

การวัดแรงดันคลื่นรบกวนวิทยุที่เกิดจากอุปกรณ์ไฟฟ้าแรงสูง



นายอนุชากร ภูมิวัฒน์

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต

ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า

บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

พ.ศ. 2525

ISBN 974-561-181-6

007272

Measurements of Radio Interference Voltage
Emitted from High Voltage Apparatus

Mr. Nuchagorn Pumiwat

A Thesis Submitted in Partial Fulfilment of the Requirements
for the Degree of Master of Engineering
Department of Electrical Engineering
Graduate School
Chulalongkorn University

1982

I15992597.

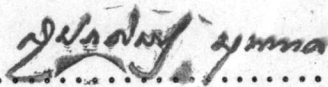
หัวข้อวิทยานิพนธ์ การวัดแรงดันคลื่นรบกวนวิทยุที่เกิดจากอุปกรณ์ไฟฟ้าแรงสูง

โดย นายอนุชากร ภูมิวัฒน์

ภาควิชา วิศวกรรมไฟฟ้า

อาจารย์ที่ปรึกษา ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สำรวย สังข์สะอาด

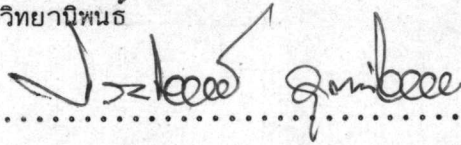
บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้บัณฑิตวิทยาลัยนี้เป็นส่วนหนึ่งของการ
ศึกษาตามหลักสูตรปริญญาโทบัณฑิต



.....คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

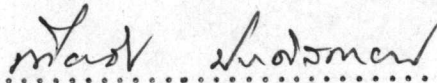
(รองศาสตราจารย์ ดร.สุประดิษฐ์ บุณนาค)

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์



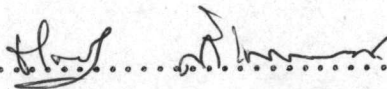
.....ประธานกรรมการ

(รองศาสตราจารย์ ดร.ประโมทย์ อุทไวยยะ)



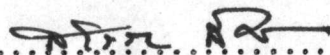
.....กรรมการ

(รองศาสตราจารย์ ดร.เทียนชัย ประดิศถายน)



.....กรรมการ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ชาตรี ศรีไพพรรณ)



.....กรรมการ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สำรวย สังข์สะอาด)

ลิขสิทธิ์ของบัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

หัวข้อวิทยานิพนธ์	การวัดแรงดันคลื่นรบกวนวิทยุที่เกิดจากอุปกรณ์ไฟฟ้าแรงสูง
ชื่อ	นายอนุชากร ภูมิวัฒน์
อาจารย์ที่ปรึกษา	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สำรวย สังข์สะอาด
ภาควิชา	วิศวกรรมไฟฟ้า
ปีการศึกษา	2524



บทคัดย่อ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้ รายงานถึงการศึกษาเกี่ยวกับคลื่นรบกวนที่เกิดจากอุปกรณ์ไฟฟ้าแรงสูง เพื่อค้นหาวิธีการวัดด้วยวงจรรวมและเครื่องวัดที่เหมาะสม เครื่องวัดที่ออกแบบสร้างประกอบด้วยวงจรรวม 4 วงจร คือ วงจรลดขนาด วงจรชุปเปอร์เฮทเทโรไดนามิก วงจรดีเทคเตอร์ และวงจรรขยายสัญญาณ กระแสตรง มีลักษณะสมบัติเป็นไปตามมาตรฐาน เครื่องวัดคลื่นรบกวนวิทยุแบบวัดค่ากึ่งค่ายอด ที่ความถี่ของคลื่นรบกวนวิทยุ 1.0 เมกกะเฮิร์ตซ์ และสามารถวัดแรงดันคลื่นรบกวนวิทยุได้ต่ำสุด 2 ไมโครโวลต์ และค่าสูงสุด 15,000 ไมโครโวลต์ เปรียบเทียบค่าคลื่นรบกวนวิทยุที่วัดได้ด้วยเครื่องวัดที่สร้างขึ้นกับค่าคลื่นรบกวนวิทยุที่วัดได้จากเครื่องวัด Corona Meter HFM ของบริษัท MESSWANDLER BAU GMBH, BAMBERG, WEST GERMANY โดยใช้ลูกถ้วยก้านตรง ลูกถ้วยแขวน ลูกถ้วยท่อนยาวและ อิเล็กโตรดปลายแหลมกับระนาบ เป็นอุปกรณ์ตัวอย่างทดสอบ ที่ระดับแรงดันตั้งแต่ 0 กิโลโวลต์ ถึง 80 กิโลโวลต์ และค่าแรงดันคลื่นรบกวนวิทยุตั้งแต่ 2 ไมโครโวลต์ ถึง 1600 ไมโครโวลต์ ซึ่งเป็นช่วงค่าคลื่นรบกวนวิทยุที่มาตรฐานกำหนดไว้ ค่าแรงดันคลื่นรบกวนวิทยุที่วัดได้จากเครื่องวัดที่สร้างขึ้นต่ำกว่าค่าที่วัดได้จาก Corona Meter HFM 20-50 เปอร์เซ็นต์ ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับขนาดของคลื่นรบกวนวิทยุ เครื่องวัดคลื่นรบกวนวิทยุที่สร้างนี้สามารถวัดค่าแรงดันคลื่นรบกวนวิทยุที่เกิดจากอุปกรณ์ไฟฟ้าแรงสูงใด ๆ ซึ่งจะได้ค่าถูกต้องโดยการคูณค่าที่อ่านได้ด้วยแฟคเตอร์คงตัวที่กำหนดให้

Thesis Title Measurements of Radio Interference Voltage Emitted
 from High Voltage Apparatus

Name Mr.Nuchagorn Pumiwat

Thesis Advisor Assistant Professor Samruay Sangkasaad, Dr. Sc. tech.

Department Electrical Engineering

Academic Year 1981

ABSTRACT

This thesis deals with the characteristics of the radio influence voltage (RIV) which created by high voltage equipment. The appropriate circuit was designed to measure RIV by using four circuits of attenuator circuit, superheterodyne circuit, detector circuit and DC amplifier circuit enclosed in RIV meter. The meter was designed corresponding to the standard RIV meter quasi-peak type for frequency of 1 megahertz, and having measuring range at low level of 2 μV up to high level of 15,000 μV . Comparisons are made between the measured results obtained by RIV-meter and Corona Meter HFM established by Messwandler-Bau GMBH, West Germany. The test objects used for generated RIV in this investigation were pin type insulator with and without coating semi-conductor at the top part of insulator, suspension type insulator, long rod insulator and rod-plate electrode configuration. The experiments were performed in applied voltage range from 0 to 80 kV and the RIV in the range from 2 μV upto 1600 μV according to the standard specification. The measured values obtained by the designed RIV-meter were about 20-50 % lower than those measured by Corona Meter HFM depends upon measured magnitude of RIV. The correct values will be therefore obtained by using multiplying factor.

กิตติกรรมประกาศ



ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สำรวย สังข์สะอาด ซึ่งเป็นอาจารย์ที่ปรึกษาและผู้ควบคุมการทำค้นคว้าวิจัยที่กรุณาให้คำแนะนำทั้งด้านทฤษฎีและปฏิบัติ และได้กรุณาตรวจสอบแก้ไขวิทยานิพนธ์จนสำเร็จ เรียบร้อยเป็นอย่างดี

ผู้วิจัยขอขอบคุณเจ้าหน้าที่ห้องปฏิบัติการไฟฟ้าแรงสูง คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ที่ให้ความร่วมมือในการทดสอบ และขอขอบคุณ คุณวิมล ประทักษ์นุกูล ที่ให้ความช่วยเหลือในการจัดพิมพ์วิทยานิพนธ์ฉบับนี้

สารบัญ



หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย	ข
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	ค
กิตติกรรมประกาศ	ง
สารบัญ	จ
รายการตารางประกอบ	ช
รายการรูปประกอบ	ฉ
บทที่	
1. บทนำทั่วไป	1
1.1 บทนำ	1
1.2 ปัญหาและวัตถุประสงค์	1
1.3 ประวัติการศึกษาวิจัยการวัดคลื่นรบกวนวิทยุ	2
2. คลื่นรบกวนวิทยุจากอุปกรณ์ไฟฟ้าแรงสูง	8
2.1 บทนำ	8
2.2 ประเภทของคลื่นรบกวนวิทยุ	12
2.3 การวัดคลื่นรบกวนวิทยุ	13
2.3.1 การวัดแรงดันคลื่นรบกวนวิทยุ	14
2.3.2 การวัดสนามคลื่นรบกวนวิทยุ	19
2.4 การกำหนดค่าคลื่นรบกวนวิทยุ	21
2.4.1 ค่าแรงดันคลื่นรบกวนวิทยุ	21
2.4.2 ค่าสนามคลื่นรบกวนวิทยุ	22
2.5 การกำหนดลักษณะสมบัติทั่วไปของเครื่องวัดคลื่นรบกวนวิทยุ	23
3. การออกแบบและสร้างวงจรเครื่องวัดคลื่นรบกวนวิทยุ	26
3.1 บทนำ	26

สารบัญ (ต่อ)



	หน้า
3.2 วงจรของ เครื่องวัดคลื่นรบกวนวิทยุ	26
3.2.1 วงจรลดขนาด	27
3.2.2 วงจรซูปเปอร์เฮทเทโรไดนาม์	28
3.2.3 วงจรดีเทคเตอร์	33
3.2.4 วงจรขยายสัญญาณกระแสตรง	34
4. การทดสอบและการวิเคราะห์ผลการทดสอบ	39
4.1 บทนำ	39
4.2 การทดสอบผลตอบสนองความถี่	39
4.3 การทดสอบเวลาซาร์จและ เวลาดีสซาร์จ	42
4.4 การทดลองวัดค่าคลื่นรบกวนวิทยุด้วยเครื่องวัดที่ออกแบบสร้าง เทียบกับเครื่องวัด Corona Meter HFM	44
4.4.1 วงจรวัดแรงดันคลื่นรบกวนวิทยุ	44
4.4.2 เครื่องวัดคลื่นรบกวนวิทยุ	54
4.4.3 อุปกรณ์ตัวอย่างทดสอบ	61
4.4.4 การวัดคลื่นรบกวนวิทยุ	65
5. สรุปและข้อเสนอแนะ	79
เอกสารอ้างอิง	83
ภาคผนวก	87
ก. อักษรย่อขององค์การและสถาบันต่างๆ ที่เกี่ยวข้อง	87
ข. รายละเอียดของออปแอมป์อินเทเกรทเซอร์กิต เบอร์ LM 741	89
ค. ค่าแรงดันคลื่นรบกวนวิทยุ	92
ง. แสดงผลต่างของค่าแรงดันคลื่นรบกวนวิทยุ และอัตราส่วนของค่าแรงดัน คลื่นรบกวนวิทยุ	99
จ. แสดงค่าแรงดันคลื่นรบกวนวิทยุที่คำนวณจากรูป 5.2	106

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

ประวัติการศึกษา

113

รายการตารางประกอบ

ตารางที่	หน้า
3.1 รายการองค์ประกอบวงจรซูเปอร์ไฮเททเทโรไดน์	32
3.2 รายการองค์ประกอบวงจรขยายสัญญาณกระแสตรง	38
4.1 ผลการวัด V_o/V_i ที่ความถี่ต่างๆ	41
4.2 การหาอัตราส่วนลดของวงจรลดขนาด	59
4.3 รายละเอียดเกี่ยวกับอุปกรณ์ตัวอย่างทดสอบ	62

รายการรูปประกอบ

รูปที่	หน้า
1.1	3
2.1	10
2.2	10
2.3	11
2.4	11
2.5	15
2.6	17
2.7	18
2.8	19
2.9	20
2.10	24
2.11	25
3.1	27
3.2	28
3.3	31
3.4	33
3.5	34
3.6	35
3.7	36
3.8	37
3.9	38
4.1	40
4.2	42

รายการรูปประกอบ (ต่อ)

	หน้า
4.3 ภาพถ่ายจากออสซิลโลสโคปเพื่อหาเวลาซาร์จ	43
4.4 ภาพถ่ายจากออสซิลโลสโคปเพื่อหาเวลาดีสซาร์จ	43
4.5 วงจรการวัดแรงดันคลื่นรบกวนวิทยุ	45
4.6 การติดตั้งอุปกรณ์ในการทดสอบวัดแรงดันคลื่นรบกวนวิทยุ	46
4.7 หม้อแปลงป้อนแรงดันทดสอบพร้อมระบบวัดแรงดัน	47
4.8 ตัวกรองสัญญาณความถี่วิทยุ	48
4.9 สับปลั๊กอะแดปเตอร์	50
4.10 วงจรประกอบการคำนวณตัววัดสัญญาณความถี่วิทยุ	51
4.11 ตัววัดสัญญาณความถี่วิทยุสำหรับ เครื่องวัดคลื่นรบกวนวิทยุที่ออกแบบสร้าง	52
4.12 ตัววัดสัญญาณความถี่วิทยุสำหรับ เครื่องวัด Corona Meter HFM	53
4.13 เครื่องวัด Corona Meter HFM	55
4.14 แสดงการทำตัวคูณปรับค่า	55
4.15 เครื่องกำเนิดสัญญาณพัลส์	56
4.16 มิเตอร์วัดค่า	58
4.17 อุปกรณ์ตัวอย่างทดสอบ	63 - 64
4.18 แสดงการต่อตัววัดสัญญาณความถี่วิทยุในขณะที่ทดสอบการตีทดสอบสัญญาณ	65
4.19 ภาพถ่ายลักษณะแรงดันคลื่นรบกวนวิทยุ จากลูกถ้วยก้านตรง ANSI 56-3 ที่แรงดัน 15 กิโลโวลต์	66
4.20 ภาพถ่ายลักษณะแรงดันคลื่นรบกวนวิทยุ จากลูกถ้วยก้านตรง ANSI 56-3 ที่แรงดัน 25 กิโลโวลต์	67
4.21 ภาพถ่ายลักษณะแรงดันคลื่นรบกวนวิทยุ จากลูกถ้วยก้านตรง ANSI 56-3 ที่แรงดัน 40 กิโลโวลต์	68

รายการรูปประกอบ (ต่อ)

	หน้า
4.22 เปรียบเทียบค่าคลื่นรบกวนวิทยุที่วัดจาก Corona Meter HFM และเครื่องวัดที่ออกแบบสร้าง จากลูกถ้วยก้านตรง ANSI 56-2, เคลือบผิวและฉาบสารกึ่งตัวนำ	72
4.23 เปรียบเทียบค่าคลื่นรบกวนวิทยุที่วัดจาก Corona Meter HFM และเครื่องวัดที่ออกแบบสร้าง จากลูกถ้วยก้านตรง Fog Type AP-171, เคลือบผิวแต่ไม่ฉาบสารกึ่งตัวนำ	73
4.24 เปรียบเทียบค่าคลื่นรบกวนวิทยุที่วัดจาก Corona Meter HFM และเครื่องวัดที่ออกแบบสร้าง จากลูกถ้วยก้านตรง ANSI 56-2, ไม่เคลือบผิวและไม่ฉาบสารกึ่งตัวนำ	74
4.25 เปรียบเทียบค่าคลื่นรบกวนวิทยุที่วัดจาก Corona Meter HFM และเครื่องวัดที่ออกแบบสร้าง จากลูกถ้วยแขวน แบบ Ball-socket ANSI 52-3 1 หน่วย .	75
4.26 เปรียบเทียบค่าคลื่นรบกวนวิทยุที่วัดจาก Corona Meter HFM และเครื่องวัดที่ออกแบบสร้าง จากลูกถ้วยแขวน แบบ Ball-socket ANSI 52-3 4 หน่วย .	76
4.27 เปรียบเทียบค่าคลื่นรบกวนวิทยุที่วัดจาก Corona Meter HFM และเครื่องวัดที่ออกแบบสร้าง จากลูกถ้วยท่อนยาว Swiss Art. Nr. 8867	77
4.28 เปรียบเทียบค่าคลื่นรบกวนวิทยุที่วัดจาก Corona Meter HFM และเครื่องวัดที่ออกแบบสร้าง จากอิเล็กทรอนิกส์ปลายแหลม-ระนาบ ระยะ 2 นิ้ว	78
5.1 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างอัตราส่วนแรงดัน Q กับแรงดันคลื่นรบกวนวิทยุที่วัดได้จาก เครื่องวัดที่ออกแบบสร้าง	81
5.2 แสดงความสัมพันธ์เฉลี่ยระหว่างอัตราส่วนแรงดัน Q กับแรงดันคลื่นรบกวนวิทยุที่วัดได้จาก เครื่องวัดที่ออกแบบสร้าง	82