

PHẢN ỨNG CỦA TẦNG ĐIỆN LY XÍCH ĐẠO QUAN SÁT TẠI TP HỒ CHÍ MINH ĐỐI VỚI BÃO TỪ 17-19/8/2003

HOÀNG THÁI LAN

I. MỞ ĐẦU

Các nghiên cứu về mối tương quan giữa bão từ và nhiễu loạn điện ly có ý nghĩa quan trọng trong ứng dụng thực tiễn. Nhiều loạn điện ly thường ảnh hưởng đến những hoạt động hàng ngày của chúng ta, đặc biệt là đối với hệ thống thông tin giữa các trạm mặt đất sử dụng dải sóng vô tuyến HF truyền trong tầng điện ly và hệ truyền thông vệ tinh với các dải tần số cao hơn xuyên qua tầng điện ly. Trong thời gian xảy ra bão từ, độ dẫn điện, độ cao và độ dày của các lớp điện ly thay đổi. Vì vậy, để đảm bảo thông tin liên tục, chế độ truyền sóng cũng cần phải thay đổi tương ứng với trạng thái của điện ly. Những biến đổi mạnh trong hệ thống nhiệt quyển - điện ly vùng vĩ độ thấp và xích đạo liên quan đến điện động lực chuyển tiếp từ vĩ độ cao đến vĩ độ thấp và những thay đổi thành phần hóa học của khí quyển tầng cao trong thời gian xảy ra bão từ rất quan trọng trong việc nghiên cứu thời tiết không gian hiện nay.

Sự xuất hiện của bão từ có liên quan chặt chẽ đến hoạt động của Mặt Trời, nhất là với các vụ bùng nổ trong sắc cầu của Mặt Trời. Bão từ bắt đầu từ từ liên quan đến sự xuất hiện của các vết đen trên Mặt Trời. Bão từ bắt đầu bất ngờ liên quan đến các vụ bùng nổ trong sắc cầu của khí quyển Mặt Trời. Bão từ xảy ra hầu như cùng một lúc trên Trái Đất, nhưng ở các vị trí khác nhau, hình thái của xung quan sát được không giống nhau. Do đó, phản ứng của tầng điện ly cũng sẽ khác nhau ở những vị trí khác nhau. Các kết quả nghiên cứu cho thấy hiệu ứng của bão từ đối với điện ly vô cùng phức tạp và các nhà khoa học trên toàn thế giới cũng đang nỗ lực hợp tác để tìm hiểu mối quan hệ phức tạp này. Bài báo giới thiệu kết quả phân tích biến đổi điện ly trên cơ sở số liệu quan trắc tại đài Hóc Môn (Long.106°34 E, Lat.10°51 N,

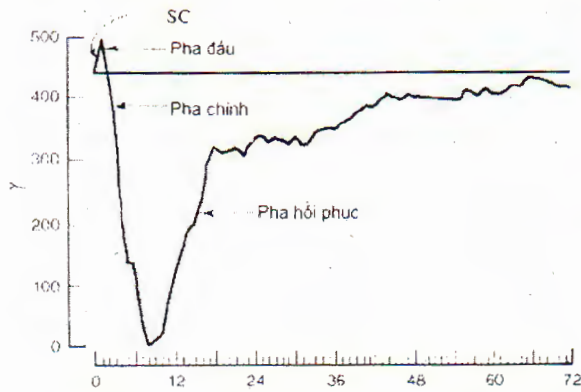
dip Lat. 2°9 N) trong trận bão từ xảy ra vào tháng 8/2003 với mục đích góp phần bổ sung kết quả vào bức tranh điện ly toàn cầu cũng như dần dần làm sáng tỏ cơ chế ảnh hưởng địa phương ở khu vực phía nam.

II. PHƯƠNG PHÁP PHÂN TÍCH VÀ SỐ LIỆU

Khi có các bùng nổ xảy ra trên Mặt Trời, các hạt tích điện chuyển động về phía Trái Đất với vận tốc rất lớn. Các luồng hạt phóng ra từ Mặt Trời nén các đường sức từ trường Trái Đất tại ranh giới xảy ra tương tác. Dưới tác dụng của sự tương tác đó, từ trường của Trái Đất biến đổi và tạo ra các nhiễu loạn địa từ. Các phân tích toàn diện về hình thái bão từ đã được tiến hành từ cuối thế kỷ 19 [1, 5, 7, 8, 11] và đã cho thấy rằng ở xích đạo và vĩ độ trung bình, sự suy giảm của thành phần H trong thời gian có bão từ có thể biểu diễn giống như từ trường song song với trục của lưỡng cực địa từ có hướng về phía nam. Độ lớn của trường nhiễu loạn đối xứng quanh trục này biến thiên theo thời gian bão từ và được xác định theo thời gian đo được tính từ khi bắt đầu trận bão. Sự bắt đầu của một trận bão từ được đặc trưng bởi sự tăng đột ngột thành phần H trên toàn cầu (SC). Tiếp theo SC là *pha đầu* của bão từ. Trong pha này, thành phần nằm ngang H có thể tăng vài chục gamma và kéo dài trong vài giờ. Sau đó là *pha chính* với đặc trưng là sự giảm mạnh cường độ thành phần nằm ngang H. Dưới tác dụng của từ trường Trái Đất, các hạt tích điện tạo ra một dòng điện chạy theo hướng tây trong mặt phẳng xích đạo Trái Đất và làm suy giảm cường độ từ trường. Sau khi đạt đến giá trị cực tiểu, cường độ từ trường từ từ trở lại giá trị bình thường, giai đoạn này gọi là *pha hồi phục*.

Chỉ số Dst [9] được dùng để biểu diễn sự biến đổi của thành phần từ trường H ở vùng vĩ độ thấp

và xích đạo do tác động của vòng dòng xích đạo. Chỉ số Dst cung cấp thông tin định lượng về nhiễu loạn từ có liên quan đến các thông số địa vật lý và Mặt Trời. Vì đôi rất khó xác định sự bắt đầu của pha hồi phục nên người ta thường xem xét đồng thời các hiệu ứng trong pha chính và phần đầu của pha hồi phục (hình 1).



Hình 1. Các pha đặc trưng của một trận bão từ

Số liệu điện ly được phân tích trong bài báo là các thông số của lớp F:

- foF2 - tần số tới hạn của lớp F
- h'F - độ cao biểu kiến của lớp F
- hpF - độ cao xảy ra cực đại nồng độ điện tử của lớp F

Các điện ly đồ được ghi tại đài Hóc Môn 15 phút/lần và được xử lý theo các thông số trên.

Các giá trị của thành phần từ trường H ghi tại đài Hóc Môn được phân tích song song với các giá trị Dst (lấy từ website : <http://swdcdb.kugi.kyoto-u.ac.jp/wdc>).

Các thông số điện ly trong điều kiện yên tĩnh cũng được sử dụng để so sánh. Thời gian có điều kiện yên tĩnh được xác định dựa trên chỉ số Kp (chỉ số hành tinh, biểu diễn mối liên quan giữa gió Mặt Trời và mức nhiễu loạn của trường địa từ).

Chỉ số Kp [4] được lấy từ website : <http://www.gpz-postdam.de/kp.html>

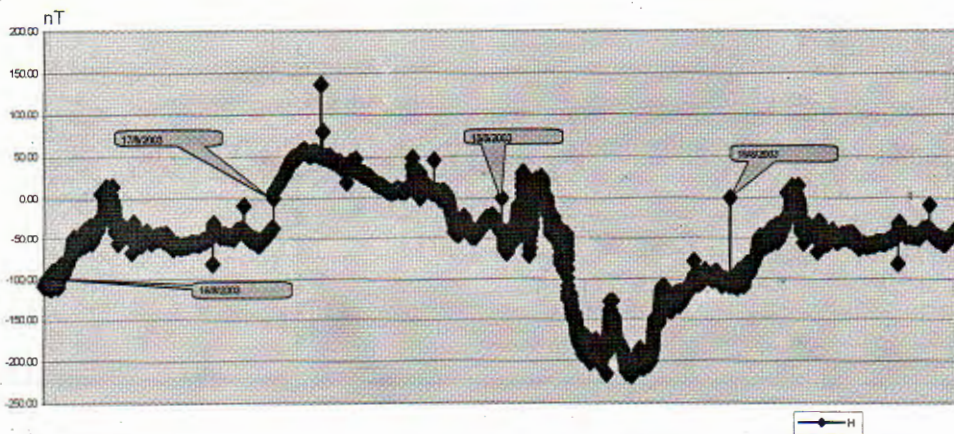
Phân loại															
Tháng	Ngày yên tĩnh nhất (Q)										Ngày nhiễu loạn nhất				
	Q1	Q2	Q3	Q4	Q5	Q6	Q7	Q8	Q9	Q10	D1	D2	D3	D4	D5
8/2003	31	5A	16A	27A	4A	10A	11A	26A	15A	3A	18	21	22	1	23

Ngày 31/8/2003 là ngày yên tĩnh được chọn để so sánh trong báo cáo này.

III. KẾT QUẢ PHÂN TÍCH SỐ LIỆU

Hình 2 biểu diễn trường địa từ biến thiên quan

trắc được tại đài Hóc Môn trong các ngày 16-17-18-19/8/2003. Số liệu quan trắc cho thấy các biến đổi bất thường thể hiện trong ngày 17 và 18/8. Để xem xét phản ứng của tầng điện ly trong các pha của trận bão từ này, số liệu từ và số liệu điện ly được phân tích là ba ngày 17-18-19/8.



Hình 2. Biến thiên của thành phần H trong các ngày 16-17-18-19/8/2003, quan trắc tại đài Hóc Môn

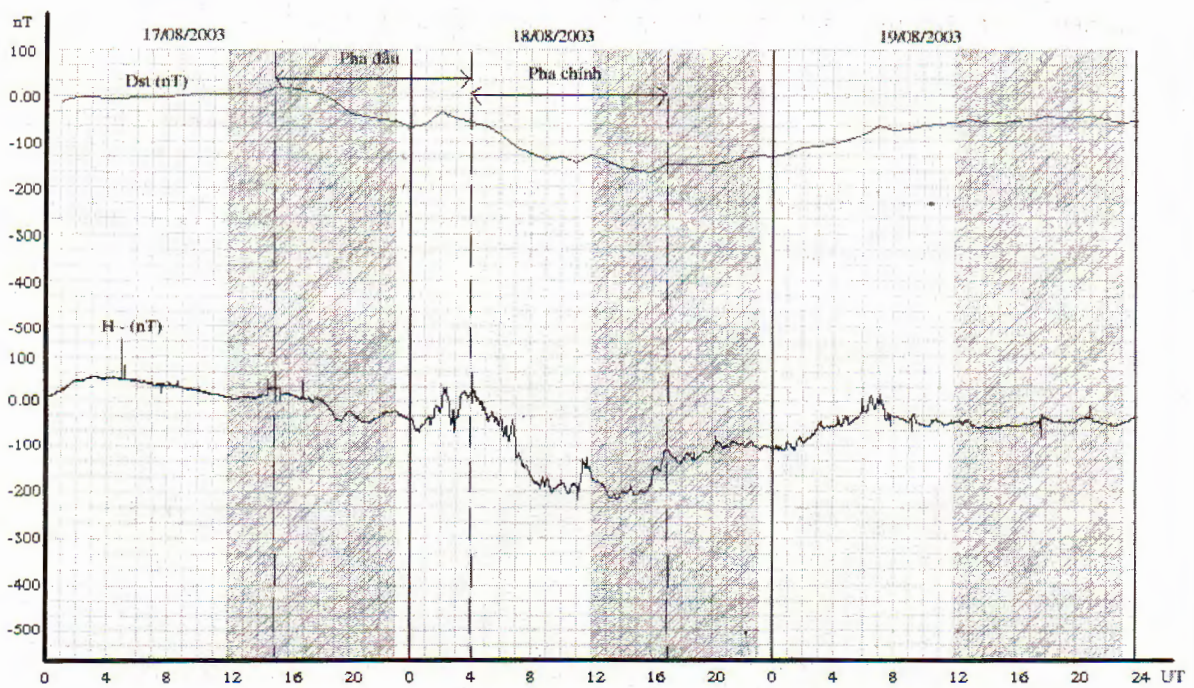
Hình 3 biểu diễn chỉ số Dst và biến thiên của thành phần H quan trắc tại đài Hóc Môn trong các ngày 17-18-19/8/2003. Giá trị Dst cho thấy độ suy giảm cực đại của từ trường đạt 168 nT vào 16 UT ngày 18/8, $\Sigma Kp = 52+$, $A_p = 108$. Hình thái biến đổi của thành phần H quan trắc tại đài Hóc Môn cho thấy SC xảy ra vào 14.36 UT ngày 17/8. Độ suy giảm cực đại của thành phần H đạt giá trị 217 nT vào lúc 13:42 UT (20:42 LT) ngày 18/8.

Nhiều loạn điện ly xuất hiện vào thời điểm SC, foF2 tăng đột ngột với giá trị 11,6 MHz so với giá trị trung bình 8,5 MHz (hình 4). Trận bão từ này có pha đầu và pha chính xảy ra vào cả thời gian ban ngày và ban đêm. Vào thời gian ban ngày, trong cả pha đầu và pha chính, nồng độ ion đều cao hơn rất nhiều - tần số chênh lệch cực đại lên tới 6 MHz. Vào giai đoạn từ 20 LT đến 03 LT ngày 18/8 quan trắc thấy giá trị foF2 suy giảm so với giá trị foF2 ở điều kiện yên tĩnh. Thời gian này tương ứng với giai đoạn suy giảm cực đại của Dst và phần đầu của pha hồi phục.

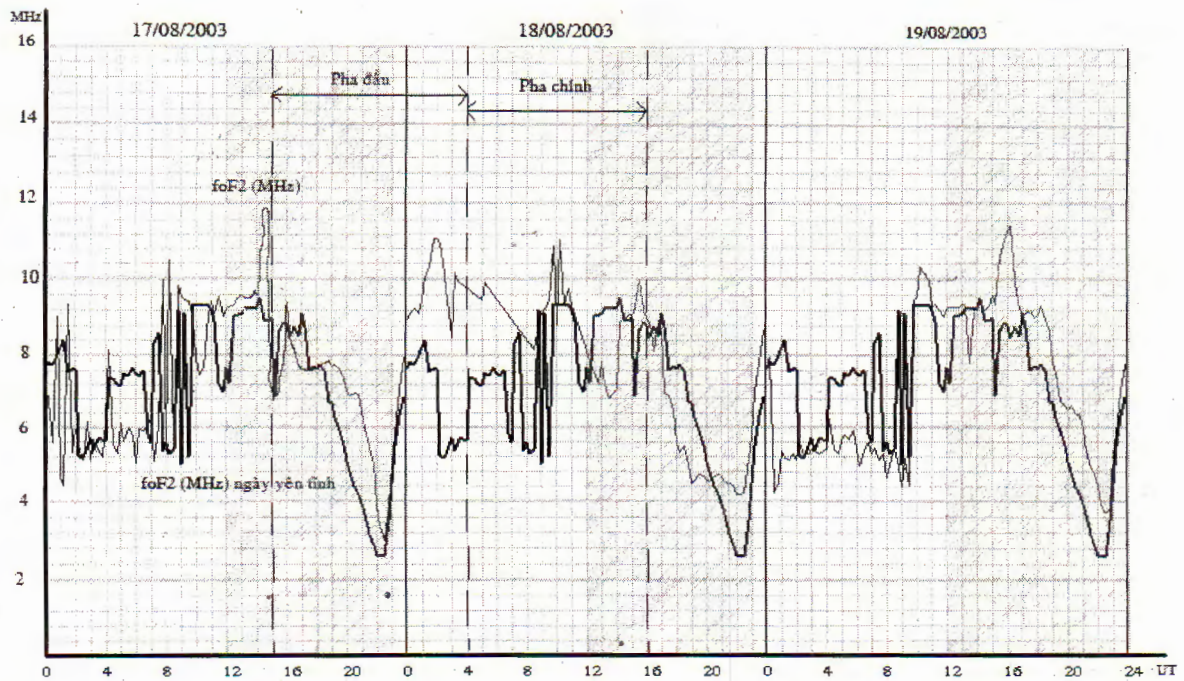
Hiệu ứng trực tiếp lên sự dịch chuyển điện ly có thể dễ dàng quan trắc thông qua sự biến đổi độ cao của lớp F. Hình 5 biểu diễn các biến thiên của h'F trong thời gian xảy ra bão từ và so sánh với biến thiên ngày đêm yên tĩnh. Trong pha đầu, các

giá trị h'F cao hơn bình thường vào thời gian ban đêm. Thời gian ban ngày không thể hiện rõ nét đặc trưng ảnh hưởng trên h'F ở cả pha đầu và pha chính. Độ cao h'F tăng đột ngột vào buổi tối (20 LT) cao hơn bình thường khoảng 70 km và giảm đột ngột vào thời điểm Dst đạt độ suy giảm cực đại. Kết quả cho thấy lớp F2 sau đó lại dịch chuyển lên cao vào sau nửa đêm (00 - 03 LT) ngày 18/8 với độ cao chênh lệch khoảng 80 km. Đây là giai đoạn đầu của pha hồi phục. Hiện tượng tăng độ cao h'F luôn đi kèm với sự giảm tần số foF2.

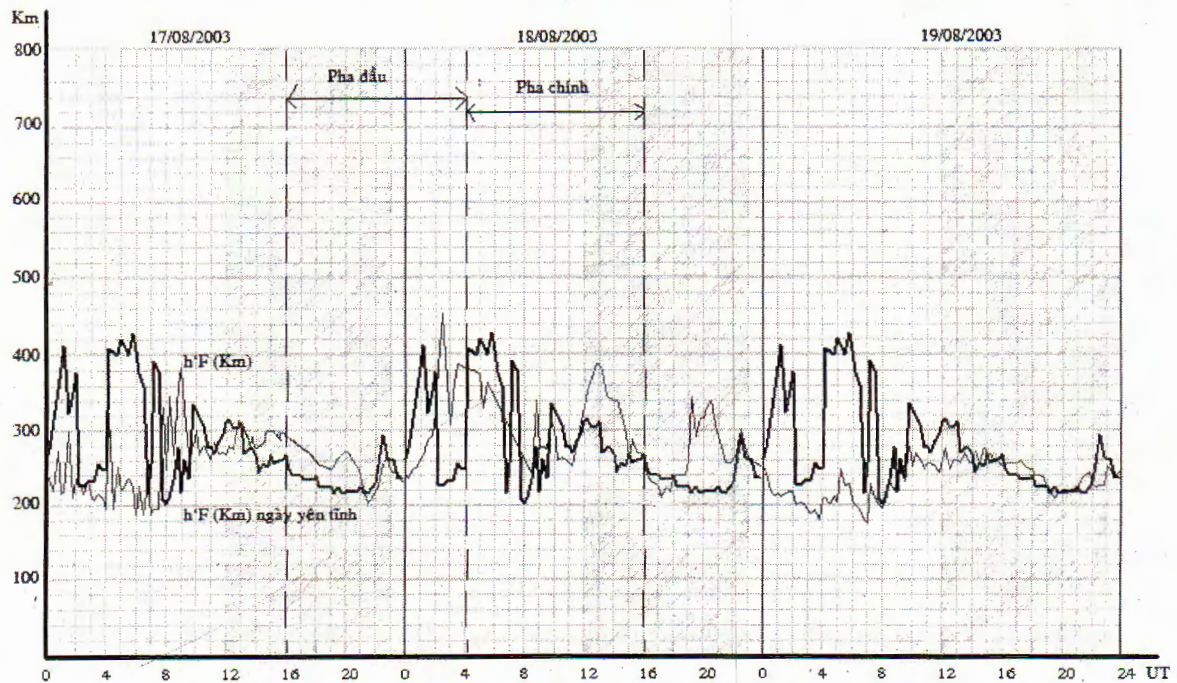
Hình 6 biểu diễn sự biến thiên ngày đêm của các thông số foF2 (a), h'F (b) trong thời gian bão từ, đồng thời so sánh với các giá trị trung bình của tháng. Ta thấy, nói chung vào thời gian ban ngày ở cả pha đầu và pha chính, các thông số foF2 và h'F đều cao hơn rất nhiều so với giá trị trung bình tháng. Chênh lệch cực đại về tần số tới hạn foF2 khoảng 5 MHz, về độ cao h'F - khoảng 70 - 80 km. Vào thời gian hoàng hôn, trong điều kiện bình thường, độ cao của lớp F tăng. Nhưng trong thời gian xảy ra bão từ, độ cao h'F quan trắc được lại có xu hướng giảm. Vào buổi tối, ở pha chính, foF2 giảm và h'F tăng so với giá trị trung bình. Ngược lại, vào trước nửa đêm, foF2 tăng và đi kèm là hiện tượng h'F giảm.



Hình 3. Dst và biến thiên của thành phần H quan trắc tại đài Hóc Môn ngày 17-18-19/8/2003 (phần bóng mờ là thời gian ban đêm : 18 - 06 LT)



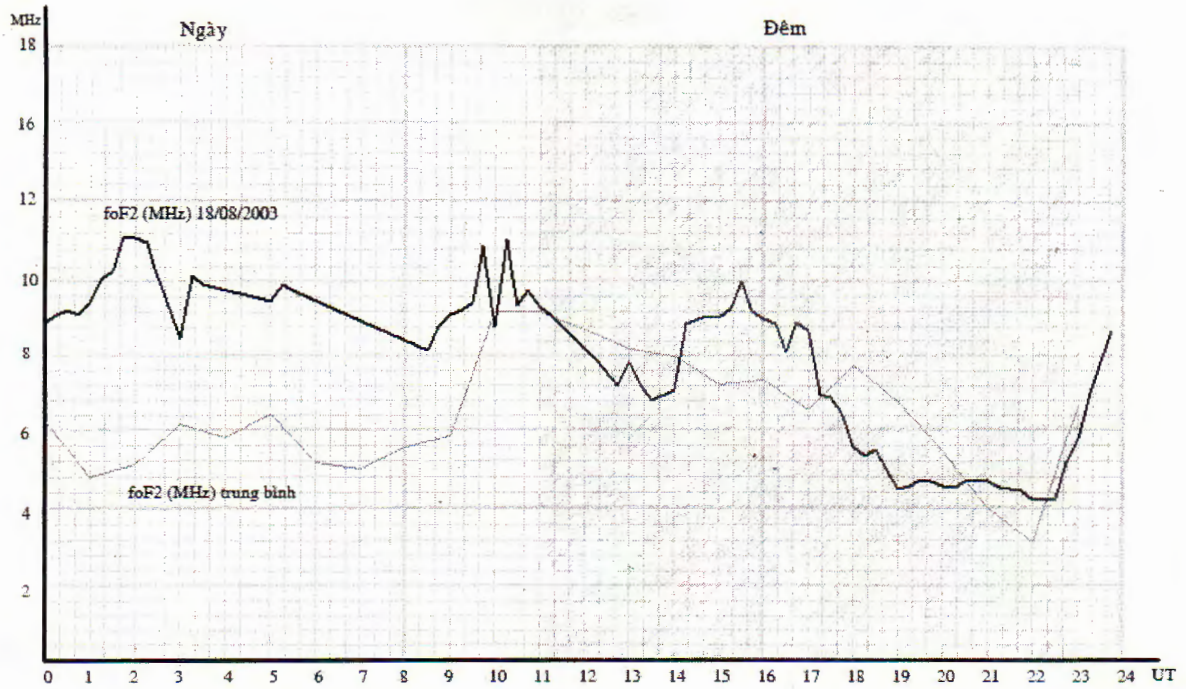
Hình 4. Tần số tới hạn foF2 quan trắc tại đài Hóc Môn ngày 17-18-19/2003
Đường đậm biểu diễn biến thiên ngày đêm trong điều kiện yên tĩnh



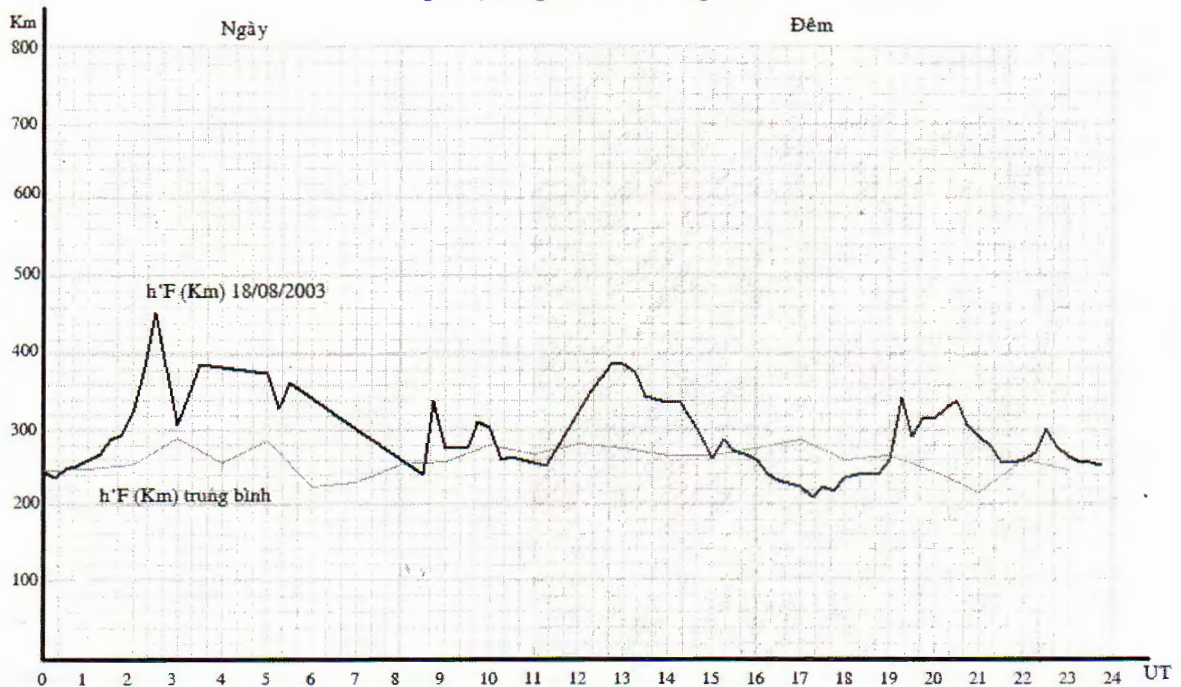
Hình 5. Biến thiên của độ cao h'F trong thời gian bão từ
Đường đậm biểu diễn biến thiên ngày đêm trong điều kiện yên tĩnh

Hình 7 biểu diễn kết quả phân tích độ cao xảy ra cực đại nồng độ điện tử hpF trong thời gian bão từ và so sánh với các giá trị hpF trong điều kiện yên

tĩnh. Kết quả cho thấy, vào thời gian ban đêm, các giá trị của hpF2 cao hơn so với các giá trị hpF2 ở điều kiện tĩnh cả ở pha đầu và pha chính. Vào



Hình 6a. So sánh biến thiên ngày đêm của thông số foF2 trong thời gian bão từ và giá trị trung bình của tháng 8/2003

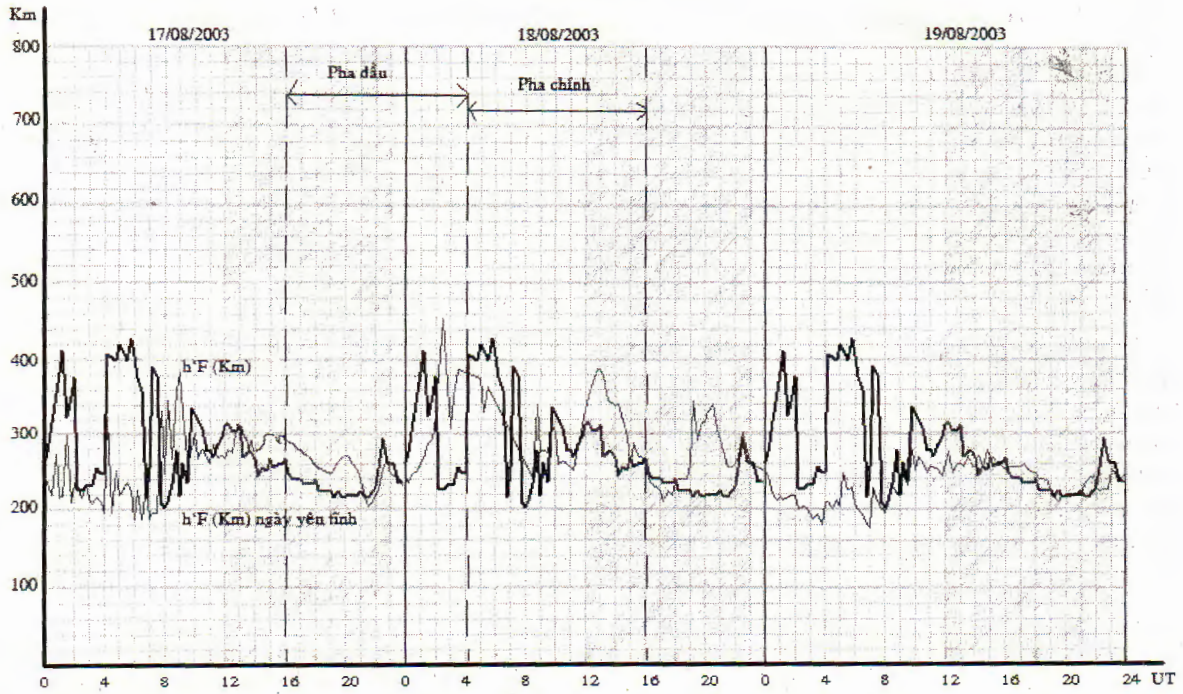


Hình 6b. So sánh biến thiên ngày đêm của thông số h'F trong thời gian bão từ và giá trị trung bình của tháng 8/2003

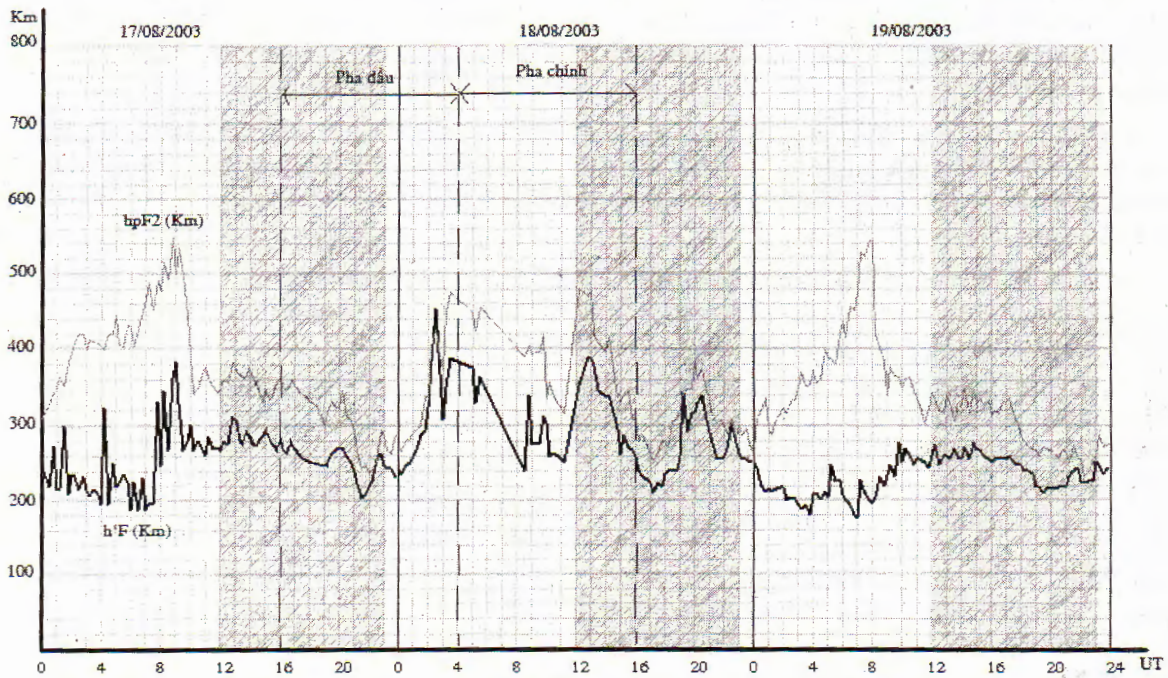
thời gian ban ngày, độ cao hpF giảm nhẹ so với ở điều kiện fính.

Hình 8 biểu diễn sự khác biệt giữa biến thiên của độ cao h'F và độ cao cực đại hpF trong thời

gian xảy ra bão từ. Ta có thể thấy rằng các hiệu ứng bão từ lên độ cao biểu kiến và độ cao cực đại giống nhau vào thời gian từ buổi tối cho đến nửa đêm ở pha đầu. Tuy nhiên, trong pha



Hình 7. Biến thiên hpF2 trong thời gian bão từ (đường mảnh) so sánh với hpF2 trong điều kiện yên tĩnh (đường đậm)



Hình 8. So sánh giữa độ cao hiệu dụng h'F(đường đậm) và độ cao cực đại hpF2 trong thời gian bão từ (đường mảnh).

chính, điều khác biệt về hiệu ứng bão từ lên hai thông số trên thể hiện rõ nét ở sự giảm chênh lệch giữa độ cao hiệu dụng và độ cao cực đại.

Độ chênh lệch cực đại của độ cao hpF giữa điều kiện bình thường và khi có bão từ đạt tới 150 km.

MỘT SỐ NHẬN XÉT

Kết quả phân tích số liệu quan trắc bão từ 17-19/8/2003 cho thấy nồng độ điện ly tăng cao vào thời gian ban ngày. Tầng điện ly chuyển dịch lên cao một cách đáng kể vào ban đêm, đặc biệt là khoảng thời gian trước và sau nửa đêm. Vào thời điểm xảy ra suy giảm từ trường cực đại, độ cao giảm đột ngột và nồng độ điện ly cũng suy giảm.

Trong năm 2003 đã có 3 bão từ mạnh xảy ra vào tháng 8, tháng 10 và tháng 11. Phản ứng của tầng điện ly quan trắc tại Tp. Hồ Chí Minh trong trận bão cực mạnh vào tháng 10 đã được báo cáo trong [17]. Với các kết quả phân tích qua các trận bão từ này bước đầu có thể rút ra những phản ứng đặc trưng của điện ly khu vực phía nam như sau :

1. Trong thời gian xảy ra bão từ, giá trị tần số tới hạn foF2 vào ban ngày phân lớn đều tăng so với bình thường.

2. Vào thời gian sau nửa đêm, những sự biến đổi của độ cao biểu kiến (h'F) thể hiện một sự dịch chuyển lên những độ cao lớn và đặc biệt nhanh chóng vào thời gian suy giảm cực đại của thành phần H. Sự dịch chuyển lên cao luôn đi kèm với sự giảm của foF2.

3. Những sự biến đổi trong chiều cao của đỉnh mật độ điện tử (hpF2) khi có bão từ không nổi bật như ở h'F, nhưng chúng mô tả đặc điểm những dao động quan trọng.

Đã có nhiều báo cáo về sự biến đổi của mật độ điện tử ở đỉnh lớp F2, foF2, h'F và hpF/hmF [2, 3, 6, 10, 12-20]. Những sự biến đổi này đi kèm với sự tăng hoặc giảm trong các pha của bão. Để có thể xác định toàn bộ cơ chế vật lý xảy ra trong tầng điện ly khi có bão từ cần phải nghiên cứu, khảo sát hiệu ứng điện ly một cách chi tiết ở nhiều địa điểm và đối với từng trận bão từ. Nhiều chương trình hợp tác nghiên cứu và so sánh kết quả của các trạm quan trắc nằm trong vùng xích đạo đang được xây dựng và thực hiện. So sánh phản ứng đặc trưng của điện ly khu vực phía nam với các đặc trưng của một số vị trí xích đạo và vĩ độ thấp khác đã bước đầu được tiến hành [17] và sẽ là mục tiêu của những nghiên cứu sắp tới.

Bài báo được hoàn thành với sự tài trợ kinh phí của Chương trình Nghiên cứu Cơ bản trong lĩnh vực Khoa học Tự nhiên, đề tài mã số 731504

"Nghiên cứu mối quan hệ giữa tầng điện ly và trường địa từ biến thiên tại khu vực phía nam".

Tác giả chân thành cảm ơn GsTsKh Lê Minh Triết và Gs TsKh Nguyễn Thị Kim Thoa về những góp ý trong chuyên môn địa từ để hoàn thiện bài báo.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] W.G. ADAM, 1892 : Comparision of simultaneous magnetic disturbance at several observatories, Phil. Trans. London, 183,131.
- [2] J.O. ADENIYI, 1986 : Magnetic storm effects on the morphology of the equatorial F2-layer, Journal of Atmospheric and Terrestrial Physics 48, 8, 695 - 702.
- [3] S. BASU, K.M. GROVES, H.C.YEH, S. SU, F. J. RICH, P.J. SULTAN, and M.J. KESKINEN, 2001 : Response of the equatorial ionosphere in the South Atlantic region to the great magnetic storm of July 15, 2000, Geophysical Research Letters 28, 3577-3580.
- [4] F. BOBERG, P. WINTOFT, H. LUNDSTEDT, 1999 : Real time Kp predictions from solar wind data using neutral networks, J. Physics and Chemistry of the Earth, 17.
- [5] J.A. BROUN, 1861 : On the horizontal force of the Earth's magnetism, Proc. Roy. Soc. Edinburgh, 22, 511.
- [6] A.G. BUST, T.L. GUASSIRAN, and D.S. COCO, 1997 : Ionospheric observations of the November 1993 storm, Journal of Geophysical Research 102, 14293 - 14304.
- [7] S. CHAPMAN, 1935 : The electric current-systems of magnetic storms, Terr. Mag. Atmos. Phys., 40, 349.
- [8] S. CHAPMAN, 1952 : The morphology of magnetic storms: an extension of the analysis of Dst, the disturbance local-time inequality, Amali di Geofisica, 5, 481.
- [9] J.K. HARGREAVES, 1992 : The solar-terrestrial environment, 279, Cambridge University Press.
- [10] C. HO, M. MANNUCCI, U.J. LINDQWISTER, B.T. TSURUTANI, L. SPARKS, B.A. IJIMA, B.D. WILSON, I. HARRIS, and M.J. REYES, 1998 : Global ionospheric TEC variations during January 10,

1997 storm, Geophysical Research Letters **25**, 2589 - 2592.

[11] Y. KAMIDE, 1997 : Magnetic storm, Geophysical Monograph 98, 1-17, The American Geophysical Union.

[12] D.R. LAKSHMI, C.N. RAO, A.R. JAIN., M.K. GOEL and B.M. REDDY, 1991 : Response of equatorial and low-latitude F-region to the great magnetic storm of 13 March 1989, Annales Geophysicae **9**, 286 - 290.

[13] D. R. LAKSHMI, B.V.EENADHARI, R.S. DABAS, B.M. REDDY, 1997: Sudden post-midnight decrease in equatorial F-region electron densities associated with severe magnetic storms, Annales Geophysicae **15**, 306 - 313.

[14] J.J. LEE, K.W. MIN, V.P. KIM, V. HEGAI, K.I. OYAMA, F.J. RICH, and J. KIM, 2002 : Large density depletions in the nighttime upper ionosphere during the magnetic storm of July 15, 2000, Geophysical Research Letters **29**, 10.1029/2001GL013991.

[15] LÊ HUY MINH, TRẦN THỊ LAN, PHẠM THỊ THU HỒNG, 2004 : Bão từ và bão điện ly ngày 6-7/2000 và ngày 31/3/2001 quan sát được tại Phú Thọ, Tạp chí các Khoa học về Trái Đất, **26**, **2**, 122 - 135.

[16] Y. SAHAI, P.R. FAGUNDES, J.A. BITTENCOURT, and M.A. ABDU, 1998 : Occurrence of large scale equatorial F-region plasma depletions during geo-magnetic storm, Journal of Atmospheric and Solar-Terrestrial Physics **60**, 1593 - 1604.

[17] Y. SAHAI, P.R. FAGUNDES, HOÀNG THÁI LAN et al, 2005 : Effects of the major geomagnetic storms in October 2003 on the equatorial and low latitude F-region in two longitudinal sectors, Journal of Geophysical Research - Space Physics, 2004JA010999.

[18] J.H. SASTRI, K. NIRANJAN and K.S. SUBBARAO, 2002 : Response of the equatorial ionosphere in the Indian (midnight) sector to the severe magnetic storm of July 15, 2000, Geophysical Research Letters **29**, 10.1029/2002GL015133.

[19] G.O. WALKER and Y.W. WONG, 1993 : Ionospheric effects observed throughout East Asia of the large magnetic storm of 13 -15 March 1989,

Journal of Atmospheric and Terrestrial Physics **55**, **7**, 985 - 1008.

[20] YINN-NIEN HUANG and KANG CHENG, 1993: Ionospheric disturbances around East Asia region during the 20 October 1989 magnetic storm, Journal of Atmospheric and Terrestrial Physics **55**, **7**, 1009 - 1020.

SUMMARY

Equatorial ionospheric response to the during 17-19 of August 2003 geomagnetic storm observed in Hochiminh city

The effects of magnetic storm on the ionosphere are complex and large deviations from apparent average behaviors. These effects are common in any particular storm. The interest in understanding the response of the upper atmosphere to geomagnetic storms has stemmed from the need to predict the ionospheric response. This need arises for practical reasons: communication systems require signals to pass from ground - to - ground using HF radio via the ionosphere, and from ground - to satellite through the ionosphere at higher frequencies. Ionospheric disturbances may cause the influence on everyday human activity. In the low latitude regions, where many people live, the investigations related to these disturbances are of great importance.

Ionospheric sounding measurements from Ho Chi Minh City (Long.106.3°E; Lat.10.5°N, dip lat. 2.9°N), Vietnam, are presented for the period August 17 to 19, 2003. The observatory equipped with a Canadian Advanced Digital Ionosonde (CADI) and a Japanese Fluxgate Magnetometer. The period selected for the present study related to storm effects on equatorial F-region parameters and irregularities includes the intense geomagnetic storm on August 18. A comparative study of the F-region ionospheric data from the Hoc Mon observatory for both the quiet and disturbed conditions are presented and discussed in this communication. It is pointed out that on the magnetic disturbed period the foF2 values are increased mostly during daytime. The h'F variations show a rapid and large uplifting during nighttime. Simultaneous with the maximum depression of magnetic field, the falls in h'F and foF2 were observed. The variations in peak heights hpF2 during magnetic storm period are not as striking as those in h'F, but are often characterized by significant fluctuations.

Ngày nhận bài : 11-9-2004

Phân viện Vật lý tại Tp. Hồ Chí Minh