

THE RELATIONSHIP BETWEEN Pc 1 MICROPULSATIONS AND IONOSPHERIC
CONDITIONS AT
NEAR EQUATORIAL LATITUDE ($14^{\circ}30'39''N$)

(ความสัมพันธ์ระหว่าง พีซี 1 ไมโครพัลส์กับภาวะของบรรยากาศไอโอโนสเฟียร์ ณ บริเวณใกล้เส้นศูนย์สูตร)



by

Miss Ampai Phongtatha
B.Sc. (Hons), Chulalongkorn University, 1968

006922

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

CHULALONGKORN UNIVERSITY

Thesis

Submitted in partial fulfillment of the requirements
for
The Degree of Master of Science
in
The Chulalongkorn University Graduate School
Department of Physics

April, 1970
(B.E. 2513)

Accepted by the Graduate School, Chulalongkorn University in partial fulfillment of the requirements for the Degree of Master of Science.

T. Nitaniishi

Dean of the Graduate School



Thesis Committee

Ramsi Chavhan

Chairman

Hipon Paduchewit

William F. Fisherwood

Sipannak Ketudat

CHULALONGKORN UNIVERSITY

Thesis Supervisor *William F. Fisherwood*

Date *11 May 1970*

ABSTRACT

The amplitude and occurrence of Pc 1 micropulsations (the regular geomagnetic fluctuations in the frequency range 0.2 to 5.0 Hz) was observed at latitude $14^{\circ}30'39''$ (N) by using three mutually orthogonal air-core coil antennas. The coils were constructed at MRDC Electronic Laboratory, Bangkok, and installed at the TREND Site station, Sakaraj, Nakhon Ratchasima (geographic latitude $14^{\circ}30'39''$ N, longitude $101^{\circ}56'8''$ E; equal to geomagnetic latitude $2^{\circ}57'4''$ N, longitude $171^{\circ}12'58''$ E). Other parts of the observation system were amplifying and recording elements. The micropulsation data were recorded during the period February 2 to February 24, 1970. Recordings were taken for a 2-1/2 minute period at the beginning of each hour from 7 A.M. to 8 P.M. local time of each day.

Observations of E-region ionospheric conditions were also made during the same period. These data were recorded at ASRCT, Bangkok by using a C-2 Ionosphere Vertical-incident sounder on a routine 24 hour-a-day basis, with soundings taken at 15-minute intervals.

Pc 1 activity of frequencies higher than 1.0 Hz is found to occur most often during 0700 to 0800 local time (about 0000 to 0100 Universal time), while activity of frequencies lower than 1 Hz occurs between 1700 and 1900 local time (1000 to 1200 universal time). The maximum amplitude is 0.65%.

Examination of the relationship between Pc 1 activity and ionospheric condition indicates that for Pc 1 frequency higher than 1.0 Hz the amplitude of Pc 1 is inversely related to particle density in the E-region ionosphere, but when Pc 1 frequency is below 1.0 Hz the amplitude of Pc 1 appears to be independent of particle density in the E-region ionosphere.



บทคัดย่อ

ระดับของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าและโอกาสที่จะเกิดของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าชนิดไมโครสเตรน ในความถี่แบบ ซีซี 1 นี้ เป็นแบบหนึ่งของสนามแม่เหล็กไฟฟ้า (แปรเปลี่ยน) ของโลก ที่มีความถี่ต่ำอยู่ใน ช่วง 0.2 รอบต่อวินาที ถึง 5.0 รอบต่อวินาที โคจรส่ววงที่ เส้นรุ้ง 14° 30' 39" เหนือ โขขจร- ลวด 3 อัน วางในแนวตั้งฉากซึ่งกันและกัน เป็นเสมือนเสาอากาศสำหรับรับสัญญาณ คลื่นที่สร้างขึ้นที่ศูนย์- วิจัยและหัตถการทางทหาร พระนคร และได้เคลื่อนย้ายไปสำรวจคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า ชนิด ซีซี 1 ณ สถานที่ ทดลองการวิจัยสภาวะสิ่งแวดล้อมระนาบราบ จังหวัดนครราชสีมา (เส้นรุ้ง 14° 30' 39" เหนือ, เส้นแนว 101° 56' 8" ตะวันออก ทางภูมิศาสตร์ ซึ่งตรงกับ เส้นรุ้ง 2° 57' 4" เหนือ และเส้นแนว 171° 12' 58" ตะวันออก ตามสนามแม่เหล็กโลก) นอกจากนี้ มีเครื่องอิเล็กทรอนิกส์ต่าง ๆ ซึ่งเป็นส่วนของการขยาย และส่วนของการบันทึก ระดับของสัญญาณของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าแบบนี้ การบันทึกข้อมูล เริ่มครั้งแรกที่ทดลองกันตั้ง- แต่วันที่ 2 กุมภาพันธ์ ถึง วันที่ 24 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2513 ผลการวัดถูกบันทึกไว้ทุก ๆ ชั่วโมง ชั่วโมง ละ 2-1/2 นาที จาก 07.00 น. ถึง 20.00 น. เวลาท้องถิ่น

สภาวะบรรยากาศของ ไอโอโนสเฟียร์ในชั้นที่ปรากฏอยู่สูงที่สถานีวิจัยวิทยาศาสตร์- ปรชุกพรแห่งประเทศไทย โดยอาศัยเครื่องมือทั้งชั้นบรรยากาศทางตั้งซึ่งคิดแปลงจากแบบ ซี-2 บันทึกปรากฏ- การของชั้นต่าง ๆ ของไอโอโนสเฟียร์ ทำผลการวัดทุกวัน ตลอด 24 ชั่วโมง โดยมีการบันทึกทุก ๆ 15 นาที

ผลของการสำรวจ ซีซี 1 พบว่า ซีซี 1 ซึ่งเกิดระหว่าง 07.00 น. และ 08.00 น. เวลาท้องถิ่น ซึ่งตรงกับ 00.00 น. และ 01.00 น. เวลากรีนิช เป็น ซีซี 1 ที่มีความถี่สูงกว่า 1.0 รอบ- ต่อวินาที ส่วน ซีซี 1 ที่มีความถี่ต่ำกว่า 1.0 รอบต่อวินาที ส่วนใหญ่หาคอม 17.00 น. ถึง 19.00 น. เวลาท้องถิ่น ซึ่งตรงกับ 10.00 น. ถึง 12.00 น. เวลากรีนิช ระดับของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า ชนิด ซีซี 1 สูงสุดที่วัดได้ คือ 0.65 แอมป์ (ซี)

ความสัมพันธ์ระหว่าง ซีซี 1 กับ สภาวะบรรยากาศของไอโอโนสเฟียร์ พบว่าส่วนรับ ไอโอโนสเฟียร์ ชั้น E นั้น เมื่อความหนาแน่นของอนุภาคใน ไอโอโนสเฟียร์ ชั้น F เพิ่มขึ้นจะทำให้ ระดับ ของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า ชนิด ซีซี 1 ไมโครสเตรน ในทรงความถี่สูงกว่า 1.0 รอบต่อวินาที ลดลงไป แต่ สำหรับ ซีซี 1 ในทรงความถี่ต่ำกว่า 1.0 รอบต่อวินาที พบว่าการเพิ่มขึ้นของระดับของคลื่นแม่เหล็ก- ไฟฟ้า ชนิด ซีซี 1 เมื่อมีความสัมพันธ์เกี่ยวของกับการเปลี่ยนแปลงของ ความหนาแน่นของอนุภาคใน ไอโอโนสเฟียร์ ชั้น E เลย

ACKNOWLEDGEMENT

I wish to express my sincere appreciations to Dr. Norman E. Goldstein, Mr. William F. Isherwood and Dr. Uttipon Padunchewit for their advices and guidance given throughout the course of research. I am also grateful to Stanford Research Institute for providing Dr. Goldstein and Mr. Isherwood, editorial assistance, and typing this thesis, to Chulalongkorn University for the computer time for analysis our data and to Military Research and Development Center for all data of Ionospheric conditions.

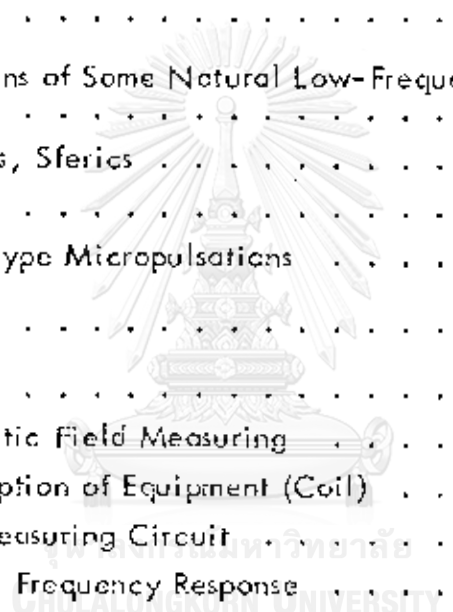
I am also indebted for research funds that supported by Military Research and Development Center and Advanced Research Projects Agency and the Applied Scientific Research Cooperation of Thailand for providing scholarship.

The logo of Chulalongkorn University, featuring a central emblem with a sunburst and a tiered structure, resting on a base with two wheels.

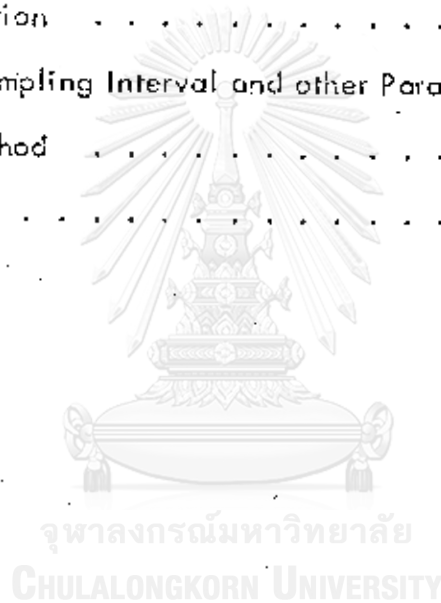
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

CONTENTS

	Page
Abstract	ii
Acknowledgement	iii
List of Tables	vi
List of Illustrations	vii
Chapter I	1-5
1.1 Purpose	1
1.2 Background	1
1.3 Method of Approach	5
Chapter II	6-13
II.1 Types and Origins of Some Natural Low-Frequency Magnetic Variation	6
II.2 ELF Oscillations, Sferics	6
II.3 Micropulsations	7
II.4 Activity of Pc Type Micropulsations	9
Chapter III	14-26
III.1 Measurement	14
III.1-1 Magnetic Field Measuring	14
a. Description of Equipment (Coil)	15
b. The Measuring Circuit	18
c. System Frequency Response	19
III.1-2 Electric Field Measuring	20
a. Description of Equipment (Electrode)	21
b. Measuring Circuit	22
c. Equipment Housing and Transportability	22
III.2 Analysis of Magnetic and Electric Fields	23
III.2-1 Digitizing of Data	23
III.2-2 Data Filtration	23
III.2-3 Integration and Filtered Data	24
III.2-4 Autocorrelation	25
III.2-5 Power Spectrum	25
III.2-6 Polarization of the Fields	26
III.2-7 The Step of Analysis	26



	Page
Chapter IV	27-39
IV.1 Data and Results of Pc 1 Micropulsation Observations	27
IV.2 The Electron Density of Ionosphere E-Region	33
IV.3 Relationship between Pc 1 Micropulsation and E-Region Ionosphere	38
Chapter V	41-42
V.1 Findings	41
V.2 Discussion	42
Appendix I Coil Design	43-44
Appendix II Coil Calibration	45-47
Appendix III Choice of Sampling Interval and other Parameter	48-49
Appendix IV Hanning Method	50
References	51-53



LIST OF TABLES

Table		Page
II-1	Classification of Pc Type Micropulsations	8
II-2	Classification of Pi Type Micropulsations	8
III-1	Coil Characteristics, Coils Horizontal on Ground and Held Vertical in Frame	17
IV-1	Pc 1 Micropulsation Activity in North-South Direction over TREND Site	28
IV-2	Pc 1 Micropulsation Activity in East-West Direction over TREND Site	29
IV-3	Pc 1 Micropulsation Activity in Vertical Direction over TREND Site	30
IV-4	Virtual Height of the Lowest E-Region Stratification	34
IV-5	Virtual Height of the Highest E-Region Stratification	35
IV-6	Critical Frequency of the Highest E-Region Stratification	36
IV-7	Electron Density of Ionosphere E-Layer	37



LIST OF ILLUSTRATIONS



Figure	Page
1. Example of Pc Type Micropulsation	54
2. Example of Pi Type Micropulsation	55
3. Close-up View of Electric Motor, Pulley Arrangement and Turns Counter	56
4. Coil Frame mounted in Winding Frame	57
5. Coil Schematic	58
6. Calibration Curve, Coil 2	59
7. Calibration Curve, Coil 3	60
8. Calibration Curve, Coil 4	61
9a. Block Diagram of Magnetic and Electric Field Measuring System	62
9b. Block Diagram of Magnetic and Electric Field Measuring System	63
10. Initial Low Pass Filter and Calibration Circuit for Coil Magnetometers	64
11a. 60 Hz Notch Filter and Attenuator	65
11b. 50 Hz Notch Filter and Attenuator	65
12. Pre-Recording Low Pass Filter Circuit	66
13. Block Diagram of Induction Coil Magnetometer Circuit	67
14. Frequency Response of Initial Low Pass Filter and Tektronix 122 Preamplifier	68
15. Frequency Response of 60 Hz Notch Filter and Attenuator	69
16a. Expected Average Voltage Output from Coil at Bangkok Site	70
16b. Expected Average Voltage Output from Coil at Trend Site	71
17a. Magnetic Response of Magnetic Recording System	72
17b. Electric Response of Magnetic Recording System	73
18a. Non-Polarizing Electrode (Copper Electrode)	74
18b. "Lead Plates" Electrode	75
19. Electric Field Measuring Circuit	76
20. Overall Response of Electric Field Measuring System	77
21. Instrument Van at Trend Site	78
22. Coil Calibration Circuit after Campbell (1959)	79
23. Hx, Hy and Hz at TREND Site showing Pc 1 Oscillations on February 12, 1970	31

Figure	Page
24. Pc 1 Activity over TREND Site, Thailand, February 2 through February 24, 1970	32
25. Relationship between Pc 1 Micropulsation VS Electron Density of E-Region Ionosphere from February 2 through February 24, 1970.	39
26. Relationship between Pc 1 Micropulsation VS Electron Density of E-Region Ionosphere on February 13, 1970	40

