

**HIỆN ĐẠI HÓA HỆ THỐNG ĐỊNH VỊ SỬ DỤNG VỆ TINH
VÀ ỨNG DỤNG TRONG HÀNG HẢI**
GLOBAL NAVIGATION SATELLITE SYSTEM MODERNIZATION
AND MARITIME APPLICATIONS

PHẠM VIỆT HƯNG

Khoa Điện – Điện tử, Trường Đại học Hàng hải Việt Nam

Tóm tắt

Các hệ thống định vị sử dụng vệ tinh (GNSS) đang được ứng dụng trong nhiều lĩnh vực như giao thông thông minh, giám sát tốc độ, định vị vị trí chính xác, cảnh báo sóng thần, ... Gần đây, các hệ thống GNSS đang có nhiều thay đổi như quá trình hiện đại hóa hệ thống GPS của Mỹ và các hệ thống mới như Galileo của Châu Âu, Bắc Đẩu của Trung Quốc. Những thay đổi trong các hệ thống GNSS bao gồm bổ sung thêm các vệ tinh, thêm các tín hiệu định vị mới, mã giả ngẫu nhiên mới cũng như xu hướng liên kết hệ thống. Bài báo này sẽ phân tích những ứng dụng trong lĩnh vực hàng hải của việc hiện đại hóa GNSS và đa hệ thống GNSS. Bên cạnh đó, bài báo cũng sẽ phân tích những thách thức mà GNSS sẽ gặp phải khi cung cấp các dịch vụ trong hàng hải.

Abstract

Global Navigation Satellite Systems (GNSS) have been widely used in many application systems such as intelligent traffic systemS, velocity measuring, high precise positioning, tsunami warning systems, Recent years, many important changes have been exploited in GNSS such as the modernization of Global Positioning System (GPS) and the introduction of European Galileo, Chinese Beidou. These changes of GNSS include introducing new satellites, new navigation signals, new codes as well as interoperability. In this paper, new maritime applications of modernization GPS as well as multi-GNSS are presented. Besides, the challenges of these changes of GNSS to maritime applications are also introduced.

Key words: GNSS Modernization, Maritime Application, GPS, Beidou.

1. Hiện trạng các hệ thống vệ tinh định vị toàn cầu ngày nay và trong tương lai

Sự phát triển không ngừng của các ứng dụng liên quan đến dịch vụ của hệ thống GNSS (Global Navigation Satellite System) đòi hỏi chất lượng dịch vụ ngày càng tốt hơn nữa. Trước những yêu cầu đó, các hệ thống GNSS đã có những bước phát triển, cải tiến và nâng cấp hoặc triển khai mới như: hiện đại hóa hệ thống GPS, triển khai mới hệ thống Galileo, Bắc Đẩu, tái khởi động hệ thống GLONASS.

Đối với hệ thống GPS, đến ngày 27 tháng 7 năm 2015, chòm sao vệ tinh của hệ thống GPS đã bao gồm 31 vệ tinh hoạt động bao gồm: 3 vệ tinh thế hệ IIA (Block IIA); 12 vệ tinh thế hệ IIR; 7 vệ tinh thế hệ IIR(M) và 09 vệ tinh thế hệ IIF [1]. Trong đó, các thế hệ vệ tinh IIA và IIR phát các tín hiệu truyền thống sử dụng mã C/A trên tần số L1 và tín hiệu mã P(Y) dành cho quân sự

trên tần số L1 và L2. Còn các vệ tinh thế hệ IIR(M) và IIF thuộc giai đoạn hiện đại hóa của hệ thống GPS với việc bổ sung thêm các tín hiệu định vị mới đảm bảo an toàn sự trên tần số L2 (L2C) và L5. Các vệ tinh IIR(M) đã được triển khai trên quỹ đạo trong giai đoạn 2005-2009, thế hệ IIF đã và đang được phóng lên quỹ đạo từ năm 2010. Theo kế hoạch hiện đại hóa của hệ thống GPS, thế hệ vệ tinh III sẽ được phóng lên quỹ đạo năm 2016, thế hệ vệ tinh này bổ sung thêm tín hiệu định vị dân sự thứ 4 trên tần số L1 (L1C).

Liên minh châu Âu đã triển khai phát triển hệ thống định vị sử dụng vệ tinh của riêng mình với tên gọi Galileo với độ chính xác cao và các dịch vụ được đảm bảo dành cho dân sự. Đến nay (tháng 7 năm 2015), hệ thống Galileo đã đưa vào hoạt động 4 vệ tinh và phóng thành công lên quỹ đạo 2 vệ tinh [2]. Khi đi vào hoạt động đầy đủ, hệ thống Galileo sẽ bao gồm 30 vệ tinh hoạt

động ở quỹ đạo tầm trung MEO (*Medium Earth Orbit*). Các vệ tinh của hệ thống Galileo cũng sẽ phát các tín hiệu định vị trên các tần số L1, L2 và L5 giống như hệ thống GPS.

Tại châu Á, Trung Quốc cũng đã triển khai cho riêng mình hệ thống GNSS với tên gọi Bắc Đẩu (*Beidou*). Ngày 25 tháng 7 năm 2015, Trung Quốc đã phóng thành công 2 vệ tinh lên quỹ đạo. Đó là các vệ tinh thứ 18 và 19 của hệ thống Bắc Đẩu [3]. Các vệ tinh mới của hệ thống Bắc Đẩu được kỳ vọng sẽ phát các tín hiệu định vị mới ở pha III, với việc dịch chuyển tần số sóng mang của tín hiệu dân sự B1 từ 1561,098MHz sang tần số thông dụng L1=1575,42MHz giống như hệ thống GPS và Galileo. Tuy nhiên, hiện nay, vùng phủ sóng của hệ thống Bắc Đẩu tập trung chủ yếu ở khu vực châu Á – Thái Bình Dương (trong đó có Việt Nam) nên mới chỉ là hệ thống định vị khu vực, chưa có tính toàn cầu. Hệ thống Bắc Đẩu cũng sẽ được kỳ vọng hoàn thiện việc phóng các vệ tinh lên quỹ đạo vào năm 2020 và khi đó sẽ trở thành hệ thống định vị sử dụng vệ tinh có khả năng phủ sóng toàn cầu. Đặc biệt, ngày 21 tháng 11 năm 2014, tổ chức Hàng hải quốc tế (IMO) đã ban hành thông tri số 329 trong đó công nhận hệ thống Bắc Đẩu là một thành phần của Hệ thống vô tuyến dẫn đường hàng hải toàn cầu.

Có thể nói lúc này đang là thời điểm phát triển mạnh của các hệ thống GNSS. Trong suốt nhiều năm, từ những năm 70 của thế kỷ 20, với dân sự, các hệ thống GNSS chỉ có 2 tín hiệu là GPS L1 C/A (L1=1575,42MHz) [4] và tín hiệu Glonass G1 (1602,0+0,5625n (MHz), n=1,2,...,12). Gần đây, nhiều tín hiệu định vị mới đã được bổ sung như: GPS có L2C (L2=1227,60MHz), L5

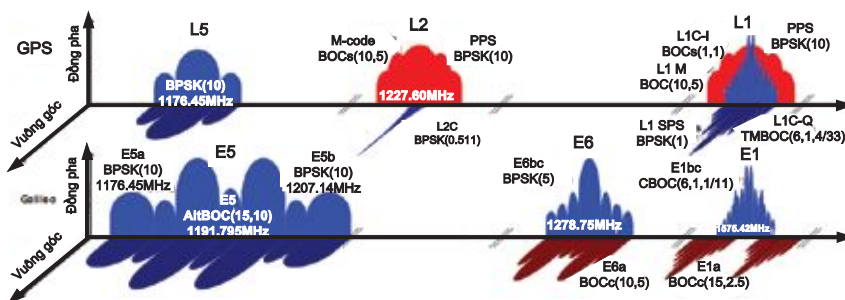
(L5=1176,45MHz), Galileo có E1 (E1=1575,42MHz) và E5a, E5b (E5=1191,795MHz). Vị trí và dạng phổ tần của các tín hiệu định vị trong các hệ thống GNSS được mô tả ở Hình 1.

Việc hiện đại hóa và triển khai mới các hệ thống GNSS với nhiều tín hiệu định vị mới sẽ mang đến những cơ hội nâng cao chất lượng dịch vụ của hệ thống GNSS, triển khai được nhiều ứng dụng mới trong nhiều lĩnh vực đời sống. Tuy nhiên, bên cạnh đó, nhiều thách thức cũng sẽ được đặt ra đối với lĩnh vực thiết kế bộ thu GNSS.

2. Liên kết giữa các hệ thống định vị sử dụng vệ tinh

Việc triển khai nhiều hệ thống GNSS đặt ra yêu cầu liên kết giữa các hệ thống để tăng cường số vệ tinh được một bộ thu GNSS “nhìn thấy” khi hoạt động và nâng cao độ chính xác của bộ thu GNSS. Tuy nhiên, để đạt được mục tiêu này, các tín hiệu định vị của các hệ thống GNSS phải có sự chồng phổ hoặc chung tần số sóng mang như: tín hiệu GPS L1 C/A và tín hiệu Galileo E1 đều có chung tần số sóng mang L1=1575,42MHz. Các tín hiệu định vị này có phổ tần chồng lấn nhưng không gây can nhiễu sang nhau do sử dụng phương thức điều chế khác nhau (BPSK – *Binary Phase Shift Keying* cho GPS L1 và CBOC- *Composite Binary Offset Carrier* cho Galileo E1). Vì vậy, các tín hiệu này có thể đồng thời tồn tại và bộ thu GNSS có thể thu đồng thời hai tín hiệu này.

Trong một thỏa ước được ký kết bởi Mỹ và Liên minh Châu Âu ngày 26 tháng 6 năm 2004 để thúc đẩy, cung cấp và sử dụng các hệ thống GPS và Galileo, hai bên đã chỉ ra một số vấn đề:



Hình 1. Phổ của các tín hiệu định vị GNSS

- Mỹ khai thác GPS để cung cấp các dịch vụ định thời, dẫn đường chính xác sử dụng các tín hiệu dân sự và quân sự

- Liên minh Châu Âu đang phát triển và khai thác hệ thống định vị và dẫn đường Galileo và hệ thống này có cùng phổ tần với hệ thống GPS và có thể kết hợp các dịch vụ dân sự ở mức người sử dụng.

- Do ở mức người sử dụng, các tín hiệu dân sự của GPS và Galileo và tương đồng và có thể kết hợp nên sẽ giúp gia tăng số lượng vệ tinh được bộ thu GNSS thu được tín hiệu tại bất kỳ vị trí nào trên Trái Đất.

- Tổ chức Hàng hải Quốc tế (IMO) đã thiết lập các chuẩn quốc tế và các hướng dẫn để áp dụng các ứng dụng của các hệ thống hỗ trợ GNSS (*SBAS: Satellite Based Augmentation Systems*) cho các ứng dụng hàng hải.

Thỏa ước giữa EU và US cho phép ước lượng chính xác độ lệch định thời giữa GPS và Galileo và đính kèm vào trong bản tin dẫn đường của mỗi hệ thống. Độ chính xác của độ lệch định thời này là nhỏ hơn 5ns trong 1 khoảng thời gian là 24 tiếng [5].

3. Các ứng dụng của GNSS trong hàng hải và thách thức

3.1. Hệ thống GPS

Cùng với radar và các hệ thống vô tuyến, bộ thu GPS là trang thiết bị bắt buộc phải có trên các tàu khi hành hải xa bờ. Số lượng bộ thu GPS được lắp đặt sẽ phụ thuộc vào các thông số của tàu (như chủng loại, tải trọng và vùng hoạt động) và có thể là 1, 2, 3 và thậm chí là 4 bộ thu GPS.

Ngoài ra, hệ thống GPS còn đóng vai trò quan trọng trong các hệ thống nhận dạng tự động AIS. Trên các tàu biển, hệ thống AIS sẽ liên tục truyền phát dữ liệu tới các tàu ở xung quanh cũng như cơ quan quản lý trên bờ ở gần đó. Để thực hiện được điều này, AIS sử dụng cơ chế truyền số liệu đa truy nhập phân chia theo thời gian tự tổ chức (*STDMA – Self organizing Time Division Multiple Access*) vốn yêu cầu phải có dữ liệu định thời chính xác từ GPS để đồng bộ việc truyền phát nhiều dữ liệu từ nhiều thiết bị AIS trên một kênh băng thông hẹp. Như vậy, hệ thống GPS sẽ cung cấp tín hiệu định thời chính xác để làm tín hiệu tham chiếu định thời cho các thiết bị AIS cũng như cung cấp dữ liệu định vị cho mỗi tàu.

Hiện nay trên các tàu biển, việc xác định hướng mũi tàu được thực hiện nhờ la bàn điện

(la bàn con quay) hoặc la bàn từ. Tuy nhiên, độ chính xác của la bàn từ chịu ảnh hưởng nhiều của nhiễu từ trường ở xung quanh và việc hạn chế các nhiễu này là tương đối khó khăn. Mặt khác, do la bàn từ không thể kết nối, truyền thông tin hướng mũi tàu đến các thiết bị thông tin hàng hải khác nên thường chỉ được sử dụng như thiết bị tham chiếu. La bàn điện được sử dụng chủ yếu trên tàu biển để xác định hướng mũi tàu. Độ chính xác của la bàn điện bị suy giảm theo thời gian hoạt động do hiện tượng trôi lỗi tăng lên theo thời gian. Gần đây, la bàn GPS đã được sử dụng để xác định hướng mũi tàu. La bàn GPS với hệ thống anten gồm 3 anten xác định hướng mũi tàu thông qua tính toán độ lệch pha sóng mang tín hiệu GPS thu được từ các anten. Trên cơ sở kết quả về hướng sóng tới mỗi anten, hướng của mũi tàu sẽ được xác định nhanh chóng và ổn định.

3.2. Hệ thống Galileo

Vấn đề an toàn, hiệu quả và tối ưu tuyến vận tải là các vấn đề mấu chốt của vận tải biển. Dẫn đường vệ tinh (sử dụng hệ thống GNSS) là công cụ thiết yếu và quan trọng để mang đến những đổi mới, cải tiến cho lĩnh vực hàng hải và các lĩnh vực kinh tế biển khác. Bên cạnh hệ thống GPS, các dịch vụ của hệ thống Galileo sẽ nâng cao hơn nữa chất lượng của các vấn đề nêu trên. Hệ thống Galileo cung cấp các dịch vụ tìm kiếm và cứu nạn quốc tế, tăng cường hiệu năng hoạt động của hệ thống COSPAS-SARSAT. Hiện nay, độ chính xác định vị của hệ thống tìm kiếm cứu nạn tương đối thấp (vài kilomet) và việc cảnh báo tương đối chậm. Dịch vụ SAR (*Search and Rescue Service*) của Galileo sẽ giúp giảm đáng kể thời gian đưa ra cảnh báo (từ vài giờ xuống vài phút) và vị trí của báo hiệu sẽ được xác định với độ chính xác trong khoảng vài mét. Hiện nay số lượng phao báo hiệu COSPAS-SARSAT sẽ lên tới 200.000, nhưng khi có sự tham gia của Galileo, số lượng phao báo hiệu sẽ lên tới vài triệu trong tương lai không xa.

3.3. Những thách thức với các hệ thống GNSS

Mặc dù lợi ích mà quá trình hiện đại hóa và triển khai mới hệ thống GNSS cung cấp cho các ứng dụng hàng hải sẽ cải thiện đáng kể chất lượng dịch vụ nhưng một số thách thức cũng gây ra những khó khăn và phức tạp trong lĩnh

vực thiết kế và sản xuất thiết bị thông tin hàng hải.

a. Cấu trúc bộ thu GNSS

Các tín hiệu định vị khác nhau sẽ yêu cầu cấu trúc bộ thu GNSS khác nhau do việc sử dụng các giải pháp về điều chế ở các tín hiệu định vị. Trong khi tín hiệu GPS L1 C/A sử dụng điều chế khóa dịch nhị phân BPSK (1) thì tín hiệu Galileo E1 sử dụng điều chế sóng mang dịch nhị phân phức hợp CBOC (*Composite Binary Offset Carrier*).

b. Bộ thu đa tần số

Để thực hiện thu nhiều tín hiệu định vị cùng lúc, bộ thu phải ở chế độ thu đa tần với việc kết hợp của nhiều tần số (ví dụ kết hợp giữa GPS L1 C/A và GPS L2C). Việc thu ở chế độ đa tần sẽ giúp bộ thu loại bỏ được một số loại nhiễu như sai số tầng điện ly, tạp âm nhiệt và nhiễu đa đường. Nhưng việc thu đa tần sẽ đòi hỏi cấu trúc bộ thu phức tạp, lượng tính toán lớn và tiêu thụ công suất tăng. Số lượng tín hiệu thu đồng thời tăng thì hiệu năng hoạt động của bộ thu tăng nhưng độ phức tạp của khối RF cũng tăng.

c. Thiết kế anten

Để bộ thu có thể là đa tần số, anten cũng sẽ phải có khả năng thu nhận sóng điện từ trên toàn bộ băng thông của các tín hiệu định vị. Nói cách khác, anten phải có băng thông đủ lớn để phủ kín băng thông của các tín hiệu định vị trên các tần số sóng mang khác nhau. Việc thiết kế anten băng rộng tương đối khó khăn, đặc biệt khi phải thu các tín hiệu định vị mới như GPS L2C và Galileo E5a, E5b với băng thông khá rộng (50MHz của Galileo E5a, E5b so với 11MHz của GPS L1 C/A). Hơn nữa, trong các bộ thu thương

mại, anten bộ thu phải có kích thước nhỏ gọn, giá thành rẻ. Vì vậy, những giải pháp về thiết kế anten đa tần với chi phí rẻ vẫn đang là một thách thức lớn.

d. Thiết kế đầu cuối cao tần

Tín hiệu định vị cao tần từ ở đầu ra của anten được biến đổi xuống bằng cách lấy mẫu tín hiệu thông dải đồng thời tại nhiều băng thông cao tần. Do đó, tần số lấy mẫu vào khoảng 11MHz với bộ thu chỉ thu tín hiệu GPS L1 và GPS L2C và khoảng 450MHz với bộ thu có khả năng thu được tất cả các tín hiệu định vị. Tuy nhiên, do việc lấy mẫu thông dải thường gây ra méo tín hiệu nên cần phải có bộ lọc chất lượng tốt để loại bỏ các băng tần bị méo.

Những thách thức này cũng sẽ gây ra những khó khăn trong các ứng dụng của lĩnh vực hàng hải. Các bộ thu GNSS và các hệ thống truyền thông hàng hải sử dụng tín hiệu định vị GNSS phải có khả năng hoạt động đa hệ thống để nâng cao hơn nữa chất lượng dịch vụ.

4. Kết luận

Tiến trình hiện đại hóa các hệ thống GNSS với sự bổ sung nhiều tín hiệu định vị mới đã mang lại nhiều ưu điểm như công suất tín hiệu cao hơn, cải thiện độ chính xác, ổn định và thường xuyên của tín hiệu định vị đến bộ thu GNSS. Các ứng dụng trong lĩnh vực hàng hải có chất lượng dịch vụ, độ chính xác được cải thiện đáng kể. Tuy nhiên, những thách thức liên quan đến các phần chức năng của bộ thu GNSS khi thu nhiều tín hiệu định vị đòi hỏi các kỹ thuật xử lý tín hiệu tiên tiến để đạt được mục tiêu cải thiện độ chính xác của bộ thu GNSS trong ứng dụng hàng hải.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

[1] N. National Coordination Office for Space-Based Positioning, and Timing. (2015). *GPS.gov: Space Segment*. Available: <http://www.gps.gov/systems/gps/space/#generations>

[2] E. G. S. Centre. (2015). *Constellation Information*. Available: <http://www.gsc-europa.eu/system-status/Constellation-Information>

[3] InsideGNSS. (2015). *China Launches Pair of New-Generation BeiDou GNSS Satellites*. Available: <http://www.insidegnss.com/node/4597>

[4] I. Interface Specification, "GPS-200, Revision D, Navstar GPS Space Segment/Navigation User Interfaces, Navstar GPS Joint Program Office, 2004," IS-GPS-200D.

[5] E. D. Kaplan and C. J. Hegarty, *Understanding GPS: Principles and Applications*: Artech House, 2005.

Ngày nhận bài:	04/3/2016
Ngày phân biện:	11/3/2016
Ngày chỉnh sửa:	15/3/2016
Ngày duyệt đăng:	16/3/2016