

บทที่ 4 ผลการทดสอบ

4.1 วัตถุประสงค์

4.1.1 เพื่อศึกษาและออกแบบอุปกรณ์ควบคุมระดับแรงดันไฟเกินเอชี่ 50Hz ที่เกิดขึ้นในระบบไฟฟ้าแรงต่ำ 220V

4.1.2 เพื่อศึกษาและออกแบบอุปกรณ์ลดทอนแรงดันไฟเกิน ที่เกิดขึ้นในระบบกำลังไฟฟ้าแรงต่ำ

4.1.3 เพื่อศึกษาวัสดุที่สามารถลดทอนระดับแรงดันไฟเกินที่เกิดขึ้นในสภาวะชั่วขณะ (Transient - Overvoltage) และสามารถป้องกันแรงดันเกินช่วงสั้น (Voltage Swell)

4.1.4 เพื่อศึกษาและหาวิธีแก้ไขปัญหาที่ระบบไฟฟ้าเกิดความผิดปกติ (Fault) และวิธีลดความเสียหายของอุปกรณ์ไฟฟ้าและอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์

4.2 ขั้นตอนการทดลอง

การออกแบบชุดโวลต์อิเล็กทรอนิกส์ป้องกันแรงดันไฟกระชอกทางด้านเอชี่ ได้แบ่งโหมดการทำงานออกเป็น 2 ชุด ดังนั้นการทดสอบอุปกรณ์ จะทำการทดสอบแบ่งเป็น 2 ชุดดังนี้

4.2.1 การทดสอบชุดอุปกรณ์โหมดป้องกันแรงดันเกินในสภาวะชั่วขณะ

4.2.1.1 ทำการทดลองวัดรูปคลื่นสัญญาณเอาต์พุตของชุดวัสดุลดทอนของ Gas Discharge Tube (GDT) ในขณะที่ทำการจ่ายรูปคลื่นสัญญาณทดสอบที่พิกัดแรงดัน (รูปคลื่น 1.2/50 μ S) ค่าต่างๆ

4.2.1.2 ทำการทดลองวัดรูปคลื่นสัญญาณเอาต์พุตของชุดวัสดุลดทอนของ Metal Oxide Varistor (MOV) ในขณะที่ทำการจ่ายรูปคลื่นสัญญาณทดสอบที่พิกัดแรงดัน (รูปคลื่น 1.2/50 μ S) ค่าต่างๆ

4.2.1.3 ทำการทดลองวัดรูปคลื่นสัญญาณเอาต์พุตของชุดวัสดุลดทอน Gas Discharge Tube (GDT) และ Metal Oxide Varistor (MOV) ในขณะที่ทำการจ่ายรูปคลื่นสัญญาณทดสอบที่พิกัดแรงดัน (รูปคลื่น 1.2/50 μ S) ค่าต่างๆ

4.2.1.4 บันทึกค่าลงในตารางบันทึกผลการทดลอง

4.2.2 การทดลองชุดอุปกรณ์โหมดป้องกันแรงดันเกินช่วงสั้น

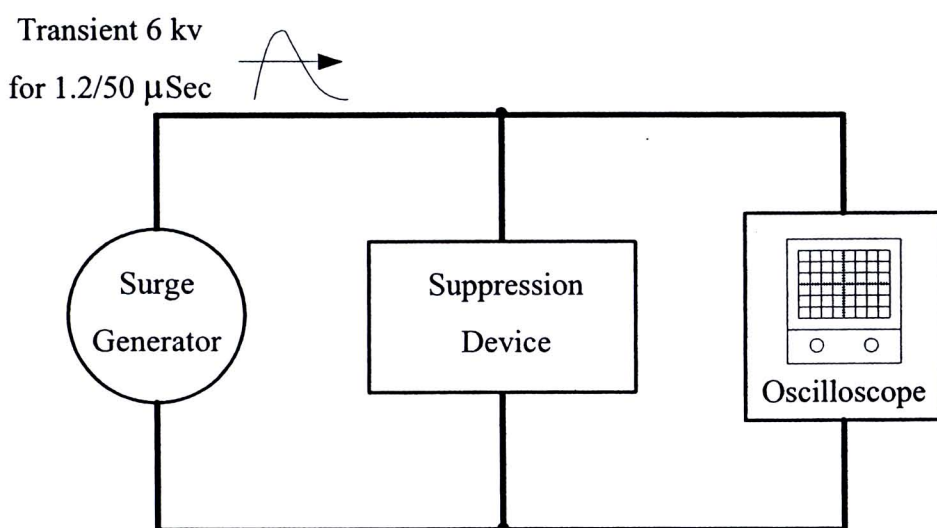
4.2.2.1 ทำการทดลองวัดรูปคลื่นสัญญาณที่เอาต์พุตของชุดโหมดอิเล็กทรอนิกส์ในขณะที่ทำการจ่ายแรงดันไฟกระแสสลับ 50 Hz ที่พิกัดแรงดันไฟฟ้า ค่า 260V, 280V, 300V, 320V, 340V, 360V, 380V และ 400 VRMS ตามลำดับ

4.2.2.2 บันทึกค่าลงในตารางบันทึกผลการทดลอง

4.3 การทดลองชุดอุปกรณ์ โหมดป้องกันแรงดันเกินในสถานะชั่วขณะ

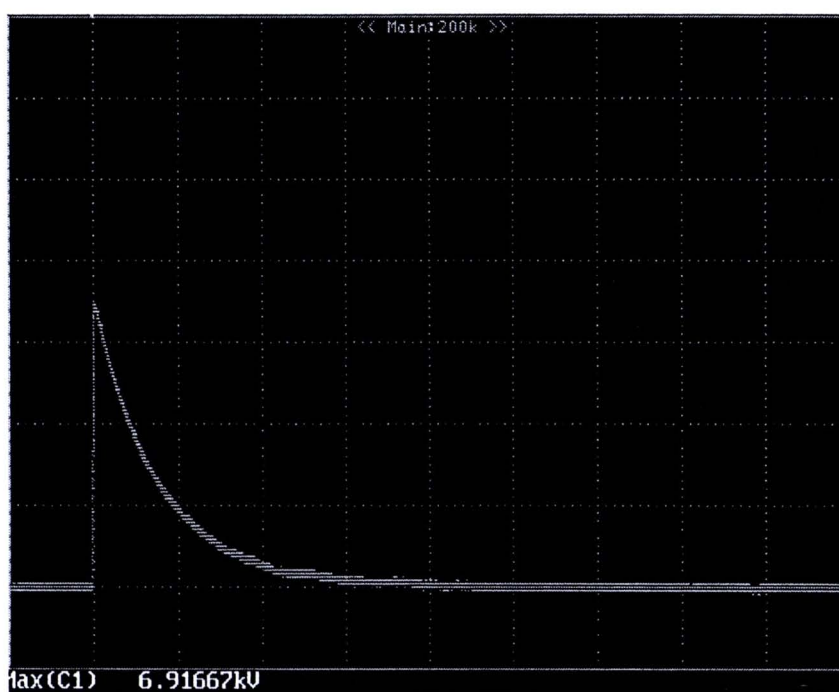
4.3.1 ทำการทดลองวงจรในขณะมีเฉพาะชุดวัสดุลดทอน GDT และ MOV

ทำการต่อวงจรเพื่อทดลองชุดวัสดุลดทอน (Suppression Device) GDT และ MOV ตามรูปที่ 4.1 ทำการจ่ายรูปคลื่นสัญญาณทดสอบมาตรฐาน IEEE C62.41 (1.2/50 μ S) ที่พิกัดแรงดัน 1000V, 2000V, 3000V, 4000V, 5000V และ 6000V ตามลำดับ และใช้เครื่องออสซิลโลสโคปวัดรูปคลื่นสัญญาณแรงดันไฟฟ้าปล่อยผ่าน (Let Through voltage) ที่เอาต์พุตและบันทึกค่าลงในตารางบันทึกผลการทดลองในตารางที่ 4.1

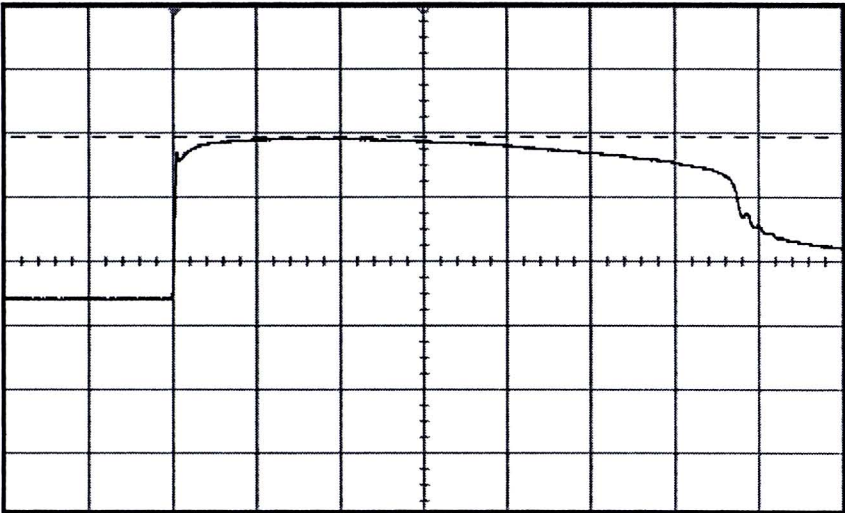


รูปที่ 4.1 เป็นลักษณะการต่อวงจรทดสอบอุปกรณ์ป้องกันแรงดันเกินในสถานะชั่วขณะ

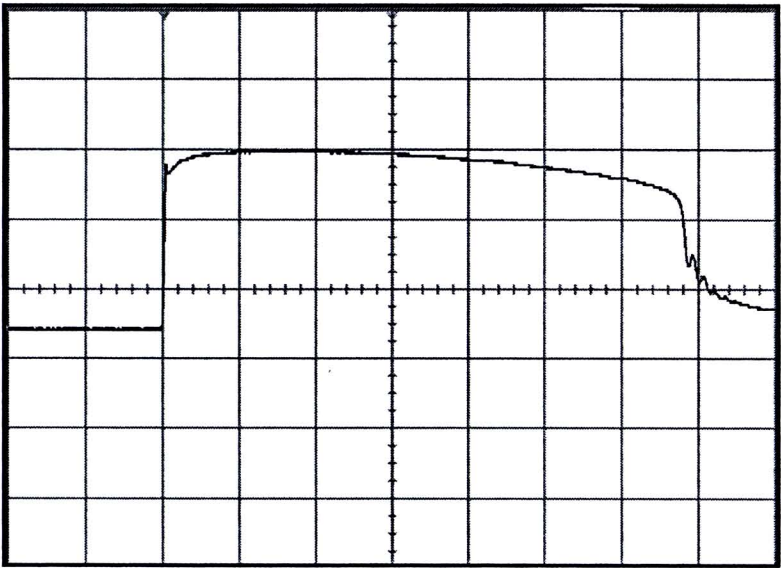
ในรูปที่ 4.2 เป็นลักษณะรูปคลื่นสัญญาณทดสอบขนาดพิกัดแรงดัน 6000 โวลต์ ขณะเปิดวงจร (1.2/50 μ s) [16-18] ที่ทำการวัดจากเครื่องกำเนิดแรงดันอิมพัลส์ ที่พิกัดแรงดันขนาดสูงสุดที่ 6000 โวลต์ เมื่อทำการต่อวงจรทดสอบอุปกรณ์ป้องกันแรงดันเกินในสภาวะชั่วขณะดังรูปที่ 4.1 จากนั้นทำการทดสอบวัสดุลดทอน (Suppression Device) GDT และ MOV พิจารณาในรูปที่ 4.3 แสดงลักษณะการเกินแรงดันไฟกระชอกชั่วขณะใน Power-Line ขณะที่ไม่มีวัสดุลดทอน (Suppression Device) ซึ่งลักษณะการเกิดแรงดันไฟกระชอกชั่วขณะจะมียอดคลื่นที่สูงชัน พิจารณารูปที่ 4.4 เป็นการแสดงลักษณะการเกิดแรงดันไฟกระชอกชั่วขณะใน Power-Line ขณะที่วัสดุลดทอน GDT และ MOV ต่อขนานเข้ากับระบบ และในรูปที่ 4.5 ถึง รูปที่ 4.10



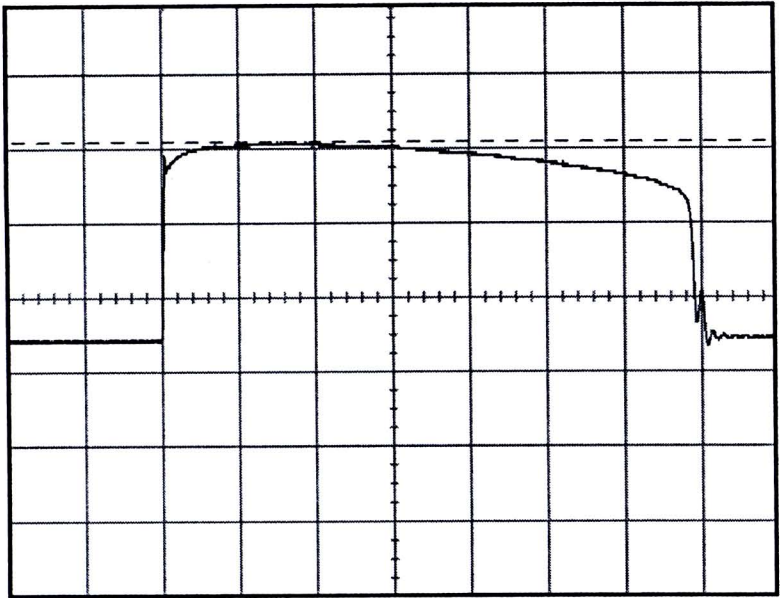
รูปที่ 4.2 ลักษณะรูปคลื่นสัญญาณทดสอบขนาดพิกัดแรงดัน 69169 โวลต์ (1.2/50 μ s)



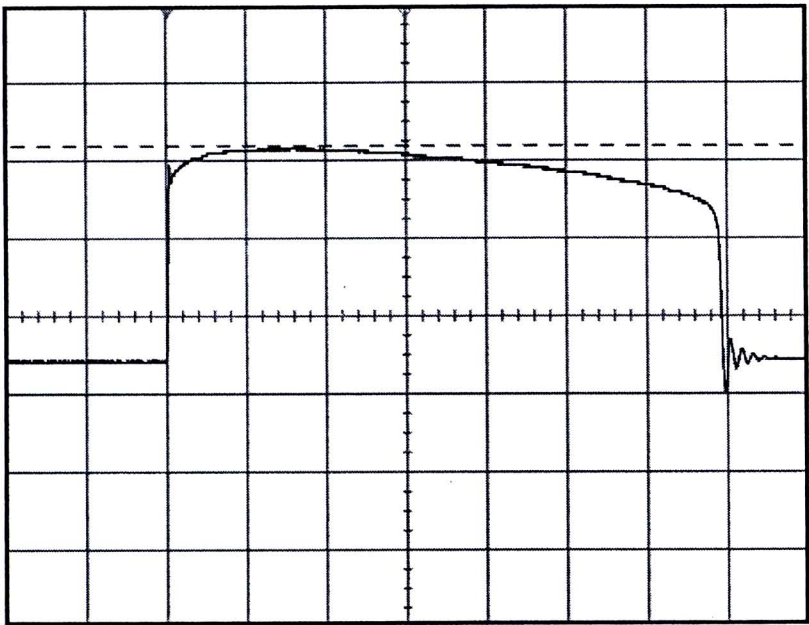
รูปที่ 4.3 รูปคลื่นสัญญาณเอาต์พุตทดสอบวัสดุคทอน ที่พิกัดแรงดัน 1000 โวลต์



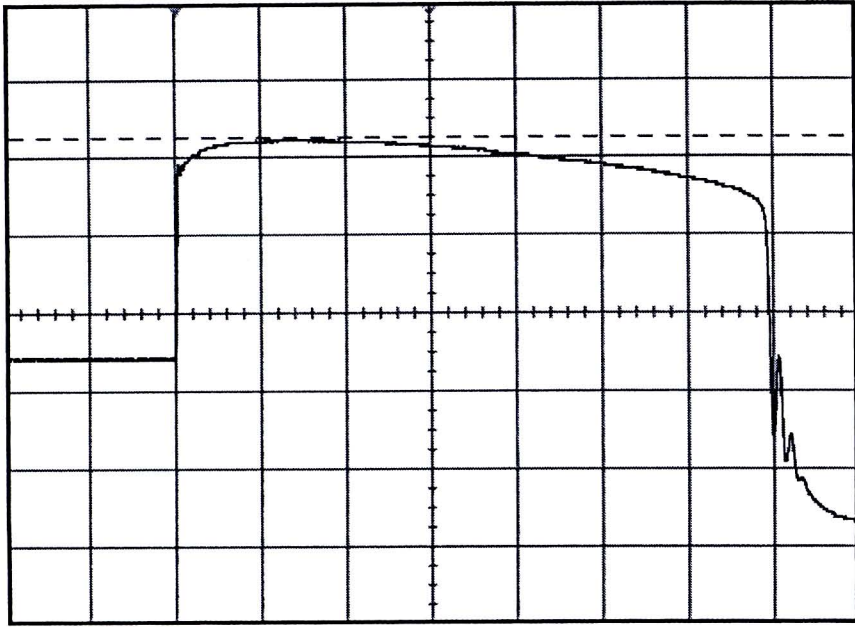
รูปที่ 4.4 รูปคลื่นสัญญาณเอาต์พุตทดสอบวัสดุคทอน พิกัดแรงดัน 2000 โวลต์



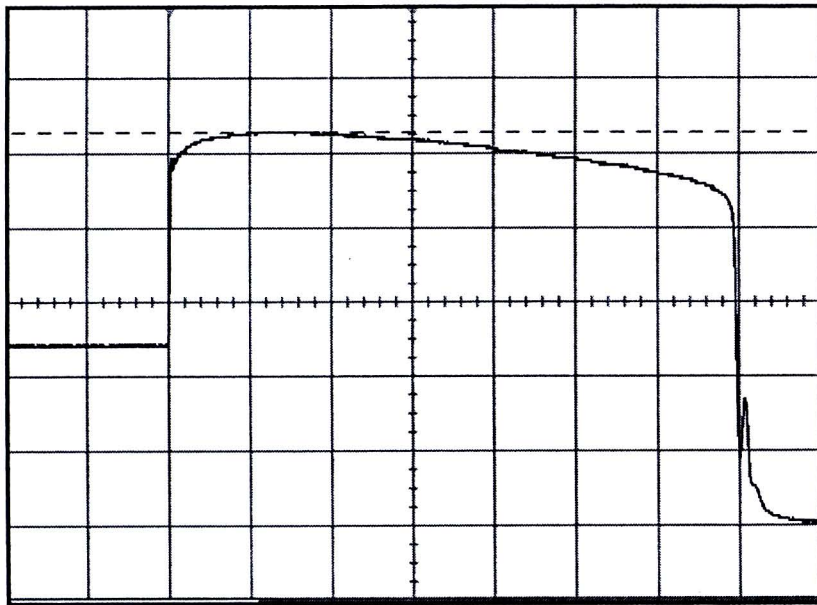
รูปที่ 4.5 รูปคลื่นสัญญาณเอาต์พุตทดสอบวัสดุคทอง ที่พิกัดแรงดัน 3000 โวลต์



รูปที่ 4.6 รูปคลื่นสัญญาณเอาต์พุตทดสอบวัสดุคทอง ที่พิกัดแรงดัน 4000 โวลต์



รูปที่ 4.7 รูปคลื่นสัญญาณเอาต์พุตทดสอบวัสดุคดทอน ที่พิกัดแรงดัน 5000 โวลต์

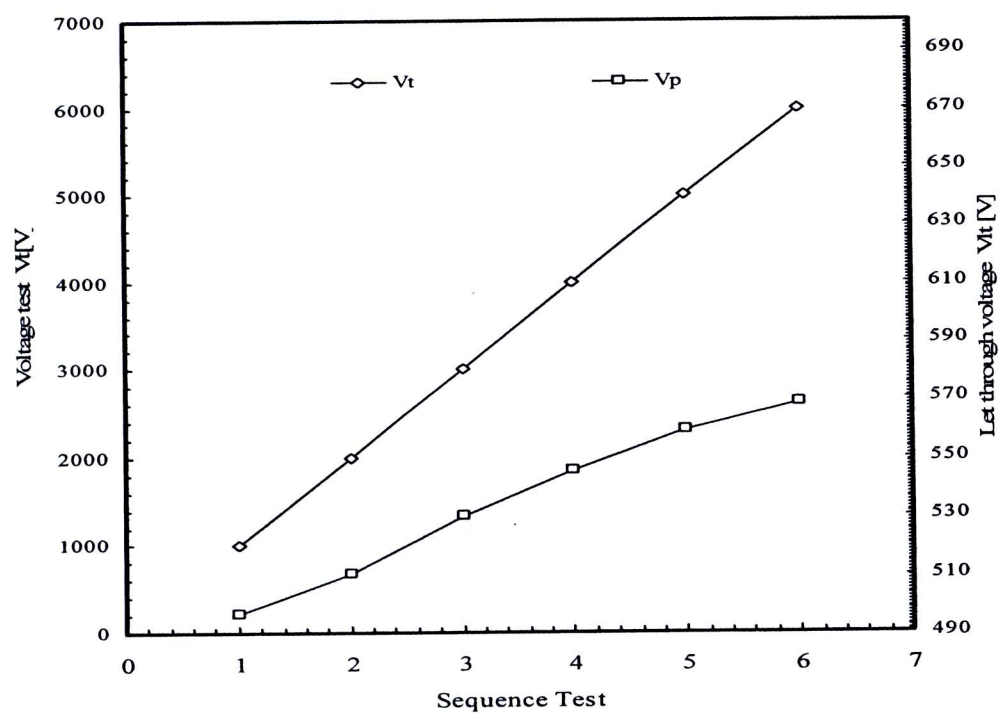


รูปที่ 4.8 รูปคลื่นสัญญาณเอาต์พุตทดสอบวัสดุคดทอน ที่พิกัดแรงดัน 6000 โวลต์

ทำการบันทึกผลการทดลองลงในตารางที่ 4.1 ของชุดโหมคป้องกันในสภาวะชั่วขณะ และรูปที่ 4.9 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างแรงดันทดสอบกับแรงดันไฟฟ้าปล่อยผ่านวัสดุคดทอน GDT และ MOV

ตารางที่ 4.1 บันทึกผลการทดลองชุดโหมคป้องกันในสภาวะชั่วขณะ

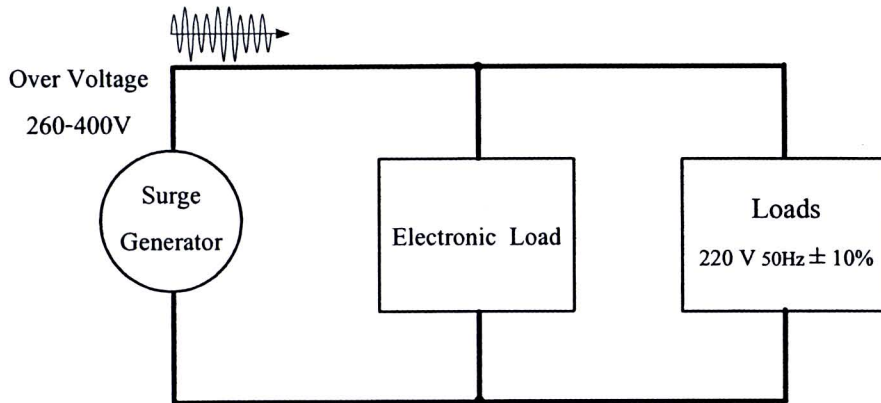
Sequence Test	Voltage Test (V)	Let Through Voltage (VLT)
		GDT and MOV
1	1000	497.5
2	2000	511.0
3	3000	532.2
4	4000	546.5
5	5000	560.1
6	6000	569.9



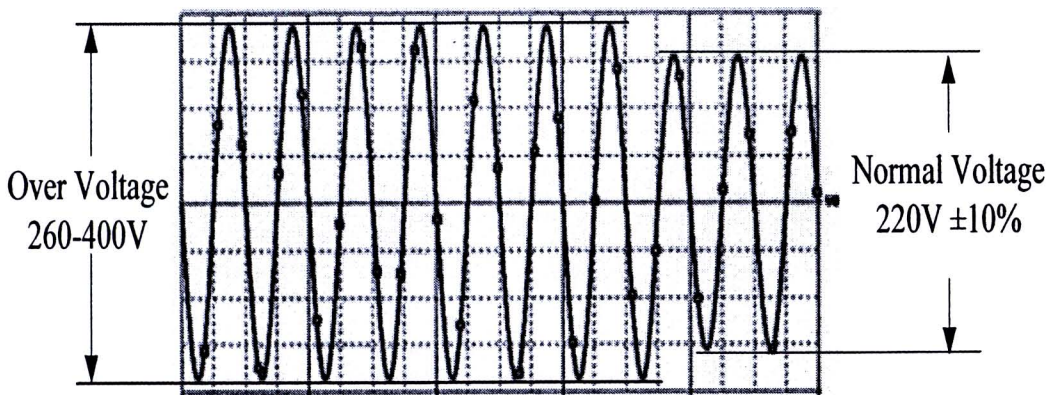
รูปที่ 4.9 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างแรงดันทดสอบกับแรงดันไฟฟ้าปล่อยผ่านวัสดุทดสอบ

4.4 การทดลองชุดอุปกรณ์โหมดป้องกันแรงดันเกินช่วงสั้น

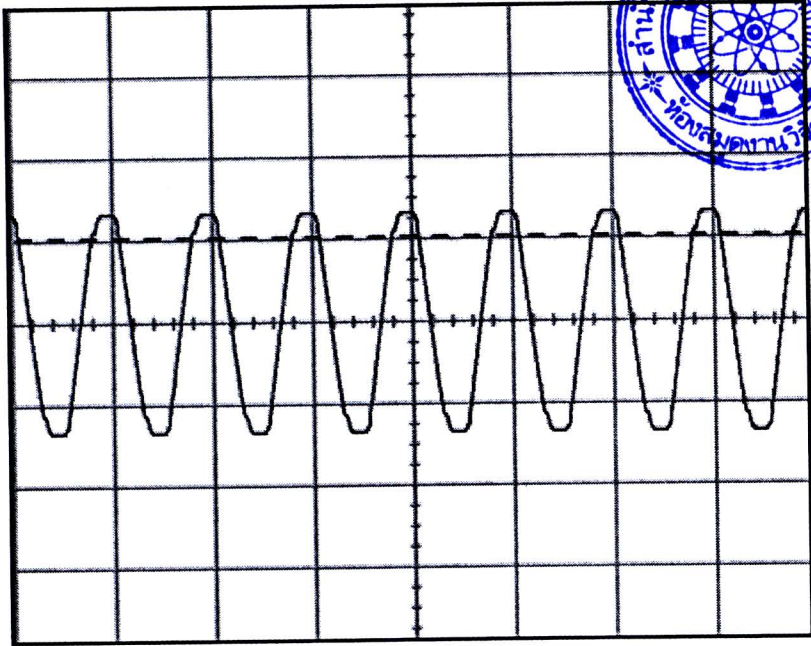
ทำการต่อวงจรเพื่อทดลองชุดอุปกรณ์โหมดอิเล็กทรอนิกส์ ตามรูปที่ 4.12 จากนั้นทำการจ่ายแรงดันทดสอบแรงดันไฟฟ้ากระแสสลับ 50 เฮิร์ต ที่พิกัดแรงดันไฟฟ้าค่า 260V, 280V, 300V, 320V, 340V, 360V, 380V และ 400V ตามลำดับ และใช้เครื่องออสซิลโลสโคปวัดรูปคลื่นสัญญาณ แรงดันไฟฟ้าตกคร่อม (Clamping voltage) ที่เอาต์พุตและบันทึกค่าลงในตารางบันทึกผลการทดลองในตารางที่ 4.2



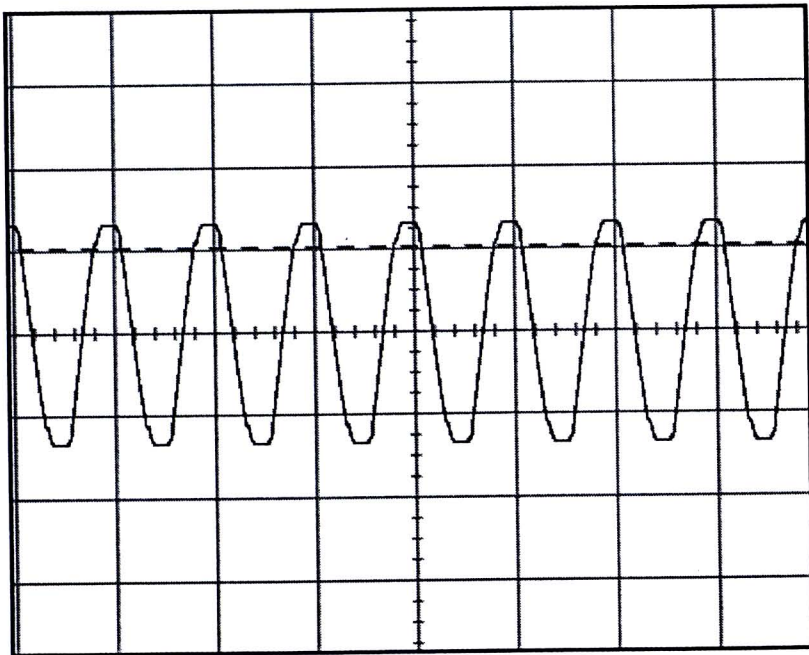
รูปที่ 4.10 แสดงวงจรทดลองชุดอุปกรณ์โหมดอิเล็กทรอนิกส์



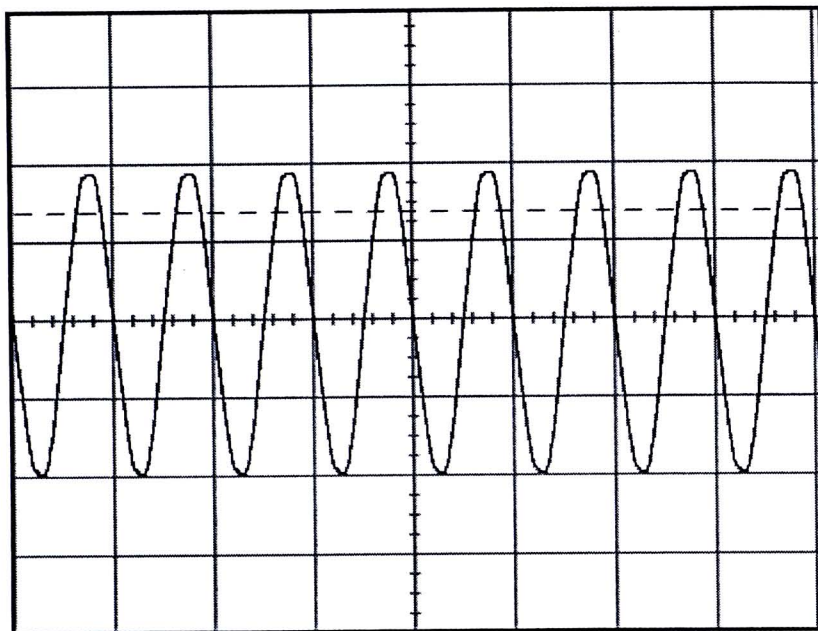
รูปที่ 4.11 ลักษณะรูปคลื่นทดสอบแรงดันไฟเกินช่วงสั้น



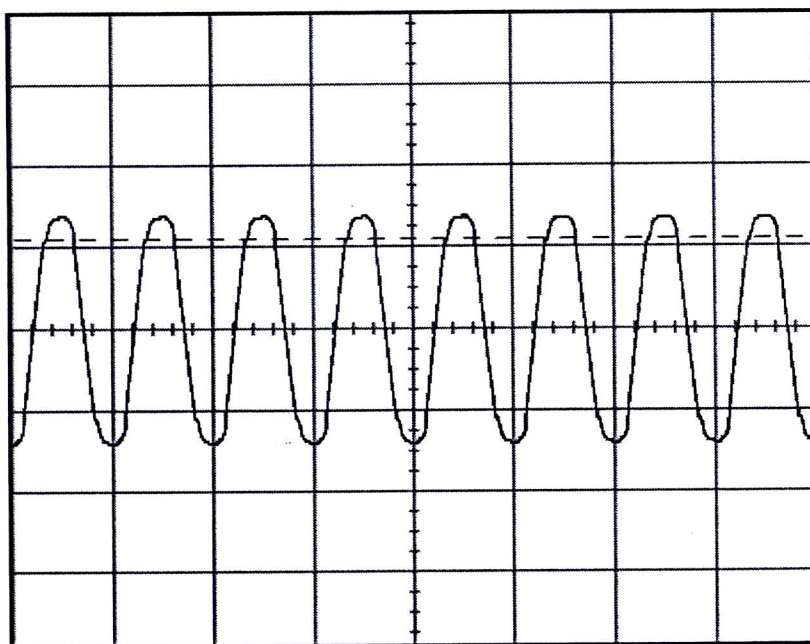
รูปที่ 4.12 แสดงรูปคลื่นสัญญาณแรงดันไฟฟ้าตกคร่อมที่เอาต์พุต พิกัดแรงดันไฟฟ้า 270 โวลต์



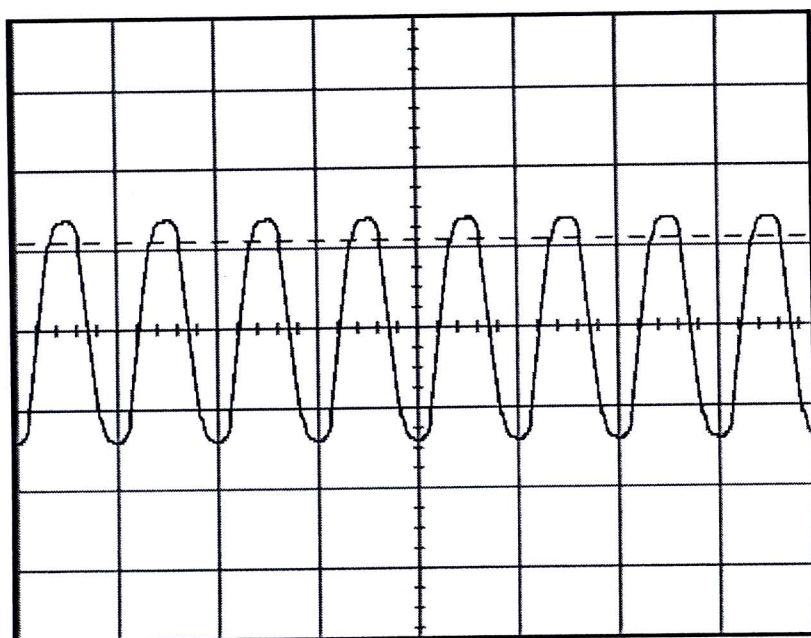
รูปที่ 4.13 แสดงรูปคลื่นสัญญาณแรงดันไฟฟ้าตกคร่อมที่เอาต์พุต พิกัดแรงดันไฟฟ้า 280 โวลต์



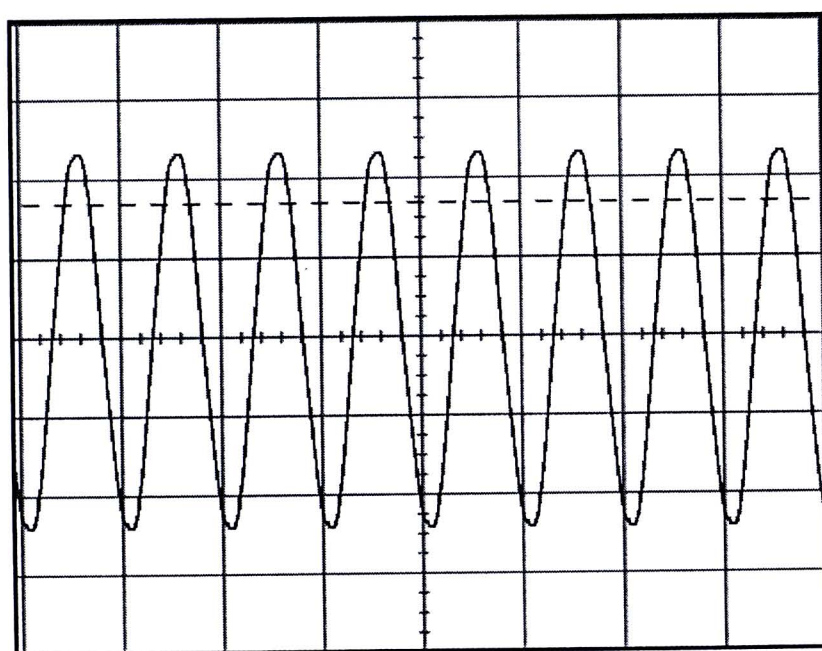
รูปที่ 4.14 ลักษณะรูปคลื่นสัญญาณทดสอบขนาดพิกัดแรงดันไฟฟ้า 290 โวลต์



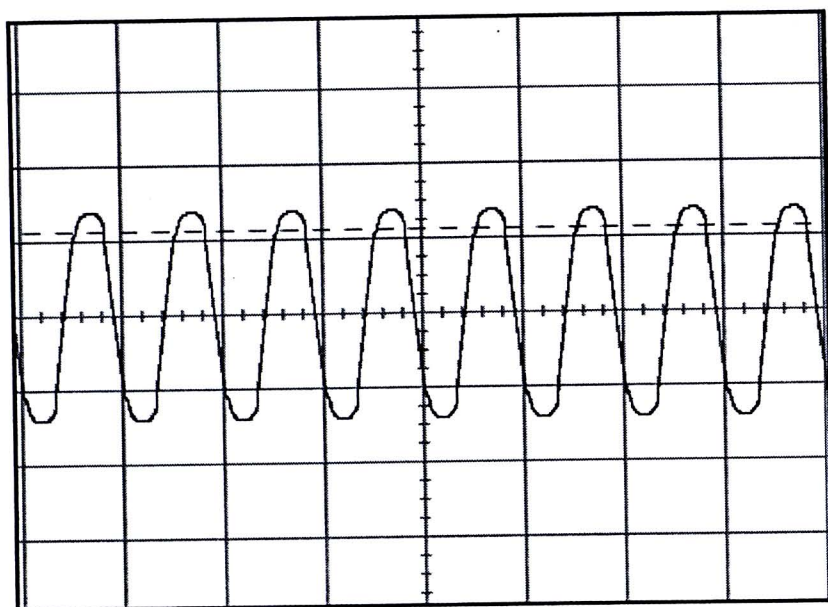
รูปที่ 4.15 แสดงรูปคลื่นสัญญาณแรงดันไฟฟ้าตกคร่อมที่เอาต์พุต พิกัดแรงดันไฟฟ้า 300 โวลต์



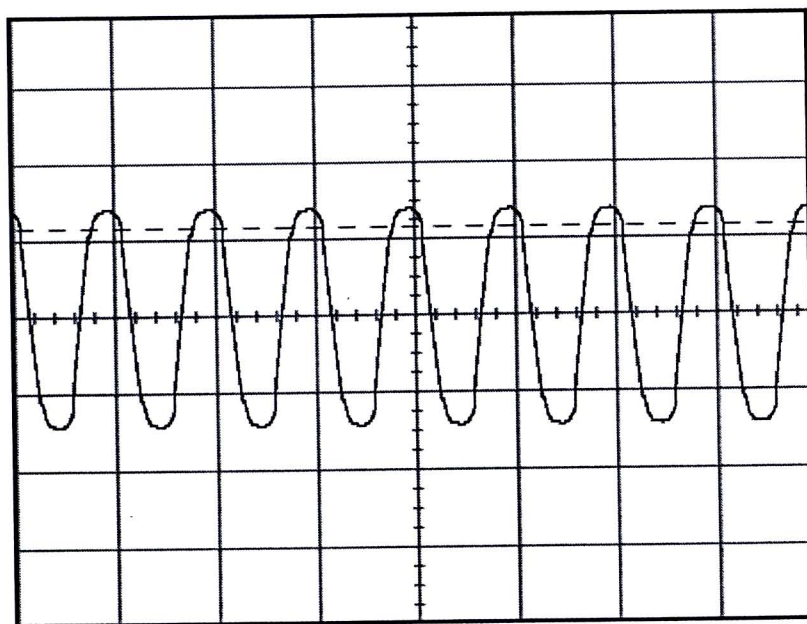
รูปที่ 4.16 แสดงรูปคลื่นสัญญาณแรงดันไฟฟ้าตกคร่อมที่เอาต์พุต พิกัดแรงดันไฟฟ้า 320 โวลต์



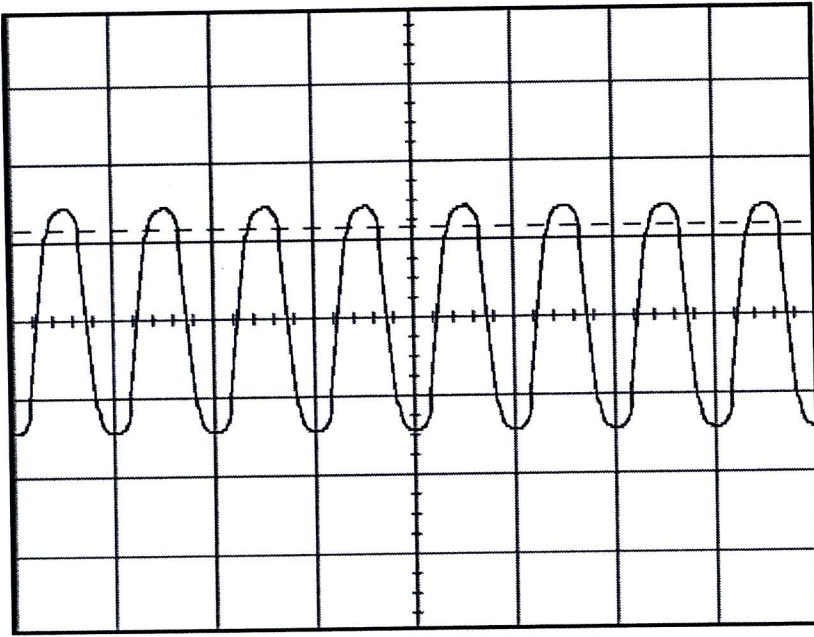
รูปที่ 4.17 ลักษณะรูปคลื่นสัญญาณทดสอบขนาดพิกัดแรงดันไฟฟ้า 330 โวลต์



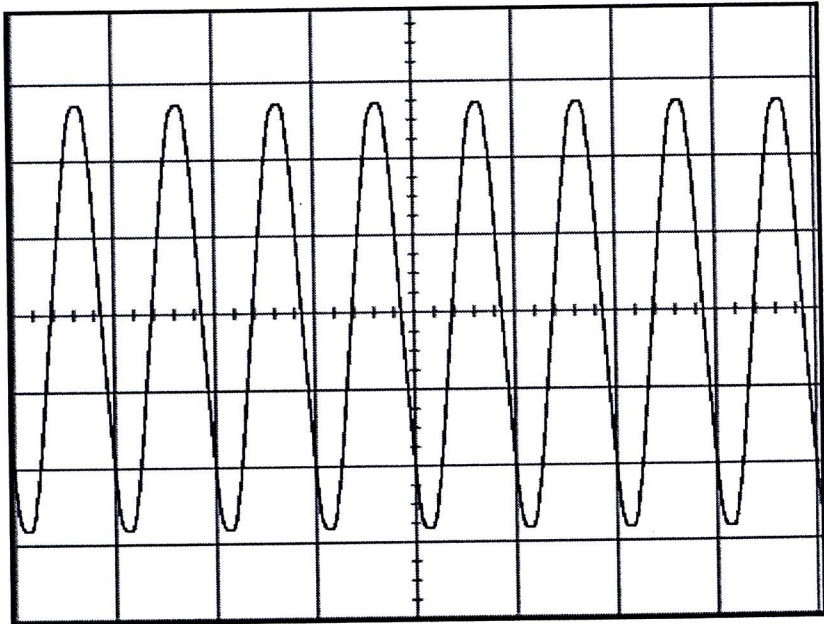
รูปที่ 4.18 แสดงรูปคลื่นสัญญาณแรงดันไฟฟ้าตกคร่อมที่เอาต์พุต พิกัดแรงดันไฟฟ้า 340 โวลต์



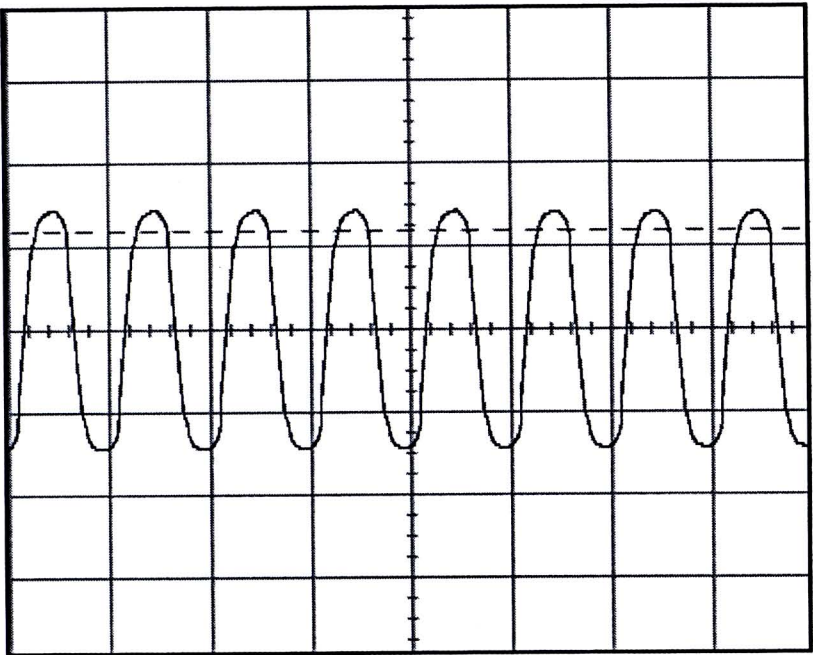
รูปที่ 4.19 แสดงรูปคลื่นสัญญาณแรงดันไฟฟ้าตกคร่อมที่เอาต์พุต พิกัดแรงดันไฟฟ้า 360 โวลต์



รูปที่ 4.20 แสดงรูปคลื่นสัญญาณแรงดันไฟฟ้าตกคร่อมที่เอาต์พุต พิกัดแรงดันไฟฟ้า 380 โวลต์



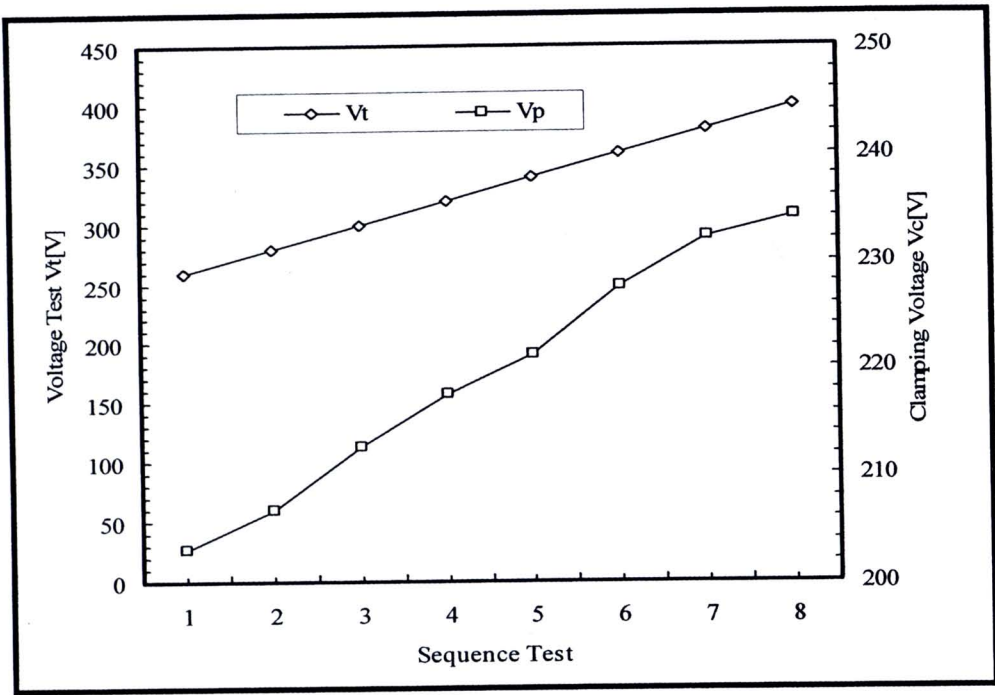
รูปที่ 4.21 ลักษณะรูปคลื่นสัญญาณทดสอบขนาดพิกัดแรงดันไฟฟ้า 390 โวลต์



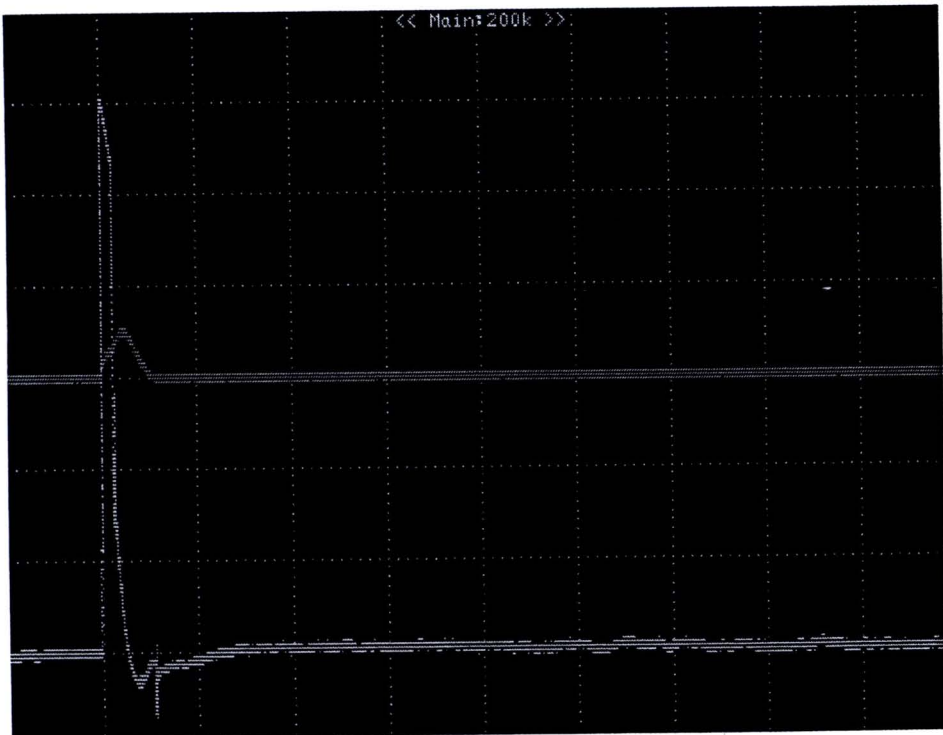
รูปที่ 4.22 แสดงรูปคลื่นสัญญาณแรงดันไฟฟ้าตกคร่อมที่เอาต์พุต พิกัดแรงดันไฟฟ้า 400 โวลต์

ตารางที่ 4.2 บันทึกผลการทดลองชุดอุปกรณ์โหนดป้องกันแรงดันเกินช่วงสั้น

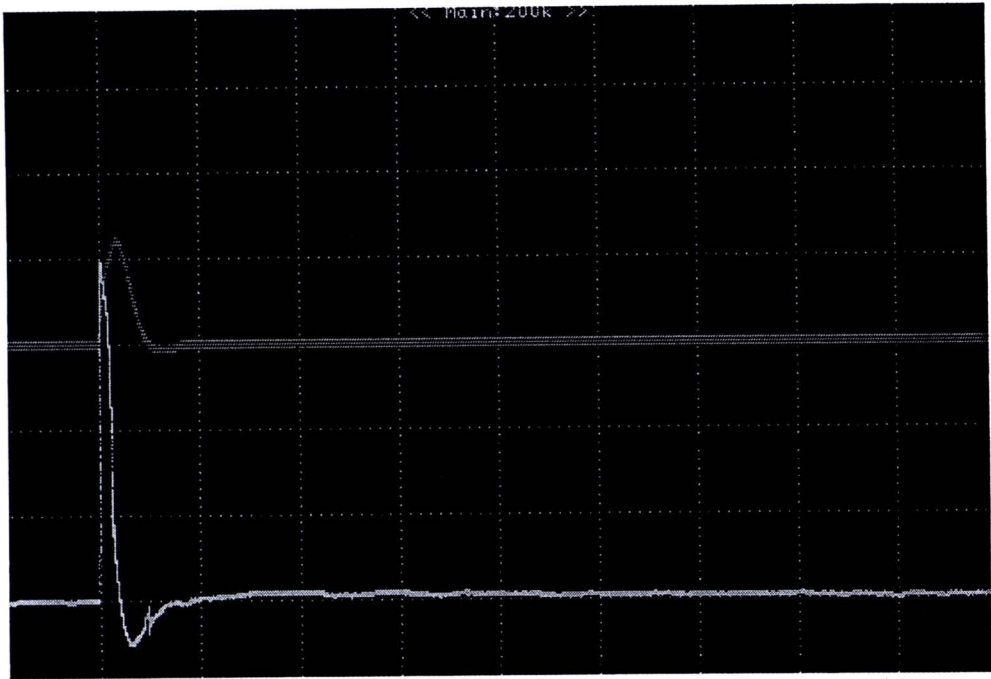
Sequence Test	Voltage test Vt[V]	Clamping voltage Vc[V]
1	270	201.06
2	280	202.98
3	290	206.76
4	300	208.20
5	320	213.85
6	330	218.54
7	340	223.35
8	360	225.40
9	380	228.54
10	390	234.22
11	400	236.23



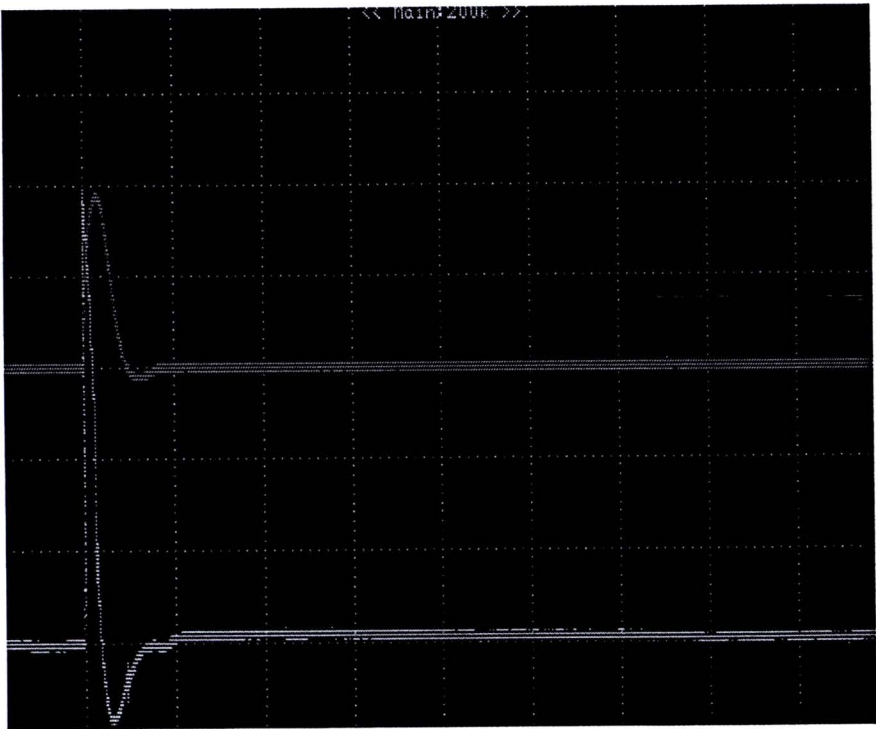
รูปที่ 4.23 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างแรงดันไฟฟ้าทดสอบกับแรงดันไฟฟ้าดักพร้อม



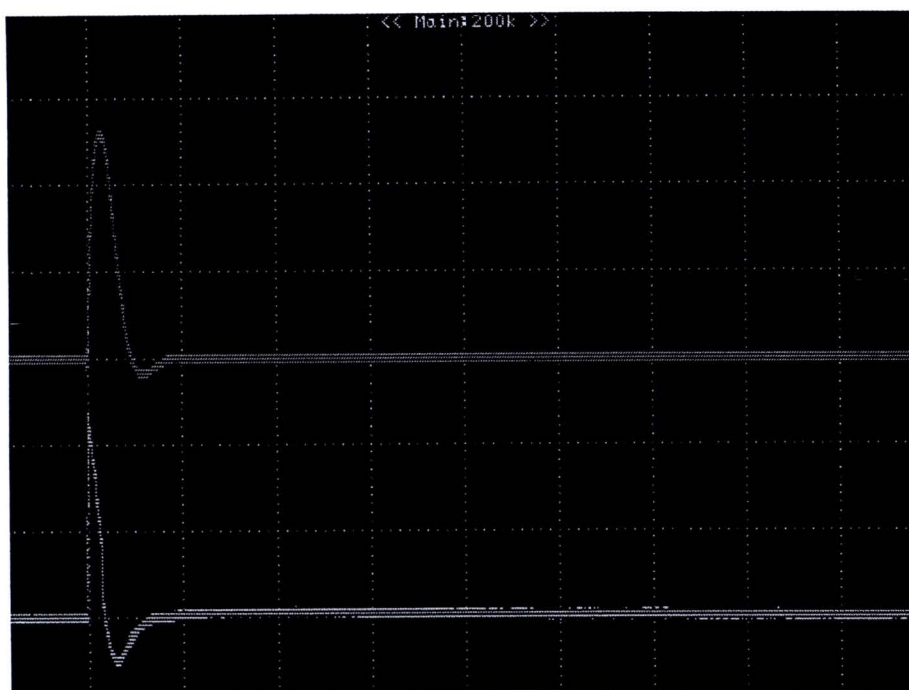
รูปที่ 4.24 กราฟแสดงความสัมพันธ์แรงดันอิมพัลส์ทดสอบกับกระแสที่ไหลผ่านโหลด
อิเล็กทรอนิกส์ พิกัด 1000 V



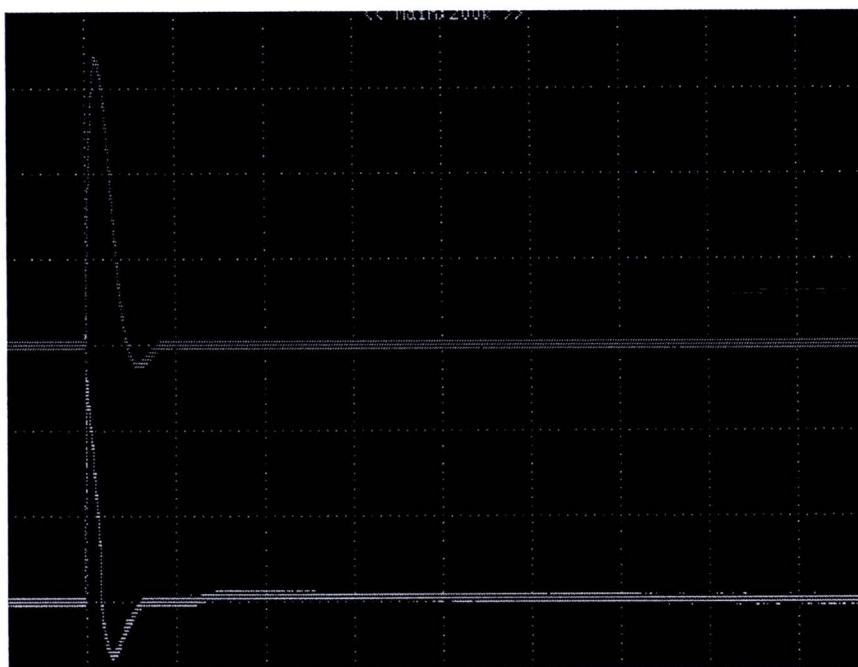
รูปที่ 4.25 กราฟแสดงความสัมพันธ์แรงดันอิมพัลส์ทดสอบกับกระแสที่ไหลผ่านโหลด
อิเล็กทรอนิกส์ พิกัด 2000 V



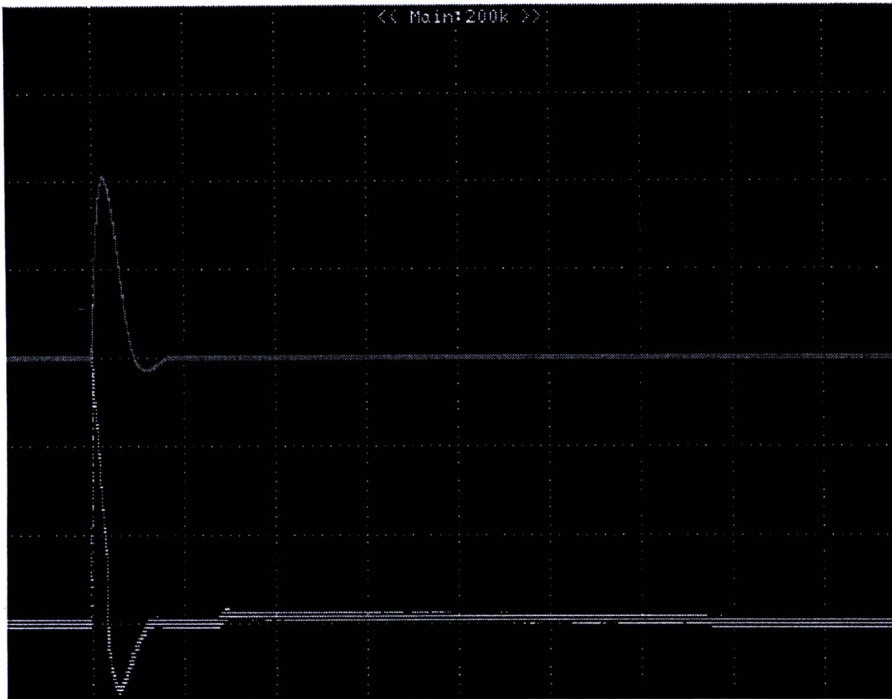
รูปที่ 4.26 กราฟแสดงความสัมพันธ์แรงดันอิมพัลส์ทดสอบกับกระแสที่ไหลผ่านโหลด
อิเล็กทรอนิกส์ พิกัด 3000 V



รูปที่ 4.27 กราฟแสดงความสัมพันธ์แรงดันอิมพัลส์ทดสอบกับกระแสที่ไหลผ่านโหลด
อิเล็กทรอนิกส์ พิกัด 4000 V



รูปที่ 4.28 กราฟแสดงความสัมพันธ์แรงดันอิมพัลส์ทดสอบกับกระแสที่ไหลผ่านโหลด
อิเล็กทรอนิกส์ พิกัด 5000 V



รูปที่ 4.29 กราฟแสดงความสัมพันธ์แรงดันอิมพัลส์ทดสอบกับกระแสที่ไหลผ่านโหลดอิเล็กทรอนิกส์ พิกัด 6000 V

ขนาดพิกัดของอุปกรณ์

Electronic Load เป็นอุปกรณ์ที่เหมาะสมสำหรับใช้ป้องกันไฟฟ้ากระชอกที่เหนี่ยวนำเข้ามาทางสายไฟฟ้า ทำให้อุปกรณ์ไฟฟ้าอิเล็กทรอนิกส์ ที่ใช้กันอยู่ตามบ้านพักอาศัย สำนักงาน อุปกรณ์สื่อสาร โทรคมนาคมรวมไปถึงอุปกรณ์ที่ใช้สำหรับควบคุมเครื่องจักรในขบวนการผลิตของโรงงานอุตสาหกรรมมีความปลอดภัย มีการออกแบบสามารถป้องกัน ไฟกระชอกช่วงสั้น หรือ *Transient (TVSS Technology)* และ ใช้เทคโนโลยีอิเล็กทรอนิกส์กำลังสำหรับใช้ป้องกันไฟฟ้ากระชอกช่วงยาว หรือ *TOVs (ELSS Technology)* *ELSS* เป็นเทคโนโลยีใหม่ ซึ่งออกแบบสำหรับป้องกันไฟฟ้ากระชอกช่วงยาวและแรงดันไฟฟ้าเกินช่วงสั้น ที่เป็นสาเหตุหลักทำให้อุปกรณ์ไฟฟ้าอิเล็กทรอนิกส์หรือระบบควบคุมอัตโนมัติที่เปราะบางได้รับความเสียหายเป็นจำนวนมาก

SPECIFICATION	
ELECTRICAL SYSTEM	Single phase (2 wire + earth)
NOMINAL VOLTAGE	220 Volt or 240 Volt
FREQUENCY RANGE	45 - 65 Hz
LEAKAGE CURRENT	< 10 mA at 230 Volt, 50 Hz

CLAMPING VOLTAGE	285 Volt ±10%, 50 Hz
PROTECTION MODE	All Modes (L-N, L-G, N-G)
OPERATING TEMPERATURE	-20 °C ...+ 60 °C
RESPONSE TIME	< 25 nSec
TRANSIENT SURGE CURRENT	> 100 kA at 8/20 µSec
LET THROUGH VOLTAGE	< 900 Volt at category B3/C1
TOVs SURGE CURRENT	> 10 A in 5 Sec., 50 Hz
LET THROUGH VOLTAGE (TOVs)	< 285 Volt at 50 Hz
DIMENSION (W x H x D) (mm.)	150 x 200 x 100