

การศึกษาค้นคว้าแม่เหล็กไฟฟ้าในเขตกรุงเทพมหานคร

นายธราดล โภกมณีศรี



ศูนย์วิทยพัทยากร

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต

ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า

บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

พ.ศ. 2535

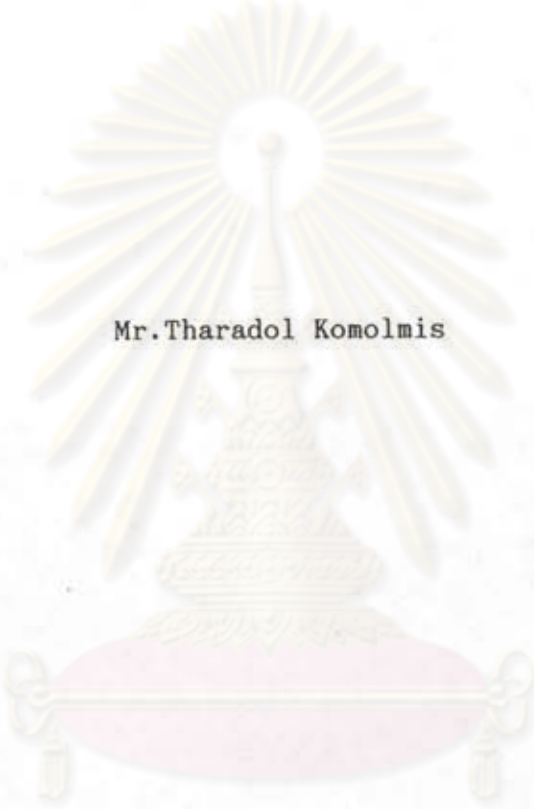
ISBN 974-579-878-9

ลิขสิทธิ์ของบัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

018245

I 151448A1

A Study of Electromagnetic Interference
in Bangkok Metropolitan Area



Mr.Tharadol Komolmis

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements
for the Degree of Master of Engineering

Department of Electrical Engineering

Graduate School

Chulalongkorn University


1992

ISBN 974-579-878-9

หัวข้อวิทยานิพนธ์ การศึกษาค้นคว้าแม่เหล็กไฟฟ้าในเขตกรุงเทพมหานคร
โดย นายธราตล โกมลมิศร์
ภาควิชา วิศวกรรมไฟฟ้า
อาจารย์ที่ปรึกษา รองศาสตราจารย์ ดร.ณรงค์ อยู่ถนอม
ปีการศึกษา 2534

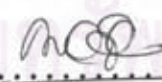


บัณฑิตวิทยาลัยจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ออนุมัติวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่ง
ของการศึกษาตามหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต



.....คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย
(ศาสตราจารย์ ดร.ถาวร วัชรากัย)

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์


.....ประธานกรรมการ
(ศาสตราจารย์ อากรณ์ เก่งพล)


.....กรรมการ
(รองศาสตราจารย์ ดร.ณรงค์ อยู่ถนอม)


.....กรรมการ
(รองศาสตราจารย์ ดร.บัณฑิต วิจารณ์อารยานนท์)


.....กรรมการ
(อาจารย์ ดร.ทับทิม อ่างแก้ว)



พิมพ์ต้นฉบับบทคัดย่อวิทยานิพนธ์ภายในกรอบสี่เหลี่ยมนี้เพียงแผ่นเดียว

นายธราตล โกมลสิทธิ์ : การศึกษาค้นรบกวนแม่เหล็กไฟฟ้าในกรุงเทพมหานคร
(A STUDY OF ELECTROMAGNETIC INTERFERENCE IN BANGKOK METROPOLITAN
AREA) อ.ที่ปรึกษา : รองศาสตราจารย์ ดร.ณรงค์ อยู่ถนอม, 150 หน้า. ISBN
974-579-878-9

วิทยานิพนธ์นี้รายงานการออกแบบ และติดตั้งระบบอุปกรณ์วัดคลื่นรบกวนแม่เหล็กไฟฟ้าที่กระจาย
ในอากาศช่วงความถี่ 30-230 MHz ระบบอุปกรณ์วัดประกอบไปด้วยเครื่องวิเคราะห์สเปกตรัม กับสาย
อากาศโมโนโพลความยาวคงที่ และควบคุมการวัดด้วยเครื่องไมโครคอมพิวเตอร์ การจัดเก็บข้อมูลเข้า
เครื่องคอมพิวเตอร์จะเป็นไปโดยอัตโนมัติ การจัดเก็บข้อมูลจะกระจายไปตามตำแหน่งต่างๆ ในของกรุงเทพ-
มหานครทั้งหมด 15 ตำแหน่ง ข้อมูลที่ได้ถูกจัดเก็บในหน่วยความจำของเครื่องไมโครคอมพิวเตอร์ ซึ่งสามารถ
จะนำมาแสดงจำแนกไปตามความถี่ ตามเวลา และตามสถานที่ได้ ในวิทยานิพนธ์นี้ได้สร้าง Conversion
Curve ที่ได้จากการเปรียบเทียบกับสายอากาศมาตรฐานแบบไดโพลครึ่งความยาวคลื่นเพื่อปรับค่าที่วัดได้จาก
สายอากาศให้เหมาะสม ผลของการศึกษาพบว่าการกระจายของคลื่นรบกวนแม่เหล็กไฟฟ้าโดยทั่วไปใน
กรุงเทพมหานคร ความแรงของการรบกวนจะเปลี่ยนแปลงไปตามสถานที่ ย่านความถี่ และช่วงเวลาของ
แต่ละวันด้วย บริเวณที่ความแรงของการรบกวนสูงจนเป็นที่น่าสนใจเกิดได้ระบุไว้ในวิทยานิพนธ์แล้ว

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาควิชา วิศวกรรมไฟฟ้า
สาขาวิชา วิศวกรรมไฟฟ้าสื่อสาร
ปีการศึกษา 2534

ลายมือชื่อนิสิต 
ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา 
ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาร่วม —

พิมพ์ต้นฉบับบทคัดย่อวิทยานิพนธ์ภายในกรอบสี่เหลี่ยมนี้เพียงแผ่นเดียว

C215523 : MAJOR ELECTRICAL ENGINEERING

KEY WORD : ELECTROMAGNETIC/INTERFERENCE/EMI

THARADOL KOMOLMIS : A STUDY OF ELECTROMAGNETIC INTERFERENCE IN BANGKOK METROPOLITAN AREA. THESIS ADVISOR : ASSO. PROF. DR.NARONG YOOTHANOM, Ph.D. 150 pp. ISBN 974-579-878-9

This thesis report studies and designs to set up an EMI measuring system for the frequency range of 30-230 MHz. The system is composed of a spectrum analyzer, a fixed length monopole antenna and all autorecordings are controlled via a microcomputer. Fifteen places throughout Bangkok area were chosen to be data recording stations. All the data can be retrieved to display on the screen to show the variation of EMI on frequencies, on time and on places. A conversion curve from calibration with a standard half wave dipole has been made to convert the measuring data to the appropriate values. The study shows that the EMI distribution exists throughout Bangkok area. The magnitude of the interference varies with locations, frequency ranges, and time in each day. Some places where the EMI magnitude are substantially high are also specified.

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาควิชา วิศวกรรมไฟฟ้า
สาขาวิชา วิศวกรรมไฟฟ้าสื่อสาร
ปีการศึกษา 2534

ลายมือชื่อนิติต
ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา
ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาร่วม



กิตติกรรมประกาศ

ผู้เขียนขอขอบพระคุณรองศาสตราจารย์ ดร.ณรงค์ อยู่ถนอม อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ที่ได้กรุณาให้คำปรึกษาแนะนำจนวิทยานิพนธ์นี้สำเร็จลุล่วงไปด้วยดี

ขอขอบคุณภาควิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ และแผนกชีวเคมี กรมแพทยทหารบก ที่กรุณาให้ใช้สถานที่ในการเก็บข้อมูล รวมทั้งผู้เอื้อเฟื้อสถานที่ที่เข้าในการวัดเก็บข้อมูลทุกท่านตั้งรายนามในภาคผนวก ข โดยเฉพาะอย่างยิ่ง อาจารย์บุญช่วย ทรัพย์มนชัย ซึ่งนอกจากจะเอื้อเฟื้อสถานที่แล้วยังได้ให้คำแนะนำที่เป็นประโยชน์และยังได้ช่วยเหลือในการเก็บข้อมูลด้วย

ขอขอบคุณห้องปฏิบัติการไฟฟ้าสื่อสาร จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ที่อำนวยความสะดวกด้านอุปกรณ์เครื่องมือวัดต่างๆ รวมทั้งห้องวิจัยอิเล็กทรอนิกส์ประยุกต์และห้องปฏิบัติการทดลองคอมพิวเตอร์ ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ ที่ให้ความสะดวกในการจัดทําวิทยานิพนธ์นี้จนสำเร็จด้วยดี

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สารบัญตาราง



ตารางที่	หน้า
5.1 คลื่นรบกวนแม่เหล็กไฟฟ้าที่พบในช่วงความถี่ 30 -230 MHz	49
ก-1 การใช้งานความถี่ในการสื่อสาร.....	68
ก-2 การใช้งานความถี่ช่วง 30 - 230 MHz.....	69
ก-3 รายชื่อสถานีวิทยุกระจายเสียงระบบ FM ที่อยู่ในกรุงเทพมหานคร.....	70
ช-1 แสดงเวลาการวัด.....	99



ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



สารบัญรูปประกอบ

รูปที่	หน้า
2.1 คลื่นระนาบ	9
2.2 คลื่นดิน	11
2.3 คลื่นฟ้า	11
3.1 โครงสร้างของ เครื่องวัดความแรงสนามไฟฟ้า ชนิดซูเปอร์เฮดเทอโรดายนน์	16
3.2 ระบบอุปกรณ์วัดที่จัดตั้งขึ้น	17
3.3a เครื่องวิเคราะห์สเปกตรัม Tektronix 2754P	19
3.3b จอภาพของเครื่องวิเคราะห์สเปกตรัม	19
3.4 สายอากาศไดโพลครึ่งความยาวคลื่น (ก) โครงสร้าง	22
(ข) รูปแบบการกระจายคลื่น	22
3.5 สายอากาศโมโนโพลที่ใช้ในระบบฯ ติดตั้งบนแท่นสามขา	24
3.6 ระบบอุปกรณ์วัดที่จัดตั้งขึ้น ประกอบด้วยเครื่องวิเคราะห์สเปกตรัม สายอากาศ และ เครื่องคอมพิวเตอร์	24
3.7 Conversion Curve ใช้ในการเปลี่ยนหน่วย dBm ให้เป็นหน่วย dB μ V/m โดยการบวกค่าที่อ่านได้ด้วย ค่าบน Conversion curve ที่ความถี่นั้น	28
4.1 การแบ่งช่วงความถี่	29
4.2 แผนภาพแสดงการทำงานของโปรแกรม EMIMC	30
4.3 รายการหลักของโปรแกรม EMIMC	31
4.4 จอภาพเมื่อเลือกรายการ 'GET & VIEW WAVEFORM'	32
4.5 รูปแบบการจัดเก็บข้อมูลลงงานแฟ้มข้อมูล	33
4.6 แผนที่แสดงตำแหน่งการวัดเก็บข้อมูล	35

รูปที่	หน้า
4.7 อุปกรณ์ที่ใช้ในการวัดเก็บข้อมูล	
(ก) แสดงอุปกรณ์ทั้งหมดที่ใช้	36
(ข) แสดงลักษณะการเข้าที่บ่อเพื่อการเคลื่อนย้าย	37
4.8 การป้องกันการรบกวนของ เครื่องคอมพิวเตอร์	38
5.1 รายการเลือกหลักของโปรแกรม DISPG	41
5.2 การกำหนดค่าในรายการเลือกที่ [1]	42
5.3 ตัวอย่างการแสดงระดับคลื่นตามช่วงความถี่ในหน่วย [dBm]	43
5.4 ตัวอย่างการแสดงระดับคลื่นตามช่วงความถี่ในหน่วย [dBµV/m] ...	43
5.5 การกำหนดค่าในรายการเลือกที่ [2]	44
5.6 ตัวอย่างการแสดงระดับคลื่นตามเวลา.....	44
5.7 ตัวอย่างการแสดงผลการเปรียบเทียบระดับคลื่นตามเวลา ของสองตำแหน่ง	45
5.8 การกำหนดค่าในรายการเลือกที่ [3]	46
5.9 ตัวอย่างการแสดงระดับคลื่นตามสถานที่	46
5.10 ตัวอย่างการแสดงผลระยะ แอ็คการวัดในแต่ละสถานที่	47
5.11 คลื่นรบกวนแม่เหล็กไฟฟ้าแบบสเปกตรัมกว้าง	48
5.12 สเปกตรัมคลื่นรบกวนแม่เหล็กไฟฟ้าช่วงความถี่ 30 - 230 MHz วัดที่ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย เมื่อวันที่ 12 กันยายน 2534 เวลา 16.30 น.	50
5.13 คลื่นรบกวนแบบสเปกตรัมกว้างที่ความถี่ 34 MHz ตำแหน่ง A101 ตามเวลา	52
5.14 คลื่นรบกวนแบบสเปกตรัมกว้างที่ความถี่ 45 MHz ตำแหน่ง H101 ตามเวลา	52
5.15 การวิเคราะห์ตามเวลาของคลื่นรบกวนแบบเปิด-ปิด ของความถี่ Phone Link	53

รูปที่	หน้า
5.16 การวิเคราะห์ตามเวลาของคลื่นรบกวนแบบเปิด-ปิด ของความถี่ Page Phone	54
5.17 คลื่นรบกวนแบบต่อเนื่องจากสถานีโทรทัศน์ช่อง 3,5,7,9,11 วิเคราะห์ตามเวลา	55
5.18 คลื่นรบกวนจากสถานีโทรทัศน์ช่อง 7 ก่อนมีการเปลี่ยนแปลง เวลาเปิด,ปิดสถานี	55
5.19 คลื่นรบกวนจากสถานีวิทยุกระจายเสียง FM (101 MHz) วิเคราะห์ตามเวลา	56
5.20 คลื่นรบกวนจากสถานีวิทยุกระจายเสียง FM (102 MHz) วิเคราะห์ตามเวลา	56
5.21 คลื่นรบกวนจากสถานีวิทยุกระจายเสียง FM (101.5 MHz) วิเคราะห์ตามเวลา	57
5.22 คลื่นรบกวนจากสถานีวิทยุกระจายเสียง (101.5 MHz) ตำแหน่ง J101 วิเคราะห์ตามเวลา	58
5.23 คลื่นรบกวนแม่เหล็กไฟฟ้าที่กระจายอยู่ในช่วงความถี่โทรทัศน์ ช่อง 5,7,9 วิเคราะห์ตามเวลา	58
5.24 คลื่นรบกวนจากสถานีวิทยุกระจายเสียง FM (101.5 MHz) วิเคราะห์ตามสถานที่	59
5.25 คลื่นรบกวนจากสถานีวิทยุกระจายเสียง FM (91 MHz) วิเคราะห์ตามสถานที่	60
5.26 คลื่นรบกวนจากสถานีวิทยุกระจายเสียง FM (101 MHz) วิเคราะห์ตามสถานที่	60
5.27 คลื่นความถี่ของสถานีโทรทัศน์ช่อง 3,5,7,9,11 วิเคราะห์ตามสถานที่	61
ค-1 โทรทัศน์ช่อง 3 ก่อนเปิดเครื่องไมโครคอมพิวเตอร์	74
ค-2 โทรทัศน์ช่อง 3 เมื่อเปิดเครื่องไมโครคอมพิวเตอร์	74

รูปที่	หน้า
ค-3 โทรทัศน์ช่อง 3 ก่อนเปิดหลอดพลูออเรสเซนต์	75
ค-4 โทรทัศน์ช่อง 3 เมื่อเปิดหลอดพลูออเรสเซนต์	75
ง-1 การเปรียบเทียบข้อมูลบนดาดฟ้าตึกภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า แสดงให้เห็นสภาพที่ไม่เหมาะสมต่อการเปรียบเทียบ	76
ง-2 การตั้งวางสายอากาศสำหรับการเปรียบเทียบ ที่อำเภอวิเศษไชยชาญ ..	77
ง-3 การตั้งวางอุปกรณ์สำหรับการเปรียบเทียบ	78
ง-4 Antenna Factor ของสายอากาศลูป	82
ง-5 Antenna Factor ของสายอากาศไดโพลครึ่งความยาวคลื่น	83
จ-1 หน้าจอคอมพิวเตอร์แสดงค่าเดือนเมื่อเริ่มใช้โปรแกรม EMIMC	86
จ-2 หน้าจอคอมพิวเตอร์แสดงรายการเลือกหลักของโปรแกรม EMIMC ...	87
จ-3 หน้าจอคอมพิวเตอร์แสดงขณะนำข้อมูลจากเครื่องวิเคราะห์สเปกตรัม เมื่อเลือกรายการ "GET & VIEW WAVEFORM"	88
จ-4 หน้าจอคอมพิวเตอร์แสดงหลังจากเลือกรายการ "GET & VIEW WAVEFORM"	89
จ-5 หน้าจอคอมพิวเตอร์แสดงขณะนำข้อมูลจาก DISK	90
จ-6 หน้าจอคอมพิวเตอร์แสดงหลังจากเลือกรายการ "GET WAVEFORM FROM DISK"	90
จ-7 หน้าจอคอมพิวเตอร์แสดงเมื่อเลือกรายการ "INTERACTIVE COMMAND"	91
จ-8 หน้าจอคอมพิวเตอร์แสดงเมื่อเลือกรายการ "AUTO RECORDING"	91
จ-9 หน้าจอคอมพิวเตอร์แสดงขณะเก็บข้อมูลเมื่อเลือกรายการ "AUTO RECORDING"	92
จ-10 หน้าจอคอมพิวเตอร์แสดงเมื่อเลือกรายการ "ON LINE RECORDING"	93
จ-11 หน้าจอคอมพิวเตอร์แสดงการเก็บข้อมูลเมื่อเลือกรายการ "ON LINE RECORDING"	93

รูปที่	หน้า
จ-12 แผนภาพแสดงรายการเลือกทั้งหมดของ โปรแกรม EMIMC	94
ฉ-1 รูปหน้าจอเครื่องวิเคราะห์สเปกตรัม	96
ฉ-2 รูปแบบข้อมูล UPR ที่ส่งจากเครื่องวิเคราะห์สเปกตรัม	97
ฉ-3 รูปแบบข้อมูล LOR ที่ส่งจากเครื่องวิเคราะห์สเปกตรัม	97
ฉ-4 รูปแบบข้อมูลกราฟที่ส่งจากเครื่องวิเคราะห์สเปกตรัม	97
ช-1 แผนที่แสดงตำแหน่งที่ใช้เป็นสถานที่ในการวัดเก็บข้อมูล	100



ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สารบัญ



	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย	ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	จ
กิตติกรรมประกาศ	ฉ
สารบัญตาราง	ช
สารบัญรูปประกอบ	ซ
บทที่	
1. บทนำ	1
1.1 ความเป็นมา	1
1.2 วัตถุประสงค์ของวิทยานิพนธ์	2
1.3 ขอบเขตของวิทยานิพนธ์	2
1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	3
2. คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า	4
2.1 ลักษณะของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าทั่วไป	4
2.1.1 สมการคลื่น	4
2.1.2 คลื่นระนาบ	8
2.2 คลื่นรบกวนแม่เหล็กไฟฟ้า	12
2.2.1 แหล่งกำเนิด	12
2.2.2 ผลกระทบ	13
3. อุปกรณ์ที่ใช้วัดคลื่นรบกวนแม่เหล็กไฟฟ้า	16
3.1 ระบบอุปกรณ์ที่ใช้วัด	17
3.1.1 เครื่องวิเคราะห์สเปกตรัม	18
3.1.2 สายอากาศ	21
3.2 การเปรียบเทียบข้อมูล	25

3.2.1	ขั้นตอนการเปรียบเทียบ	26
4.	วิธีการวัดและการเก็บข้อมูล.....	29
4.1	การแบ่งช่วงความถี่	29
4.2	การจัดเก็บข้อมูลโดยใช้เครื่องไมโครคอมพิวเตอร์	30
4.3	การวัดเก็บข้อมูล.....	34
4.3.1	การกำหนดตำแหน่งวัด	34
4.3.2	การดำเนินการเก็บข้อมูล	36
5.	การวิเคราะห์ข้อมูล	40
5.1	วิธีวิเคราะห์	40
5.1.1	การวิเคราะห์ตามความถี่	42
5.1.2	การวิเคราะห์ตามเวลา	44
5.1.3	การวิเคราะห์ตามสถานที่	45
5.2	ผลการวิเคราะห์	47
5.2.1	ผลการวิเคราะห์ตามความถี่	48
5.2.2	ผลการวิเคราะห์ตามเวลา	52
5.2.3	ผลการวิเคราะห์ตามสถานที่	59
6.	บทสรุป	63
6.1	ระบบอุปกรณ์วัด	63
6.2	ข้อมูล	63
6.3	ปัญหาและข้อเสนอแนะ	64
	เอกสารอ้างอิง	65
	ภาคผนวก ก สเปกตรัมความถี่ที่ใช้ในงานการสื่อสาร	68
	ภาคผนวก ข รูปคลื่นรบกวนแม่เหล็กไฟฟ้าในบรรยากาศช่วงความถี่ 30 MHz - 1GHz	72
	ภาคผนวก ค ตัวอย่างการถูกรบกวนของโทรศัพท์จากคลื่นรบกวนแม่เหล็ก ไฟฟ้า	74

ภาคผนวก ง การปรับเทียบข้อมูล	76
ภาคผนวก จ การใช้โปรแกรม EMIMC	86
ภาคผนวก ฉ รูปแบบการเก็บข้อมูลจากเครื่องวิเคราะห์สเปกตรัม	95
ภาคผนวก ช การกำหนดชื่อของแฟ้มข้อมูล และรายละเอียดของสถานที่วัด เก็บข้อมูล	98
ภาคผนวก ซ Program Listing	106
ประวัติผู้เขียน	137



ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย