

# BUƯỚC ĐẦU NGHIÊN CỨU NỒNG ĐỘ ĐIỆN TỬ TỔNG CỘNG VÀ NHẤP NHÁY ĐIỆN LY SỬ DỤNG SỐ LIỆU CÁC TRẠM THU GPS LIÊN TỤC Ở VIỆT NAM

TRẦN THỊ LAN, LÊ HUY MINH, R. FLEURY,  
P. LASSUDRIE DUCHESNE, A. BOURDILLON

## I. MỞ ĐẦU

Hệ thống định vị toàn cầu (GPS) là hệ thống dẫn đường bằng vệ tinh, cho phép xác định tọa độ của bất kỳ điểm nào trên mặt đất vào bất kỳ thời điểm nào. Mức độ chính xác của phép định vị GPS phụ thuộc nhiều yếu tố : độ trễ gây bởi tầng điện ly và tầng khí quyển, độ trễ đồng hồ của vệ tinh và máy thu, và nhiễu thu nhận tín hiệu. Trong số các yếu tố này, ảnh hưởng của tầng điện ly là đáng kể nhất.

Tầng điện ly là vùng khí quyển nằm trong khoảng từ độ cao khoảng 50 đến 1.500 km trên bề mặt Trái Đất, có ảnh hưởng mạnh đến sự truyền tín hiệu GPS, nó gây ra sự trễ nhóm và sự sớm pha của tín hiệu ; mức độ ảnh hưởng phụ thuộc vào nồng độ điện tử tổng cộng (Total Electron Content - TEC) dọc theo đường tia từ vệ tinh tới máy thu trên mặt đất. Mỗi vệ tinh GPS truyền thông tin với mục đích định vị được điều biến trên hai tần số sóng mang  $\nu_1$  (1,57542 GHz) và  $\nu_2$  (1,2276 GHz), với các đại lượng cơ bản quan sát được là giả khoảng cách (code) và pha. Bằng cách phân tích sự khác nhau giữa các phép đo code và các phép đo pha tương ứng của hai tần số sẽ cho phép rút ra thông tin về nồng độ điện tử tổng cộng tầng điện ly. Một ảnh hưởng quan trọng thứ hai của tầng điện ly đó là khi tín hiệu vệ tinh GPS truyền qua một vùng nhiễu loạn về mật độ điện tử có gradient mật độ lớn, có thể chịu sự dao động nhanh về biên độ và pha của tín hiệu, hiện tượng này được gọi là nhấp nháy điện ly (ionospheric scintillation). Các nhấp nháy này làm giảm độ chính xác của phép đo giả khoảng cách và pha của máy thu GPS trên mặt đất. Biên độ nhấp nháy mạnh đôi khi có thể làm giảm công suất tín hiệu xuống dưới ngưỡng giới hạn của máy thu và do đó gây ra mất tín hiệu trong thời gian quan sát. Pha nhấp nháy mạnh có thể gây ra sự trôi dạt Doppler trong tần số

của tín hiệu thu nhận và cũng có thể gây ra sự mất pha tín hiệu máy thu. Các công bố thống kê trên thế giới đã chỉ ra sự xuất hiện các nhấp nháy mạnh phụ thuộc vào hoạt động của Mặt Trời và thường mạnh hơn trong thời kỳ Mặt Trời hoạt động mạnh, và xuất hiện chủ yếu trong vùng xích đạo từ và vùng vĩ độ cao [6, 13, 17].

Việt Nam nằm trong vùng xích đạo trải từ vĩ độ khoảng 8°30' N tới 23°30' N vĩ độ địa lý (0°30' N tới 15°30' N vĩ độ địa từ). Trong khuôn khổ hợp tác giữa Viện Vật lý địa cầu (Viện Khoa học và Công nghệ Việt Nam), Trường Đại học Tổng hợp Rennes 1 và Trường Viễn thông Quốc gia Brest (Pháp) đã đặt 3 trạm thu tín hiệu vệ tinh GPS để nghiên cứu TEC và nhấp nháy điện ly vùng xích đạo từ tháng 4-2005. Bài báo này giới thiệu phương pháp tính TEC và nhấp nháy điện ly, bước đầu nghiên cứu mối quan hệ giữa nhiễu loạn từ, nhấp nháy điện ly và quan sát TEC cho hai trường hợp đặc biệt : ngày nhiễu loạn từ 6-7/5/2006 và ngày tương đối yên tĩnh 16-5-2006 sử dụng số liệu 3 trạm thu GPS ở Việt Nam.

## II. PHƯƠNG PHÁP TÍNH TEC VÀ NHẤP NHÁY ĐIỆN LY

Ba trạm máy thu GPS được đặt tại Hà Nội, Huế và thành phố Hồ Chí Minh với tọa độ ghi trong *bảng 1*.

*Bảng 1. Vị trí các trạm thu GPS ở Việt Nam*

Tên trạm	Vĩ độ địa lý (N)	Kinh độ địa lý (E)
Hà Nội	21°02'50"	105°47'59"
Huế	16°27'33"	107°35'33"
Tp Hồ Chí Minh	10°50'54"	106°33'35"

Ba máy thu GPS ở Việt Nam là loại máy thu hai tần số GSV4004 của hãng NovAtel. Với phần mềm thu nhận tín hiệu đi kèm số liệu đầu ra thiết bị là các thông số : góc nhìn vệ tinh, tỷ số tín hiệu/nhiều C/N, biên độ nhấp nháy  $S_4$  tổng, tổng pha, biến thiên TEC ( $\Delta\text{TEC}$ ), TEC, thời gian GPS... Phần mềm này cũng tự động tính toán và cho ra giá trị nồng độ điện tử tổng cộng từ độ trễ tầng điện ly giữa hai tín hiệu  $v_1$  và  $v_2$  theo công thức [16] :

$$\text{TEC} = [9,483(P_{v_2} - P_{v_1} - \Delta_{C/A-P,PRN}) + \text{TEC}_{\text{CAL}}] \quad (1)$$

trong đó :  $P_{v_1}, P_{v_2}$  là các giá khoảng cách trên  $v_1$  và  $v_2$  tính bằng mét (m),  $\Delta_{C/A-P,PRN}$  là độ trễ đầu vào của vệ tinh giữa chuyển đổi mã C/A và mã P tính bằng m,  $\text{TEC}_{\text{CAL}}$  là độ trễ bên trong máy thu và phần bù độ lệch, TEC là giá trị nồng độ điện tử tổng cộng dọc theo đường truyền từ vệ tinh tới máy thu và thường được biểu diễn theo đơn vị TECU (1 TECU =  $10^{16}$  electrons/m<sup>2</sup>). Với các máy thu GSV4004 còn có phần mềm Convert4, cho phép chuyển đổi tệp số liệu đầu ra sang tệp dạng ASCII, BINARY hay RINEX, cung cấp các thông tin về : giả khoảng cách, các phép đo pha, tần số Doppler, cường độ tín hiệu, thời gian GPS, vị trí máy thu và vệ tinh... được sử dụng cho các mục đích nghiên cứu khác nhau.

Phương pháp tính TEC từ các tệp RINEX đã được giới thiệu chi tiết trong các bài báo trước đây [10, 11], dựa trên việc sử dụng hiệu các giả khoảng cách đo được từ vệ tinh tới máy thu trên 2 tần số  $v_1$  và  $v_2$  theo công thức :

$$\text{TEC} = \frac{1}{40,3} \left( \frac{v_1^2 v_2^2}{v_1^2 - v_2^2} \right) (P_{2i}^k - P_{1i}^k - \Delta b^k - \Delta b_i) \quad (2)$$

trong đó :  $P_{1i}^k, P_{2i}^k$  là giả khoảng cách từ vệ tinh  $k$  tới máy thu  $i$  trên 2 tần số  $v_1$  và  $v_2$ ,  $\Delta b^k$  là độ trễ phân cứng trên vệ tinh  $k$  và  $\Delta b_i$  là độ trễ do phân cứng máy thu  $i$ .

TEC tính được theo phần mềm (1) và theo tính toán lý thuyết (2) ở trên là giá trị TEC nghiêng dọc theo đường truyền tín hiệu, do đó để nghiên cứu về nồng độ điện tử tổng cộng chúng ta thường phải chuyển đổi các giá trị TEC nghiêng này về TEC thẳng đứng (TECV) theo công thức sau :

$$\text{TECV} = \text{TEC} \times \cos z' \quad (3)$$

với

$$z = \arcsin \left( \frac{R}{R+H} \cos z' \right)$$

trong đó :  $z$  - góc nhìn vệ tinh tại vị trí máy thu,  $R$  - bán kính Trái Đất ( $R = 6371$  km) và  $H$  - độ cao lớp đơn của tầng điện ly thường được lấy  $H = 400$  km.

Để tính TEC theo công thức (2) phải biết độ trễ gây bởi phân cứng của vệ tinh và của máy thu. Độ trễ gây bởi phân cứng của vệ tinh (satellite bias,  $\Delta b^k$ ) được thông báo hàng ngày trong mô hình TEC toàn cầu và có thể tải xuống từ website : <http://www.aiub.unibe.ch/download/code/>. Để xác định độ trễ do phân cứng máy thu (receiver bias,  $\Delta b_i$ ), chúng tôi tiến hành xây dựng chương trình tính giá trị độ trễ cho các máy thu GPS ở Việt Nam theo cách sau : trước tiên tính giá trị TECV từ mô hình TEC toàn cầu cho vị trí mỗi trạm thu GPS, sau đó tính các giá trị TECV trung bình từ số liệu GPS quan sát theo công thức (2) và (3) trong trường hợp chưa hiệu chỉnh độ trễ máy thu ( $k_j = 0$ ), cuối cùng để thu được giá trị độ trễ máy thu chúng tôi tiến hành tính giá trị độ lệch bình phương trung bình giữa các giá trị TECV từ số liệu GPS quan sát và TECV từ mô hình trong khoảng thời gian từ 1 giờ đến 5 giờ địa phương, đây là khoảng thời gian giá trị TEC đạt cực tiểu và ít biến đổi nhất trong ngày.

Biên độ nhấp nháy đặc trưng bởi chỉ số  $S_4$  và tính từ cường độ tín hiệu thu nhận từ vệ tinh. Giá trị  $S_4$  thường tính toán trong khoảng thời gian 60 giây và đo đạc tại tần số  $v_1$ , được xác định như sau [3, 4] :

$$S_{4T} = \sqrt{\frac{\langle S^2 \rangle - \langle S \rangle^2}{\langle S \rangle^2}} \quad (4)$$

trong đó :  $S_{4T}$  -  $S_4$  tổng,  $S$  - cường độ tín hiệu và  $\langle S \rangle$  - giá trị cường độ trung bình trong khoảng thời gian 60s.

Giá trị  $S_{4T}$  tổng xác định trong công thức (4) bao gồm cả nhấp nháy gây bởi nhiễu loạn mật độ trong tầng điện ly và nhấp nháy gây bởi nhiễu đường truyền, như thế để thu được nhấp nháy chỉ do tầng điện ly thì nhấp nháy gây bởi nhiễu phải được loại bỏ. Nhấp nháy gây bởi nhiễu được xác định bởi công thức :

$$S_{4No} = \sqrt{\frac{100}{C/No} \left[ 1 - \frac{500}{19C/No} \right]} \quad (5)$$

trong đó :  $C/No$  là tỷ số giữa tín hiệu và nhiễu. Cuối cùng chỉ số  $S_4$  gây bởi tầng điện ly được xác định bởi :

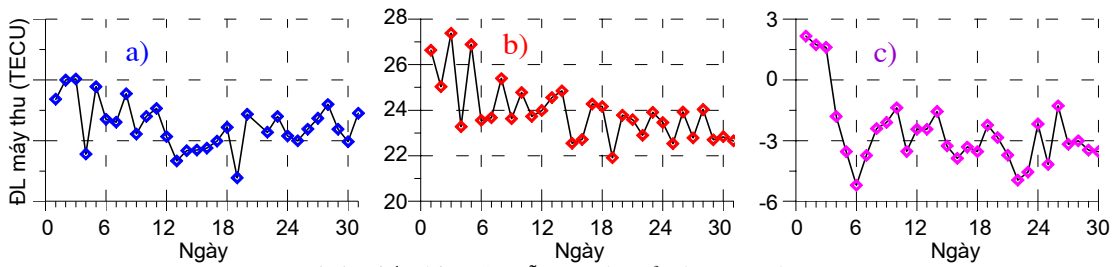
$$S_4 = \sqrt{\frac{\langle S^2 \rangle - \langle S \rangle^2}{\langle S \rangle^2} - \frac{100}{C/No} \left[ 1 - \frac{500}{19C/No} \right]} \quad (6)$$

### III. KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

Như trên đã nêu tín hiệu truyền từ vệ tinh tới máy thu GPS bị ảnh hưởng bởi nhiều yếu tố như : tầng điện ly, tầng khí quyển, tán xạ của hơi nước và hiệu ứng nhiễu đường... Các kết quả đã công bố trên thế giới chỉ ra các ảnh hưởng gây bởi tầng khí quyển, tán xạ hơi nước và hiệu ứng nhiễu đường đều tăng lên tại các góc nhìn thấy (góc ngẩng) vệ tinh nhỏ. Đặc biệt trong nghiên cứu về nhấp nháy điện ly, các giá trị nhấp nháy biên độ mạnh quan sát được tại các góc nhìn vệ tinh thấp chủ yếu do hiệu ứng nhiễu đường gây ra [4, 7, 13]. Vì vậy trong các kết quả

tính toán ở đây, số liệu đã được chúng tôi xử lý cho tất cả các vệ tinh nhìn thấy với góc nhìn  $> 20^\circ$  nhằm giảm thiểu ảnh hưởng của tầng khí quyển và hiệu ứng nhiễu đường.

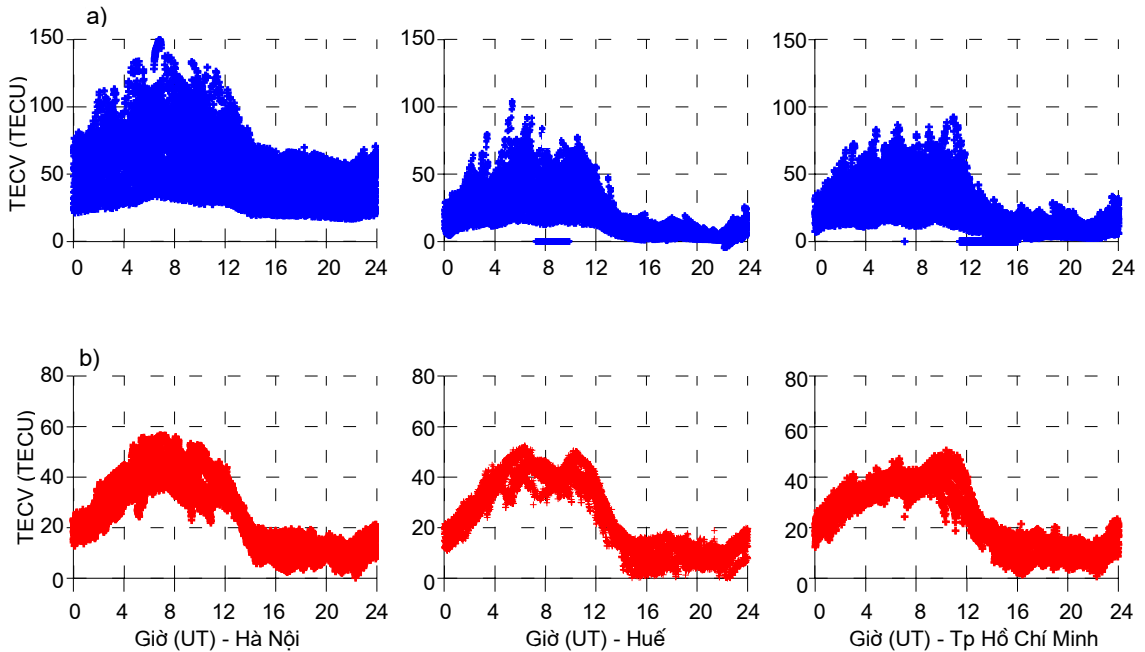
Hình 1 trình bày kết quả tính toán độ trễ của 3 máy thu GPS ở Việt Nam tính theo TEC trong khoảng thời gian 1 tháng (5-2006) theo phương pháp như đã nêu ở phần trên. Nhìn vào hình 1 ta nhận thấy độ trễ máy thu của cả 3 trạm không ổn định mà thay đổi từ ngày nọ sang ngày kia với biên độ dao động trong khoảng 6 - 8 TECU, tương ứng với khoảng dao động từ 1 đến 1,3 m tính theo đơn vị độ dài.



Hình 1. Biến thiên độ trễ máy thu của ba trạm thu GPS  
a) Hà Nội, b) Huế và c) Tp Hồ Chí Minh trong tháng 5 năm 2006

Hình 2 so sánh kết quả tính TEC ở ba trạm Hà Nội, Huế và Tp Hồ Chí Minh trong ngày 2/5/2006 với hình a) TECV được rút ra từ phần mềm GSV4004

theo công thức (1) và (3), hình b) TECV tính toán theo công thức (2) và (3) với độ lệch máy thu đã hiệu chỉnh theo phương pháp đã nêu ở phần trên.

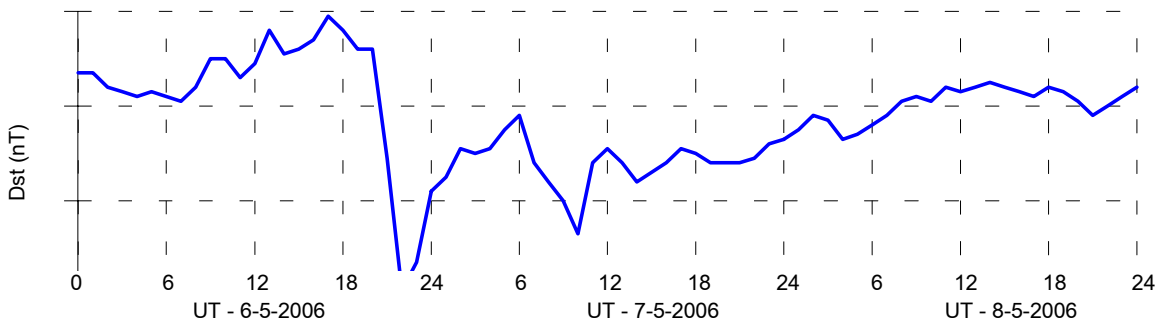


Hình 2. Biến thiên TECV ngày 2-5-2006 tại ba trạm thu GPS với a) TECV từ phần mềm GSV4004 và b) TECV tính toán theo công thức

trị TECV tính toán. Sự phân tán của TEC tính theo phần mềm có thể do thông số đầu vào như  $TEC_{CAL}$  chưa phù hợp cho điều kiện môi trường ở nước ta, chúng ta không thể can thiệp để hiệu chỉnh được. Trong khi đó, kết quả TECV tính toán như trình bày trên hình b) là tương đối tốt. Bởi vậy các kết quả TECV sau này chúng tôi đều sử dụng phương pháp tính đã nêu chứ không sử dụng giá trị TECV thu được từ phần mềm đi kèm các máy thu.

Để tìm hiểu sự xuất hiện nhấp nháy với cường độ mạnh và mối liên hệ của nó với các nhiễu loạn mật độ điện tử trong tầng điện ly, chúng tôi tiến hành khảo sát một ngày nhiễu loạn từ 6-7/5/2006.

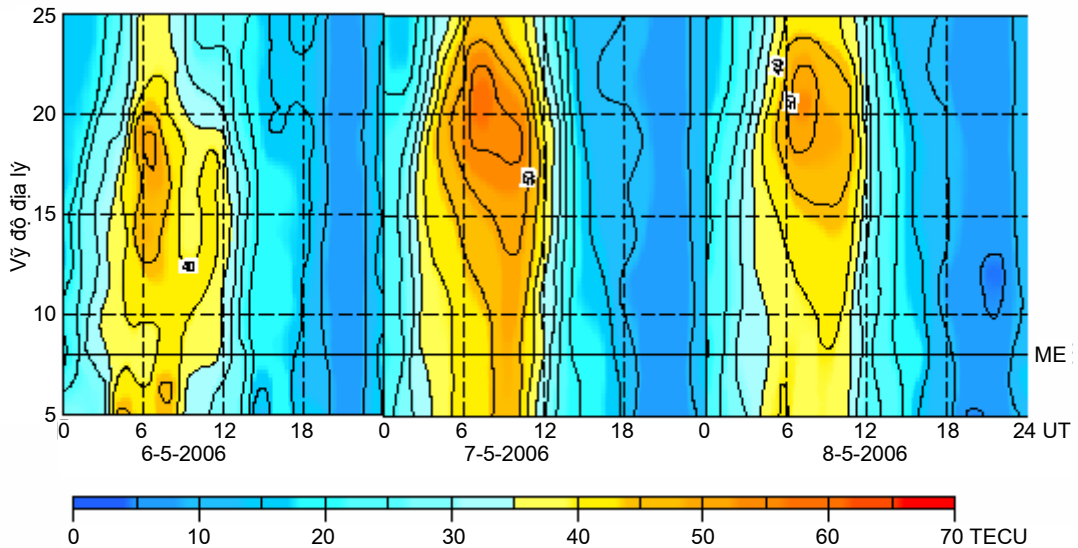
Hình 3 trình bày biến thiên ngày đêm của chỉ số Dst trong khoảng thời gian 6-8/5/2006 lấy từ trang web của Trung tâm số liệu từ quốc tế tại Nhật Bản <http://swdcwww.kugi.kyoto-u.ac.jp/dstae/index.html>. Ta nhận thấy trận bão từ ngày 6-7/5/2006 không phải là trận bão từ mạnh, pha chính của bão xảy ra trong khoảng thời gian 20h00-22h00 UT ngày 6/5 với biên độ suy giảm khoảng 60 nT, tiếp theo là pha hồi phục kéo dài đến hết ngày 7/5 và trở về trạng thái bình thường trong ngày 8/5, trong pha hồi phục lại xuất hiện một xung làm giảm đáng kể giá trị Dst trong khoảng thời gian 6h00-10h00 UT ngày 7/5.



Hình 3. Biến thiên của chỉ số Dst trong thời gian bão từ ngày 6-8/5/2006

Hình 4 là bản đồ phân bố TEC theo vĩ độ và thời gian cho ba ngày 6, 7 và 8/5/2006 thu được từ số liệu của ba trạm thu GPS ở Việt Nam. Nhìn vào hình vẽ ta nhận thấy TEC có sự phân bố theo vĩ độ

và thời gian rất rõ rệt. Giá trị TEC tăng lên vào thời gian ngày và đạt giá trị cực đại vào khoảng 7h00 UT (14h00 LT) với giá trị đạt tới vài chục TECU, về đêm giá trị TEC giảm dần và đạt cực tiểu vào khoảng



Hình 4. Bản đồ phân bố TEC theo vĩ độ và thời gian thu được từ số liệu ba trạm thu GPS ở Việt Nam

21h00-22h00 UT (4h00-5h00 LT) với giá trị chỉ một vài TECU. Trên cả ba bản đồ phân bố TEC tương ứng với ba ngày quan sát đều xuất hiện một vùng đỉnh giá trị TEC nằm trong khoảng vĩ độ  $17^{\circ}$  -  $22^{\circ}$ , vùng này gọi là vùng đỉnh dị thường điện ly phía Bắc xích đạo từ. Đối với ngày 6/5 - ngày trước bão, giá trị TEC thấp với giá trị cực đại vùng đỉnh khoảng 60 TECU và nằm ở khoảng vĩ độ  $17^{\circ}$  -  $19^{\circ}$ . Đối với ngày 7/5 - trong thời gian bão, giá trị cực đại đỉnh dị thường lớn hơn 65 TECU và vùng đỉnh trải rộng nằm ở khoảng vĩ độ  $19^{\circ}$  -  $22^{\circ}$ . Còn đối với ngày 8/5 - ngày sau bão, giá trị TEC giảm đi một chút so với ngày bão với vùng đỉnh thu gọn hơn và tập trung trong khoảng vĩ độ  $19^{\circ}$  -  $21^{\circ}$  như trên hình 4.

Để nghiên cứu chi tiết hơn về biến thiên TEC và mối liên hệ với hoạt tính từ, chúng tôi tiến hành vẽ biến thiên TECV và biên độ nhấp nháy cho từng trạm quan sát của tất cả các vệ tinh nhìn thấy trong thời gian bão từ (6-8/5/2006) như trên hình 5. Ta nhận thấy biên độ cực đại TECV tại trạm Hà Nội ( $21^{\circ}02'$ ,  $105^{\circ}48'$ ) nằm dưới vùng đỉnh dị thường điện ly xích đạo (hình 4) và từ các kết quả đã được công bố trước đây [10, 11], luôn lớn hơn hai trạm còn lại trong cả ba ngày quan sát. Hiện tượng nhấp nháy biên độ yếu xuất hiện tại tất cả các giờ trong ngày và trên cả ba trạm, trong khi đó sự xuất hiện nhấp nháy điện ly biên độ mạnh chỉ thấy trên trạm Hà Nội với biên độ cực đại nhấp nháy đạt tới 0,65 trong khoảng thời gian từ 19h45 đến 22h00 UT ngày 6-5 và từ 7h30 đến 10h00 UT ngày 7-5. Khoảng thời gian xuất hiện nhấp nháy biên độ mạnh này trùng với thời gian xuất hiện pha chính của trận bão từ và xung Dst giảm nhanh xuất hiện trong pha hồi phục như đã chỉ ra ở trên. Quan sát này cũng là một minh chứng cho mối liên quan giữa sự xuất hiện các nhấp nháy mạnh và hoạt tính từ của Trái Đất.

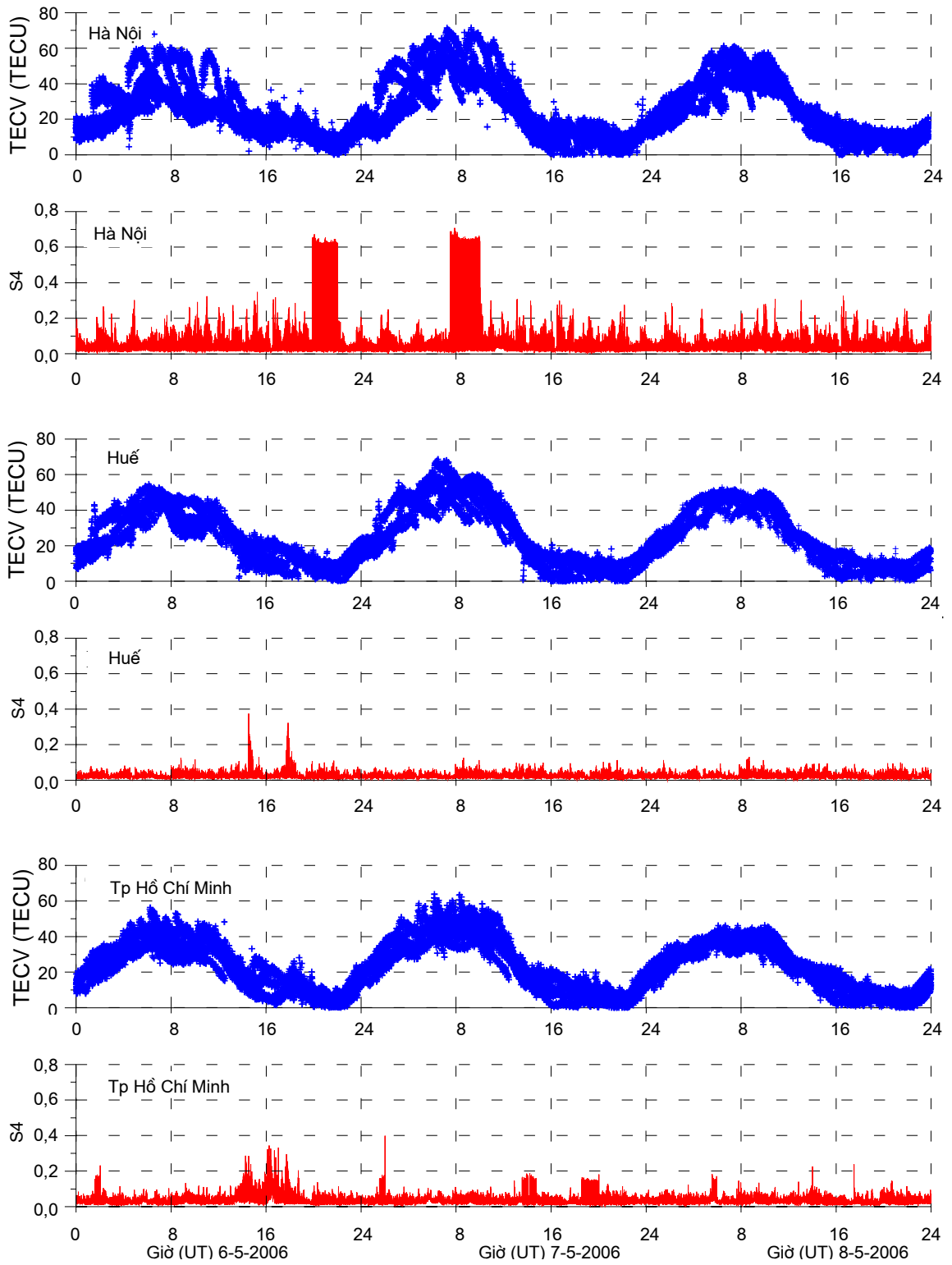
Sự xuất hiện nhấp nháy mạnh được cho là gây ra bởi các nhiễu loạn tỷ lệ nhỏ về mật độ điện tử trong tầng điện ly, ở đó có gradient mật độ lớn, trong khi đó các nhiễu loạn tỷ lệ lớn, gradient mật độ nhỏ thường gây ra các nhấp nháy có biên độ nhỏ [17]. Vì vậy để nghiên cứu sự xuất hiện nhấp nháy mạnh và mối liên hệ của nó với sự biến đổi TECV, chúng tôi tiến hành khảo sát cho mỗi đường vệ tinh nhìn thấy riêng biệt trong hai ngày 6 và 7-5 có quan sát thấy xuất hiện biên độ nhấp nháy mạnh (hình 5). Trong ngày 6-5, biên độ nhấp nháy mạnh chỉ quan sát thấy trên ba vệ tinh PRN20, PRN19 và PRN13 trong những khoảng thời gian gần như nhau ở cả ba trạm thu (hình 6), nhưng giá trị biên độ nhấp nháy thu được từ mỗi vệ tinh tại mỗi trạm là khác nhau.

Chẳng hạn trên vệ tinh PRN20, biên độ nhấp nháy cực đại quan sát được là 0,65 tại trạm Hà Nội trong khoảng từ 19h45-22 UT, nhưng cũng khoảng thời gian đó biên độ nhấp nháy quan sát được tại trạm Huế và Tp Hồ Chí Minh chỉ đạt khoảng 0,1. Đối với vệ tinh PRN19, giá trị biên độ nhấp nháy quan sát được lớn nhất tại trạm Huế và Tp Hồ Chí Minh khoảng 0,4 nhưng tại Hà Nội chỉ khoảng 0,2. Còn với vệ tinh PRN13, giá trị biên độ nhấp nháy lớn nhất quan sát được ở cả ba trạm đều chỉ khoảng 0,3 và xuất hiện ở những thời gian khác nhau (hình 6).

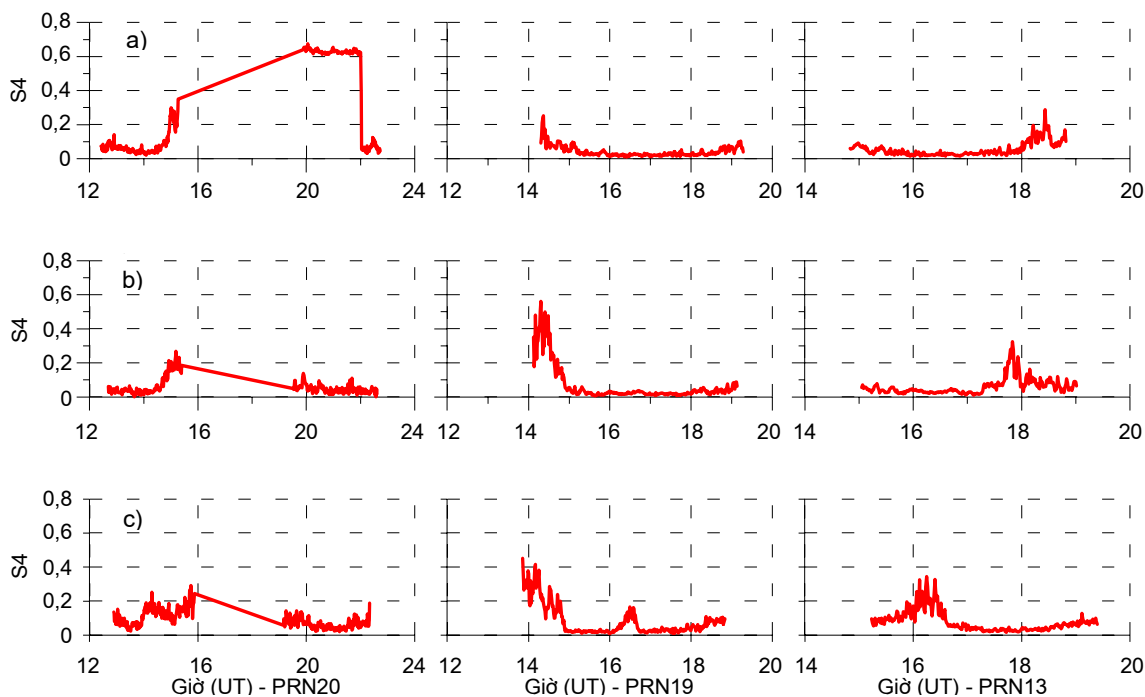
Hình 7 biểu diễn biến thiên của TECV và chỉ số S4 trên vệ tinh PRN20 ngày 6-5 và PRN5 ngày 7-5 tại trạm Hà Nội, đây là hai vệ tinh quan sát thấy sự xuất hiện nhấp nháy mạnh có biên độ đạt tới 0,65 trong trận bão từ 6-7/5 tại trạm Hà Nội như đã nêu trên hình 5. Xem hình 7 nhận thấy tại hai khoảng thời gian xuất hiện nhấp nháy mạnh (19h45-22h00 UT ngày 6-5 và 7h30-10h00 UT ngày 7-5) đều gây ra mất tín hiệu máy thu trên đường truyền vệ tinh PRN20 và PRN5 tương ứng như được nêu trên đồ thị biến thiên TECV của hình vẽ (vệ tinh vẫn quan sát thấy nhưng không nhận được thông tin về TECV).

Để chỉ ra vị trí và khoảng thời gian xuất hiện vùng nhiễu loạn mật độ trong tầng điện ly có gây ra nhấp nháy biên độ mạnh như quan sát thấy ở trên, chúng tôi biểu thị vết của hai vệ tinh trên tầng điện ly trên hình 8 với hình a và b vẽ cho vệ tinh PRN20 của ngày 6-5 và hình c và d vẽ cho vệ tinh PRN5 của ngày 7-5. Bảng ký hiệu đường biểu thị khoảng độ lớn tương ứng của biên độ nhấp nháy; hình 8a và c biểu diễn vị trí xuất hiện, hình 8b và d biểu diễn thời gian xuất hiện. Ta nhận thấy số liệu quan sát từ hai vệ tinh tương ứng với hai ngày 6 và 7 tháng 5 đều xuất hiện một vùng nhiễu loạn gây ra nhấp nháy biên độ mạnh trong khoảng kinh độ  $111-112^{\circ}$  và vĩ độ địa lý  $16-26^{\circ}$  tương ứng với khoảng vĩ độ địa từ là  $8-17^{\circ}$ . Khoảng vĩ độ này gần như nằm trong vùng đỉnh dị thường điện ly xích đạo và cũng chính là lý do tại sao chúng ta chỉ quan sát thấy xuất hiện nhấp nháy biên độ mạnh tại trạm Hà Nội (trạm nằm dưới vùng đỉnh dị thường điện ly xích đạo). Thời gian xuất hiện nhấp nháy mạnh trong ngày 6-5 kéo dài từ 19h45 đến 22h00 UT và từ 7h30 đến 10h00 (UT) đối với ngày 7-5 như đã nêu ở trên.

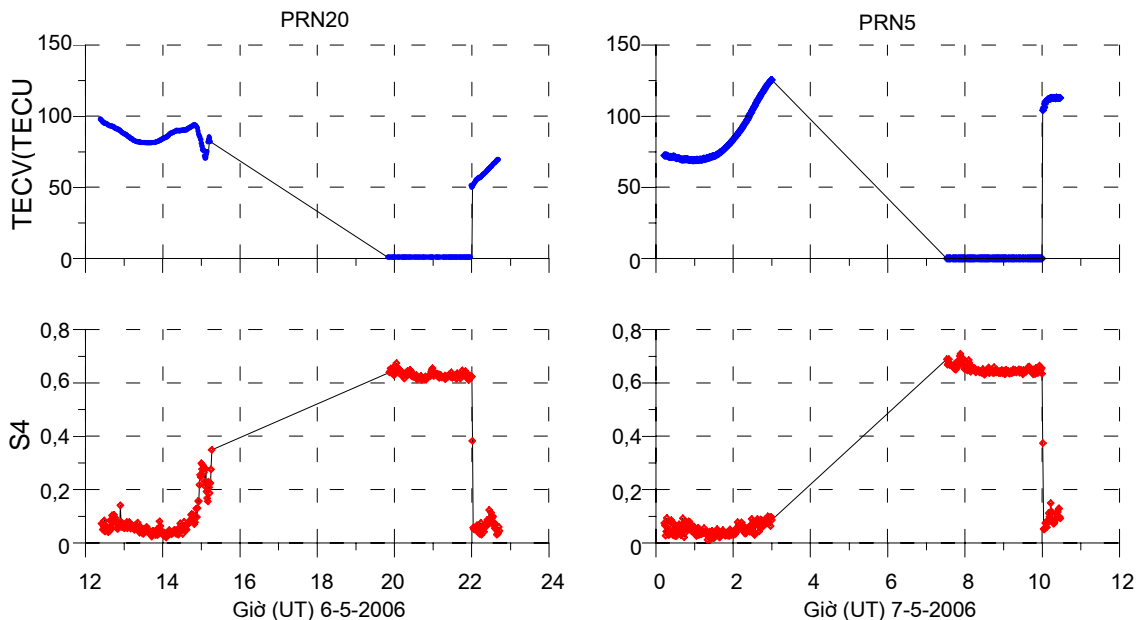
Để làm rõ thêm mối liên hệ của sự xuất hiện nhấp nháy mạnh gây bởi các nhiễu loạn mật độ trong tầng điện ly, chúng tôi xét thêm một ví dụ nữa khảo sát cho ngày 16-5-2006, đây là một ngày yên tĩnh đặc trưng trong tháng nhưng có xuất hiện nhấp nháy với



Hình 5. Biến thiên TECV và biên độ nhấp nháy trong thời gian bão từ ngày 6-7/5/2006 quan sát tại Hà Nội, Huế và Tp Hồ Chí Minh



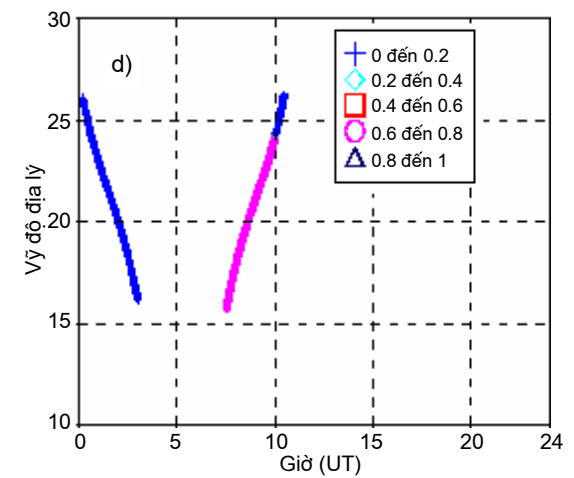
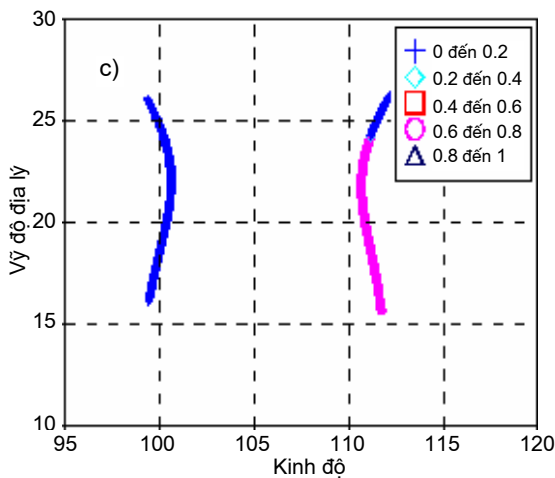
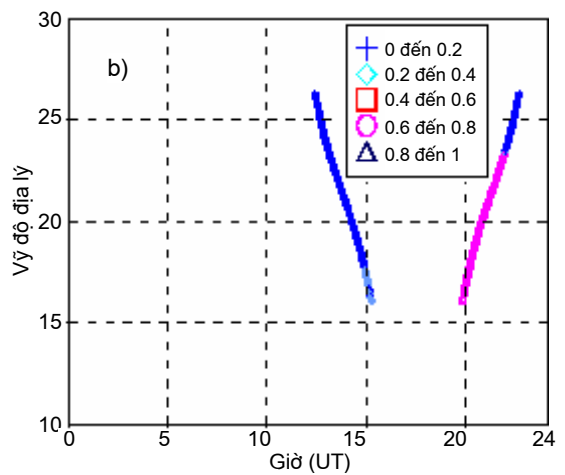
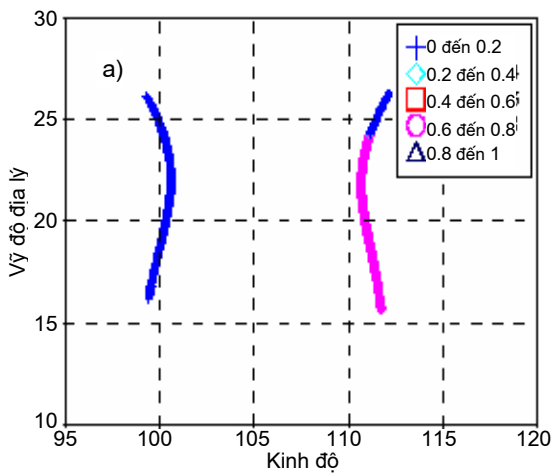
Hình 6. Biến thiên biên độ nhấp nháy trên vệ tinh PRN20, PRN19 và PRN13 tại trạm a) Hà Nội, b) Huế và c) Tp Hồ Chí Minh trong ngày 6-5-2006



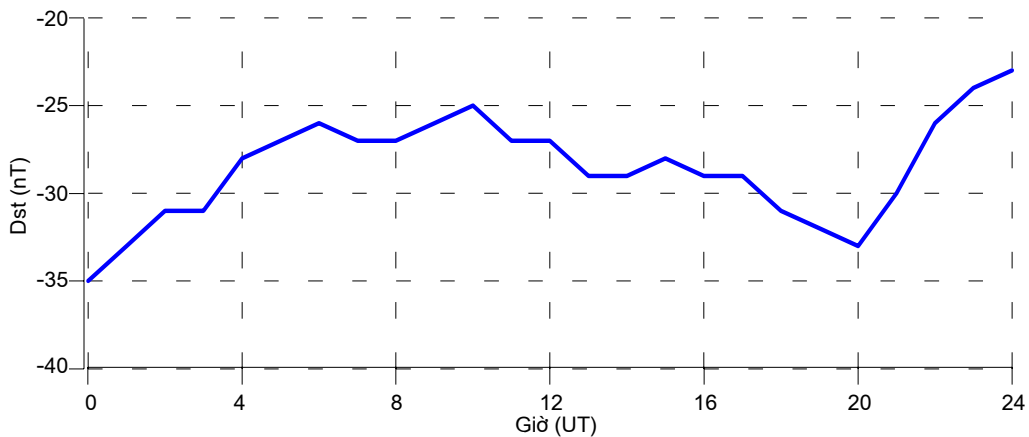
Hình 7. Biến thiên biên độ nhấp nháy và TECV trên đường vệ tinh nhìn thấy PRN20 và PRN5 tại trạm Hà Nội

biên độ mạnh. Hình 9 biểu diễn biến thiên của chỉ số Dst ngày 16-5-2006, đây là một ngày tương đối yên tĩnh, biên độ của chỉ số Dst chỉ dao

động trong khoảng 10 nT, trên đường biến thiên của Dst xuất hiện một xung biến đổi nhanh với biên độ khoảng 10 nT từ 17h00 đến 23h00 UT.



Hình 8. Tại trạm Hà Nội : a-b) Vị trí và thời gian xuất hiện nhấp nháy trên đường vệ tinh PRN20 trong ngày 6-5-2006. c-d) Vị trí và thời gian xuất hiện nhấp nháy trên đường vệ tinh PRN05 trong ngày 7-5-2006



Hình 9. Biến thiên Dst ngày 16-5-2006

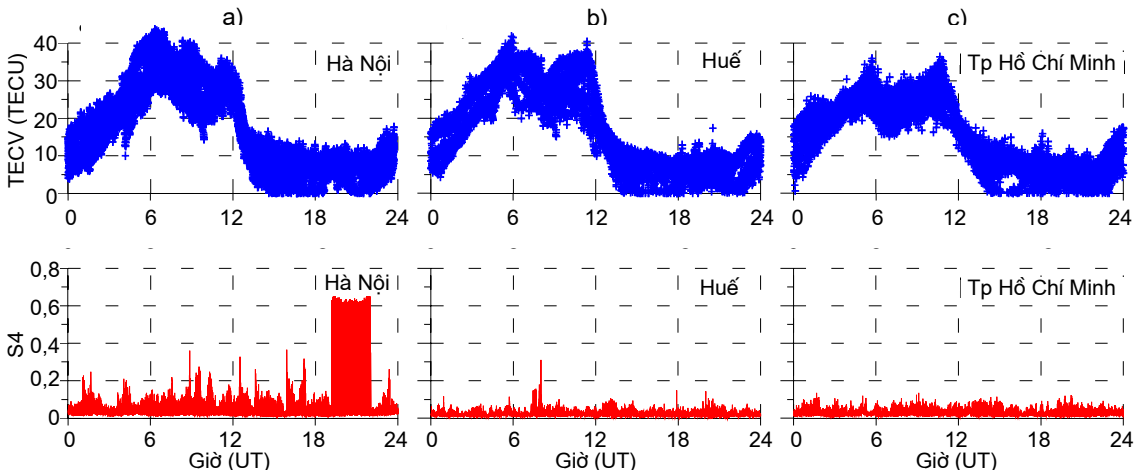
Hình 10 biểu diễn biến thiên TECV và biên độ nhấp nháy tương ứng trong ngày 16-5-2006 tại ba

trạm thu GPS. Ta nhận thấy đây là một ngày yên tĩnh từ nên xu hướng biến thiên TECV tại ba trạm



là như nhau với đỉnh mật độ cao nhất tại trạm Hà Nội là khoảng 40 TECU. Trong khi đó hiện tượng nhấp nháy biên độ mạnh đạt tới 0,6 lại quan sát thấy trên trạm Hà Nội trong khoảng thời gian 19-22h UT

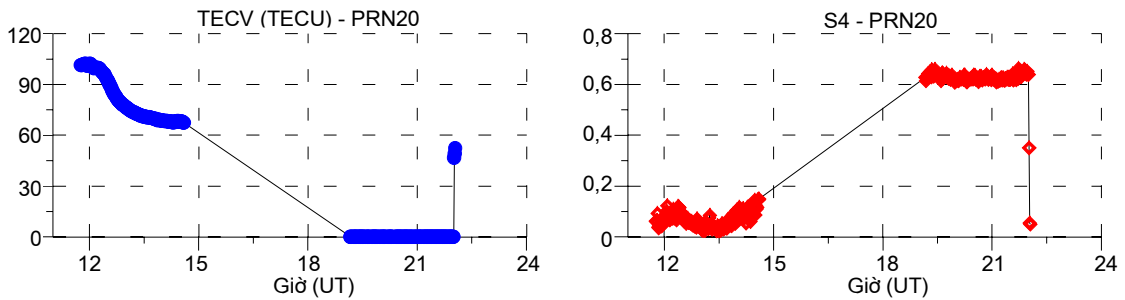
(2-5h LT) gần như trùng với thời gian xuất hiện xung biến đổi mạnh của chỉ số Dst (hình 9), tại trạm Huế và Tp Hồ Chí Minh chỉ xuất hiện nhấp nháy biên độ yếu, khoảng 0,1.



Hình 10. Biến thiên TECV và biên độ nhấp nháy trong ngày 16-5-2006 quan sát tại a) Hà Nội, b) Huế và c) TP Hồ Chí Minh

Tương tự chúng tôi cũng tiến hành khảo sát trên mỗi đường vệ tinh nhìn thấy để tìm ra đường vệ tinh có xuất hiện nhấp nháy biên độ mạnh. Kết quả được chỉ ra trên hình 11, biểu diễn biến thiên TECV và chỉ số S4 trên đường vệ tinh PRN20 quan sát được tại trạm Hà Nội, sự xuất hiện nhấp nháy

biên độ mạnh chỉ quan sát thấy trên đường vệ tinh này với biên độ 0,6 trong khoảng thời gian từ 19 đến 22h UT. Trong trường hợp xuất hiện nhấp nháy biên độ mạnh này cũng gây ra sự mất tín hiệu trên máy thu như được chỉ ra trên đường biến thiên TECV tương ứng.



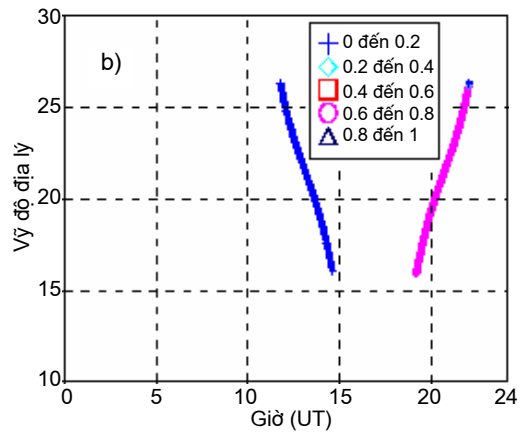
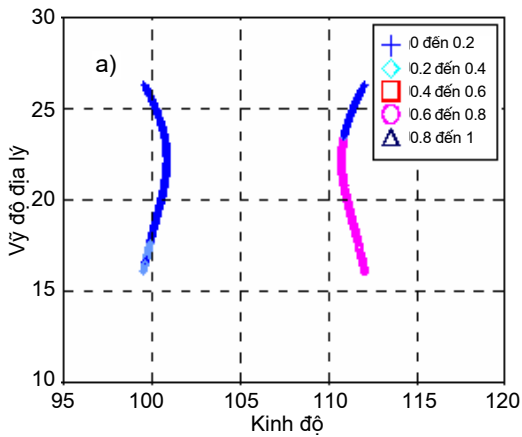
Hình 11. Biến thiên TECV và biên độ nhấp nháy trên vệ tinh PRN20 tại trạm Hà Nội ngày 16-5-2006

Vị trí và thời gian xuất hiện nhiễu loạn trên đường vệ tinh PRN20 nêu trên hình 12. Ta nhận thấy vùng nhiễu loạn cũng xuất hiện trong khoảng kinh độ 111-112° và vĩ độ địa lý 16-26° giống như trong ngày 6-5, chỉ có thời gian xuất hiện thì sớm hơn và bắt đầu từ 19h kéo dài đến 22h (UT).

nháy biên độ mạnh và gây ra mất tín hiệu của một số vệ tinh trên trạm Hà Nội, một trạm nằm ở vùng đỉnh dị thường điện ly xích đạo, trong khi hai trạm khác nằm gần xích đạo như Huế và Tp Hồ Chí Minh có biên độ TEC cực đại nhỏ hơn và chỉ quan sát thấy xuất hiện nhấp nháy biên độ yếu.

Trong cả hai trường hợp xem xét ở đây : ngày nhiễu loạn từ 6-7/5 và ngày tương đối yên tĩnh 16/5, chúng ta đều quan sát thấy sự xuất hiện nhấp

Đề lý giải cho những quan sát đã nêu chúng ta tìm hiểu về đặc điểm hình thái tầng điện ly vùng xích đạo. Tầng điện ly vùng vĩ độ thấp có hình thái



Hình 12. Vị trí và thời gian xuất hiện nhấp nháy mạnh trên PRN20 tại trạm Hà Nội ngày 16-5-2006

hoàn toàn khác so với các vùng vĩ độ cao và vĩ độ trung bình vì trường từ B tại vùng xích đạo gần như nằm ngang. Trong suốt thời gian ban ngày, trường điện E trong vùng E tầng điện ly xích đạo hướng về phía đông, gây ra sự trôi dạt  $E \times B$  tại vùng xích đạo. Dưới tác dụng của lực  $E \times B$ , plasma trong vùng F được nâng lên các độ cao lớn hơn phía trên xích đạo từ sau đó chuyển động xuống dưới dọc theo đường sức từ dưới tác dụng của trọng lực, lực khuếch tán và lực gradient áp suất. Kết quả là dị thường điện ly xích đạo được hình thành với sự suy giảm mật độ ion vùng F tại xích đạo từ và sự tăng ion tại hai đỉnh dị thường trong khoảng  $\pm 15^\circ$  vĩ độ từ ở hai phía Bắc và Nam xích đạo từ [1, 2, 13, 14]. Bởi vậy biên độ TECV cực đại vào thời gian ban ngày tại trạm Hà Nội (trạm nằm dưới vùng đỉnh dị thường) luôn lớn hơn trạm Huế và Tp Hồ Chí Minh (trạm nằm gần xích đạo từ) như được quan sát thấy ở các hình trên. Vào thời gian ban đêm, mật độ plasma và động học trường điện trong vùng E giảm, đồng thời đỉnh dị thường điện ly mất dần, trong khi đó tại thời gian này động học trường điện bắt đầu phát triển trong vùng F. Với sự suy giảm mật độ ion trong vùng E sau khi Mặt Trời lặn và sự phát triển trường điện trong vùng F làm hình thành gradient mật độ plasma thẳng đứng hướng lên ngược với hướng của trọng lực trong vùng đáy của lớp F. Trạng thái này gọi là trạng thái bất ổn định Rayleigh-Taylor (RT) và là nguyên nhân phát sinh các dị thường mật độ trong tầng điện ly vùng xích đạo, đặc biệt tại vùng đỉnh dị thường. Sự phát triển không tuyến tính của các bất ổn định này dẫn đến sự hình thành các vùng suy giảm điện ly lớn, hiện tượng này thường quan sát thấy trong vùng điện ly xích đạo và gọi là plasma bubble xích đạo [13, 14]. Các gradient trên các gờ

suy giảm mật độ phát sinh các nhiễu loạn tỷ lệ nhỏ, gây ra các nhấp nháy biên độ mạnh xuất hiện trong một đường nhấp nháy đơn như đã quan sát thấy tại trạm Hà Nội trong hai trường hợp đã xem xét ở trên.

## KẾT LUẬN

Từ các kết quả tính toán của hai trường hợp quan sát thấy xuất hiện nhấp nháy điện ly biên độ mạnh ngày nhiễu loạn từ 6-7/5/2006 và ngày tương đối yên tĩnh từ 16-5-2006 bước đầu cho thấy :

- Giá trị độ lệch máy thu tại ba trạm GPS Hà Nội, Huế và Tp Hồ Chí Minh thay đổi từ ngày này sang ngày khác với biên độ khoảng 6-8 TECU trong khoảng thời gian 1 tháng. Biên độ dao động 6-8 TECU ở nồng độ điện tử tổng cộng tương ứng với biên độ dao động 1,0-1,3 m ở phép đo giả khoảng cách. Do vậy việc tính toán độ lệch máy thu có ảnh hưởng quan trọng trong việc đánh giá ảnh hưởng của tầng điện ly tới việc định vị bằng công nghệ GPS.

- Sự xuất hiện nhấp nháy biên độ lớn hơn 0,6 quan sát được tại trạm Hà Nội, trạm nằm dưới khu vực đỉnh dị thường điện ly xích đạo trong ngày bão từ và cả ở ngày tương đối yên tĩnh từ. Đường như sự xuất hiện của các nhấp nháy điện ly trùng với thời gian pha chính của bão, hoặc thời gian xuất hiện các xung thay đổi mạnh ở chỉ số vòng dòng xích đạo Dst. Sự xuất hiện nhấp nháy điện ly mạnh đều gây nên hiện tượng mất tín hiệu của những vệ tinh có tín hiệu truyền qua vùng gây nhấp nháy.

Kết quả thu được về nhấp nháy điện ly giới thiệu ở trên chỉ là bước đầu. Việc nghiên cứu sẽ tiếp tục tiến hành trong thời gian tới với việc xử lý cả chuỗi số liệu dài hàng năm, nghiên cứu đặc trưng phân

bố không gian và thời gian của các nhấp nháy điện ly, cũng như mối liên hệ của chúng với các chỉ số hoạt tính từ.

Lời cảm ơn : bài báo được hoàn thành với sự hỗ trợ kinh phí của đề tài nghiên cứu cơ bản mã số 7 119 06 của Hội đồng Khoa học Tự nhiên và đề tài cấp Nhà nước trong chương trình nghiên cứu vũ trụ "ứng dụng công nghệ vũ trụ để nghiên cứu đánh giá ảnh hưởng của tầng điện ly và tầng khí quyển tới độ chính xác khi sử dụng tín hiệu vệ tinh ở khu vực Việt Nam".

### TÀI LIỆU DẪN

[1] M.A. CERVERA and R.M. THOMAS, 2006 : Latitudinal and temporal variation of equatorial ionospheric irregularities determined from GPS scintillation observations, *Ann. Geophys.*, **24**, 3329-3341.

[2] H. CHANDRA, HARI OM VATS, G. SETHIA, R.M. DESHPANDE, R.G. RASTOGI, 1979 : Ionospheric scintillations associated with features of equatorial ionosphere, *Ann. Geophys.*, **35**, 145-151.

[3] VAN DIERENDONCK, A.J. JOHN KLOBUCHAR, QUYEN HUA, 1993 : Ionospheric Scintillation monitoring using commercial single frequency C/A code receivers, *Proceedings of ION GPS-93*.

[4] B. FORTE and S.M. RADICELLA, 2002 : Problems in data treatment for ionospheric scintillation measurements', *Radio Science*, Vol. 37, **6**.

[5] MA GUANYI and MARUYAMA TAKASHI, 2002 : Derivation of TEC and Estimation of Instrumental Biases from GEONET in Japan, *Journal of the communications Research Laboratory*, Vol. 49, **4**, 121-133.

[6] J.K. HARGREAVES, 1992 : The solar-terrestrial environment. Cambridge University Press.

[7] B. HOFMANN-WELLENHOF, H. LICHTENEGGER, J. COLLINS, 1997 : GPS Theory and Practice. Springer-Verlag Wien New York.

[8] C.S. HUANG, M.S. KELLY, 1996 : Nonlinear evolution of equatorial Spread-F. Gravity wave seeding of Rayleigh Taylor instability, *J. Geophysics Res.*, **101**, 293-302.

[9] PI X., A.J. MANNUCCI, LINDQWISTER, HO C. M., 1997 : Monitoring of global ionospheric irregularities using the worldwide GPS network, *Geophysical Research Letters*, Vol. 24, **18**, 2283-2286.

[10] LÊ HUY MINH, A. BOURDILLON, R. FLEURY, P. LASUDRIE-DUCHENSNE, NGUYỄN CHIẾN THẮNG, TRẦN THỊ LAN, TRẦN NGỌC NAM, HOÀNG THÁI LAN, 2006 : Xác định hàm lượng điện tử tổng cộng tầng điện ly ở Việt Nam qua số liệu các trạm thu tín hiệu vệ tinh GPS, *Tạp chí Địa Chất*. Vol. 296, **2**, 54-62.

[11] LÊ HUY MINH, NGUYỄN CHIẾN THẮNG, TRẦN THỊ LAN, R. FLEURY, P. LASUDRIE-DUCHEN-SNE, A. BOURDILLON, C. AMORY-MAZAUDIER, TRẦN NGỌC NAM, HOÀNG THÁI LAN, 2007 : Ảnh hưởng của bão từ tới nồng độ điện tử tổng cộng vùng dị thường điện ly xích đạo Đông Nam Á quan sát được từ số liệu GPS, *Tạp chí Các Khoa học về Trái Đất*. T. 29, **2**, 104-112.

[12] B.W. PARKINSON and J.J. SPILKER, 1994 : Global Positioning System : Theory and applications Volume I.

[13] P.V.S. RAMARAO, GOPI KRISHNA, S. NIRANJAN and D.S.V.V.D. PRASAD, 2006 : Study of spatial and temporal characteristics of L-band scintillation over the Indian low latitude region and their possible effects on GPS navigation, *Ann. Geophys.*, **24**, 1567-1580.

[14] P.V.S. RAMARAO, GOPI KRISHNA, S. NIRANJAN and D.S.V.V.D. PRASAD, 2006 : Temporal and spatial variations in TEC using simultaneous measurements from the Indian GPS network of receivers during the low solar activity period of 2004-2005, *Ann. Geophys.*, **24**, 3279-3292.

[15] S. SCHAER, 1999 : Mapping and Predicting the Earth's Ionosphere using the Global Positioning System. Ph. D. thesis.

[16] J.S. XU, J. ZHU, L. LI, 2007 : Effects of a major storm on GPS amplitude scintillations and phase fluctuations at Wuhan in China, *Advances in Space Research*, **39**, 1318-1324.

[17] KUNG CHIE YELL and CHAO-HAN LIU, 1982 : Radio wave scintillation in the ionosphere, *Proceedings of the IEEE*, **70**, **4**, April.

[18] GSV GPS Silicon Valley, 2004 : GSV4004/ GSV 4004A - GPS Ionospheric Scintillation & TEC Monitor, USER'S MANUAL, Feb.

## SUMMARY

### **A preliminary study of the total electron content and ionospheric scintillation using the GPS continuous data in Vietnam**

The ionosphere is attributed an important noise, triggers a phenomenon that is called the ionospheric delay, affect directly the accuracy of positioning by the Global Positioning System (GPS). However, this effect makes the GPS become a useful tool to study the ionosphere and the ionospheric disturbances as : the total electron content and ionospheric scintillation... Vietnam lies in the equatorial region, encompasses the latitude region from about 8°30'N to 23°30'N geographical latitude (0°30'N to 15°30'N geomagnetic latitude). Since April 2005, in the framework of the scientific co-operation between the Institute of Geophysics (Vietnam) and University of Rennes 1 and National School of Telecommunication of Brest (France), three dual frequency GPS receivers were installed in Vietnam : at Hanoi (21°02'50"N, 105°47'59

E), at Hue (16°27'33"N, 107°35'33"E) and at Ho Chi Minh city (Hocmon station, 10°50'54"N, 106°33'35"E)

to study TEC and ionospheric scintillation in the equatorial region. This paper presents a method for calculating TEC and ionospheric scintillation from GPS data, and its application for two specific cases : the storm day on 6-7/05/2006 and the nearly quiet day on 16-5-2006 using the data of three GPS receivers in Vietnam. Both studied cases, we observed the strong scintillation appearance with amplitude  $\sim 0.7$  at Hanoi (the station under the equatorial ionospheric anomaly crest), trigger a satellites signal loss on some single path during the observing time. The method for determining the bias receiver is also presented in this paper.

Keywords : TEC, ionospheric scintillation, the equatorial ionospheric anomaly.

*Ngày nhận bài : 4-2-2009*

*Viện Vật lý địa cầu  
(Viện Khoa học và Công nghệ Việt Nam)  
Trường Đại học Tổng hợp Rennes 1  
và Trường Viễn thông Quốc gia Brest  
(Cộng hoà Pháp)*