

5

การออกแบบและสร้างอิมพัลส์โวลเตจดีไวเซอร์
ขนาด 400 กิโลโวลต์ แบบตัวเก็บประจุ



นายวิชัย เตยวงศ์ศักดิ์

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต
ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า

บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

พ.ศ. 2530

ISBN 974-568-194-6

ลิขสิทธิ์ของบัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

012840

1 102979A7

**DESIGN AND CONSTRUCTION OF A 400 KV CAPACITIVE
IMPULSE VOLTAGE DIVIDER**

Mr. VICHAI TEYAVONGSAK

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

Department of Electrical Engineering

Graduate School

Chulalongkorn University


1987

ISBN 974-568-194-6

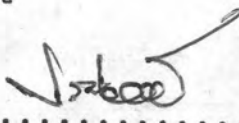
หัวข้อวิทยานิพนธ์ การออกแบบและสร้างอิมพัลส์โวลเตจดีไวเดอร์
ขนาด 400 กิโลโวลต์ แบบตัวเก็บประจุ
โดย นาย วิชัย เตยวงศ์ศักดิ์
ภาควิชา วิศวกรรมไฟฟ้า
อาจารย์ที่ปรึกษา รองศาสตราจารย์ ดร.สำราญ สังข์สะอาด

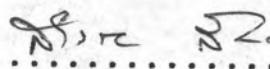



บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้บัณฑิตวิทยาลัยฉบับนี้เป็น
ส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต


.....  คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย
(ศาสตราจารย์ ดร.ถาวร วิชรภักย์)

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

.....  ประธานกรรมการ
(รองศาสตราจารย์ ดร.ประโมทย์ อุ่นหิไวทยะ)

.....  อาจารย์ที่ปรึกษา
(รองศาสตราจารย์ ดร.สำราญ สังข์สะอาด)

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

.....  กรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ไพบุลย์ ไชยนิล)

หัวข้อวิทยานิพนธ์ การออกแบบและสร้างอิมพัลส์โวลเตจดีไวเคอร์
ขนาด 400 กิโลโวลต์ แบบตัวเก็บประจุ
ชื่อนิสิต นาย วิชัย เทยวงศ์ศักดิ์
อาจารย์ที่ปรึกษา รองศาสตราจารย์ ดร.สำรวย สังข์สะอาด
ภาควิชา วิศวกรรมไฟฟ้า
ปีการศึกษา 2529



บทคัดย่อ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นรายงานผลการศึกษาค้นคว้าวิจัย และออกแบบสร้างอิมพัลส์โวลเตจดีไวเคอร์ ขนาด 400 กิโลโวลต์ แบบตัวเก็บประจุ ตัวเก็บประจุภาคแรงสูงเป็นแบบตัวเก็บประจุเดี่ยวมีโครงสร้างแบบทรงกระบอกซ้อนกันร่วม ใช้ก๊าซ SF₆ อัดความดัน 2.5 บาร์ เป็นไดอิเล็กตริก และฉนวนภายในมีค่าความจุไฟฟ้า 115.23 นิโคฟาร์ัด ส่วนประกอบทั้งหมดบรรจุอยู่ในภาชนะอัดความดันทำด้วยท่อพีวีซี ตัวเก็บประจุภาคแรงต่ำทำจากตัวเก็บประจุชนิดไมก้ามีค่าความจุไฟฟ้า 104810.9 นิโคฟาร์ัด 630 โวลต์ บรรจุในกล่องทองเหลืองติดอยู่ที่ฐานตัวเก็บประจุภาคแรงสูง มีความต้านทานแมชซึ่งต่ออยู่ระหว่างตัวเก็บประจุภาคแรงสูงและแรงต่ำ ได้แสดงวิธีการหาเวลาตอบสนองและอัตราส่วนแรงดัน ทำการวิเคราะห์หาผลของความต้านทานหน่วงและความต้านทานแมชซึ่งมีต่อผลตอบสนองรูปขึ้น ผลการทดลองพบว่าได้เวลาตอบสนอง 26.2 นาโนวินาที อัตราส่วนแรงดัน 891.2 ทดลองนำเอาโวลเตจดีไวเคอร์ที่สร้างขึ้นไปใช้งาน ปรากฏว่าสามารถใช้วัดได้ทั้งแรงดันอิมพัลส์แบบฟ้าผ่า แบบสวิตชิง และแรงดันกระแสสลับ

Thesis Title Design and Construction of A 400 kV
 Capacitive Impulse Voltage Divider
Name Mr. Vichai Teyavongsak
Thesis Advisor Associate Professor Samruay Sangkasaad,
 Dr. Tech.
Department Electrical Engineering
Academic Year 1986



ABSTRACT

This thesis deals with a design and construction of a 400-kV capacitor voltage divider. The high voltage capacitor is a single unit of a compressed gas capacitor with a coaxial cylinder configuration enclosed in a pressure vessel made from PVC pipe. This pipe also serves as the supporting insulator for the outer electrode. Compressed SF₆ gas at 2.5 bars is used as dielectric and inner insulation for this capacitor. The capacitance is 115.23 picofarads. The low-voltage capacitor comprises mica capacitors with a rated voltage of 630 volts. The capacitance of this low-voltage capacitor is 104810.9 picofarads. Matching resistor is inserted between these two capacitors for improving the step response. The response time and voltage ratio are determined. The effects of damping resistor and matching resistor are analyzed. The response time and voltage ratio are 26.2 nanoseconds and 891.2, respectively. It is also shown that this divider can be used for measuring a lightning impulse and a switching impulse as well as an alternating voltage.

กิตติกรรมประกาศ



๘

ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณ รองศาสตราจารย์ ดร.สำรวย สังข์สะอาด ซึ่งเป็นอาจารย์ที่ปรึกษาในการทำค้นคว้าวิจัย และกรุณาให้คำแนะนำทำให้วิทยานิพนธ์สำเร็จเรียบร้อยเป็นอย่างดี และขอขอบพระคุณอย่างสูงต่อ รองศาสตราจารย์ ดร.ประโมทย์ อุณหไวทยะ รองศาสตราจารย์ ดร.ณรงค์ อยู่ถนอม และผู้ช่วยศาสตราจารย์ ไพบุลย์ ไชยนิล ที่ได้ให้คำวิจารณ์และข้อคิดเห็นในการแก้ไขวิทยานิพนธ์จนเสร็จเรียบร้อย

งานวิจัยนี้ได้รับเงินทุนอุดหนุนจากฝ่ายวิจัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ผู้วิจัยใคร่ขอขอบพระคุณอย่างยิ่งไว้ ณ โอกาสนี้ ขอกราบขอบพระคุณ คุณประเทือง นพอุบล กรรมการผู้จัดการ บริษัท ฟรือเทล จำกัด คุณนิษณุ สายอินทวงศ์ กรรมการผู้จัดการ บริษัท เดลิคอน จำกัด ที่ได้ให้การสนับสนุนการวิจัยนี้ ขอขอบคุณ คุณคมสัน เพ็ชรรักษ์ และคุณมนตรี ไทยมานะ ที่ได้อำนวยความสะดวกในการทำวิจัย ขอขอบคุณ คุณวิมล ประทักษ์นุกูล ที่ได้กรุณาพิมพ์วิทยานิพนธ์ฉบับนี้จนเสร็จเรียบร้อย

สารบัญ



หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย	ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	จ
กิตติกรรมประกาศ	ฉ
สารบัญ	ช-ญ
สารบัญตารางประกอบ	ฎ
สารบัญรูปประกอบ	ฏ-ท
สัญลักษณ์	ฑ-ถ
บทที่	
1 บทนำทั่วไป	1-11
1.1 บทนำ	1
1.2 เทคนิคการวัดแรงดันอิมพัลส์	4
1.2.1 การวัดแรงดันอิมพัลส์ด้วยช่องว่างทรงกลม	
1.2.2 การวัดแรงดันอิมพัลส์ด้วยโวลเตจติไวเตอร์	
1.2.2.1 โวลเตจติไวเตอร์แบบความต้านทาน	
1.2.2.2 โวลเตจติไวเตอร์แบบตัวเก็บประจุ	
1.2.2.3 โวลเตจติไวเตอร์แบบผสม	
1.2.2.4 โวลเตจติไวเตอร์แบบตัวเก็บประจุมี	
ความต้านทานหน่วง	
1.3 ที่มาของปัญหา	11
1.4 ขอบเขตการวิจัย	11
2 ระบบวัดแรงดันอิมพัลส์	12-50
2.1 วงจรขั้นพื้นฐานของระบบวัดแรงดันอิมพัลส์	12

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
2.2 ลักษณะสมบัติที่สำคัญของระบบวัด	15
2.2.1 ผลตอบสนองรูปขึ้นหนึ่งหน่วย	
2.2.2 เวลาตอบสนอง	
2.2.2.1 นิยามของเวลาตอบสนอง	
2.2.2.2 ความสำคัญของเวลาตอบสนอง	
2.2.3 การคำนวณเวลาตอบสนองของระบบวัด	
2.3 โวลเตจดีไวเดอร์	31
2.3.1 วงจรสมมูลทั่วไปของโวลเตจดีไวเดอร์	
2.3.2 โวลเตจดีไวเดอร์แบบตัวเก็บประจุ	
2.3.3 โวลเตจดีไวเดอร์แบบตัวเก็บประจุมีความต้านทานหน่วง	
2.3.4 อัตราส่วนแรงดันของโวลเตจดีไวเดอร์	
2.3.5 เวลาตอบสนองของโวลเตจดีไวเดอร์	
3 การออกแบบและสร้างโวลเตจดีไวเดอร์	51-76
3.1 บทนำ	51
3.2 การออกแบบและสร้างตัวเก็บประจุภาคแรงสูง	52
3.2.1 การฉนวน	
3.2.2 ลักษณะโครงสร้างตัวเก็บประจุภาคแรงสูง	
3.2.3 ค่าความจุไฟฟ้าและแรงดันโคโรนาเริ่มเกิด	
3.2.4 มิติตัวเก็บประจุภาคแรงสูง	
3.3 การออกแบบและสร้างองค์ประกอบภาคแรงต่ำ	71
3.3.1 คุณลักษณะที่ต้องการ	
3.3.2 การเลือกแรงดันขาออก	
3.3.3 ตัวเก็บประจุภาคแรงต่ำ	

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

	3.3.4 ความต้านทานแมชชีนและเคเบิลวัด	
4	การทดสอบและประเมินผล	77-117
4.1	บทนำ	77
4.2	การทดสอบการรั่วซึมของตัวเก็บประจุภาคแรงสูง ...	78
4.3	การวัดค่าความจุไฟฟ้า	80
4.4	การทดสอบความคงทนต่อแรงดันที่กำหนดของตัวเก็บ ประจุภาคแรงสูง	82
	4.4.1 ความคงทนต่อแรงดันกระแสสลับ	
	4.4.2 ความคงทนต่อแรงดันอิมพัลส์	
4.5	การทดลองหาผลตอบสนองต่อแรงดันรูปขึ้น	85
	4.5.1 บทนำ	
	4.5.2 ผลของความต้านทานหน่วงในสายนำแรงสูง	
	4.5.3 ผลของความต้านทานแมชชีนระหว่างตัวเก็บ ประจุภาคแรงสูงและแรงต่ำ	
	4.5.4 ผลของความยาวสายนำแรงสูงแวนอน	
	4.5.5 การหาเวลาตอบสนอง	
4.6	การหาอัตราส่วนแรงดันของโวลเตจดีไวเดอร์	99
	4.6.1 โดยการคำนวณทางทฤษฎี	
	4.6.2 โดยการวัดแรงดันขาเข้าและขาออกพร้อมๆ กัน	
	4.6.3 โดยการใช่วงจรบริดจ์	
	4.6.4 โดยการวัดแรงดันเปรียบเทียบกับระบบวัดมาตรฐาน	
	4.6.4.1 อัตราส่วนแรงดันกระแสสลับ	
	4.6.4.2 อัตราส่วนแรงดันอิมพัลส์	

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
4.7 การทดลองใช้งาน	107
4.7.1 การวัดแรงดันอิมพัลส์รูปคลื่นเต็ม	
4.7.2 การวัดแรงดันอิมพัลส์รูปคลื่นตัด	
4.7.3 ผลของความต้านทานหน่วงและความต้านทาน แมชชิง	
4.7.4 การวัดแรงดันอิมพัลส์แบบสวิทชิง	
5 สรุปและข้อเสนอแนะ	118-119
เอกสารอ้างอิง	120-121
ภาคผนวก	122
ประวัติผู้เขียน	123

สารบัญตารางประกอบ

ตารางที่		หน้า
1.1	แสดงแรงดันทดสอบการฉนวนอุปกรณ์ไฟฟ้า	1
3.1	แสดงค่า C U_1 และ η ที่คำนวณได้จากมิติของอิเล็กทรอนิกส์ ที่สร้างขึ้น	65
4.1	ผลการวัดค่าความจุไฟฟ้าของตัวเก็บประจุภาคแรงสูง ...	81
4.2	ผลการวัดค่าความจุไฟฟ้าของตัวเก็บประจุภาคแรงต่ำ ...	82
4.3	เวลาตอบสนองที่ต้องการของระบบวัด	96
4.4	เวลาตอบสนองของระบบวัดในวงจรทดลองรูปที่ 4.4 ...	98
4.5	เวลาตอบสนองของระบบวัดในวงจรทดลองรูปที่ 4.5 ...	98
4.6	ผลการทดลองหาอัตราส่วนแรงดันอิมพัลส์	105
4.7	อัตราส่วนแรงดันของโวลเตจดีไวเดอร์	106

สารบัญประกอบ

รูปที่	หน้า
1.1 แรงแดันอิมพัลส์แบบฟ้าผ่าและแบบลวิทซิ่ง	2
1.2 วงจรทั่วไปของโวลเตจดีไวเคอร์	5
1.3 โวลเตจดีไวเคอร์แบบความต้านทาน	7
1.4 โวลเตจดีไวเคอร์แบบตัวเก็บประจุ	8
1.5 โวลเตจดีไวเคอร์แบบผสม	9
1.6 โวลเตจดีไวเคอร์แบบตัวเก็บประจุมีความต้านทานหน่วง .	10
2.1 วงจรพื้นฐานสำหรับทดสอบวัสดุฉนวนด้วยแรงแดันอิมพัลส์ ..	14
2.2 ผลตอบสนองรูปขึ้น $G(t)$	16
2.3 เวลาตอบสนอง	20
2.4 ผลตอบสนองรูปขึ้นหนึ่งหน่วยแบบต่างๆ ในทางปฏิบัติ	21
2.5 ความคลาดเคลื่อนในการวัดเนื่องจากเวลาตอบสนอง ...	24
2.6 ระบบวัดแบบระบบสามองค์ประกอบ	27
2.7 วงจรสมมูลทั่วไปของโวลเตจดีไวเคอร์	31
2.8 วงจรสมมูลทั่วไปของตัวประกอบวงจรของโวลเตจดีไวเคอร์ แต่ละส่วนย่อย	32
2.9 วงจรสมมูลของโวลเตจดีไวเคอร์แบบตัวเก็บประจุ	34
2.10 วงจรสมมูลของโวลเตจดีไวเคอร์แบบตัวเก็บประจุล้วน ..	35
2.11, 2.12 ผลตอบสนองรูปขึ้นหนึ่งหน่วยของโวลเตจดีไวเคอร์ แบบตัวเก็บประจุล้วน	37
2.13 ผลตอบสนองรูปขึ้นของโวลเตจดีไวเคอร์แบบตัวเก็บประจุ มีความต้านทานหน่วงในสายนำแรงสูง	38
2.14 โวลเตจดีไวเคอร์แบบตัวเก็บประจุเดี่ยว	39

สารบัญรูปประกอบ (ต่อ)

รูปที่	หน้า
2.15 ผลตอบสนองรูปขึ้นหนึ่งหน่วยของโวลเตจดีไวเดอร์ ในรูปที่ 2.14	40
2.16 วงจรสมมูลของระบบวัดเมื่อใช้ตัวเก็บประจุภาคแรงสูงเป็นแบบ ตัวเก็บประจุเดี่ยว มีโครงสร้างแบบทรงกระบอกซ้อนกันร่วม	40
2.17, 2.18 ผลตอบสนองรูปขึ้นหนึ่งหน่วยของโวลเตจดีไวเดอร์ แบบตัวเก็บประจุมีความต้านทานหน่วง	43, 44
2.19 วงจรระบบวัดดัดแปลงเพื่อใช้หาผลตอบสนองรูปขึ้นหนึ่งหน่วย	46
3.1 ความสัมพันธ์ระหว่างแรงดันเบรกดาวนกับความดันของก๊าซ SF ₆ และ N ₂ /CO ₂	53
3.2 ความสัมพันธ์ระหว่างแรงดันเบรกดาวนกับความดันของก๊าซ SF ₆ อากาศและน้ำมันหม้อแปลง	54
3.3 โครงสร้างตัวเก็บประจุภาคแรงสูงที่สร้างขึ้น	56, 57
3.4 แสดงความสัมพันธ์ระหว่าง η และ C/1 ในเทอมของ r_2/r_1	62
3.5 แสดงความสัมพันธ์ระหว่าง U ₁ , η และ C/1 ในเทอมของ r_2/r_1 เมื่อ $r_1 = 6.25$ และ 7.5 เซ็นติเมตร	64
3.6 อิเล็กโทรดทรงกระบอกในของตัวเก็บประจุภาคแรงสูง ..	66
3.7 อิเล็กโทรดทรงกระบอกนอกของตัวเก็บประจุภาคแรงสูง .	66
3.8 ส่วนประกอบสำคัญของตัวเก็บประจุภาคแรงสูง	69
3.9 ตัวเก็บประจุภาคแรงสูงเมื่อประกอบเสร็จแล้ว	70
3.10 ตัวอย่างการจัดวางองค์ประกอบในวงจรภาคแรงต่ำ	71
3.11 โครงสร้างภาคแรงต่ำ	74
3.12 การประกอบเป็นโวลเตจดีไวเดอร์	75
3.13 วงจรภาคแรงต่ำและอุปกรณ์วัดของโวลเตจดีไวเดอร์ ...	76

สารบัญรูปประกอบ (ต่อ)

รูปที่	หน้า
4.1 แสดงความดันของก๊าซ SF_6 ที่เปลี่ยนไปตามอุณหภูมิ	79
4.2 วงจรทดลองหาค่าความจุไฟฟ้า	80
4.3 การทดสอบความคงทนต่อแรงดันอิมพัลส์ของตัวเก็บประจุ ภาคแรงสูง	84
4.4 วงจรทดลองหาผลตอบสนองรูปขึ้นแบบระบบสององค์ประกอบ	85
4.5 วงจรทดลองหาผลตอบสนองรูปขึ้นแบบระบบสามองค์ประกอบ	86
4.6 แรงดันทดสอบรูปขึ้น	86
4.7, 4.8 ผลของความต้านทานหน่วง R_d ที่มีต่อผลตอบสนองรูปขึ้น	89, 90
4.9, 4.10, 4.11 ผลของความต้านทานแมชซิ่ง R' ที่มีต่อผลตอบ สนองรูปขึ้น	91, 92, 93
4.12 ผลของความยาวสายนำแรงสูงแวนอนที่มีต่อผลตอบสนองรูปขึ้น	95
4.13 วงจรทดลองหาอัตราส่วนแรงดันโดยใช้วงจรบริดจ์	100
4.14, 4.15 ออสซิลโลแกรมของแรงดันอิมพัลส์ที่บันทึกได้จาก โวลเตจดีไวเดอร์ที่สร้างขึ้น	103, 104
4.16 การวัดแรงดันอิมพัลส์รูปคลื่นเต็ม	108
4.17 การทดสอบวาบไฟตามผิวลูกถ้วยก้านตรง	109
4.18 การทดสอบวาบไฟตามผิวลูกถ้วยแบบ Fog	110
4.19 ผลของความต้านทานหน่วง R_d และความต้านทานแมชซิ่ง R'	112
4.20 ผลของความต้านทานแมชซิ่ง R'	113
4.21 ผลของชนิดความต้านทานแมชซิ่ง R'	114
4.22 ผลของการจัดวางองค์ประกอบ R'	115
4.23 การวัดแรงดันอิมพัลส์แบบสวิตช์รูปคลื่นเต็ม	116
4.24 การทดสอบวาบไฟตามผิวลูกถ้วย	117

สัญลักษณ์



γ^{-1}	แทน	อินเวอร์สลาปลาซทรานส์ฟอร์ม
Σ	แทน	summation
/	แทน	การหาร
*	แทน	การคูณ
δ	แทน	ความคลาดเคลื่อนสัมพัทธ์ของการวัดค่ายอดแรงดัน
Δt	แทน	ความคลาดเคลื่อนในการวัดช่วงเวลาของแรงดันอิมพัลส์
ΔV	แทน	ความคลาดเคลื่อนในการวัดค่ายอดแรงดันอิมพัลส์
ϵ_0	แทน	เพอร์มิตติวิตีของสุญญากาศมีค่า 8.84194×10^{-12} ฟารัดต่อเมตร
ϵ_r	แทน	เพอร์มิตติวิตีสัมพัทธ์ของตัวกลาง
η	แทน	แฟคเตอร์สนามไฟฟ้า
τ_d	แทน	เวลาล่าช้า (delay time)
τ_L	แทน	เวลาจรของคลื่นในสายนำแรงสูง
τ_h	แทน	เวลาจรของคลื่นในสายนำแรงสูงแวนอน
τ_v	แทน	เวลาจรของคลื่นในสายนำแรงสูงแนวตั้ง
τ_m	แทน	เวลาเข้าสู่สภาวะคงตัว (settling time)
A	แทน	พื้นที่หน้าตัด
$A_L(s)$	แทน	อัตราส่วนแรงดันของโวลเตจดีไวเดอร์
a	แทน	อัตราส่วนแรงดันของโวลเตจดีไวเดอร์ที่ภาวะคงตัว
c	แทน	ความเร็วแสงในสุญญากาศ มีค่าประมาณ 3×10^8 เมตร/วินาที
C'_1	แทน	ตัวเก็บประจุอนุกรมย่อยในภาคแรงสูง
C_1	แทน	ตัวเก็บประจุมุมในภาคแรงสูง
C_2	แทน	ตัวเก็บประจุภาคแรงต่ำ
C_E	แทน	ความจุสเตรลงดินที่ทรงกระบอกนอกของตัวเก็บประจุภาคแรงสูง แบบตัวเก็บประจุเดี่ยว
C'_2	แทน	ความจุสเตรลงดินย่อยในภาคแรงสูง

สัญลักษณ์ (ต่อ)

C_{∞}	แทน	ความจุสเตรลงดินรวมในภาคแรงสูง
C'_{∞}	แทน	ตัวเก็บประจุขนาบย่อยในภาคแรงสูงและแรงต่ำ
C_p	แทน	ตัวเก็บประจุขนาบรวมในภาคแรงสูง
Cosh	แทน	Hyperbolic Cosine
d	แทน	เส้นผ่าศูนย์กลางหรือระยะห่าง
E	แทน	ความเครียดสนามไฟฟ้า
$(E/p)_{\infty}$	แทน	ความเครียดสนามไฟฟ้าวิกฤติของก๊าซ SF ₆ มีค่า 87.8 กิโลโวลต์/เซ็นติเมตร
Exp	แทน	ฟังก์ชันเอ็กซ์โปเนนเชียล
f	แทน	ความถี่
G(t)	แทน	ผลตอบสนองรูปขึ้น
g(t)	แทน	ผลตอบสนองรูปขึ้นหนึ่งหน่วย
H, h	แทน	ความสูง
$H(j\omega_k)$	แทน	ทรานส์เฟอ์ฟังก์ชันของระบบวัดในโดเมนความถี่ที่อาร์โมนิคที่ k
$H(s), H_c(s)$	แทน	ทรานส์เฟอ์ฟังก์ชันของระบบวัด และโวลเตจดีไวเดอร์ ตามลำดับ
$h(s), h_c(s)$	แทน	นอมัลไลซ์ทรานส์เฟอ์ฟังก์ชัน ของ $H(s)$ และ $H_c(s)$ ตามลำดับ
I, i	แทน	กระแสไฟฟ้า
$K_{\infty}(s)$	แทน	สัมประสิทธิ์การสะท้อน (reflection coefficient) ของ โวลเตจดีไวเดอร์
$K_{\infty}(s)$	แทน	สัมประสิทธิ์การสะท้อนของอิมพีแดนซ์หน้า Z_{∞}
L'_1	แทน	ความเหนี่ยวนำย่อยในภาคแรงสูง
L_1	แทน	ความเหนี่ยวนำรวมในภาคแรงสูง
L_2	แทน	ความเหนี่ยวนำในภาคแรงต่ำ
L, l	แทน	ความยาว

สัญลักษณ์ (ต่อ)



๑

\ln	แทน	Natural Logarithm Function
\lim	แทน	Limit
N	แทน	อัตราส่วนระหว่างแรงดันของระบบวัดที่ความถี่ต่ำ
n	แทน	จำนวนส่วนย่อยของโวลเตจดีไวเคอร์
O_1	แทน	จุดศูนย์เสมือนของแรงดันอิมพัลส์แบบฟ้าผ่า
O	แทน	จุดศูนย์เสมือนของผลตอบสนองรูปขึ้น
p	แทน	ความดันก๊าซ
r	แทน	รัศมี
R_d	แทน	ความต้านทานหน่วง
R'	แทน	ความต้านทานแมชซึ่งระหว่างตัวเก็บประจุภาคแรงสูงกับแรงต่ำ
R_M	แทน	ความต้านทานแมชซึ่งของเคเบิลวัด
R'_1	แทน	ความต้านทานย่อยในภาคแรงสูง
R_1	แทน	ความต้านทานรวมในภาคแรงสูง
R_2	แทน	ความต้านทานในภาคแรงต่ำ
S	แทน	ความชันของแรงดันที่หน้าคลื่นเพิ่มอย่างเชิงเส้น
S_L	แทน	ความชันของแรงดันที่บ่อนเข้าไปก่อนเกิดการตัดของคลื่น
s	แทน	Laplace operator
\sinh	แทน	Hyperbolic Sine
T_d	แทน	เวลาตอบสนองบางส่วน (partial response time)
T	แทน	เวลาตอบสนองแท้จริงของระบบวัด
T°	แทน	เวลาตอบสนองของระบบวัด
T_0	แทน	การเพี้ยนของเวลาเริ่มต้น (initial distortion time)
T_1	แทน	เวลาช่วงหน้าคลื่นของแรงดันอิมพัลส์แบบฟ้าผ่า
T_2	แทน	เวลาช่วงหลังคลื่นของแรงดันอิมพัลส์แบบฟ้าผ่าและแบบสวิตชิง
T_c	แทน	เวลาช่วงคลื่นตัด
T_{cr}	แทน	เวลาถึงค่ายอดของแรงดันอิมพัลส์แบบสวิตชิง



สัญลักษณ์ (ต่อ)

T_d	แทน	เวลามากกว่า 90 เปอร์เซ็นต์ ของค่ายอดในแรงดันอิมพัลส์แบบสวิตชิ่ง
T_{kd}	แทน	เวลาตอบสนองการสะท้อน (reflection response time) ของอิมพีแดนซ์หน้า Z_d
T_{kt}	แทน	เวลาตอบสนองการสะท้อนของโวลเตจดีไวเดอร์
T_m^o	แทน	เวลาตอบสนองของระบบวัดคัดแปลง
T_n	แทน	เวลาตอบสนองทดลอง
T_r	แทน	เวลาขึ้น (rise time)
T_t	แทน	เวลาตอบสนองของโวลเตจดีไวเดอร์
t	แทน	ตัวแปรเวลา
U_i	แทน	ค่ายอดของแรงดันโคโรน่าเริ่มเกิด
V, v	แทน	แรงดัน
$V_i(s)$	แทน	แรงดันขาเข้าของโวลเตจดีไวเดอร์
$V_i(s), V_o(s)$	แทน	แรงดันขาเข้าและขาออกของระบบวัดตามลำดับ
V_{ik}	แทน	ฟูเรียรานส์ฟอร์มของแรงดันขาเข้าของระบบวัดที่อาร์โมนิคที่ k
V_{corr}	แทน	ขนาดแรงดันที่ถูกต้องของการแกว่งที่เกิดขึ้น
V_{max}	แทน	ขนาดแรงดันของการแกว่งที่วัดได้
$v_i(t), v_o(t)$	แทน	แรงดันขาเข้าและขาออกของระบบวัดในโดเมนเวลาตามลำดับ
$v_u(t)$	แทน	แรงดันรูปขึ้น
ω_k	แทน	ความเร็วเชิงมุมที่อาร์โมนิคที่ k
Z_o	แทน	เสิร์จอิมพีแดนซ์ของสายนำแรงต่ำในตัวเก็บประจุภาคแรงสูง
Z'_1	แทน	อิมพีแดนซ์อนุกรมต่อหนึ่งส่วนย่อยในภาคแรงสูง
Z_1	แทน	อิมพีแดนซ์รวมในภาคแรงสูง
Z_2	แทน	อิมพีแดนซ์ภาคแรงต่ำ
Z_o	แทน	เสิร์จอิมพีแดนซ์ของเคเบิลวัด

สัญลักษณ์ (ต่อ)

$Z_{\square}(s)$	แทน	อิมพีแดนซ์ของระบบหนึ่ง
Z_{\square}	แทน	อิมพีแดนซ์ขานลงดินต่อหนึ่งส่วนย่อย
Z_{\square}	แทน	อิมพีแดนซ์ขานลงดินรวม
Z_H	แทน	เสิร์จอิมพีแดนซ์ของสายนำแรงสูงแนวอน
Z_L	แทน	เสิร์จอิมพีแดนซ์ของสายนำแรงสูง
$Z_{\square}(s)$	แทน	อิมพีแดนซ์ขาเข้าของโวลเตจดีไวเดอร์
Z_v	แทน	เสิร์จอิมพีแดนซ์ของสายนำแรงสูงแนวตั้ง