บทที่ 6

การปรับเทียบและทดสอบวงจรอินเวอร์เตอร์

6.1 คำนำ

ในบทนี้จะขอกล่าวถึงการปรับเทียบและการทดสอบ วงจรอินเวอร์เตอร์ที่ได้สร้างขึ้น ดังแสดงรายละเอียดไว้ในรูปที่ 6.1 และ 6.2 วงจรส่วนย่อยของระบบวงจรนี้ได้ออกแบบไว้แล้วในบทที่ 5

อุปกรณ์ที่ใช้ในการทดสอบมีดังนี้

1. ออสซิลโลสโคป (TRIO 15 MHz CS -1560A)
2. แอมป์มิเตอร์ DC - AC , 5A ; 10A ; 20A
3. ความต้านทาน 50 โอมห์ 5 A 2 ตัว
4. แบตเตอรี่ 12 โวลท์ 60 AH 5 ลูกต่ออนุกรมกัน

6.2 การทดสอบแบ่งออกเป็นขั้นตอนใหญ่ ๆ ได้ดังนี้ คือ.

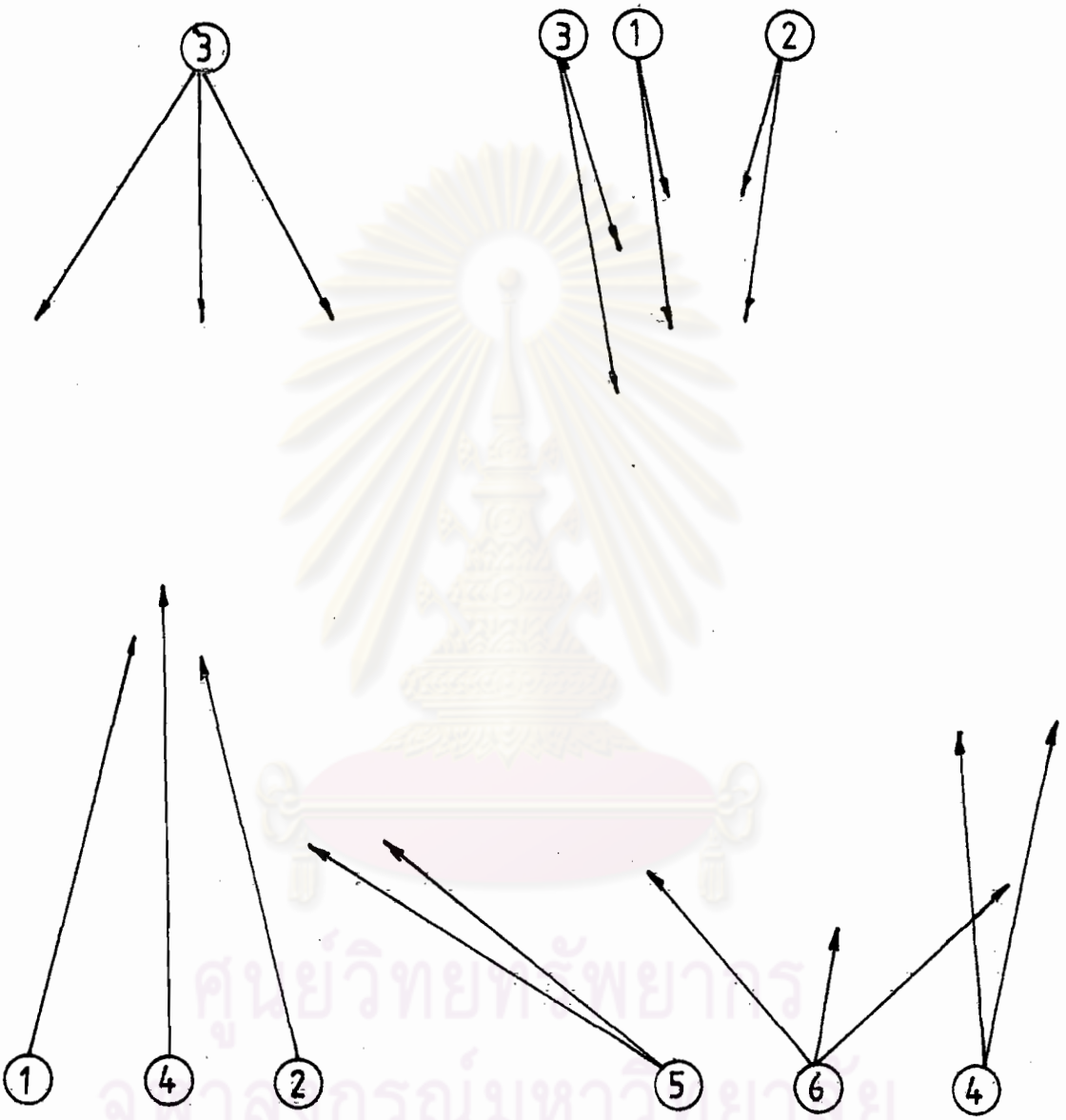
1. การทดสอบวงจรควบคุม
2. การทดสอบวงจรกำลัง
3. การทดสอบวงจรป้องกัน

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

6.2.1 การทดสอบวงจรควบคุม

การทดสอบวงจรควบคุม จะแบ่งการทดสอบออกเป็น 3 ขั้นตอน คือ

ก. การทดสอบและปรับเทียบวงจรสร้างสัญญาณสี่เหลี่ยมความถี่ 50 เฮิทซ์ โดยใช้ ไอซี 555 ต่อแบบอะสเตเบิ้ลเพื่อสร้างสัญญาณความถี่ 5 กิโลเฮิทซ์ แล้วต่อสัญญาณผ่านวงจรหารสิบสองครั้งโดยใช้ ไอซี 7490 จะได้สัญญาณออกรูปคลื่นสี่เหลี่ยมความถี่ 50 เฮิทซ์ ผลการทดลองดังแสดงในรูปที่ 6.3(ก) เมื่อผ่านวงจร

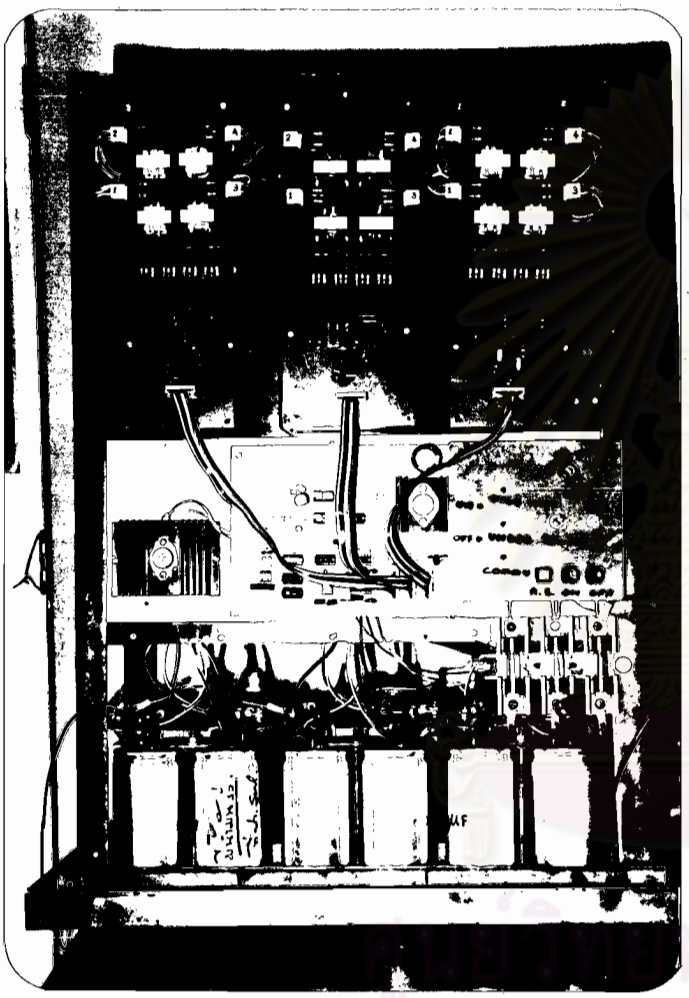


1. วงจรกำเนิดสัญญาณความถี่ 50 เฮิทซ์
2. วงจรหน่วงเวลา
3. วงจรจุดฉนวน
4. วงจรป้องกัน

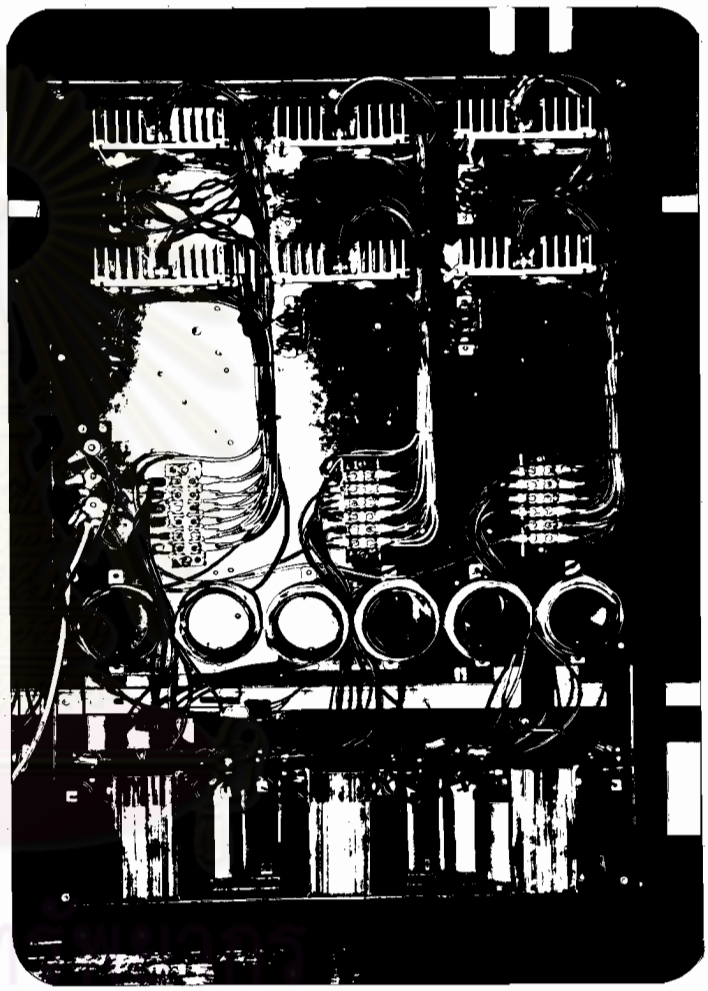
1. เมนไทริสเตอร์
2. ไทริสเตอร์ช่วย
3. วงจรสนับเบอร์
4. ขดลวดเหนี่ยวนำ
5. ตัวเก็บประจุ
6. หม้อแปลง 60 / 110

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

หารสิบครั้งที่ 1 และรูปที่ 6.3(ข) เมื่อผ่านวงจรหารสิบครั้งที่ 2 วงจรสร้างสัญญาณความถี่นี้สามารถปรับความถี่ให้ได้ตามที่กำหนดโดยการปรับความต้านทาน R ในวงจรสร้างสัญญาณความถี่ 5 กิโลเฮิทซ์



รูปที่ 6.1 ชุดวงจรควบคุม



รูปที่ 6.2 ชุดวงจรกำลัง

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

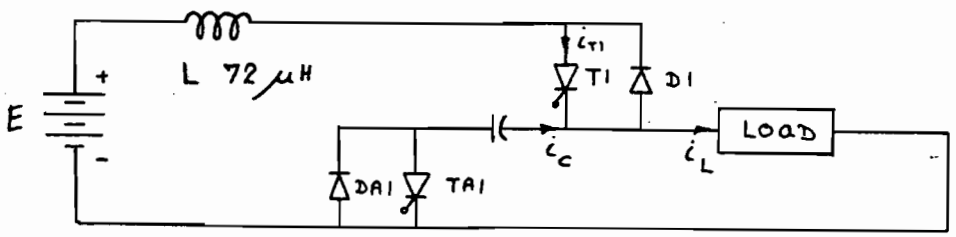
ข. การทดสอบวงจรหน่วงเวลา โดยใช้ ไอซี 74123 ต่อแบบโมโนสเตเบิ้ล ซึ่งกำหนดให้สัญญาณจุดชนวนอินเวอร์เตอร์ชุดที่หนึ่ง เป็นสัญญาณอ้างอิง จากรูปที่ 5.2 แสดงบล็อกไดอะแกรมของวงจรอินเวอร์เตอร์ จะเห็นได้ว่ามีวงจรหน่วงเวลาสองชุด สามารถหน่วงเวลาได้ตั้งแต่ 1.6 ms จนถึง 8.4 ms (หรือตั้งแต่ 30° จนถึง 150°) ผลการทดสลองดังแสดงในรูปที่ 6.4

ค. การทดสอบวงจรจุดชนวน จากบล็อกไดอะแกรมของวงจรจุดชนวนในรูปที่ 5.6 สัญญาณเอาท์พุทของวงจรแยกสัญญาณครึ่งไซเคิลบวกและลบจะปรับให้ความกว้างของสัญญาณครึ่งไซเคิลบวกและลบมีค่าเท่ากับ 6.67 ms (หรือเท่ากับ 120°) โดยการปรับความต้านทาน R_1 และ R_2 ตามลำดับแล้วส่งสัญญาณผ่านไปยังวงจรปรับพัลสทริก เพื่อสร้างสัญญาณจุดชนวนให้มีความกว้างที่เหมาะสมในการทริกไทรีสเตอร์ให้นำกระแสซึ่งมีสองสัญญาณคือสัญญาณทริกเมนไทรีสเตอร์ และสัญญาณทริกไทรีสเตอร์ช่วย การปรับความกว้างของสัญญาณทริกโดยการปรับความทาน R_3 และ R_4 ตามลำดับ แล้วส่งผ่านสัญญาณทริกเข้าวงจรขยายสัญญาณจุดชนวน ผลการทดลองดังแสดงในรูปที่ 6.5 และ 6.6

6.2.2 การทดสอบวงจรกำลัง

ในการทดสอบวงจรกำลังจะแบ่งการทดสอบออกเป็น 3 ขั้นตอน

ก. การทดสอบและปรับเทียบวงจรคอมมิวเตต จากการออกแบบกำหนดให้ตัวเก็บประจุมีค่า 6 μF และขดลวดเหนี่ยวนำมีค่า 72 μH จากการทดลองวงจรคอมมิวเตตแบบชอปเปอร์ ดังรูปที่ 6.7



รูปที่ 6.7 วงจรทดลองการคอมมิวเตตไทรีสเตอร์

ผลการทดลองปรากฏว่า วงจรคอมมิวเตตสามารถคอมมิวเตตกระแสไทรีสเตอร์ i_T ได้สูงสุด 7 แอมแปร์ ซึ่งน้อยกว่าที่ออกแบบไว้ให้สามารถคอมมิวเตตให้ได้ 10.425 แอมแปร์ ดังนั้น เพื่อให้สามารถคอมมิวเตตให้ได้ 10.425 แอมแปร์ โดยการเพิ่มค่าตัวเก็บประจุ C ผลการทดลองวงจรคอมมิวเตตโดยการเพิ่มค่าตัวเก็บประจุ ดังแสดงในตารางที่ 6.1

วงจรคอมมิวเตต

C(μF)	L(μH)	$i_{c(peak2)}$	$V_{c(peak)}$	$T_{P(usec)}$	$i_{T_{(A)}}$
6	72	11	100	70	7
12	72	14	90	100	9
35	72	18	80	170	12
70	72	21	80	240	15

ตารางที่ 6.1 แสดงผลการทดลองวงจรคอมมิวเตต รูปที่ 6.7 โดยการเพิ่มค่าตัวเก็บประจุ C

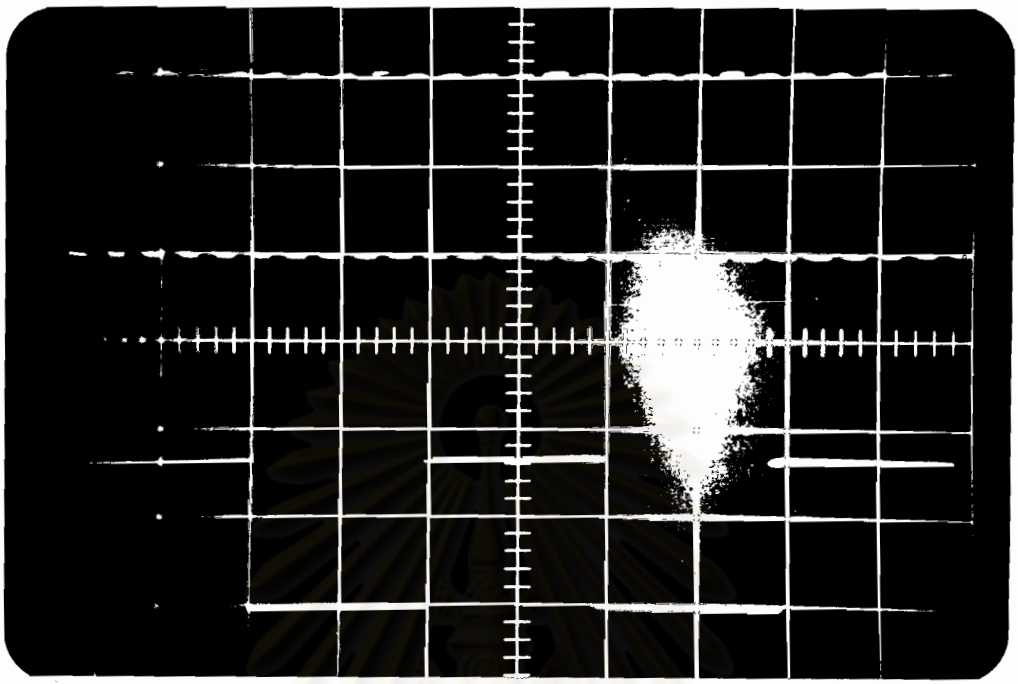
จากผลการทดลองวงจรคอมมิวเตตในตารางที่ 6.1 อุปกรณ์ในวงจรคอมมิวเตตที่เลือกใช้สำหรับวงจรอินเวอร์เตอร์ คือ C = 70 μF และ L = 72 μH ทั้งนี้เนื่องจากเผื่อ Over Load 125% (i_T = 13 แอมแปร์) ผลการทดลองวัดกระแสคอมมิวเตตแรงดันของตัวเก็บประจุและกระแสเมนไทรีสเตอร์แสดงไว้ในรูปที่ 6.8 และ 6.9

ข. การทดสอบวงจรอินเวอร์เตอร์ ในการทดสอบเบื้องต้นเพื่อให้ระบบอินเวอร์เตอร์ทำงานไม่ผิดพลาด จะทำการทดสอบวงจรอินเวอร์เตอร์ทีละชุด แล้วทำการปรับเทียบให้ได้รูปคลื่นที่มีความกว้าง 6.67 ms (120°) ทั้งครึ่งไซเคิลบวกและลบโดยมีลำดับการทดสอบดังนี้

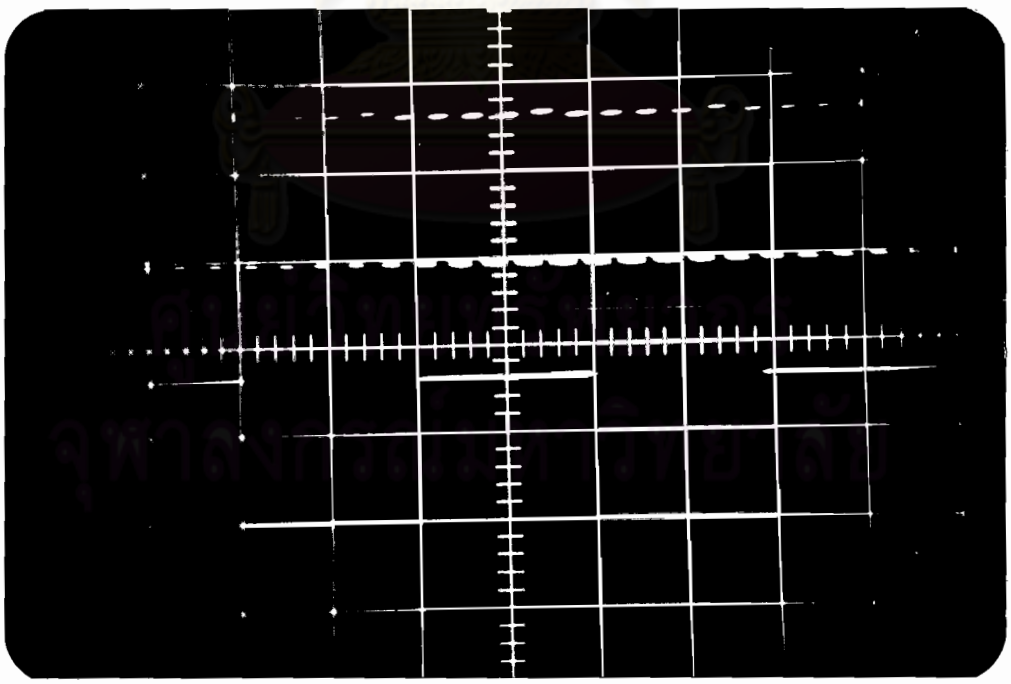
1. ทำการทดสอบวงจรอินเวอร์เตอร์ทีละชุด ในภาวะไร้โหลดและภาวะมีโหลด ผลการทดลอง ดังรูปที่ 6.10 - 6.14

2. ทำการทดสอบวงจรอินเวอร์เตอร์ทั้งสามชุด โดยต่อแรงดันไฟฟ้าออกของวงจรอินเวอร์เตอร์แต่ละชุดอนุกรมกัน ในภาวะไร้โหลดและภาวะมีโหลด ผลการทดลอง ดังรูปที่ 6.15 - 6.16

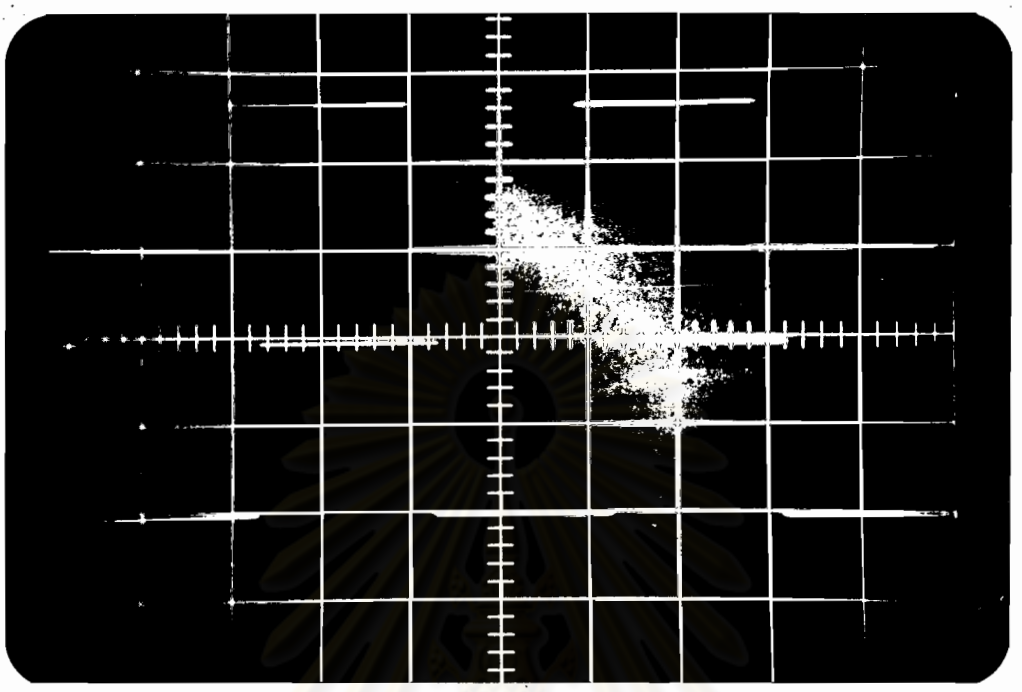
ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



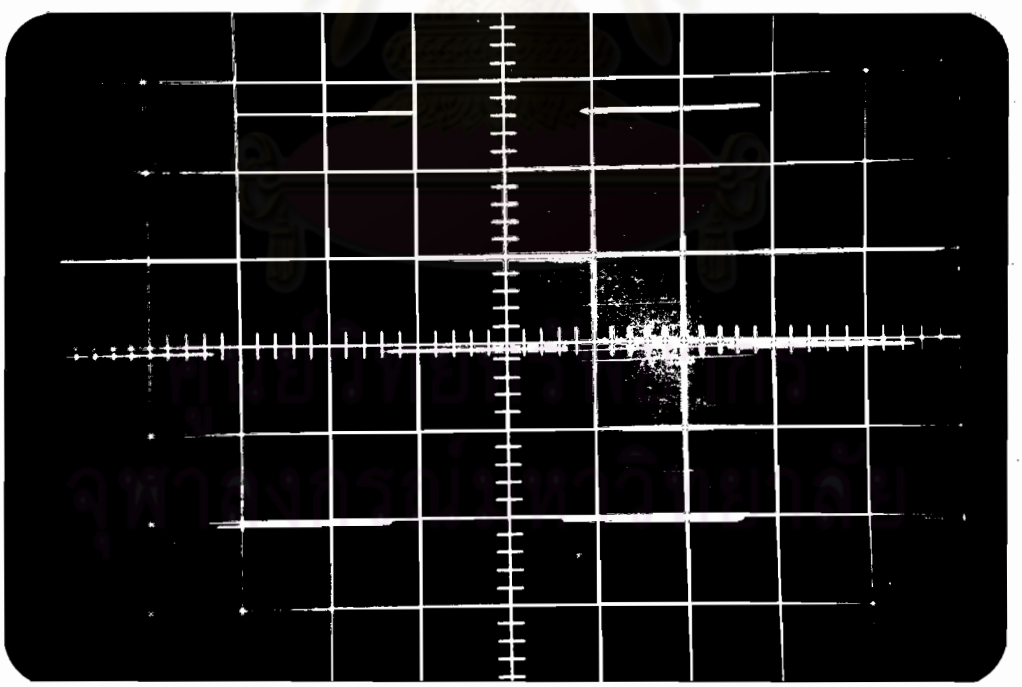
รูปที่ 6.3(ก) รูปคลื่นสัญญาณความถี่ 5 กิโลเฮิทซ์ (รูปบน) และ 500 เฮิทซ์ (รูปล่าง) สเกล 2 V/div ; 0.5 ms/div



รูปที่ 6.3(ข) รูปคลื่นสัญญาณความถี่ 500 เฮิทซ์ (รูปบน) และ 50 เฮิทซ์ (รูปล่าง) สเกล 2 V/div ; 5 ms/div



(ก)

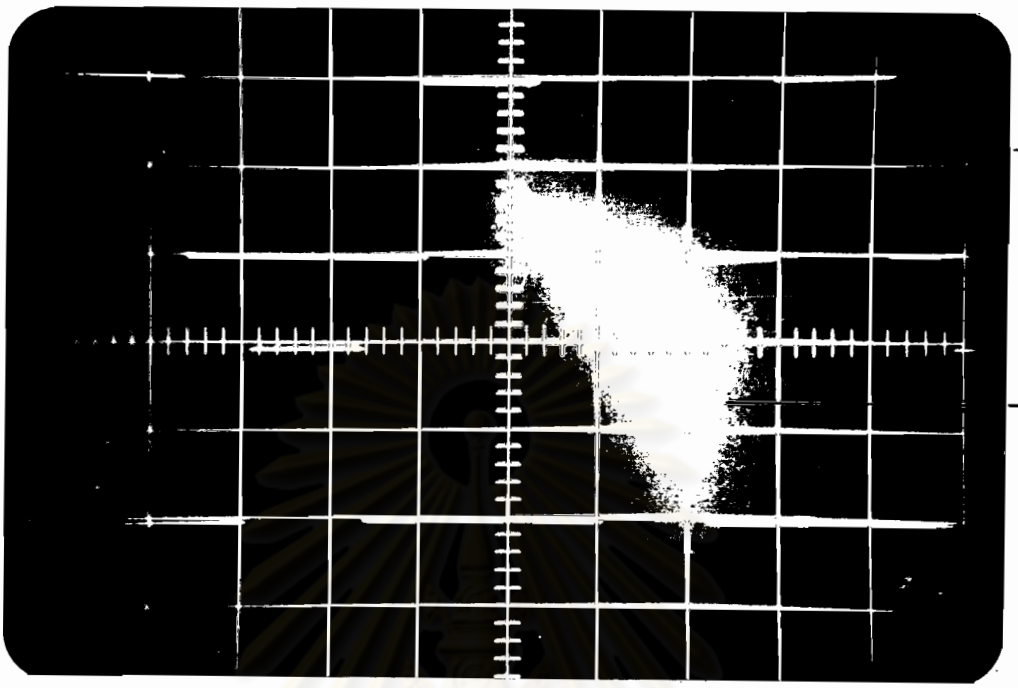


(ข)

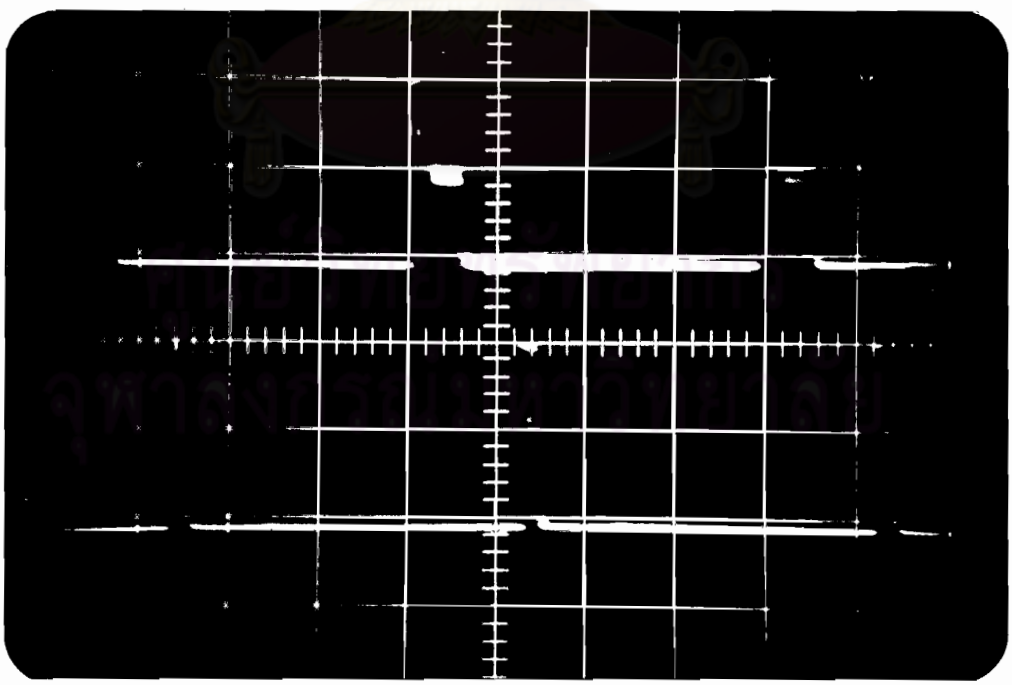
รูปที่ 6.4 รูปคลื่นสัญญาณออกของวงจรหน่วงเวลา(รูปล่าง) เปรียบเทียบกับรูปคลื่นสัญญาณอ้างอิง (รูปบน) สเกล 2 V/div ; 5 ms/div

ก) เมื่อหน่วงเวลา 1.6 ms (30)

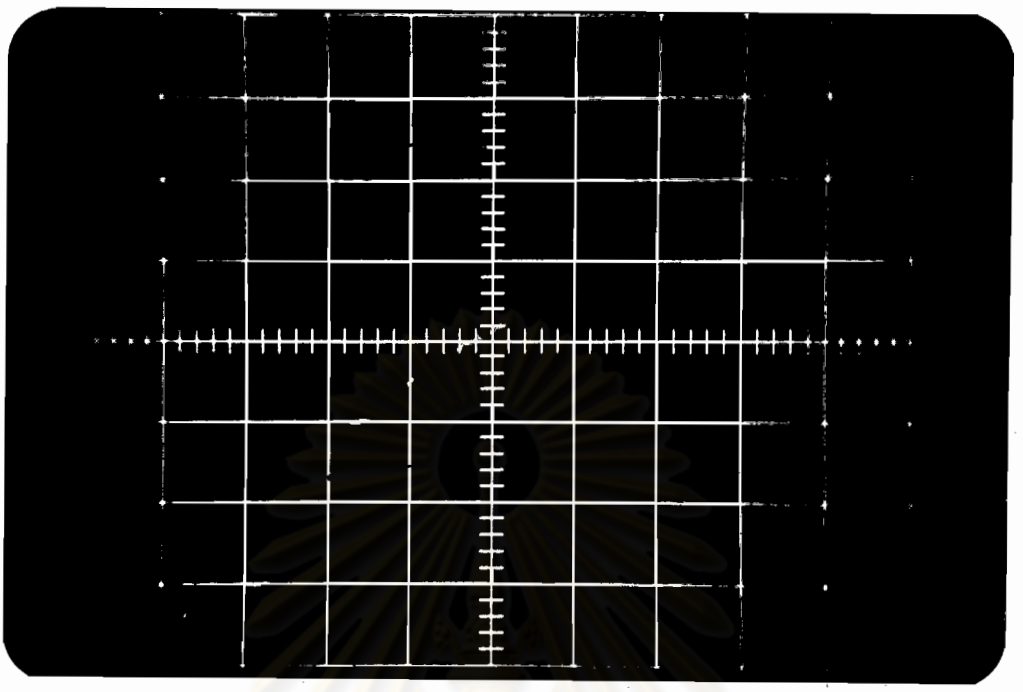
ข) เมื่อหน่วงเวลา 8.4 ms (150)



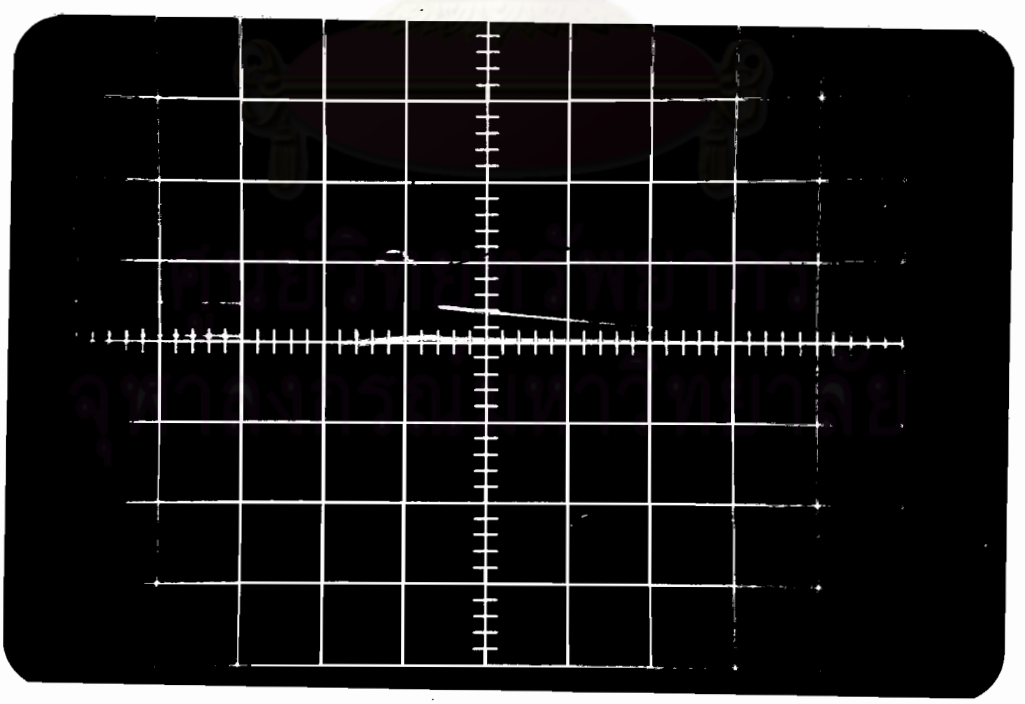
รูปที่ 6.5 รูปคลื่นสัญญาณครึ่งไซเคิลบวกและลบ ความกว้างของพัลส์ 6.87 ms หรือ 120 สเกล 2 V/div ; 5 ms/div



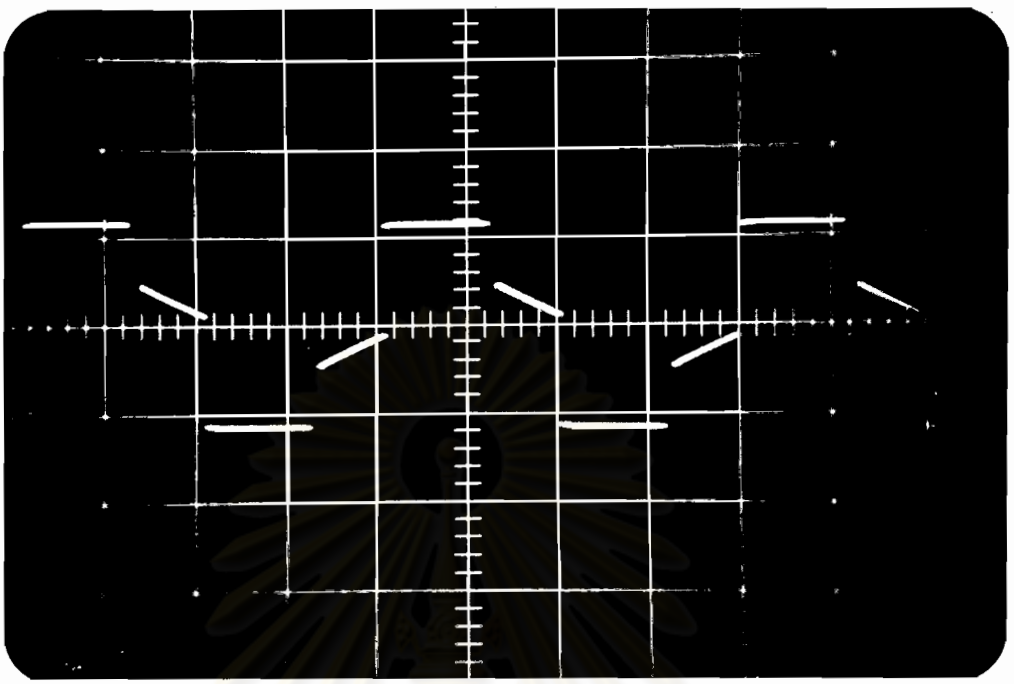
รูปที่ 6.6 รูปคลื่นสัญญาณทริกเมนไทรีสเตอร์ (รูปบน) และไทรีสเตอร์ช่วย (รูปล่าง) สเกล 2 V/div ; 5 ms/div



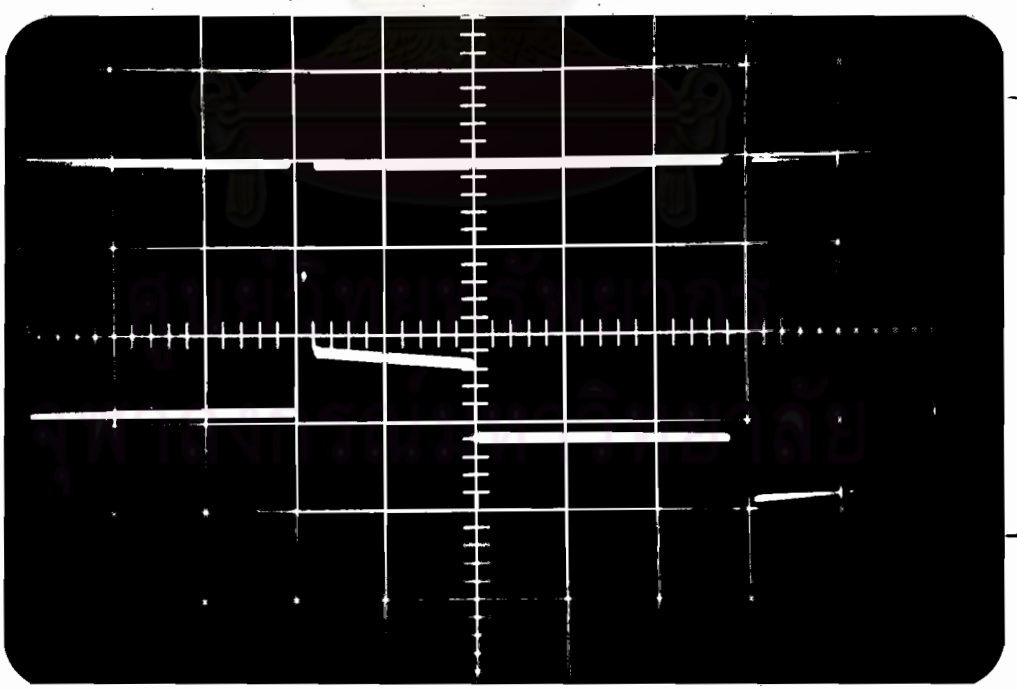
รูปที่ 6.8 รูปคลื่นกระแสคอมมิวเตต ic และแรงดันของตัวเก็บประจุ vc ในวงจรชอปเปอร์ สเกล 0.2 ms/div , ic : 10 A/div ; vc : 20 V/div



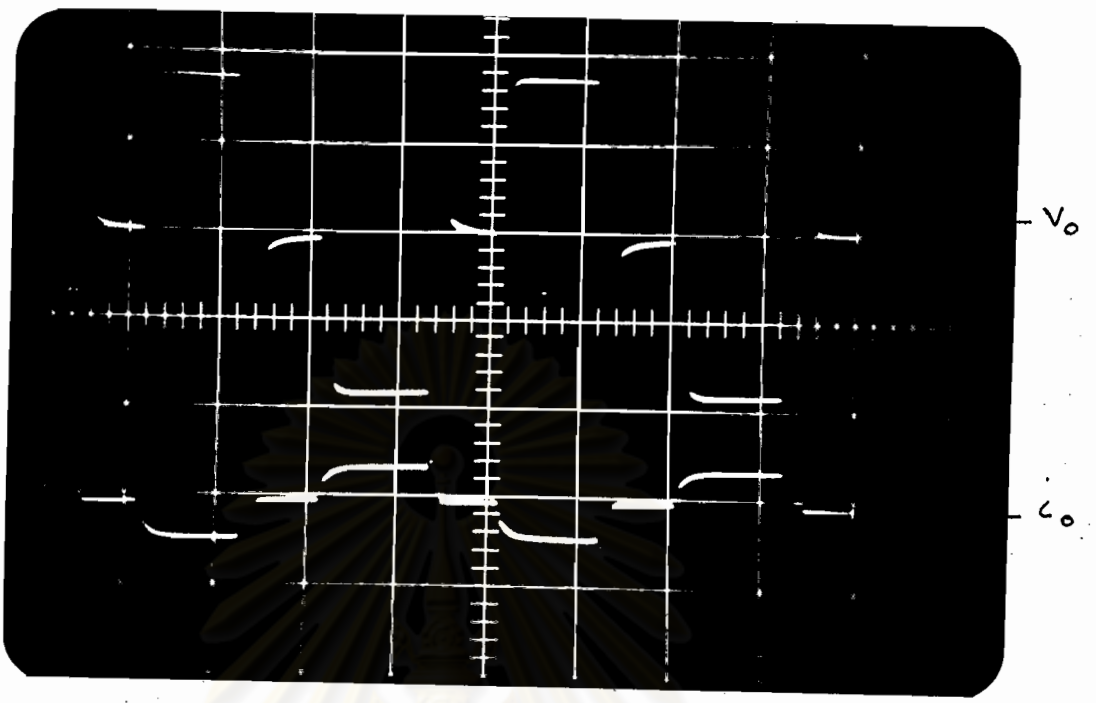
รูปที่ 6.9 รูปคลื่นกระแสคอมมิวเตต ic และกระแสเมนไทรีสเตอร์ i_T ในวงจรชอปเปอร์(กระแสโหลด) สเกล 0.2 ms/div ; 20 A/div



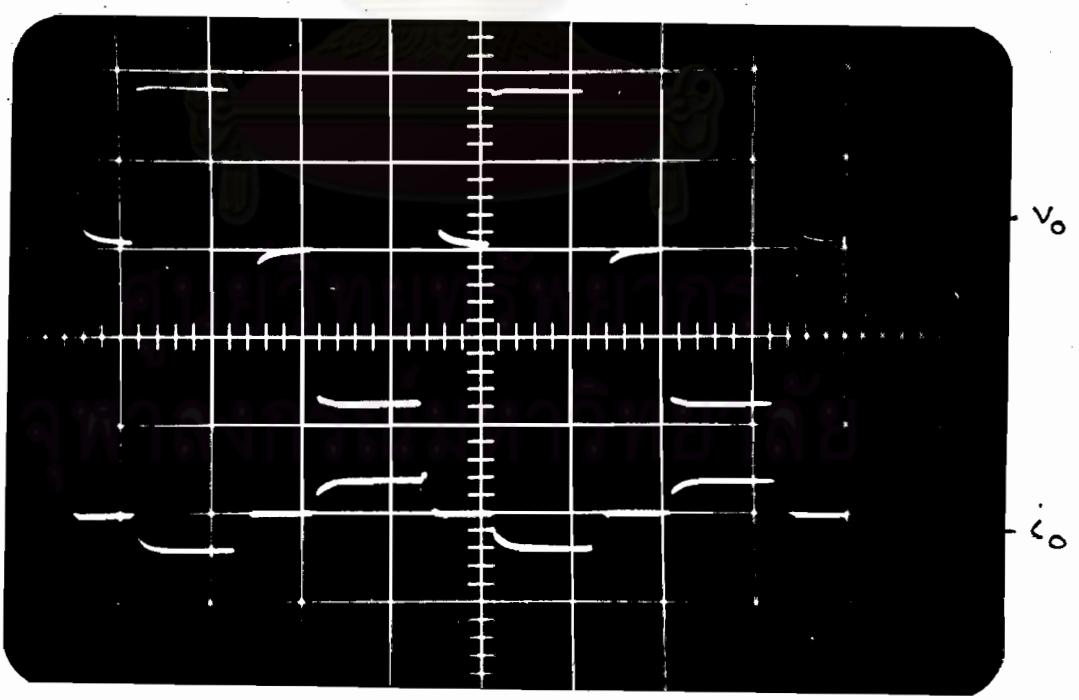
รูปที่ 6.10 รูปคลื่นแรงดันไฟฟ้าออก vo ของวงจรอินเวอร์เตอร์แต่ละชุด ในภาวะไร้โหลด สเกล 50 V/div ; 5 ms/div



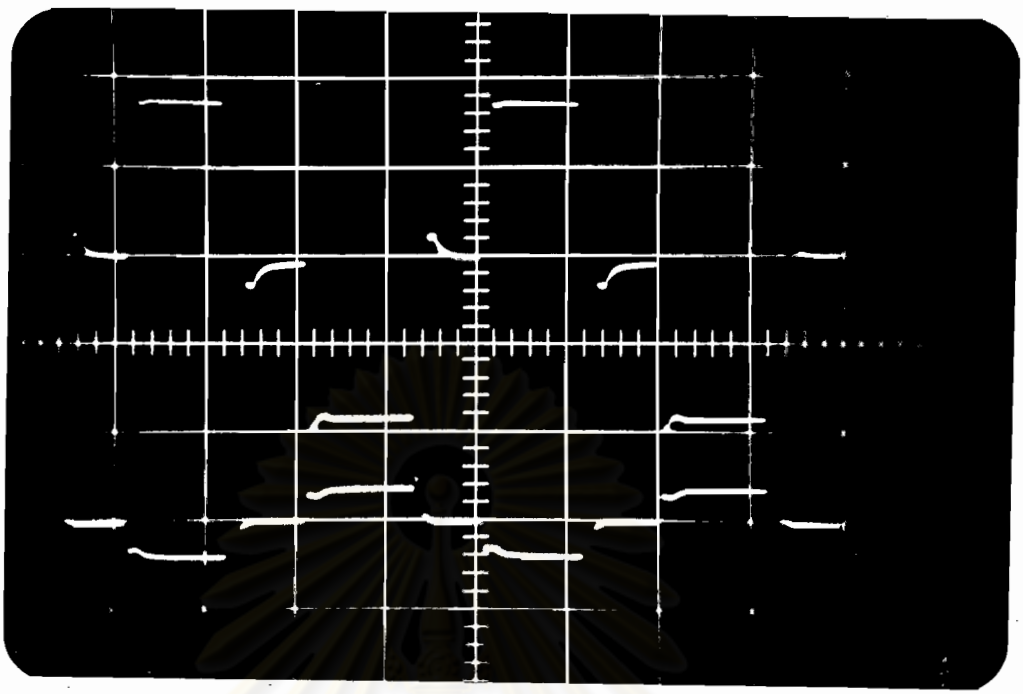
รูปที่ 6.11 รูปคลื่นกระแสคอมมิวเตต ic และแรงดันไฟฟ้าของตัวเก็บประจุ vc สเกล 2 ms/div, ic : 20 A/div ; vc : 50 V/div



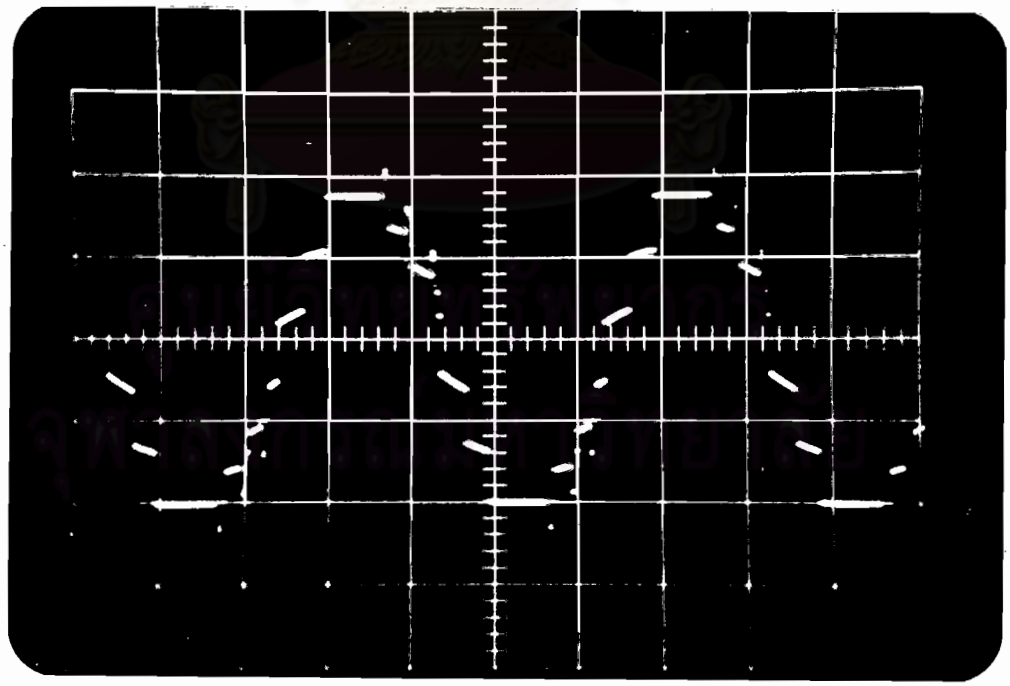
รูปที่ 6.12 รูปคลื่นกระแสโหลด i_o และแรงดันไฟฟ้าออก v_o ของวงจรอินเวอร์เตอร์แต่ละชุด ในภาวะมีโหลด R สเกล 5 ms/div , v_o : 50 V/div ; i_O : 10 A/div



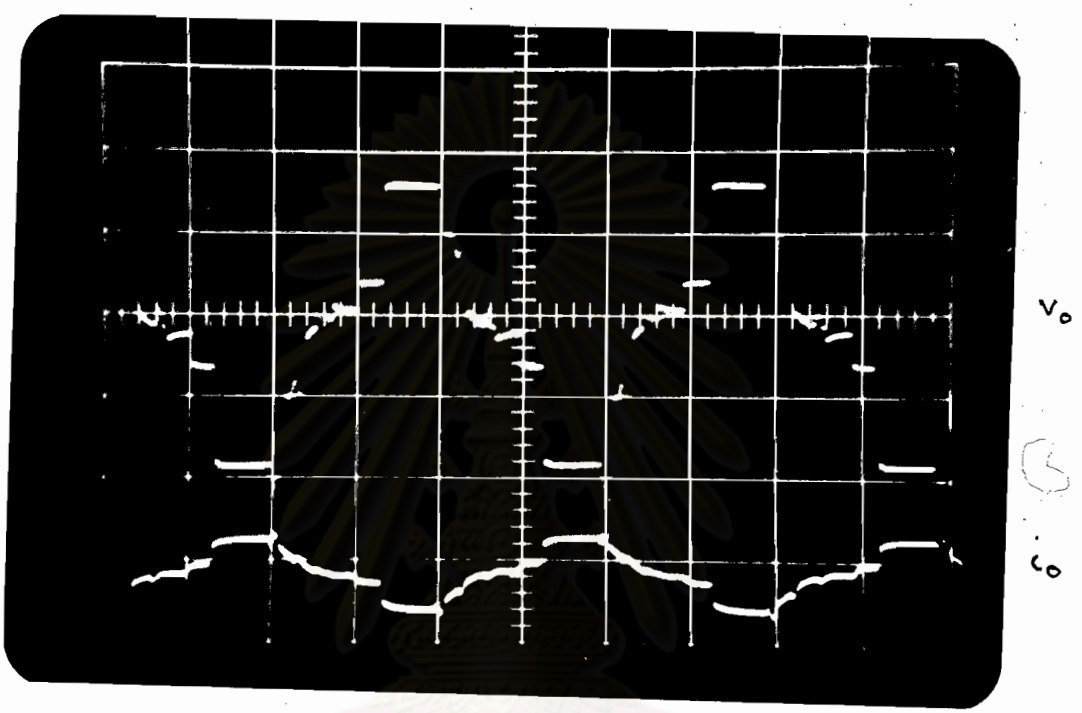
รูปที่ 6.13 รูปคลื่นกระแสโหลด i_o และแรงดันไฟฟ้าออก v_o ของวงจรอินเวอร์เตอร์แต่ละชุด ในภาวะมีโหลด RL สเกล 5 ms/div , v_o: 50V/div ; i_o : 10 A/div



รูปที่ 6.14 รูปคลื่นกระแสโหลด io และแรงดันไฟฟ้าออก vo ของวงจรอินเวอร์เตอร์แต่ละชุด ในภาวะมีโหลด RLC สเกล 5 ms/div , vo : 50 V/div , io : 10 A/div



รูปที่ 6.15 รูปคลื่นแรงดันไฟฟ้าออกของวงจรอินเวอร์เตอร์ เมื่อต่อแรงดันไฟฟ้าออกของวงจรอินเวอร์เตอร์ ทั้ง 3 ชุด อนุกรมกันในภาวะไร้โหลด สเกล 5 ms/div ; 200 V/div



รูปที่ 6.16 รูปคลื่นแรงดันไฟฟ้าออกของวงจรอินเวอร์เตอร์ เมื่อต่อแรงดันไฟฟ้าออกของวงจรอินเวอร์เตอร์ ทั้ง 3 ชุด อนุกรมกัน ในภาวะมีโหลด R สเกล 5 ms/div ; V_o : 200 V/div : i_o = 4 A/div

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย