

CHẠY THỬ NGHIỆM BƯỚC ĐẦU MÔ HÌNH NGHIỆP VỤ ETA95 TRONG DỰ BÁO TRƯỜNG CÁC YẾU TỐ KHÍ TƯỢNG TẠI KHU VỰC NHIỆT ĐỚI

(cho trường hợp không có núi)

ThS .Đỗ Ngọc Thắng, ThS. Đỗ Lệ Thủy
Trung tâm quốc gia dự báo KTTV

1. MỞ ĐẦU

Mô hình ETA95 của Nam Tư thuộc loại mô hình số trị nghiệp vụ, tích phân trên miền hạn chế của bề mặt quả đất, gọi tắt là LAM (limited area model).

Công tác dự báo thời tiết luôn luôn là một vấn đề nan giải và một bài toán vừa cấp bách vừa cơ bản lâu dài của ngành khí tượng thủy văn trên thế giới nói chung và của ngành khí tượng thủy văn nước ta nói riêng. Mô hình dự báo số trị chỉ là một trong các phương pháp dự báo thời tiết, nhưng nó có vị trí đặc biệt do khả năng định lượng và tính khách quan cao độ mà ở các phương pháp khác (synop, thống kê ...) mức độ định lượng và tính khách quan còn bị hạn chế. Tại các nước tiên tiến như Mỹ, Anh, Đức, Nhật Bản, Australia, Nam Tư ... bên cạnh phương pháp synop truyền thống, họ đã ứng dụng rất nhiều mô hình dự báo số trị khác nhau (nhiều tầng, đa trường, đa biến) trong nghiệp vụ dự báo thời tiết hàng ngày cũng như dự báo các hiện tượng thời tiết nguy hiểm. Theo [2], các mô hình LAM có khả năng tốt trong nghiên cứu và dự báo quỹ đạo XTNĐ và sự mạnh lên hay yếu đi của gió mùa tây (so với lãnh thổ Australia) ở các lớp dưới của khí quyển nói riêng và nghiên cứu hoàn lưu nhiệt đới nói chung.

Đối với các khu vực ở vĩ độ cao, kể từ những năm 70 trở lại đây, việc dự báo thời tiết bằng các mô hình số trị đã mang lại những kết quả cực kỳ khả quan (Simmons, 1989). Tuy nhiên, ở các vùng vĩ độ thấp, khả năng dự báo của mô hình số trị ở khu vực nhiệt đới thường bị hạn chế nhiều so với tại các vùng vĩ độ cao, sai số dự báo tăng đến một nửa của chuẩn sai khí hậu trong hạn dự báo từ 2 đến 3 ngày, trong khi các con số này ở vùng vĩ độ vừa và cao là từ 5 đến 7 ngày. Dù sao, nếu ở Việt Nam chúng ta ứng dụng được mô hình số trị vào nghiệp vụ, sẽ có khả năng dự báo trước 48 giờ bằng mô hình. Điều đó chắc hẳn sẽ góp một phần vào việc nâng cao chất lượng dự báo hiện nay.

Trong bài viết này, chúng tôi sẽ trình bày việc thử nghiệm mô hình dự báo số trị ETA95 (với độ phân giải thẳng đứng 16 tầng) dùng để dự báo trường các yếu tố khí tượng cho vùng lãnh thổ hạn chế tại khu vực nhiệt đới (từ kinh độ 70°E đến 130°E , vĩ độ -3°S đến 43°N). Thử nghiệm số trị được xét cho trường hợp không có núi (NO MOUNTAINS), cho bởi lệnh gán $\text{NOMNTS} = \text{TRUE}$ trong bước tiền xử lý.

Vì khuôn khổ của bài viết, nên chúng tôi chỉ đưa ra vấn đề một cách tóm tắt. Phần thứ hai trình bày hệ các phương trình cơ bản dùng trong mô hình và các thuật toán ứng dụng, số liệu dùng để thử nghiệm và phân tích. Các kết quả nhận được sẽ nêu trong phần ba. Cuối cùng là phần kết luận và đề ra hướng nghiên cứu tiếp theo.

2. HỆ PHƯƠNG TRÌNH CƠ BẢN

Hệ phương trình cơ bản viết trong hệ tọa độ eta (η) có dạng như sau:

$$\frac{\partial}{\partial t} \left[\frac{\partial P}{\partial \eta} V \right] + \nabla_{\eta} \left[\frac{\partial P}{\partial \eta} V V \right] + \frac{\partial}{\partial \eta} \left[\frac{\partial P}{\partial \eta} \dot{\eta} V \right] + \frac{\partial P}{\partial \eta} \left[f k * V + \nabla_{\eta} \Phi + \frac{R_d T}{P} \nabla_{\eta} P + F \right] = 0 \quad (1)$$

$$\frac{dT}{dt} - \frac{\kappa T \omega}{P} + T' + \frac{g}{C_p} \frac{\partial R}{\partial \eta} \bigg/ \frac{\partial P}{\partial \eta} = 0 \quad (2)$$

$$\frac{\partial \Phi}{\partial \eta} = - \frac{R_d T_v}{P} \frac{\partial P}{\partial \eta} \quad (3)$$

$$\frac{1}{\eta_s} \frac{\partial P_s}{\partial t} + \nabla_{\eta} \cdot \left[\frac{\partial P}{\partial \eta} V \right] + \frac{\partial}{\partial \eta} \left[\frac{\partial P}{\partial \eta} \dot{\eta} \right] = 0 \quad (4)$$

$$\frac{\partial P_s}{\partial t} = \int_0^{\eta_s} \nabla_{\eta} \left[\frac{\partial P}{\partial \eta} V \right] d\eta \quad (5)$$

$$\dot{\eta} \frac{\partial P}{\partial \eta} = - \frac{\eta}{\eta_s} \frac{\partial P_s}{\partial t} - \int_0^{\eta} \nabla_{\eta} \cdot \left[\frac{\partial P}{\partial \eta} V \right] d\eta \quad (6)$$

$$\frac{dq}{dt} + q' = S \quad (7)$$

P : khí áp ; V : vectơ thành phần ngang của vận tốc gió, $\vec{V} = \vec{i} \cdot u + \vec{j} \cdot v$,

f : tham số Coriolis ; k : vectơ đơn vị theo phương thẳng đứng,

Φ : độ cao địa thế vị ; R_d : hằng số khí cho không khí khô ,

F : tham số ảnh hưởng của ma sát rối lên vận tốc gió,

$\kappa = R/C_p$, C_p - hệ số nhiệt đặc trưng cho khí áp cố định,

$\omega = dP/dt$; T' : ảnh hưởng của rối lên nhiệt độ,

R : tổng thông lượng bức xạ thẳng đứng ; q' : ảnh hưởng của rối lên ẩm ,

S : lượng hơi nước nhập xuất.

Hệ tọa độ eta (η) được xác định như sau (Mesinger, 1984):

$$\eta = \frac{P - P_T}{P_s - P_T} = \sigma \cdot \eta_s, \quad \text{trong đó} \quad \eta_s = \frac{P_{\sigma}(z_s) - P_T}{P_{\sigma}(0) - P_T}$$

P : biến khí áp ;

chỉ số s và T đặc trưng cho giá trị khí áp tại bề mặt trái đất và tại tầng cao nhất của mô hình.

Mô hình ETA95 có những thông số và đặc tính như sau :

- Dùng cho lãnh thổ hạn chế, còn gọi là mô hình con. Để chạy mô hình, cần được đảm bảo bởi một mô hình toàn cầu, còn gọi là mô hình mẹ. Mô hình toàn cầu sẽ cung cấp các trường ban đầu và chuỗi SL tương lai, cách nhau 6h, dùng để làm mới (refresh) điều kiện biên.
- Dùng lưới (E) bán chữ chi Arakawa (1972).
- Toạ độ thẳng đứng là dạng bậc núi, eta (η) là một dạng chi tiết hơn hệ toạ độ (σ), (Philips, 1957, Mesinger, 1984). Khi muốn, có thể chạy theo toạ độ (σ) như 1 trường hợp đặc biệt của toạ độ (η).
- Sử dụng sai phân hữu hạn tách hiển theo thời gian.
- Về mặt tin học, mô hình ETA95 là 1 bộ chương trình viết bằng FORTRAN 77, tất cả khoảng 60 đơn vị chương trình với hơn 12.000 dòng lệnh; file địa hình USNAVY.DAT và file SLBĐ FORT.16 (phần cơ bản của SL đầu vào) có tổng dung lượng $18.662.400 + 9.519.408 = 28.181.808$ bytes... (Các chương trình được phía Nam Tư cho trên 1 đĩa mềm làm quà tặng để nghiên cứu cho mỗi thành viên khi đại biểu Việt Nam tham gia ISSM'97 - International Summer School in Meteorology). Quá trình tích phân 48 h trên máy WORKSTATION trên hệ ĐH UNIX tại Trung tâm quốc gia dự báo Khí tượng Thủy văn hết khoảng hơn 40 phút.

3. SỐ LIỆU THỰC NGHIỆM, QUÁ TRÌNH XỬ LÝ VÀ ĐƯA RA BẢN ĐỒ

Theo yêu cầu của mô hình ETA95, cần số liệu của độ cao địa thế vị (ĐTV), gió (U,V) và độ ẩm tương đối trên 10 mực đẳng áp chuẩn: 1000, 850, 700, 500, 400, 300, 250, 200, 150 và 100hPa của một mô hình toàn cầu với độ phân giải $0,5 \times 0,5$ độ. Hiện nay, tại Trung tâm quốc gia dự báo KTTV có số liệu của Cục Khí tượng Nhật Bản với độ phân giải $1,25 \times 1,25$ độ, so với yêu cầu trên, thiếu mực 1000 và 400hPa, nhưng có số liệu bề mặt và trường áp suất tại mực nước biển. Tạm thời, chúng tôi đã tính ra ĐTV tại mực 1000hPa, lấy trường gió bề mặt gán vào mực 1000hPa. Bước thời gian $\Delta T = 120$ giây. Quá trình chạy mô hình như sau:

Bước 1: Tải xuống file USNAVY.DAT (file địa hình của Hải quân Mỹ) từ INTERNET theo địa chỉ do phía Nam Tư cho. Chạy chương trình MOUNTNEW.f để tạo ra file SILUET.DAT (địa hình cho mô hình).

Bước 2: Trên cơ sở số liệu của mô hình toàn cầu của Nhật Bản, tạo ra file FORT.16 gồm: độ cao ĐTV, gió U,V và độ ẩm tương đối trên 9 mực chuẩn: 1000, 850, 700, 500, 300, 250, 200, 150 và 100hPa. Chạy lần lượt các chương trình của thư mục tiền xử lý (pre-processing): INVTL.f; ECETA.f; ANEC.f; PTETIN.f; PTETBC.f; CONST.f và BOCO.f;

Trong bước này, trường nhiệt độ được tính ra từ ĐTV và độ ẩm tương đối.

Bước 3: Vào thư mục MODEL chạy mô hình. Sau mỗi khoảng thời gian định trước (00h; 06h ... 48h) sẽ đưa ra các file sản phẩm của mô hình là: ETA_OUT00.DAT, ETA_OUT06.DAT, ... ETA_OUT48.DAT.

Bước 4: Vào thư mục POST_PROCESSING (Hậu xử lý) để phân tích các file ETA_OUT và tạo ra các file Bản đồ chuyển qua hệ GrADS vẽ các bản đồ của các trường khí tượng như: trường áp, gió, độ cao ĐTV ...

Các bản đồ 1a, 1b, 2a và 2b đối chiếu số liệu gốc (Nhật Bản) với trường áp suất và ĐTV ban đầu ($t = 00h$) của mô hình; bản đồ 3a, 3b, 4a chạy thử dự báo 6h cho ĐTV 500, trường gió 500 và bản đồ đường dòng 500; bản đồ 4b chạy thử dự báo 48h cho trường gió 500.

4. KẾT LUẬN

+) Đã chạy qua tất cả các đơn vị chương trình của hệ thống mô hình ETA95. Qua bước tiền xử lý, là một trong các bước quan trọng nhất, các trường khí tượng ban đầu phù hợp tốt với số liệu của mô hình toàn cầu của Nhật Bản. Điều này cho phép kết luận, mô hình đã được chạy thông về mặt tin học và vật lý.

+) Mô hình ETA95 hiện nay vẫn đang trong quá trình nghiên cứu, nhưng triển vọng có thể nói khả quan. Ngay bên trong mô hình ETA95, có những bài toán quan trọng như: tham số hoá lớp biên, tham số hoá đối lưu, địa hình và hiệu ứng địa hình lên các quá trình thời tiết ... là những vấn đề bức xúc của khí tượng học nhiệt đới. Theo tài liệu của phía Nam Tư, mô hình ETA95 còn liên quan trực tiếp đến các ngành khác như: môi trường, hàng không, nông nghiệp.

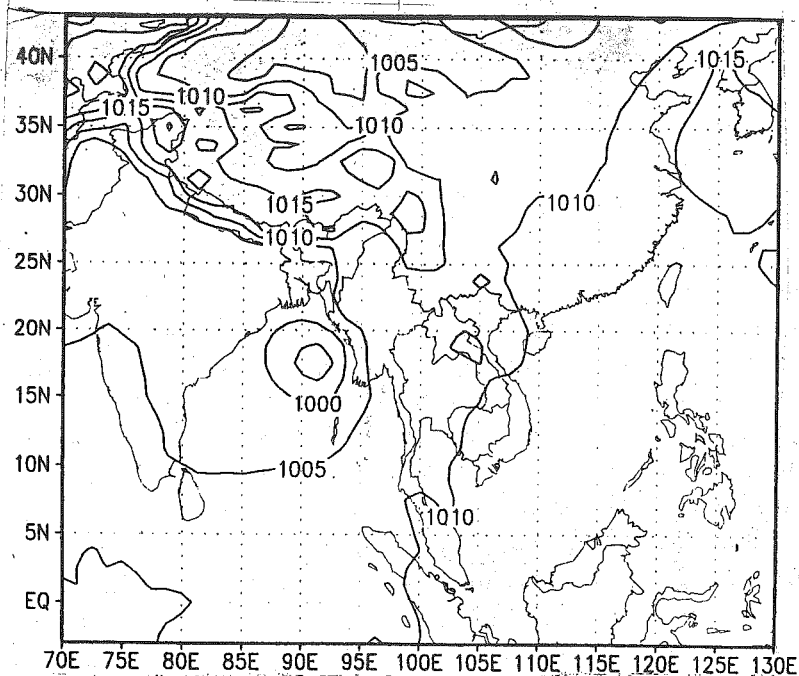
Lời cảm ơn: Chúng tôi đã nhận được sự quan tâm và góp ý của PTS. Nguyễn Công Thành về việc nghiên cứu mô hình ETA; ThS. Lê Công Thành và KS. Đào Kim Nhung đã giúp đỡ đảm bảo hệ thống và tải xuống các số liệu, phần mềm cần thiết để nghiên cứu.

Xin chân thành cảm ơn./.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. World Meteorological Organization. WMO Tropical Meteorology Research Programme (TMRP). Documentation of the UB/NMC (University of Belgrade and National Meteorological Centre, Washington). ETA Model - Technical Document WMO/TD - No. 366- 1995.
2. Puri, N.E. Davidson, L.M. Leslie and L.W. Logan. The BMRC tropical limited area model. Bureau of Meteorology Research Centre, Australia, 1992.

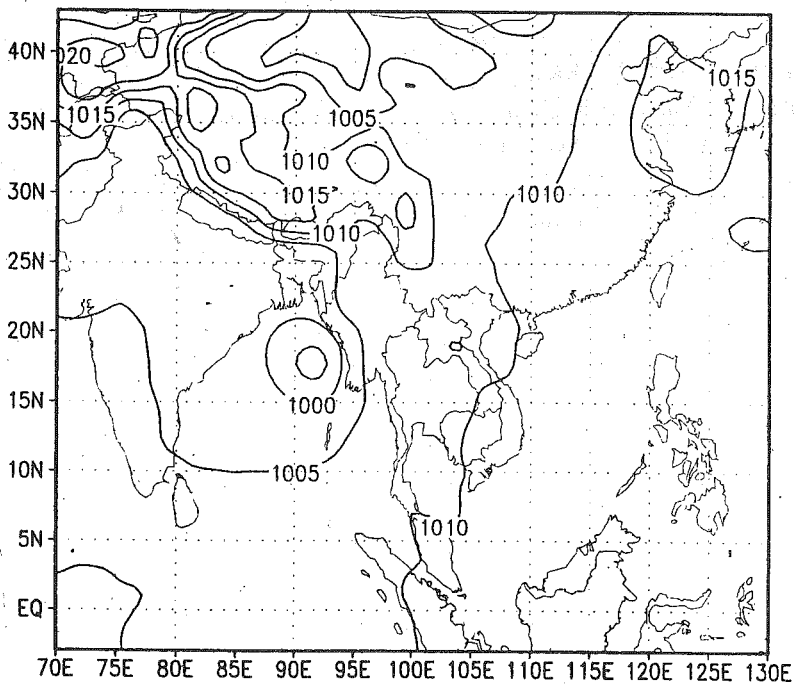
PRESSURE (original - JAPAN)



Hình 1a: Khí áp mực nước biển (SL gốc Nhật Bản) 00z ngày 19/05/1998

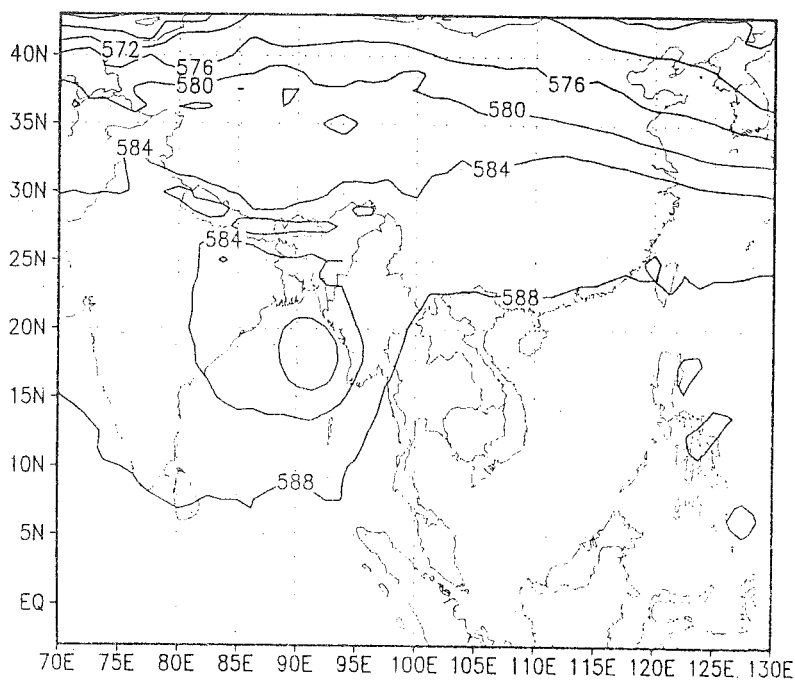
Hình 1b : Khí áp mực nước biển theo mô hình ETA95 với t = 00 h

PRESSURE (ETA model) t = 00h



GEOPOTENTIAL (original - Japan)'

500 mb

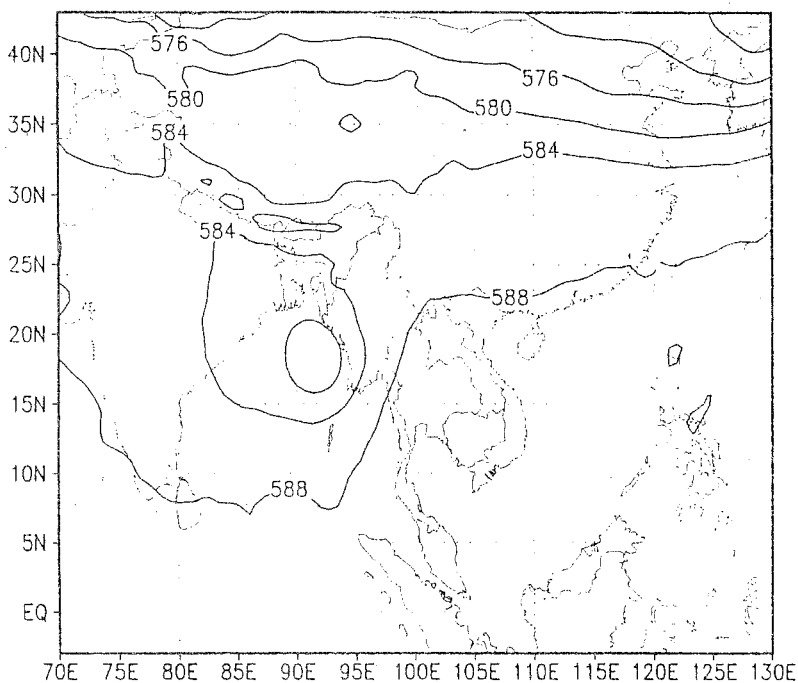


Hình 2a : Trường độ cao ĐTV(decamét) mặt 500 mb SL gốc Nhật Bản 00z 19/05/98

Hình 2b : Trường độ cao ĐTV mặt 500 mb theo MH ETA95 lúc t = 00 h

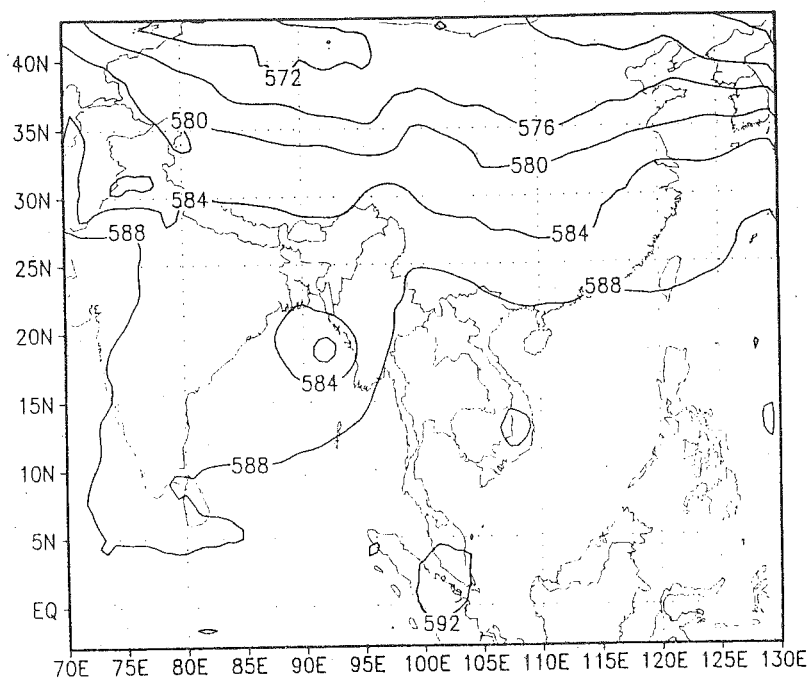
GEOPOTENTIAL (ETA model) t= 00 h

500 mb



GEOPOTENTIAL (ETA model) $t = + 06 \text{ h}$

500 mb

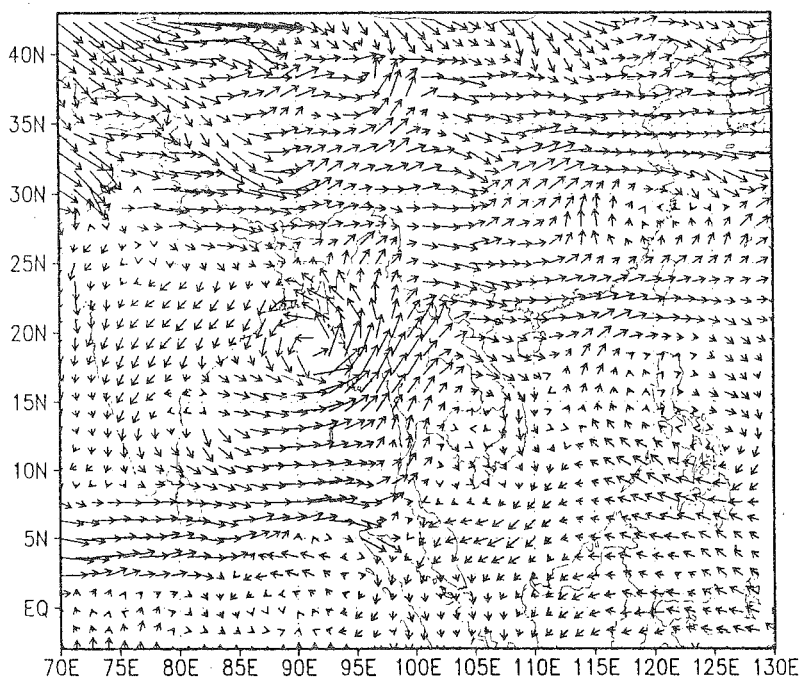


Hình 3a : Dự báo 6 tiếng của trường độ cao ĐTV mặt 500 mb theo MH ETA95

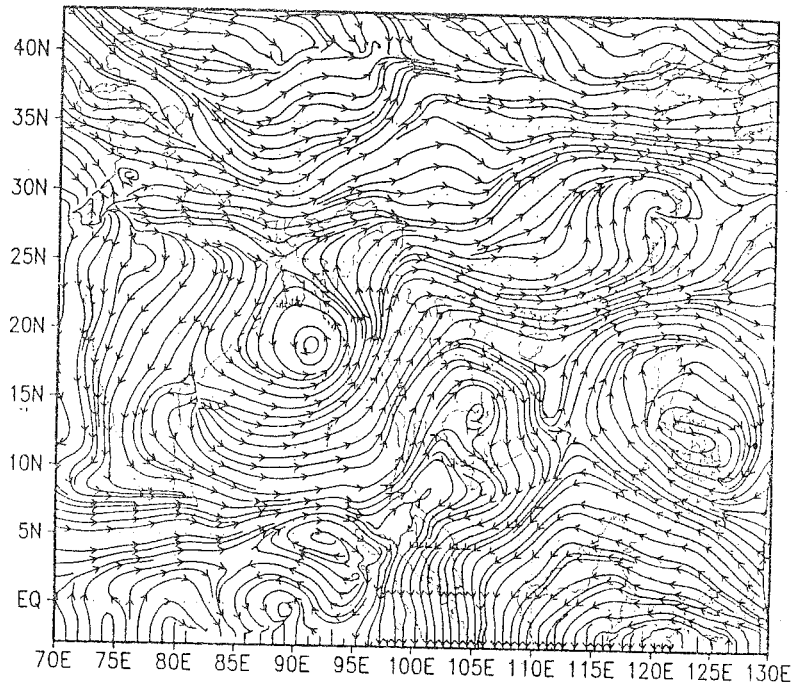
Hình 3b : Dự báo 6 tiếng của trường gió (m/s) mặt 500 mb theo MH ETA95

WIND (ETA model) $t = + 06 \text{ h}$

500 mb



40



Hình 4a : Dự báo 6 tiếng của Bản đồ đường dòng mặt 500 mb theo MH ETA95

Hình 4b : Dự báo 48 tiếng của trường gió mặt 500 mb theo MH ETA95

