

LỜI CẢM ƠN

Để hoàn thành đề tài tốt nghiệp này, tôi nhận được sự hướng dẫn, hỗ trợ rất nhiều từ phía thầy cô và bạn bè. Tôi xin gửi lời cảm ơn chân thành tới thầy Lê Minh Tân và cô Nguyễn Nhật Kim Ngân đã hết lòng hướng dẫn và giúp đỡ tôi trong suốt quá trình thực hiện và hoàn thành đề tài. Cảm ơn toàn thể quý thầy cô trong bộ môn Vật Lý Địa Cầu của trường Đại học Khoa Học Tự Nhiên TP.HCM đã quan tâm, tạo mọi điều kiện, giúp đỡ tôi trong suốt thời gian làm đề tài.

Cảm ơn tập thể lớp Vật Lý Địa Cầu Khóa 2011 đã ủng hộ và giúp đỡ tôi trong suốt thời gian thực hiện đề tài.

Do lần đầu tiên làm quen với công việc nghiên cứu khoa học và kiến thức chuyên môn còn hạn chế nên không thể tránh khỏi những thiếu sót. Vì thế, tôi hy vọng nhận được những ý kiến đóng góp của quý thầy cô và các bạn.

Xin chân thành cảm ơn!

TP.Hồ Chí Minh, ngày 15 tháng 07 năm 2015

Sinh viên

Lư Tuấn Lực

MỤC LỤC

LỜI CẢM ƠN	1
MỤC LỤC.....	2
DANH MỤC CÁC TỪ VIẾT TẮT VÀ KÝ HIỆU.....	4
DANH MỤC HÌNH ẢNH.....	5
DANH MỤC BẢNG BIỂU	7
NỘI DUNG	8
PHẦN 1. MỞ ĐẦU	8
1.1 Lý Do Chọn Đề Tài	8
1.2 Mục Tiêu Nghiên Cứu	9
PHẦN 2. TỔNG QUAN LÝ THUYẾT	10
2.1 Tổng quan về sự lan truyền sóng VLF trong ống dẫn sóng tầng điện ly-mặt đất	10
2.2 Học thuyết Chapman	13
2.3 Phương trình liên tục	15
2.4 Mô hình lý thuyết Crombie	16
PHẦN 3. THIẾT BỊ, ĐỐI TƯỢNG, NỘI DUNG VÀ PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU.....	21
3.1 Thiết bị nghiên cứu	21
3.1.1 Thiết bị thu	21

3.1.2 Thiết kế Ăng-ten.....	22
3.1.3 Cài đặt và kết nối với phần cứng	23
3.1.4 Kết nối phần cứng.....	23
3.1.5 Kiểm tra Card âm thanh.....	24
3.1.6 Cài đặt và thiết lập cấu hình cho phần mềm thu thập dữ liệu SuperSID	25
3.1.7 Thu dữ liệu	28
3.2 Đối Tượng Nghiên Cứu	29
3.3 Địa Điểm, Thời Gian	29
3.4 Nội Dung Nghiên Cứu.....	29
3.5 Phương Pháp Nghiên Cứu.....	29
PHẦN 4. KẾT QUẢ NGHIÊN CỨU	33
4.1 Kết Quả Nghiên Cứu	33
4.2 Thảo luận	41
PHẦN 5. KẾT LUẬN VÀ KIẾN NGHỊ.....	43
5.1 Kết Luận	43
5.2 Kiến Nghị	43
PHẦN 6. TÀI LIỆU THAM KHẢO.....	44
PHẦN 7. PHỤ LỤC.....	46

DANH MỤC CÁC TỪ VIẾT TẮT VÀ KÝ HIỆU

Viết Tắt:

CD: Cường độ

CT: Cực tiểu

HP: Hồi phục

SID: (Sudden Ionospheric Disturbance) Sự nhiễu động đột ngột tầng điện ly

UT: (Universal Time) Giờ quốc tế

VLF: (Very Low Frequency) Tần số rất thấp

XBM: Xung bình minh

XHH: Xung hoàng hôn

BMR: Thời điểm xảy ra bình minh tại trạm thu

HHR: Thời điểm xảy ra hoàng hôn tại trạm thu

BM_JJI: Thời điểm xảy ra bình minh tại trạm phát JJI

HH_JJI: Thời điểm xảy ra hoàng hôn tại trạm phát JJI

Ký Hiệu:

JJI: Trạm phát sóng VLF tại Nhật (tần số 22.2kHz)

NAA: Trạm phát sóng VLF tại Mỹ (tần số 24 kHz)

NWC: Trạm phát sóng VLF tại Úc (tần số 19.8kHz)

TNU_0325: Máy thu SuperSID đặt tại trường Đại học Tây Nguyên.

DANH MỤC HÌNH ẢNH

Hình 2.1: Sự phản xạ sóng vô tuyến ở tầng điện ly	11
Hình 2.2: Sự phản xạ sóng VLF ở tầng điện ly vào ban ngày và ban đêm	11
Hình 2.3: Hiện tượng tai lửa của Mặt Trời	12
Hình 2.4: Mô hình Mặt Trời mọc-lặn trong sự lan truyền sóng VLF.....	18
Hình 3.1: Sơ đồ cơ bản của máy thu SuperSID gồm một Ăng-ten, một bộ tiền khuếch đại, card âm thanh và máy tính.....	21
Hình 3.2 : Ăng-ten SuperSID.....	22
Hình 3.3: Chọn tốc độ lấy mẫu cho card âm thanh	23
Hình 3.4: Các bước kiểm tra card âm thanh.....	24
Hình 3.5 Phổ tín hiệu của máy thu SuperSID hiển thị các tín hiệu NWC, JJI và NAA	28
Hình 3.6 Truy xuất file bước 1	30
Hình 3.7 Truy xuất file bước 2.....	30
Hình 3.8 Truy xuất file bước 3.....	31
Hình 3.9 Truy xuất file bước 4.....	31
Hình 3.10 Truy xuất file bước 5.....	32
Hình 4.1 Phổ tín hiệu của máy thu SuperSID hiển thị các tín hiệu NWC, JJI và NAA	33
Hình 4.2 Đường truyền sóng VLF giữa các trạm phát JJI, NAA và NWC và máy thu SuperSID đặt tại TNU	34
Hình 4.3 Minh họa cho ảnh hưởng của hoàng hôn và bình minh lên tín hiệu JJI .	34
Hình 4.4 Sự thay đổi biên độ sóng JJI, NWC đến TNU 5 ngày tháng 1/2013	35
Hình 4.5 Biểu diễn thời gian xuất hiện các điểm cực tiểu trên tín hiệu JJI vào tháng 10 năm 2013	36
Hình 4.6: Biểu diễn thời gian xuất hiện xung hoàng hôn và xung bình minh trên tín hiệu JJI vào tháng 10 năm 2013	37

Hình 4.7: Biểu diễn thời gian xuất hiện các điểm cực tiểu trên tín hiệu JJJ trong năm 2013	39
Hình 4.8: Biểu diễn thời gian xuất hiện xung bình minh và xung hoàng hôn trên tín hiệu JJJ trong năm 2013.....	40

DANH MỤC BẢNG BIỂU

Bảng 4.1 Biểu diễn các thời gian xuất hiện xung hoàng hôn, xung bình minh và các điểm cực tiểu trong tháng 10/2013 38

Bảng biểu diễn thời gian xuất hiện xung hoàng hôn, xung bình minh và các điểm cực tiểu trong năm 2013 tại trạm phát JJI 46

NỘI DUNG

PHẦN 1. MỞ ĐẦU

1.1 Lý Do Chọn Đề Tài

Tầng điện ly được chia ra các lớp D, E và F với mật độ electron tăng theo độ cao, với độ cao tương đối của các lớp được xác định là lớp D (60 - 90 km), lớp E (90 - 150 km) và lớp F (trên 150 km). Các vệ tinh có thể quan trắc xuống tới độ cao 200 km, kỹ thuật thăm dò từ mặt đất có thể quan trắc trong vùng từ 90 - 500 km và bóng thám không thể quan trắc đạt tới độ cao 50 km. Tại độ cao của lớp D như trên quá cao đối với khinh khí cầu và quá thấp đối với vệ tinh để chúng ta có thể thu thập được thông tin của lớp này. Ngoài ra mật độ electron lớp D quá thấp để có thể đo bằng máy điện ly đồ với tần số từ 1 - 30 MHz. Vì vậy, lớp D vẫn còn là một câu hỏi lớn hiện nay chưa được giải quyết. Gần đây, kỹ thuật tần số thấp VLF (*Very Low Frequency*) có dải tần 3 - 30 kHz rất thuận lợi cho việc nghiên cứu lớp D của tầng điện ly vì sóng VLF phản xạ được ở lớp thấp nhất của tầng điện ly và những biến đổi về biên độ và pha của các tín hiệu nhận được chứa thông tin về vùng đó của tầng điện ly.

Nguồn phát ra sóng VLF có thể từ các trạm phát do con người lắp đặt hoặc do các nguồn của tự nhiên như sét, động đất, phun trào núi lửa. Có nhiều trạm phát sóng VLF công suất cao trên thế giới chúng hoạt động 24 giờ hằng ngày để phục vụ mục đích định vị hàng hải và nghiên cứu. Những tín hiệu này rất ổn định về biên độ và pha, khi thu nhiều dòng tín hiệu này bằng máy thu có thể nhận biết được đặc tính của tầng điện ly dọc theo đường truyền. Sóng VLF này có thể xuyên xuống mặt nước sâu vài chục mét và có thể liên lạc với tàu ngầm và có thể lan truyền trong môi trường điện ly – Trái Đất với độ suy hao thấp trong khoảng 0.5 đến 2 dB/Mm.

Để khảo sát sự thay đổi hằng ngày của tín hiệu sóng VLF liên quan đến sự ion hóa và sự hấp thụ của tầng điện ly, đề tài sử dụng máy thu SuperSID. Máy thu này

thuộc chương trình ISWI (International Space Weather Intitute) được cài đặt nhiều nơi trên thế giới để hợp tác nghiên cứu và chia sẻ số liệu. Thiết bị có thể ghi nhận sự thay đổi tầng điện ly của Trái Đất gây ra bởi bùng nổ Mặt trời và các nguồn nhiễu động khác. Từ đó ta tìm hiểu các quá trình vật lý khí quyển một cách tổng thể, phục vụ cho việc tìm hiểu bản chất của tầng điện ly.

Ngoài ra, sự chuyển đổi ngày-đêm cũng ảnh hưởng đến sự ion hóa của tầng điện ly. Do đó, cường độ tín hiệu VLF cũng bị thay đổi. Đề hiểu rõ cơ chế của sự thay đổi này, tôi chọn đề tài **“Nghiên cứu ảnh hưởng của bình minh và hoàng hôn lên tín hiệu sóng VLF JJI/22.2kHz”** làm đề tài tốt nghiệp.

1.2 Mục Tiêu Nghiên Cứu

- Nghiên cứu hiện tượng bình minh và hoàng hôn ảnh hưởng như thế nào đến tín hiệu VLF
- Giải thích cơ chế vật lý sự ảnh hưởng của tầng điện ly lên sự truyền sóng VLF
- So sánh và tìm qui luật truyền sóng VLF tại một số nơi khác nhau trên thế giới.

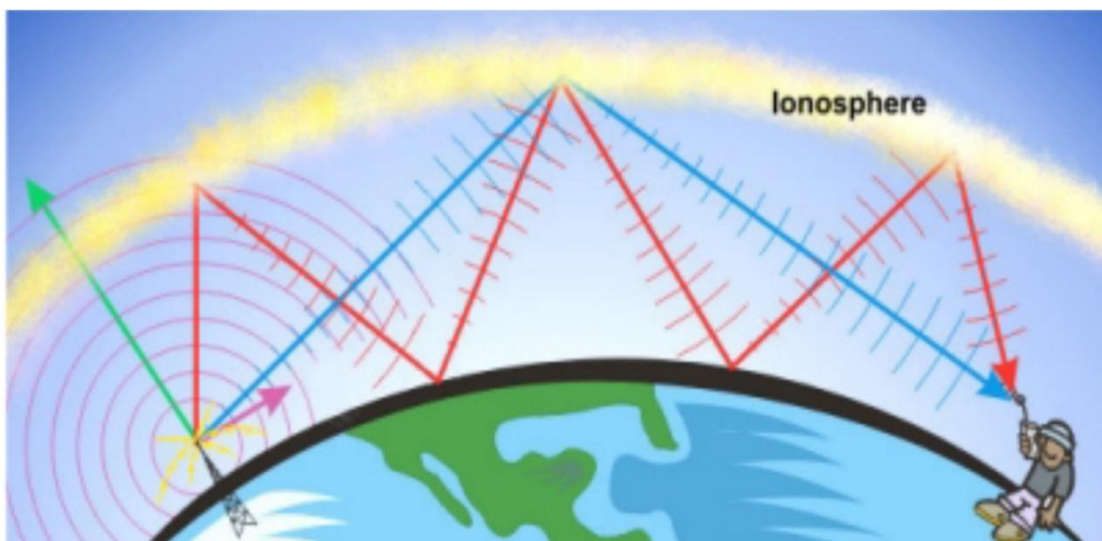
PHẦN 2. TỔNG QUAN LÝ THUYẾT

2.1 Tổng quan về sự lan truyền sóng VLF trong ống dẫn sóng tầng điện ly-mặt đất

Tầng điện ly thường vào ban ngày thường tồn tại với 3 lớp: D, E và F, trong đó lớp F gồm F1 và F2. Lớp D có độ cao khoảng 60 – 90 km. Ở lớp này, mật độ electron tự do thấp chỉ khoảng 10^3 e/cm^3 . Ở độ cao 90 - 150 km là lớp E có mật độ electron đạt 10^5 e/cm^3 vào ban ngày. Ở độ cao 150 - 400 km là các lớp F1 và F2 với mật độ electron đạt tới $10^6 - 10^7 \text{ e/cm}^3$. Vào ban đêm, mật độ electron tự do của lớp D, E, F suy giảm mạnh và do đó hầu như chỉ còn tồn tại lớp F có khả năng cho việc truyền sóng điện từ.

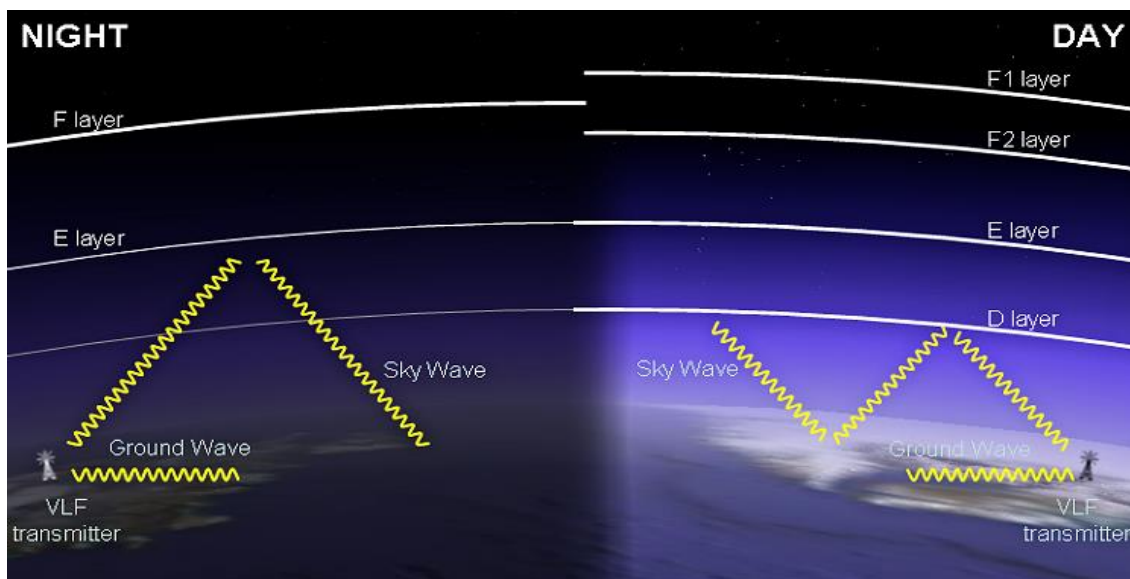
Sóng vô tuyến tần số thấp VLF, được truyền đi từ các máy phát được lắp đặt ở nhiều quốc gia trên thế giới để liên lạc với tàu ngầm vì sóng này có thể truyền trong nước biển vài chục m. Sóng VLF lan truyền rất xa hàng chục nghìn km trong môi trường giữa vùng thấp của tầng điện ly(lớp E và D) và mặt đất, Budden (1953) gọi môi trường này là *ống dẫn sóng tầng Điện ly – Trái Đất (EIWG - Earth Ionosphere Waveguide)*.

Ống dẫn sóng tầng Điện ly – Trái Đất ít làm suy giảm đến tín hiệu VLF, do đó ta gần như có thể thu nhận được tín hiệu trên toàn thế giới. Yokoyama và Tanimura [2] lần đầu tiên quan sát thấy có sự biến đổi của biên độ và pha của tín hiệu VLF (17,7 kHz và 22,9 kHz) được truyền trên một khoảng cách dài ($> 5000 \text{ km}$). Sự biến đổi biên độ và pha này cho thấy có liên quan đến sự xuất hiện của bình minh và hoàng hôn trên máy phát và máy thu [2-4] mà không thể giải thích được bằng lý thuyết truyền sóng một chế độ, nên Crombie[3] đề xuất một mô hình lý thuyết giải thích vấn đề trên, mô hình lý thuyết này sẽ được trình bày kỹ hơn ở mục 2.4.



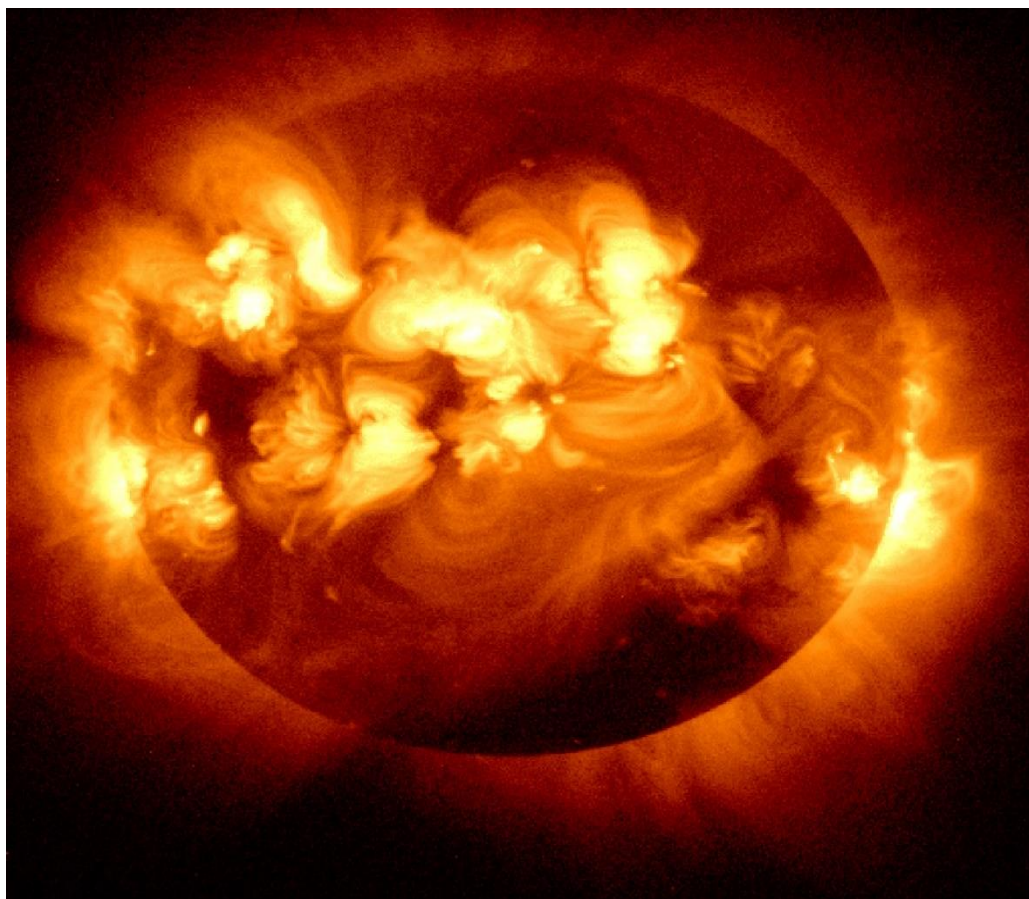
Hình 2.1: Sự phản xạ sóng vô tuyến ở tầng điện ly.

Sau khi được phát ra, sóng sẽ bị phản xạ nhiều lần ở tầng điện ly và trên mặt đất. Cường độ của tín hiệu thu được phụ thuộc rất nhiều vào sự ion hóa ở tầng điện ly, tức là phụ thuộc vào chu kỳ ngày – đêm của Trái Đất và các hoạt động của Mặt Trời (bão từ, tai lửa...) và các tia bức xạ vũ trụ.



Hình 2.2: Sự phản xạ sóng VLF ở tầng điện ly vào ban ngày và ban đêm.

Các tia bức xạ vũ trụ không ảnh hưởng mạnh bằng các hoạt động của Mặt Trời như tai lửa hay bão từ, nhưng chúng luôn hiện hữu và ảnh hưởng liên tục. Trong khi các hiện tượng đặc biệt của Mặt Trời kể trên thường không xuất hiện thường xuyên và theo chu kỳ, hoặc chúng chỉ ảnh hưởng tại một vị trí nhất định nào đó trên Trái Đất khi các hiện tượng xảy ra đúng lúc nơi đó đối diện với Mặt Trời. Trong đêm sóng VLF phải đi đến 90km lên đến tận lớp E của tầng điện ly rồi mới phản xạ xuống mặt đất, vì lúc này lớp D gần như biến mất. Trong khi đó vào ban ngày, với sự hiện diện trở lại của lớp D, khi sóng VLF truyền qua lớp D nó sẽ mất đi một phần năng lượng trên đường truyền sóng. Nên cường độ tín hiệu sóng VLF mạnh hơn trong đêm so với ban ngày [14].



Hình 2.3: Hiện tượng tai lửa của Mặt Trời

Với công trình nghiên cứu của Mitra (1974) ta biết được rằng bùng nổ Mặt trời (Solar flares) gây nhiễu biên độ VLF lan truyền trong ống dẫn sóng tầng Điện ly – Trái Đất. Vào ban ngày, ở điều kiện bình thường, dòng tia X từ Mặt trời tác dụng ion hóa rất nhỏ đến lớp D, và lớp này được duy trì bởi nhân tố ion hóa - bức xạ Lyman (121.6nm) từ Mặt trời, làm cho sóng VLF phản xạ ở độ cao khoảng 70km. Khi Mặt trời phát ra những tia lửa chứa năng lượng tia X và tia UV, những tia bức xạ này truyền với vận tốc ánh sáng đến Trái đất sau khoảng 8 phút và ảnh hưởng đột ngột đến tầng điện ly của Trái đất.

Bước sóng tia X có tác dụng tăng tốc độ ion hóa O_2 và N_2 dẫn đến mật độ electron tăng. Kết quả này làm cho độ cao phản xạ hạ xuống và làm giảm sự hấp thụ sóng, dẫn đến làm tăng biên độ VLF một cách đột ngột mà máy thu VLF ghi nhận được. Hiện tượng này gọi là nhiễu loạn điện ly đột ngột (SID-Sudden Ionospheric Disturbance). Cường độ tia X được ghi bởi các vệ tinh GOES. Bùng nổ Mặt trời được phân chia làm bốn mức độ hay bốn lớp B, C, M, X. Trong đó B là kí hiệu của lớp có cường độ tia X thấp nhất và X là lớp có cường độ tia X cao nhất, mỗi lớp được chia thành 9 mức.

2.2 Học thuyết Chapman

Lý thuyết về cường độ bức xạ Mặt Trời và tầng điện ly đã được Chapman đưa ra năm 1931, gọi là học thuyết Chapman.

Cường độ bức xạ Mặt Trời ở độ cao h tính từ bề mặt Trái Đất được biểu diễn bằng công thức liên hệ với mật độ khí quyển, hệ số hấp thụ của khí quyển ở độ cao đó, cường độ bức xạ ở giới hạn trên của khí quyển và góc chiếu của Mặt Trời:

$$I_h = I_\infty \exp(-A \cdot \rho \cdot H \cdot \exp - \frac{h}{H} \sec \chi) \quad (2.1)$$

I_∞ - cường độ bức xạ ở giới hạn trên của khí quyển

A – hệ số hấp thụ của khí quyển ở độ cao h

ρ – mật độ khí quyển

H – độ cao của cột khí quyển đồng nhất

χ – Góc chiều của Mặt Trời

Công thức (2.1) cho thấy, cường độ bức xạ Mặt Trời phụ thuộc vị trí địa lý của điểm quan sát trên mặt đất. Sự phụ thuộc này được tính toán bằng công thức thiên văn như sau:

$$\cos\chi = \sin\varphi \cdot \sin\delta + \cos\varphi \cdot \cos\delta \cdot \cos\frac{2\pi(LT-12)}{24} \quad (2.2)$$

φ – Vĩ độ địa lý

δ – vĩ xích của Mặt Trời

LT – thời gian địa phương

Mức độ ion hóa của khí quyển được tính bằng công thức:

$$q = \eta \cdot \sigma \cdot n \cdot I_{\infty} \quad (2.3)$$

η – hiệu suất quang ion hóa của thành phần trung hòa.

σ – hiệu suất hấp thụ bức xạ Mặt Trời của thành phần trung hòa.

n – nồng độ nguyên tử hoặc phân tử khí có khả năng ion hóa.

Sự tạo thành ion có liên quan tới mức độ hấp thụ bức xạ Mặt Trời của khí quyển. Nhưng lượng bức xạ mà khí quyển hấp thụ được không chỉ phụ thuộc vào cường độ bức xạ của Mặt Trời mà còn phụ thuộc vào mật độ không khí. Bức xạ càng đi sâu vào khí quyển của Trái Đất, cường độ của nó càng giảm, còn mật độ không khí thì càng tăng. Ở gần giới hạn trên của khí quyển, mặc dù cường độ bức xạ cường độ bức xạ cực đại, các ion được tạo thành rất ít vì mật độ không khí ở đây không

đáng kể. Ở các lớp dưới, bức xạ yếu đi nên khả năng ion hóa cũng thấp. Do vậy, những điều kiện thuận lợi nhất cho sự tạo thành ion chỉ có ở các lớp trung gian. Mật độ không khí không đồng đều là nguyên nhân xuất hiện những mức ion hóa khác nhau, tạo thành các lớp của tầng điện ly.

Kết quả quan trắc cho thấy trong các lớp điện ly thì lớp E tuân theo một cách cơ bản định luật của Chapman. Vì vậy, người ta gọi lớp này là lớp Chapman.

Học thuyết Chapman là một lý thuyết luận rất quan trọng trong vật lý khí quyển vì nó thể hiện những nguyên lý cơ bản của sự hình thành tầng điện ly và sự hấp thụ bức xạ Mặt Trời ở bất cứ điểm nào trong khí quyển. Mặc dù các quá trình vật lý của khí quyển tầng cao thực sự phức tạp hơn rất nhiều, nhưng học thuyết Chapman cung cấp cho ta một chi tiết quý giá để giải đoán các kết quả quan trắc và nó là vấn đề khởi đầu của lý thuyết điện ly.

2.3 Phương trình liên tục

Plasma điện ly được hình thành bởi sự ion hóa các thành phần của khí quyển, Một khi đã được tạo thành, các electron và các ion lại có xu hướng thực hiện điều kiện tựa trung tính bằng các phản ứng tái hợp. Sau đó, chúng lại tương tác với các thành phần khí khác để tạo thành các ion. Do đó, có một sự cân bằng động mà trong đó nồng độ electron tự do phụ thuộc vào tốc độ các quá trình sinh ra và mất đi của các electron. Nếu các electron chuyển động với vận tốc v , ta có thể biểu diễn một phương trình liên tục dưới dạng:

$$\frac{\delta N}{\delta t} = q - L - \text{div}(N\vec{v}) = q - L - N\text{div}(\vec{v}) - \vec{v} \cdot \text{grad}N \quad (2.4)$$

q : Mức sản sinh ra electron

L : Mức mất electron do tái hợp

v : Vận tốc dịch chuyển trung bình

$\text{div}(\mathbf{N}\vec{v})$: biểu diễn sự mất electron do chuyển động.

Quá trình chuyển dịch có thể do các yếu tố như sự thay đổi nhiệt độ, gió trung hòa, sự khuếch tán và chuyển dịch điện động dưới tác dụng của điện, từ trường. Đặc biệt, các quá trình điện từ làm nên sự khác biệt cho tầng điện ly các vùng theo vĩ độ từ. Các quá trình vật lý xảy ra trong tầng điện ly là rất phức tạp. Trong đó quá trình chủ yếu là sự sinh plasma, tức sự tạo thành ion và electron từ các nguyên tử, phân tử trung hòa dưới bức xạ MT.

Ở vĩ độ trung bình và thấp, sự ion hóa chủ yếu do bức xạ điện từ. Bức xạ hạt có thể gây ion hóa ở vĩ độ cao (do đặc điểm của từ trường TĐ). Sự quang ion hóa cũng tùy thuộc vào sự thâm nhập của photon qua khí quyển. Mỗi nguyên tử lại có thể ion hóa khác nhau. Sự thay đổi cường độ bức xạ trong ngày dẫn đến sự thay đổi nồng độ điện ly. Đối với các lớp E, D, sự quang ion hóa đóng vai trò quan trọng trong việc duy trì trạng thái điện ly. Trong khi đó, lớp F là lớp điện ly cao nhất, các quá trình chuyển dịch chiếm ưu thế.

2.4 Mô hình lý thuyết Crombie

Mô hình này từ lâu đã được biết rằng trong thời gian Mặt Trời mọc và Mặt Trời lặn tín hiệu VLF có sự thay đổi định kỳ, trong đó có liên quan đến sự giảm dần biên độ và sự thay đổi pha. Sự thay đổi pha này có liên quan đến sự giảm dần biên độ tín hiệu lúc Mặt Trời mọc và lặn. Crombie (1964)[15] là nhà khoa học đầu tiên đưa ra một mô hình hai mode (chế độ)[3]

Crombie cho rằng lúc Mặt Trời mọc, sóng có một *mode* được kích thích bởi máy phát lan truyền trong ống dẫn sóng vào ban đêm, được chuyển đổi thành hai *mode* tại lúc mặt trời mọc khi lan truyền từ Tây sang Đông. Vào ban ngày, chỉ có sự lan truyền của sóng một *mode* thứ nhất trong ống dẫn sóng. *Mode* thứ hai được kích thích bởi máy phát ở phần ban ngày của ống dẫn sóng gần ranh giới bình minh, nhưng vì tỉ lệ suy hao của nó là rất cao [13] nên sự lan truyền của mode thứ hai có thể được bỏ qua.

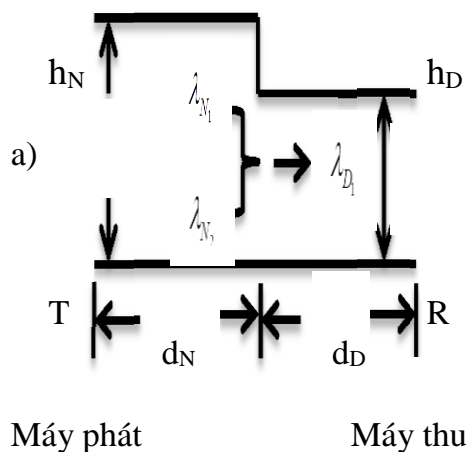
Trong lúc hoàng hôn, *mode* thứ nhất được chuyển đổi thành *mode* thứ hai. Sơ đồ minh họa như trong Hình 2.4(a). Xét điện trường của tín hiệu nhận được từ ăng-ten phụ thuộc vào điện trường của hai *mode* có bước sóng λ_{N1} và λ_{N2} . Ngay thời điểm bình minh, cường độ điện trường của 2 *mode* E1 và E2 có thể được thể hiện dưới dạng:

$$E_1 = E \cdot \cos\left(\omega t - 2\pi \frac{d_N}{\lambda_{N1}}\right) \quad (2.5)$$

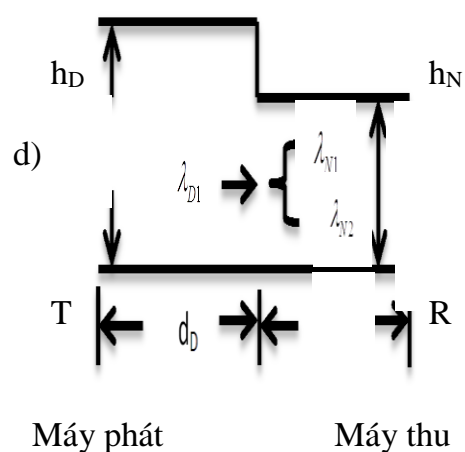
$$E_2 = E \cdot \cos\left(\omega t - 2\pi \frac{d_N}{\lambda_{N2}}\right)$$

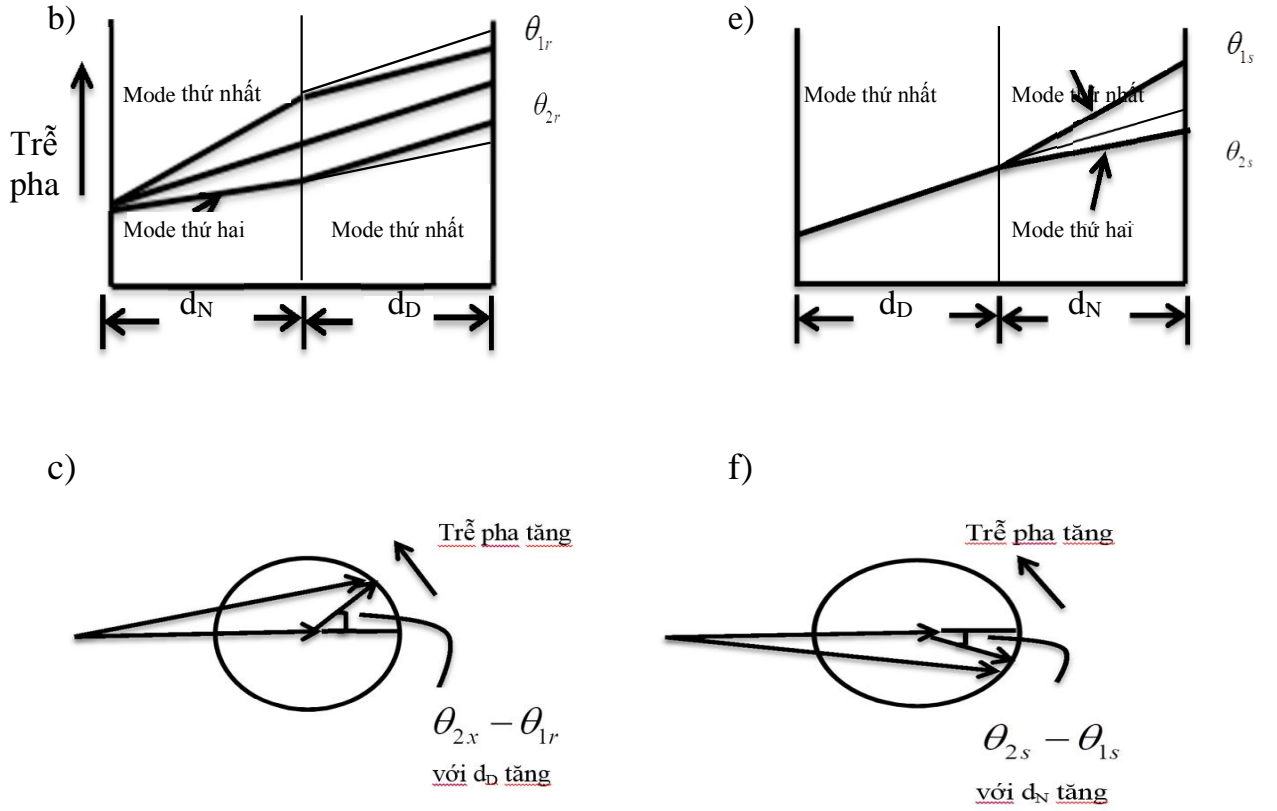
Với d_N là độ dài đường truyền sóng ban đêm

(a) Mặt Trời mọc



(b) Mặt Trời lặn





Hình 2.4: Mô hình Mặt Trời mọc-lặn trong sự lan truyền sóng VLF[15]

Sau bình minh, E_1 cơ bản vẫn không thay đổi và tạo ra một tín hiệu E_{R1} tại vị trí máy thu, sóng lúc này có bước sóng λ_{D1} . E_{R1} được xác định là:

$$E_{R1} = a \cdot E \cdot \cos\left(\omega t - 2\pi \frac{d_N}{\lambda_{N1}} - 2\pi \frac{d_D}{\lambda_{D1}}\right) = a \cdot E \cdot \cos(\omega t - \theta_{R1}) \quad (2.6)$$

Với d_D là độ dài đường truyền sóng ban ngày và a là một hằng số trong đó bao gồm những ảnh hưởng của thay đổi chiều cao của tầng điện ly trên biên độ của tín hiệu VLF. Đối với *mode* thứ hai được chuyển đổi thành *mode* thứ nhất và về phía đông của đường bóng cũng bước sóng λ_{D2} . E_2 chuyển đổi thành E_{R2}

$$E_{R2} = b.E.\cos\left(\omega t - 2\pi\frac{d_N}{\lambda_{N2}} - 2\pi\frac{d_D}{\lambda_{D1}}\right) = a.E.\cos(\omega t - \theta_{R2}) \quad (2.7)$$

Trong đó b là chế độ chuyển đổi. Cả hai E_{R1} và E_{R2} thường phụ thuộc vào khoảng cách, nhưng không có tầm quan trọng thực sự nên đã được bỏ qua. Do đó, trường E_R tổng cộng được xác định từ E_{R1} và E_{R2} ($E_{R1} + E_{R2}$) và có thể được viết dưới dạng

$$\begin{aligned} E'_R &= E_R.\cos(\omega t - \theta_R - \phi_R) \\ E_R &= E\sqrt{a^2 + 2ab\cos\theta_R + b^2} \\ \theta_R &= \tan^{-1} \frac{b.\sin\theta_R}{a + b\cos\theta_R} \end{aligned} \quad (2.8)$$

$$\begin{aligned} \theta_R &= \theta_{R2} - \theta_{R1} = 2\pi d_N \left(\frac{1}{\lambda_{N2}} - \frac{1}{\lambda_{N1}} \right) \\ \Rightarrow \theta_R &= 2\pi d_D \left(\frac{1}{\lambda_{N1}} - \frac{1}{\lambda_{N2}} \right) - 2\pi d \left(\frac{1}{\lambda_{N1}} - \frac{1}{\lambda_{N2}} \right) \end{aligned} \quad (2.9)$$

Trong đó $d = d_N + d_D$ là tổng độ dài đường truyền. E_R là biên độ của tín hiệu nhận được tối thiểu khi $\theta_R = \pi, 3\pi, 5\pi \dots$ và $d\phi/dt$ sẽ cực đại đối khi $\theta_{R1} = \theta_{R2}$. Xét $\lambda_{N1} > \lambda_{N2}$, và khi ánh sáng đến toàn bộ đường truyền, d_D và θ_R tăng (trở nên dương hơn). Do đó tại cực tiểu tín hiệu, $\cos\theta_R = -1$ và ϕ_R giảm (xem giản đồ pha hình 2.4c). Biên độ E_R , trong (2.8) phụ thuộc vào θ_R . Phương trình (2.9) cho thấy biên độ (là một chức năng của θ_R), chỉ phụ thuộc vào d_N (phần đường truyền ban đêm chứ không phải là tổng độ dài đường truyền cả ngày và đêm). Như vậy, Crombie đề cập sự hình thành các cực tiểu tín hiệu sẽ xảy ra đồng thời về phía Đông lúc Mặt trời mọc trong trường hợp sóng lan truyền từ Tây sang Đông.

Hiện tượng Mặt trời lặn trong trường hợp sóng lan truyền từ Tây sang Đông được minh họa bằng hình 2.4(d, e, f). Trong phần ban ngày của ống dẫn sóng có

mode thứ nhất có thể lan truyền. Tại điểm ranh giới hoàng hôn, *mode* này được chuyển đổi thành 1 *mode* thứ nhất có cường độ E_{S1} cùng với một *mode* thứ 2 có cường độ E_{S2} . Hai *mode* sau đó giao thoa nhau khi chúng lan truyền trong ống dẫn sóng vào ban đêm. Tín hiệu của *mode* thứ nhất tại máy thu có thể được viết như sau:

$$E_{S1} = f.E.\cos\left(\omega t - 2\pi\frac{d_D}{\lambda_{D1}} - 2\pi\frac{d_N}{\lambda_{N1}}\right) = f.E.\cos(\omega t - \theta_{S1})$$

Trường hợp *mode* thứ hai

$$E_{S2} = g.E.\cos\left(\omega t - 2\pi\frac{d_D}{\lambda_{D1}} - 2\pi\frac{d_N}{\lambda_{N2}}\right) = g.E.\cos(\omega t - \theta_{S2}) \quad (2.10)$$

Trong đó f và g là các hệ số chuyển đổi. Tương tự như vậy, tín hiệu tổng cộng tại máy thu có thể được viết là

$$E'_S = E_S \cos(\omega t - \theta_S - \phi_S) \quad (2.11)$$

với $E_S = E\sqrt{f^2 + 2fg\cos\theta_S + g^2}$

$$\theta_S = \tan^{-1} \frac{g.\sin\theta_S}{f + g\cos\theta_S}$$

và

$$\theta_S = \theta_{S2} - \theta_{S1} = 2\pi d_N \left(\frac{1}{\lambda_{N2}} - \frac{1}{\lambda_{N1}} \right) \quad (2.12)$$

Một lần nữa $\lambda_{N1} > \lambda_{N2}$, d_N tăng θ_S trở nên âm hơn và được thể hiện như trong giản đồ pha Hình 2.4(b). Như vậy, bằng cách sử dụng lập luận như trường hợp trước đó, θ_S tăng tại thời điểm tín hiệu cực tiểu. Mô hình trên theo đề nghị của Crombie (1964) dựa trên quan sát của sự giảm dần tín hiệu trong sự lan truyền sóng VLF theo hướng từ Tây sang Đông. Mô hình này cũng được giải thích cho trường hợp sóng VLF lan truyền từ Đông sang Tây. Mô hình này được sử dụng để giải thích sự xuất hiện của sự biến đổi tín hiệu lan truyền sóng JJI ghi nhận tại Đại học Tây Nguyên.

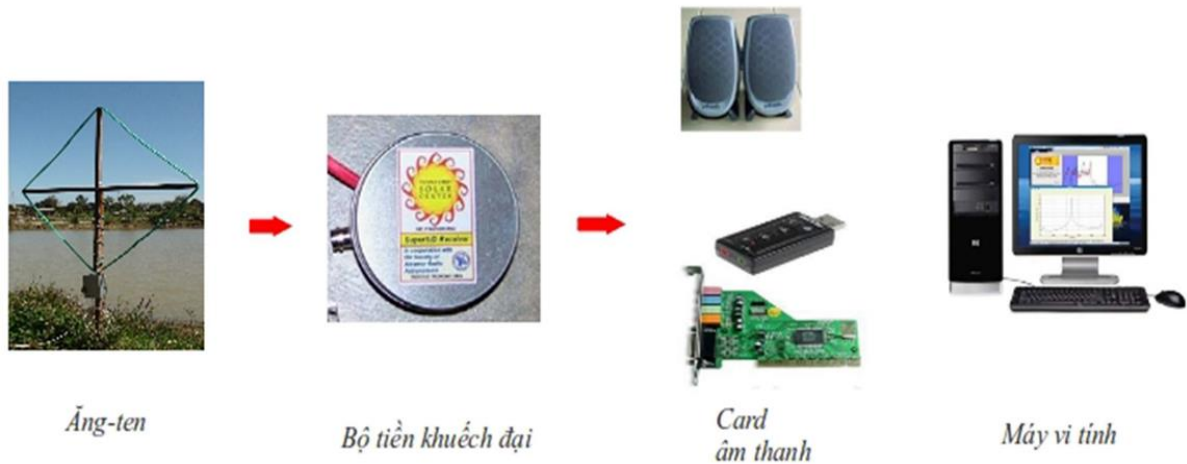
PHẦN 3. THIẾT BỊ, ĐỐI TƯỢNG, NỘI DUNG VÀ PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

3.1 Thiết bị nghiên cứu

3.1.1 Thiết bị thu

Tại trung tâm SOLAR của trường đại học Stanford đã kết hợp với IHY (the United nations International Heliophysical Year) và ISWI (the International Space Weather Initiative) đã phát triển thiết bị nghiên cứu thời tiết không gian và quan trắc hoạt động bùng nổ Mặt Trời sử dụng kỹ thuật VLF. Thiết bị này có chi phí vừa phải để học sinh và sinh viên có thể cài đặt và nghiên cứu ở các trường học trung học phổ thông và đại học. Bên cạnh đó, Stanford còn lập ra một trang website <http://solarcenter.stanford.edu/SID/sidmonitor/> để các học viên có thể thảo luận và trao đổi dữ liệu

Máy thu SuperSID gồm một ăng-ten, một bộ tiền khuếch đại, card âm thanh có tốc độ thu 96 kHz và một máy tính sử dụng hệ điều hành MS Window (MS Window 2000 trở lên)(Hình 3.1)



Hình 3.1: Sơ đồ cơ bản của máy thu SuperSID gồm một Ăng-ten, một bộ tiền khuếch đại, card âm thanh và máy tính.

3.1.2 Thiết kế Ăng-ten

Ăng-ten dùng cho máy thu SuperSID là loại ăng-ten vòng dây có một khung để quấn các vòng dây. Các vòng dây được bọc lớp nhôm mỏng và để một khe 2cm. Lớp bọc này được nối đất bởi 4 cọc cắm song song xuống đất. Ăng-ten được đặt nơi yên tĩnh và bộ tiền khuếch đại đặt gần ăng-ten, chúng được nối với máy thu qua dây cáp đồng trục dài 200m. Không có quy định bắt buộc về kích thước chính xác của ăng-ten. Nếu ăng ten nhỏ (chiều dài khung khoảng 1m) thì cần nhiều vòng dây (khoảng 50 vòng) và nếu ăng-ten lớn (chiều dài khung khoảng 2m) thì cần ít vòng dây (khoảng 25 vòng dây) nhưng ăng-ten lớn sẽ khó di chuyển và giữ cố định ngoài trời hơn, do điều kiện thời tiết như mưa, gió... Tuy nhiên ăng-ten càng lớn sẽ càng nhạy.



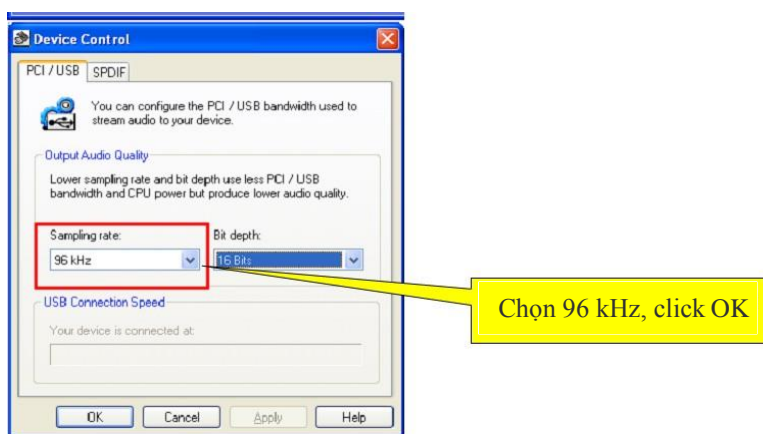
Hình 3.2 : Ăng-ten SuperSID

Do tín hiệu ăng ten thu được rất nhỏ nên việc lựa chọn vị trí đặt ăng-ten thích hợp cũng rất quan trọng. Khác với ăng-ten của ti-vi, ăng-ten SuperSID không cần đặt ở vị trí cao và nên tránh bị sét đánh trúng. Mặt khác, để tránh bị nhiễu và cộng hưởng điện từ, nên đặt ăng-ten ở những nơi xa máy phát điện, các thiết bị điện hoặc đường dây

điện. Sau khi lắp đặt ăng-ten xong, việc tiếp theo là phải kết nối ăng-ten vào bộ tiền khuếch đại.

3.1.3 Cài đặt và kết nối với phần cứng

- Trước tiên, cần phải cài đặt card âm thanh:
 - + Cài phần mềm Audigy cho card âm thanh Sound Blaster's Audigy.
 - + Gắn card âm thanh vào khe cắm mở rộng của máy vi tính.
- Thiết lập cấu hình cho card âm thanh:
 - + Vào **Control Panel**, chọn **Sounds, Speech and Audio Devices**, click chuột vào **Device Control** và chọn tốc độ lấy mẫu cho card âm thanh 96 kHz (Hình 3.3).



Hình 3.3: Chọn tốc độ lấy mẫu cho card âm thanh

- + Vào **Control Panel**, chọn **Sounds, Speech, and Audio Devices**, click chuột vào **Sounds and Audio Devices** và thiết lập các thông số cho phù hợp.

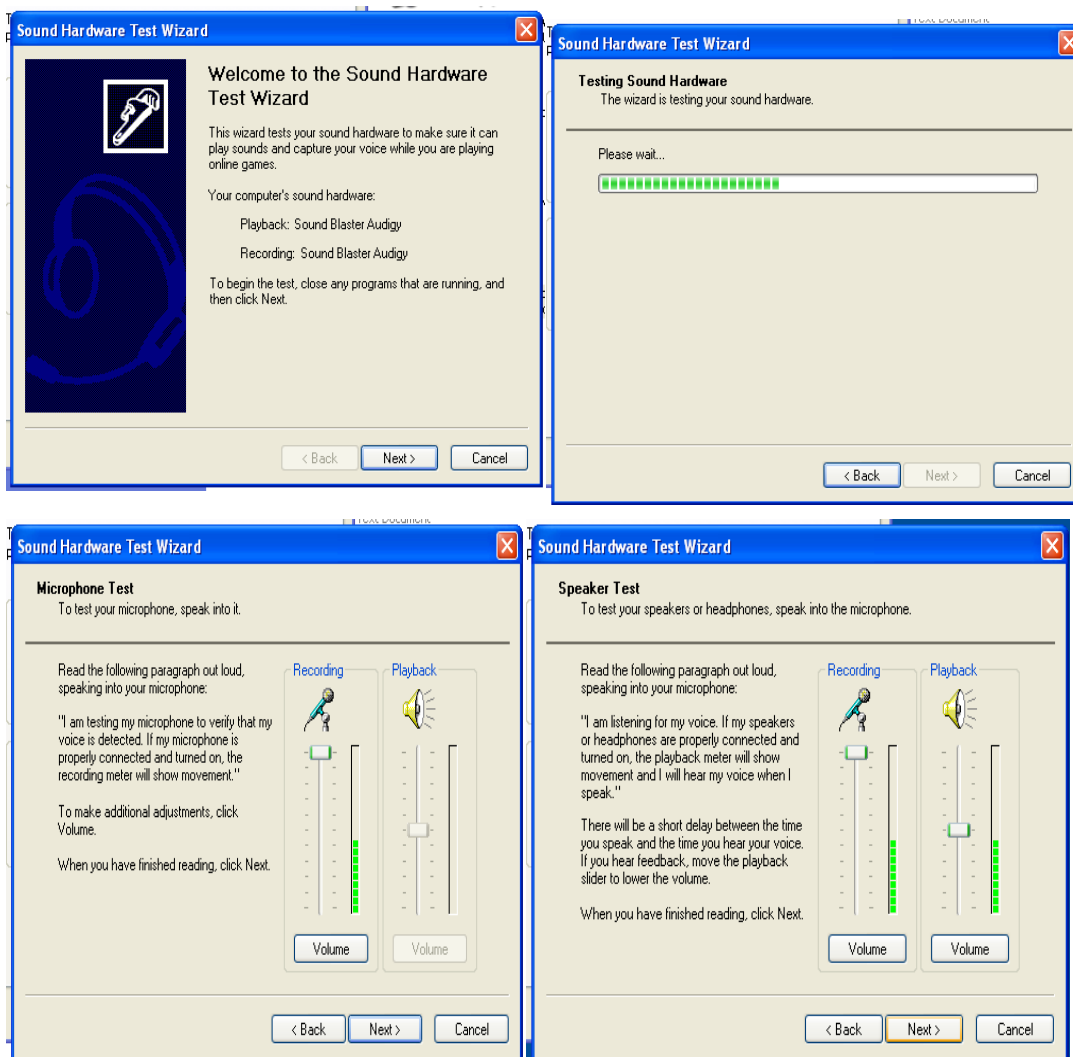
3.1.4 Kết nối phần cứng

- Bước 1: Cắm cáp từ ăng-ten vào đầu vào của bộ khuếch đại.
- Bước 2: Cắm cáp từ bộ khuếch đại SuperSID vào cổng AUDIO INPUT trên máy tính.
- Bước 3: Bật nguồn của bộ khuếch đại SuperSID.
- Bước 4: Cắm dây loa vào cổng ra (màu xanh lá cây) của card âm thanh. Kiểm tra

chức năng “mute” và lựa chọn tone có tần số thấp (khoảng 2 kHz) cho đầu vào vì tone có tần số cao trên 20 kHz thì không nghe được.

3.1.5 Kiểm tra Card âm thanh

Vào **Sounds and Audio Devices**, chọn **Voice**. Dưới mục **Voice Recording**, click vào **Test hardware**, sau đó nhấn **Next** và đợi đến trạng thái hình 3.4 thì nhấn **Finish** để hoàn thành việc kiểm tra Card âm thanh



Hình 3.4: Các bước kiểm tra card âm thanh

3.1.6 Cài đặt và thiết lập cấu hình cho phần mềm thu thập dữ liệu SuperSID

– Bước 1: Tập hợp thông tin về vị trí (site) đặt trạm thu theo mẫu sau:

a. Site name:.....(khoảng 3 – 10 ký tự hoặc tên trạm, không có khoảng trắng)

b. SuperSID serial number:.....(Số seri của thiết bị gồm 3 – 4 chữ số có sẵn trên thiết bị thu)

c. Your site's location: latitude:..... Longitude:..... (vĩ độ và kinh độ của trạm, dưới dạng ddd.ff)

d. Time Zone:.....

(Xem trên <http://www.worldtimezone.com/wtz-names/timezonename;s.html>)

e. Number of hours you are before or after Universal Time (UTC):
(Xem trên <http://www.worldtimezone.com/>)

– Bước 2: Copy file SuperSID từ ổ đĩa và chạy thử phần mềm

– Bước 3: Điều chỉnh file thông tin vị trí

Sau khi chạy thử phần mềm, chúng ta cần phải cung cấp đầy đủ thông tin về vị trí của trạm thu đã tập hợp ở Bước 1. Do đó, chúng ta có thể sử dụng **Windows NOTEPAD** để tùy chỉnh file **C:\supersid_v1_1\Config\supersid.cfg** như sau:

Start → Programs → Accessories → Notepad

File → Open → C:\supersid_v1_1\Config\supersid.cfg

Trong menu **“Files of type”**, chọn **“All Files”** rồi nhấp vào **supersid.cfg**. Ban đầu, file thông tin mặc định có dạng như sau:

```

[PARAMETERS]

site_name = NONE
longitude = 0
latitude = 0

utc_offset = 0
time_zone = NONE
monitor_id = NONE

audio_sampling_rate = 96000

log_interval = 5
log_type = filtered
scaling_factor = 1.0

automatic_upload = no
ftp_server = sid-ftp.stanford.edu
ftp_directory = /incoming/SuperSID/
number_of_stations = 6

[STATION_1]
call_sign = NAA
color = r
frequency = 24000

[STATION_2]
...

```

Chúng ta cần điều chỉnh 6 thông số được in đậm ở trên cho phù hợp. Đối với máy thu TNU_0325, chúng ta sẽ có thông tin đầy đủ như sau:

```

[PARAMETER]

site_name =TNU

contact = tantaynguyen82@yahoo.com

longitude = 108.02

latitude = 12.65

# next two keywords are optional

#         if you want to save hourly:

hourly_save = yes

```

```
#      if you want to change to a different data directory:

# data_path = ../differentdir

utc_offset = +07:00

time_zone = Greenwich Mean Time (GMT)

monitor_id = 0325

audio_sampling_rate = 96000

log_interval = 5

log_type = filtered

scaling_factor = 220.0

automatic_upload = yes

ftp_server = sid-ftp.stanford.edu

ftp_directory = /incoming/SuperSID/

number_of_stations = 3

[STATION_1]

call_sign = NAA

color = g

frequency = 24000

[STATION_2]

call_sign = NWC

color = y

frequency = 19800

[STATION_3]
```

call_sign = JJI

color = r

frequency = 22200

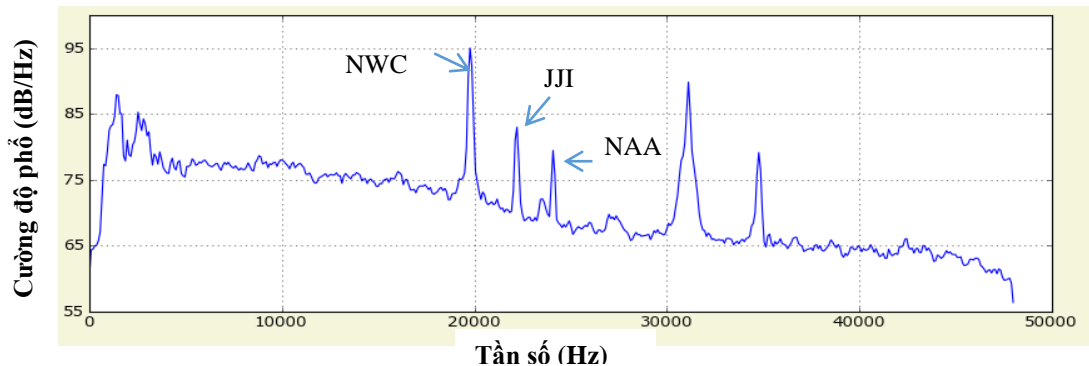
Lưu ý: Chúng ta cần lựa chọn thông số **audio_sampling_rate** cho phù hợp với tốc độ ghi của card âm thanh. Đối với card âm thanh HD thì **audio_sampling_rate = 96000**.

Sau khi đã hoàn thành các thông số trên, chọn “**File → Save**” để lưu file Notepad. Nếu dữ liệu của máy thu tốt và ổn định, chúng ta có thể chọn **automatic_upload = yes** để chia sẻ dữ liệu với Stanford.

3.1.7 Thu dữ liệu

Khi cài đặt xong phần cứng, phần mềm và ăng-ten chúng ta có thể chạy thử chương trình như sau:

- Khởi động SuperSID: Trong thư mục **C:\supersid_v1_1\Program** nhấp vào **supersid.exe**.



Hình 3.5 Phổ tín hiệu của máy thu SuperSID hiển thị các tín hiệu NWC, JJI và NAA

- Kiểm tra dữ liệu:

Khi chạy phần mềm SuperSID, các file dữ liệu sẽ được lưu trong **C:\supersid_v1_1\Data**. Chúng ta có thể plot file dữ liệu bằng cách nhấp vào **Plot** trong **Menu** của cửa sổ SuperSID.

Cường độ các tín hiệu ghi lại dưới dạng file (*.csv), trong một giây máy thu tự động ghi 10 lần. Mỗi file ghi trong 24 tiếng, bắt đầu ghi lúc 0:00:00 và kết thúc lúc 23:59:55 UT (Universal Time – giờ quốc tế). Dữ liệu hàng ngày được đưa lên website của trung tâm nghiên cứu SOLAR của đại học Stanford.

3.2 Đối Tượng Nghiên Cứu

- Sự ảnh hưởng của hiện tượng bình minh và hoàng hôn lên cường độ tín hiệu VLF của trạm phát JJI (32,04°B; 130,81°Đ) ghi nhận tại máy thu TNU-0325 đặt tại Trường Đại học Tây Nguyên (12,65°B; 108,02°Đ) trong năm 2013.

- Quá trình vật lý xảy ra trên tầng điện ly trong giai đoạn hoàng hôn và bình minh.

3.3 Địa Điểm, Thời Gian

- Địa điểm: Trạm quan sát tại Trường Đại học Tây Nguyên.
- Thời gian ghi số liệu VLF: 1/2013 – 12/2013

3.4 Nội Dung Nghiên Cứu

- Tìm hiểu sự lan truyền sóng VLF trong ống dẫn sóng tầng điện ly-Trái Đất.
- Tìm hiểu mô hình lý thuyết của Crombie.
- Tìm hiểu máy thu SuperSID của Stanford.
- Nghiên cứu quy luật ảnh hưởng của bình minh và hoàng hôn lên tín hiệu VLF.

3.5 Phương Pháp Nghiên Cứu

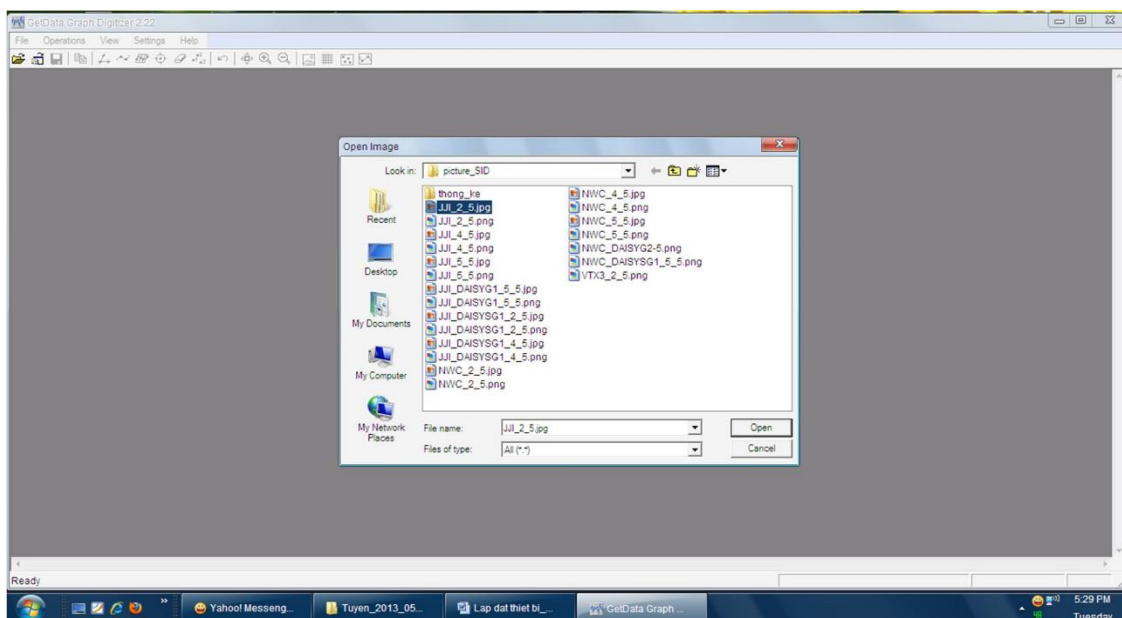
Phương pháp nghiên cứu lý thuyết và phương pháp thống kê quan trắc: thống kê thời điểm hoàng hôn và bình minh địa phương và thống kê các điểm cực tiểu và các xung tín hiệu trong giai đoạn bình minh và hoàng hôn trên cường độ tín hiệu VLF.

Chúng tôi đã sử dụng các dữ liệu của máy thu TNU_0325 tại Đại học Tây Nguyên đã được xử lý tự động dạng file ảnh. Các thời điểm bình minh tại máy thu và máy phát được tính qua công thức trên website

<http://www.esrl.noaa.gov/gmd/grad/solcalc/sunrise.html>.

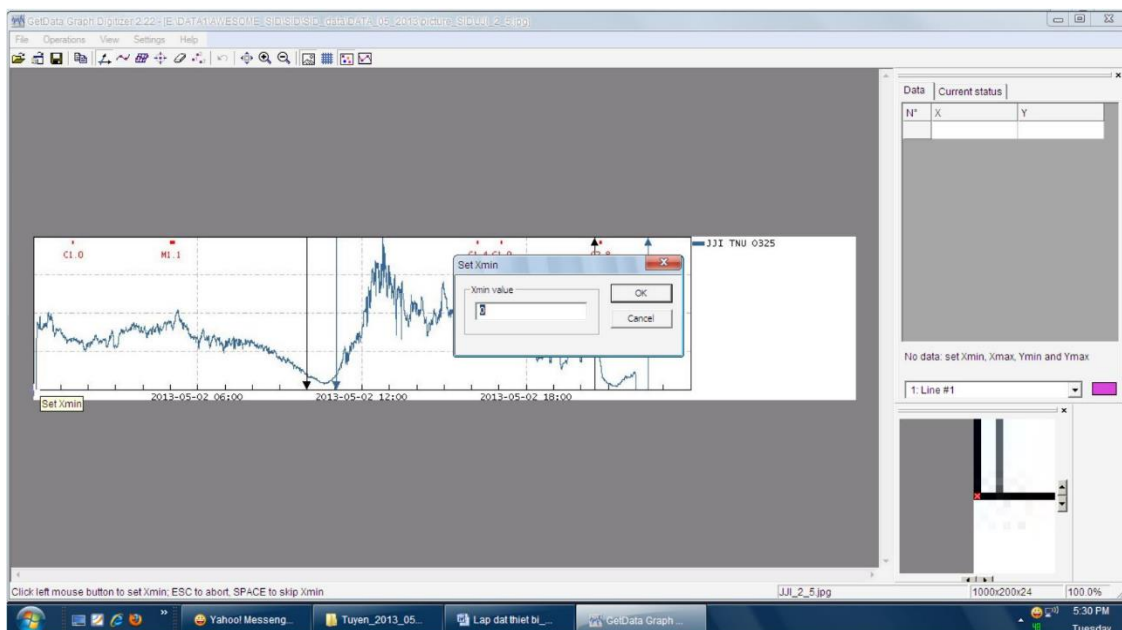
Các bước xử lý truy xuất sang file txt:

Bước 1: Mở file, chọn **Open**, chọn hình cần phân tích



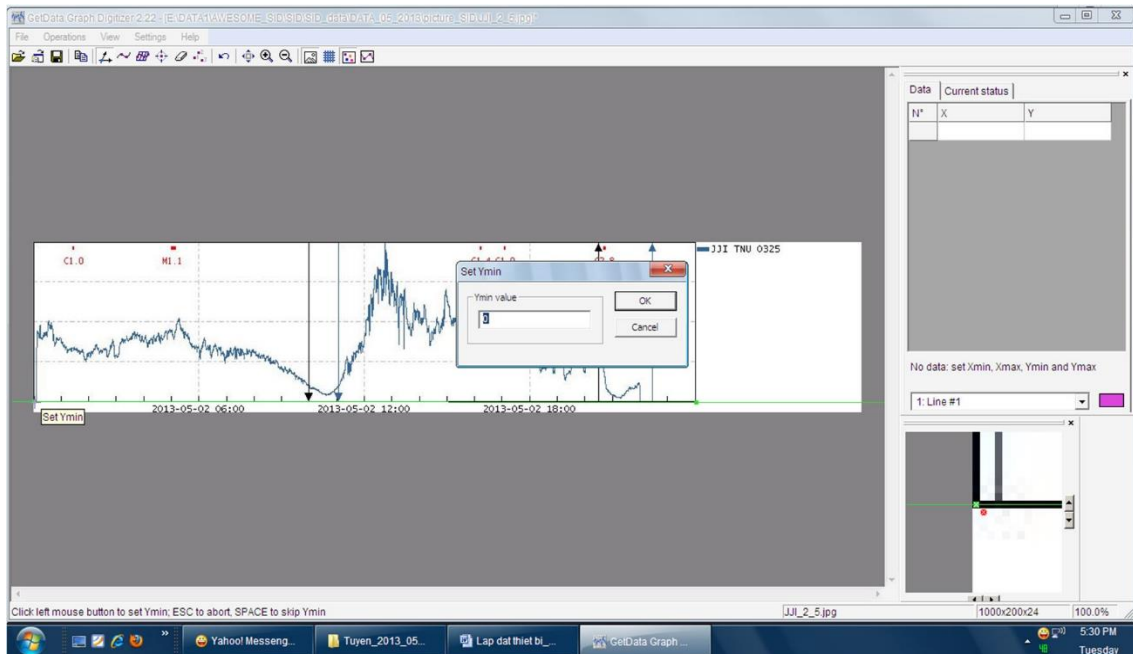
Hình 3.6 Truy xuất file bước 1

Bước 2: Thiết lập tọa độ OXY, đặt giá trị cực tiểu và cực đại cho trục x



Hình 3.7 Truy xuất file bước 2

Bước 3: Đặt giá trị cực trị cho trục y



Hình 3.8 Truy xuất file bước 3

Bước 4: Lấy tọa độ các điểm trên hình, nhấp vào dấu + vào các điểm cần thiết



Hình 3.9 Truy xuất file bước 4

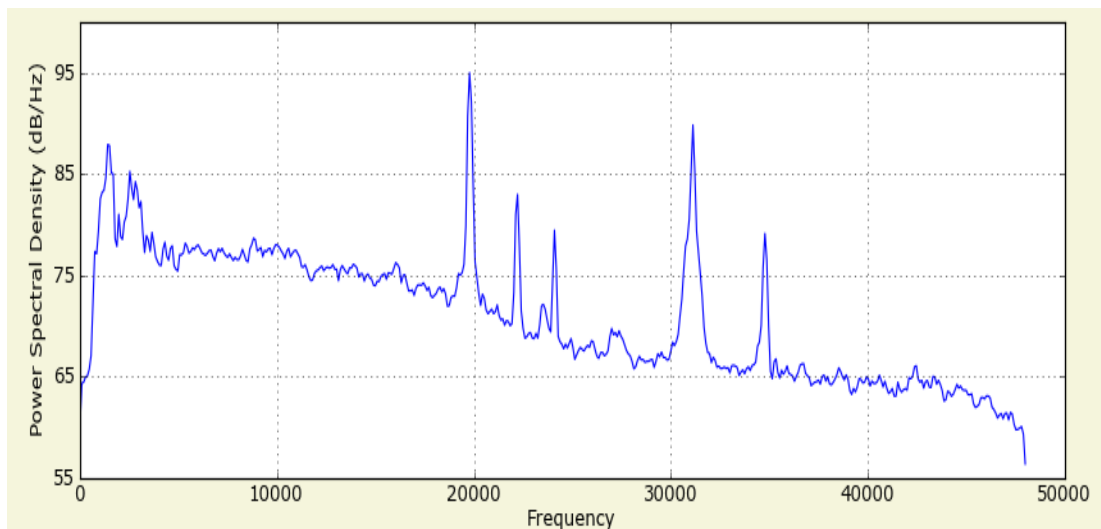
Bước 5: Truy xuất sang file txt bằng cách chọn **Menu file** → **Export data** → kiểu lưu file là **txt**.



Hình 3.10 Truy xuất file bước 5

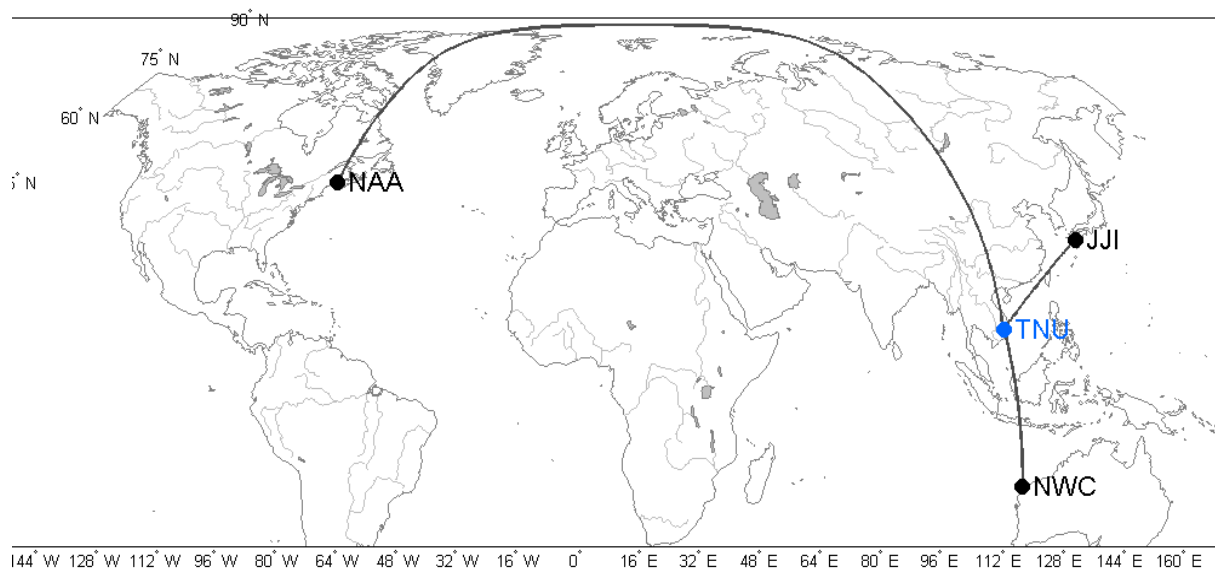
PHẦN 4. KẾT QUẢ NGHIÊN CỨU

4.1 Kết Quả Nghiên Cứu

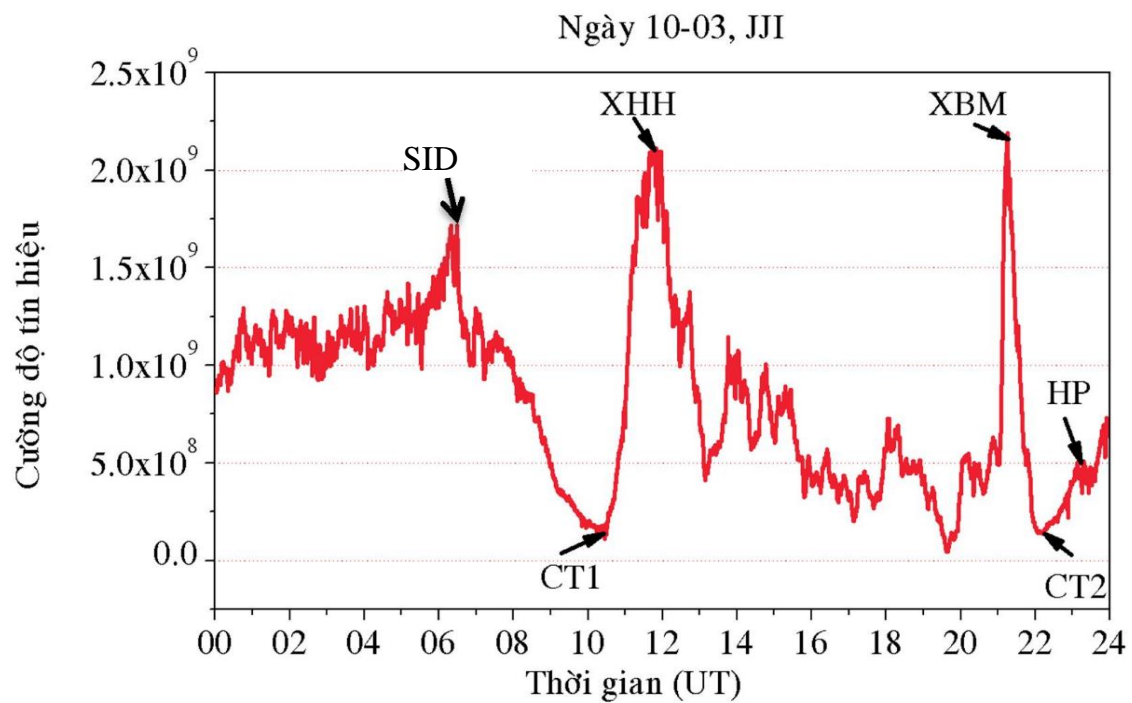


Hình 4.1 Phổ tín hiệu của máy thu SuperSID hiển thị các tín hiệu NWC, JJI và NAA.

Hình 4.1 biểu diễn phổ cường độ tín hiệu - tần số trên máy thu SuperSID. Các xung kim là tín hiệu VLF (được chỉ bằng các mũi tên). Trên phổ cường độ tín hiệu-tần số này, thấy rõ các tín hiệu NAA/24 kHz từ Mỹ (44,38° B; 67,16° T), JJI/22.2 kHz từ Nhật Bản (32,04° B; 130,81° Đ) và NWC/19.8 kHz từ Australia (21,8° N; 114,2° Đ). Tín hiệu NWC và NAA được điều chế mã MSK (minimum shift keying) và tín hiệu JJI được điều chế mã FSK (Frequency shift keying). Tín hiệu NAA không được ổn định do đường truyền dài và suy hao năng lượng sóng lớn. Các xung thứ 3 và thứ 4 là các tín hiệu nhiễu.



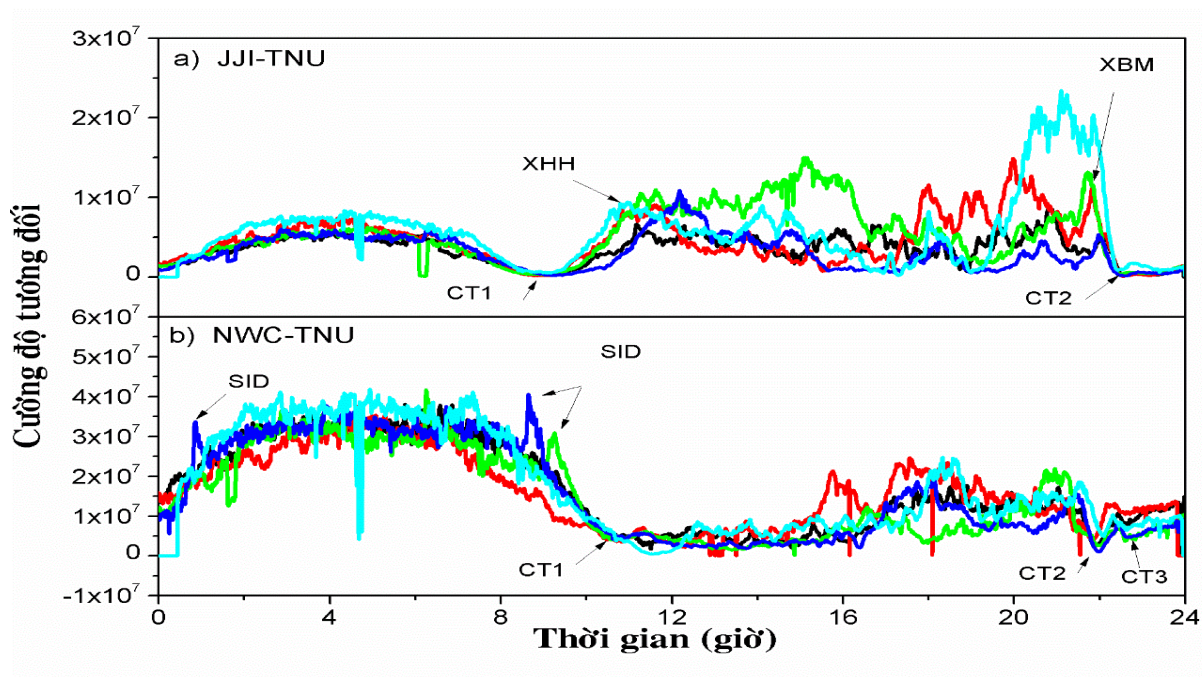
Hình 4.2 Đường truyền sóng VLF giữa các trạm phát JJI, NAA và NWC và máy thu SuperSID đặt tại TNU



Hình 4.3 Minh họa cho ảnh hưởng của hoàng hôn và bình minh lên tín hiệu JJI

Ở hình 4.3, trong giai đoạn hoàng hôn, cường độ tín hiệu đến từ trạm phát JJI giảm và tạo cực tiểu (CT1) lúc 10:30 UT. Sau cực tiểu hoàng hôn, tín hiệu này tăng dốc đứng tạo thành một xung hoàng hôn (XHH). Trước cực tiểu bình minh, xuất hiện một xung bình minh (XBM), sau đó tín hiệu giảm xuống cực tiểu lúc 22:00 UT rồi tăng dần đến mức tín hiệu bình thường vào ban ngày hay gọi là giai đoạn hồi phục (HP). Bên cạnh đó ta cũng có thể thấy có xung chỉ các sự kiện nhiễu loạn đột ngột tăng điện ly (Sudden Ionospheric Disturbance, SID).

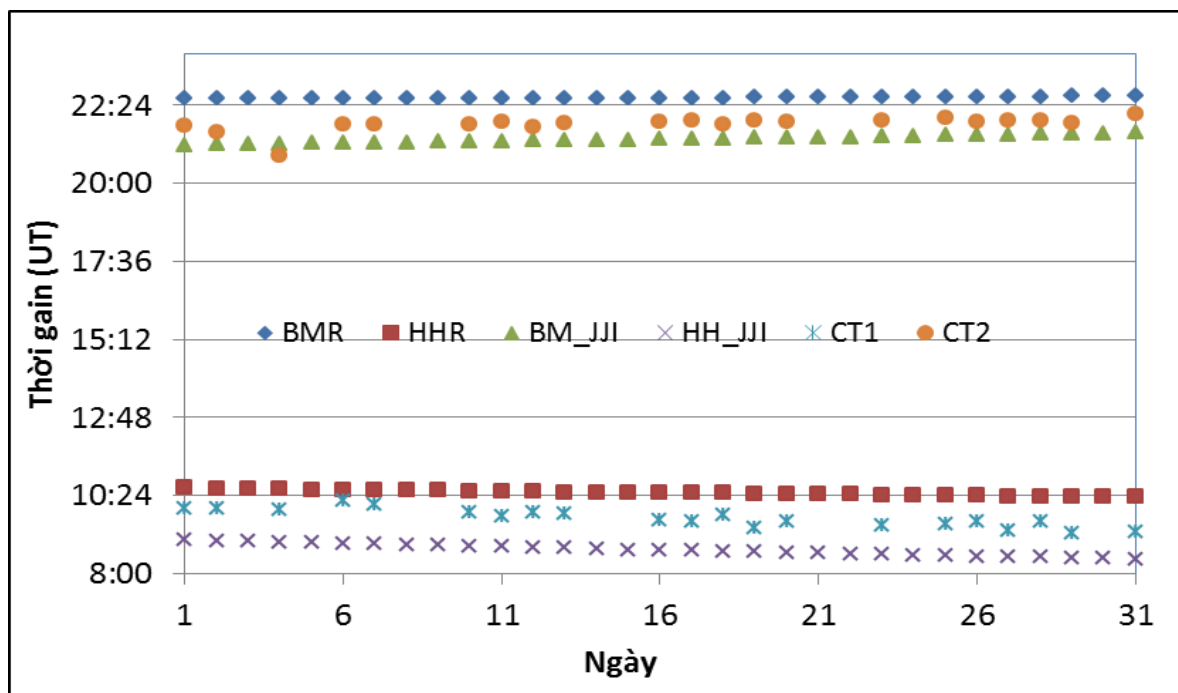
Để so sánh ảnh hưởng của hoàng hôn và bình minh với tín hiệu khác, đề tài phân tích thêm tín hiệu NWC đến từ Australia. Hình 4.4 biểu diễn sự thay đổi hằng ngày của tín hiệu JJI và NWC trong tháng 1/2013 (mỗi tín hiệu chọn 5 ngày dữ liệu). Đối với tín hiệu NWC lan truyền đến TNU, xuất hiện 1 điểm cực tiểu (CT1) lúc 10:30 UT trong giai đoạn hoàng hôn và 2 cực tiểu (CT2 và CT3) lúc 22:00 UT và 22:36 UT, trong giai đoạn bình minh (Hình 4.4b).



Hình 4.4 Sự thay đổi biên độ sóng JJI, NWC đến TNU 5 ngày tháng 1/2013

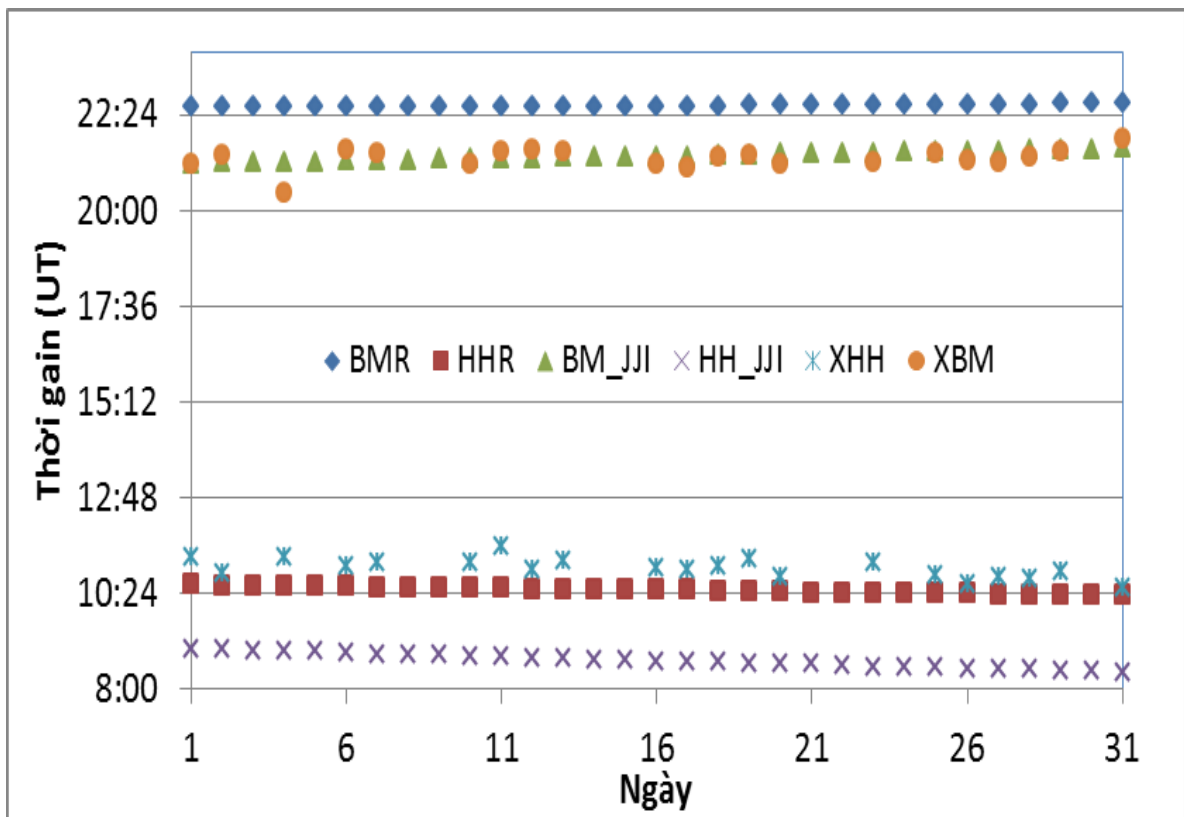
Cường độ tín hiệu NWC tăng rất nhanh sau điểm cực tiểu bình minh và hình thành một cái nôm nhọn. Sau đó cường độ giảm nhẹ một lúc rồi tăng trở lại. Trên tín hiệu VLF trên đường truyền từ trạm NWC đến TNU (có sự lệch về kinh độ giữa trạm phát và máy thu rất ít) không xuất hiện các xung trong giai đoạn bình minh và sau hoàng hôn như trường hợp của tín hiệu VLF trên đường truyền JJI-TNU. Trên hình 4.4b, có một số xung chỉ các sự kiện nhiễu loạn đột ngột điện ly (Sudden Ionospheric Disturbance, SID).

Hình 4.5 và hình 4.6 biểu diễn các thời điểm hoàng hôn và bình minh, các đỉnh xung, các điểm cực tiểu của các tín hiệu tốt trong trạm phát JJI trong tháng 10 năm 2013. Theo hình 4.6 ta thấy rằng, CT1(CTHH) xuất hiện sớm nhất vào khoảng (9:10UT) và điểm CT2 xuất hiện sau bình minh tại máy phát JJI. Còn điểm CT2(CTBM) xuất hiện sớm nhất khoảng (20:40UT) và CT1 cùng ngày xuất hiện sau hoàng hôn tại trạm phát JJI.



Hình 4.5 Biểu diễn thời gian xuất hiện các điểm cực tiểu trên tín hiệu JJI vào tháng 10 năm 2013

Theo hình 4.6 ta có XHH xuất hiện sớm nhất trong tháng 10 vào thời điểm (10:25UT) sau hoàng hôn tại trạm JJI, XBM cùng ngày vào lúc (21:44UT). XBM xuất hiện sớm nhất lúc (20:15UT) sớm hơn cả bình minh xuất hiện ở trạm JJI, còn XHH cùng ngày thì vào khoảng (10:50UT). Kết quả cho thấy xung xuất hiện càng trễ khi độ lệch về kinh độ của máy phát càng lớn. Ở trường hợp tín hiệu JJI, sự xuất hiện xung bình minh sớm so với bình minh tại máy phát. Ngoài ra, sự xuất hiện xung sau hoàng hôn tại máy phát chứng tỏ sự ion hóa điện ly xảy ra trước bình minh và sau hoàng hôn. Sự thay đổi cường độ tín hiệu do mức độ ion hóa điện ly thay đổi.



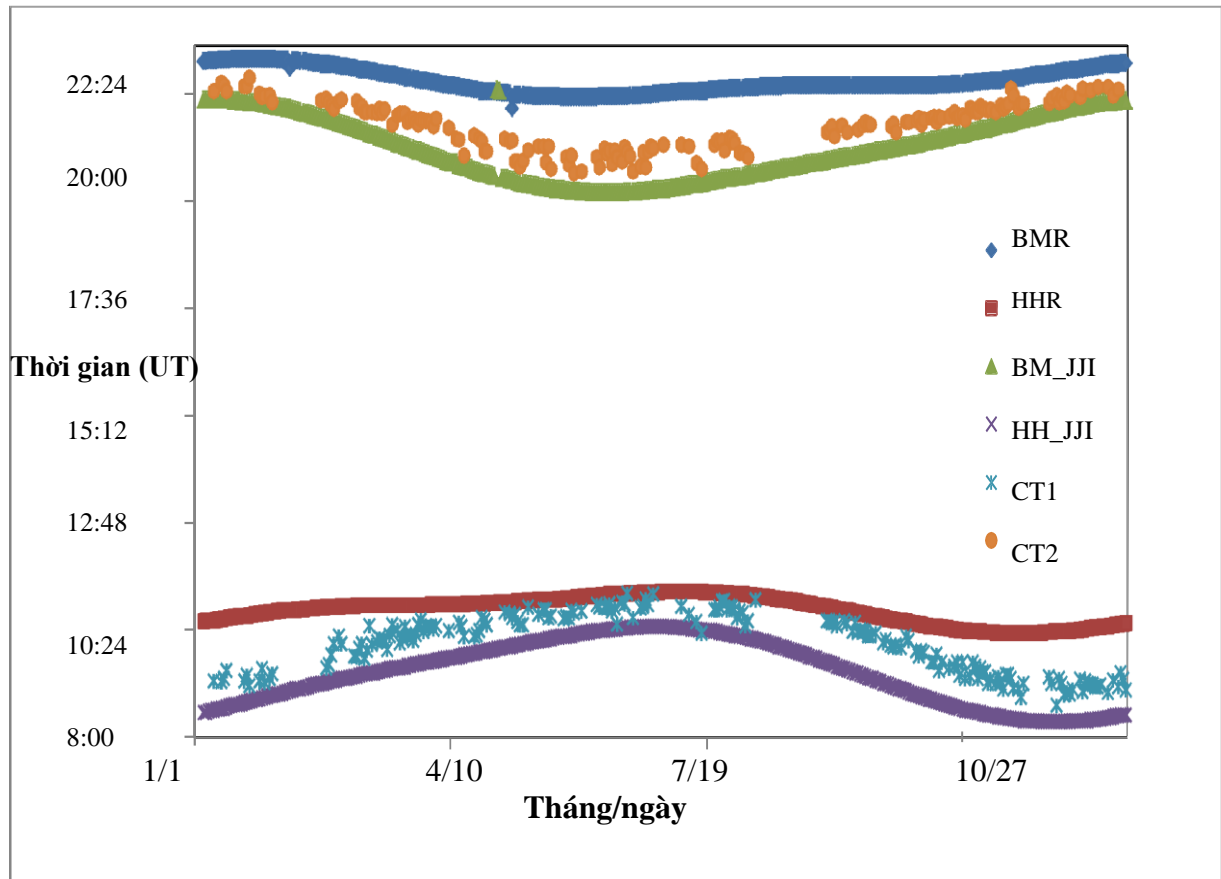
Hình 4.6: Biểu diễn thời gian xuất hiện xung hoàng hôn và xung bình minh trên tín hiệu JJI vào tháng 10 năm 2013

Thời gian xuất hiện XHH, XBM và các điểm CT vào tháng 10 năm 2013 tại trạm phát JJI được biểu diễn qua bảng 4.1:

Ngày	Ngày	BMR	HHR	BM_JJI	HH_JJI	CT1	XHH	XBM	CT2
10/1/2013	1	22:37	10:38	21:11	9:02	9:59	11:19	21:09	21:46
10/2/2013	2	22:37	10:37	21:12	9:01	10:01	10:54	21:23	21:34
10/3/2013	3	22:37	10:37	21:13	8:59	x	x	x	x
10/4/2013	4	22:37	10:36	21:13	8:58	9:57	11:20	20:26	20:52
10/5/2013	5	22:37	10:35	21:14	8:57	X	x	x	x
10/6/2013	6	22:37	10:35	21:15	8:56	10:14	11:05	21:31	21:48
10/7/2013	7	22:37	10:34	21:15	8:54	10:08	11:11	21:25	21:48
10/8/2013	8	22:37	10:33	21:16	8:53	x	x	x	X
10/9/2013	9	22:38	10:33	21:17	8:52	X	x	x	x
10/10/2013	10	22:38	10:32	21:17	8:50	9:53	11:12	21:10	21:50
10/11/2013	11	22:38	10:32	21:18	8:49	9:46	11:36	21:28	21:54
10/12/2013	12	22:38	10:31	21:19	8:48	9:53	10:59	21:32	21:44
10/13/2013	13	22:38	10:30	21:20	8:47	9:50	11:14	21:28	21:51
10/14/2013	14	22:38	10:30	21:20	8:46	X	x	x	x
10/15/2013	15	22:38	10:29	21:21	8:44	x	x	X	x
10/16/2013	16	22:38	10:29	21:22	8:43	9:38	11:04	21:09	21:54
10/17/2013	17	22:38	10:29	21:22	8:42	9:37	11:01	21:04	21:55
10/18/2013	18	22:38	10:28	21:23	8:41	9:48	11:06	21:22	21:48
10/19/2013	19	22:39	10:27	21:24	8:40	9:25	11:16	21:24	21:55
10/20/2013	20	22:39	10:27	21:25	8:39	9:37	10:50	21:09	21:54
10/21/2013	21	22:39	10:26	21:26	8:38	x	X	X	X
10/22/2013	22	22:39	10:26	21:26	8:36	X	X	x	X
10/23/2013	23	22:39	10:25	21:27	8:35	9:29	11:10	21:12	21:56
10/24/2013	24	22:40	10:25	21:28	8:34	X	X	x	X
10/25/2013	25	22:40	10:24	21:29	8:33	9:31	10:52	21:26	22:02
10/26/2013	26	22:40	10:24	21:30	8:32	9:36	10:39	21:16	21:54
10/27/2013	27	22:40	10:23	21:30	8:31	9:18	10:48	21:13	21:56
10/28/2013	28	22:40	10:23	21:31	8:30	9:37	10:47	21:22	21:57
10/29/2013	29	22:41	10:23	21:32	8:29	9:14	10:57	21:28	21:51
10/30/2013	30	22:41	10:22	21:33	8:28	X	x	X	X
10/31/2013	31	22:41	10:22	21:34	8:27	9:17	10:33	21:48	22:07

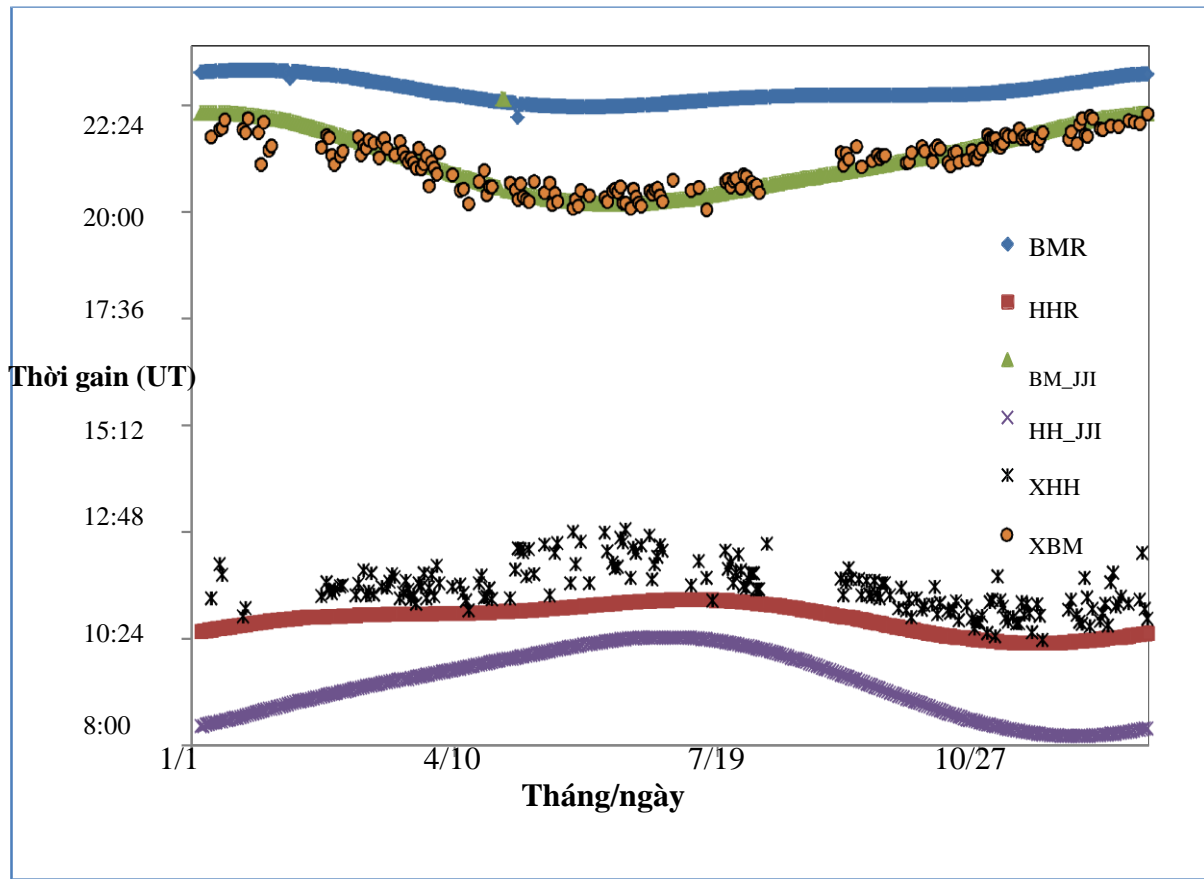
Bảng 4.1 Biểu diễn các thời gian xuất hiện xung hoàng hôn, xung bình minh và các điểm cực tiểu trong tháng 10/2013

Chú thích: x – không có dữ liệu



Hình 4.7: Biểu diễn thời gian xuất hiện các điểm cực tiểu trên tín hiệu JJJ trong năm 2013

Hình 4.7 và 4.8 biểu diễn các thời điểm hoàng hôn và bình minh tại vị trí của trạm phát và trạm thu, các đỉnh xung, các điểm cực tiểu của các tín hiệu từ trạm phát JJI trong năm 2013. Từ hình 4.7, cực tiểu lúc hoàng hôn (CT1) xuất hiện khoảng 8:35 - 10:54 UT và cực tiểu lúc bình minh (CT2) xuất hiện khoảng 20:54 - 22:37 UT. CT1 xuất hiện sau hoàng hôn tại máy phát và trước hoàng hôn tại máy thu. CT2 xuất hiện sau bình minh tại trạm phát và trước bình minh tại trạm thu.



Hình 4.8: Biểu diễn thời gian xuất hiện xung bình minh và xung hoàng hôn trên tín hiệu JJJ trong năm 2013

Theo hình 4.8, xung lúc hoàng hôn (XHH) xuất hiện trong khoảng 10:33 - 12:48 UT, xung lúc bình minh (XBM) xuất hiện khoảng 20:03 - 22:05 UT. XHH xuất hiện muộn hơn cả hoàng hôn xuất hiện tại trạm thu và trạm phát. XBM xuất hiện gần như cùng lúc với bình minh tại trạm phát và xuất hiện trước bình minh tại trạm thu. Điều đó nói lên rằng tầng điện ly bị ion hóa trước khi Mặt Trời mọc và vẫn còn bị ion hóa sau khi Mặt Trời đã lặn. Sự thay đổi cường độ sóng VLF liên quan đến sự thay đổi của mức độ ion hóa tầng điện ly. Đặc biệt, đáng chú ý biến đổi của các lỗm hay các xung theo đáng điện biến đổi theo mùa của thời điểm hoàng hôn tại trạm phát JJI.

4.2 Thảo luận

Leandra Merola nghiên cứu ảnh hưởng của chuyển đổi ngày-đêm lên tín hiệu VLF tại trạm phát NML (46,37° B; 98,33° T) đến trạm thu tại Rockville Centre, New York (40,67° B; 73,64° T), ở phía Đông trạm phát. Tác giả này tìm thấy 2 xung lúc bình minh xuất hiện trước Mặt Trời mọc tại vị trí trạm phát và trạm thu. Xung hoàng hôn xuất hiện sau Mặt Trời lặn tại trạm thu và trước Mặt Trời lặn tại trạm phát. Tác giả đã giải thích rằng sự ion hóa tầng điện ly ngay phía trên trạm phát và trạm thu xảy ra trước bình minh, do độ cong của mặt đất mà ta chưa thấy Mặt Trời mọc tại trạm phát và trạm thu lúc bắt đầu bình minh. Do đó, XBM xuất hiện sớm hơn cả bình minh ở trạm phát, tiếp sau đó là sự giảm đột ngột của tín hiệu. Khi có bình minh, sự ion hóa trở lại đột ngột làm cho cường độ sóng VLF giảm xuống trong một thời gian ngắn. Ảnh hưởng của hoàng hôn cũng được giải thích tương tự. Lúc hoàng hôn, không còn bức xạ Mặt Trời đến được tầng điện ly nên tín hiệu tăng đột ngột [1] do sự thấp thụ sóng giảm. Đối với đường truyền JJI-TNU trong khóa luận, Mặt Trời lặn tại vị trí trạm phát trước tiên sau đó mới lặn tại vị trí trạm thu do trạm thu ở phía Tây của trạm phát. Ngay khi Mặt Trời lặn, không có các bức xạ Mặt Trời đến tầng điện ly nên cường độ tín hiệu VLF tăng đột ngột. Xung hoàng hôn xuất hiện sau Mặt Trời lặn ở cả hai vị trí trạm phát và trạm thu.

Sự hình thành các lõm trong giai đoạn hoàng hôn và bình minh được giải thích bởi mô hình chuyển đổi *mode* lan truyền sóng VLF của Crombie. Vào ban ngày, sự suy hao tín hiệu trong EIWG lớn hơn so với ban đêm và *mode* càng cao sẽ bị suy hao càng lớn. Do đó chỉ có *mode* thấp nhất của sóng lan truyền vào ban ngày. Nhưng vào ban đêm sóng có thể lan truyền nhiều *mode* hơn. EIWG có độ cao phản xạ tăng làm cho vận tốc pha của sóng giảm và tín hiệu đến máy thu trễ hơn [11]. Sự hình thành các “lõm” hay các cực tiểu ở giai đoạn chuyển đổi ngày - đêm là do sự chuyển đổi từ sự lan truyền một *mode* vào ban ngày sang nhiều *mode* hơn vào ban đêm của sóng [4]. Theo mô hình giao thoa của Crombie, cơ chế hình thành các cực tiểu là do sự giao thoa

các sóng có *mode* lan truyền khác nhau làm giảm cường độ sóng [3]. Có thể thấy “lõm” trong giai đoạn bình minh sâu hơn “lõm” trong giai đoạn hoàng hôn là do bình minh tiến đến trạm phát, sự chiếu sáng ngày càng trải dài trên đường truyền sóng làm tăng sự suy hao sóng có *mode* thứ hai [15].

Như vậy, ảnh hưởng của hoàng hôn và bình minh lên tín hiệu VLF của đường truyền JJI-TNU khác so với trường hợp tín hiệu truyền từ trạm phát NML đến Rockville Centre của Merola và tín hiệu NWC đến TNU (đường truyền sóng gần như nằm dọc theo kinh độ). Nhưng bên cạnh đó, ta cũng thấy được một quy luật chung rằng khi máy phát và máy thu ở 2 vị trí khác nhau nhiều về kinh độ, thì sự biến đổi cường độ của tín hiệu VLF vẫn tuân theo quy luật: Các xung cường độ tín hiệu luôn xuất hiện trước bình minh và xuất hiện sau hoàng hôn.

PHẦN 5. KẾT LUẬN VÀ KIẾN NGHỊ

5.1 Kết Luận

- Chỉ ra được rằng tầng điện ly bị ion hóa trước khi bình minh xuất hiện và vẫn còn bị ion hóa sau khi hoàng hôn. Sự thay đổi cường độ sóng VLF liên quan đến sự thay đổi của mức độ ion hóa tầng điện ly.
- Thấy được sự ảnh hưởng của bình minh và hoàng hôn lên tín hiệu sóng VLF qua các điểm cực tiểu và xung tín hiệu sóng VLF JJI/22.2kHz.
- So sánh và chỉ ra điểm khác nhau giữa tín hiệu JJI_TNU, NWC_TNU là trên tín hiệu VLF trên đường truyền từ trạm NWC đến TNU (có sự lệch về kinh độ giữa trạm phát và máy thu TNU_0325 ít hơn so với trạm JJI) không xuất hiện các xung trong giai đoạn bình minh và sau hoàng hôn như trường hợp của tín hiệu VLF trên đường truyền JJI-TNU
- Sự biến đổi cường độ của tín hiệu VLF tuân theo quy luật các xung cường độ tín hiệu luôn xuất hiện trước bình minh và xuất hiện sau hoàng hôn.
- Tìm ra quy luật ảnh hưởng của bình minh và hoàng hôn lên tín hiệu sóng VLF từ sự xuất hiện của các điểm cực tiểu và xung tín hiệu.
- Nghiên cứu và áp dụng mô hình Crombie để giải thích sự hình thành các lõm trong giai đoạn hoàng hôn và bình minh.

5.2 Kiến Nghị

- Lớp D vẫn còn là một câu hỏi lớn hiện nay chưa được giải quyết. Cần thêm nhiều công trình nghiên cứu về tầng thấp nhất của tầng điện ly.
- Xây dựng thêm trạm quan trắc SID để nghiên cứu ảnh hưởng của hoạt động Mặt Trời lên tín hiệu sóng VLF.
- Cần phổ biến hơn máy thu SuperSID ở các trường đại học và trung học để học sinh và sinh viên được sớm tiếp cận việc cài đặt thiết bị và nghiên cứu khoa học ngay tại trường.

PHẦN 6. TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] Leandra Merola (2006) *A study for the Effect of Sunrise and Sunset on the Ionosphere as Observed by VLF Wave Behavior*, South Side High School Rockville Centre, New York.
- [2] E. Yokoyama and I. Tanimura, “Some long-distance transmission phenomena of low-frequency waves,” *Proceedings of Institute of Radio Engineers*, vol. 21, no. 2, pp. 263–270, 1933.
- [3] D. D. Crombie, “Further observations of sunrise and sunset fading of very-low-frequency signals,” *Radio Science*, vol. 1, pp 47–51, 1966.
- [4] M.A. Clilverd, N.R. Thomson and C.J. Roager “Sunrise effect on VLF signals propagating over a long north-south path”, *Radio Science*, vol 34, no.4 , pp. 9339-948, 1999.
- [5] Deborah Scherrer, Ray Mitchell, Tim Huynh, William & Melinda Lord (2009), *SuperSID Manual – Space Weather Monitor*, Stanford University SOLAR center.
- [6] Margaret G.Kivelson and Christopher T.Russel (1995), *Introduction to space physics*, Cambridge University Press, Cambridge, UK.
- [7] Malin Gutafsson (2011), *Detection of solar flare induced ionospheric perturbations on narrowband VLF transmissions*, Master of Science Thesis Stockholm, Sweden.
- [8] Robert D.Hunsucker and John K.Hargreaves (2003), *The high-latitude ionosphere and its effect on radio propagation*, Cambridge University Press.

- [9] Henry Rishbeth and Owen K. Garriot (1969), *Introduction to Ionospheric Physics*, Academic Press, New York and London.
- [10] Lynn, K.J.W (2010), *VLF Waveguide propagation: The basics, Propagation effect of very low frequency radio waves, Proceeding of the 1st International Conference on Science with Very Low Frequency Radio Waves: Theory and Observation*. AP Conference Proceedings, Volume 1286, pp 3-41, DOI: 10.1063/1.35112893.
- [11] Sushil Kumar (2009), Research Letter *Waveguide Parameters of 19.8 kHz Signal Propagating over a Long Path*, Hindawi Publishing Corporation, Research Letter in Physics, Volume 2009, Article ID 216373, 4 pages, DOI: 10.1155/2009/216373.
- [12] Le Minh Tan (2015), Development of TNU-SuperSID Teaching Module for Observing the Effects of Solar Activities on the Lower Ionosphere, *Journal of Physical Science and Application*, 5(2), 116 – 122.
- [13] Wait, J. R., *Electromagnetic Waves in Stratified Media*, Pergamon, Tarrytown, N.Y, 1962.
- [14] Khanal, S. (2004). Retrieved October 17, 2006, from *The Effect of Solar Flares on the VLF Radio Waves Transmitted in the Ionosphere* Website: <http://solar-center.stanford.edu/SID/docs/effect-of-flares.ppt>.
- [15] Crombie, D. D. (1964), *Periodic fading of VLF signals received over long paths during sunrise and sunset*, Radio Sci. J. Res. NBS 68D, No.1, 27-34.

PHẦN 7. PHỤ LỤC

Bảng biểu diễn thời gian xuất hiện xung hoàng hôn, xung bình minh và các điểm cực tiểu trong năm 2013 tại trạm phát JJL.

Ngày	Ngày	BMR	HHR	BM_JJ	HM_JJ	CT1	XHH	XBM	CT2
2/1/2013	32	23:14	10:49	22:10	8:50	x	x	x	x
2/2/2013	33	23:13	10:50	22:09	8:51	x	x	x	x
2/3/2013	34	23:13	10:50	22:09	8:52	x	x	x	x
3/4/2013	35	23:13	10:51	22:08	8:53	x	x	x	x
2/5/2013	36	23:13	10:51	22:07	8:54	x	x	x	x
2/6/2013	37	23:13	10:51	22:06	8:55	x	x	x	x
2/7/2013	38	23:02	10:52	22:06	8:56	x	x	x	x
2/8/2013	39	23:12	10:52	22:05	8:57	x	x	x	x
2/9/2013	40	23:12	10:52	22:04	8:58	x	x	x	x
2/10/2013	41	23:12	10:53	22:03	8:59	x	x	x	x
2/11/2013	42	23:11	10:53	22:02	8:59	x	x	x	x
2/12/2013	43	23:11	10:53	22:01	9:00	x	x	x	x
2/13/2013	44	23:11	10:54	22:00	9:01	x	x	x	x
2/14/2013	45	23:10	10:54	21:59	9:02	x	x	x	x
2/15/2013	46	23:10	10:54	21:58	9:03	x	x	x	x
2/16/2013	47	23:09	10:54	21:57	9:04	x	x	x	x
2/17/2013	48	23:09	10:55	21:56	9:05	x	x	x	x
2/18/2013	49	23:09	10:55	21:55	9:05	x	x	x	x
2/19/2013	50	23:08	10:55	21:54	9:06	7:44	11:24	21:30	22:18
1/20/2013	51	23:08	10:55	21:53	9:07	x	x	x	x
2/21/2013	52	23:07	10:56	21:52	9:08	9:28	11:42	21:47	22:20
2/22/2013	53	23:07	10:56	21:51	9:09	9:33	11:32	21:44	22:16
2/23/2013	54	23:06	10:56	21:50	9:10	9:47	11:28	21:19	22:11
2/24/2015	55	23:06	10:56	21:49	9:10	10:03	11:33	21:06	22:06
2/25/2013	56	23:05	10:56	21:48	9:11	x	x	x	x
2/26/2013	57	23:05	10:56	21:47	9:12	10:13	11:37	21:18	22:17
2/27/2013	58	23:04	10:57	21:46	9:13	10:03	11:38	21:25	22:19
2/28/2013	59	23:04	10:57	21:44	9:13	x	x	x	x
3/1/2013	60	23:04	10:57	21:43	9:14	x	x	x	x
3/2/2013	61	23:03	10:57	21:42	9:15	x	x	x	x
3/3/2013	62	23:02	10:57	21:41	9:16	x	x	x	x

3/4/2013	63	23:02	10:57	21:40	9:17	9:46	11:25	x	x
3/5/2013	64	23:01	10:58	21:39	9:17	9:45	11:40	21:45	22:17
3/6/2013	65	23:00	10:58	21:37	9:18	9:56	13:04	21:20	22:07
3/7/2013	66	23:00	10:58	21:36	9:19	10:03	11:59	21:33	22:10
3/8/2013	67	22:59	10:58	21:35	9:20	9:42	11:25	21:29	22:02
3/9/2013	68	22:59	10:58	21:34	9:20	9:54	11:30	21:40	22:02
3/10/2013	69	22:58	10:58	21:32	9:21	10:28	11:55	19:12	19:28
3/11/2013	70	22:57	10:58	21:31	9:22	10:02	11:26	21:36	22:02
3/12/2013	71	22:57	10:58	21:30	9:22	xx	x	x	x
3/13/2013	72	22:56	10:58	21:29	9:23	10:05	15:03	21:16	22:01
3/14/2013	73	22:55	10:58	21:27	9:24	10:11	11:36	21:37	22:06
3/15/2013	74	22:55	10:58	21:26	9:25	10:09	18:29	21:43	22:01
3/16/2013	75	22:54	10:59	21:25	9:25	10:08	11:35	21:29	22:05
3/17/2013	76	22:54	10:59	21:24	9:26	9:55	11:43	12:46	12:56
3/18/2013	77	22:53	10:59	21:22	9:27	10:15	11:54	12:46	12:56
3/19/2013	78	22:52	10:59	21:21	9:27	10:30	11:49	21:20	21:45
3/20/2013	79	22:52	10:59	21:20	9:28	x	x	x	x
3/21/2013	80	22:51	10:59	21:18	9:29	10:23	11:20	21:38	21:57
3/22/2013	81	22:50	10:59	21:17	9:29	10:04	11:28	21:24	22:00
3/23/2013	82	22:50	10:59	21:17	9:30	10:10	11:44	21:16	21:59
3/24/2013	83	22:49	10:59	21:15	9:30	10:27	11:32	21:09	21:59
2/25/2013	84	22:48	10:59	21:13	9:32	10:12	11:19	21:15	21:48
3/26/2013	85	22:48	10:59	21:12	9:32	10:16	11:26	21:08	21:51
3/27/2013	86	22:47	10:59	21:11	9:33	10:08	11:13	21:01	21:53
3/28/2013	87	22:46	10:59	21:09	9:34	10:16	11:41	21:29	21:48
3/29/2013	88	22:46	10:59	21:08	9:34	10:30	11:36	21:00	21:45
3/30/2013	89	22:45	10:59	21:07	9:35	10:36	11:55	21:07	21:51
3/31/2013	90	22:44	10:59	21:06	9:36	10:20	11:20	21:18	21:50
3/24/2013	83	22:49	10:59	21:15	9:30	10:27	11:32	21:09	21:59
2/25/2013	84	22:48	10:59	21:13	9:32	10:12	11:19	21:15	21:48
3/26/2013	85	22:48	10:59	21:12	9:32	10:16	11:26	21:08	21:51
3/27/2013	86	22:47	10:59	21:11	9:33	10:08	11:13	21:01	21:53
3/28/2013	87	22:46	10:59	21:09	9:34	10:16	11:41	21:29	21:48
3/29/2013	88	22:46	10:59	21:08	9:34	10:30	11:36	21:00	21:45
3/30/2013	89	22:45	10:59	21:07	9:35	10:36	11:55	21:07	21:51
3/31/2013	90	22:44	10:59	21:06	9:36	10:20	11:20	21:18	21:50
4/1/2013	91	22:44	10:59	21:04	9:36	10:29	11:35	20:36	21:49
4/2/2013	92	22:43	10:59	21:03	9:37	10:27	11:53	21:09	21:49
4/3/2013	93	22:42	11:00	21:02	9:38	10:29	11:24	21:01	21:48

4/4/2013	94	22:42	11:00	21:01	9:38	10:24	12:05	20:53	21:42
4/5/2013	95	22:41	11:00	20:59	9:39	10:28	11:41	21:23	21:53
4/6/2013	96	22:41	11:00	20:58	9:40	x	x	x	x
4/7/2013	97	22:40	11:00	20:57	9:40	x	x	x	x

4/8/2013	98	22:39	11:00	20:56	9:41	x	x	x	x
4/9/2013	99	22:39	11:00	20:54	9:42	x	x	x	x
4/10/2013	100	22:38	11:00	20:53	9:42	10:21	11:36	20:52	21:40
4/11/2013	101	22:38	11:00	20:52	9:43	x	x	x	x
4/12/2013	102	22:37	11:00	20:51	9:44	x	x	x	x
4/13/2013	103	22:36	11:00	20:51	9:44	11:19	11:39	20:30	21:25
4/14/2013	104	22:36	11:00	20:48	9:45	10:33	11:28	20:32	21:24
4/15/2013	105	22:35	11:00	20:47	9:46	10:27	11:17	18:21	19:04
4/16/2013	106	22:35	11:00	20:46	9:47	10:13	11:04	20:11	21:02
4/17/2013	107	22:34	11:01	20:45	9:47	x	x	x	x
4/18/2013	108	22:34	11:01	20:44	9:48	x	x	x	x
4/19/2013	109	22:33	11:01	20:43	9:49	x	x	x	x
4/20/2013	110	22:32	11:01	20:41	9:49	10:13	11:41	20:42	21:30
4/21/2013	111	22:32	11:01	20:40	9:50	10:16	11:52	16:23	16:54
4/22/2013	112	22:31	11:01	20:39	9:51	10:22	11:21	20:58	21:25
4/23/2013	113	22:31	11:01	20:38	9:51	10:40	11:23	20:24	21:21
4/24/2013	114	22:30	11:01	20:37	9:52	10:36	11:34	20:35	21:07
4/25/2013	115	22:30	11:02	20:36	9:53	10:30	11:19	20:35	21:07
4/26/2013	116	22:29	11:02	20:35	9:54	x	x	x	x
4/27/2013	117	22:29	11:02	20:34	9:54	x	x	x	x
4/28/2013	118	22:29	11:02	20:33	9:55	x	x	x	x
4/29/2013	119	22:28	11:02	22:32	9:56	x	x	x	x
4/30/2013	120	22:28	11:03	22:31	9:56	x	x	x	x
5/1/2013	121	22:27	11:02	20:30	9:57	x	x	x	x
5/2/2013	122	22:27	11:03	20:29	9:58	10:48	11:20	20:40	21:25
5/3/2013	123	22:27	11:03	20:29	9:58	x	x	x	x
5/4/2013	124	22:26	11:03	20:28	9:59	10:46	12:00	20:31	21:21
5/5/2013	125	22:06	11:03	20:27	10:00	10:40	12:29	20:18	21:23
5/6/2013	126	22:25	11:03	20:27	10:01	10:45	12:28	20:39	20:54
5/7/2013	127	22:25	11:04	20:25	10:01	10:34	12:24	20:21	20:54
5/8/2013	128	22:25	11:04	20:24	10:02	10:30	11:50	20:18	20:47
5/9/2013	129	22:25	11:04	20:23	10:03	10:30	12:28	20:14	20:55
5/10/2013	130	22:24	11:04	20:23	10:03	x	x	x	x

5/11/2013	131	22:24	11:05	20:22	10:04	10:55	11:54	20:42	21:09
5/12/2013	132	22:24	11:05	20:21	10:05	x	x	x	x
5/13/2013	133	22:23	11:05	20:20	10:05	x	x	x	x
5/14/2013	134	22:23	11:05	20:20	10:06	x	x	x	x
5/15/2013	135	22:23	11:06	20:19	10:07	10:45	12:34	20:27	21:15
5/16/2013	136	22:23	11:06	20:18	10:08	x	x	x	x
5/17/2013	137	22:23	11:06	20:18	10:08	10:51	11:25	20:40	21:15
5/18/2013	138	22:22	11:06	20:17	10:09	10:52	15:30	20:10	20:53
5/19/2013	139	22:22	11:07	20:17	10:10	10:40	12:23	20:26	21:14
5/20/2013	140	22:22	11:07	20:16	10:10	10:42	12:36	20:14	20:43
5/21/2013	141	22:22	11:07	20:16	10:11	x	x	x	x
5/22/2013	142	22:22	11:07	20:15	10:12	x	x	x	x
5/23/2013	143	22:22	11:08	20:15	10:12	x	x	x	x
5/24/2013	144	22:21	11:08	20:14	10:13	x	x	x	x
5/25/2013	145	22:21	11:08	20:14	10:14	10:39	11:41	18:24	19:53
5/26/2013	146	22:21	11:09	20:13	10:14	10:41	12:52	20:05	20:59
5/27/2013	147	22:21	11:09	20:13	10:15	10:40	12:07	20:17	20:49
5/28/2013	148	22:21	11:09	20:12	10:15	10:50	13:46	20:08	21:02
5/29/2013	149	22:21	11:09	20:12	10:16	10:47	12:38	20:30	20:38
5/30/2013	150	22:21	11:10	20:12	10:17	x	x	x	x
5/31/2013	151	22:21	11:10	20:12	10:17	x	x	x	x
6/1/2013	152	22:21	11:10	20:11	10:18	10:49	11:41	20:23	20:40
5/2/2013	153	22:21	11:11	20:11	10:18	x	x	x	x
6/3/2013	154	22:21	11:11	20:11	10:19	x	x	x	x
6/4/2013	155	22:21	11:11	20:11	10:19	x	x	x	x
6/5/2013	156	22:21	11:12	20:10	10:20	x	x	x	x
6/6/2013	157	22:21	11:12	20:10	10:20	x	x	x	x
6/7/2013	158	22:21	11:12	20:10	10:21	10:59	12:51	20:20	21:00
6/8/2013	159	22:22	11:12	20:10	10:21	10:55	12:25	20:14	20:46
6/9/2013	160	22:22	11:13	20:10	10:22	x	x	x	x
6/10/2013	161	22:22	11:13	20:10	10:22	10:55	12:09	20:29	21:11
6/11/2013	162	22:22	11:13	20:10	10:23	10:54	12:02	20:32	21:04
6/12/2013	163	22:22	11:14	20:10	10:23	11:00	12:04	20:28	21:09
6/13/2013	164	22:22	11:14	20:10	10:24	10:49	12:43	20:35	20:50
6/14/2013	165	22:22	11:14	20:10	10:24	10:54	12:37	20:12	21:09
6/15/2013	166	22:23	11:14	20:10	10:24	10:31	12:55	20:12	20:59
6/16/2013	167	22:23	11:15	20:10	10:25	x	x	xx	x
6/17/2013	168	22:23	11:15	20:10	10:25	11:02	11:48	20:05	20:54
6/18/2013	169	22:23	11:15	20:11	10:25	11:00	12:30	20:32	21:13
6/19/2013	170	22:23	11:15	20:11	10:25	11:14	12:23	20:21	21:08

6/20/2013	171	22:24	11:16	20:11	10:26	12:00	19:05	20:12	21:01
6/21/2013	172	22:24	11:16	20:11	10:26	10:40	12:33	20:08	20:40
6/22/2013	173	22:24	11:16	20:11	10:26	x	x	x	x
6/23/2013	174	22:24	11:16	20:12	10:26	x	x	x	x
6/24/2013	175	22:24	11:16	20:12	10:27	10:54	12:47	20:29	20:47
6/25/2013	176	22:25	11:17	20:12	10:27	10:56	11:46	20:25	21:06
6/26/2013	177	22:25	11:17	20:13	10:27	11:06	12:07	20:31	20:46
6/27/2013	178	22:25	11:17	20:13	10:27	10:59	12:17	20:33	21:07
6/28/2013	179	22:25	11:17	20:13	10:27	8:57	12:33	20:23	21:14
6/29/2013	180	22:26	11:17	20:14	10:27	11:13	12:26	20:14	21:12
6/30/2013	181	22:26	11:17	20:14	10:27	x	x	x	x
7/1/2013	182	22:26	11:17	20:15	10:27	x	x	x	x
7/2/2013	183	22:27	11:18	20:15	10:27	x	x	x	x
7/3/2013	184	22:27	11:18	20:15	10:27	18:18	18:46	20:44	21:17
7/4/2013	185	22:27	11:18	20:16	10:27	x	x	x	x
7/5/2013	186	22:27	11:18	20:16	10:27	x	x	x	x
7/6/2013	187	22:28	11:18	20:17	10:27	x	x	x	x
7/7/2013	188	22:28	11:18	20:17	10:26	x	x	x	x
7/8/2013	189	22:28	11:18	20:18	10:26	x	x	x	x
7/9/2013	190	22:29	11:18	20:18	10:26	x	x	x	x
7/10/2013	191	22:29	11:18	20:19	10:26	10:56	11:38	20:30	21:17
7/11/2013	192	22:29	11:18	20:19	10:25	x	x	x	x
7/12/2013	193	22:29	11:18	20:20	10:25	x	x	x	x
7/13/2013	194	22:30	11:18	20:21	10:25	10:45	12:11	20:34	21:14
7/14/2013	195	22:30	11:18	20:21	10:24	x	x	x	x
7/15/2013	196	22:30	11:18	20:22	10:24	x	x	x	x
7/16/2013	197	22:30	11:18	20:22	10:24	10:34	11:48	20:03	20:52
7/17/2013	198	22:31	11:18	20:23	10:23	x	x	x	x
7/18/2013	199	22:31	11:18	20:23	10:23	10:18	11:17	17:27	20:43
7/19/2013	200	22:31	11:17	20:24	10:22	x	x	x	x
7/20/2013	201	22:31	11:17	20:25	10:22	x	x	x	x
7/21/2013	202	22:32	11:17	20:25	10:21	x	x	x	x
7/22/2013	203	22:32	11:17	20:26	10:21	x	x	x	x
7/23/2013	204	22:32	11:17	20:27	10:20	10:52	12:26	20:42	21:17
7/24/2013	205	22:32	11:17	20:27	10:20	10:52	12:01	20:45	21:23
7/25/2013	206	22:33	11:16	20:28	10:19	10:55	12:09	20:35	21:20
7/26/2013	207	22:33	11:16	20:29	10:18	11:03	11:41	20:43	21:23
7/27/2013	208	22:33	11:16	20:29	10:18	11:04	11:56	20:46	21:09
7/28/2013	209	22:33	11:16	20:30	10:17	10:51	12:21	19:05	19:25
7/29/2013	210	22:34	11:15	20:30	10:16	10:56	11:59	20:33	21:26

7/30/2013	211	22:34	11:15	20:31	10:16	10:55	11:37	20:52	21:25
7/31/2013	212	22:34	11:15	20:32	10:15	10:51	11:35	20:50	21:19
8/1/2013	213	22:34	11:14	20:32	10:15	10:40	11:47	17:51	18:42
8/2/2013	214	22:34	11:14	20:32	10:14	10:49	11:55	20:41	21:05
8/3/2013	215	22:34	11:14	20:33	10:13	10:47	11:55	20:35	21:05
8/4/2013	216	22:35	11:13	20:34	10:12	10:29	11:33	20:37	21:04
8/5/2013	217	22:35	11:13	20:34	10:11	10:35	11:33	20:27	21:00
8/6/2013	218	22:35	11:13	20:35	10:10	x	x	x	x
8/7/2013	219	22:35	11:12	20:36	10:10	x	x	x	x
8/8/2013	220	22:35	11:12	20:36	10:09	11:05	12:35	18:43	18:54
8/9/2013	221	22:35	11:11	20:37	10:08	x	x	x	x
8/10/2013	222	22:36	11:11	20:38	10:07	x	x	x	x
8/11/2013	223	22:36	11:11	20:39	10:06	x	x	x	x
8/12/2013	224	22:36	11:10	20:39	10:05	x	x	x	x
8/13/2013	225	22:36	11:10	20:40	10:04	x	x	x	x
8/14/2013	226	22:36	11:09	20:41	10:03	x	x	x	x
8/15/2013	227	22:36	11:09	20:41	10:02	x	x	x	x
8/16/2013	228	22:36	11:08	20:42	10:01	x	x	x	x
8/17/2013	229	22:36	11:08	20:42	9:59	x	x	x	x
8/18/2013	230	22:36	11:07	20:43	9:58	x	x	x	x
8/19/2013	231	22:37	11:07	20:44	9:57	x	x	x	x
8/20/2013	232	22:37	11:06	20:44	9:56	x	x	x	x
8/21/2013	233	22:37	11:05	20:45	9:55	x	x	x	x
8/22/2013	234	22:37	11:05	20:46	9:54	x	x	x	x
8/23/2013	235	22:37	11:04	20:46	9:53	x	x	x	x
8/24/2013	236	22:37	11:04	20:47	9:51	x	x	x	x
8/25/2013	237	22:37	11:03	20:48	9:50	x	x	x	x
8/26/2013	238	22:37	11:02	20:48	9:49	x	x	x	x
8/27/2013	239	22:37	11:02	20:49	9:48	x	x	x	x
8/28/2013	240	22:37	11:01	20:50	9:47	x	x	x	x
8/29/2013	241	22:37	11:01	20:50	9:45	x	x	x	x
8/30/2013	242	22:37	11:00	20:51	9:44	x	x	x	x
8/31/2013	243	22:37	10:59	20:52	9:43	x	x	x	x
9/1/2013	244	22:37	10:59	20:52	9:42	x	x	x	x
9/2/2013	245	22:37	10:58	20:53	9:40	x	x	x	x
9/3/2013	246	22:37	10:57	20:53	9:39	x	x	x	x
9/4/2013	247	22:37	10:57	20:54	9:38	x	x	x	x
9/5/2013	248	22:37	10:56	20:55	9:36	10:35	11:47	21:23	21:34
9/6/2013	249	22:37	10:55	20:55	9:35	10:35	11:25	21:05	21:38
9/7/2013	250	22:37	10:55	20:56	9:34	10:33	11:42	21:22	21:42

9/8/2013	251	22:37	10:54	20:57	9:33	10:33	12:02	21:13	21:28
9/9/2013	252	22:37	10:53	20:57	9:31	10:28	11:47	15:24	16:09
9/10/2013	253	22:37	10:53	20:58	9:30	x	x	x	x
9/11/2013	254	22:37	10:52	20:58	9:29	15:20	15:39	21:31	21:43
9/12/2013	255	22:37	10:51	20:59	9:27	10:35	11:46	15:53	16:19
9/13/2013	256	22:37	10:51	21:00	9:26	10:32	11:25	21:03	21:34
9/14/2013	257	22:37	10:50	21:00	9:25		x	x	x
9/15/2013	258	22:37	10:49	21:01	9:23	10:20	11:44	17:27	17:49
9/16/2013	259	22:37	10:48	21:02	9:22	10:33	11:26	14:41	14:59
9/17/2013	260	22:37	10:48	21:02	9:21	10:19	11:22	21:11	21:37
9/18/2013	261	22:37	10:47	21:03	9:19	10:23	11:44	19:57	20:24
9/19/2013	262	22:37	10:46	21:03	9:18	10:21	11:27	21:20	21:43
9/20/2013	263	22:37	10:46	21:04	9:17	10:20	11:20	21:14	21:48
9/21/2013	264	22:37	10:45	21:05	9:15	10:15	11:41	21:19	21:44
9/22/2013	265	22:37	10:44	21:05	9:14	10:15	11:41	21:19	21:44
9/23/2013	266	22:37	10:43	21:06	9:13	x	x	x	x
9/24/2013	267	22:37	10:43	21:07	9:11	10:18	11:25	15:57	16:30
9/25/2013	268	22:37	10:42	21:07	9:10	x	x	x	x
9/26/2013	269	22:37	10:41	21:08	9:09	x	x	x	x
9/27/2013	270	22:37	10:41	21:09	9:07	10:04	11:07	18:17	18:45
9/28/2013	271	22:37	10:40	21:09	9:06	10:09	11:35	16:25	16:47
9/29/2013	272	22:37	10:39	21:10	9:05	x	x	x	x
9/30/2013	273	22:37	10:39	21:11	9:03	10:01	11:04	21:08	21:42
10/1/2013	274	22:37	10:38	21:11	9:02	9:59	11:19	21:09	21:46
10/2/2013	275	22:37	10:37	21:12	9:01	10:01	10:54	21:23	21:34
10/3/2013	276	22:37	10:37	21:13	8:59	x	x	x	x
10/4/2013	277	22:37	10:36	21:13	8:58	9:57	11:20	20:26	20:52
10/5/2013	278	22:37	10:35	21:14	8:57	x	x	x	x
10/6/2013	279	22:37	10:35	21:15	8:56	10:14	11:05	21:31	21:48
10/7/2013	280	22:37	10:34	21:15	8:54	10:08	11:11	21:25	21:48
10/8/2013	281	22:37	10:33	21:16	8:53	x	x	x	x
10/9/2013	282	22:38	10:33	21:17	8:52	x	x	x	x
10/10/2013	283	22:38	10:32	21:17	8:50	9:53	11:12	21:10	21:50
10/11/2013	284	22:38	10:32	21:18	8:49	9:46	11:36	21:28	21:54
10/12/2013	285	22:38	10:31	21:19	8:48	9:53	10:59	21:32	21:44
10/13/2013	286	22:38	10:30	21:20	8:47	9:50	11:14	21:28	21:51
10/14/2013	287	22:38	10:30	21:20	8:46	x	x	x	x
10/15/2013	288	22:38	10:29	21:21	8:44	x	x	x	x
10/16/2013	289	22:38	10:29	21:22	8:43	9:38	11:04	21:09	21:54
10/17/2013	290	22:38	10:29	21:22	8:42	9:37	11:01	21:04	21:55

10/18/2013	291	22:38	10:28	21:23	8:41	9:48	11:06	21:22	21:48
10/19/2013	292	22:39	10:27	21:24	8:40	9:25	11:16	21:24	21:55
10/20/2013	293	22:39	10:27	21:25	8:39	9:37	10:50	21:09	21:54
10/21/2013	294	22:39	10:26	21:26	8:38	x	x	x	x
10/22/2013	295	22:39	10:26	21:26	8:36	x	x	x	x
10/23/2013	296	22:39	10:25	21:27	8:35	9:29	11:10	21:12	21:56
10/24/2013	297	22:40	10:25	21:28	8:34	x	x	x	x
10/25/2013	298	22:40	10:24	21:29	8:33	9:31	10:52	21:26	22:02
10/26/2013	299	22:40	10:24	21:30	8:32	9:36	10:39	21:16	21:54
10/27/2013	300	22:40	10:23	21:30	8:31	9:18	10:48	21:13	21:56
10/28/2013	301	22:40	10:23	21:31	8:30	9:37	10:47	21:22	21:57
10/29/2013	302	22:41	10:23	21:32	8:29	9:14	10:57	21:28	21:51
10/30/2013	303	22:41	10:22	21:33	8:28	x	x	x	x
10/31/2013	304	22:41	10:22	21:34	8:27	9:17	10:33	21:48	22:07
11/1/2013	305	22:41	10:22	21:34	8:27	9:37	11:15	21:42	22:05
11/2/2013	306	22:42	10:21	21:35	8:26	9:31	11:18	21:41	22:02
11/3/2013	307	22:42	10:21	21:36	8:25	9:14	10:29	21:42	22:02
11/4/2013	308	22:42	10:21	21:37	8:25	9:28	11:50	21:31	22:10
11/5/2013	309	22:43	10:20	21:37	8:24	9:23	11:17	21:30	22:08
11/6/2013	310	22:43	10:20	21:38	8:23	9:23	11:09	21:35	22:05
11/7/2013	311	22:43	10:20	21:39	8:22	9:07	10:53	21:49	22:04
11/8/2013	312	22:44	10:20	21:40	8:21	9:14	10:48	21:46	22:05
11/9/2013	313	22:44	10:20	21:41	8:21	x	x	x	x
11/10/2013	314	22:44	10:19	21:42	8:20	9:06	10:54	21:46	22:02
11/11/2013	315	22:45	10:19	21:43	8:19	9:16	10:46	15:51	16:11
11/12/2013	316	22:45	10:19	21:43	8:19	9:07	10:46	21:56	22:11
11/13/2013	317	22:46	10:19	21:44	8:18	8:59	11:15	21:42	22:06
11/14/2013	318	22:46	10:19	21:45	8:18	9:19	10:58	21:46	22:10
11/15/2013	319	22:46	10:19	21:46	8:17	9:19	11:13	21:43	22:13
11/16/2013	320	22:47	10:19	21:47	8:17	9:13	11:00	21:46	22:34
11/17/2013	321	22:47	10:19	21:48	8:16	9:00	10:34	21:44	22:25
11/18/2013	322	22:48	10:19	21:49	8:16	x	x	x	x
11/19/2013	323	22:48	10:19	21:50	8:15	8:59	11:12	21:33	22:07
11/20/2013	324	22:48	10:19	21:51	8:15	8:47	10:57	21:42	22:13
11/21/2013	325	22:49	10:19	21:51	8:14	9:06	10:23	21:51	22:13
11/22/2013	326	22:50	10:19	21:52	8:14	x	x	x	x
11/23/2013	327	22:50	10:19	21:53	8:14	x	x	x	x
11/24/2013	328	22:51	10:19	21:54	8:13	x	x	x	x
11/25/2013	329	22:51	10:19	21:55	8:13	x	x	x	x
11/26/2013	330	22:52	10:19	21:56	8:13	x	x	x	x

11/27/2013	331	22:52	10:19	21:57	8:13	x	x	x	x
11/28/2013	332	22:53	10:19	21:58	8:12	x	x	x	x
11/29/2013	333	22:53	10:20	21:58	8:12	x	x	x	x
11/30/2013	334	22:54	10:20	21:59	8:12	x	x	x	x
12/1/2013	335	22:54	10:20	22:00	8:12	9:16	11:05	21:41	22:14
12/2/2013	336	22:55	10:20	22:01	8:12	9:06	11:18	21:52	22:20
12/3/2013	337	22:55	10:21	22:02	8:12	x	x	x	x
12/4/2013	338	22:56	10:21	22:02	8:12	8:35	10:58	21:35	22:25
12/5/2013	339	22:56	10:21	22:03	8:12	9:14	10:48	22:02	22:16
12/6/2013	340	22:57	10:21	22:04	8:12	9:06	10:45	22:10	22:23
12/7/2013	341	22:58	10:22	22:05	8:12	8:50	11:48	21:48	22:17
12/8/2013	342	22:58	10:22	22:06	8:12	8:55	11:21	21:46	22:28
12/9/2013	343	22:59	10:22	22:06	8:12	8:52	10:42	22:14	22:25
12/10/2013	344	22:59	10:23	22:07	8:13	8:58	11:06	22:10	23:13
12/11/2013	345	23:00	10:23	22:08	8:13	x	x	x	x
12/12/2013	346	23:00	10:23	22:08	8:13	x	x	x	x
12/13/2013	347	23:01	10:24	22:09	8:13	9:12	10:49	21:56	22:22
12/14/2013	348	23:01	10:24	22:10	8:14	8:55	11:00	21:55	22:34
12/15/2013	349	23:02	10:25	22:10	8:14	9:10	11:13	20:15	21:15
12/16/2013	350	23:02	10:25	22:11	8:14	9:06	10:43	20:39	21:10
12/17/2013	351	23:03	10:26	22:12	8:15	9:05	11:42	22:00	22:32
12/18/2013	352	23:03	10:26	22:12	8:15	9:05	11:56	20:02	20:44
12/19/2013	353	23:04	10:27	22:13	8:15	9:02	11:09	22:07	22:34
12/20/2013	354	23:04	10:27	22:13	8:16	9:02	11:14	21:59	22:36
12/21/2013	355	23:05	10:27	22:14	8:16	9:04	11:22	15:17	15:50
12/22/2013	356	23:05	10:28	22:14	8:17	x	x	x	x
12/23/2013	357	23:06	10:28	22:15	8:17	x	x	x	x
12/24/2013	358	23:06	10:29	22:15	8:18	8:54	11:13	22:07	22:36
12/25/2013	359	23:07	10:30	22:15	8:18	x	x	x	x
12/26/2013	360	23:07	10:30	22:16	8:19	9:11	10:06	22:05	22:25
12/27/2013	361	23:08	10:31	22:16	8:20	x	x	x	x
12/28/2013	362	23:08	10:31	22:17	8:20	9:02	11:18	22:03	22:33
12/29/2013	363	23:09	10:32	22:17	8:21	9:22	12:23	16:32	16:46
12/30/2013	364	23:09	10:32	22:17	8:22	9:12	11:06	20:30	20:57
12/31/2013	365	23:09	10:33	22:17	8:22	8:57	10:52	22:17	23:02

Chú thích: x – không có dữ liệu