh hưởng rất quan trọng tới đường truyền tín hiệu GPS. Tầng điện ly được hình thành bởi sự ion hóa tầng khí quyển trung tính (phần lớn là các phân tử NO, O₂, O₃, H, He) do các tia bức xạ Mặt Trời (UV và tia X quang, còn được gọi là photons) hoặc do các hạt giàu năng lượng (energetic particle) có trong gió Mặt Trời (solar wind). Bản thân toàn bộ tầng điện ly xấp xỉ là một thể plasma, có nghĩa là số lượng các hạt mang điện âm và điện dương là tương đương nhau. Tuy nhiên, các electron tụ tập xung quanh các ion và chuyển động theo dòng từ trường, gây ra những va chạm giữa các electron và các ion. Mật độ của các electron trong bản thân tầng điện ly thay đổi phức tạp. Dựa vào yếu tố này, kèm theo độ cao so với mặt đất, tầng điện ly được chia ra thành nhiều vùng khác nhau, được gọi là D, E, F1, F2 và H. Vùng D có độ cao 50 – 90km, vùng E có độ cao 90 – 140km trong khi vùng F1 và F2 có độ cao tương ứng là 140 – 210km và 210 – 1000km. Vùng ngoài cùng H của tầng điện ly có độ cao từ khoảng 1000 – 2000 km. Mật độ (tức là số electron trên một đơn vị thể tích) thay đổi theo độ cao so với bề mặt Trái Đất: bắt đầu tăng ở độ cao 50km,

đạt tới đỉnh điểm tại độ cao 300 – 350km với mật độ 10^{12} electron/m³ và sau đó giảm mạnh khi độ cao tăng hơn nữa. Chính vì vậy, vùng D và E có ảnh hưởng không đáng kể tới tín hiệu GPS, trong khi vùng F1 và F2 thì lại gây ra nhiều ảnh hưởng quan trọng, đặc biệt là khi các electron bị kích hoạt mạnh khi xảy ra các cơn bão điện ly (ionospheric storm). Đây là hiện tượng gây ra nhiều ảnh hưởng nghiêm trọng tới chất lượng định vị. Vùng H ngoài cùng do mật độ electron thấp, thường không có ảnh hưởng gì đặc biệt tới tín hiệu GPS. Tuy nhiên, trong điều kiện bão điện ly thì các hoạt động của electron ở vùng H có thể trở nên phức tạp và cũng có thể gây ra những ảnh hưởng đáng lưu ý tới tín hiệu.

Tín hiệu GPS phần lớn có thể xuyên qua tầng điện ly, nhưng sẽ bị yếu đi và bị ảnh hưởng, phụ thuộc vào tần số của tín hiệu, mức độ tích cực của các electron và mật độ của chúng dọc theo đường truyền của tín hiệu. Các ảnh hưởng chính của tầng điện ly đối với tín hiệu GPS được liệt kê như sau:

- Kéo dài thời gian truyền tín hiệu (group delay).
- Giảm thời gian truyền sóng mang (phase advance).
- Làm yếu tín hiệu truyền qua.
- Tác động quay Faraday gây nên sự thay đổi của mặt phẳng truyền sóng.
- Ảnh hưởng dịch chuyển Doppler.
- Ảnh hưởng lên tín hiệu phụ thuộc vào tần số.
- Ảnh hưởng khúc xạ.
- Ảnh hưởng dao động tín hiệu ở tần số cao gây ra do sự tập trung của các electron tại một số chỗ trong tầng điện ly.

b. Sai số do tầng đối lưu

Tầng đối lưu là một tầng khí quyển trung tính, tức là nó không chứa đựng các electron tự do, có độ cao từ 0 đến 50km so với mặt đất. Các hoạt động của tầng khí quyển này phụ thuộc vào các hoạt động của hệ Mặt Trời. Ảnh hưởng của nó lên tín hiệu định vị không phụ thuộc vào tần số tín hiệu và do vậy sai số do nó gây ra không thể xác định được khi dùng các giá trị đo ở hai tần số. Ảnh hưởng của tầng đối lưu đối với tín hiệu định vị có thể được liệt kê như sau:

- Kéo dài thời gian truyền tín hiệu.
- Tạo ra các hiện tượng khúc xạ khi tín hiệu truyền qua.
- Làm yếu tín hiệu truyền qua.
- Dao động tín hiệu ở tần số cao.

Tín hiệu định vị qua tầng đối lưu sẽ bị chậm lại chủ yếu là do hiện tượng khúc xạ. Sự chậm trễ trong tín hiệu này có thể được chia ra thành hai phần: Phần gây ra bởi thành phần khô của tầng đối lưu, gọi là phần cản khô. Phần gây ra bởi thành phần ướt của tầng đối lưu, gọi là cản trở ướt. Cản trở khô của tầng đối lưu chiếm khoảng 80% - 90% tổng sai số. Tuy nhiên, nó là hàm của nhiệt độ và áp suất tại địa điểm chỗ máy đo và thời gian. Hơn nữa, nó lại tương đối dễ xác định được với độ chính xác cao. Do vậy, cản trở khô dễ được xác định. Cản trở ướt gây ra bởi sự tập trung của hơi nước tại độ cao khoảng 0 - 15km so với mặt đất. Cản trở này chỉ chiếm khoảng 10 - 20% tổng sai số. Tuy nhiên, thành phần hơi nước của không khí rất khó để xác định được, bởi vì nó có thể biến đổi nhanh cả theo thời gian và không gian. Ảnh hưởng của tầng đối lưu lên tín hiệu định vị phụ thuộc vào mùa, vào độ ẩm dọc theo đường truyền tín hiệu. Ví dụ, ảnh hưởng này (chủ yếu là cản trở ướt) vào mùa có độ ẩm cao lớn hơn so với mùa có độ ẩm thấp. Nhìn chung, sai số do tầng đối lưu lên tín hiệu định vị có thể gây ra sai số cho phép đo khoảng cách từ vệ tinh đến máy thu từ 2 đến 5m đối với những vệ tinh ở thiên đỉnh và thậm chí có thể lên đến 25m đối với những vệ tinh có góc ngẩng thấp (khoảng 5^0). Những phương pháp xác định sai số đơn giản có thể hạ thấp sai số của tầng đối lưu xuống còn khoảng 20cm. Giá trị này là không đáng kể đối với những ứng dụng định vị yêu cầu chính xác thấp, nhưng lại là trở ngại không nhỏ đối với các ứng dụng yêu cầu độ chính xác ở mức độ cm trở lên.

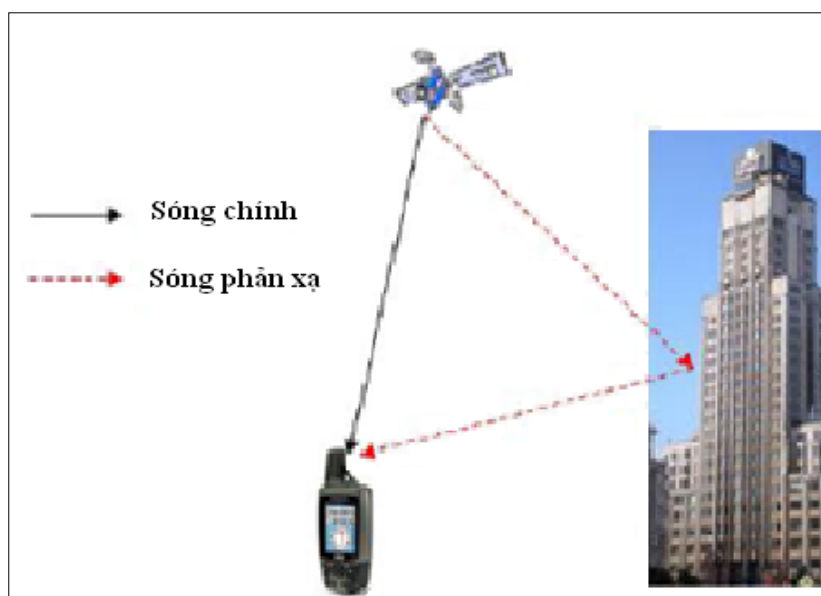
Hai loại sai số này đối với các máy thu ở phạm vi 30km là như nhau, nên khi đo theo phương pháp định vị tương đối sẽ khử được loại sai số này.

c. Sai số đa đường truyền

Sai số đa đường truyền là hiện tượng một tín hiệu vệ tinh tới anten thu bằng hai hoặc nhiều đường khác nhau. Khi xuất hiện sai số này, anten nhận được tín hiệu trực tiếp từ vệ tinh, tức là tín hiệu truyền thẳng từ vệ tinh xuống anten mà không bị phản xạ lần nào, và một hoặc nhiều tín hiệu phản xạ của tín hiệu trực tiếp này. Hiện tượng này được mô tả ở hình 2.10. Tín hiệu phản xạ thường đến trễ hơn và yếu hơn tín hiệu trực tiếp. Sai số gây ra do hiện tượng này lên phép đo khoảng cách từ vệ tinh đến máy thu phụ thuộc vào cường độ của tín hiệu phản xạ và sự trễ giữa tín hiệu phản xạ với tín hiệu trực tiếp, có thể làm cho máy thu nhầm lẫn, giữa tín hiệu phản xạ và tín hiệu trực tiếp, gây ra sai số lớn trong việc tính toán khoảng cách từ vệ tinh đến máy thu. Hiện tượng đa đường dẫn ảnh hưởng lên cả hai phép đo khoảng cách dựa trên mã và phép đo pha, nhưng với cường độ sai số khác nhau. Giá trị sai số này gây ra sai số cho phép đo khoảng cách dựa trên mã thường vào khoảng 1m trong môi trường có yếu tố phản xạ cao. Sai số tương ứng cho phép đo pha thường nhỏ hơn nhiều lần, khoảng 1 - 5cm. Trên thực tế, sai số loại này cho phép đo

pha thường không lớn hơn $1/4$ bước sóng nếu cường độ tín hiệu phản xạ yếu hơn cường độ tín hiệu trực tiếp.

Phương pháp hiệu quả nhất để loại bỏ sai số này là đặt lại ăng ten tại những vị trí cách xa các vật phản xạ. Tuy nhiên, yêu cầu này không phải lúc nào cũng có thể thực hiện được. Ngoài ra, thiết kế anten cũng rất quan trọng trong việc loại bỏ một số những tín hiệu phản xạ nhất định nào đó, ví dụ như các tín hiệu phản xạ từ mặt đất lên. Ảnh hưởng của hiện tượng đa đường truyền cũng có thể được giảm bớt trong các bước xử lý tín hiệu ở các máy thu.



Hình 2.10. Sai số do đa đường truyền tín hiệu.

Các tín hiệu phản xạ thường yếu hơn tín hiệu truyền thẳng vì một phần năng lượng bị các vật khác hấp thụ và vì thường đi một quãng đường xa hơn sóng chính. Để khắc phục loại sai số này, khi sử dụng GPS cần phải tránh các khu vực có nhiều công trình có khả năng phản xạ sóng điện từ cao.

2.3.3. Sai số liên quan đến máy thu

Bản thân máy thu GPS cũng có thể là nguyên nhân gây ra các loại sai số, các loại sai số này bao gồm sai số do đồng hồ máy thu, sai số do tọa độ của các trạm điều khiển, sai số do định tâm - cân bằng máy thu.

Nguyên tắc của hoạt động của hệ thống định vị toàn cầu là sử dụng sự chênh lệch thời gian để tính toán ra khoảng cách. Tuy nhiên, đồng hồ trong máy thu cũng tồn tại các sai số do các yếu tố như điều kiện khí hậu, bảo quản, nguyên liệu chế tạo... nên không thể đồng bộ hóa với đồng hồ của vệ tinh nên việc tính toán sự chênh lệch sẽ không chính xác, từ đó dẫn đến sai số trong quá trình đo đạc.

Mặt khác, tọa độ của máy thu được xác định dựa trên tọa độ của vệ tinh, trong khi đó tọa độ vệ tinh lại được xác định dựa vào tọa độ của các trạm điều khiển. Tuy nhiên, tọa độ trạm điều khiển cũng không hoàn toàn chính xác, do chịu sai số bởi hình dạng trái đất và các loại sai số do dụng cụ đo đạc, chính vì vậy nó sẽ ảnh hưởng đến kết quả định vị bằng GPS.

Ngoài ra, nguyên tắc định vị của máy GPS, đặc biệt là trong công tác định vị tương đối đòi hỏi máy thu cần phải được định tâm, cân bằng chính xác, tuy nhiên do địa hình và kỹ năng của người sử dụng nên sẽ dẫn đến sai số khi định vị.

2.4. Ứng dụng của hệ thống định vị toàn cầu

Ý tưởng xây dựng hệ thống vệ tinh định vị toàn cầu được hình thành vào thập kỷ 70 của thế kỷ XX, chủ yếu nhằm phục vụ cho các mục đích quân sự của hai cường quốc về công nghệ vũ trụ là Mỹ và Nga. Tuy nhiên, các hệ thống này đã trở nên phổ biến và nhanh chóng chiếm được thị trường cho các ứng dụng dân sự và đem lại nguồn lợi nhuận khổng lồ.

Vào năm 1999, thị trường lớn nhất của công nghệ định vị nhờ vệ tinh là thị trường định vị xe hơi (car navigation) chiếm 73%. Các loại hình dịch vụ khác chiếm tỷ lệ tương đối nhỏ (khoảng 5% mỗi loại), bao gồm ngành hàng không, quản lý giao thông tàu bè, đo đạc trắc địa và giải trí. Sáu năm sau, năm 2005, ứng dụng chủ đạo của công nghiệp định vị nhờ vệ tinh là trong điện thoại di động (73%). Thị trường định vị cho xe hơi đứng thứ hai với tỷ lệ 22%. Các ứng dụng khác vẫn chiếm một tỷ lệ nhỏ. Sự phát triển nhanh chóng của nhu cầu định vị cho điện thoại di động bắt nguồn từ yêu cầu của US FCC (US Federal Communications Commission) đối với các nhà cung cấp dịch vụ điện thoại di động phải xác định được vị trí của người gọi dịch vụ cấp cứu E-199 tại Mỹ và E-112 tại châu Âu qua điện thoại di động vào cuối thế kỷ XX. Yêu cầu cho độ chính xác tối thiểu là trong vòng bán kính 50m nếu sử dụng công nghệ định vị gắn vào với thiết bị di động. Định vị cho các thiết bị di động dùng hệ thống vệ tinh GPS trở thành một đáp án chiếm ưu thế, vì khả năng bao phủ toàn cầu của tín hiệu vệ tinh và giá thành thấp. Kéo theo việc thỏa mãn yêu cầu này, một loạt các dịch vụ dựa trên thông tin về vị trí của khách hàng của các dịch vụ di động đã được ra đời.

Theo dự đoán cho thị trường ứng dụng hệ thống định vị toàn cầu vào năm 2015, các dịch vụ thông tin liên lạc dựa trên vị trí của khách hàng sẽ chiếm 33% trong khi định vị xe hơi sẽ vẫn đóng vai trò chủ đạo với 41% thị trường. Vai trò của định vị trong các ngành dịch vụ góp phần cải thiện chất lượng cuộc sống của con người như giải trí, giao thông công cộng, an ninh xã hội sẽ tăng cao. Mặc dù chiếm

một tỷ lệ nhỏ, nhưng ứng dụng của định vị trong hệ thống thông tin địa lý (Geographic information system) bao gồm đo đạc bản đồ, trắc địa, quản lý đô thị... vẫn rất quan trọng.

Ứng dụng của hệ thống vệ tinh định vị toàn cầu trong một vài lĩnh vực chủ đạo sẽ được mô tả chi tiết thêm ở các mục sau.

2.4.1. Trong quân sự

Hệ thống định vị toàn cầu GPS được xây dựng với mục đích đầu tiên là hỗ trợ các hoạt động quân sự của Mỹ và Nga. Khả năng định vị được vị trí của mình cũng như của phía đối phương là rất quan trọng trong quân sự. Ứng dụng của GPS đã được phát triển mạnh mẽ, với độ chính xác cao trong định vị máy bay chiến đấu, máy bay dân dụng, nhảy dù, tàu chiến cũng như định vị điều khiển tên lửa và ngắm bắn mục tiêu. Ngoài ra, các thiết bị thăm dò, theo dõi và thiết bị tấn công có khả năng di chuyển không người lái cũng đều dựa trên khả năng định vị được đối phương.

Trong chiến tranh Vùng Vịnh (1991), chiến tranh Irắc (2003), quân đội Mỹ đã liên tục sử dụng 16 vệ tinh trong 24 vệ tinh của hệ thống GPS để định vị và dẫn đường cho binh lính và vũ khí mang lại hiệu quả rõ rệt trên chiến trường. Phần lớn tên lửa và bom được sử dụng trong hai cuộc chiến kể trên đều được lắp đặt thêm bộ phận định vị và dẫn đường bằng hệ thống GPS, trong đó phải kể đến tên lửa hành trình Tomahawk và bom JDAM.



Hình 2.11. Tên lửa hành trình Tomahawk.

Tên lửa hành trình Tomahawk bay rất thấp dưới tầm quét của radar, có thể bắn trúng mục tiêu có cỡ 1 gara chứa 1 xe ô tô từ tầm xa 1000 dặm.

Bom JDAM (Joint Direct Attack Munition) hoạt động trong mọi thời tiết và được định vị nhờ hệ thống GPS bằng cách ghép thêm vào phần đuôi quả bom một bộ công dụng đuôi gồm: Một bộ thăng bằng đuôi điều chỉnh được, một máy tính điều khiển, một hệ điều khiển quán tính và một máy thu tín hiệu GPS.

Trước khi thả bom, máy bay dùng máy thu tín hiệu GPS đặt trên máy bay để định vị máy bay và mục tiêu dưới mặt đất. Khi sắp thả bom, máy tính của máy bay cung cấp cho máy tính của bom tọa độ của máy bay và tọa độ của mục tiêu. Trong quá trình bom rơi, máy tính của bom xử lý tín hiệu thu được từ hệ thống GPS để cập nhật tọa độ và hệ điều khiển đặt ở phần đuôi của bom sẽ đưa bom đến mục tiêu với độ chính xác dưới 13m.

2.4.2. Trắc địa, bản đồ, đo đạc địa chấn

Một trong các ứng dụng dân sự đầu tiên của hệ thống vệ tinh định vị toàn cầu là ứng dụng trong ngành đo đạc trắc địa và bản đồ, với các máy định vị chất lượng cao. Ứng dụng trong lĩnh vực này thường bao gồm việc xây dựng tọa độ cho các điểm mốc trong trắc địa với độ chính xác tới milimet. Ngoài ra, kỹ thuật định vị còn được dùng rất phổ biến trong xây dựng hệ thống thông tin địa lý (GIS), ví dụ như tạo dựng dữ liệu về hệ thống đường giao thông và vị trí của các nơi công cộng quan trọng như bệnh viện, dịch vụ vui chơi, giải trí...

Định vị nhờ vệ tinh cũng đóng vai trò quan trọng trong giám sát chấn động, độ dịch chuyển của mặt đất và của các cấu trúc hạ tầng như đập thủy điện, cầu, nhà hay tháp cao. Khả năng này được đánh giá rất cao trong dự đoán động đất hay giám sát chất lượng các công trình xây dựng.

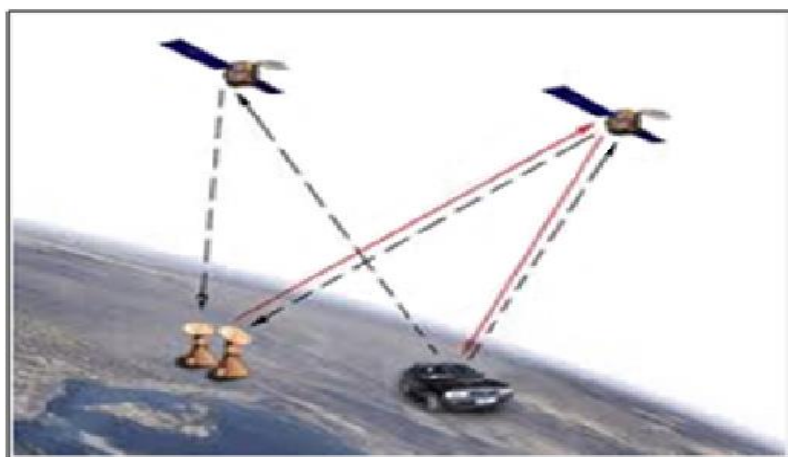
2.4.3. Giao thông vận tải

Ngay sau khi ra đời, hệ thống định vị toàn cầu đã chiếm vai trò quan trọng trong ngành giao thông vận tải, đặc biệt là trong hàng không và hàng hải. Trong ngành hàng không, việc điều khiển máy bay hạ cánh, cất cánh cũng như dẫn đường trong không gian ba chiều yêu cầu khả năng định vị chính xác tới vài mét. Trong ngành hàng không dân dụng có liên quan tới tính mạng của hàng trăm hành khách, khả năng định vị yêu cầu không những phải thỏa mãn được độ chính xác đã đặt ra mà còn phải thỏa mãn độ tin cậy và khả năng cảnh báo khi hệ thống định vị cho kết quả không chính xác. Hệ thống định vị thường được sử dụng song song với các bộ cảm biến định hướng để cung cấp độ chính xác và tin cậy cao hơn.

Nhu cầu định vị cho ngành hàng hải cũng đã có từ rất xa xưa và phụ thuộc chủ yếu vào quan sát thiên văn và sử dụng la bàn. Ngày nay, hầu hết các tàu thuyền thương mại đều có gắn máy thu và anten thu tín hiệu định vị, cho độ chính xác tới vài mét. Đối với các tàu thuyền cập cảng, hoặc đi qua các kênh rạch nhỏ, khả năng định vị với độ chính xác dưới một mét là cần thiết. Trong các trường hợp này, việc sử dụng kỹ thuật DGPS là cần thiết.

Trong một vài năm gần đây, việc ứng dụng hệ thống vệ tinh định vị toàn cầu trong ngành đường sắt đã trở nên phổ biến trên thế giới. Một trong các nhu cầu cần thiết nhất trong ngành đường sắt là quản lý và điều khiển tàu.

Đối với hệ thống tàu điện, cũng như hệ thống xe buýt trong thành phố, hệ thống vệ tinh định vị toàn cầu có thể trợ giúp đắc lực trong việc quản lý và giúp nâng cao một cách đáng kể chất lượng phục vụ và tính hiệu quả của hệ thống. Hệ thống các máy thu GPS lắp đặt trên các xe và tàu được kết nối với một hệ thống máy tính dùng để liên lạc vô tuyến hai chiều. Dữ liệu được thu thập và phân tích tại trạm điều khiển trung tâm nhằm đưa ra vị trí chính xác hiện hành của các tàu, xe. Thông tin này không những giúp trạm điều khiển trung tâm có thể quản lý hệ thống một cách hiệu quả mà còn có thể giúp tăng chất lượng phục vụ, ví dụ như cập nhật bảng thông báo điện tử tại các ga tàu nếu có bất kỳ sự chậm trễ nào. Hơn nữa, trạm điều khiển cũng có thể thông báo vị trí của tàu hoặc xe buýt cho khách hàng đang chờ, để họ có thể lên kế hoạch về thời gian một cách chính xác thông qua dịch vụ trả lời điện thoại tự động. Khách hàng sẽ phải trả một khoản cước phí nhất định khi dùng dịch vụ này. Tương tự, hệ thống taxi cũng cần phải được quản lý nghiêm ngặt, và để đảm bảo tính hiệu quả cũng như chất lượng phục vụ khách hàng. Một công ty taxi lớn ở các thành phố lớn có thể có tới vài trăm hoặc thậm chí vài nghìn xe taxi. Nhu cầu xác định vị trí của chúng khi đang hoạt động cũng như trong gara trở nên cấp thiết. Hệ thống vệ tinh định vị toàn cầu cung cấp một giải pháp hợp lý, thông qua thông tin về vị trí của các taxi, trạm điều khiển trung tâm có thể điều phối chúng hiệu quả khi có yêu cầu dịch vụ của khách hàng. Hơn thế nữa, thông tin về vị trí hiện tại của xe cùng với dữ liệu bản đồ số của thành phố được cài đặt trên xe hoặc tại trạm điều khiển có thể trợ giúp đắc lực trong việc dẫn đường và chỉ ra đường đi ngắn nhất cho lái xe. Ngoài ra, trên phương diện đảm bảo an toàn cho lái xe, các hệ thống định vị với thông tin chính xác về vị trí cũng có thể giúp trạm điều khiển trợ giúp khi lái xe gặp phải rủi ro. Mỗi khi xe được đưa về gara cất giữ, thông tin định vị có thể trợ giúp đắc lực trong việc đếm đầu xe cũng như giúp cho lái xe xác định được xe của mình ở đâu và tìm được xe nhanh chóng.



Hình 2.12. Ứng dụng hệ thống vệ tinh định vị toàn cầu trong giao thông.

Ứng dụng hệ thống vệ tinh định vị toàn cầu cho xe hơi đã được nhắc đến từ lâu và đã gặt hái được những thành quả nhất định. Ngày nay, thiết bị định vị nhờ vệ tinh được lắp đặt trong hầu hết các xe hơi hạng sang của các hãng xe hơi nổi tiếng. Trong tương lai không xa, khi công nghệ thông tin trở nên cấp thiết trong cuộc sống công nghiệp, mà khi đó con người có khả năng trả một khoản kinh phí nhất định không lớn lắm cho các thông tin nhằm cung cấp sự thoải mái và tiện nghi cho việc đi lại hàng ngày, công nghệ định vị cho xe hơi sẽ trở nên thân thuộc với mọi hãng xe hơi khác nhau. Dựa trên thông tin về vị trí của mình, người điều khiển xe có thể liên lạc trực tiếp với trạm điều khiển và yêu cầu một số thông tin có ích, ví dụ như tình trạng tắc nghẽn giao thông ở đoạn đường phía trước, cũng như là tình trạng đường xá và ảnh hưởng của thời tiết trong thời gian thực. Dựa trên các thư viện thông tin về hệ thống giao thông và các quy định đi kèm theo với mỗi đường (ví dụ tốc độ giới hạn) và thông tin về vị trí hiện tại, các phần mềm có thể được xây dựng để dẫn đường cho lái xe, tìm cách đi ngắn nhất từ điểm A đến điểm B và cung cấp chỉ dẫn bằng chữ hiển thị lên màn hình hoặc bằng giọng nói. Dịch vụ này cũng có thể cung cấp các cảnh báo trong trường hợp xe vượt quá tốc độ giới hạn, hoặc thậm chí trong các trường hợp xe có xu hướng đi lệch làn xe và đề lên vạch phân cách giữa hai chiều trong một thời gian dài. Trong những thập kỷ sắp tới, những chiếc xe hơi tự lái có thể sẽ trở thành hiện thực và khi đó công nghệ định vị sẽ trở thành một phần không thể thiếu được, mặc dù đòi hỏi phải định vị với chất lượng cao. Hơn nữa, thông tin về vị trí chính xác của một chiếc xe hơi sẽ rất cần thiết trong hỗ trợ tình trạng khẩn cấp như tai nạn hoặc hỏng xe, hoặc xe bị đánh cắp.

Đối với các hãng cho thuê xe hơi, khả năng có thể định vị được các xe đang cho thuê là rất quan trọng. Các trung tâm dịch vụ này có thể biết được xe đang ở đâu và có thể truy lùng có hiệu quả trong trường hợp xe bị đánh cắp, hoặc hoạt động trong phạm vi không đúng với bản hợp đồng cho thuê xe. Tuy nhiên, kèm theo đó, vấn đề này cũng sẽ gây tranh cãi vì vấn đề riêng tư của khách hàng có thể bị xâm phạm.

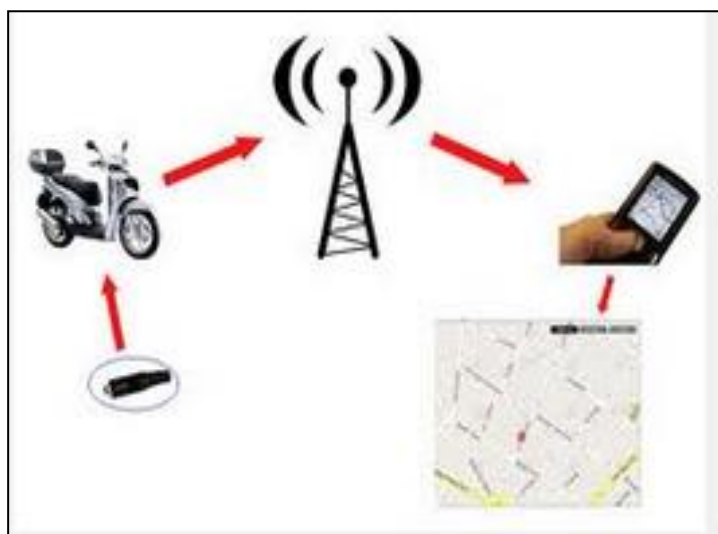
Hiện tại, có thể nhiều loại thiết bị thu tín hiệu GPS kết hợp với bản đồ số để dẫn đường cho xe hơi. Một số thiết bị không những chỉ hiện bản đồ mà còn phát âm bằng nhiều thứ tiếng. Sản phẩm MapQuest PND là một ví dụ.

Đối với xe cơ giới hai bánh như xe máy cũng có các thiết bị định vị và dẫn đường tương tự.

2.4.4. Dịch vụ cung cấp thông tin dựa trên vị trí khách hàng

Dịch vụ cung cấp thông tin dựa trên vị trí của khách hàng, nó cung cấp các thông tin cần thiết theo yêu cầu của khách hàng dựa trên một thư viện dữ liệu về cơ

sở hạ tầng của một thành phố và khả năng tự định vị của người sử dụng thông qua điện thoại di động hoặc các thiết bị khác. Các dịch vụ LBS này nhằm cung cấp thông tin chính xác và cụ thể cho khách hàng dựa trên vị trí của họ tại bất kỳ thời điểm nào. Loại hình dịch vụ này được xem là một giải pháp hiệu quả, nó cung cấp thông tin cho người dùng tại thời điểm và vị trí cần thiết. Nó hứa hẹn đem lại sự thuận tiện, thoải mái và nhiều khi tiết kiệm được rất nhiều thời gian cho người sử dụng. Đồng thời, mọi lợi nhuận khổng lồ mà kiểu dịch vụ này đang hứa hẹn đã hấp dẫn không chỉ các nhà đầu tư trong công nghệ thông tin và các thiết bị điện tử, mà cả trong ngành vui chơi giải trí, trong tìm kiếm cứu hộ và nghiên cứu xã hội.



Hình 2.13. Ứng dụng hệ thống vệ tinh định vị trong thông tin vô tuyến và liên lạc.

Về phương diện kỹ thuật, ngành dịch vụ này yêu cầu sự hợp tác phát triển của nhiều kỹ thuật, bao gồm công nghệ vi tính, vi điện tử, công nghệ thông tin liên lạc vô tuyến và hệ thống thông tin địa lý. Các công nghệ khác nhau này sẽ được kết hợp tạo thành một mạng lưới hoạt động dùng liên lạc vô tuyến, để trao đổi dữ liệu và thông tin giữa người sử dụng dịch vụ và trung tâm cung cấp dịch vụ.

Dịch vụ này đóng vai trò rất quan trọng trong trường hợp khẩn cấp. Ví dụ, hãy tưởng tượng bạn đang lái xe ở trên đường cao tốc ở ngoại ô thành phố, xe của bạn không may bị hỏng và cần yêu cầu dịch vụ sửa chữa xe hơi. Nếu điện thoại di động hoặc xe hơi của bạn đăng ký dịch vụ LBS, tất cả những gì mà bạn phải làm là gọi dịch vụ LBS và báo xe bị hỏng, yêu cầu giúp đỡ. Không cần mô tả rằng bạn đang ở đâu, trung tâm cung cấp dịch vụ LBS sẽ lập tức xác định được chính xác vị trí của bạn và báo cho dịch vụ sửa xe hơi. Khả năng này làm giảm đáng kể thời gian tìm kiếm bạn.

Ngoài ra, loại hình dịch vụ thứ hai của LBS là nhằm cung cấp thông tin về vị trí và địa chỉ đường tới các địa điểm gần nhất dựa trên vị trí hiện tại của khách hàng. Các điểm này thường là các địa điểm quan trọng mà khách hàng thường tìm kiếm, ví dụ như: Bệnh viện, nhà hàng, rạp chiếu phim, nơi đỗ xe hoặc nơi rút tiền tự động... bằng cách dùng dịch vụ LBS, khách hàng có thể nhanh chóng được cung cấp vị trí gần nhất của chỗ cần tìm, và sau đó là chỉ dẫn cụ thể nếu yêu cầu. Loại hình dịch vụ này đã được phát triển tại một số thành phố lớn hấp dẫn du lịch ở Nhật Bản, Châu Âu, Mỹ, Úc.

2.4.5. Tìm kiếm và cứu hộ

Các dịch vụ tìm kiếm và cứu hộ thường xuyên phải đối mặt với các cuộc gọi kêu cứu, mà khi đó từng giây trôi qua có thể liên quan tới tính mạng của con người. Nhiều trường hợp đã xảy ra, trong đó người kêu cứu bị lạc đường trong vùng rừng bao la, hoặc trên các sườn núi phủ đầy tuyết. Khả năng tự định vị được của các điện thoại di động khi dùng dịch vụ cấp cứu có thể hỗ trợ tìm kiếm nạn nhân một cách nhanh chóng.

2.4.6. Thể thao và giải trí

Một số các hoạt động giải trí và luyện tập thể thao sẽ trở nên thú vị hơn nhiều nếu người chơi có thể xác định được vị trí của mình, và có thể theo dõi sự chuyển động. Một vài ví dụ điển hình có thể nêu ra là trong việc chơi kinh khí cầu. Nếu có thể lưu trữ được vị trí mà kinh khí cầu đã bay qua, người chơi có thể tái tạo lại đường bay và đó đơn thuần là một thông tin thú vị. Hơn nữa, ngay trong khi vận hành, các thông tin về cao độ và tốc độ của kinh khí cầu cũng có thể giúp cho người điều khiển có thể điều chỉnh một cách hợp lý.

Hệ thống vệ tinh định vị toàn cầu cũng được nhắc đến trong môn thể thao thuyền buồm. Tại hầu hết các cuộc đua thuyền buồm trên thế giới ngày nay, máy thu tín hiệu vệ tinh định vị đã được lắp đặt trên thuyền. Việc này cho phép những người điều khiển thuyền có thể theo dõi vị trí, đường đi và tốc độ của mình. Ngoài ra, các thông tin này còn được truyền về máy theo dõi ban giám khảo, và thậm chí các khán giả có thể theo dõi cũng như đánh giá và chấm điểm cho các thí sinh.

Tương tự như vậy, trong môn thể thao leo núi và đi bộ đường dài, khả năng tự xác định được vị trí và độ cao của mình, các vận động viên không những có thể giúp cung cấp thông tin có ích về hành trình đã trải qua mà còn giúp họ yên tâm hơn trong những lúc bị lạc hoặc gặp nạn.

Đặc biệt trong môn thể thao điền kinh, hệ thống vệ tinh định vị toàn cầu với các chức năng đơn giản nhất có thể được dùng trong quá trình tập luyện. Nhờ vào công nghệ này, thông tin về vận tốc và hành trình luyện tập tương ứng có thể được nghiên cứu sau mỗi lần tập luyện, và từ đó các phương pháp và chế độ tập luyện thích hợp hơn có thể được dùng.

2.4.7. Nông nghiệp

Hệ thống vệ tinh định vị toàn cầu mới chỉ được nhắc đến và được áp dụng tại các nước tiên tiến với các trang trại nông nghiệp rộng lớn. Khả năng ứng dụng của nó vẫn còn nhiều hạn chế ở các nước đang phát triển, do điều kiện công nghệ chưa cao và quy mô công nghiệp hóa nông nghiệp vẫn còn thấp. Trong ngành này, hệ thống vệ tinh định vị toàn cầu được áp dụng khi dùng các máy bay phun rải phân bón và thuốc trừ sâu, hoặc trong quá trình gieo rắc hạt trồng, yêu cầu tính hiệu quả cao trên một vùng diện tích rộng lớn. Hơn nữa, dữ liệu thông tin về vùng diện tích cho năng suất cao hay thấp cũng có thể được hình thành và phân tích bằng các phần mềm tương ứng với sự trợ giúp của công nghệ định vị, sau đó người sản xuất có thể dựa trên kết quả phân tích tìm ra phương pháp tăng năng suất thích hợp.

2.4.8. Tích hợp GPS

Trường đại học Stanford (Mỹ) vừa xây dựng mô hình mẫu của thiết bị hỗ trợ người cao tuổi mất khả năng di chuyển. Thiết bị thông minh này được gắn thiết bị cảm biến, hệ thống nhận dạng giọng nói và hệ thống định vị toàn cầu GPS.

Thiết bị này thực sự có ích cho những người cao tuổi, sức yếu khi không có người trợ giúp. Ví dụ như, khi người sử dụng chỉ cần nói “phòng ngủ”, hệ thống GPS sẽ kết hợp các cảm biến bên trong ngôi nhà, sẽ thông báo cho người sử dụng đang ở đâu và đưa ra đường đi tối ưu tới phòng ngủ. Tiếp đó, sẽ thông báo những chỉ dẫn nguy cơ bị vấp ngã như cầu thang, đồ đạc thấp... hoặc đồ đạc vương vãi trên sàn nhà.

2.4.9. Ứng dụng của hệ thống định vị toàn cầu ở Việt Nam

Tại Việt Nam, hệ thống định vị toàn cầu đã được nhắc đến nhiều trong vòng vài năm trở lại đây. Vai trò quan trọng của công nghệ này tại Việt Nam đã và đang được hình thành theo xu hướng phát triển toàn cầu. Các chương trình cũng được giảng dạy tại một số trường đại học như Đại học Mỏ địa chất Hà Nội, Đại học Bách khoa Hà Nội, Đại học Nông Lâm Huế...

Một số loạt các ứng dụng của công nghệ định vị đã được thực hiện tại Việt Nam trong vòng vài năm trở lại đây. Ứng dụng đầu tiên phải kể đến là trong ngành đo đạc

trắc địa bản đồ. Hệ thống định vị toàn cầu GPS có chất lượng cao đã được dùng để xây dựng mạng lưới các điểm chuẩn mốc trong trắc địa và xây dựng bản đồ. Công nghệ GPS với các máy thu chất lượng cao cũng đã được dùng để đánh giá các chấn động của mặt đất và của các cơ sở hạ tầng quan trọng như đập thủy điện Hòa Bình. Một số các trạm thu tín hiệu vệ tinh GPS mốc đã được lắp đặt ở một số nơi, nhằm cung cấp dịch vụ DGPS trên một vùng địa phương nhất định và tiến tới là trên phạm vi cả nước. Biên giới của Việt Nam với các nước láng giềng, đặc biệt là Trung Quốc cũng thường xuyên được giám sát bằng công nghệ định vị nhờ vệ tinh có độ chuẩn xác cao.

Ngày nay tại Việt Nam, nhiều cá nhân và đơn vị đã rất quen thuộc với loại máy thu GPS cầm tay có độ chính xác thấp, trong khoảng từ 10 đến 30m, tùy thuộc điều kiện sử dụng. Các máy định vị này hỗ trợ đắc lực cho các chuyến đi thực địa trong ngành Viễn thám. Chúng cũng được sử dụng rộng rãi để bước đầu xây dựng hệ thống thông tin địa lý (GIS) với độ chính xác thấp cho các thành phố lớn của Việt Nam như Hà Nội và thành phố Hồ Chí Minh.

Các loại hình dịch vụ LBS cũng được thường xuyên nhắc đến và có kế hoạch triển khai xây dựng tại các công ty viễn thông hàng đầu của quốc gia, như dịch vụ định vị cho điện thoại di động và dịch vụ định vị cho xe taxi. Ứng dụng đầu tiên của GPS trong việc kiểm soát tốc độ của tàu tốc hành cũng đã được xây dựng thành công tại Việt Nam.

Mặc dù hệ thống định vị toàn cầu được phát triển một cách rộng rãi trên thế giới trong nhiều lĩnh vực, nó lại đang gặp phải một số khó khăn trong thị trường Việt Nam. Tất cả chúng ta đều biết, thông tin về vị trí của một đối tượng đơn thuần riêng lẻ không đem lại nhiều giá trị. Thông tin ấy sẽ chỉ có giá trị khi được đặt trong mối quan hệ với nhiều đối tượng khác, giới chuyên môn vẫn gọi là hệ thống thông tin địa lý (GIS), bao gồm nhiều tầng thông tin khác nhau về giao thông, sông ngòi, nhà ở, khu đô thị giải trí... Ở Việt Nam, mặc dù đã có nhiều cố gắng, việc xây dựng cơ sở thông tin địa lý vẫn còn gặp nhiều khó khăn và chưa hình thành được một hệ thống hiệu quả. Công việc này chủ yếu được thực hiện thông qua số hóa các bản đồ mà độ chính xác còn bị hạn chế hoặc là do bản đồ đã cũ (nhiều trường hợp xây dựng từ thời chiến tranh chống Mỹ), hoặc có độ chính xác thấp. Các dịch vụ LBS trong đô thị sẽ cần sự hỗ trợ của hệ thống GIS hoàn chỉnh, đầy ắp dữ liệu chính xác và có hệ thống để có thể đảm bảo cung cấp thông tin đáng tin cậy cho người sử dụng. Ngoài ra, một số các yếu tố khác như nguồn vốn, nhân lực chuyên môn cũng còn đang thiếu thốn khi muốn phát triển dịch vụ này tại Việt Nam. Tuy nhiên, với tốc độ tăng trưởng kinh tế và phát triển của khoa học kỹ thuật như ngày nay, trong tương lai không xa, các hệ thống vệ tinh định vị toàn cầu sẽ tìm được một thị trường hấp dẫn tại Việt Nam.

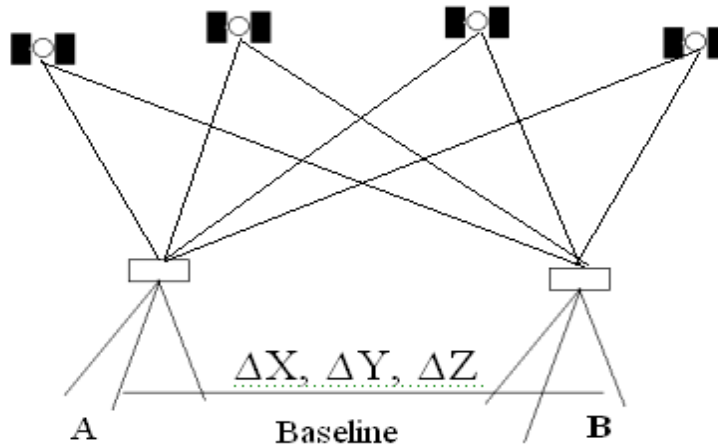
CHƯƠNG 3: ỨNG DỤNG CÔNG NGHỆ GPS TRONG BÌNH SAI LƯỚI KHÔNG CHẾ MẶT BẰNG

3.1. Khái niệm đo tĩnh, đo tĩnh nhanh, đo động và lưới GPS

3.1.1. Đo tĩnh (Static)

Đo tĩnh là kỹ thuật đo thực hiện theo nguyên lý định vị tương đối. Hai máy thu đặt cố định và đồng thời quan sát cùng số vệ tinh chung trong thời gian từ vài chục phút đến vài giờ thậm chí vài ngày (hình 3.1).

Kết quả đo tĩnh nhận được tọa độ tương đối giữa hai điểm đặt máy ΔX , ΔY , ΔZ (gọi là Baseline) và ma trận hiệp phương sai thể hiện sự tương quan giữa các thành phần tọa độ này.



Hình 3.1. Đo GPS tĩnh.

3.1.2. Đo tĩnh nhanh (Fast Static)

Là phương pháp đo có nguyên lý đo giống như đo tĩnh nhưng khi số lượng vệ tinh nhiều, khoảng cách đo ngắn nên có thể rút ngắn thời gian đo (còn vài phút đến vài chục phút). Đo tĩnh nhanh có độ chính xác kém hơn đo tĩnh.

Đo tĩnh và đo tĩnh nhanh có độ chính xác cao, sai số tương đối đo cạnh có thể đạt cỡ 10^{-6} đến 10^{-9} m. Vì vậy, đo tĩnh và đo tĩnh nhanh chủ yếu được ứng dụng để xây dựng lưới không chế.

3.1.3. Đo động (Kinematic)

a. Khái niệm

Là kỹ thuật đo được thực hiện theo nguyên lý định vị tương đối, sử dụng ít nhất 2 máy thu, một máy đặt cố định tại các điểm đã biết tọa độ gọi là Base (trạm tĩnh), một máy vừa di chuyển vừa đo gọi là trạm Rover (trạm động), kết quả là xác định ra tọa độ tương đối giữa điểm trạm Base và hàng loạt điểm trạm Rover.

Trong suốt quá trình đo máy ở trạm Base và trạm Rover phải liên tục thu tín hiệu của ít nhất 4 vệ tinh chung, nếu điều kiện này không được đảm bảo thì quá trình đo bị gián đoạn và phải khởi đo lại.

Khoảng cách từ trạm Base đến trạm Rover có thể cách nhau đến 10km. Độ chính xác của đo động thường kém hơn đo tĩnh 2 lần.



Hình 3.2. Trạm Base và trạm Rover.

b. Khởi đo trong đo GPS động

Trong bài toán định vị tương đối bằng pha sóng tải, ta phải xác định số nguyên đa trị N . Trong kỹ thuật đo tĩnh, thời gian đo tại các điểm là dài nên số trị đo đủ lớn để xác định số nguyên đa trị N . Trong đo động, máy tại trạm Rover vừa di chuyển vừa đo nên thời gian đo tại một điểm là rất ngắn, không đủ để xác định số nguyên đa trị. Để khắc phục điều này người ta đưa ra giải pháp khởi đo. Thực chất của khởi đo là đi xác định số nguyên đa trị tại điểm đầu tiên, sau đó dựa vào số nguyên đa trị này mà xác định số nguyên đa trị cho các điểm tiếp theo.

Có các phương pháp khởi đo sau:

- Khởi đo trên điểm đã biết: Nếu trên khu đo có một điểm đã biết tọa độ thì có thể dựa vào điểm này để khởi đo, thời gian khởi đo theo phương pháp này khoảng vài phút.

- Khởi đo trên điểm chưa biết: Thực chất là xác định số nguyên đa trị của điểm đầu tiên bằng phương pháp đo tĩnh nhanh, thời gian khởi đo trên điểm chưa biết khoảng 20 phút.

c. Các kỹ thuật đo GPS động

- Đo động dừng và đi (Stop and go): Là kỹ thuật đo mà máy tại trạm Rover dừng lại tại các điểm cần xác định để thu tín hiệu khoảng vài giây đến vài phút sau

đó lại di chuyển đến điểm khác. Kỹ thuật đo này được ứng dụng chủ yếu để đo vẽ thành lập bản đồ, đo vẽ mặt cắt, đo các điểm lưới khống chế có độ chính xác thấp...

- Đo động liên tục (Continuous): Là kỹ thuật đo mà máy tại trạm Rover vừa di chuyển vừa đo, không dừng lại tại điểm nào cụ thể, kết quả sẽ xác định được các điểm trên đường di chuyển sau những khoảng thời gian nhất định nào đó. Kỹ thuật này thường được ứng dụng để xác định tọa độ của các vật di chuyển như tàu, thuyền, ô tô hoặc đo xác định bề mặt địa hình...

- Đo động đánh dấu sự kiện: Là kỹ thuật đo mà máy tại trạm động xác định tọa độ điểm đồng thời với một sự kiện nào đó. Ví dụ: Máy động xác định tọa độ tâm chụp của máy chụp ảnh hàng không đồng thời với việc của chớp nhanh của máy chụp ảnh mở.

Các kỹ thuật đo trên lại được thực hiện theo hai nguyên tắc xử lý số liệu:

Đo động xử lý sau: Là kỹ thuật đo mà việc đo đạc được thực hiện ngoài thực địa, sau đó đưa số liệu trút vào máy tính, dùng các phần mềm chuyên dụng để tính toán ra các baseline và tọa độ các điểm.

Đo động xử lý tức thời hay còn gọi là đo động thời gian thực: Là kỹ thuật đo mà việc đo đạc và xử lý số liệu diễn ra tức thời. Theo kỹ thuật đo này, giữa trạm Base và trạm Rover được trang bị một thiết bị phát và thu tín hiệu radio (gọi là Radio Link). Trạm Rover thu tín hiệu này, kết hợp với tín hiệu vệ tinh mà nó thu được để tính ngay ra tọa độ của các điểm. Để có tọa độ trong hệ tọa độ địa phương thì phải cài các tham số chuyển đổi từ hệ tọa độ WGS-84 sang hệ tọa độ địa phương.

3.1.4. Lưới GPS

Lưới khống chế trắc địa được xây dựng bằng công nghệ GPS thì gọi là lưới GPS.

Trị đo trong lưới GPS là Baseline, mỗi trị đo này gồm 3 trị đo thành phần là ΔX , ΔY , ΔZ và chúng không độc lập mà tương quan với nhau thể hiện ở ma trận hiệp phương sai. Vì Baseline là cạnh không gian nên lưới GPS là lưới không gian, nghĩa là sau khi xây dựng lưới GPS ta có cả tọa độ mặt bằng và độ cao của các điểm lưới.

Trên thế giới, những lưới GPS đầu tiên được xây dựng năm 1983, ở Đức và ở Mỹ. Hiện nay, nhiều quốc gia trên thế giới đã ứng dụng công nghệ GPS để xây dựng các lưới khống chế của quốc gia mình.

Tại Việt Nam, công nghệ GPS đầu tiên được xây dựng năm 1990, sau một thời gian thử nghiệm đã được ứng dụng rộng rãi và đã xây dựng được những lưới GPS như sau:

- Năm 1991 đến 1993, xây dựng lưới GPS cạnh ngắn khu vực sông Bé - Minh Hải - Tây Nguyên gồm 117 điểm.

- Năm 1992 xây dựng lưới GPS cạnh dài gồm 36 điểm trên biển và trên đất liền.

- Năm 1995, xây dựng lưới GPS cấp “0” gồm 71 điểm phủ trùm toàn lãnh thổ Việt Nam.

- Đến tháng 12/2004, đã xây dựng xong lưới địa chính cơ sở hạng 3 gồm hơn 12000 điểm phủ trùm toàn lãnh thổ (trung bình mỗi xã có 3 điểm Quốc gia).

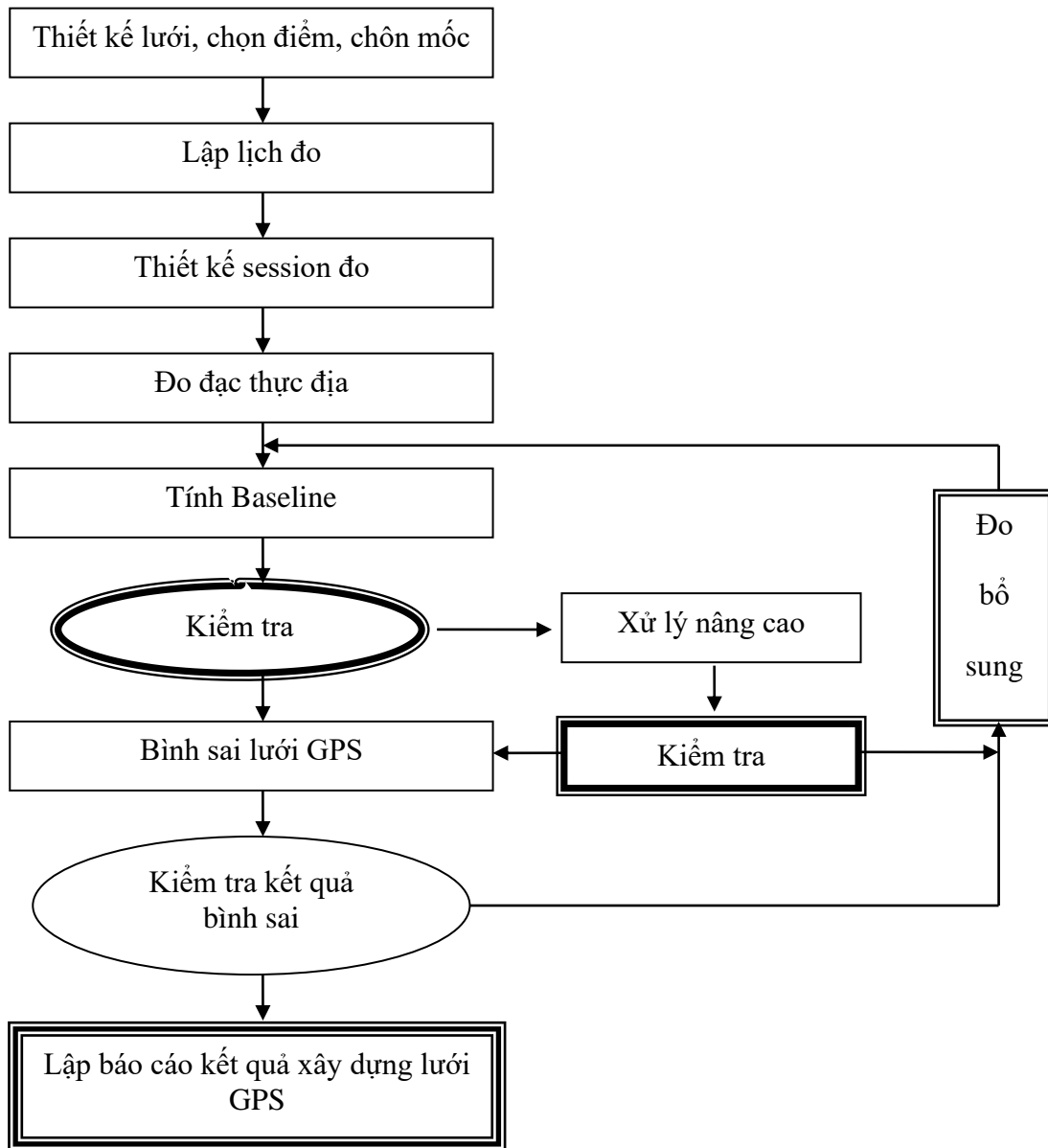
- Gần đây, công nghệ GPS còn được ứng dụng để xây dựng các lưới khoan trắc địa động như lưới địa động Lai Châu - Điện Biên, lưới địa động Sơn La...

- Ngày nay, công nghệ GPS được ứng dụng để xây dựng hầu hết các lưới khống chế trắc địa như: Lưới địa chính 1, địa chính 2, các lưới đường chuyên, các lưới phục vụ cho trắc địa công trình trong mọi giai đoạn...

Lưới GPS có ưu điểm là độ chính xác cao, giữa các điểm không cần thông hướng, chiều dài cạnh lưới có thể thay đổi từ vài chục mét đến hàng trăm km mà ít ảnh hưởng đến độ chính xác của điểm lưới. Nhưng lưới GPS cũng có nhược điểm là các điểm lưới phải thông hướng lên bầu trời nên gặp khó khăn khi áp dụng ở những nơi bị che khuất nhiều như ở rừng nguyên sinh, đô thị, các công trình bị che khuất.

3.2. Quy trình thành lập lưới GPS

Tùy từng cấp hạng, độ chính xác và đặc điểm ứng dụng các lưới GPS có thể có những quy định riêng, nhưng đều có quy trình thành lập chung như sau:



Hình 3.3. Quy trình xây dựng lưới GPS.

3.2.1. Thiết kế lưới, chọn điểm, chôn mốc

a. Thiết kế lưới

Việc thiết kế lưới được thực hiện trên bản đồ tỷ lệ phù hợp đã có ở khu vực đo. Đồ hình lưới GPS có thể là lưới tam giác, lưới đa giác, lưới tam giác và lưới đa giác kết hợp, lưới đường chuyền gồi lên các điểm mốc...(tùy từng cấp hạng và độ chính xác yêu cầu của lưới mà lựa chọn đồ hình lưới cho phù hợp). Nên bố trí thành các phòng khép kín để nâng cao độ chính xác và kiểm tra kết quả đo.

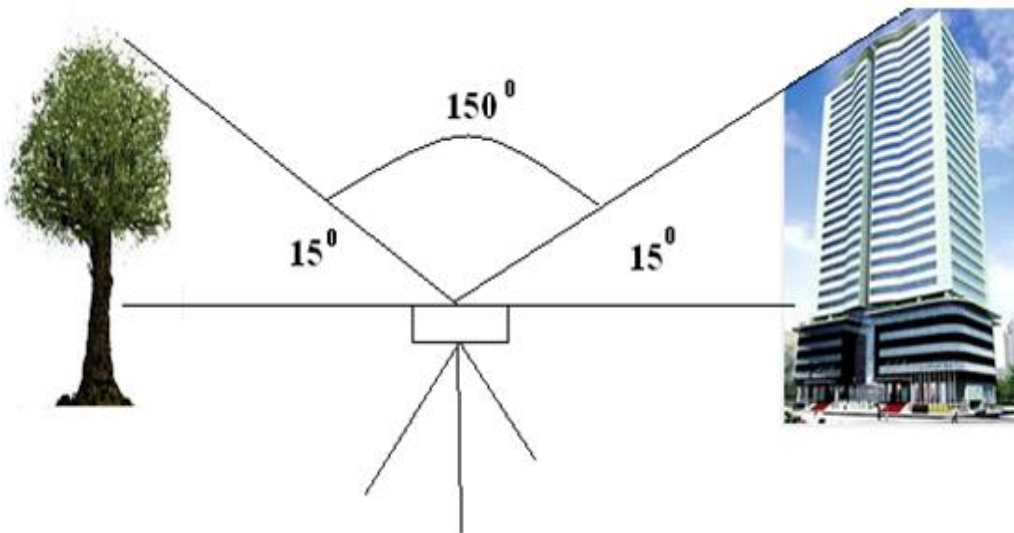
Trong lưới GPS cần ít nhất 1 điểm gốc tọa độ là đủ để tính tọa độ của các điểm còn lại, nhưng nên có ít nhất 3 điểm gốc phân bố đều trong lưới để đảm bảo

điều kiện kiểm tra và chặt chẽ khi tính chuyển tọa độ về hệ tọa độ địa phương(VN 2000 hay HN-72). Đối với lưới lớn thì số lượng điểm gốc cần nhiều hơn. Để có thể tính ra độ cao trong hệ độ cao Nhà nước thì lưới GPS cũng cần có điểm gốc độ cao. Số lượng và độ chính xác của điểm gốc độ cao sẽ ảnh hưởng đến độ chính xác kết quả tính độ cao của các điểm trong lưới. Điểm gốc độ cao có thể trùng hoặc không trùng với điểm gốc tọa độ.

b. Chọn điểm

Việc chọn điểm trong lưới cũng có những yêu cầu chung như đối với các lưới truyền thống: Phải bố trí ở nơi có nền đất vững chắc, ổn định và có khả năng bảo quản lâu dài... Ngoài ra có những yêu cầu riêng sau đây để đảm bảo thu tín hiệu vệ tinh tốt:

- Phải thông thoáng trên bầu trời, góc mở tốt nhất là 150° (hình 3.4).
- Không bố trí dưới đường điện cao thế.
- Không gần các vật có khả năng phản xạ tín hiệu điện từ.
- Phải cách xa ít nhất 500m các trạm phát sóng (đài phát thanh, truyền hình...).
- Nếu bắt buộc phải chọn ở nơi bị che khuất thì phải mô tả sự che khuất đó trong hệ tọa độ địa diện chân trời, để lập lịch đo và tìm ra điều kiện quan sát tốt.



Hình 3.4. Chọn điểm GPS.

c. Chôn mốc

Tùy từng cấp hạng của lưới GPS mà có những quy định về kích thước và cách thức chôn mốc.

3.2.2. Lập lịch đo

Như ta đã biết hệ thống định vị toàn cầu GPS có đoạn không gian cấu tạo sao cho tại bất kỳ địa điểm nào trên trái đất, vào bất kỳ thời điểm nào cũng có thể quan sát được ít nhất 4 vệ tinh, đây là điều kiện tối thiểu để định vị. Trong trắc địa cần có trị đo thừa. Tùy vào từng cấp hạng của lưới mà người ta quy định số vệ tinh tối thiểu quan sát được (thường là nhiều hơn 4). Ví dụ: lưới Địa chính cơ sở hạng 3 có số vệ tinh tối thiểu là 6 vệ tinh. Mặt khác, độ hình vệ tinh cũng ảnh hưởng đến độ chính xác định vị, đặc trưng bởi đại lượng PDOP. PDOP càng lớn thì độ chính xác định vị càng kém và ngược lại. Mỗi cấp lưới người ta cũng quy định PDOP tối đa. Ví dụ: Lưới địa chính cơ sở hạng 3 có PDOP tối đa là 3. Không phải lúc nào trong ngày cũng có được những điều kiện như trên. Lập lịch đo là chọn xem trong ngày những khoảng thời gian nào đó có được những điều kiện của lưới yêu cầu. Ta chỉ tiến hành đo đạc vào những khoảng thời gian đó.

Để lập lịch đo cần có những yêu cầu sau:

- Có tọa độ gần đúng của khu đo (đối với khu đo nhỏ thì là tọa độ trung bình của khu đo, tọa độ này có thể lấy trên bản đồ).
- Có tệp lịch vệ tinh dự báo (không cũ quá 1 tháng).
- Có phần mềm chuyên dụng để tính toán lập lịch.
- Đối với những điểm bị che chắn thì phải có thông tin mô tả sự che chắn đó.

Kết quả lập lịch sẽ cho ta những khoảng thời gian trong ngày có thể đo được.

Có các trường hợp lập lịch sau:

- Lập lịch đo trong điều kiện thông thường, khu đo nhỏ, các điểm không bị che chắn. Trường hợp này ta chỉ việc nhập vào tọa độ trung bình của khu đo và nhận được kết quả lập lịch đo cho cả khu đo.

- Lập lịch đo trong điều kiện các điểm đo xa nhau. Lúc này tọa độ trung bình của khu đo không đặc trưng cho khu đo được nữa, ta phải lập lịch cho từng session một.

- Lập lịch trong điều kiện các điểm đo bị che chắn. Lúc này ta cũng phải lập lịch cho từng session và phải mô tả sự che chắn.

3.2.3. Thiết kế session đo

Session đo hay còn gọi là ca đo là khái niệm chỉ việc các máy thu đồng thời thu tín hiệu vệ tinh trong một khoảng thời gian nào đó.

Việc thiết kế session đo phải được thực hiện trước khi đo đạc và phải xác định được máy thu nào đặt tại điểm nào, thời gian bật máy, tắt máy. Thiết kế session đo phụ thuộc vào các yếu tố sau:

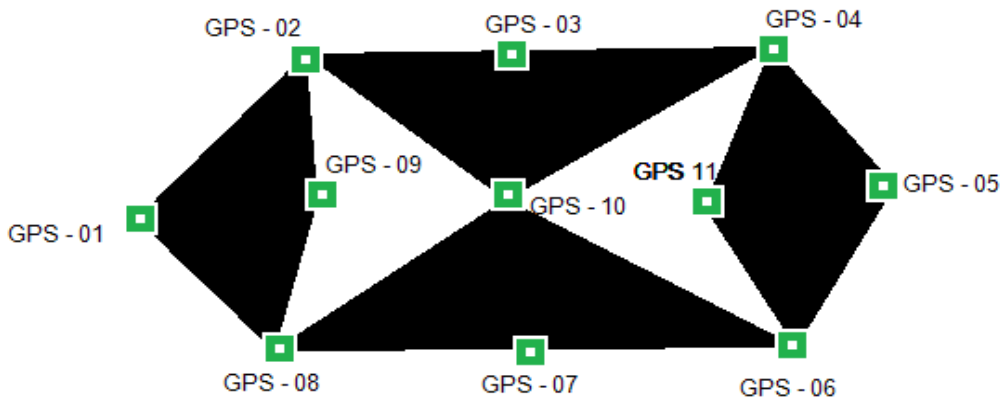
- Quy định của quy phạm.
- Đồ hình của lưới.
- Số lượng máy thu sử dụng.
- Khả năng di chuyển giữa các điểm trong lưới.
- Kết quả lập lịch đo.

Thời gian trong một session đo phụ thuộc vào các yếu tố:

- Yêu cầu về độ chính xác khi tính baseline.
- Số lượng vệ tinh quan sát được.
- Chiều dài của baseline.

Mỗi session đo có thể có nhiều máy tham gia, cứ có N máy thu thì sẽ có $N(N-1)/2$ baseline được xác định, nhưng chỉ có (N-1) baseline là độc lập. Trong thực tế vẫn sử dụng tất cả các baseline thu được.

Ví dụ về thiết kế session đo: Cho lưới GPS như hình vẽ, các baseline kết nối với nhau theo đồ hình tam giác hoặc đa giác, sử dụng 4 máy thu.



Hình 3.5. Sơ đồ thiết kế session đo.

Sau khi thiết kế trên sơ đồ lưới, ta lập được bảng thiết kế session như sau:

| Session | Máy 1 | Máy 2 | Máy 3 | Máy 4 | Thời gian | |
|---------|----------|----------|----------|----------|-----------|---------|
| | | | | | Bật máy | Tắt máy |
| 1 | GPS - 01 | GPS - 02 | GPS - 08 | GPS - 09 | t1 | t'1 |
| 2 | GPS - 03 | GPS - 02 | GPS - 04 | GPS - 10 | t2 | t'2 |
| 3 | GPS - 06 | GPS - 05 | GPS - 04 | GPS - 11 | t3 | t'3 |
| 4 | GPS - 06 | GPS - 08 | GPS - 07 | GPS - 10 | t4 | t'4 |

Bảng 3.1. Kết quả thiết kế session đo.

3.2.4. Đo đạc thực địa

Đo đạc trong lưới GPS là việc sử dụng máy thu GPS thu tín hiệu vệ tinh tại các điểm lưới theo các session đã thiết kế. Máy GPS là thiết bị điện tử hiện đại, tự động thu và ghi số liệu. Công việc của người đo tương đối đơn giản, cụ thể làm những việc sau:

- Định tâm, cân bằng máy thu.
- Đo cao anten.
- Bật và tắt máy thu theo thời gian đã thiết kế.



Hình 3.6. Máy GPS tại điểm đo tĩnh.

Khi đo đạc cần chú ý các máy thu phải phối hợp với nhau để bật máy và tắt máy đồng thời vì chỉ có những khoảng thời gian chung mới có ý nghĩa tính baseline và phải bảo quản máy thu trong suốt quá trình đo.

3.2.5. Tính baseline

Sau khi đo đạc, mỗi máy thu trong một session đo thu được 1 file số liệu. Tùy từng loại máy thu mà file số liệu có tên và đuôi khác nhau. Tính baseline là chuyển (trút) số liệu từ máy thu GPS vào máy tính rồi dùng các phần mềm chuyên dụng lập các hiệu trị đo pha tính toán để giải ra tọa độ tương đối giữa các điểm đặt máy, ma trận hiệp phương sai và các yếu tố đánh giá độ chính xác của baseline.

Một số phần mềm xử lý số liệu hiện có như: GPSurvey, Trimble Geomatic Office, Trimble Total Control, Pinnacle... Ngoài ra còn có các phần mềm chuyên dụng phục vụ cho lĩnh vực địa động học như: Gamit, Bernese...

3.2.6. Kiểm tra kết quả đo

Sau tính baseline cần phải kiểm tra chất lượng trị đo. Việc kiểm tra có thể thực hiện trên 2 nội dung:

- Kiểm tra chất lượng của Baseline dựa vào các chỉ tiêu sau:

+ Phương sai chuẩn (Variance): Là sai số trung phương trọng số đơn vị của lời giải. Trường hợp lý tưởng phương sai chuẩn bằng 1, phương sai chuẩn càng lớn thì chất lượng lời giải càng kém.

+ Tỷ số phương sai (Ratio): Là tỷ số giữa phương sai của lời giải tốt thứ nhì trên phương sai lời giải tốt thứ nhất. Tỷ số phương sai càng lớn thì lời giải càng tốt và ngược lại.

+ Dạng lời giải: Khi tỷ số phương sai đạt đến giới hạn thì sẽ có lời giải fixed (cố định), nếu tỷ số phương sai nhỏ hơn giới hạn đó thì chỉ đạt được dạng lời giải float (trôi nổi). Giới hạn này thường là 1,5. Trong lưới nên hạn chế lời giải float, tốt nhất là không có lời giải float.

Sau khi kiểm tra chất lượng của các baseline ta có thể kiểm tra số vòng của các vòng khép kín. Theo lý thuyết thì trong một vòng khép kín. $\sum \Delta X = \sum \Delta Y = \sum \Delta Z = 0$, nhưng vì có sai số nên các tổng này khác không đó chính là sai số khép.

$$\begin{cases} f_x = \sum \Delta x \\ f_y = \sum \Delta y \\ f_z = \sum \Delta z \end{cases}$$

Ta cũng tính được sai số khép tổng hợp:

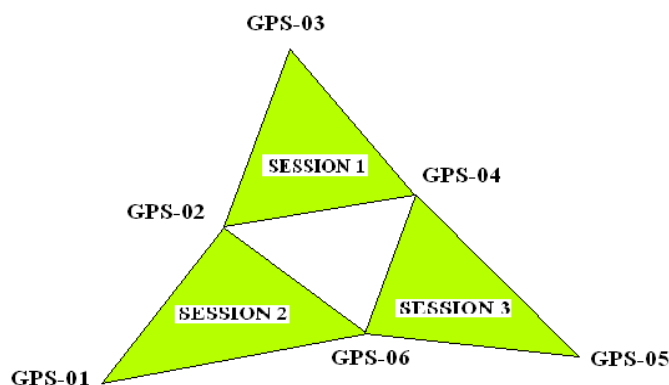
$$f_s = \sqrt{f_x^2 + f_y^2 + f_z^2}$$

Sai số khép tổng hợp tương đối:

$$\frac{f_s}{[S]} = \frac{1}{T}$$

Trong đó: [S] là tổng chiều dài trong vòng khép.

T là tỷ lệ bản đồ



Hình 3.7. Sai số cùng session và khác session.

Sai số khép tổng hợp tương đối đặc trưng cho độ chính xác của lưới trước khi bình sai. Mỗi cấp lưới sẽ có quy định về sai số này.

Trong sai số khép lại chia ra sai số khép cùng session và sai số khép khác session. Sai số khép cùng session là sai số khép của vòng khép tạo bởi các baseline được đo trong cùng một session, sai số này thường là nhỏ và không chứa sai số định tâm và đo cao anten. Sai số khác session là sai số của vòng khép được tạo bởi các baseline được đo trong các session khác nhau, sai số này thường lớn hơn và có thể chứa sai số định tâm và đo cao anten. Trong hình 3.7: Vòng khép kín GPS-01_GPS-02_GPS-06, GPS-02_GPS-03_GPS-04, GPS-04_GPS-05_GPS-06 là các vòng khép cùng session, vòng khép GPS-02_GPS-04_GPS_06 là vòng khép khác session.

3.2.7. Bình sai lưới GPS

Khi đã kiểm tra thấy các baseline và các sai số khép vòng đạt yêu cầu thì tiến hành bình sai lưới GPS bằng các phần mềm chuyên dụng (phần mềm GPSurvey, Trimble Total Control, Trimble Geomatics Office...). Lưới GPS là lưới không gian nên bình sai lưới GPS là bình sai lưới không gian.

3.2.8. Kiểm tra kết quả bình sai

Dựa vào các tiêu chuẩn để tiến hành kiểm tra các kết quả bình sai lưới GPS.

Kết quả sau khi bình sai bằng phần mềm chuyên dụng phải đầy đủ các thông tin sau đây :

- Thông tin về các véc tơ cạnh (baseline) $\Delta X, \Delta Y, \Delta Z$.
- Sai số khép.
- Các phương vị cạnh, chiều dài cạnh, hiệu số độ cao và các số hiệu chỉnh tương ứng.
- Tọa độ vuông góc không gian XYZ.
- Tọa độ và độ cao trắc địa BLH.
- Tọa độ vuông góc phẳng và độ cao thủy chuẩn sau bình sai.
- Đánh giá sai số cạnh, sai số tương đối cạnh và sai số phương vị cạnh sau bình sai.

3.2.9. Báo cáo kết quả đo

Sau khi kết thúc toàn bộ công tác đo GPS, cần viết báo cáo tổng kết kỹ thuật với nội dung bao gồm:

- Tình hình khu đo, điều kiện địa lý tự nhiên.
- Nhiệm vụ được giao, tài liệu trắc địa đã có của khu đo, mục đích đo và yêu cầu về độ chính xác.
- Đơn vị thi công đo đạc, thời gian bắt đầu đo, luận cứ kỹ thuật, tình hình đội ngũ cán bộ kỹ thuật, loại hình và số lượng máy thu, tình trạng kiểm nghiệm, phương pháp đo, tình trạng đo bổ sung, đo lại, hoàn cảnh đo, các điểm trùng, khối lượng công việc và ngày công.
- Tình trạng kiểm tra số liệu ngoại nghiệp, số liệu gốc, nội dung phương pháp và phần mềm hậu xử lý số liệu.
- Phân tích số liệu đo ngoại nghiệp và tính toán kiểm tra tại thực địa.
- Tình hình thực hiện phương án và chấp hành quy trình kỹ thuật.
- Vấn đề tồn tại trong thành quả giao nộp và vấn đề cần phải thuyết minh.
- Các phụ lục kèm theo.

3.3. Máy GPS South 82



Hình 4.1. Máy GPS South 82.

3.3.1. Cấu tạo máy

Tuy nhiên có nhiều loại máy GPS khác nhau song về cấu tạo, các loại máy đều có các bộ phận sau đây:

- Đầu thu: Gồm có ăng ten, bộ tần số radio, bộ vi xử lý, bộ nhớ. Là thiết bị dùng để thu tín hiệu vệ tinh, lưu dữ liệu tín hiệu định vị, trên đầu thu có trang bị các đèn báo tín hiệu, dựa vào đèn này để người dùng có thể nhận biết được chế độ đo và thông báo tín hiệu.

- Fieldbook: Có tính năng như một chiếc điều khiển, được thiết kế bằng màn hình cảm ứng, Fieldbook cung cấp cho người sử dụng các chức năng cài đặt, kết nối với máy tính, ngoài ra còn dùng để ghi lại các giá trị đo, thu.

- Chân máy: Thường được làm bằng nhôm và có thể nâng hạ theo lựa chọn của người đo.

- Đế cân bằng: Chứa ống thủy tròn và các ốc cân máy, chức năng của bộ phận này dùng để cân bằng máy trước khi đo. Đỉnh của mặt chỏm cầu (ở giữa chỏm cầu) được gọi là “điểm 0” thì trục ống thủy tròn đang ở vị trí thẳng đứng.

- Bộ phận định tâm quang học: Là một ống kính được sử dụng để xác định tâm của máy trùng với tâm mốc.

- Thiết bị dây: Gồm có dây sạc cung cấp năng lượng cho máy thu hoạt động, dây kết nối đầu thu với máy tính.

- Thước đo: Phục vụ cho công tác đo chiều cao của máy.

3.3.2. Chuẩn bị đo

- Lắp sim điện thoại vào máy South82 (sim điện thoại đã được cài đặt GPRS).

- Lắp pin vào máy South82 và Fieldbook.

- Khởi động máy South82 và Fieldbook (nhấn nút power trên thân máy, field book).

- Cài đặt chức năng đo bằng sóng điện thoại cho máy South82.

- Cài đặt Bluetooth để kết nối máy South82 và Fieldbook.

- Cài đặt bộ phần mềm cho Fieldbook.

- Cài đặt các thông số đo cho máy South82.

Kiểm tra tín hiệu kết nối giữa máy South82 và máy chủ trạm CORS.

Lưu ý:

+ Cài đặt chức năng đo bằng sóng điện thoại chỉ thực hiện 1 lần hoặc cài lại khi người dùng thay đổi chức năng đo.

+ Cài đặt Bluetooth chỉ thực hiện 1 lần hoặc khi thay field book hay máy South 82, hoặc trong một số trường hợp Fieldbook không kết nối được với máy South 82.

- Kích hoạt phần mềm PRTKPRO 2.x bằng cách click đúp vào biểu tượng phần mềm PRTKPRO 2.x trên Fieldbook.

- Tạo dự án và cài đặt các thông số của dự án.

3.3.3. Cài đặt cấu hình chế độ đo

Trình tự cài đặt chế độ đo cho máy GPS South 82 như sau:

Bước 1: Giữ chặt phím F+P đợi 6 đèn đồng thời nhấp nháy.



| | | | | |
|----------|-----|-----|-----|----------|
| F | STA | BT | BAT | P |
| | | | | |
| | | | | |
| | DL | SAT | PWR | |

Bước 2: Bấm phím F cho đến khi đèn STA sáng, bấm phím P xác nhận tất cả hiển thị như hình dưới, biểu thị trước mắt là hình thức hoạt động của trạm di động.

| | | | | |
|----------|-----|-----|-----|----------|
| F | STA | BT | BAT | P |
| | | | | |
| | | | | |
| | DL | SAT | PWR | |

Bước 3: Đợi vài giây, sau khi đèn nguồn hoạt động bình thường ấn phím F đợi đèn STA và đèn DL nhấp nháy thì bỏ phím F ra (sau khi nghe thấy tiếng kêu thứ 2 thì bỏ tay ra là được), ấn phím F để đèn DL chuyển sang đèn Bluetooth, khi đèn Bluetooth sáng thì bấm phím P xác nhận như hình dưới, khi đó là chọn phương thức thông tin GPRS.

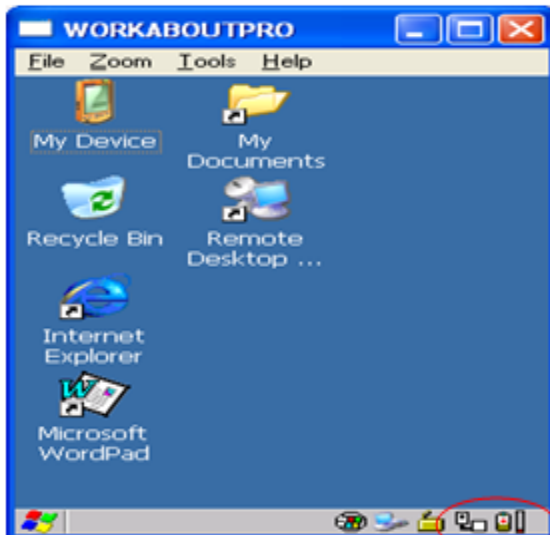
| | | | | |
|----------|-----|-----|-----|----------|
| F | STA | BT | BAT | P |
| | | | | |
| | | | | |
| | DL | SAT | PWA | |

Sau khi cài đặt xong, bấm phím F một lúc, nếu đèn biểu thị giống hình dưới thì cài đặt máy thành công. Nếu không thì thực hiện lại từ đầu.

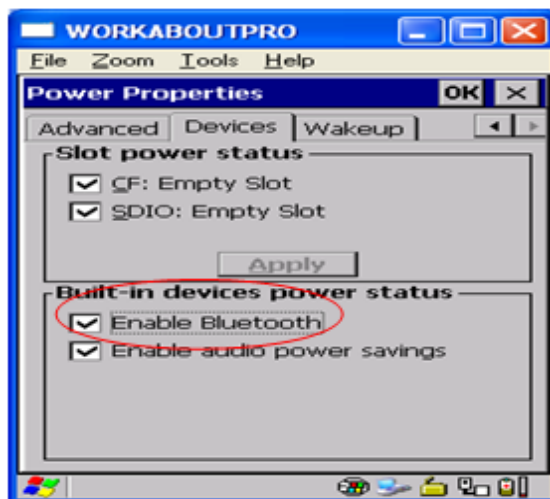
| | | | | |
|----------|-----|-----|-----|----------|
| F | STA | BT | BAT | P |
| | | | | |
| | | | | |
| | DL | SAT | PWA | |

3.3.4. Cài đặt kết nối Fieldbook với máy South82 (Kết nối Bluetooth)

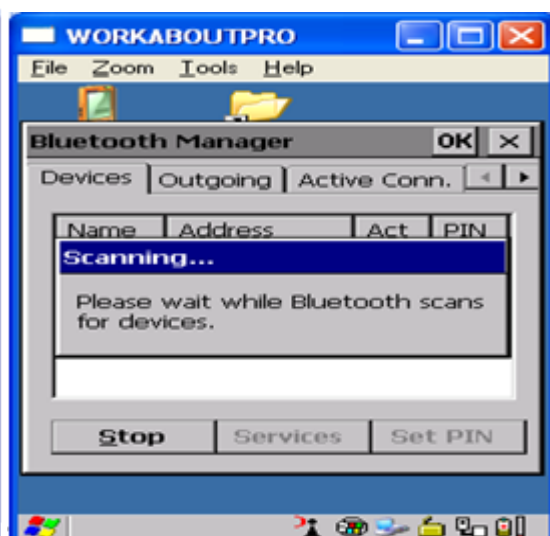
Bước 1: Khởi động Fieldbook, máy South82, click đúp vào góc phải màn hình.



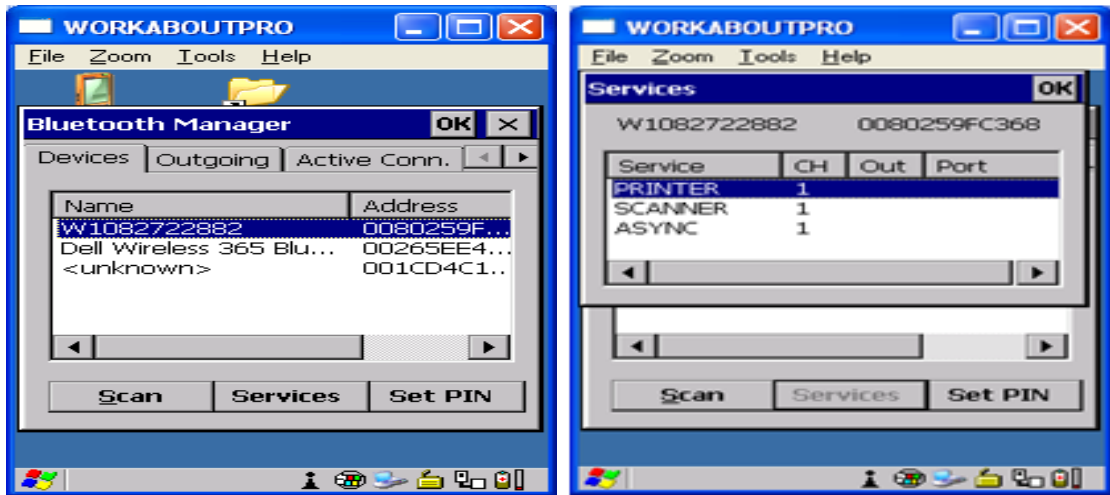
Bước 2: Chọn thẻ Devices, click chọn Enable Bluetooth



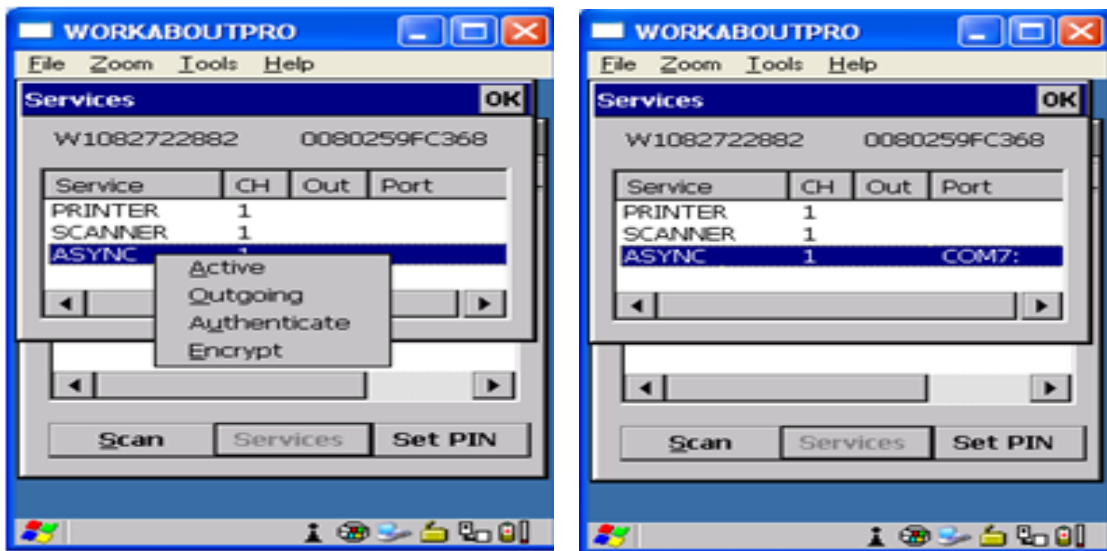
Bước 3: Sau khi lên biểu tượng Bluetooth, click đúp vào biểu tượng Bluetooth, chọn Search để tìm tín hiệu của máy South 82 (khởi động máy South 82).



Bước 4: Sau khi tìm thấy máy South82, click chọn và chọn Services



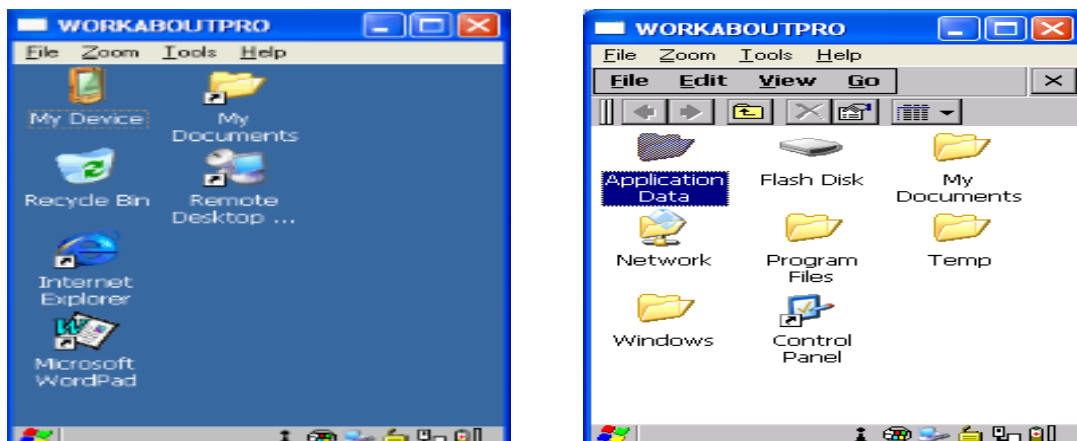
Bước 5: Chọn ASYNC, click đúp chọn Active, chọn COM7 (hoặc COM8), chọn OK.

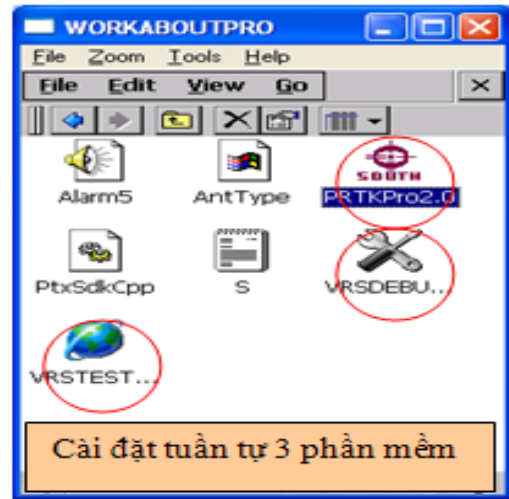


Field book đã kết nối được với máy thu GPS South 82.

3.3.5. Cài đặt phần mềm cho Fieldbook

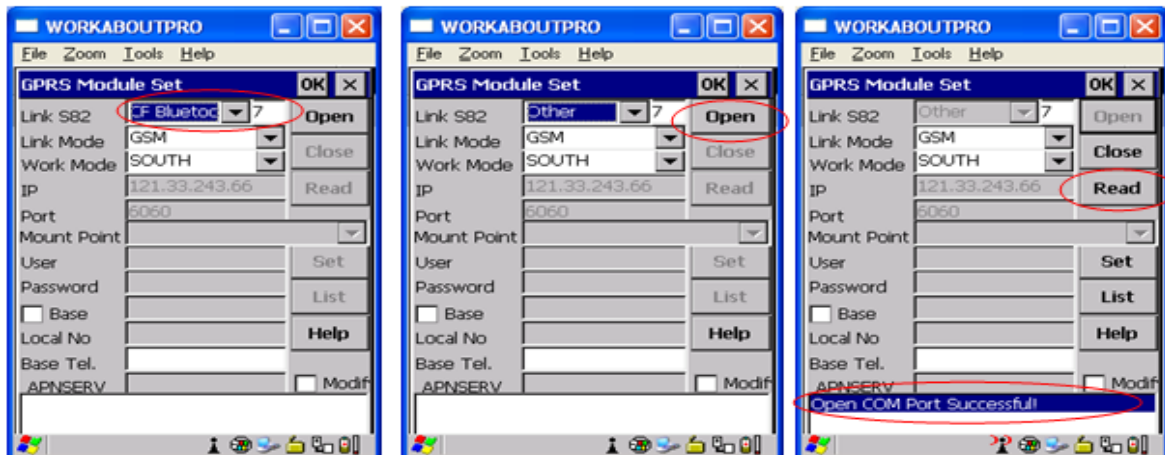
Từ màn hình field click đúp biểu tượng My Device → Flash Disk → Setup. Cài đặt bằng cách click đúp lần lượt vào 3 biểu tượng như hình dưới.





3.3.6. Cài đặt thông số đo cho phần mềm thông qua phần mềm GPRS Module Set

Bước 1: Khởi động phần mềm GPRS Module Set.



Vào Link S82 chọn Other, tiếp theo chọn số 7 (chọn số 8 nếu cài đặt là COM8), chọn Open, sau khi báo mở cổng thành công, chọn Read, sau khi máy báo đọc dữ liệu thành công thì đặt các tham số như bảng dưới:

Link Mode: *GPRS*

Work Mode: *VRS_NTRIP*

IP: *14.161.6.219*

PORT: *6060*(có thể đặt 6061)

Mount Point: *[RTCM30]*

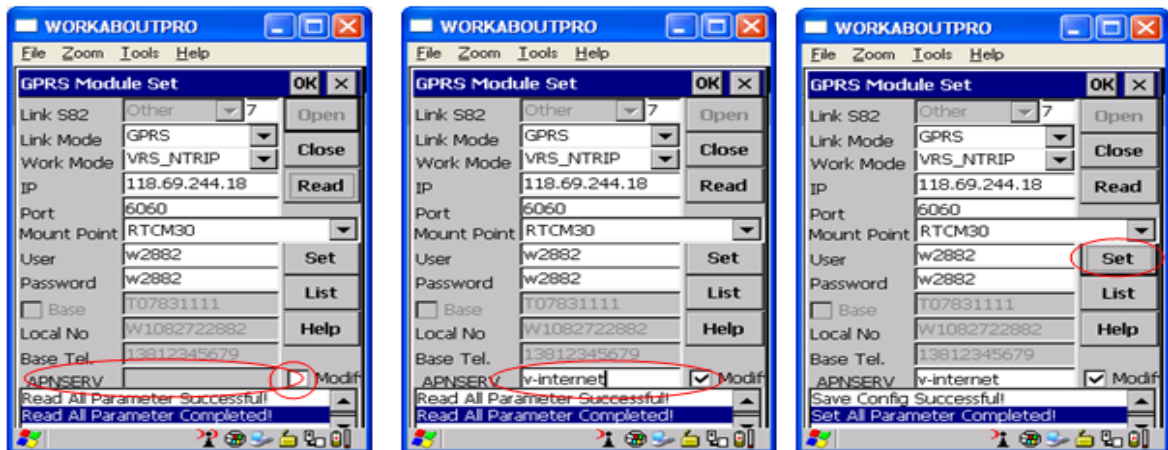
User và Password nên đặt theo số SN của máy.

Đánh dấu chọn Modify.

APNSERV: *v-internet*

Nếu Sim Vn: “m3-world” ; Sim Mobifone: “m-wap” ; Sim Viettel: “v-internet”.

Sau khi đặt các tham số xong chọn Set, đợi Fieldbook thông báo đã cài đặt xong thì OK thoát ra và tắt máy.



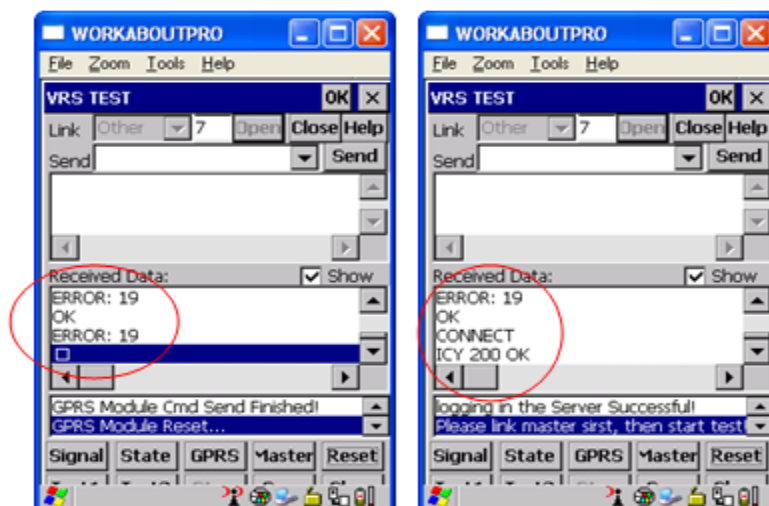
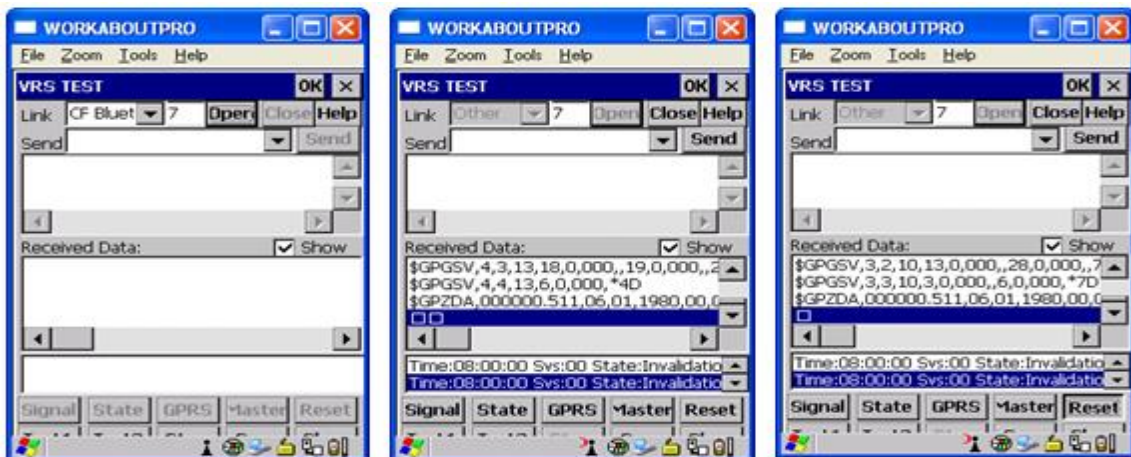
Lưu ý:

- RTCM30-VISUAL STATION(NET)
- [RTCM30] - TRUE STATION(SINGLE).

3.3.7. Kiểm tra tín hiệu kết nối GPRS

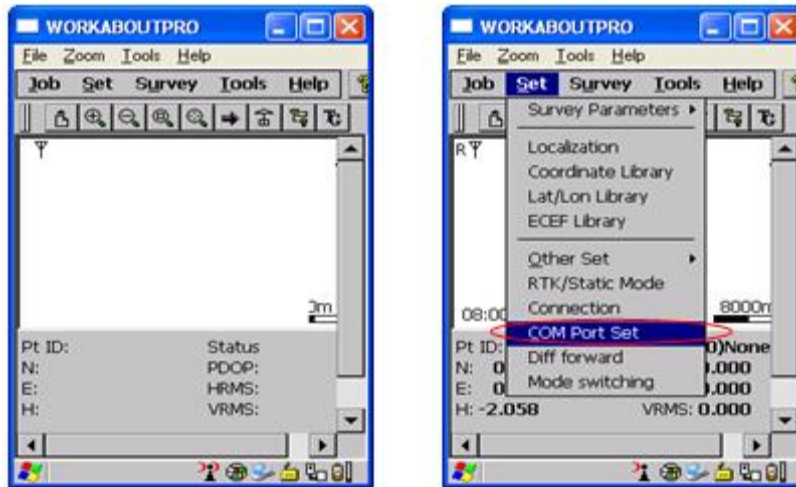
Mở South 82, mở Fieldbook, kích hoạt phần mềm VRS TEST.

Link: chọn Other, cổng số 7 (hoặc 8 nếu cài đặt là COM8), chọn Open, chọn Reset, nếu báo ICY 200 OK thì máy đã kết nối được với máy chủ.

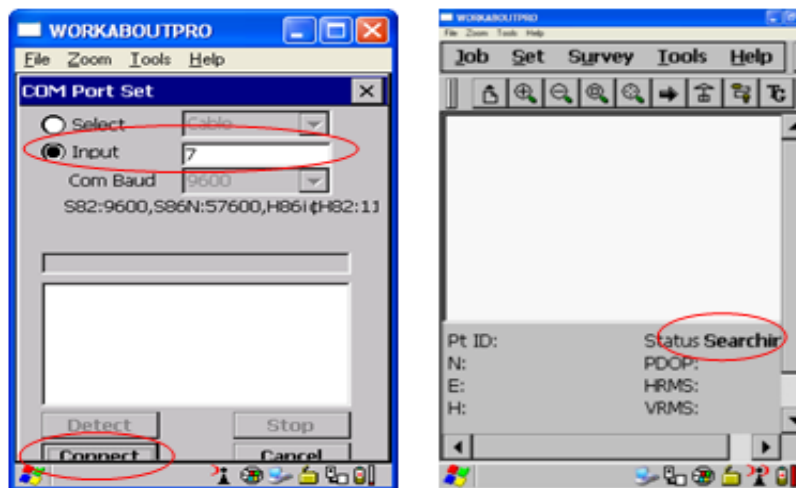


3.3.8. Sử dụng phần mềm PRTKPRO để đo đạc

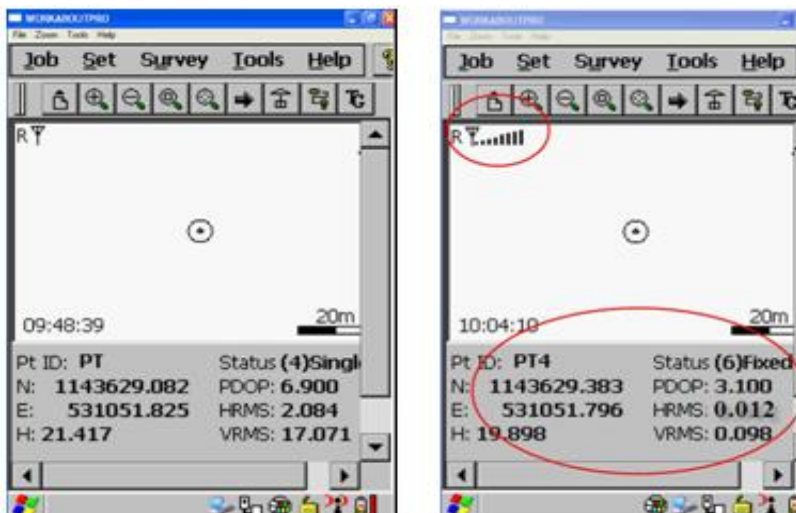
Khởi động phần mềm PRTKPRO 2.0, sẽ xuất hiện màn hình như dưới đây, chọn Set→COM Port Set.



Chọn Input: 7. Chọn: Connect, phần mềm sẽ báo đang kết nối tìm tín hiệu.



Khi đã kết nối thành công, máy sẽ báo cột sóng, tọa độ, tình trạng giải,...máy đã có thể đo đạc.



Khi máy báo tình trạng Fix mới bắt đầu ghi nhận dữ liệu (quá trình ghi nhận dữ liệu phải theo quy định).

Hướng dẫn tạo Project và cài đặt các tham số:

Từ phần mềm đo, chọn Job → New Job

Job Name: Tiengiang, chọn Wizzard, chọn OK

Elipsoid: WGS84, chọn OK

Project: UTM Universal

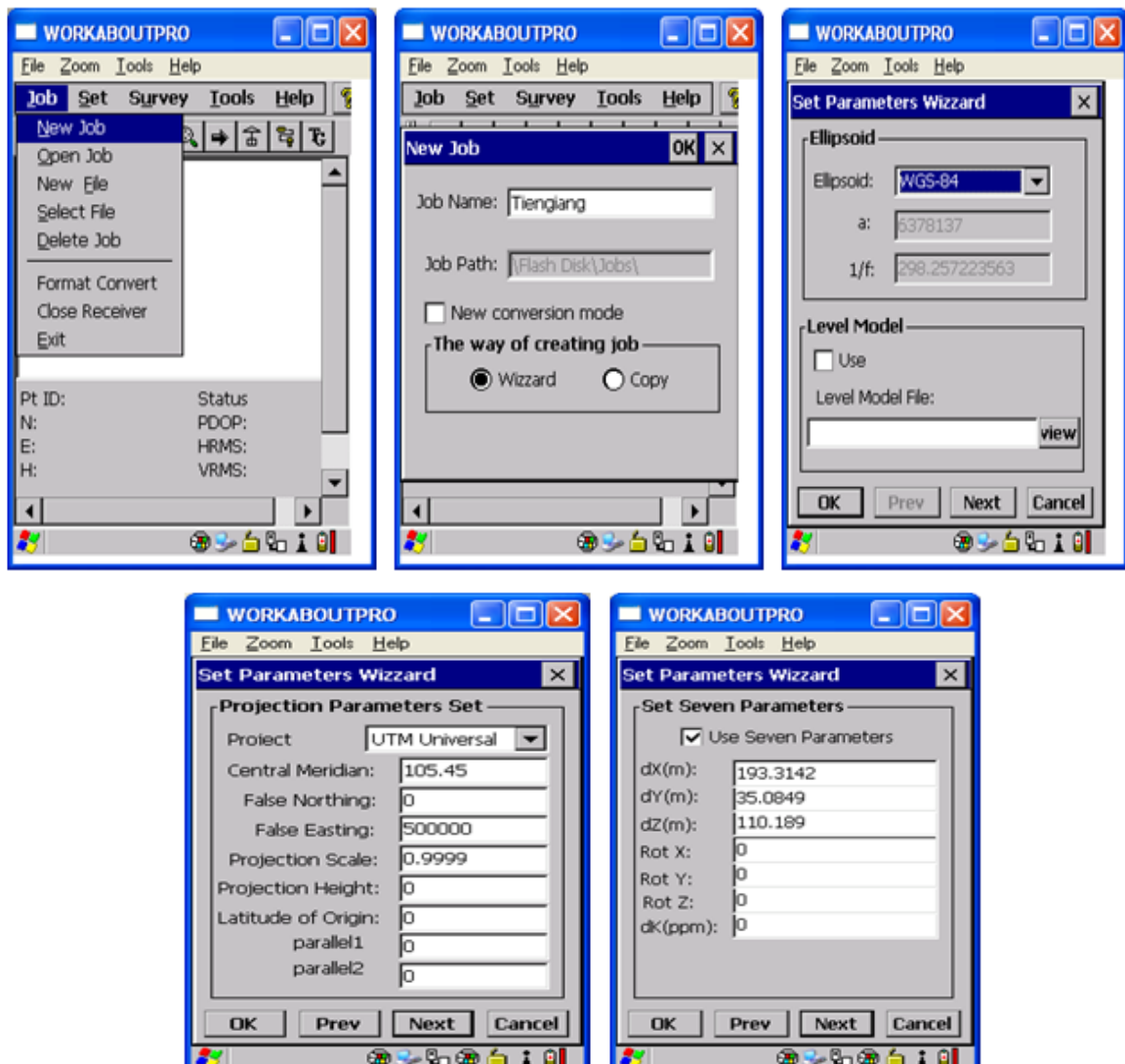
Central Meridian: 108 (kinh tuyến trung ương của tỉnh Tiền Giang, tỉnh khác thì giá trị khác).

False Easting: 500000

Project Scale: 0.9999 đối với múi chiếu 3° và 0,9996 đối với múi chiếu 6°.

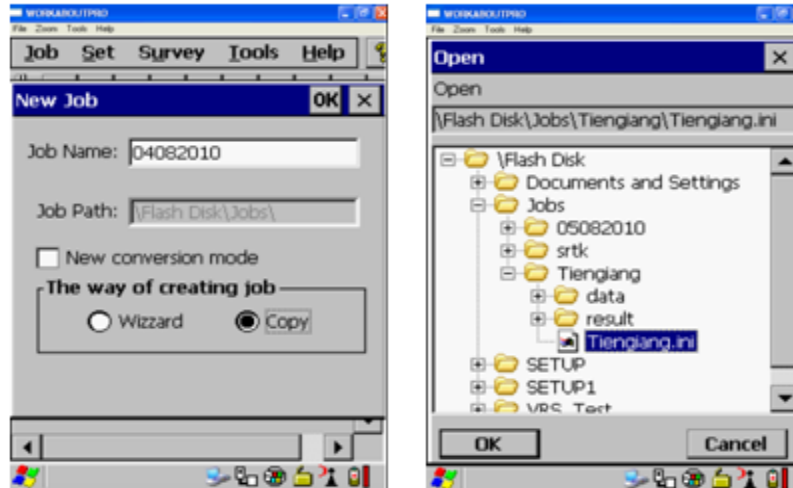
Chọn Next để cài đặt tham số dịch chuyển.

Sau khi tạo xong Project, sử dụng Project để tiến hành đo.



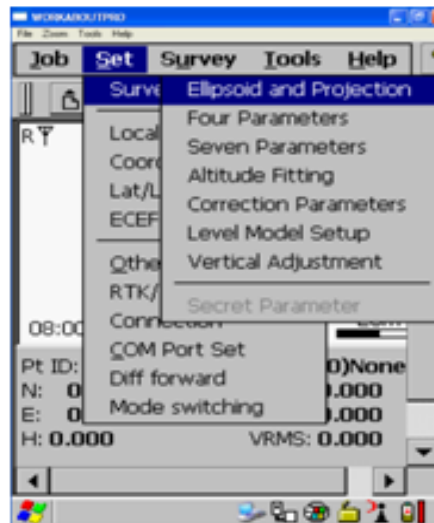
Có thể sử dụng thông tin các tham số đã tạo ở Project trước cho Project mới bằng cách: Chọn Job → New Job

Job Name: Tiengiang, chọn COPY, chọn OK, chọn file thông tin của Project trước có dạng *.ini, chọn OK.



Có thể kiểm tra các tham số bằng cách:

Chọn Set → Survey Parameters → Elipsoid and Projection hoặc Seven Parameters.

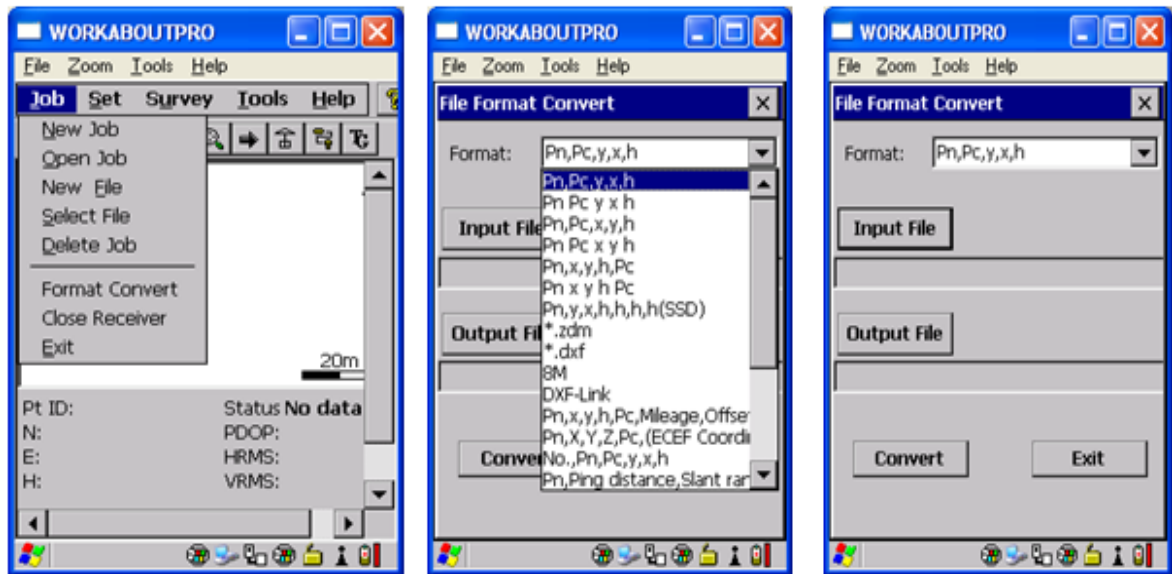


3.3.9. Trúť dữ liệu

Hướng dẫn định dạng để trúť dữ liệu:

Sau khi đo xong, định dạng dữ liệu xuất để trúť ra máy tính

Chọn Job → Format Convert → chọn các kiểu định dạng, chọn Input file, Out file, chọn Convert.



3.4. Máy GPS Promark 2



Hình 4.2. Máy GPS Promark 2.

3.4.1. Cấu tạo máy

Về cấu tạo của máy GPS Promark cũng tương tự như máy GPS South 82, dưới đây là một số tính năng kỹ thuật của máy.

| MỘT SỐ THÔNG SỐ CƠ BẢN | |
|---|--------------------------|
| Độ chính xác thời gian thực | 1-3 M |
| Độ chính xác hậu xử lý | <1 cm |
| Tần số | 1 |
| Chế độ đo tĩnh | Có |
| Độ chính xác định vị thời gian thực tự động | 3M |
| Số kênh | 12 |
| Số kênh: L1 GPS code and carrier | 10 |
| Số kênh L SBAS (WAAS/EGNOS/MSAS) | 2 |
| Dữ liệu chuẩn do người sử dụng lựa chọn | Có |
| Dữ liệu có thể định nghĩa do người sử dụng | Có |
| Kiểu ăng ten | Bên trong máy |
| Nhiệt độ hoạt động tối thiểu (°C) | -10 |
| Nhiệt độ hoạt động tối đa (°C) | 60 |
| Nhiệt độ bảo quản tối thiểu (°C) | -20 |
| Nhiệt độ bảo quản tối đa (°C) | 70 |
| Kích thước máy (cm) | |
| + Cao | 15.5 |
| + Dài | 5.5 |
| + Rộng | 3.25 |
| Trọng lượng (g) | 140 |
| Độ chịu sốc khi hoạt động | Từ 2 mét đến nền bê tông |
| Bộ nhớ | 8MB |
| Xử lý | Ashtech Solutions |

3.4.2. Công tác chuẩn bị đo

Lắp ăng ten lên máy và chân máy, nối cáp ăng ten thu tín hiệu, với Fieldbook, lắp Fieldbook vào giá.

Đo chiều cao ăng ten.

Sau khi lắp đặt xong, kiểm tra pin AA đã gắn vào máy GPS chưa.

3.4.3. Thao tác đo

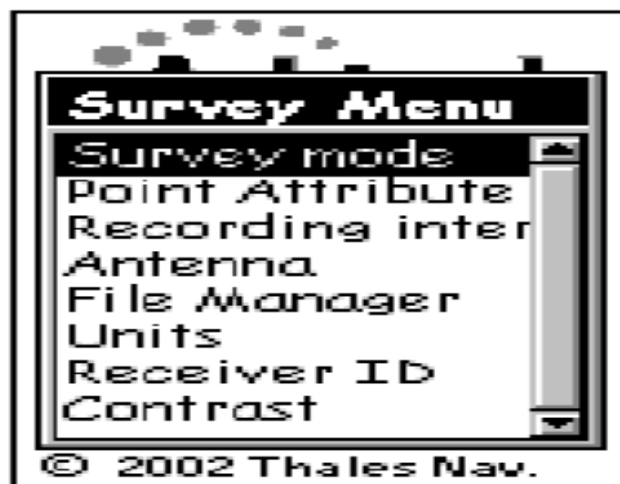
Bật máy bằng cách ấn vào phím nguồn màu đỏ. Màn hình hiện lên như sau:



Chọn survey bấm phím ENTER để chấp nhận.



Chọn Setup từ màn hình, màn hình Survey sẽ hiện lên như sau:



Vào Survey mode, chọn kiểu đo là Static.

Tiếp tục, chọn Point Attribute để nhập tên Tên điểm / Khu đo (Site ID) và thông tin khu đo (Site Description). Sau khi nhập xong, dùng phím lên xuống chọn Save để lưu.



Point Attribute

Site ID
????

Site Description

Save

Từ Survey Menu, tiếp tục chọn Antenna. Chọn kiểu đo là Slant nếu muốn đo chéo từ tâm mốc tới mép ngoài của Antenna hoặc chọn kiểu đo là Vertical nếu muốn đo từ tâm mốc tới phần dưới cùng của antenna. Để có thể nhập dữ liệu đúng với đơn vị đo, chọn Unit để thay đổi đơn vị đo về mét (Meters).



Antenna

Height Type
Slant

Antenna Height
0.000 Int Feet

Save

Tiếp tục chọn File Manager để xem dữ liệu đã ghi trong máy, nếu có nhiều file đo cũ, nên kiểm tra xem số liệu đã trút ra chưa rồi xóa bớt đi để tăng dung lượng lưu trữ cho máy.



File Manager

>R1234C01.131
-Detail Map
+R1234B01.131
+R1234B01.129
-R1234C01.129

>R1234C01.131
Size: 71.17 KB
Free: 7416.32 KB

Delete Del All

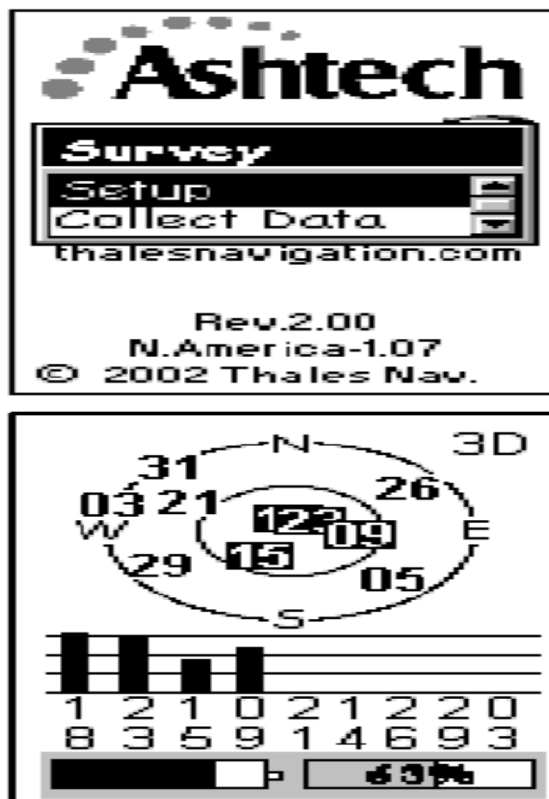
Từ Survey Menu, chọn Receiver ID để gán số máy cho từng máy (việc này chỉ làm 1 lần), sau khi gán, số liệu lưu trữ trong máy đo sẽ có số ID của máy đo, tương tự như số Chứng minh thư, nhằm phân biệt giữa các máy đo, tránh nhầm lẫn trong việc lưu trữ và quản lý số liệu.

Thao tác: Chọn Receiver ID → bấm phím ENTER.



Tiếp tục bấm phím ENTER để thay đổi tên ID như mong muốn, sau đó bấm Save để lưu lại.

Sau khi xong các thao tác Setup, bấm phím ESC về màn hình Survey. Từ màn hình Survey chọn Collect data, bấm phím ENTER, màn hình sẽ chuyển sang màn hình đo với các thông tin vệ tinh, mức năng lượng nguồn và bộ nhớ ghi dữ liệu.



Khi có đủ tối thiểu 4 vệ tinh với góc ngưỡng tối thiểu lớn hơn 10°. Việc ghi dữ liệu đo sẽ tự động bắt đầu. Khi đó màn hình sẽ tự động chuyển sang chế độ màn hình Survey Status. Nếu muốn trở lại màn hình trạng thái vệ tinh, bấm phím Nav/Surv để chuyển.

| Survey Status | |
|---------------|----------|
| Static | |
| Site ID | |
| AS01 | |
| Obs. Timer | Elapsed |
| 0 MI | 00:04:30 |
| # Sats | PDOP |
| 7 | 4.0 |
| 100% | |

Trên màn hình Survey Status, có các thông tin về tên điểm, thời gian đo (Elapsed), số vệ tinh, độ suy giảm độ chính xác vị trí điểm (PDOP), thông tin bộ nhớ (hiển thị theo %) và thông tin về mức năng lượng. Khi đo đủ thời gian, bấm phím nguồn để tắt máy, số liệu sẽ tự động ghi lại vào bộ nhớ trong. Trong một số trường hợp, người ta sử dụng công cụ Obs.Timer để ước tính khả năng xử lý số liệu của file dữ liệu thu thập được. Đơn vị hiển thị trong ô Obs.Timer sẽ tương ứng với khả năng xử lý baseline đạt yêu cầu độ chính xác cho baseline có chiều dài tương ứng (đơn vị mile - dặm bằng xấp xỉ 1.7km).

3.5. Máy GPS 76CSX Garmin



Mặt trước máy

Mặt sau máy

Hình 4.3. Máy GPS 76CSX Garmin.

3.5.1 Các phím chức năng cơ bản của máy

- **IN; OUT:** Hai phím này được sử dụng để phóng to, thu nhỏ tỷ lệ bản đồ. Khi nhấn phím IN sẽ tăng tỷ lệ bản đồ trong máy, cho phép thấy được vùng bản đồ nhỏ nhưng chi tiết; ngược lại khi nhấn phím OUT thì giảm tỉ lệ bản đồ, cho phép xem khu vực bản đồ rộng hơn nhưng ít chi tiết hơn.

- **FIND:** Dùng để truy tìm nhanh những thông số, dữ liệu máy đã thu.

- **PAGE:** Dùng để chọn các màn hình chính trong máy.

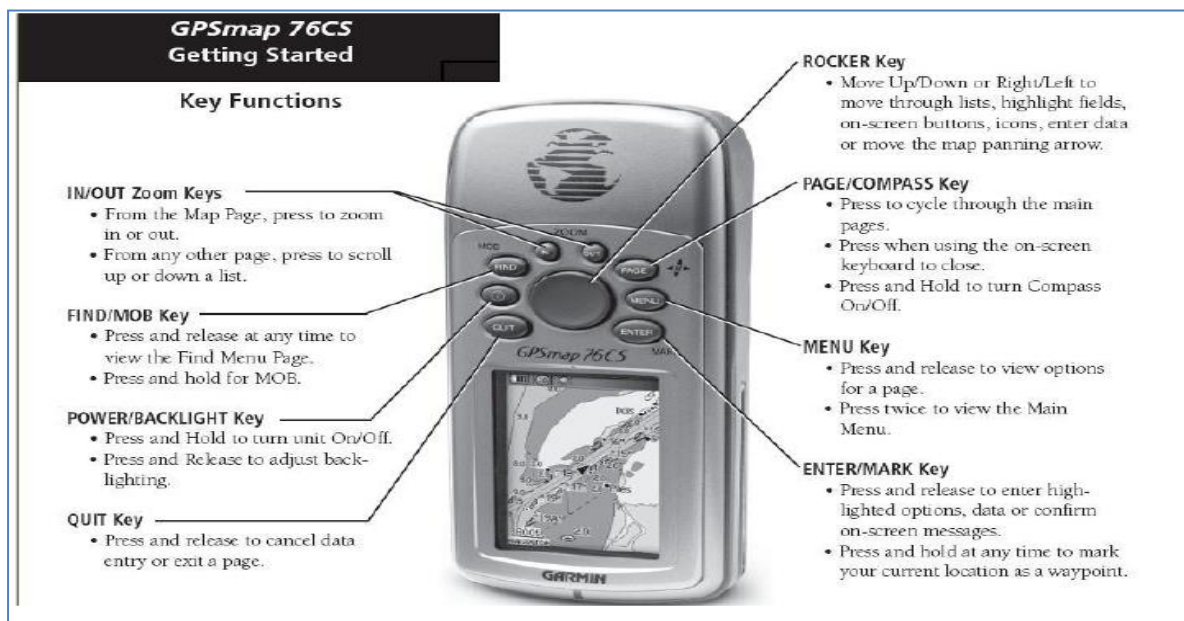
- **POWER:** Phím màu đỏ, nhấn vào phím này để tắt, mở máy. Khi sử dụng ban đêm thì có thể nhấn phím này để tắt mở đèn màn hình trong máy.

- **QUIT:** Cũng tương tự như phím PAGE dùng để lật trang màn hình chủ trong máy nhưng ngược chiều với phím PAGE. Ngoài ra phím QUIT còn dùng để thoát một chức năng đang sử dụng nào đó hoặc để ngưng một thao tác một lệnh nào đó.

- **ENTER:** Chấp nhận một lệnh nào đó, nếu ấn và giữ phím ENTER trong vòng 3 giây thì máy sẽ ghi nhớ vị trí đang đo.

- **MENU:** Khi nhấn phím này hai lần, máy sẽ cho ra một bảng danh sách các chức năng của máy, các chỉnh sửa trong máy cũng được thực hiện trên bảng MENU chính này. Ngoài ra, tương ứng với bất cứ màn hình chủ nào đang sử dụng, nhấn MENU sẽ cho ra màn hình phụ, các chỉnh sửa chỉ có tác dụng trên màn hình chủ của nó mà thôi.

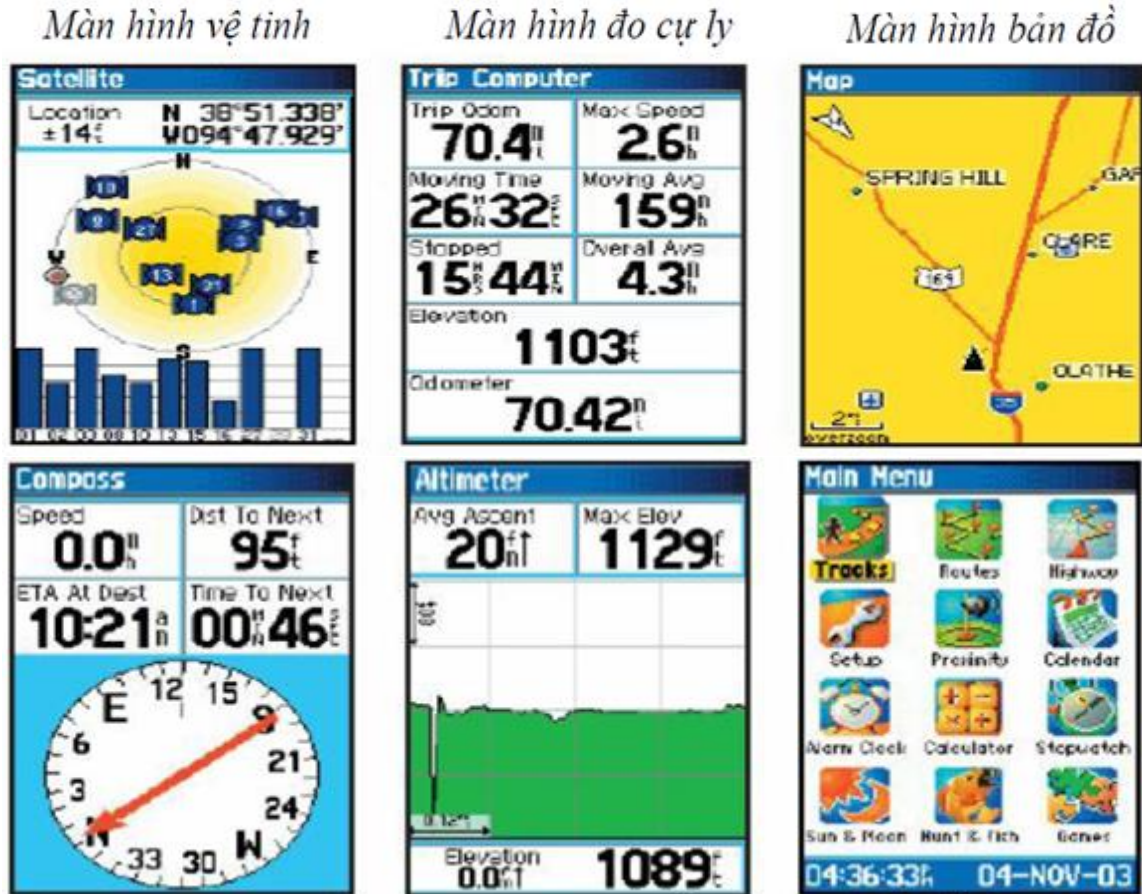
- **ROCKER:** Đây là phím to nhất của máy, tương đương với 4 phím lên xuống, trái phải, được dùng để lựa chọn các thông số; lựa chọn lệnh trên màn hình. Chức năng tương tự như máy vi tính.



Hình 4.4. Các phím chức năng cơ bản.

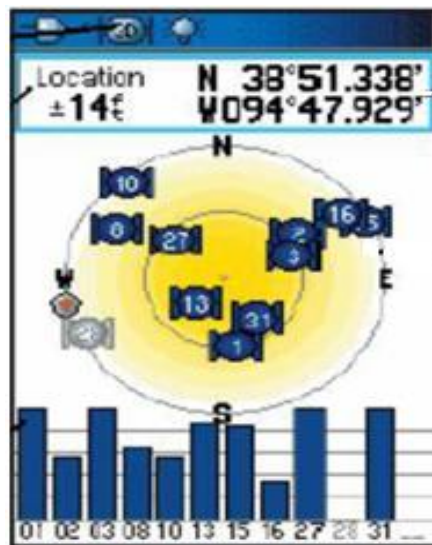
3.5.2. Các màn hình chính trong máy

Trong máy GPS76CSx Garmin có 6 màn hình chính, lần lượt là: Màn hình vệ tinh, màn hình đo cự ly, màn hình bản đồ, màn hình la bàn, màn hình vẽ mặt cắt cao độ, màn hình Menu.



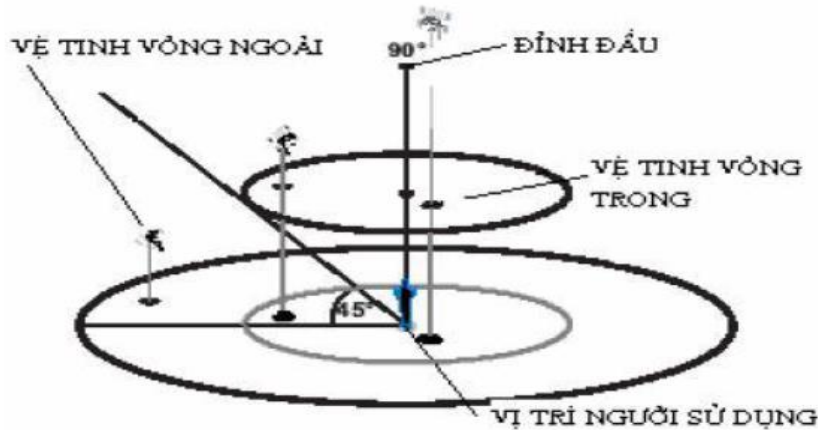
Màn hình la bàn Màn hình vẽ mặt cắt cao độ Màn hình menu

Hình 4.5. Các màn hình chính trong máy GPS 76CSX Garmin.



Hình 4.6. Màn hình vệ tinh.

Màn hình vệ tinh: Đây là màn hình chính đầu tiên xuất hiện khi chúng ta mở máy. Những vòng tròn nhỏ kèm theo chính là vệ tinh đang xuất hiện trên bầu trời (số trong vòng tròn là số thật của vệ tinh, do vệ tinh luôn di chuyển nên số này luôn thay đổi). Quan sát hai vòng tròn chứa vệ tinh, những vệ tinh trên đỉnh đầu là những vệ tinh nằm trong hoặc nằm trên đường tròn nhỏ. Những vệ tinh nằm trên vòng tròn lớn là những vệ tinh có vị trí nằm nghiêng một góc 45° về phía chân trời, những vệ tinh này thường dễ bị che khuất bởi các yếu tố địa hình nên tín hiệu của chúng yếu hơn so với các vệ tinh nằm trên đỉnh đầu.



Hình 4.7. Vòng tròn phân bố vệ tinh.

Khi máy thu được ở chế độ 3D, độ chính xác sẽ được cải thiện rất nhiều. Lúc này là thời điểm tốt nhất để sử dụng máy. Tất nhiên, ở chế độ 2D cũng có thể sử dụng được máy bình thường, nhưng không có dữ liệu cao độ.

Một số biểu tượng cần lưu ý là, cột biểu thị độ mạnh yếu của pin, tình trạng dò vệ tinh, báo sử dụng đèn.

- *Màn hình đo cự ly:* Màn hình này sẽ cung cấp các thông số về tốc độ di chuyển, thời gian... khi chúng ta sử dụng để đo khoảng cách.



Hình 4.8. Màn hình đo cự ly.

- *Màn hình bản đồ*: Màn hình này cung cấp các bản đồ đã có sẵn trong máy hoặc được đưa vào trong máy. Sử dụng các phím IN và OUT để điều chỉnh tỷ lệ quan sát phù hợp.



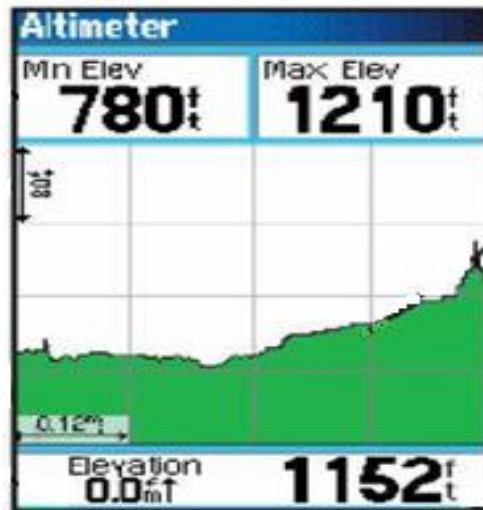
Hình 4.9. Màn hình bản đồ.

- *Màn hình la bàn*: Màn hình này thường dùng để máy dẫn đường đi. Máy sẽ cung cấp các thông số như: Hướng la bàn, khoảng cách đến điểm đích để người sử dụng đi đến. Điểm đặc biệt của máy GPS76CSx là la bàn luôn chỉ đúng hướng bắc chuẩn (Chữ N trên vạch chỉ độ), dù người sử dụng không di chuyển.



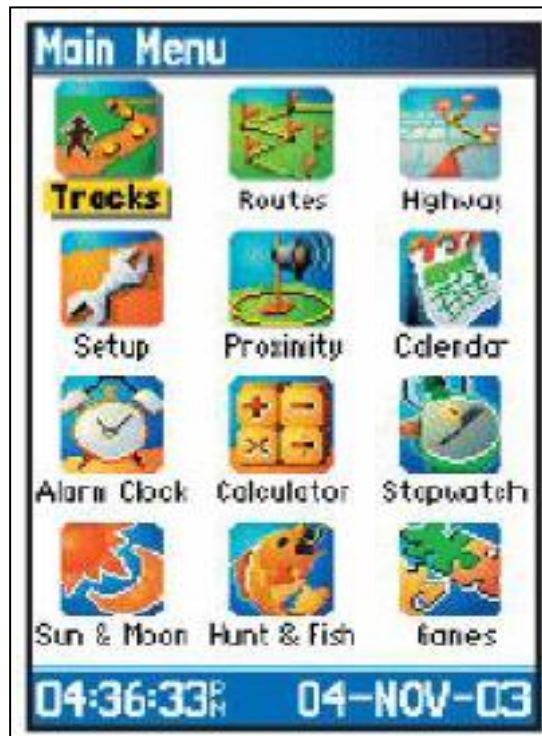
Hình 4.10. Màn hình la bàn.

- *Màn hình đo mặt cắt cao độ*: Màn hình này giúp người sử dụng xem lại mặt cắt cao độ của đoạn đường di chuyển. Trục đứng biểu thị giá trị cao độ, trục ngang biểu thị khoảng cách di chuyển.



Hình 4.11. Màn hình vẽ mặt cắt cao độ.

- *Màn hình Menu:* Màn hình này cung cấp các lệnh, thao tác chính để sử dụng, cài đặt chế độ hoạt động cho máy.



Hình 4.12. Màn hình menu chính.

3.5.3. Cài đặt hệ tọa độ VN2000 cho máy GPS 76CSX Garmin

Hệ tọa độ VN-2000 cũng được định vị trên Ellipsoid của hệ tọa độ thế giới WGS-84 và Bộ trưởng Bộ Tài nguyên và Môi trường đã có Quyết định số 05/2007/QĐ-BTNMT ngày 27/02/2007 về công bố tham số dịch chuyển gốc tọa độ VN-2000 với các đại lượng như sau: $X = -191.90441429$ (mét) ; $Y = -39.30318279$ (mét); $Z = -111.45032835$ (mét).

Các máy định vị GPS cầm tay thường sử dụng cho các ứng dụng có độ chính xác thấp (5-10m) vì tính năng cơ học của máy chỉ cung cấp tọa độ theo phương pháp định vị tuyệt đối, nên việc cài đặt các thông số nêu trên có thể làm tròn đến đơn vị mét. Mặt khác theo Thông tư số 973/2001/TT-TCĐC ngày 20/6/2001 của Tổng cục Địa chính (nay là Bộ Tài nguyên và Môi trường) về hướng dẫn áp dụng hệ quy chiếu và hệ tọa độ quốc gia VN-2000 thì việc phân mảnh bản đồ theo hệ VN-2000 cho từng loại tỷ lệ còn phụ thuộc vào độ lớn của từng múi chiếu (3° hoặc 6° - bản đồ tỉ lệ $\geq 1/10000$ hoặc tỉ lệ $\leq 1/25000$) nên khi cài đặt các tham số dịch chuyển trên máy định vị GPS cầm tay cần phải lưu ý đến sự tương thích khi sử dụng ứng với từng nhóm tỷ lệ bản đồ.

Để cài đặt cho máy 76CSx, từ màn hình Menu chính, ta chọn Setup/Units.



Hình 4.13. Hộp thoại cài đặt hệ tọa độ.

Trong Position Format: Chọn kinh tuyến trực, hệ số k ($k=0,9999$ nếu múi 3 độ; $0,9996$ nếu múi 6 độ); chọn dịch trục X là 500000m; chọn dịch trục Y là 0m.

Tại Map Datum: Nhập các thông số DX, DY, DZ vào lần lượt là -192; -39; -111.

Chọn đơn vị đo là hệ mét.

Sau khi lựa chọn xong, save lại và thoát khỏi chế độ cài đặt hệ tọa độ.

3.5.4. Một số thao tác sử dụng thường gặp

- Xác định tọa độ một điểm: Đây là thao tác quan trọng và thường sử dụng trong công tác đo đạc bằng GPS. Các đo này thường được dùng để lưu nhớ vị trí các điểm cố định; điểm mốc; khúc cua trên đường đo.

Đặt máy GPS tại điểm đo, mở máy và chờ máy định vị, khi ổn định máy sẽ cung cấp tọa độ tại điểm đo (định dạng tọa độ phụ thuộc vào hệ tọa độ khi cài đặt).

Để lưu tọa độ này vào máy, thao tác như sau:

Nhấn và giữ phím ENTER trong 3 giây, ta có màn hình.



Hình 4.14. Màn hình định vị điểm tọa độ.

Sau đó vào Avg\ENTER, ta có màn hình



Để máy tự đo và tính toán, khi giá trị Accuracy đạt giá trị ổn định và nhỏ nhất thì chọn Save/ENTER. Sau đó đặt tên cho điểm.



Hình 4.15. Màn hình đặt thông số cho điểm vừa mới định vị.

Tên của điểm thường được mặc định bằng số thứ tự của điểm đó trong bộ nhớ máy, máy sẽ tự động đánh số thứ tự của mỗi điểm bắt đầu từ 001 đến 1000 thì thôi. Nếu người sử dụng chấp nhận cách đặt tên này thì không cần thực hiện bước đặt tên sau này nữa.

Để đặt tên cho điểm, chọn khung đặt tên, sẽ có màn hình bộ chữ và số, lựa chọn các chữ cái và số để đặt tên bằng phím ROCKER. Sau khi đặt tên xong thì chọn OK trong bảng chữ rồi nhấn ENTER.



Hình 4.16. Lưu tên điểm.

Sau đó chọn vào OK ở góc phải dưới để lưu lại điểm và tất cả các thông số liên quan đến điểm đó vào bộ nhớ của máy.

- Đo chu vi và tính diện tích: Máy tự động đo và vẽ lại hình dáng của lô đất cần đo, tự động tính diện tích và chu vi. Máy có thể lưu được thông số của 20 lô đất, sau khi đo xong lô nào thì nên tắt máy, di chuyển đến lô cần đo tiếp theo để tránh hiện tượng các lô đất sẽ bị dính liền nhau.

Thao tác như sau: Vào Main Menu/Track/ENTER. Nhấn ENTER một lần vào Area Calculation\ENTER. Khi có chữ Start, chọn ENTER để bắt đầu; trong quá trình di chuyển có thể phóng to, thu nhỏ bản đồ để quan sát và lúc này chữ Start sẽ được thay thế bằng Stop. Khi đến điểm cuối cùng (trùng với điểm xuất phát) thì ấn phím ENTER để kết thúc, lúc này lô đất sẽ được hiển thị lên máy với đầy đủ các thông số như chu vi, diện tích, màu của lô đất. Sau đó ta tiến hành đặt tên cho lô đất vừa mới đo, lưu lại.

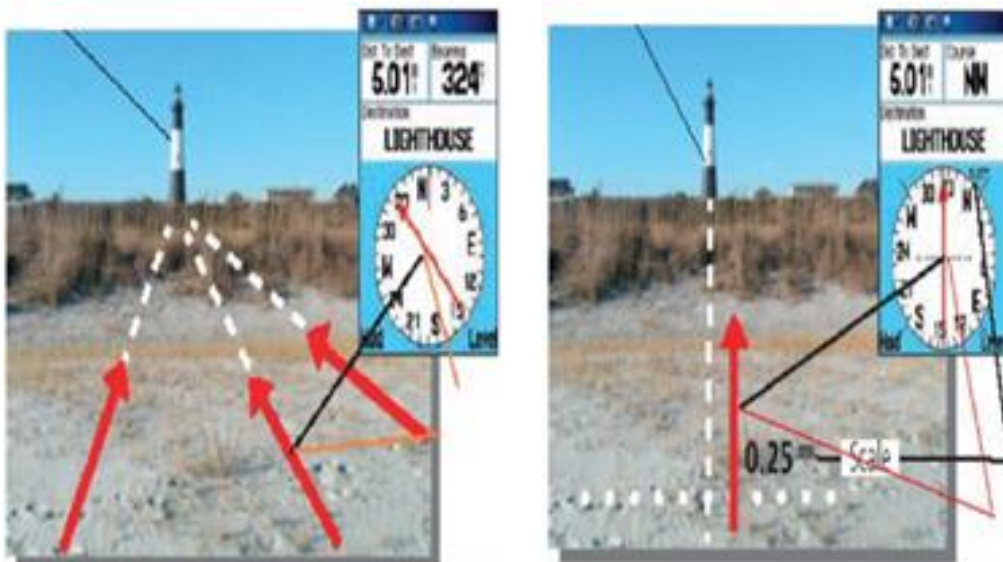
- Chức năng dẫn đường: Trong quá trình sử dụng, người dùng nên lưu tọa độ một điểm nào đó làm điểm khởi hành để đề phòng bị lạc khi đi vào các khu vực lạ.

Để dẫn đường, thao tác như sau: Nhấn vào phím FIND một lần, chọn Waypoints. Sau đó vào Waypoints chọn ENTER, lúc này nó sẽ cho chúng ta danh sách các điểm chúng ta đã lưu, chọn đến điểm mốc (điểm mà chúng ta muốn dẫn đến), rồi chọn ENTER. Sau đó chọn Goto\ENTER, trở lại phím PAGE, để đến màn hình la bàn, lúc này ta có màn hình như sau:



Hình 4.17. La bàn chỉ đường.

Người sử dụng chỉ cần đi theo hướng của mũi tên la bàn chỉ (hướng thẳng đứng lên trên) nếu đi đúng thì khoảng cách sẽ giảm. Nếu đi sai thì la bàn sẽ yêu cầu đi lại. Lúc nào đến nơi, máy sẽ báo là Arriving at Destination.



Hình 4.18. La bàn chỉ hướng đi sai.

- Xóa dữ liệu đã nhớ: Bộ nhớ máy chỉ có thể nhớ tối đa được 1000 điểm; trường hợp bộ nhớ đầy hoặc có những điểm không cần thiết, chúng ta phải xóa những điểm này. Có thể lựa chọn xóa từng điểm một hoặc xóa tất cả. Lưu ý, cẩn thận khi sử dụng chức năng này.

Để xóa một điểm: Nhấn FIND một lần, vào Waypoints\ENTER\chọn tên muốn xóa>Delete\ENTER\Yes\ENTER. Xóa xong.

Để xóa tất cả các điểm: Nhấn FIND một lần, vào Waypoints\ENTER\Nhấn phím MENU một lần>Delete\ENTER\All symbols\ENTER\Yes\ENTER. Xóa xong.

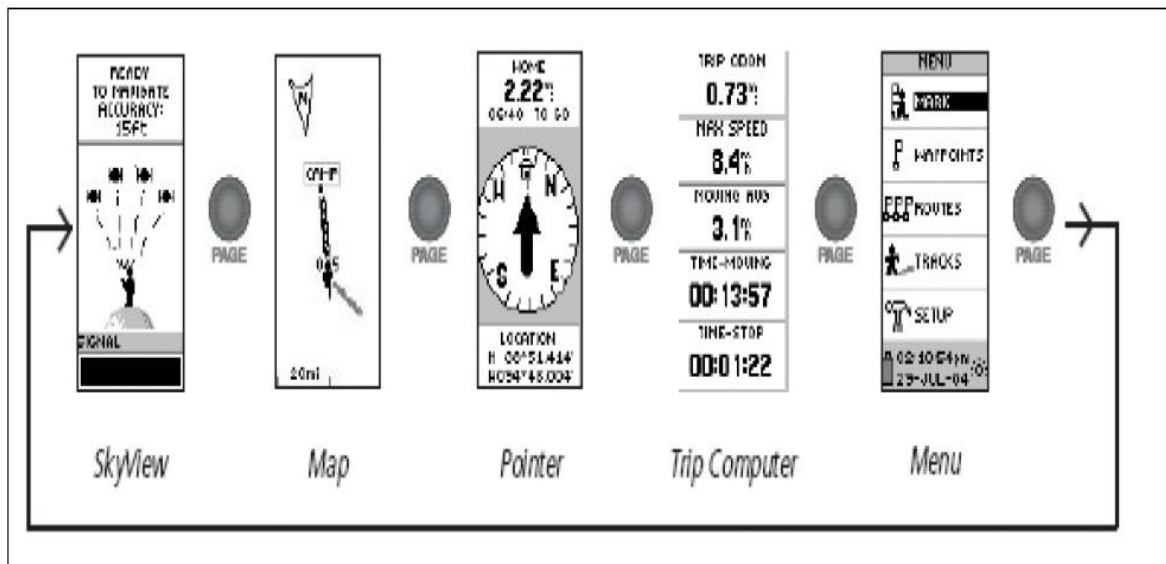
3.6. Máy Garmin GPS eTrex



Hình 4.19. Máy Garmin GPS eTrex.

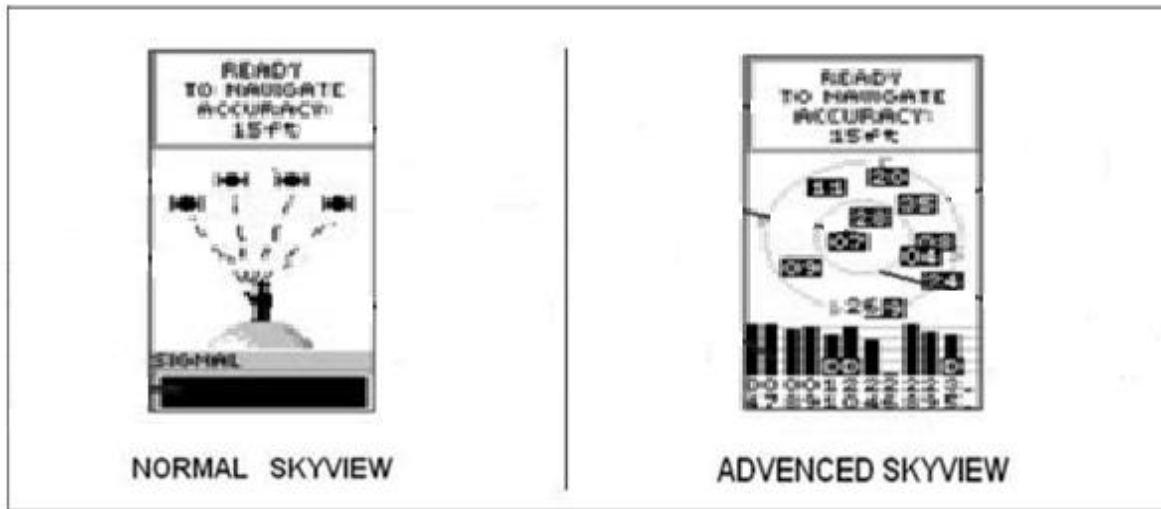
3.6.1. Các màn hình chính

Máy có năm màn hình được gọi là màn hình chính (Main Page), muốn chuyển đổi vị trí các màn hình ta nhấn phím PAGE.



Hình 4.20. Các màn hình chính.

- Màn hình vệ tinh: Đây là màn hình chính đầu tiên xuất hiện khi chúng ta mở máy. Có hai cách thể hiện màn hình vệ tinh như hình trên. Để chọn cách thể hiện kiểu hiển thị màn hình vệ tinh, ta chọn bằng cách sau: Đang ở một trong hai màn hình trên. Nhấn phím ENTER một lần, Ta sẽ có một Menu phụ, dùng hai phím điều chỉnh lên xuống để chọn màn hình Normal hay Advanced.



Hình 4.21. Màn hình vệ tinh.

- Màn hình bản đồ:



Hình 4.22. Màn hình bản đồ.

- Màn hình la bàn: Màn hình này thường dùng để máy dẫn đường đi. Máy sẽ cung cấp các thông số như: Hướng la bàn, khoảng cách đến điểm đích để người sử dụng đi đến.



Hình 4.23. Màn hình la bàn.

- Màn hình đo cự ly:



Hình 4.24. Màn hình đo cự ly.

- Màn hình Menu:



Hình 4.25. Màn hình Menu.

3.6.2. Cài đặt hệ UTM, chọn đơn vị đo

Nhấn phím PAGE để chọn màn hình MENU, vào Set Up / ENTER, ta có màn hình.



Hình 4.26. Màn hình Setup.

Chọn Units \ ENTER. Ta có màn hình chỉnh Units



Hình 4.27. Cài đặt hệ tọa độ và đơn vị đo.

Các chỉnh sửa trong đây như sau: Possition Format:

Chọn UTM / UPS (Nếu muốn sử dụng hệ UTM), chọn hddd°mm.mmm (nếu muốn sử dụng hệ độ phút).

Map Datum: Chọn Indian Thailand (hoặc chọn WGS 84 tùy theo bản đồ của người sử dụng).

Units : Chọn Metric.

North Ref: chọn True.

Angle: chọn Degree.

Sau khi chỉnh xong nhấn phím PAGE thoát ra màn hình này.

Để cài đặt VN2000, tham khảo tại phần hướng dẫn sử dụng máy GPS76CSx.

3.6.3. Các thao tác thường sử dụng

- Đo tọa độ một điểm: Đặt GPS tại điểm đo, mở máy và chờ máy định vị. Khi máy định vị máy sẽ cung cấp tọa độ điểm đứng. Để lưu tọa độ này vào máy, thao tác như sau: Nhấn và giữ phím ENTER trong khoảng 3 giây, ta có màn hình.



Hình 4.28. Đo tọa độ một điểm.

Tiến hành đặt tên cho điểm. Tên của điểm thường mặc định bằng số thứ tự của điểm đó trong bộ nhớ máy, máy tự động đánh số tự điểm sau mỗi lần ghi từ 001 đến 500 thì thôi. Nếu người sử dụng chấp nhận theo cách đặt tên của máy thì không cần thực hiện bước đặt tên dưới đây. Đặt tên cho điểm bằng cách vào khung đặt tên, nhấn ENTER ta sẽ có màn hình.



Hình 4.29.Đặt tên điểm.

Lần lượt chọn các chữ và số theo tên điểm mà ta muốn đặt. Chú ý sau lần chọn một chữ cái hay số, nhấn ENTER để có thể chọn chữ tiếp theo. Sau khi đặt tên xong thì chọn OK ở cuối màn hình. Máy sẽ trở lại màn hình Mark waypoint.

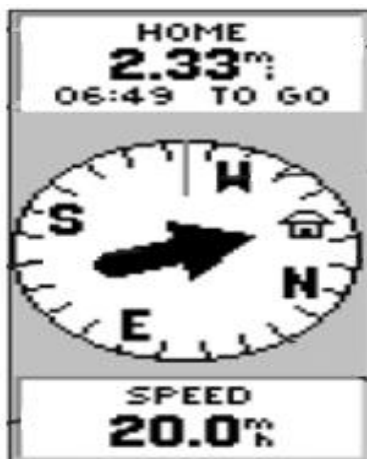
Tiếp tục chọn phím OK và nhấn ENTER. Máy đã lưu vị trí đang đo vào bộ nhớ của mình.

- Chức năng dẫn đường: Chức năng này giúp người sử dụng tìm đường trong những trường hợp mất định hướng (trong rừng hoặc trên biển). Giả sử khi bắt đầu vào rừng, bạn ghi nhớ lại tọa độ điểm khởi hành vào máy, sau khi thực hiện xong công việc, bạn sẽ lệnh cho máy dẫn bạn về điểm khởi hành. Thao tác thực hiện lần lượt như sau: Nhấn phím PAGE để về màn hình MENU, vào Waypoint \ ENTER Chọn tên cần dẫn đường \ ENTER, ta có màn hình.



Hình 4.30.Lệnh dẫn đường.

Chọn lệnh GOTO \ nhấn ENTER. Ta có màn hình.



Hình 4.31. Kết quả dẫn đường.

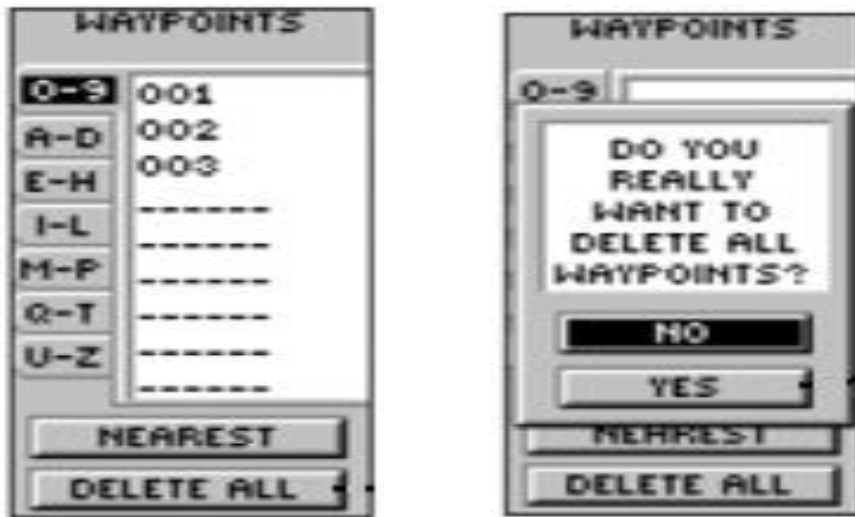
- Xóa tọa độ các điểm đã lưu: Máy có thể lưu nhớ được tất cả 500 điểm, khi bộ nhớ đầy hoặc khi có tọa độ nào không cần thiết thì có thể xoá đi. Có hai cách để xoá, xoá mỗi lần từng điểm hay xoá một lần tất cả các điểm. Thao tác như sau:

Xóa từng điểm một: Nhấn phím PAGE để về màn hình MENU, vào Waypoint \ ENTER \ chọn tên muốn xoá \ ENTER \ chọn DELETE \ ENTER \ chọn Yes \ ENTER, xoá xong.



Hình 4.32. Xóa từng điểm một.

Xóa tất cả các điểm: Nhấn phím PAGE để về màn hình MENU \ vào Waypoint \ ENTER \ chọn lệnh DELETE ALL \ ENTER \ chọn YES \ ENTER. Tất cả các điểm trong bộ nhớ đã bị xoá.



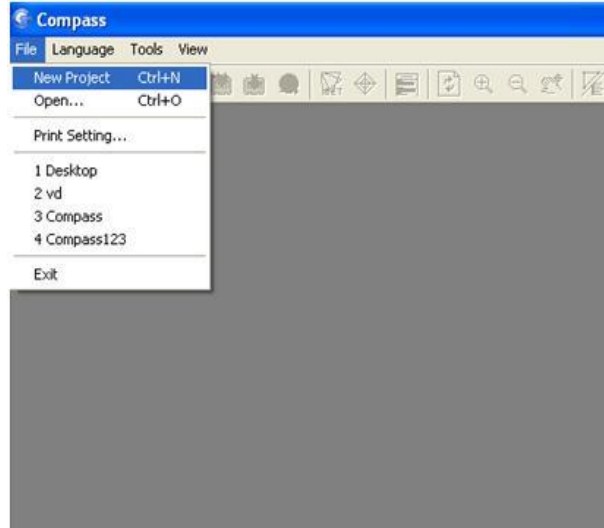
Hình 4.33. Xóa tất cả các điểm.

CHƯƠNG 4: BÌNH SAI LƯỚI GPS

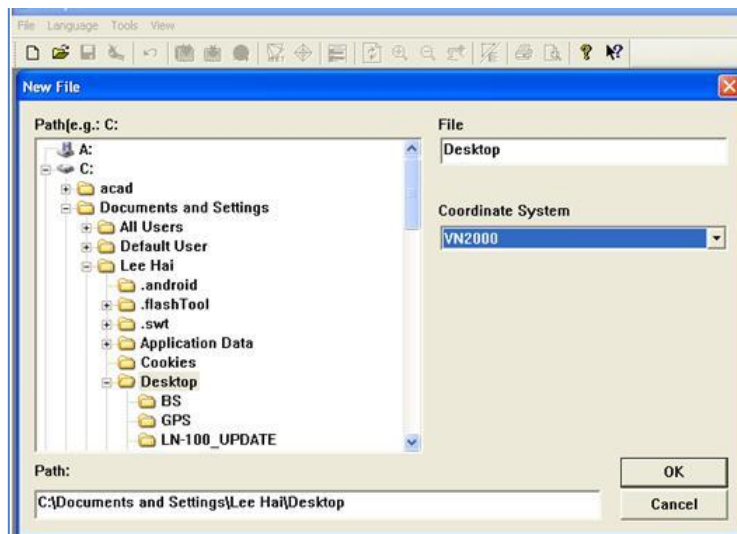
4.1. Phần mềm COMPASS

4.1.1. Tạo một Project mới

Để tạo Project mới chúng ta vào File → New Project – để tạo mới.

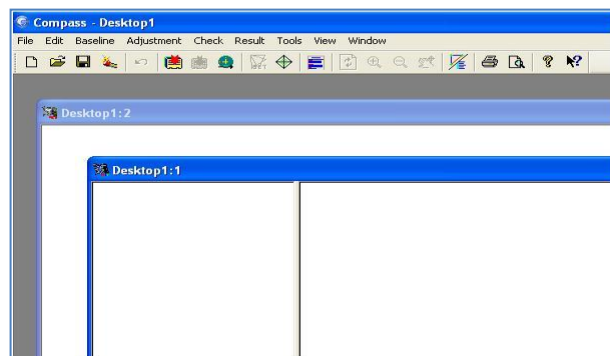


Chọn đường dẫn lưu lại cơ sở dữ liệu sau khi bình sai bằng phần mềm Compass.

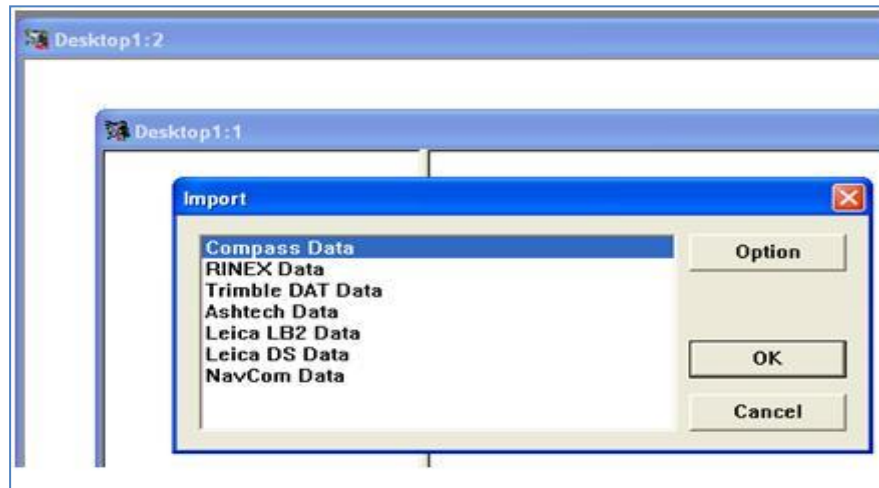


4.1.2. Nhập dữ liệu

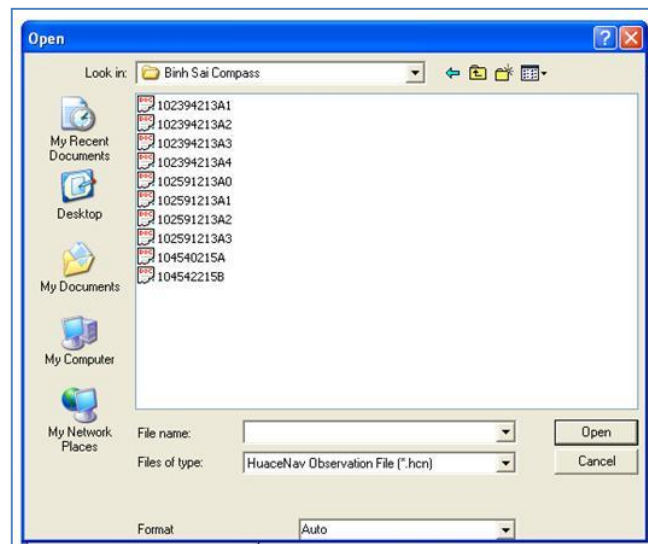
Sau khi tạo mới Project giao diện của phần mềm sẽ xuất hiện như bên dưới sau đó chúng ta sẽ tiến hành Import dữ liệu vào (vào theo đường dẫn **File → Import**).



Chọn định dạng dữ liệu đầu vào:



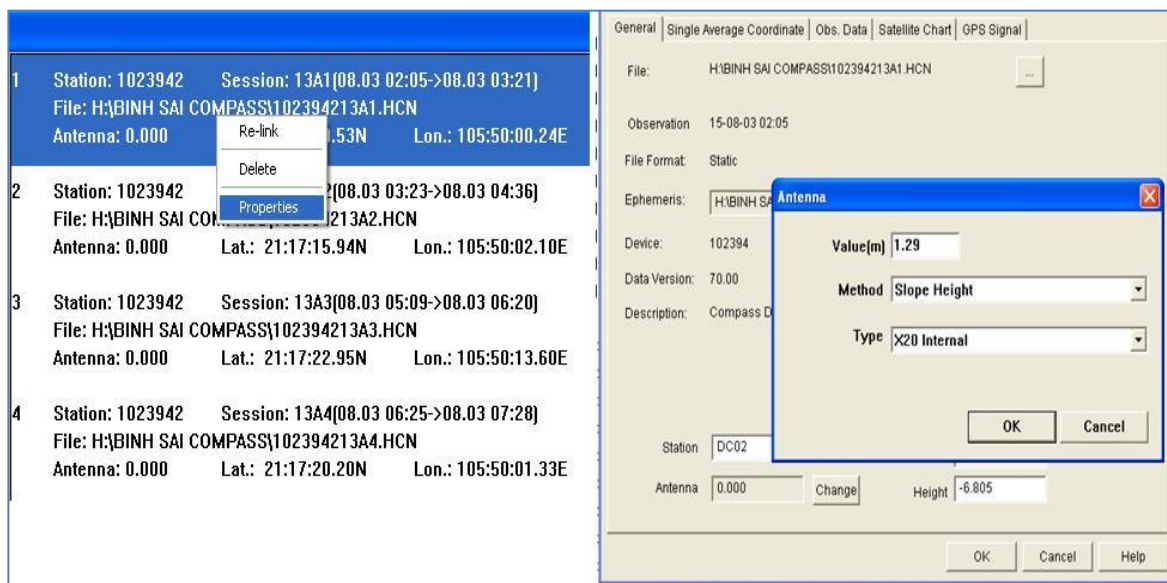
Sau đó chúng ta nhấn OK để xuất hiện bảng thông báo chọn đường dẫn đến file dữ liệu (Phần mềm có thể đưa vào nhiều loại khuôn dạng dữ liệu khác nhau)



Sau đó chúng ta nhấn Ctrl + A để chọn toàn bộ dữ liệu sau đó chúng ta nhấn **Open** để đưa dữ liệu vào **phần mềm Compass**. Màn hình thông báo dữ liệu đã được đưa vào phần mềm bao gồm tên cạnh và tên điểm.



Sau đó chúng ta tiến hành sửa lại tên điểm cho chuẩn và sửa lại chiều cao máy GPS. Nhấn chuột phải vào từng Điểm và chọn Properties để thay đổi tên điểm.

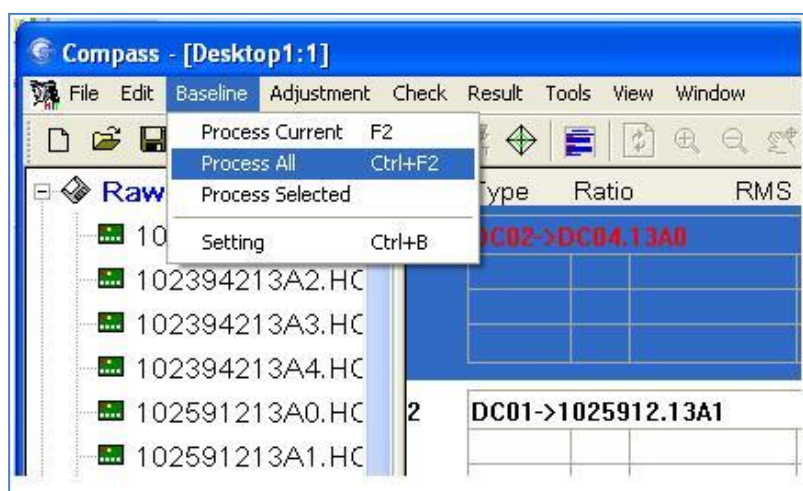


Thay đổi tên điểm ở phần Station - Để thay đổi chiều cao Antenna chúng ta vào phần Change

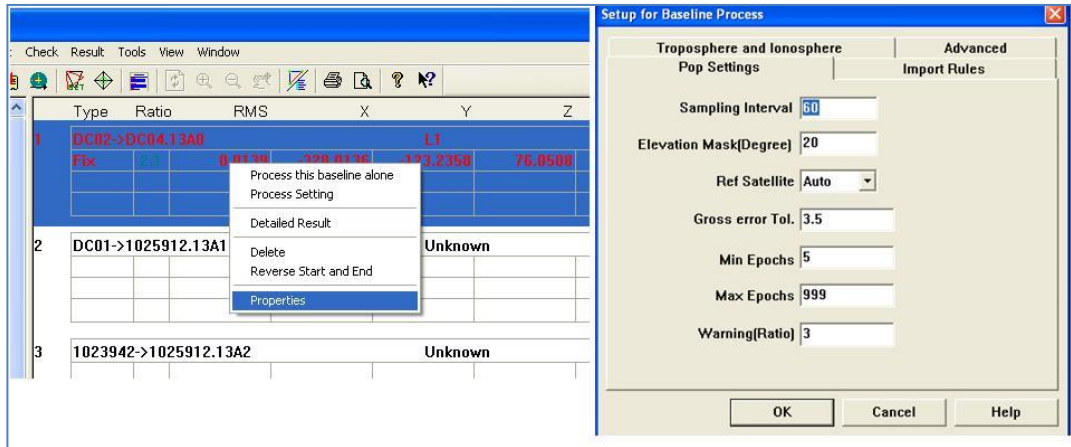
Phương thức đo chiều cao Antenna (Method : Slope Height- Đo chiều cao nghiêng). Sau đó chúng ta nhấn OK để chấp nhận các cài đặt. Sau khi đã sửa xong tên điểm chúng ta chuyển sang bước tiếp theo để xử lý cạnh.

4.1.3. Xử lý cạnh

Để xử lý toàn bộ cạnh chúng ta vào Baseline → Process All để xử lý toàn bộ cạnh.



Sau khi xem các giá trị về các chỉ số RATIO và RM (Thường thì RATIO>4. RMS <0.01) nếu các giá trị nào chưa đạt thì chúng ta tiến hành xử lý cạnh nâng cao.



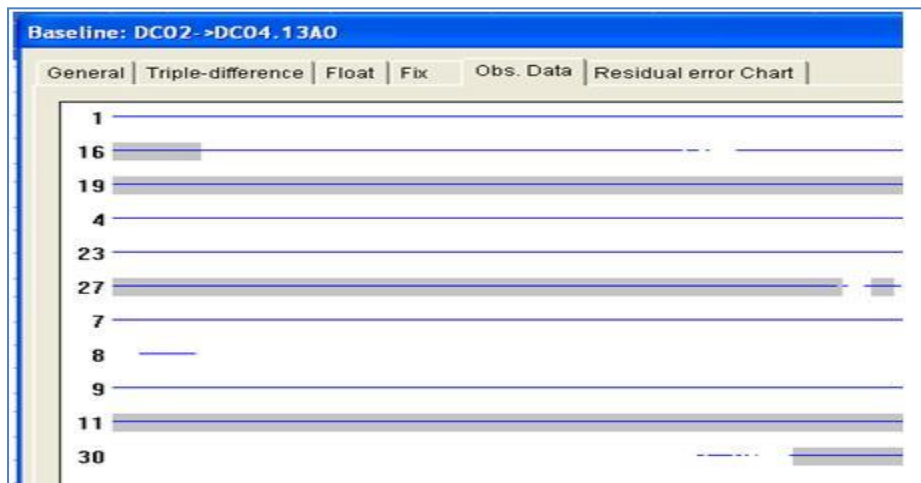
Process This baseline alone - Xử lý cạnh được chọn.

Process Setting: Thay đổi các cài đặt về góc ngưỡng (Elevation Mask).

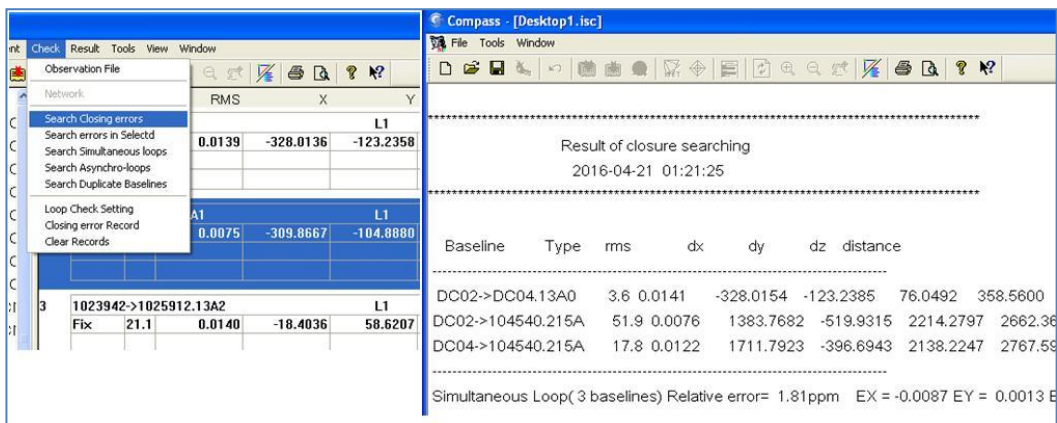
Properties: Thay đổi hoặc cắt bỏ tín hiệu vệ tinh để nâng cao độ chính xác giải cạnh.

Màn hình thông báo về tín hiệu vệ tinh, chất lượng của tín hiệu vệ tinh

Sau khi các chỉ số về Ratio và RMS đã đạt các yêu cầu quy phạm, sau đó chúng ta tiến hành kiểm tra sai số khép hình tam giác ở bước tiếp theo.



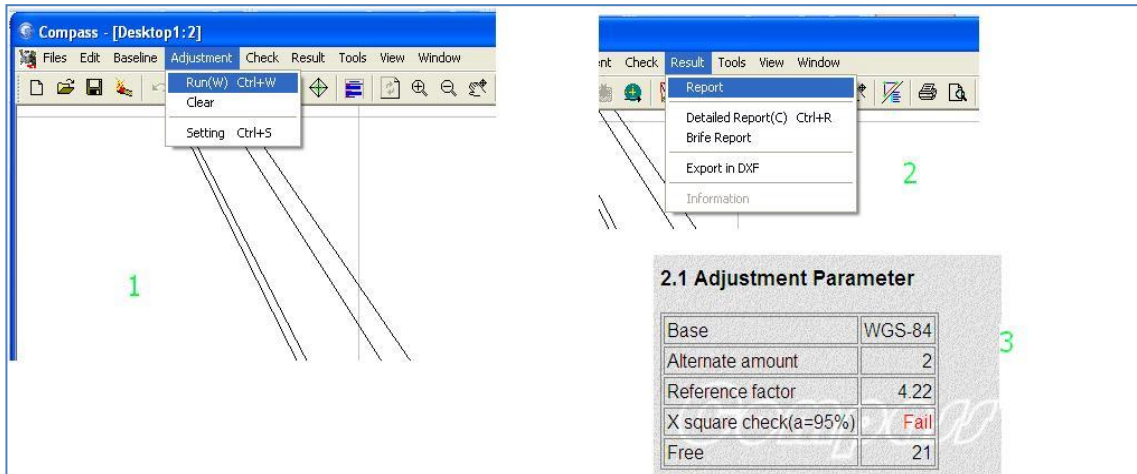
Để kiểm tra sai số khép chúng ta vào **Check** -> **Search Closing error**.



Màn hình thông báo các kết quả về sai số khép hình tam giác các chỉ số **Relative error** càng nhỏ càng tốt và các giá trị EX, EY, EZ. Dựa vào các kết quả này chúng ta có thể biết được vòng nào khép không đạt yêu cầu và có thể loại bỏ để nâng cao độ chính xác.

4.1.4. Bình sai lưới tự do

Để bắt đầu bình sai chúng ta vào Modul Adjustment → Run (W) để bắt đầu bình sai lưới.

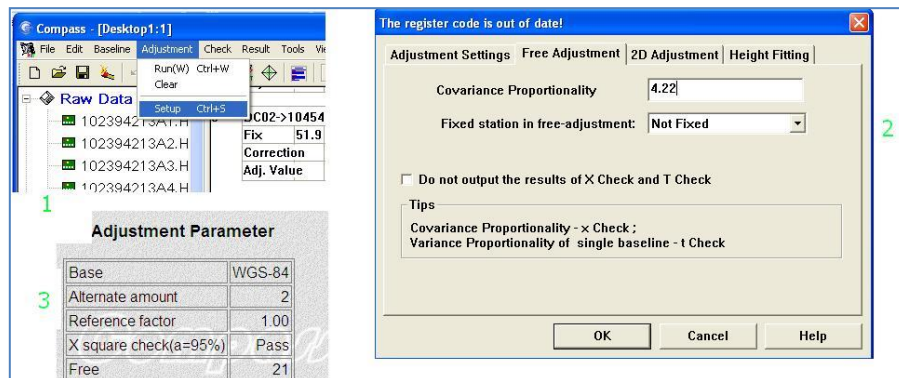


Sau khi bình sai lần thứ nhất xong chúng ta sẽ xuất báo cáo ra để xem bình sai tự do đã đạt yêu cầu chưa.

Chúng ta vào Result à Report để xuất báo cáo

Bình sai lần thứ nhất chưa đạt (X square check đang hiện Fail) do giá trị trọng số đầu vào mặc định là 1 không đúng chúng ta sẽ thay đổi trong số thành giá trị ở dòng Reference factor là 4.22.

Chúng ta vào **Adjustment** và chọn **Setup**



Sau đó chúng ta tiến hành thay giá trị vào phần **Free Adjustment** sau đó nhấn OK để chấp nhận các cài đặt.

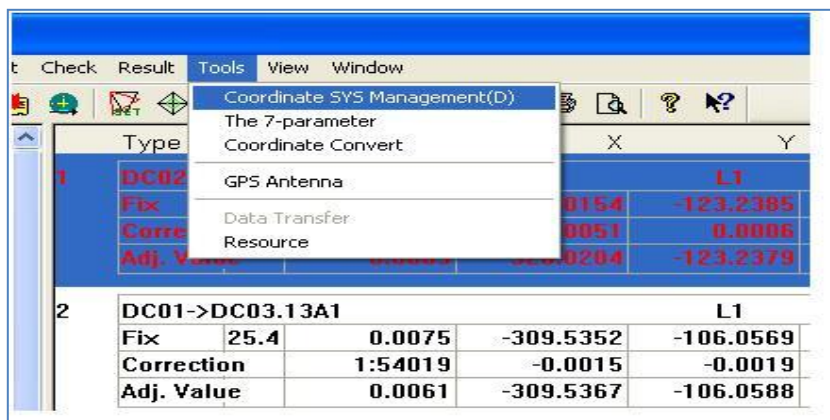
Và sau đó sẽ tiến hành bình sai lại và tiến hành xuất báo cáo để xem các kết quả đã đạt hay chưa. Màn hình báo như bên dưới là đã đạt yêu cầu.

Sau đó chúng ta tiến hành bình sai lưới theo kinh tọa độ của điểm gốc và kinh tuyến trực của khu vực. Chúng ta cần thêm hệ tọa độ vào Project. Chúng ta vào Tools à Codinate SYS Management

Để cài đặt kinh tuyến trục khu vực và múi chiếu thích hợp:

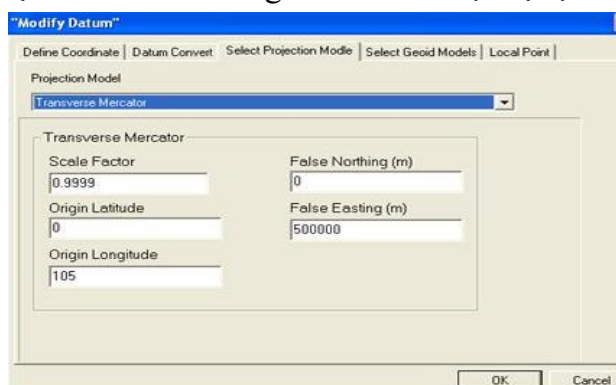
Múi chiếu 3 độ: 0.9999

Múi chiếu 6 độ: 0.9996

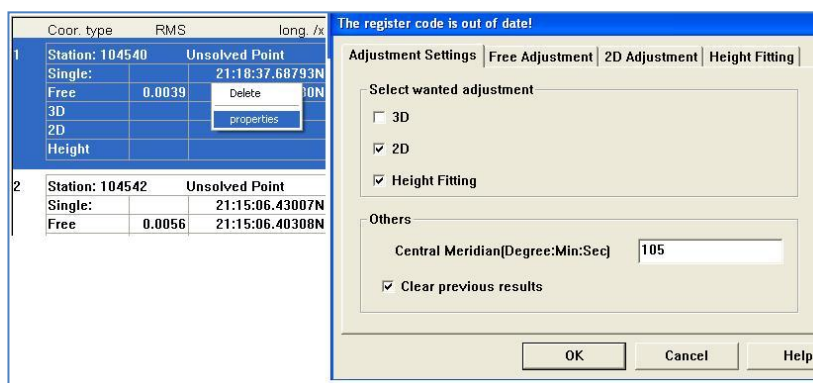


4.1.5. Bình sai lưới trong hệ tọa độ khu vực

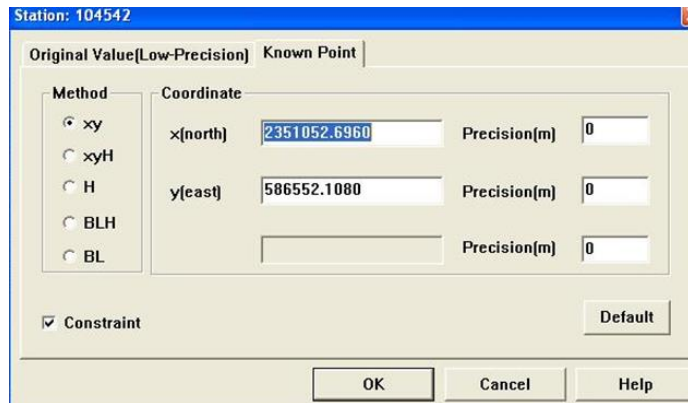
Sau khi thực hiện bước trên chúng ta sẽ thêm một hệ tọa độ mới.



Chúng ta chỉ cần quan tâm đến kinh tuyến trục khu vực, múi chiếu, và khoảng cách 500km còn các thông số khác không cần đặt. Sau đó chúng ta tiến hành nhập tọa độ điểm gốc để tiến hành bình sai lưới. Nếu lưới có 2 điểm gốc thì chúng ta có thể nhập tọa độ một điểm và tiến hành bình sai theo một điểm gốc này để so sánh giá trị của điểm gốc còn lại có bị lệch nhiều hay không- (thường thì nó sẽ lệch vài Cm). Để cài đặt điểm gốc chúng ta nhấn chuột phải và chọn Properties. Sau đó chúng ta vào Adjust và chọn Setting để bình sai lưới theo tọa độ điểm gốc này.



Sau đó chúng ta tiến hành nhập tọa độ điểm gốc thứ 2 và bình sai lưới. Chúng ta tiến hành nhập tọa độ điểm gốc vào phần Known point và tích vào Constraint.



Sau đó chúng ta vào Adjustment và Run để bình sai lại theo 2 điểm gốc này. Kết quả bình sai lưới.

3.3 2D Coordinate

| Station | North(x)/RMS (m) | | East(y)/RMS (m) | | RMS (m) | Error Ellipse | | |
|---------|------------------|--------|-----------------|--------|---------|---------------|--------|--------------------------|
| | | ***** | | ***** | | E(m) | F(m) | ET(Degree:Minute:Second) |
| 104540 | 2357543.1340 | ***** | 585108.3950 | ***** | | | | |
| 104542 | 2351052.6960 | ***** | 586552.1080 | ***** | | | | |
| DC01 | 2355035.5553 | 0.0023 | 586335.2472 | 0.0025 | 0.0034 | 0.0028 | 0.0021 | 125:20:43 |
| DC02 | 2355167.6123 | 0.0024 | 586310.3687 | 0.0034 | 0.0042 | 0.0035 | 0.0022 | 111:01:27 |
| DC03 | 2355081.7601 | 0.0023 | 586661.7343 | 0.0021 | 0.0031 | 0.0024 | 0.0020 | 150:20:10 |
| DC04 | 2355250.8655 | 0.0021 | 586659.1299 | 0.0030 | 0.0036 | 0.0031 | 0.0019 | 110:24:09 |

Như vậy là quá trình bình sai lưới trên phần mềm Compass đã xong chúng ta sẽ chuyển sang bước cuối cùng của bình sai lưới GPS

4.1.6. Biên tập kết quả bình sai

Sau khi bình sai xong chúng ta sẽ vào đường dẫn ta tạo lúc đầu Copy 2 thư mục Report và thư mục Res và gom vào một thư mục và tiến hành khởi động chương trình biên tập kết quả bình sai

4.2. Phần mềm Hi-Target Geomatics Office

4.2.1. Tạo một dự án mới

Để tạo mới Project, Khởi động phần mềm TBC ta chọn File/New Project từ cửa sổ chính của phần mềm. Sau khi chọn, trên màn hình sẽ xuất hiện hộp thoại New Project. Trong trường hợp Template của nó chọn Metric để thiết lập các cấu hình project metric đối với project này và nhấn OK. Nếu muốn tùy chọn metric làm việc mặc định nhấn nút Set as default.

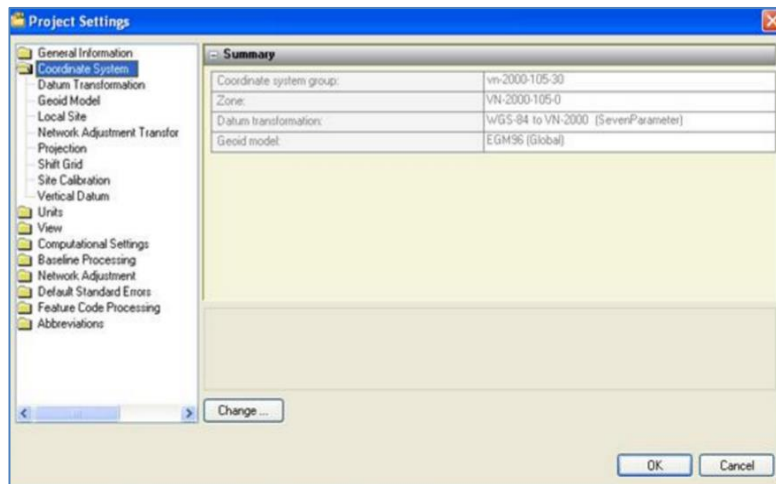
Thay đổi cấu hình project

Có thể xem và thay đổi tất cả các cấu hình của project bao gồm đơn vị (units), chi tiết về hệ tọa độ và các lựa chọn cho tính toán.

Để xem và thay đổi các cấu hình của project cần thực hiện:

Chọn Project/Project Settings. Hộp thoại Project setting xuất hiện.

Để thay đổi các cấu hình hệ tọa độ cần chọn mục Coordinate System, khi đó thẻ Summary xuất hiện.



Tiếp theo sẽ thao tác trên các “phím” chức năng:

Nhấn Change. Hộp thoại Select Coordinate System sẽ xuất hiện.

Chọn New System và nhấn Next. Hộp thoại Select Coordinate System Type sẽ xuất hiện.

Chọn Coordinate System and Zone và nhấn Next. Hộp thoại Select Coordinate System Zone sẽ xuất hiện.

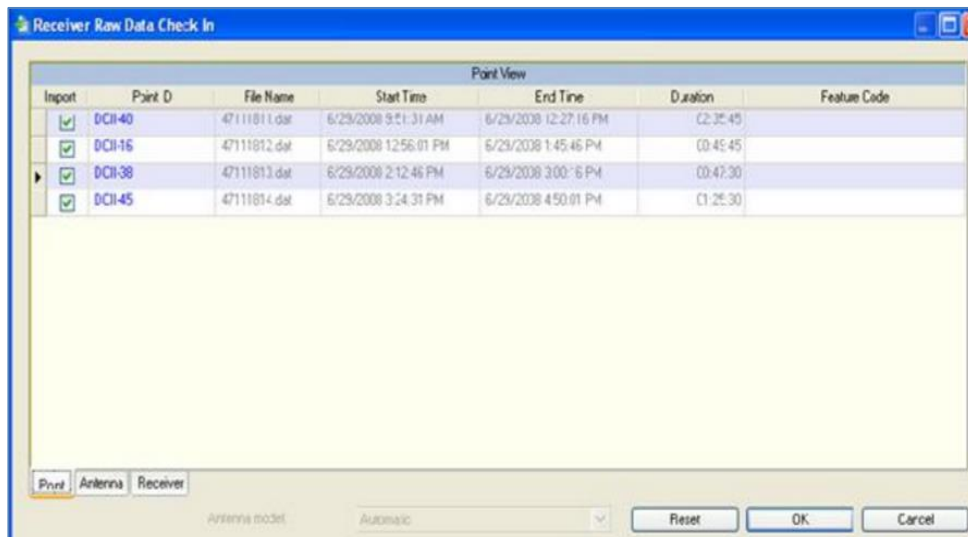
Trong Coordinate System Group, chọn hệ quy chiếu đã định nghĩa từ trước. Trong trường hợp Zone, chọn hệ tọa độ vuông góc phẳng (đã định nghĩa) đây là hệ VN-105-00 (kinh tuyến trung ương 105) và nhấn Next. Hộp thoại Select Geoid Model xuất hiện. Tiếp theo chọn mô hình Geoid và nhấn Finish.

4.2.2. Nhập dữ liệu cho công tác xử lý số liệu

Xử lý sau là công việc thường áp dụng để xử lý số liệu đo lưới GPS. Để xử lý sau, trước hết cần nhập dữ liệu từ lệnh Import. Có thể thực hiện bằng cách chọn File/Import hoặc biểu tượng Import trên thanh công cụ. Sau khi chọn, hộp thoại Import xuất hiện.

Trong danh sách Import Folder, sử dụng Browse, để tìm thư mục chứa bộ dữ liệu đã được trút vào máy tính. Việc trút số liệu từ bộ nhớ máy thu GPS vào máy tính phải được thực hiện trước bằng modun trút dữ liệu (thí dụ như mô đun Dữ Liệu Transfer...). Số liệu có thể ở dạng tệp DAT hoặc dạng RINEX. Chọn thư mục chứa số liệu trong đó có các tệp số liệu (DAT), chọn tất cả tệp và nhấn Import để nhập các tệp số liệu đó

Hộp thoại Importing File xuất hiện rất nhanh, hiển thị thông báo quá trình nhập dữ liệu. Sau khi nhập hết dữ liệu, hộp thoại Receiver Raw Data Check in sẽ xuất hiện.



Ngay sau khi nhập các tệp số liệu, các cờ sẽ xuất hiện trên sơ đồ lưới nếu sai số vị trí vượt ngưỡng về dung sai mặt bawngd. Để xem danh sách các cờ, có thể chọn View/Flags Pane. Có thể thay đổi dung sai trong Project/Project Settings/Computation/Point Tolerances... Cần lưu ý rằng, việc thay đổi dung sai có thể làm mất cờ nhưng thực chất không làm tăng độ chính xác.

Trên hộp thoại Receiver Raw Data Check In cho phép kiểm tra và chỉnh sửa dữ liệu thô trong mỗi file trước khi hoàn thành nhập dữ liệu. Trên hộp thoại, có ba thẻ lựa chọn ở góc dưới bên trái gồm: Point, Antenna và Receiver.

Khi chọn Point sẽ có các thông báo về tên điểm (Point ID), tên tệp số liệu (File Name), thời gian bắt đầu thu (Star Time), thời gian kết thúc (End Time), thời gian thu tín hiệu (Duration)....

Khi chọn Antenna sẽ hiển thị loại anten (Type), điểm tính độ cao anten (Antenna Phase Center), độ cao anten (Height), tại đây cho phép kiểm tra độ cao anten, nhập vào độ cao anten (nếu chưa có) hoặc chỉnh sửa lại độ cao anten.

Khi chọn Receiver, sẽ hiển thị chủng loại máy thu sử dụng, nơi chế tạo (Manufacture), kiểu sso (Survey Mode), số hiệu máy thu (Serial Number)...

Sau khi các file dữ liệu thô được nhập vào, Plan View hiển thị tất cả các cạnh trong mạng lưới (màu xanh lam) . Do dữ liệu thuộc đo tĩnh, nên các cạnh phải được xử lý ở bước tiếp theo.

Chỉnh sửa các file dữ liệu nhập:

Có thể chỉnh sửa các file dữ liệu thô trong khi nhập bằng cách sử dụng hộp thoại Receiver Raw Data Check In. Cũng có thể chỉnh sửa các file kể cả khi chúng

đã được nhập. Sai sót thường gặp trong quá trình đo đạc thực hiện là nhập tên điểm và nhập độ cao anten sai. Để xem danh sách các điểm trong project cần thực hiện:

Chọn View/Project Explorer.

Chọn điểm để chỉnh sửa tên điểm (nếu đã nhập sai) trong Project Explorer (nhấn Ctrl và nhấn vào mỗi điểm).

Chọn Point/Merge Points đánh dấu chọn điểm sai.

Trong phần Select Points đánh dấu chọn điểm sai.

Nhấn OK. Trong Project Explorer, bây giờ chỉ còn một Point ID cho điểm đúng.

Nếu độ cao anten sai, việc chỉnh sửa được thực hiện trên hộp thoại

Receiver Raw Data Check In.

4.2.3. Xử lý cạnh

Sau khi kiểm tra số liệu đã nhập vào Project, có thể tiến hành xử lý cạnh. Trước hết là xử lý tất cả các cạnh theo các tham số mặc định. Cũng có thể chỉ xử lý các cạnh độc lập để đáp ứng các yêu cầu kỹ thuật hoặc các cạnh yêu cầu thiết kế lưới GPS.

a. Xem các cấu hình xử lý cạnh

Trước khi bạn tiến hành xử lý cạnh, bạn có thể xem các cấu hình xử lý cạnh. Để xem các cấu hình này, chọn Project/Project Settings.

Có thể tùy chọn các cấu hình dùng trong xử lý cạnh theo yêu cầu của người xử lý. Nếu không chọn, quá trình xử lý được thực hiện theo cấu hình mặc định.

Khi xử lý cạnh, cần biết tọa độ tuyệt đối của điểm đầu cạnh. Thông thường tọa độ tuyệt đối được xác định theo kết quả định vị tuyệt đối với sai số trong phạm vi khoảng cách. Trong trường hợp cần xử lý với độ chính xác cao, cần phải nhập tọa độ chính xác trong hệ WGS-84 của ít nhất một điểm trong lưới. Phần mềm TBC cho phép nhập tọa độ chính xác từ Project/Import.

b. Xử lý cạnh

Nếu một phần của lưới được chọn thì chỉ các cạnh đó được xử lý. Nếu không chọn cạnh nào thì tất cả các cạnh chưa xử lý sẽ được xử lý. Để khởi động xử lý cạnh ta chọn Survey/Processing Baselines hoặc nhấn biểu tượng Process Baselines trên thanh công cụ.

Trong quá trình xử lý, hộp thoại Process Baselines xuất hiện. Khi quá trình xử lý cạnh kết thúc, có thể xem kết quả trước khi lưu các véc tơ cạnh đã được xử lý.

| Save | Observation | Solutio | Horiz. Preciso | Vert. Preciso | RMS | Ratio | Length |
|-------------------------------------|--------------------|---------|----------------|---------------|-------|--------|----------|
| <input checked="" type="checkbox"/> | DC-28 --- DC-27 | Fixed | 0.003 | 0.006 | 0.006 | 86.22 | 962.078 |
| <input checked="" type="checkbox"/> | DC-37 --- DCI-45 | Fixed | 0.004 | 0.007 | 0.008 | 105.27 | 1504.243 |
| <input checked="" type="checkbox"/> | DC-28 --- O BIET | Fixed | 0.004 | 0.007 | 0.008 | 311.65 | 795.616 |
| <input checked="" type="checkbox"/> | O BIET --- dc2-22 | Fixed | 0.005 | 0.012 | 0.010 | 104.43 | 931.011 |
| <input checked="" type="checkbox"/> | O BIET --- DC-30 | Fixed | 0.004 | 0.012 | 0.009 | 114.42 | 1044.289 |
| <input checked="" type="checkbox"/> | DC-30 --- dc2-23 | Fixed | 0.005 | 0.010 | 0.011 | 20.72 | 949.625 |
| <input checked="" type="checkbox"/> | DC-30 --- DCI-40 | Fixed | 0.005 | 0.010 | 0.006 | 262.53 | 1416.242 |
| <input checked="" type="checkbox"/> | DC-30 --- DC-32 | Fixed | 0.005 | 0.010 | 0.007 | 161.79 | 1421.051 |
| <input checked="" type="checkbox"/> | O BIET --- DCI-16 | Fixed | 0.005 | 0.012 | 0.010 | 10.10 | 1146.231 |
| <input checked="" type="checkbox"/> | DC-28 --- dc26l pp | Fixed | 0.004 | 0.008 | 0.009 | 59.97 | 982.536 |
| <input checked="" type="checkbox"/> | DC-28 --- dc2-27 | Fixed | 0.005 | 0.008 | 0.008 | 106.56 | 1257.176 |
| <input checked="" type="checkbox"/> | DC-28 --- DCI-38 | Fixed | 0.005 | 0.009 | 0.009 | 14.20 | 1599.911 |
| <input checked="" type="checkbox"/> | O BIET --- dc26l p | Fixed | 0.004 | 0.008 | 0.008 | 68.20 | 585.619 |
| <input checked="" type="checkbox"/> | dc2-22 --- DCI-16 | Fixed | 0.005 | 0.013 | 0.008 | 198.63 | 450.197 |
| <input checked="" type="checkbox"/> | DCI-40 --- DC-32 | Fixed | 0.004 | 0.008 | 0.005 | 290.67 | 672.603 |
| <input checked="" type="checkbox"/> | DC-30 --- dc2-22 | Fixed | 0.005 | 0.012 | 0.008 | 105.80 | 718.261 |

Chất lượng cạnh xử lý là FIXED hay FLOAT thể hiện trên cột Solution Type. Trên hộp thoại Process Baselines cho biết các thông tin khác nhau như RATIO, RMS, chiều dài cạnh (Length)... các cạnh có lời giải FIXED được đánh dấu để lưu (save). Trên hình 7 kèm theo thông báo có số cạnh đã được xử lý và số cạnh có lời giải Fixed, được tự động đánh dấu chọn để lưu. Sau khi đã xem toàn bộ kết quả, nhấn Save để lưu các véc tơ đã được xử lý vào cơ sở dữ liệu Project.

Sau khi các véc tơ cạnh đã được xử lý và được lưu, các cạnh trên hình lưới sẽ tự chuyển sang màu xanh nước biển.

Đối với những cạnh có chất lượng kém cần phải xử lý can thiệp để nâng cao chất lượng cạnh. Phần mềm TBC cho phép người tính can thiệp để nâng cao nhờ chức năng Session Editor. Trong đó người xử lý có thể tăng góc ngưỡng, cắt bỏ thời gian... Để mở Session Editor, trước hết chọn View/New Time-Based View, khi đó sẽ xuất hiện của sổ thời gian sẽ xuất hiện thông báo

Để thiết lập góc ngưỡng của vệ tinh, ta sử dụng Project/Project Settings và trên hộp thoại Project Settings chọn Baseline Processing/Satellites. Trên hộp thoại này ta chọn góc ngưỡng trong trường Elevation Mask.

c. Xem danh sách các vector

Có thể xem tất cả các véc tơ có trong project bằng cách chọn View/New Vector Spreadsheet hoặc nhấn biểu tượng New Vector Spreadsheet trên thanh công cụ View.

Danh sách các vector xuất hiện (hình 3.16), trên đó thông báo điểm đầu cạnh, điểm cuối cạnh, dạng lời giả, độ chính xác chiều dài (bằng), độ chính xác chênh cao, các giá số tọa độ không gian địa tâm, chiều dài cạnh, độ cao anten của các điểm đầu cạnh...

Để xem chi tiết kết quả giải vector cạnh, sử dụng Reports/Baseline Processing Report.

4.2.4. Xem báo cáo kết quả khép hình

Báo cáo Loop Closure Results là một cách rất hiệu quả để phát hiện các sai số thô trong bộ dữ liệu như sai số chiều cao anten, sai số dọi điểm...

Để tính toán sai số khép hình và tạo báo cáo về sai số khép hình kết quả đo GPS (GNSS Loop Closure Results), chọn Survey/GNSS Loop Closure hoặc nhấn biểu tượng GNSS Loop Closure Results và thực hiện thao tác ghi tham số lựa chọn trong Report Setting.

Các tham số lựa chọn gồm số cạnh trong vòng khép (Legs), chỉ tiêu (giới hạn) đạt hay không đạt (Pass/Fail Criteria) dưới dạng sai số tương đối (phần triệu – PPM).

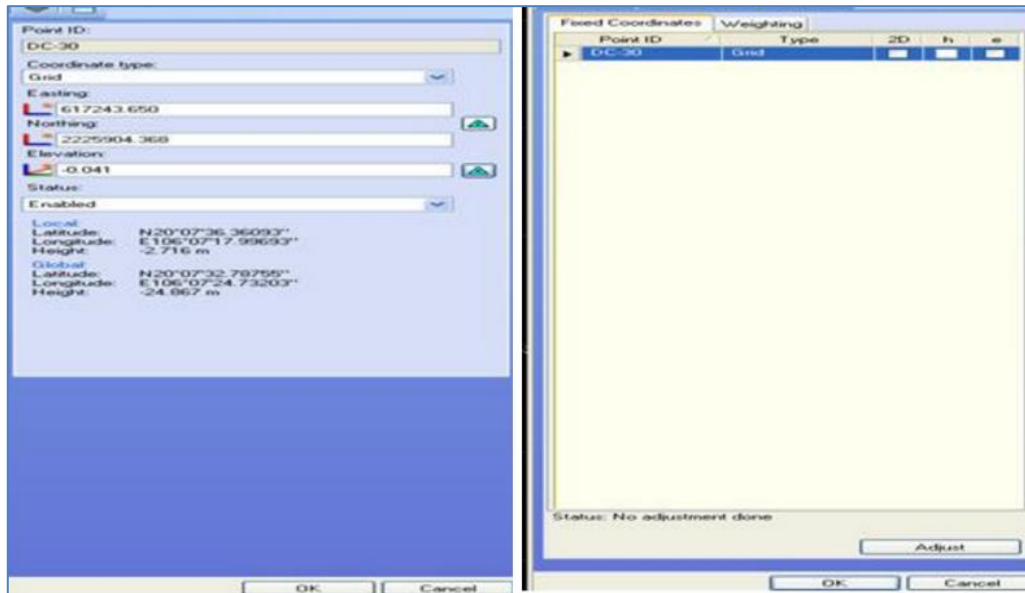
Lựa chọn nội dung hiển thị (Show) trong báo cáo khép hình cũng được thực hiện trong Report Sections, trong đó có thể lựa chọn cho hiển thị những vòng không đạt (Failed Loops) và hiển thị cả vòng đạt (Passed Loops)

4.2.5. Bình sai lưới

Khi tất cả các cạnh trong lưới đã được xử lý và kiểm tra, có thể tiến hành bình sai mạng lưới trong hệ tọa độ vuông góc phẳng UTM (đã được định nghĩa và lựa chọn từ trước)

Đánh dấu điểm gốc (chọn làm điểm gốc tối thiểu) bằng cách chuột trái chọn điểm sau đó chuột trái chọn Add Coordinate để nhập tọa độ UTM (Grid) và độ cao thủy chuẩn (Elevation) của điểm gốc này.

Sau khi nhập cần chuyển ghi chú (?) thành giá trị gốc (Control Quality), ghi chú sẽ được chuyển thành tam giác (hình 8). Cần lưu ý rằng, phải nhập tọa độ của điểm gốc đã được chuyển về múi chiều phù hợp với lựa chọn



Sau đó nhấn Adjust để bình sai mạng lưới. Sau đó trên cửa sổ Plan View, sơ đồ mạng lưới sẽ được thể hiện.

Thường sau kết quả bình sai lần thứ nhất, thông báo kết quả không đạt do vấn đề trọng số đầu vào, điều đó thể hiện ở giá trị Reference factor của lưới không bằng 1 và kiểm định chi- bình phương (Chi Square) thất bại (Failed). Trong trường hợp này, ta phải bình sai lần thứ hai sau khi chỉnh lại trọng số nhập và trọng số nhận sau bình sai lần thứ nhất. Trong hộp thoại Adjust Network, chọn thẻ Weighting để thay đổi trọng số. Sau bình sai lần hai, giá trị Reference Factor sẽ là 1.00 và kiểm định Chi Square thành công (Passed).

Để xem báo cáo Network Adjust Report nhấn biểu tượng report. Phần mềm tạo báo cáo Network Adjusts Report ở dạng file html.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1]. Hồ Kiệt, Huỳnh Văn Chương, *Trắc địa*, Trường Đại học Nông Lâm Huế, 2011.
- [2]. Huỳnh Văn Chương, Phạm Gia Tùng, *Hệ thống định vị toàn cầu*, Trường Đại học Nông Lâm Huế, 2012.
- [3]. Trần Vĩnh Phước, *GPS Hệ thống định vị toàn cầu*, Nhà xuất bản Đại học Quốc gia thành phố Hồ Chí Minh, 2008.

MỘT SỐ THUẬT NGỮ TIẾNG ANH VIỆT TẮT

| | |
|----------|--|
| ABLS | <i>Airborne Bathymetry LIDAR System</i> |
| AS | <i>Anti-Spoofing</i> |
| ATS | <i>Apparent Sidereal Time</i> |
| CTRS | <i>Conventional Terrestrial Reference System</i> |
| DGLONASS | <i>Differential GLONASS</i> |
| DGPS | <i>Differential GPS</i> |
| FAA | <i>US Federal Aviation Administration</i> |
| FDMA | <i>Frequency Division Control Subcommittee</i> |
| FIX | <i>Fixed double-difference</i> |
| GIS | <i>Geographic Information System</i> |
| GLONASS | <i>Global Navigation Satellite System</i> |
| GPS | <i>Global Positioning System</i> |
| IAT | <i>International Atomic Time</i> |
| PDGPS | <i>P-code Pseudorange DGPS</i> |
| PDOP | <i>Position Dilution of Precision</i> |
| RINEX | <i>Receiver Independence Exchange format</i> |
| RTK | <i>Real Time Kinematic</i> |
| UT | <i>Universal Time</i> |
| UTC | <i>Universal Coordinated Time</i> |
| WAVE | <i>Weighted Ambiguity Vector Estimator</i> |
| WGS84 | <i>World Geodetic System-1984</i> |