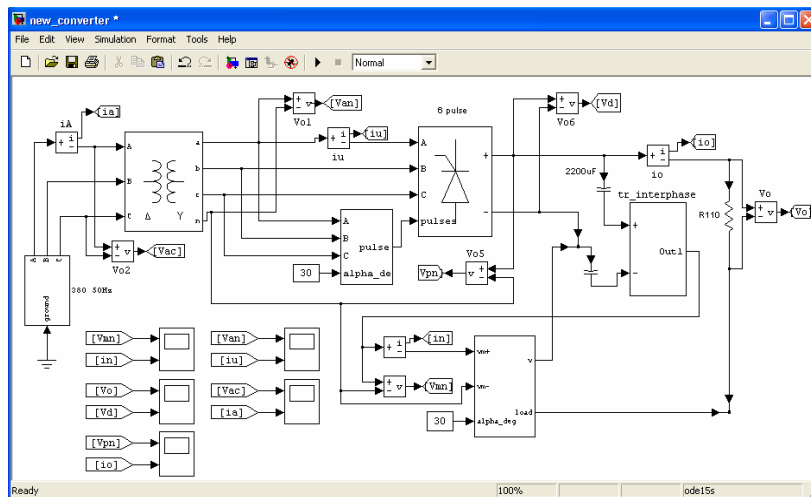


บทที่ 5

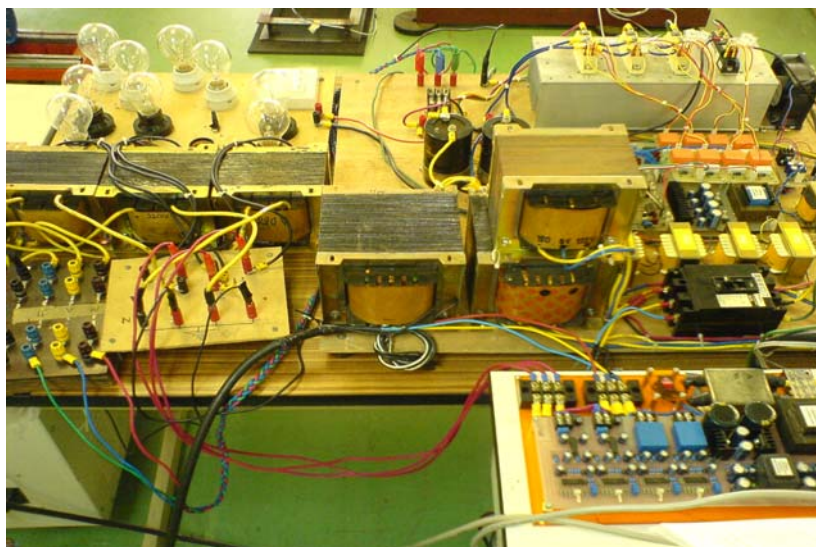
วิธีการทดสอบและผลการทดสอบ

5.1 บทนำ

ในการวิเคราะห์ระบบจะใช้โปรแกรม MATLAB/SIMULINK ประมวลผลเพื่อทำการเปรียบเทียบการทำงานของระบบทดสอบจริงกับการจำลองระบบ เพื่อความแตกต่างของสัญญาณ โดยนำวงจรเรียงกระแส เอช/ดีซี 6 พัลส์คอนเวอร์เตอร์แบบควบคุมเฟสที่มีการปรับปรุงมาทำการทดสอบโดยการกำหนดค่าพารามิเตอร์ของอุปกรณ์ต่างๆ ให้มีค่าเท่ากัน



รูปที่ 5.1 การจำลองระบบโดยใช้โปรแกรม MATLAB/SIMULINK



รูปที่ 5.2 เครื่องต้นแบบที่ใช้ในการทดสอบ

5.2 การทดสอบหม้อแปลงวงจรช่วยไทรสเตอร์โดยการกำหนดค่าพารามิเตอร์

โดยได้กำหนดค่าพารามิเตอร์ดังนี้ $V_{LL} = 155V$, โหลดหลอดไฟ 4 หลอดหลอดละ 100W $C_p, C_q = 2200 \mu F$ และการกำหนดมุมนำกระแสที่แตกต่างกัน โดยที่ค่าอัตราส่วนของหม้อแปลง a เป็นค่าอัตราส่วนที่หม้อแปลงวงจรช่วยไทรสเตอร์และ k เป็นค่าอัตราส่วนที่หม้อแปลงอินเตอร์เฟส การหาอัตราส่วนหม้อแปลงอินเตอร์เฟสซึ่งได้อธิบายไว้ในบทที่ 4 ส่วนในบทนี้จะทำการทดสอบที่หม้อแปลงวงจรช่วยไทรสเตอร์ที่อัตราส่วนทางด้านแรงดันเข้า และทางด้านออกที่ไม่เท่ากัน แต่แรงดันที่เข้าหม้อแปลงทางด้านแรงดันออกให้มีค่าที่เท่ากันเพื่อให้เฟสสมดุล จากตารางที่ 5.1 และทดสอบการปรับเปลี่ยนมุมนำกระแสให้กับคอนเวอร์เตอร์จากตารางที่ 5.2 โดยการต่อโหลดทางด้านระบบไฟฟ้ากระแสตรงเป็นค่าความต้านทาน (หลอดไฟ) ตามรูปที่ 5.2 ที่พิกัดกระแส i_o มีค่าไม่เกิน 2A โดยมีลำดับขั้นตอนการทดสอบดังนี้

1. ทดสอบการเปลี่ยนแปลงอัตราส่วนหม้อแปลงไทรสเตอร์ช่วยตารางที่ 5.1
2. กำหนดมุมนำกระแสตามตารางที่ 5.2
3. ปรับแรงดันอินพุตให้ได้พิกัด $V_{LL} = 155V$ และทำการบันทึกสัญญาณ
4. บันทึกค่า %THDi

ตารางที่ 5.1 อัตราส่วนหม้อแปลงไทรสเตอร์ช่วย (a)

หม้อแปลงช่วยไทรสเตอร์ (a)	
1	0.5:0.5
1	1:1
1	1.5:1.5

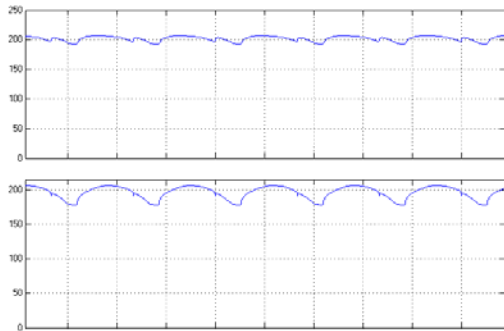
ทำการทดสอบที่ชุดหม้อแปลงไทรสเตอร์ที่ อัตราส่วนตามตารางที่ 5.1 โดยกำหนดให้อัตราส่วนหม้อแปลงอินเตอร์เฟส (k) จะให้ค่าเท่ากับ 1:1 จากการวิเคราะห์ในบทที่ 4 ให้ ($\beta = \beta_p = \beta_q$)

ตารางที่ 5.2 ค่ามุมนำกระแสของวงจรเรียงกระแส 6 พัลส์คอนเวอร์เตอร์แบบปรับปรุง

มุมนำกระแส (α)	มุมนำกระแส (β)
0°	0°
0°	30°
30°	0°
30°	30°

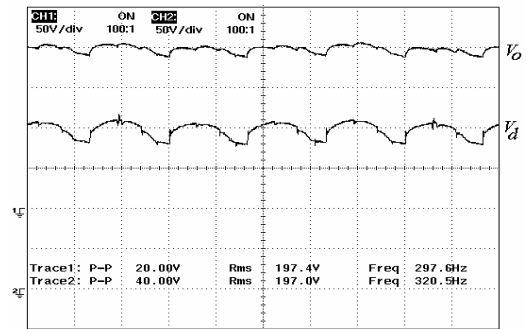
5.3 การทดสอบที่อัตราส่วนหม้อแปลง $a = 1:0.5:0.5$, $k = 1:1$

5.3.1 กำหนดให้มุมนำกระแส $\alpha = 0^\circ$, $\beta = 0^\circ$



(ก) รูปสัญญาณ V_o , V_d ที่ได้จากการจำลอง

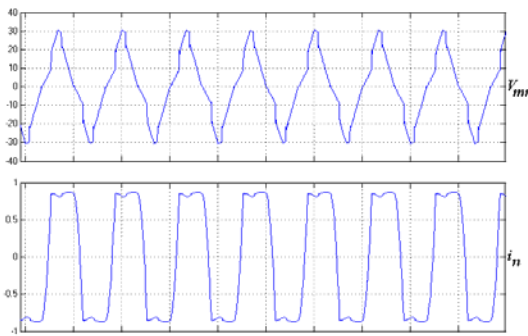
$$V_o = 50\text{V/div}, V_d = 50\text{V/div}$$



(ข) รูปสัญญาณ V_o , V_d ที่ได้จากการทดลอง

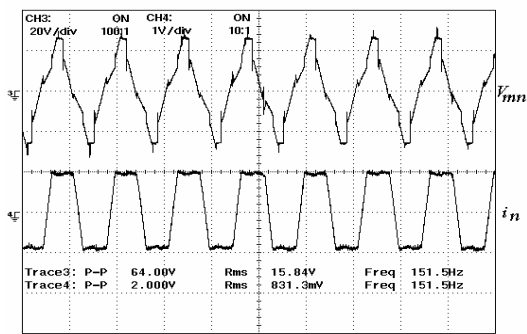
$$V_o = 50\text{V/div}, V_d = 50\text{V/div}$$

รูปที่ 5.3 รูปสัญญาณ V_o , V_d ที่มีการกำหนดมุมนำกระแส $\alpha = 0^\circ$, $\beta = 0^\circ$ ที่ $a = 1:0.5:0.5$



(ก) รูปสัญญาณ V_{mn} , i_n ที่ได้จากการจำลอง

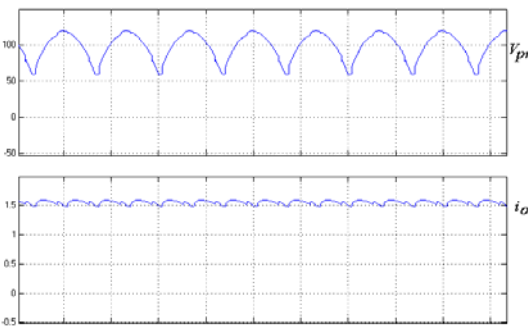
$$V_{mn} = 10\text{V/div}, i_n = 0.5\text{A/div}$$



(ข) รูปสัญญาณ V_{mn} , i_n ที่ได้จากการทดลอง

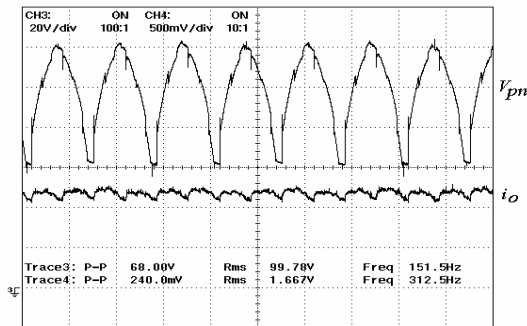
$$V_{mn} = 20\text{V/div}, i_n = 1\text{A/div}$$

รูปที่ 5.4 รูปสัญญาณ V_{mn} , i_n ที่มีการกำหนดมุมนำกระแส $\alpha = 0^\circ$, $\beta = 0^\circ$ ที่ $a = 1:0.5:0.5$



(ก) รูปสัญญาณ V_{pn} , i_o ที่ได้จากการจำลอง

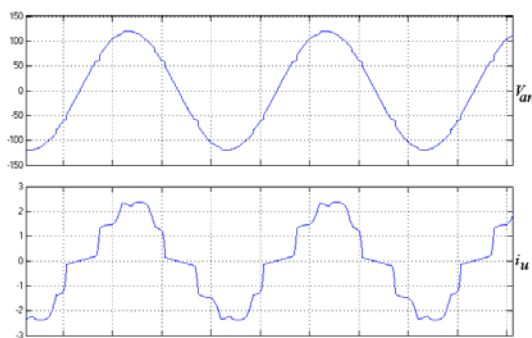
$$V_{pn} = 50\text{V/div}, i_o = 0.5\text{A/div}$$



(ข) รูปสัญญาณ V_{pn} , i_o ที่ได้จากการทดลอง

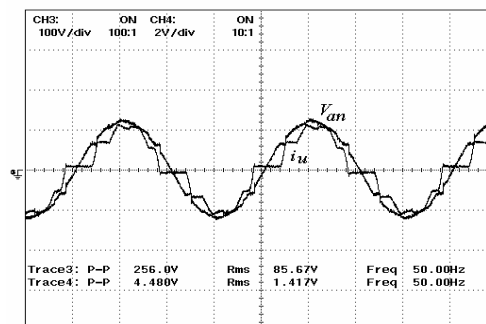
$$V_{pn} = 20\text{V/div}, i_o = 500\text{mA/div}$$

รูปที่ 5.5 รูปสัญญาณ V_{pn} , i_o ที่มีการกำหนดมุมนำกระแส $\alpha = 0^\circ$, $\beta = 0^\circ$ ที่ $a = 1:0.5:0.5$

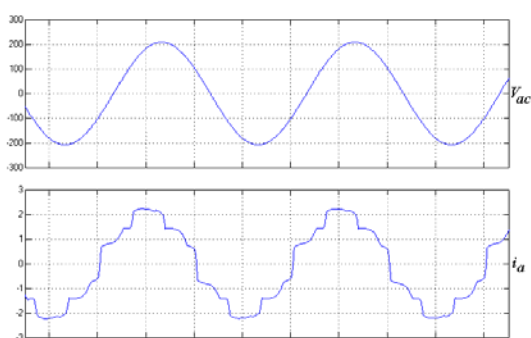
(ก) รูปสัญญาณ V_{an} , i_u ที่ได้จากการจำลอง

$$V_{an} = 50\text{V/div}, i_u = 1\text{A/div}$$

รูปที่ 5.6 รูปสัญญาณ V_{an} , i_u ที่มีการกำหนดมุมนำกระแส $\alpha = 0^\circ$, $\beta = 0^\circ$ ที่ $a = 1:0.5:0.5$

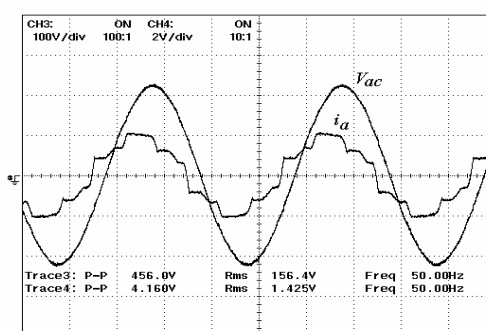
(ข) รูปสัญญาณ V_{an} , i_u ที่ได้จากการทดลอง

$$V_{an} = 100\text{V/div}, i_u = 2\text{A/div}$$

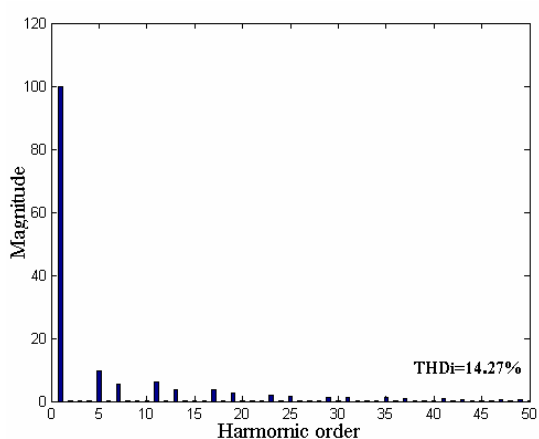
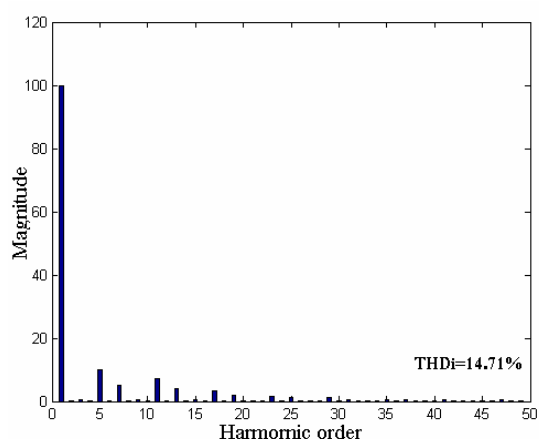
(ก) รูปสัญญาณ V_{ac} , i_a ที่ได้จากการจำลอง

$$V_{ac} = 100\text{V/div}, i_a = 1\text{A/div}$$

รูปที่ 5.7 รูปสัญญาณ V_{ac} , i_a ที่มีการกำหนดมุมนำกระแส $\alpha = 0^\circ$, $\beta = 0^\circ$ ที่ $a = 1:0.5:0.5$

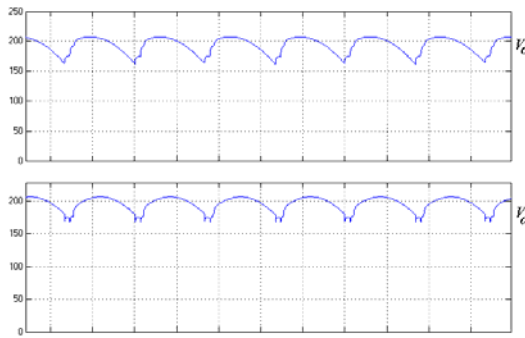
(ข) รูปสัญญาณ V_{ac} , i_a ที่ได้จากการทดลอง

$$V_{ac} = 100\text{V/div}, i_a = 2\text{A/div}$$

(ก) ค่า THDi ของกระแส i_a ได้จากการจำลอง(ข) ค่า THDi ของกระแส i_a ได้จากการทดลอง

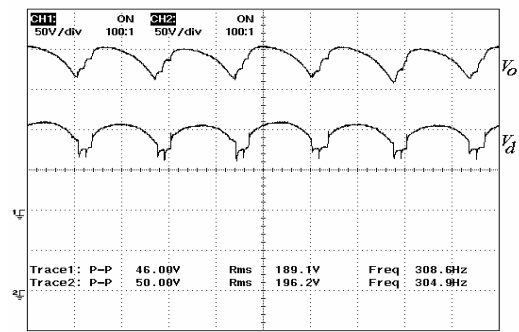
รูปที่ 5.8 ค่า THDi ของกระแส i_a ที่มีการกำหนดมุมนำกระแส $\alpha = 0^\circ$, $\beta = 0^\circ$ ที่ $a = 1:0.5:0.5$

5.3.2 กำหนดให้มุมนำกระแส $\alpha = 0^\circ, \beta = 30^\circ$



(ก) รูปสัญญาณ V_o, V_d ที่ได้จากการจำลอง

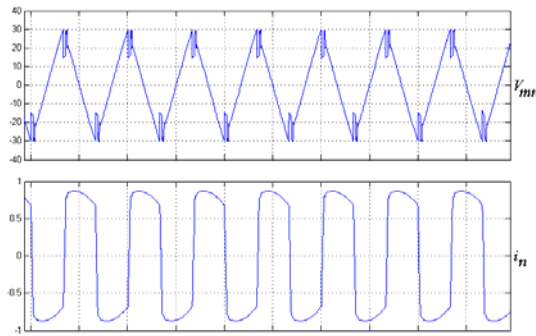
$$V_o = 50\text{V/div}, V_d = 50\text{V/div}$$



(ข) รูปสัญญาณ V_o, V_d ที่ได้จากการทดลอง

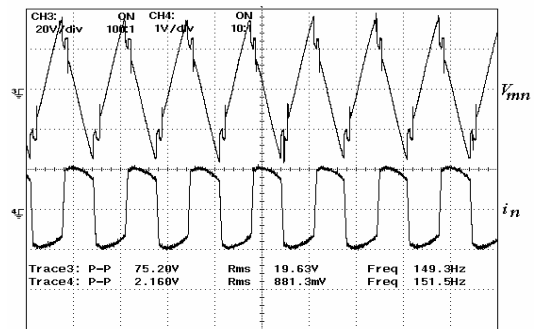
$$V_o = 50\text{V/div}, V_d = 50\text{V/div}$$

รูปที่ 5.9 รูปสัญญาณ V_o, V_d ที่มีการกำหนดมุมนำกระแส $\alpha = 0^\circ, \beta = 30^\circ$ ที่ $a = 1:0.5:0.5$



(ก) รูปสัญญาณ V_{mn}, i_n ที่ได้จากการจำลอง

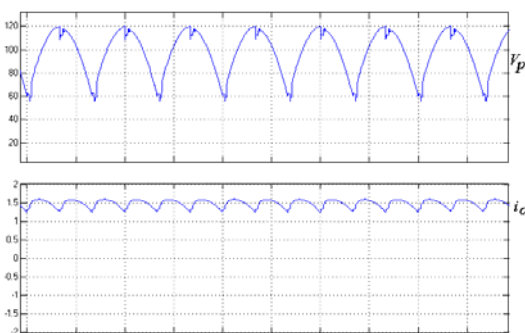
$$V_{mn} = 10\text{V/div}, i_n = 0.5\text{A/div}$$



(ข) รูปสัญญาณ V_{mn}, i_n ที่ได้จากการทดลอง

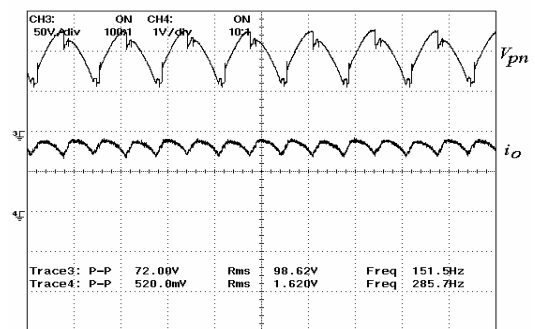
$$V_{mn} = 20\text{V/div}, i_n = 1\text{A/div}$$

รูปที่ 5.10 รูปสัญญาณ V_{mn}, i_n ที่มีการกำหนดมุมนำกระแส $\alpha = 0^\circ, \beta = 30^\circ$ ที่ $a = 1:0.5:0.5$



(ก) รูปสัญญาณ V_{pn}, i_o ที่ได้จากการจำลอง

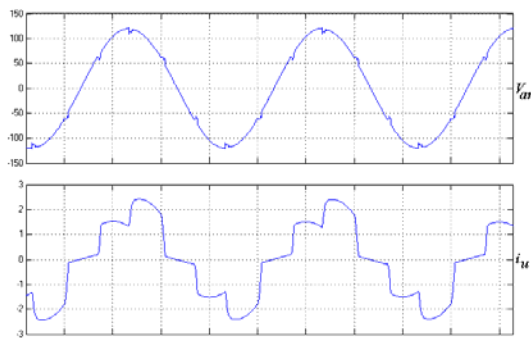
$$V_{pn} = 20\text{V/div}, i_o = 0.5\text{A/div}$$



(ข) รูปสัญญาณ V_{pn}, i_o ที่ได้จากการทดลอง

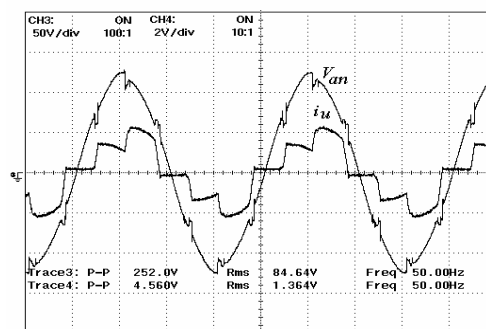
$$V_{pn} = 50\text{V/div}, i_o = 1\text{A/div}$$

รูปที่ 5.11 รูปสัญญาณ V_{pn}, i_o ที่มีการกำหนดมุมนำกระแส $\alpha = 0^\circ, \beta = 30^\circ$ ที่ $a = 1:0.5:0.5$

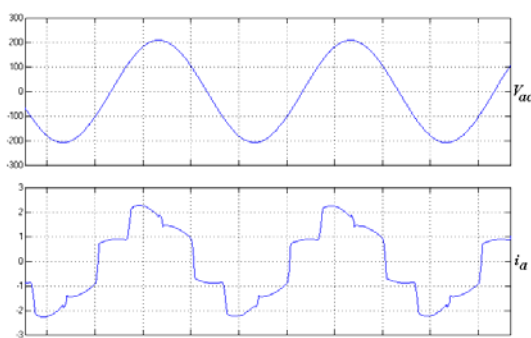
(ก) รูปสัญญาณ V_{an}, i_u ที่ได้จากการจำลอง

$$V_{an} = 50\text{V/div}, i_u = 1\text{A/div}$$

รูปที่ 5.12 รูปสัญญาณ V_{an}, i_u ที่มีการกำหนดมุมนำกระแส $\alpha = 0^\circ, \beta = 30^\circ$ ที่ $a = 1:0.5:0.5$

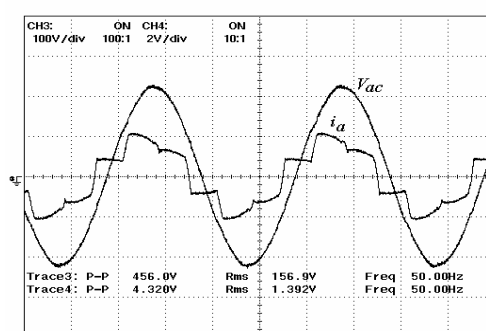
(ข) รูปสัญญาณ V_{an}, i_u ที่ได้จากการทดลอง

$$V_{an} = 50\text{V/div}, i_u = 2\text{A/div}$$

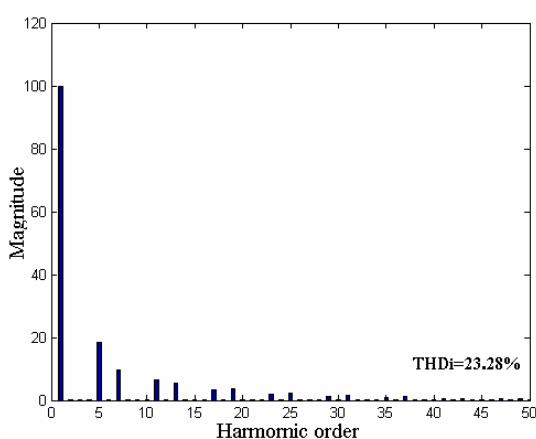
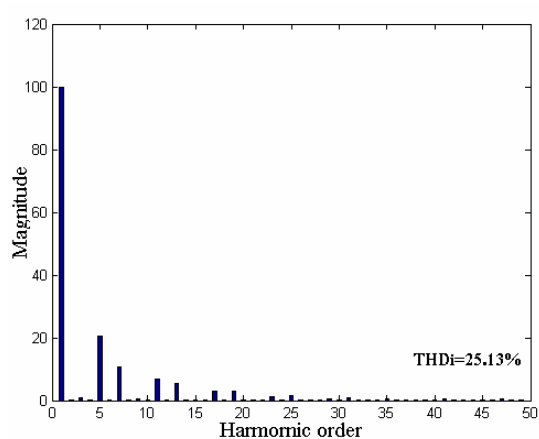
(ก) รูปสัญญาณ V_{ac}, i_a ที่ได้จากการจำลอง

$$V_{ac} = 100\text{V/div}, i_a = 1\text{A/div}$$

รูปที่ 5.13 รูปสัญญาณ V_{ac}, i_a ที่มีการกำหนดมุมนำกระแส $\alpha = 0^\circ, \beta = 30^\circ$ ที่ $a = 1:0.5:0.5$

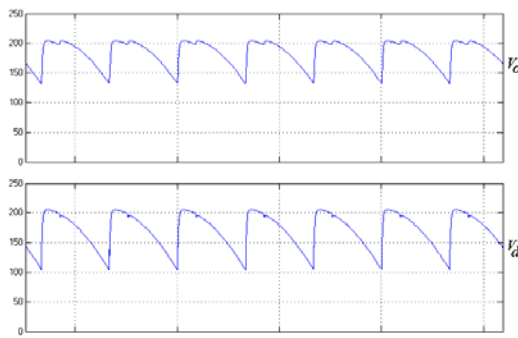
(ข) รูปสัญญาณ V_{ac}, i_a ที่ได้จากการทดลอง

$$V_{ac} = 100\text{V/div}, i_a = 2\text{A/div}$$

(ก) ค่า THDi ของกระแส i_a ได้จากการจำลอง(ข) ค่า THDi ของกระแส i_a ได้จากการทดลอง

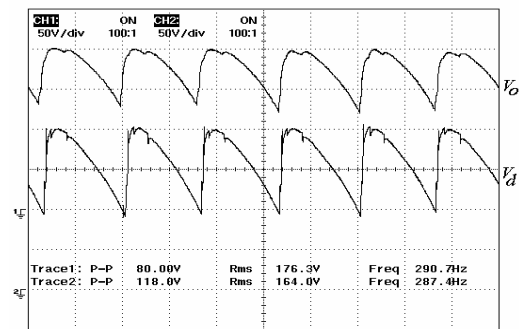
รูปที่ 5.14 ค่า THDi ของกระแส i_a ที่มีการกำหนดมุมนำกระแส $\alpha = 0^\circ, \beta = 30^\circ$ ที่ $a = 1:0.5:0.5$

5.3.3 กำหนดให้มุมนำกระแส $\alpha = 30^\circ, \beta = 0$



(ก) รูปสัญญาณ V_o, V_d ที่ได้จากการจำลอง

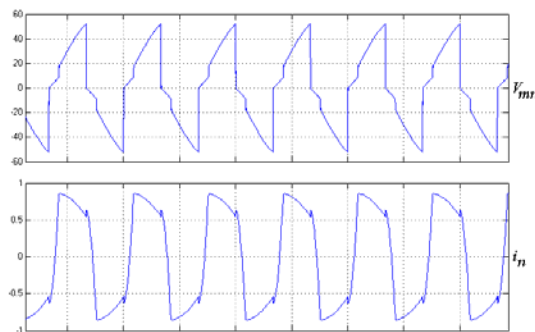
$$V_o = 50\text{V/div}, V_d = 50\text{V/div}$$



(ข) รูปสัญญาณ V_o, V_d ที่ได้จากการทดลอง

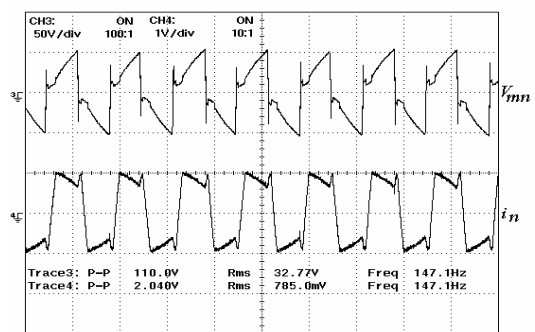
$$V_o = 50\text{V/div}, V_d = 50\text{V/div}$$

รูปที่ 5.15 รูปสัญญาณ V_o, V_d ที่มีการกำหนดมุมนำกระแส $\alpha = 30^\circ, \beta = 0^\circ$ ที่ $a = 1:0.5:0.5$



(ก) รูปสัญญาณ V_{mn}, i_n ที่ได้จากการจำลอง

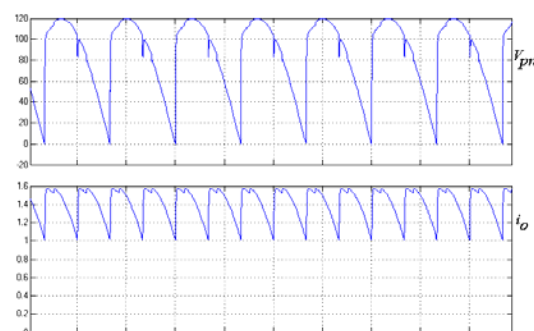
$$V_{mn} = 20\text{V/div}, i_n = 0.5\text{A/div}$$



(ข) รูปสัญญาณ V_{mn}, i_n ที่ได้จากการทดลอง

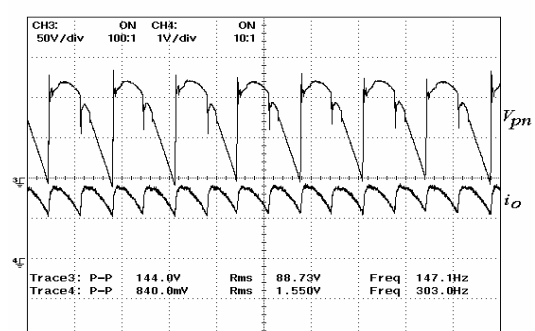
$$V_{mn} = 50\text{V/div}, i_n = 1\text{A/div}$$

รูปที่ 5.16 รูปสัญญาณ V_{mn}, i_n ที่มีการกำหนดมุมนำกระแส $\alpha = 30^\circ, \beta = 0^\circ$ ที่ $a = 1:0.5:0.5$



(ก) รูปสัญญาณ V_{pn}, i_o ที่ได้จากการจำลอง

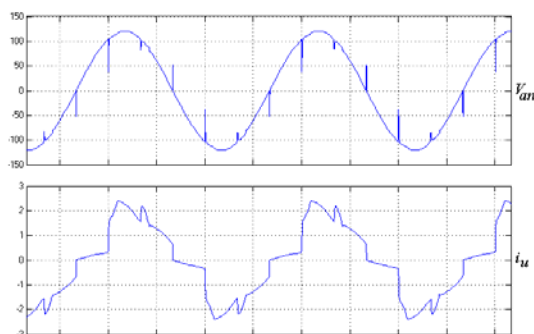
$$V_{pn} = 20\text{V/div}, i_o = 0.2\text{A/div}$$



(ข) รูปสัญญาณ V_{pn}, i_o ที่ได้จากการทดลอง

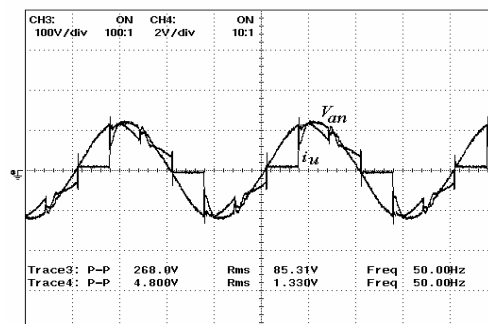
$$V_{pn} = 50\text{V/div}, i_o = 1\text{A/div}$$

รูปที่ 5.17 รูปสัญญาณ V_{pn}, i_o ที่มีการกำหนดมุมนำกระแส $\alpha = 30^\circ, \beta = 0^\circ$ ที่ $a = 1:0.5:0.5$

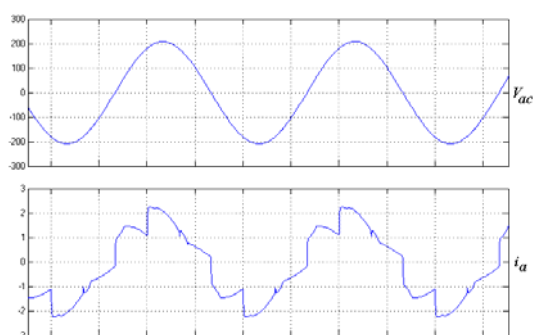
(ก) รูปสัญญาณ V_{an}, i_u ที่ได้จากการจำลอง

$$V_{an} = 50\text{V/div}, i_u = 1\text{A/div}$$

รูปที่ 5.18 รูปสัญญาณ V_{an}, i_u ที่มีการกำหนดมุมนำกระแส $\alpha = 30^\circ, \beta = 0^\circ$ ที่ $a = 1:0.5:0.5$

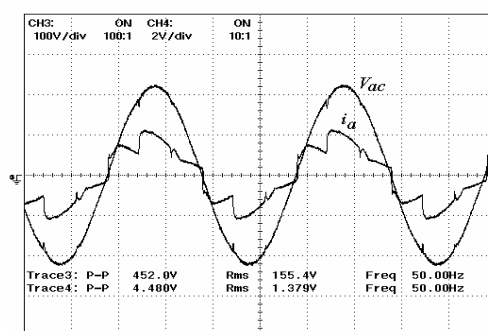
(ข) รูปสัญญาณ V_{an}, i_u ที่ได้จากการทดลอง

$$V_{an} = 100\text{V/div}, i_u = 2\text{A/div}$$

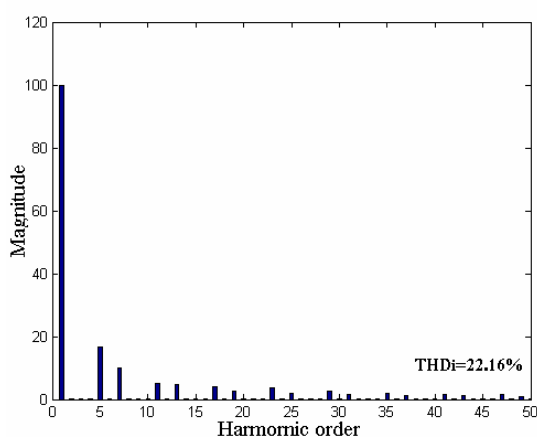
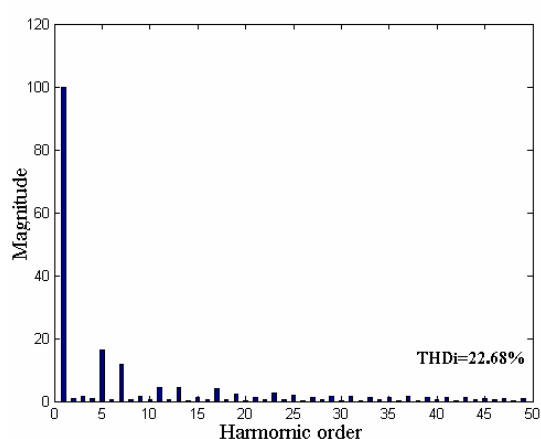
(ก) รูปสัญญาณ V_{ac}, i_a ที่ได้จากการจำลอง

$$V_{ac} = 100\text{V/div}, i_a = 1\text{A/div}$$

รูปที่ 5.19 รูปสัญญาณ V_{ac}, i_a ที่มีการกำหนดมุมนำกระแส $\alpha = 30^\circ, \beta = 0^\circ$ ที่ $a = 1:0.5:0.5$

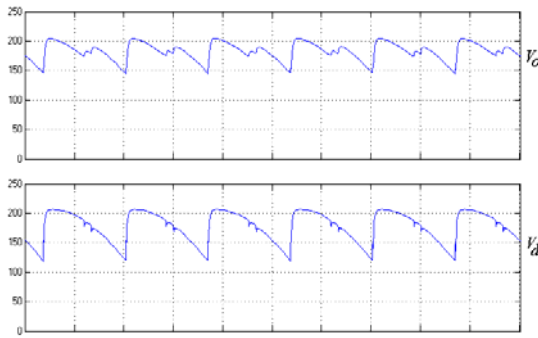
(ข) รูปสัญญาณ V_{ac}, i_a ที่ได้จากการทดลอง

$$V_{ac} = 100\text{V/div}, i_a = 2\text{A/div}$$

(ก) ค่า THDi ของกระแส i_a ได้จากการจำลอง(ข) ค่า THDi ของกระแส i_a ได้จากการทดลอง

รูปที่ 5.20 ค่า THDi ของกระแส i_a ที่มีการกำหนดมุมนำกระแส $\alpha = 30^\circ, \beta = 0^\circ$ ที่ $a = 1:0.5:0.5$

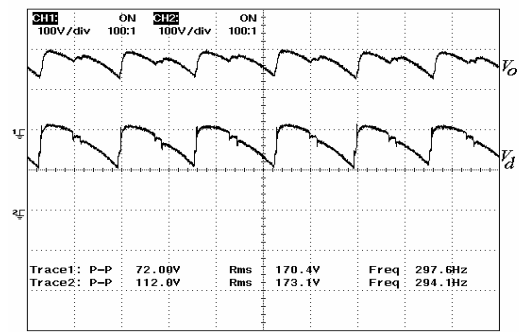
5.3.4 กำหนดให้มุมนำกระแส $\alpha = 30^\circ, \beta = 30^\circ$



(ก) รูปสัญญาณ V_o, V_d ที่ได้จากการจำลอง

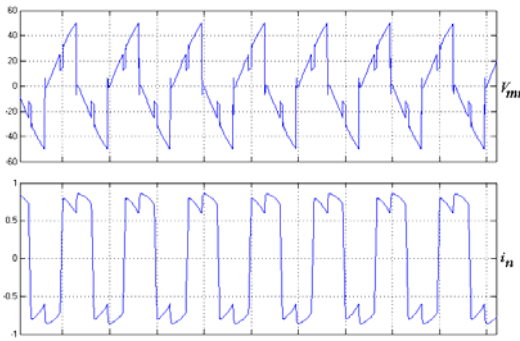
$$V_o = 50\text{V/div}, V_d = 50\text{V/div}$$

รูปที่ 5.21 รูปสัญญาณ V_o, V_d ที่มีการกำหนดมุมนำกระแส $\alpha = 30^\circ, \beta = 30^\circ$ ที่ $a = 1:0.5:0.5$



(ข) รูปสัญญาณ V_o, V_d ที่ได้จากการทดลอง

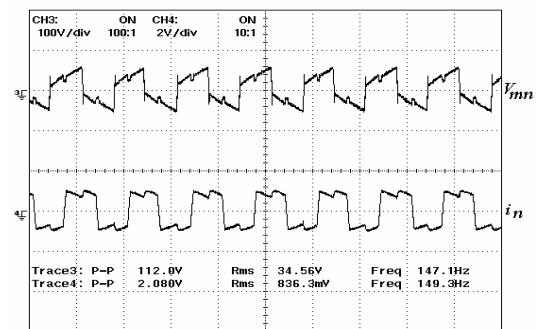
$$V_o = 100\text{V/div}, V_d = 100\text{V/div}$$



(ก) รูปสัญญาณ V_{mn}, i_n ที่ได้จากการจำลอง

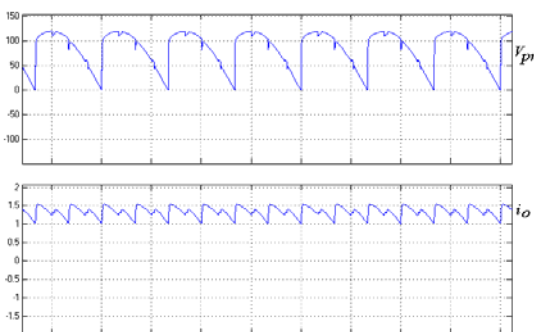
$$V_{mn} = 20\text{V/div}, i_n = 0.5\text{A/div}$$

รูปที่ 5.22 รูปสัญญาณ V_{mn}, i_n ที่มีการกำหนดมุมนำกระแส $\alpha = 30^\circ, \beta = 30^\circ$ ที่ $a = 1:0.5:0.5$



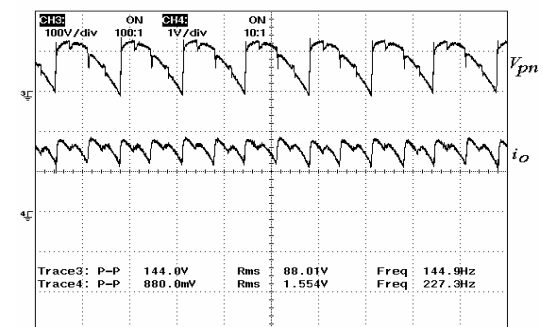
(ข) รูปสัญญาณ V_{mn}, i_n ที่ได้จากการทดลอง

$$V_{mn} = 100\text{V/div}, i_n = 2\text{A/div}$$



(ก) รูปสัญญาณ V_{pn}, i_o ที่ได้จากการจำลอง

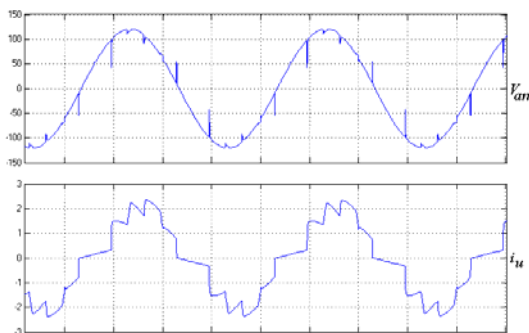
$$V_{pn} = 50\text{V/div}, i_o = 0.5\text{A/div}$$



(ข) รูปสัญญาณ V_{pn}, i_o ที่ได้จากการทดลอง

$$V_{pn} = 100\text{V/div}, i_o = 1\text{A/div}$$

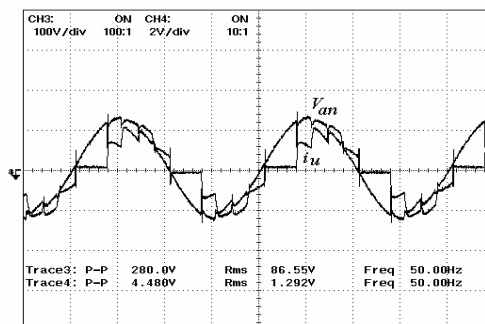
รูปที่ 5.23 รูปสัญญาณ V_{pn}, i_o ที่มีการกำหนดมุมนำกระแส $\alpha = 30^\circ, \beta = 30^\circ$ ที่ $a = 1:0.5:0.5$



(ก) รูปสัญญาณ V_{an}, i_u ที่ได้จากการจำลอง

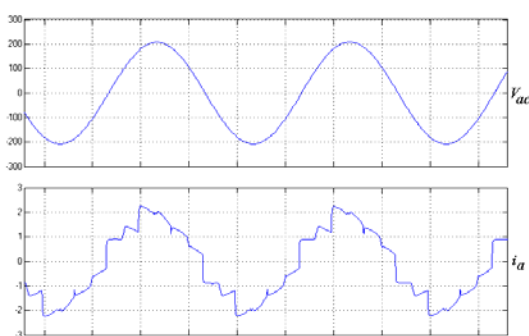
$$V_{an} = 50\text{V/div}, i_u = 1\text{A/div}$$

รูปที่ 5.24 รูปสัญญาณ V_{an}, i_u ที่มีการกำหนดมุมนำกระแส $\alpha = 30^\circ, \beta = 30^\circ$ ที่ $a = 1:0.5:0.5$



(ข) รูปสัญญาณ V_{an}, i_u ที่ได้จากการทดลอง

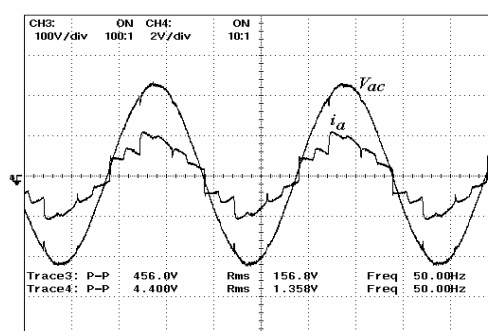
$$V_{an} = 100\text{V/div}, i_u = 2\text{A/div}$$



(ก) รูปสัญญาณ V_{ac}, i_a ที่ได้จากการจำลอง

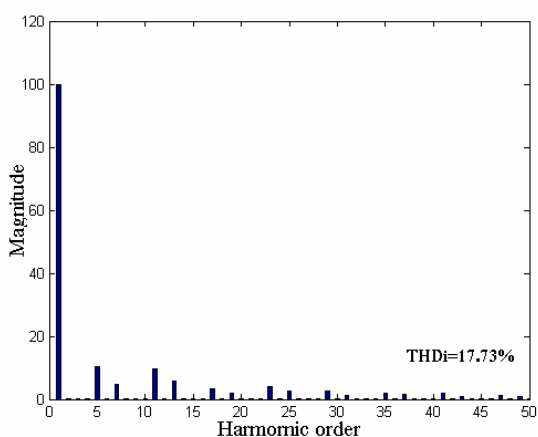
$$V_{ac} = 100\text{V/div}, i_a = 1\text{A/div}$$

รูปที่ 5.25 รูปสัญญาณ V_{ac}, i_a ที่มีการกำหนดมุมนำกระแส $\alpha = 30^\circ, \beta = 30^\circ$ ที่ $a = 1:0.5:0.5$

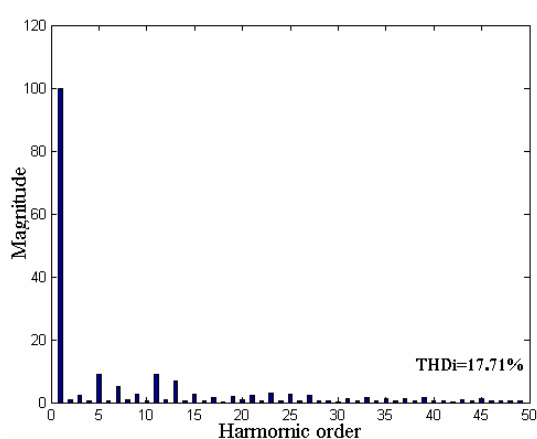


(ข) รูปสัญญาณ V_{ac}, i_a ที่ได้จากการทดลอง

$$V_{ac} = 100\text{V/div}, i_a = 2\text{A/div}$$



(ก) ค่า THDi ของกระแส i_a ได้จากการจำลอง



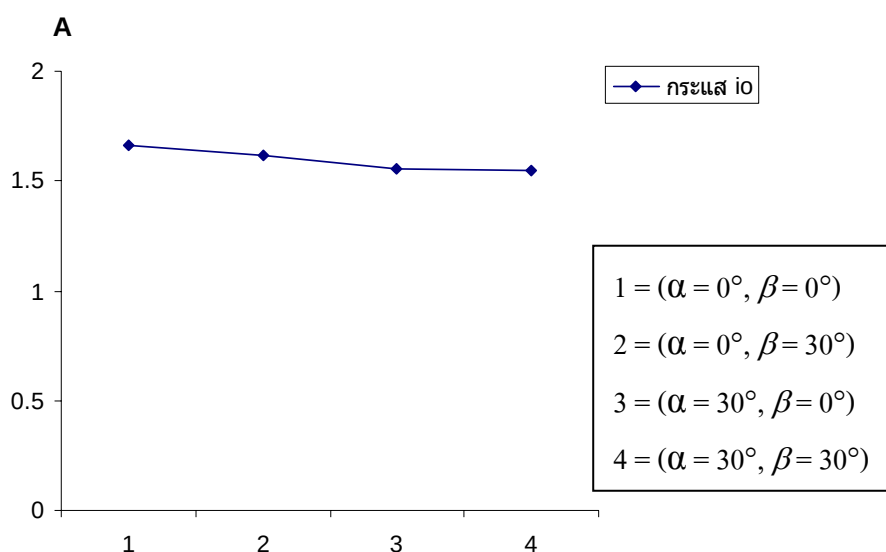
(ข) ค่า THDi ของกระแส i_a ได้จากการทดลอง

รูปที่ 5.26 ค่า THDi ของกระแส i_a ที่มีการกำหนดมุมนำกระแส $\alpha = 30^\circ, \beta = 30^\circ$ ที่ $a = 1:0.5:0.5$

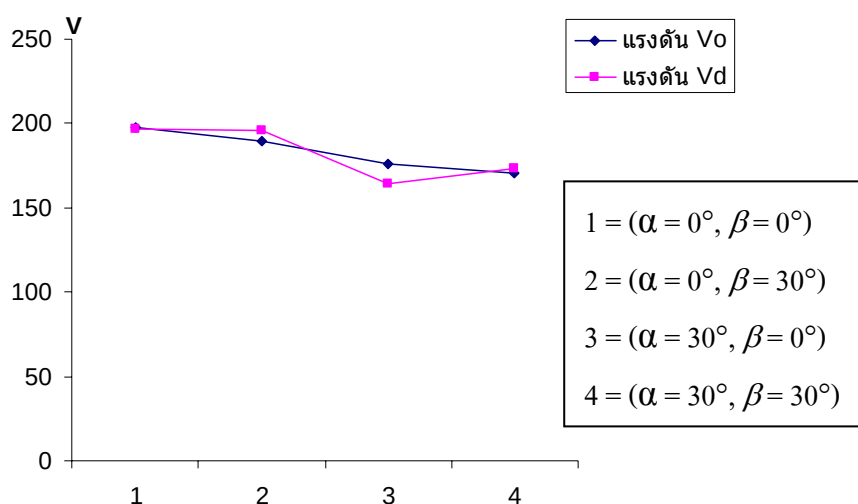
ตารางที่ 5.3 แสดงผลการทำงานที่การกำหนดค่า $a = 1:0.5:0.5$, $k = 1:1$, $V_{LL} = 155V$

α	β	V_o (V)	V_d (V)	i_o (A)	THDi(%)
0°	0°	197.4	197.0	1.66	14.71
0°	30°	189.1	196.2	1.62	25.13
30°	0°	176.3	164.0	1.554	22.68
30°	30°	170.4	173.1	1.55	17.71

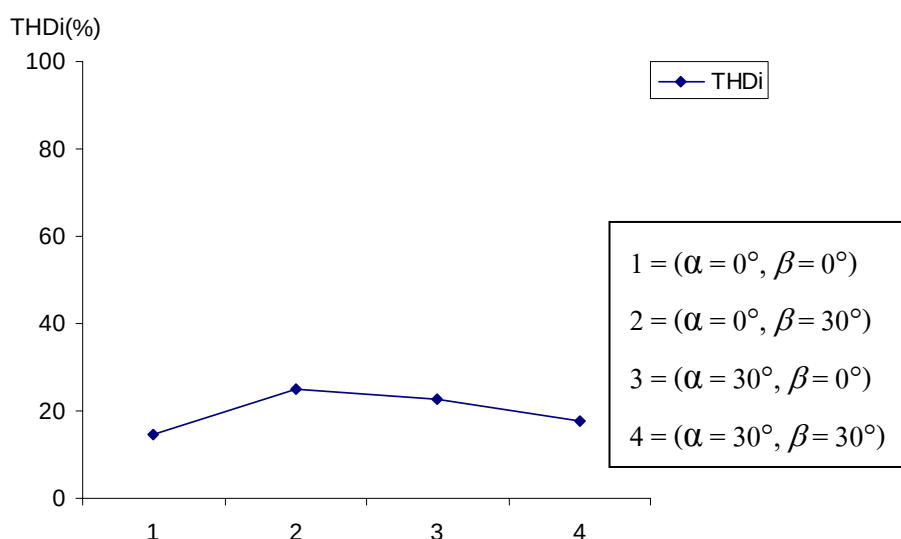
จากการทดสอบผลจากตารางที่ 5.3 แสดงให้เห็นว่าการกำหนดมุมนำกระแสที่ 0° ค่า THDi จะมีค่าต่ำสุดและที่แรงดัน V_o จะมีค่าแรงดันเอาต์พุตที่สูง เมื่อมีการปรับมุมนำกระแสที่แตกต่างกัน ที่อัตราส่วน $a = 1:0.5:0.5$ ค่าของแรงดัน V_o จากรูปที่ 5.9 ที่วงจร 6 พัลส์คอนเวอร์เตอร์ เมื่อไทรสเตอร์เริ่มนำกระแสที่มุม $\alpha = 0^\circ$ แรงดันพัลส์ V_d ที่ได้จะไม่เกิดมูมทริกของสัญญาณพัลส์ และที่แรงดัน V_o ไทรสเตอร์ T_p และ T_q นำกระแสที่มุม $\beta = 30^\circ$ ทำให้แรงดันทางเอาต์พุต V_o เกิดมูมทริกที่ 30° ทำให้เกิดสัญญาณแรงดันพัลส์เท่ากับ 6 พัลส์คอนเวอร์เตอร์ และจากรูปที่ 5.15 ที่วงจร 6 พัลส์คอนเวอร์เตอร์ เมื่อไทรสเตอร์เริ่มนำกระแสที่มุม $\alpha = 30^\circ$ แรงดันพัลส์ V_d จะเท่ากับ 6 คอนเวอร์เตอร์ และที่แรงดันพัลส์ V_o ไทรสเตอร์ T_p และ T_q นำกระแสที่มุม $\beta = 0^\circ$ สัญญาณแรงดันพัลส์ V_o ที่ได้จะไม่เกิดมูมทริกของสัญญาณไทรสเตอร์ ทำให้แรงดันพัลส์ V_o เท่ากับ 6 พัลส์คอนเวอร์เตอร์ จากรูปที่ 5.21 ที่วงจร 6 พัลส์คอนเวอร์เตอร์ เมื่อไทรสเตอร์เริ่มนำกระแสที่มุม $\alpha = 30^\circ$ แรงดันพัลส์ V_d จะเท่ากับ 6 คอนเวอร์เตอร์ และที่แรงดันพัลส์ V_o ไทรสเตอร์ T_p และ T_q นำกระแสที่มุม $\beta = 30^\circ$ สัญญาณแรงดันพัลส์ V_o ที่ได้จะเท่ากับ 12 พัลส์คอนเวอร์เตอร์ แต่สัญญาณ V_o ที่ได้จะเห็นว่าสัญญาณแรงดันพัลส์ช่วงไทรสเตอร์ T_p , T_q นำกระแสสรุปคลื่นสัญญาณพัลส์จะไม่เต็มพัลส์สัญญาณ



รูปที่ 5.27 แสดงกระแสเอาต์พุต i_o อัตราส่วน $a = 1:0.5:0.5$, $k = 1:1$ ที่มีการปรับมุมนำกระแส α, β



รูปที่ 5.28 แสดงแรงดัน V_o , V_d อัตราส่วน $a = 1:0.5:0.5$, $k = 1:1$ ที่มีการปรับมุมนำกระแส α , β

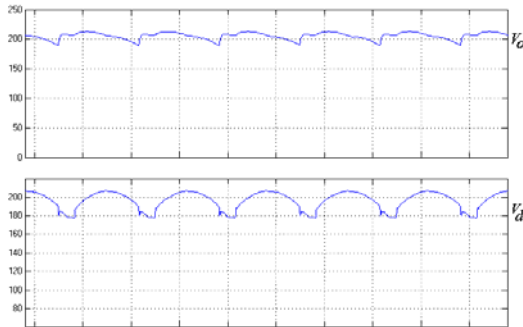


รูปที่ 5.29 แสดงค่า THDi อัตราส่วน $a = 1:0.5:0.5$, $k = 1:1$ ที่มีการปรับมุมนำกระแส α , β

จากรูปที่ 5.29 ค่า THDi ที่ได้จากข้อมูลชุดที่ 1 และชุดที่ 4 ค่าของ THDi จะมีค่าน้อยกว่าข้อมูลชุดที่ 2 กับ 3 แสดงให้เห็นว่าการกำหนดมุมให้ (α , β) ที่ไม่เท่ากันจะมีผลต่อการทำงานของระบบ

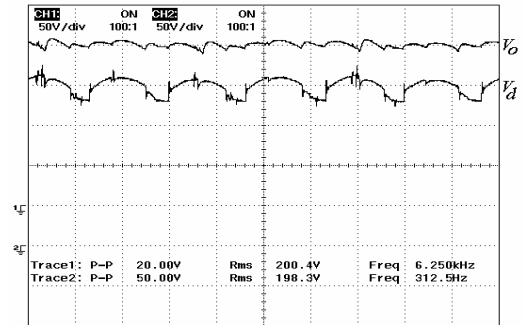
5.4 การทดสอบที่อัตราส่วนหม้อแปลง $a = 1:1:1, k = 1:1$

5.4.1 กำหนดให้มุมนำกระแส $\alpha = 0^\circ, \beta = 0^\circ$



(ก) รูปสัญญาณ V_o, V_d ที่ได้จากการจำลอง

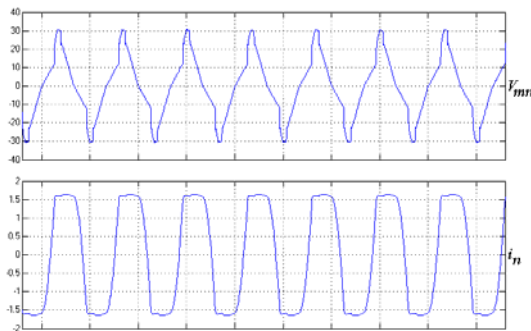
$$V_o = 50\text{V/div}, V_d = 20\text{V/div}$$



(ข) รูปสัญญาณ V_o, V_d ที่ได้จากการทดลอง

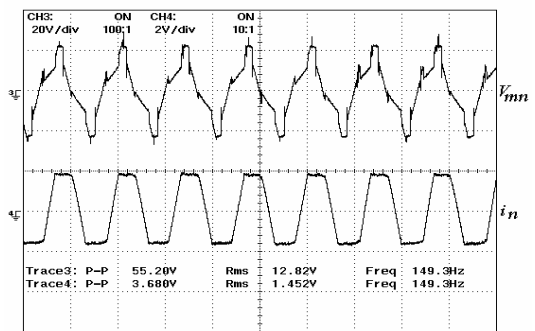
$$V_o = 50\text{V/div}, V_d = 50\text{V/div}$$

รูปที่ 5.30 รูปสัญญาณ V_o, V_d ที่มีการกำหนดมุมนำกระแส $\alpha = 0^\circ, \beta = 0^\circ$ ที่ $a = 1:1:1$



(ก) รูปสัญญาณ V_{mn}, i_n ที่ได้จากการจำลอง

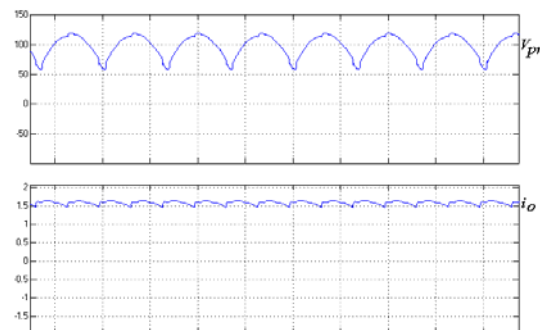
$$V_{mn} = 10\text{V/div}, i_n = 0.5\text{A/div}$$



(ข) รูปสัญญาณ V_{mn}, i_n ที่ได้จากการทดลอง

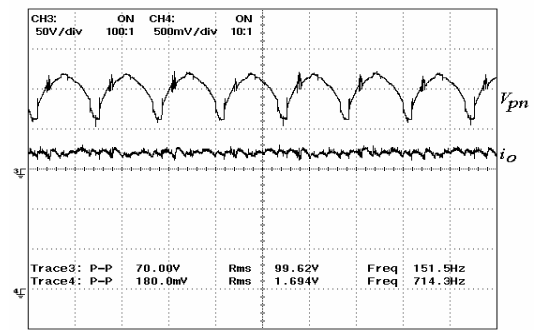
$$V_{mn} = 20\text{V/div}, i_n = 2\text{A/div}$$

รูปที่ 5.31 รูปสัญญาณ V_{mn}, i_n ที่มีการกำหนดมุมนำกระแส $\alpha = 0^\circ, \beta = 0^\circ$ ที่ $a = 1:1:1$



(ก) รูปสัญญาณ V_{pn}, i_o ที่ได้จากการจำลอง

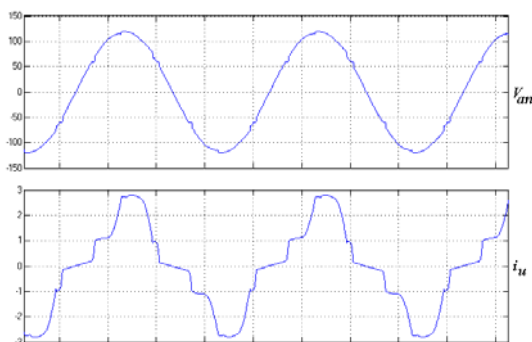
$$V_{pn} = 50\text{V/div}, i_o = 0.5\text{A/div}$$



(ข) รูปสัญญาณ V_{pn}, i_o ที่ได้จากการทดลอง

$$V_{pn} = 50\text{V/div}, i_o = 500\text{mA/div}$$

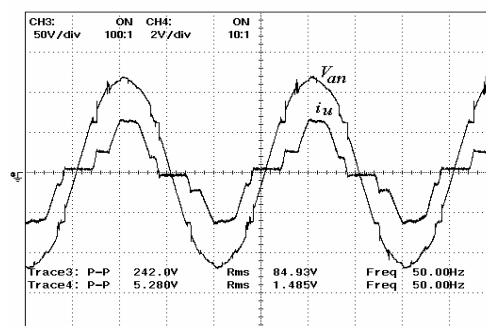
รูปที่ 5.32 รูปสัญญาณ V_{pn}, i_o ที่มีการกำหนดมุมนำกระแส $\alpha = 0^\circ, \beta = 0^\circ$ ที่ $a = 1:1:1$



(ก) รูปสัญญาณ V_{an}, i_u ที่ได้จากการจำลอง

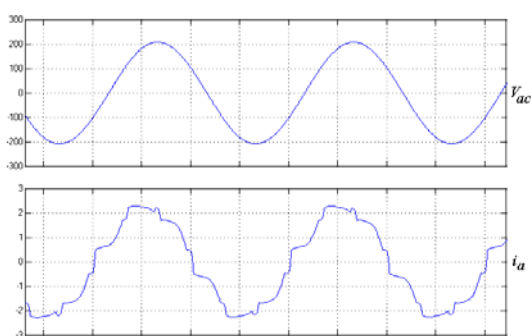
$$V_{an} = 50\text{V/div}, i_u = 1\text{A/div}$$

รูปที่ 5.33 รูปสัญญาณ V_{an}, i_u ที่มีการกำหนดมุมนำกระแส $\alpha = 0^\circ, \beta = 0^\circ$ ที่ $a = 1:1:1$



(ข) รูปสัญญาณ V_{an}, i_u ที่ได้จากการทดลอง

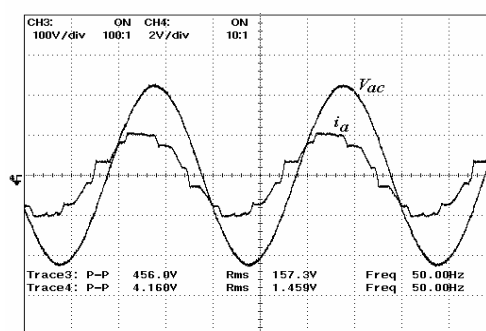
$$V_{an} = 50\text{V/div}, i_u = 2\text{A/div}$$



(ก) รูปสัญญาณ V_{ac}, i_a ที่ได้จากการจำลอง

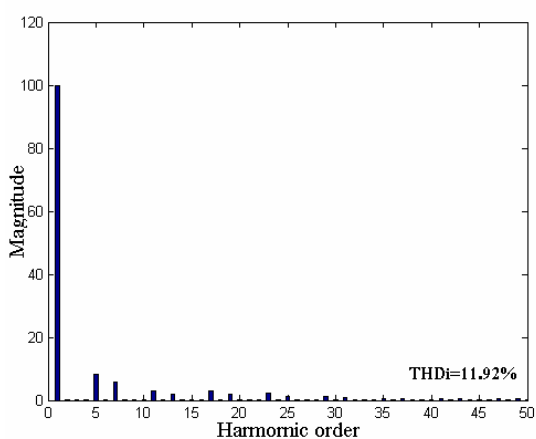
$$V_{ac} = 100\text{V/div}, i_a = 1\text{A/div}$$

รูปที่ 5.34 รูปสัญญาณ V_{ac}, i_a ที่มีการกำหนดมุมนำกระแส $\alpha = 0^\circ, \beta = 0^\circ$ ที่ $a = 1:1:1$

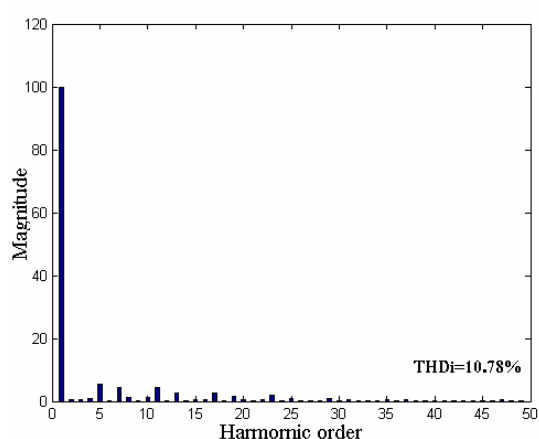


(ข) รูปสัญญาณ V_{ac}, i_a ที่ได้จากการทดลอง

$$V_{ac} = 100\text{V/div}, i_a = 2\text{A/div}$$



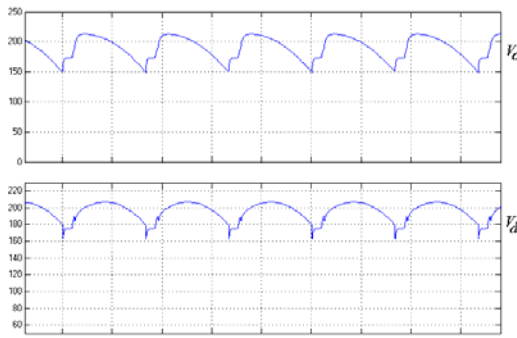
(ก) ค่า THDi ของกระแส i_a ได้จากการจำลอง



(ข) ค่า THDi ของกระแส i_a ได้จากการทดลอง

รูปที่ 5.35 ค่า THDi ของกระแส i_a ที่มีการกำหนดมุมนำกระแส $\alpha = 0^\circ, \beta = 0^\circ$ ที่ $a = 1:1:1$

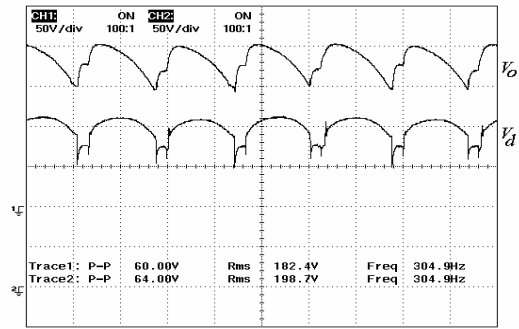
5.4.2 กำหนดให้มุมนำกระแส $\alpha = 0^\circ, \beta = 30^\circ$



(ก) รูปสัญญาณ V_o, V_d ที่ได้จากการจำลอง

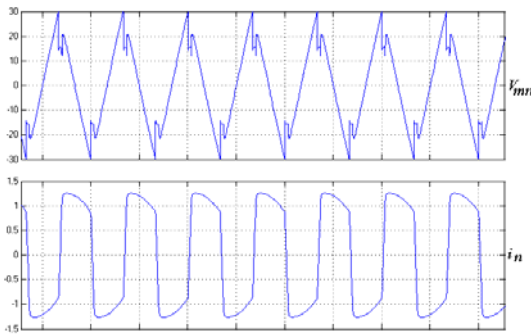
$$V_o = 50\text{V/div}, V_d = 20\text{V/div}$$

รูปที่ 5.36 รูปสัญญาณ V_o, V_d ที่มีการกำหนดมุมนำกระแส $\alpha = 0^\circ, \beta = 30^\circ$ ที่ $a = 1:1:1$



(ข) รูปสัญญาณ V_o, V_d ที่ได้จากการทดลอง

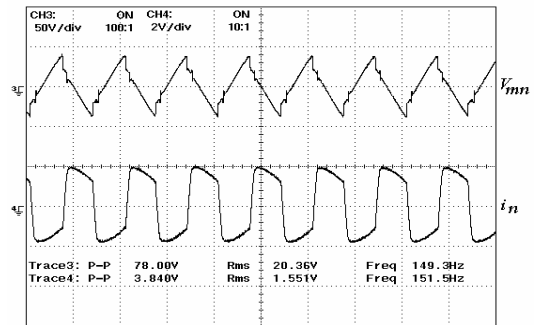
$$V_o = 50\text{V/div}, V_d = 50\text{V/div}$$



(ก) รูปสัญญาณ V_{mn}, i_n ที่ได้จากการจำลอง

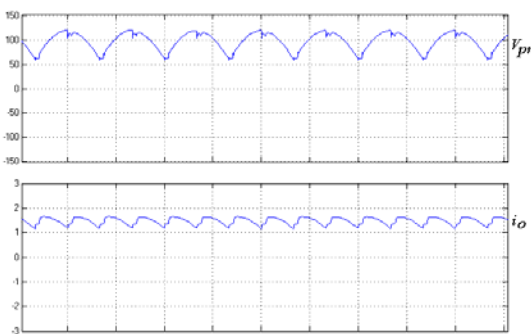
$$V_{mn} = 10\text{V/div}, i_n = 0.5\text{A/div}$$

รูปที่ 5.37 รูปสัญญาณ V_{mn}, i_n ที่มีการกำหนดมุมนำกระแส $\alpha = 0^\circ, \beta = 30^\circ$ ที่ $a = 1:1:1$



(ข) รูปสัญญาณ V_{mn}, i_n ที่ได้จากการทดลอง

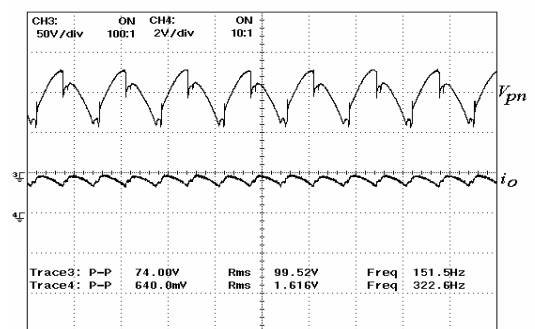
$$V_{mn} = 50\text{V/div}, i_n = 2\text{A/div}$$



(ก) รูปสัญญาณ V_{pn}, i_o ที่ได้จากการจำลอง

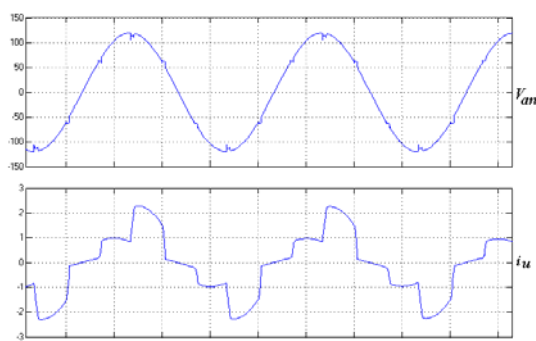
$$V_{pn} = 50\text{V/div}, i_o = 1\text{A/div}$$

รูปที่ 5.38 รูปสัญญาณ V_{pn}, i_o ที่มีการกำหนดมุมนำกระแส $\alpha = 0^\circ, \beta = 30^\circ$ ที่ $a = 1:1:1$



(ข) รูปสัญญาณ V_{pn}, i_o ที่ได้จากการทดลอง

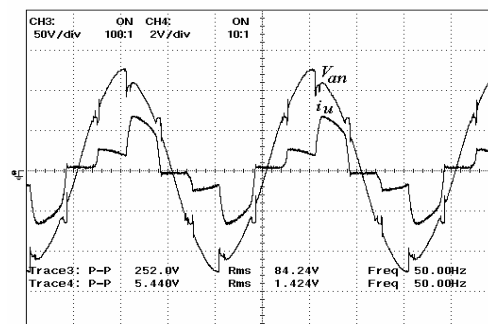
$$V_{pn} = 50\text{V/div}, i_o = 2\text{A/div}$$



(ก) รูปสัญญาณ V_{an}, i_u ที่ได้จากการจำลอง

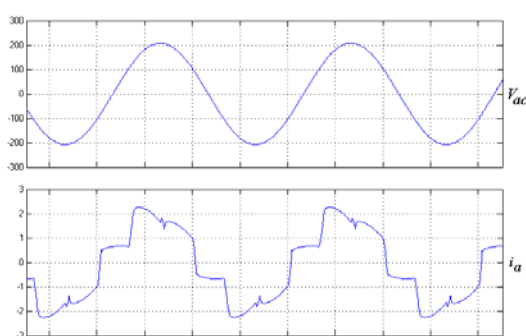
$$V_{an} = 50\text{V/div}, i_u = 1\text{A/div}$$

รูปที่ 5.39 รูปสัญญาณ V_{an}, i_u ที่มีการกำหนดมุมนำกระแส $\alpha = 0^\circ, \beta = 30^\circ$ ที่ $a = 1:1:1$



(ข) รูปสัญญาณ V_{an}, i_u ที่ได้จากการทดลอง

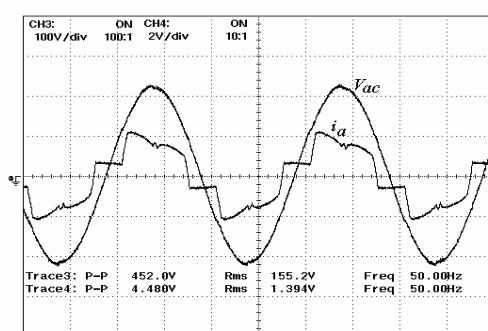
$$V_{an} = 50\text{V/div}, i_u = 2\text{A/div}$$



(ก) รูปสัญญาณ V_{ac}, i_a ที่ได้จากการจำลอง

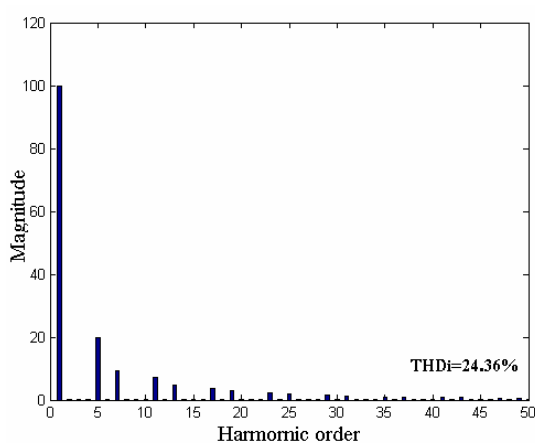
$$V_{ac} = 100\text{V/div}, i_a = 1\text{A/div}$$

รูปที่ 5.40 รูปสัญญาณ V_{ac}, i_a ที่มีการกำหนดมุมนำกระแส $\alpha = 0^\circ, \beta = 30^\circ$ ที่ $a = 1:1:1$

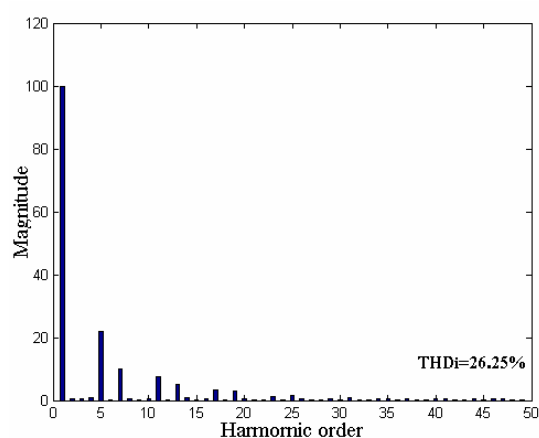


(ข) รูปสัญญาณ V_{ac}, i_a ที่ได้จากการทดลอง

$$V_{ac} = 100\text{V/div}, i_a = 2\text{A/div}$$



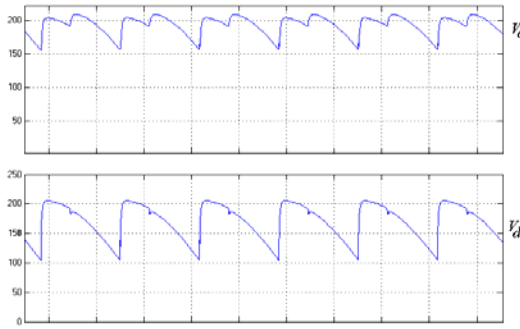
(ก) ค่า THDi ของกระแส i_a ที่ได้จากการจำลอง



(ข) ค่า THDi ของกระแส i_a ได้จากการทดลอง

รูปที่ 5.41 ค่า THDi ของกระแส i_a ที่มีการกำหนดมุมนำกระแส $\alpha = 0^\circ, \beta = 30^\circ$ ที่ $a = 1:1:1$

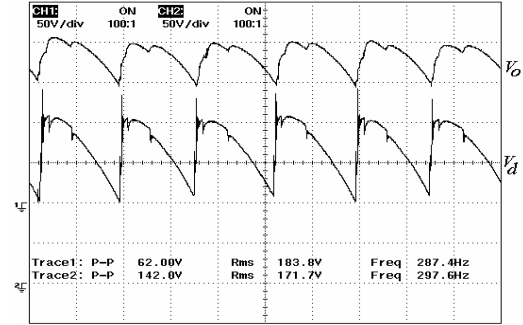
5.4.3 กำหนดให้มุมนำกระแส $\alpha = 30^\circ, \beta = 0^\circ$



(ก) รูปสัญญาณ V_o, V_d ที่ได้จากการจำลอง

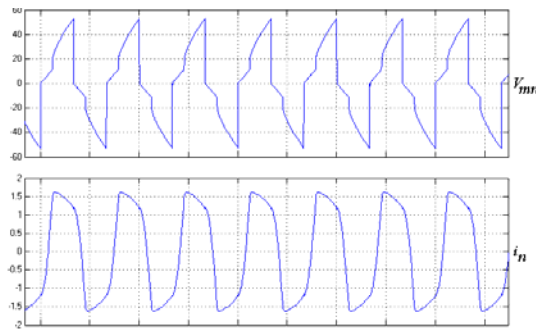
$$V_o = 50\text{V/div}, V_d = 50\text{V/div}$$

รูปที่ 5.42 รูปสัญญาณ V_o, V_d ที่มีการกำหนดมุมนำกระแส $\alpha = 30^\circ, \beta = 0^\circ$ ที่ $a = 1:1:1$



(ข) รูปสัญญาณ V_o, V_d ที่ได้จากการทดลอง

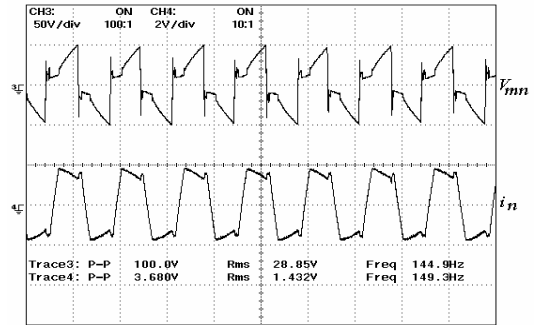
$$V_o = 50\text{V/div}, V_d = 50\text{V/div}$$



(ก) รูปสัญญาณ V_{mn}, i_n ที่ได้จากการจำลอง

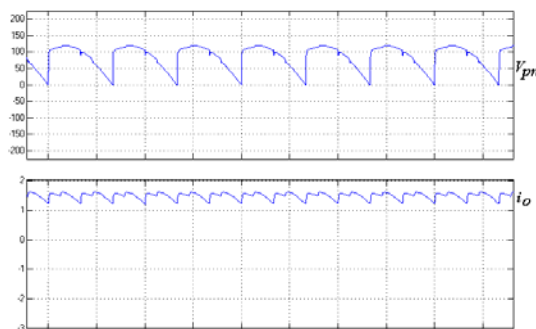
$$V_{mn} = 20\text{V/div}, i_n = 0.5\text{A/div}$$

รูปที่ 5.43 รูปสัญญาณ V_{mn}, i_n ที่มีการกำหนดมุมนำกระแส $\alpha = 30^\circ, \beta = 0^\circ$ ที่ $a = 1:1:1$



(ข) รูปสัญญาณ V_{mn}, i_n ที่ได้จากการทดลอง

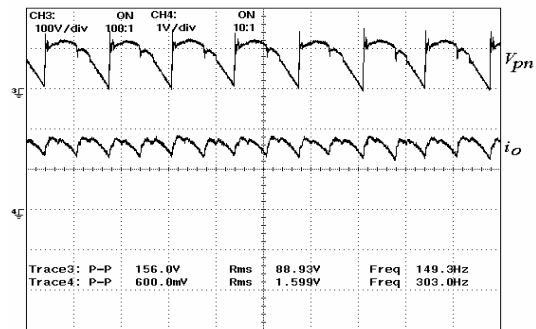
$$V_{mn} = 50\text{V/div}, i_n = 2\text{A/div}$$



(ก) รูปสัญญาณ V_{pn}, i_o ที่ได้จากการจำลอง

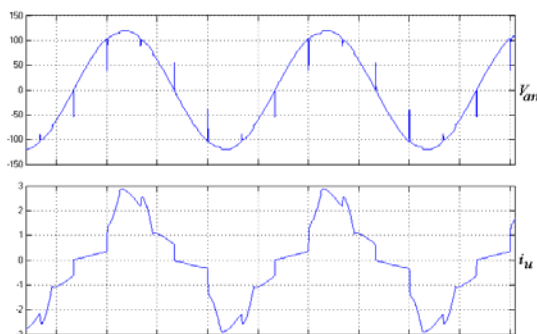
$$V_{pn} = 50\text{V/div}, i_o = 1\text{A/div}$$

รูปที่ 5.44 รูปสัญญาณ V_{pn}, i_o ที่มีการกำหนดมุมนำกระแส $\alpha = 30^\circ, \beta = 0^\circ$ ที่ $a = 1:1:1$



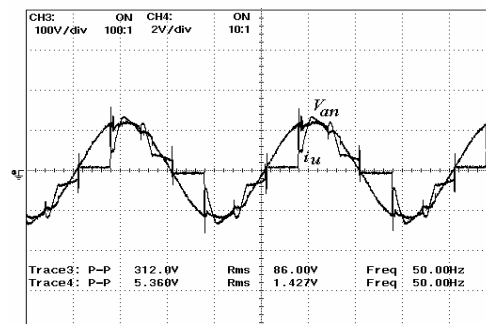
(ข) รูปสัญญาณ V_{pn}, i_o ที่ได้จากการทดลอง

$$V_{pn} = 100\text{V/div}, i_o = 1\text{A/div}$$

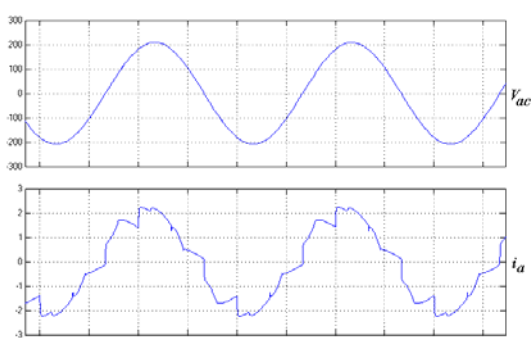
(ก) รูปสัญญาณ V_{an}, i_u ที่ได้จากการจำลอง

$$V_{an} = 50\text{V/div}, i_u = 1\text{A/div}$$

รูปที่ 5.45 รูปสัญญาณ V_{an}, i_u ที่มีการกำหนดมุมนำกระแส $\alpha = 30^\circ, \beta = 0^\circ$ ที่ $a = 1:1:1$

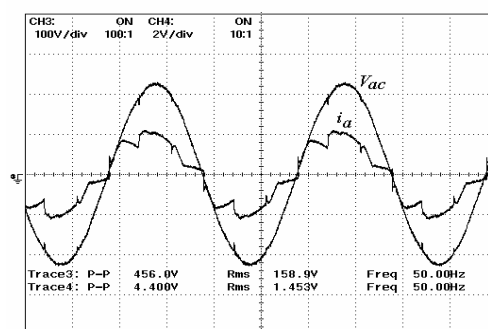
(ข) รูปสัญญาณ V_{an}, i_u ที่ได้จากการทดลอง

$$V_{an} = 100\text{V/div}, i_u = 2\text{A/div}$$

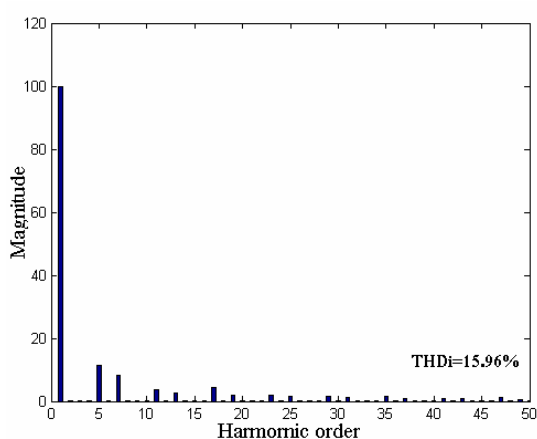
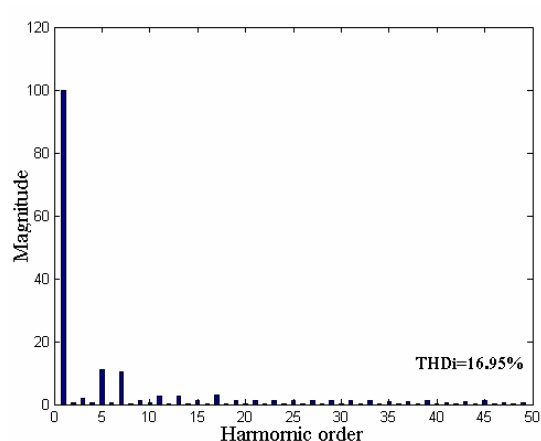
(ก) รูปสัญญาณ V_{ac}, i_a ที่ได้จากการจำลอง

$$V_{ac} = 100\text{V/div}, i_a = 1\text{A/div}$$

รูปที่ 5.46 รูปสัญญาณ V_{ac}, i_a ที่มีการกำหนดมุมนำกระแส $\alpha = 30^\circ, \beta = 0^\circ$ ที่ $a = 1:1:1$

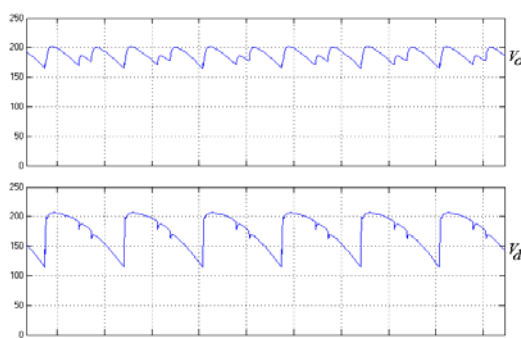
(ข) รูปสัญญาณ V_{ac}, i_a ที่ได้จากการทดลอง

$$V_{ac} = 100\text{V/div}, i_a = 2\text{A/div}$$

(ก) ค่า THDi ของกระแส i_a ได้จากการจำลอง(ข) ค่า THDi ของกระแส i_a ได้จากการทดลอง

รูปที่ 5.47 ค่า THDi ของกระแส i_a ที่มีการกำหนดมุมนำกระแส $\alpha = 30^\circ, \beta = 0^\circ$ ที่ $a = 1:1:1$

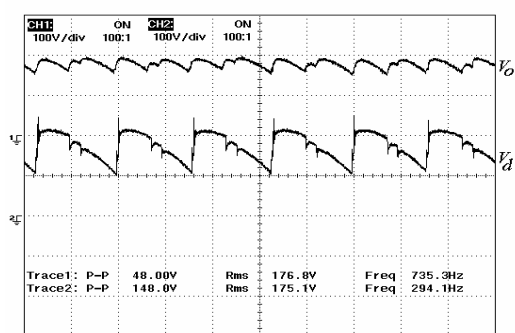
5.4.4 กำหนดให้มุมนำกระแส $\alpha = 30^\circ, \beta = 30^\circ$



(ก) รูปสัญญาณ V_o, V_d ที่ได้จากการจำลอง

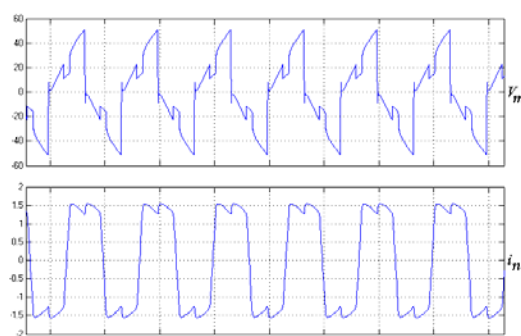
$$V_o = 50\text{V/div}, V_d = 50\text{V/div}$$

รูปที่ 5.48 รูปสัญญาณ V_o, V_d ที่มีการกำหนดมุมนำกระแส $\alpha = 30^\circ, \beta = 30^\circ$ ที่ $a = 1:1:1$



(ข) รูปสัญญาณ V_o, V_d ที่ได้จากการทดลอง

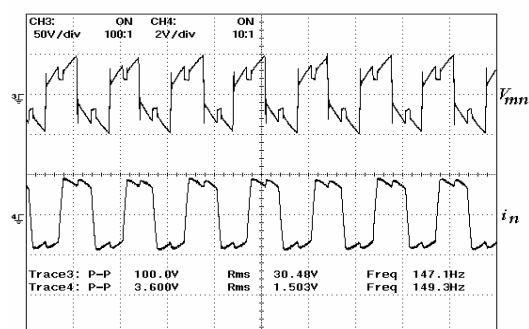
$$V_o = 100\text{V/div}, V_d = 100\text{V/div}$$



(ก) รูปสัญญาณ V_{mn}, i_n ที่ได้จากการจำลอง

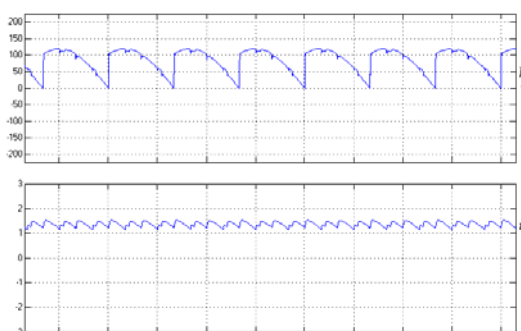
$$V_{mn} = 20\text{V/div}, i_n = 0.5\text{A/div}$$

รูปที่ 5.49 รูปสัญญาณ V_{mn}, i_n ที่มีการกำหนดมุมนำกระแส $\alpha = 30^\circ, \beta = 30^\circ$ ที่ $a = 1:1:1$



(ข) รูปสัญญาณ V_{mn}, i_n ที่ได้จากการทดลอง

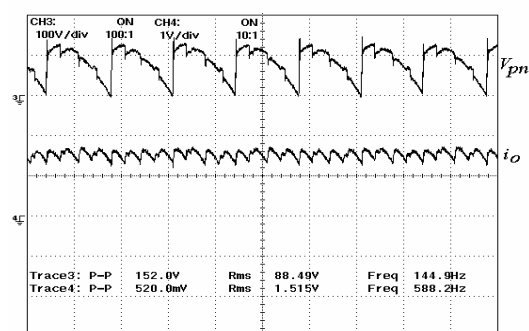
$$V_{mn} = 50\text{V/div}, i_n = 2\text{A/div}$$



(ก) รูปสัญญาณ V_{pn}, i_o ที่ได้จากการจำลอง

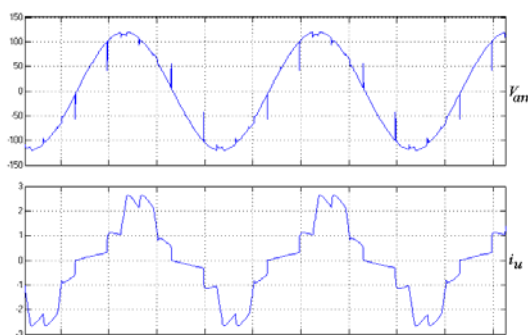
$$V_{pn} = 50\text{V/div}, i_o = 1\text{A/div}$$

รูปที่ 5.50 รูปสัญญาณ V_{pn}, i_o ที่มีการกำหนดมุมนำกระแส $\alpha = 30^\circ, \beta = 30^\circ$ ที่ $a = 1:1:1$



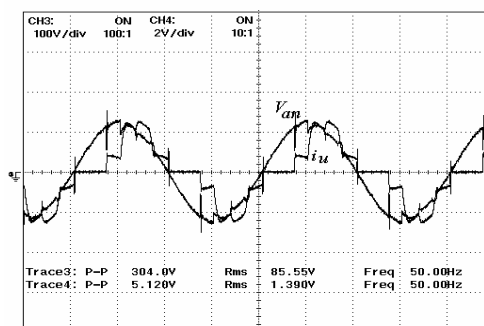
(ข) รูปสัญญาณ V_{pn}, i_o ที่ได้จากการทดลอง

$$V_{pn} = 100\text{V/div}, i_o = 1\text{A/div}$$

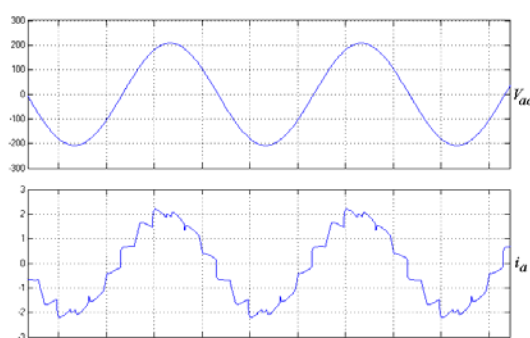
(ก) รูปสัญญาณ V_{an}, i_u ที่ได้จากการจำลอง

$$V_{an} = 50\text{V/div}, i_u = 1\text{A/div}$$

รูปที่ 5.51 รูปสัญญาณ V_{an}, i_u ที่มีการกำหนดมุมนำกระแส $\alpha = 30^\circ, \beta = 30^\circ$ ที่ $a = 1:1:1$

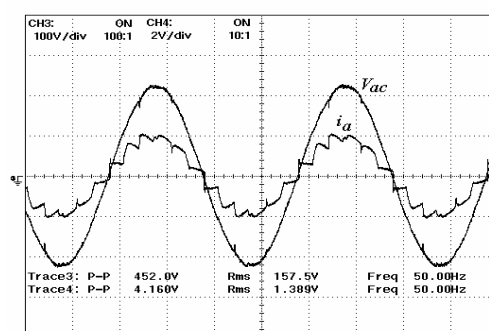
(ข) รูปสัญญาณ V_{an}, i_u ที่ได้จากการทดลอง

$$V_{an} = 100\text{V/div}, i_u = 2\text{A/div}$$

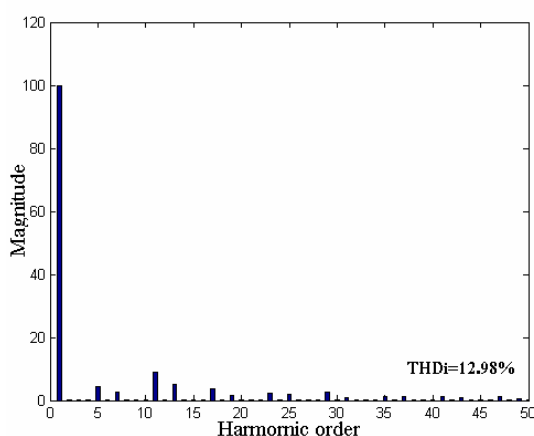
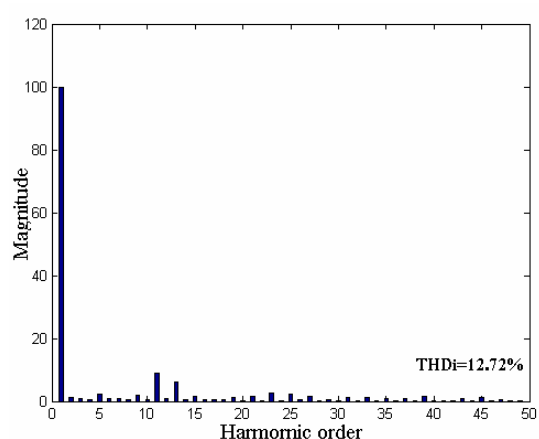
(ก) รูปสัญญาณ V_{ac}, i_a ที่ได้จากการจำลอง

$$V_{ac} = 100\text{V/div}, i_a = 1\text{A/div}$$

รูปที่ 5.52 รูปสัญญาณ V_{ac}, i_a ที่มีการกำหนดมุมนำกระแส $\alpha = 30^\circ, \beta = 30^\circ$ ที่ $a = 1:1:1$

(ข) รูปสัญญาณ V_{ac}, i_a ที่ได้จากการทดลอง

$$V_{ac} = 100\text{V/div}, i_a = 2\text{A/div}$$

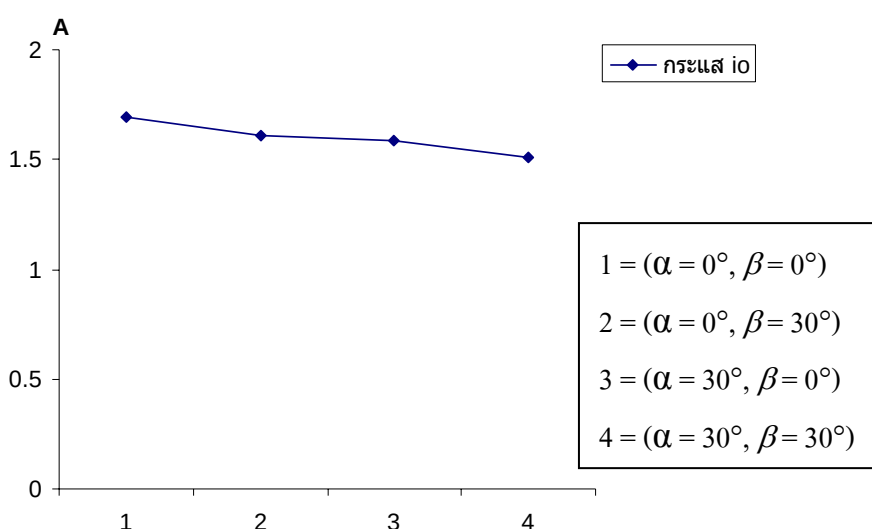
(ก) ค่า THDi ของกระแส i_a ได้จากการจำลอง(ข) ค่า THDi ของกระแส i_a ได้จากการทดลอง

รูปที่ 5.53 ค่า THDi ของกระแส i_a ที่มีการกำหนดมุมนำกระแส $\alpha = 30^\circ, \beta = 30^\circ$ ที่ $a = 1:1:1$

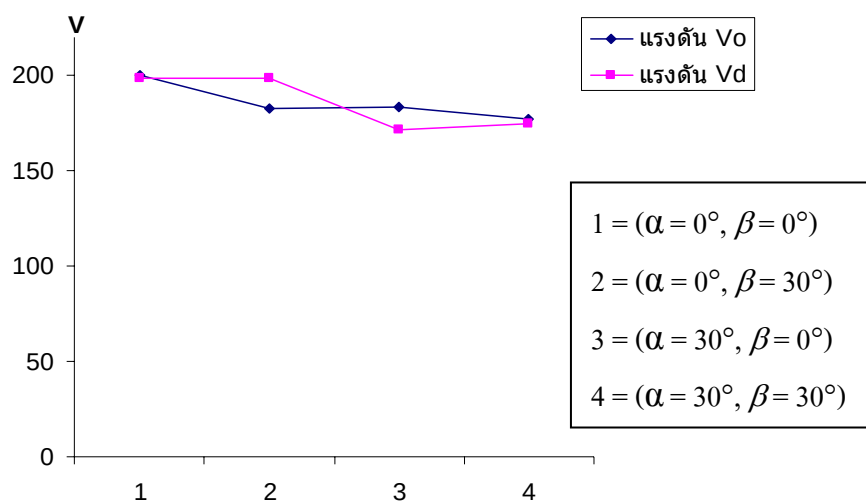
ตารางที่ 5.4 แสดงผลการทำงานที่การกำหนดค่า $a = 1:1:1$, $k = 1:1$, $V_{LL} = 155V$

α	β	V_o (V)	V_d (V)	i_o (A)	THDi (%)
0°	0°	200.4	198.3	1.69	10.75
0°	30°	182.4	198.7	1.61	26.25
30°	0°	183.8	171.7	1.59	16.95
30°	30°	176.8	175.1	1.51	12.72

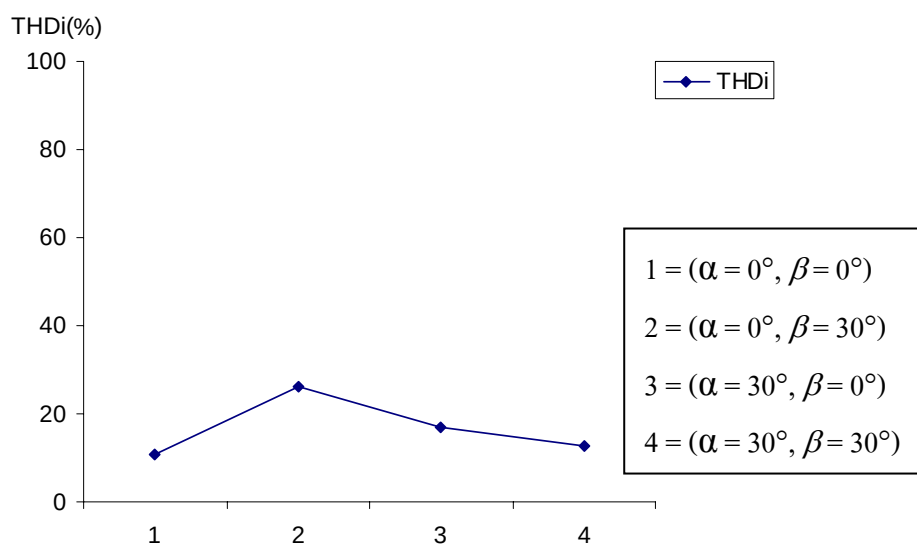
จากการทดสอบผลจากตารางที่ 5.4 เมื่อปรับมุมนำกระแสที่แตกต่างกัน ที่อัตราส่วน $a = 1:1:1$ ค่าของแรงดัน V_o จากรูปที่ 5.36 ที่วงจร 6 พัลส์คอนเวอร์เตอร์ เมื่อไทรสเตอร์เริ่มนำกระแสที่มุม $\alpha = 0^\circ$ แรงดันพัลส์ V_d ที่ได้จะไม่เกิดมุมทริกของสัญญาณพัลส์ และที่แรงดัน V_o ไทรสเตอร์ T_p และ T_q นำกระแสที่มุม $\beta = 30^\circ$ ทำให้แรงดันทางเอาต์พุตเกิดมุมทริกที่ 30° ทำให้เกิดสัญญาณแรงดันพัลส์ V_o เท่ากับ 6 พัลส์คอนเวอร์เตอร์ และจากรูปที่ 5.42 ที่วงจร 6 พัลส์คอนเวอร์เตอร์ เมื่อไทรสเตอร์เริ่มนำกระแสที่มุม $\alpha = 30^\circ$ แรงดันพัลส์ V_d จะเท่ากับ 6 คอนเวอร์เตอร์ และที่แรงดันพัลส์ V_o ไทรสเตอร์ T_p และ T_q นำกระแสที่มุม $\beta = 0^\circ$ สัญญาณแรงดันพัลส์ V_o ที่ได้จะไม่เกิดมุมทริกของสัญญาณไทรสเตอร์ ทำให้แรงดันพัลส์ V_o เท่ากับ 6 พัลส์คอนเวอร์เตอร์ จากรูปที่ 5.48 ที่วงจร 6 พัลส์คอนเวอร์เตอร์ เมื่อไทรสเตอร์เริ่มนำกระแสที่มุม $\alpha = 30^\circ$ แรงดันพัลส์ V_d จะเท่ากับ 6 คอนเวอร์เตอร์ และที่แรงดันพัลส์ V_o ไทรสเตอร์ T_p และ T_q นำกระแสที่มุม $\beta = 30^\circ$ สัญญาณแรงดันพัลส์ V_o ที่ได้จะเท่ากับ 12 พัลส์คอนเวอร์เตอร์ สัญญาณ V_o ที่ได้จะเห็นว่าสัญญาณแรงดันพัลส์ช่วงไทรสเตอร์ T_p , T_q นำกระแสรูปคลื่นสัญญาณพัลส์จะเต็มพัลส์สัญญาณ



รูปที่ 5.54 แสดงกระแสเอาต์พุต i_o อัตราส่วน $a = 1:1:1$, $k = 1:1$ ที่มีการปรับมุมนำกระแส α , β



รูปที่ 5.55 แสดงแรงดัน V_o , V_d อัตราส่วน $a = 1:1:1$, $k = 1:1$ ที่มีการปรับมุมนำกระแส α , β

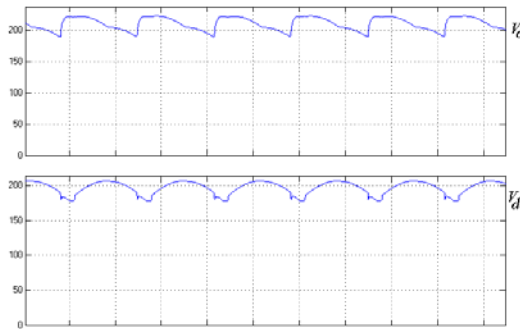


รูปที่ 5.56 แสดงค่า THDi อัตราส่วน $a = 1:1:1$, $k = 1:1$ ที่มีการปรับมุมนำกระแส α , β

จากรูปที่ 5.56 ค่า THDi ที่ได้จากข้อมูลชุดที่ 1 และชุดที่ 4 ค่าของ THDi จะมีค่าน้อยกว่าข้อมูลชุดที่ 2 กับ 3 แสดงให้เห็นว่าการกำหนดมุมให้ (α, β) ที่ไม่เท่ากันจะมีผลต่อการทำงานของระบบ

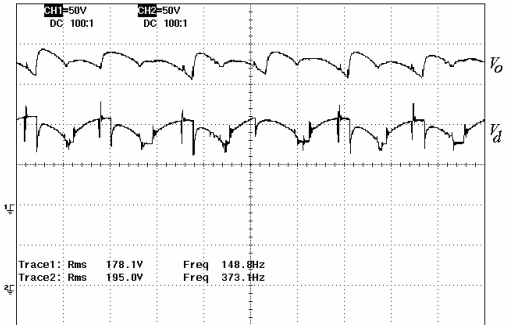
5.5 การทดสอบที่อัตราส่วนหม้อแปลง $a = 1:1.5:1.5$, $k = 1:1$

5.5.1 กำหนดให้มุมนำกระแส $\alpha = 0^\circ$, $\beta = 0^\circ$



(ก) รูปสัญญาณ V_o , I_d ที่ได้จากการจำลอง

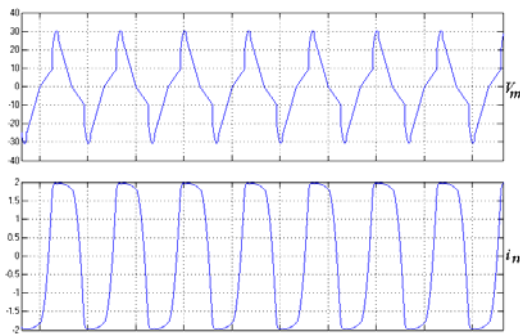
$$V_o = 50\text{V/div}, I_d = 50\text{V/div}$$



(ข) รูปสัญญาณ V_o , I_d ที่ได้จากการทดลอง

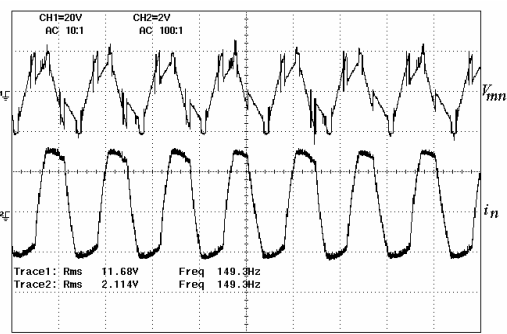
$$V_o = 50\text{V/div}, I_d = 50\text{V/div}$$

รูปที่ 5.57 รูปสัญญาณ V_o , I_d ที่มีการกำหนดมุมนำกระแส $\alpha = 0^\circ$, $\beta = 0^\circ$ ที่ $a = 1:1.5:1.5$



(ก) รูปสัญญาณ V_{mn} , I_n ที่ได้จากการจำลอง

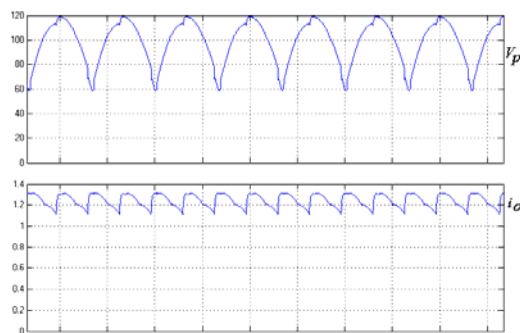
$$V_{mn} = 10\text{V/div}, I_n = 0.5\text{A/div}$$



(ข) รูปสัญญาณ V_{mn} , I_n ที่ได้จากการทดลอง

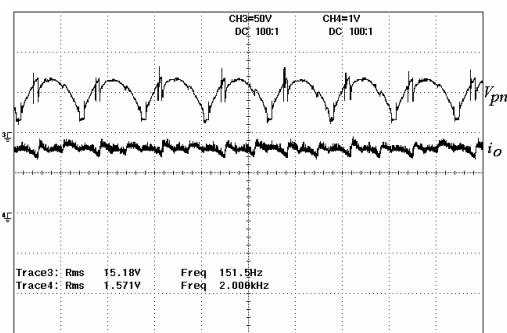
$$V_{mn} = 20\text{V/div}, I_n = 2\text{A/div}$$

รูปที่ 5.58 รูปสัญญาณ V_{mn} , I_n ที่มีการกำหนดมุมนำกระแส $\alpha = 0^\circ$, $\beta = 0^\circ$ ที่ $a = 1:1.5:1.5$



(ก) รูปสัญญาณ V_{pn} , I_o ที่ได้จากการจำลอง

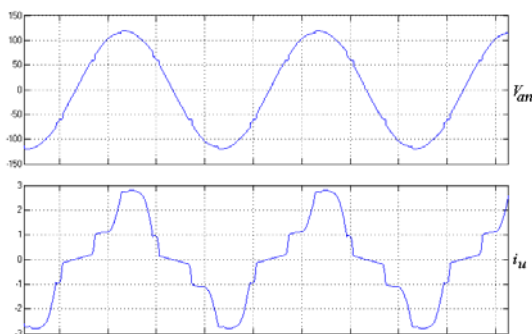
$$V_{pn} = 20\text{V/div}, I_o = 0.2\text{A/div}$$



(ข) รูปสัญญาณ V_{pn} , I_o ที่ได้จากการทดลอง

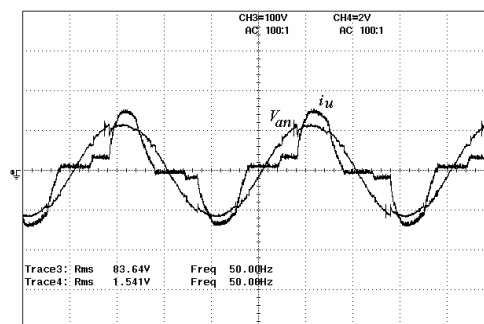
$$V_{pn} = 50\text{V/div}, I_o = 1\text{A/div}$$

รูปที่ 5.59 รูปสัญญาณ V_{pn} , I_o ที่มีการกำหนดมุมนำกระแส $\alpha = 0^\circ$, $\beta = 0^\circ$ ที่ $a = 1:1.5:1.5$

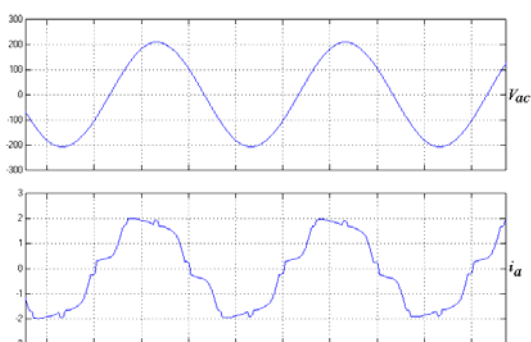
(ก) รูปสัญญาณ V_{an}, i_u ที่ได้จากการจำลอง

$$V_{an} = 50\text{V/div}, i_u = 1\text{A/div}$$

รูปที่ 5.60 รูปสัญญาณ V_{an}, i_u ที่มีการกำหนดมุมนำกระแส $\alpha = 0^\circ, \beta = 0^\circ$ ที่ $a = 1:1.5:1.5$

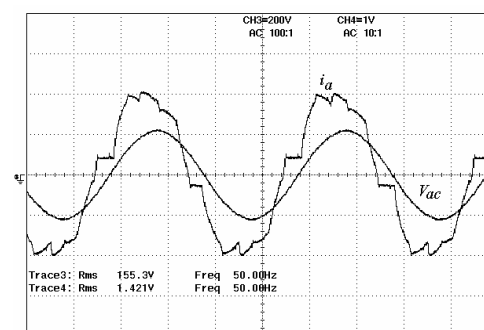
(ข) รูปสัญญาณ V_{an}, i_u ที่ได้จากการทดลอง

$$V_{an} = 100\text{V/div}, i_u = 2\text{A/div}$$

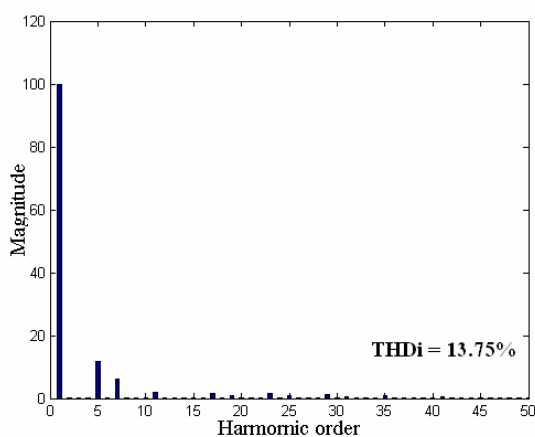
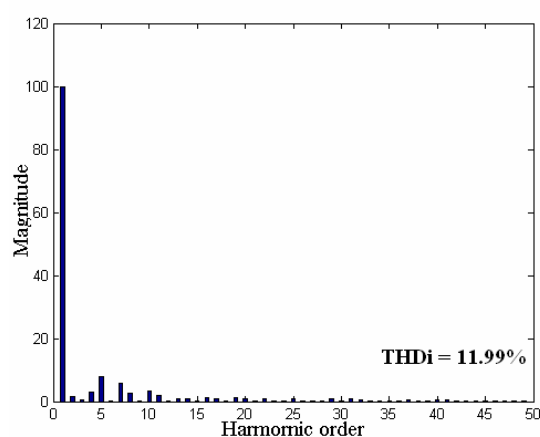
(ก) รูปสัญญาณ V_{ac}, i_a ที่ได้จากการจำลอง

$$V_{ac} = 100\text{V/div}, i_a = 1\text{A/div}$$

รูปที่ 5.61 รูปสัญญาณ V_{ac}, i_a ที่มีการกำหนดมุมนำกระแส $\alpha = 0^\circ, \beta = 0^\circ$ ที่ $a = 1:1.5:1.5$

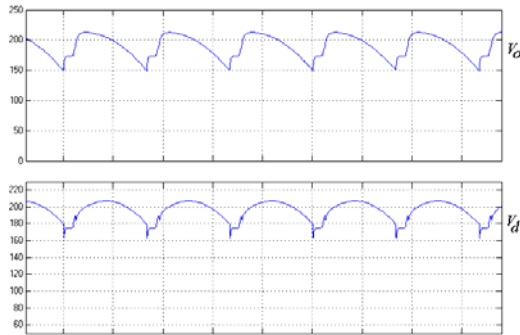
(ข) รูปสัญญาณ V_{ac}, i_a ที่ได้จากการทดลอง

$$V_{ac} = 200\text{V/div}, i_a = 1\text{A/div}$$

(ก) ค่า THDi ของกระแส i_a ได้จากการจำลอง(ข) ค่า THDi ของกระแส i_a ได้จากการทดลอง

รูปที่ 5.62 ค่า THDi ของกระแส i_a ที่มีการกำหนดมุมนำกระแส $\alpha = 0^\circ, \beta = 0^\circ$ ที่ $a = 1:1.5:1.5$

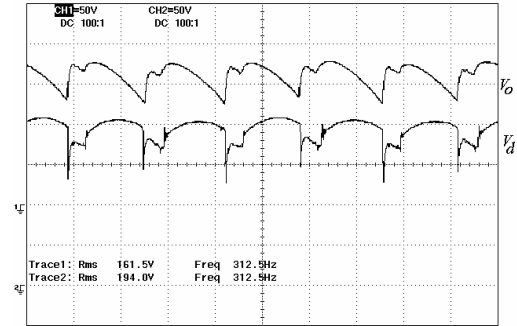
5.5.2 กำหนดให้มุมนำกระแส $\alpha = 0^\circ$, $\beta = 30^\circ$



(ก) รูปสัญญาณ V_o , V_d ที่ได้จากการจำลอง

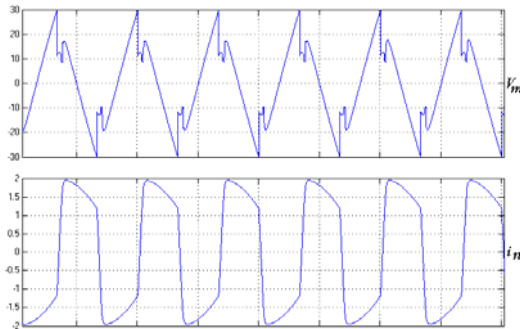
$$V_o = 50\text{V/div}, V_d = 20\text{V/div}$$

รูปที่ 5.63 รูปสัญญาณ V_o , V_d ที่มีการกำหนดมุมนำกระแส $\alpha = 0^\circ$, $\beta = 30^\circ$ ที่ $a = 1:1.5:1.5$



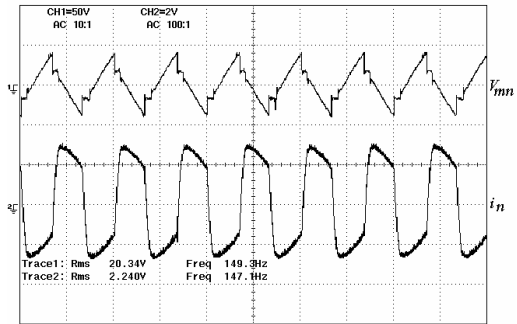
(ข) รูปสัญญาณ V_o , V_d ที่ได้จากการทดลอง

$$V_o = 50\text{V/div}, V_d = 50\text{V/div}$$



(ก) รูปสัญญาณ V_{mn} , i_n ที่ได้จากการจำลอง

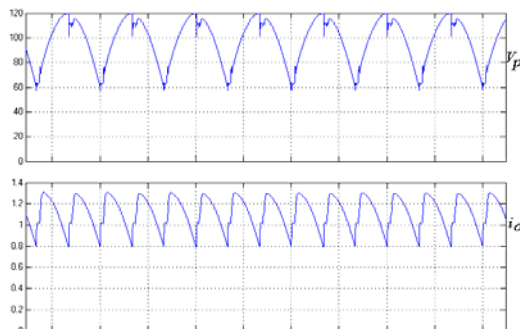
$$V_{mn} = 10\text{V/div}, i_n = 0.5\text{A/div}$$



(ข) รูปสัญญาณ V_{mn} , i_n ที่ได้จากการทดลอง

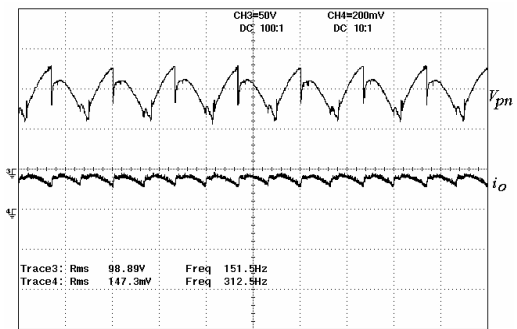
$$V_{mn} = 50\text{V/div}, i_n = 2\text{A/div}$$

รูปที่ 5.64 รูปสัญญาณ V_{mn} , i_n ที่มีการกำหนดมุมนำกระแส $\alpha = 0^\circ$, $\beta = 30^\circ$ ที่ $a = 1:1.5:1.5$



(ก) รูปสัญญาณ V_{pn} , i_o ที่ได้จากการจำลอง

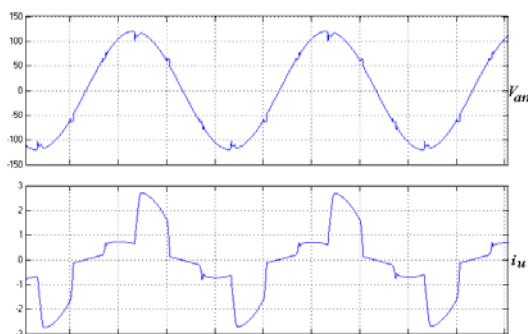
$$V_{pn} = 20\text{V/div}, i_o = 0.2\text{A/div}$$



(ข) รูปสัญญาณ V_{pn} , i_o ที่ได้จากการทดลอง

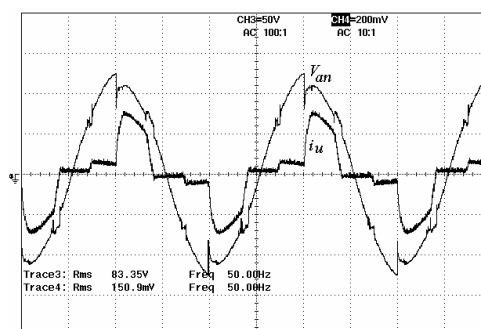
$$V_{pn} = 50\text{V/div}, i_o = 200\text{mA/div}$$

รูปที่ 5.65 รูปสัญญาณ V_{pn} , i_o ที่มีการกำหนดมุมนำกระแส $\alpha = 0^\circ$, $\beta = 30^\circ$ ที่ $a = 1:1.5:1.5$

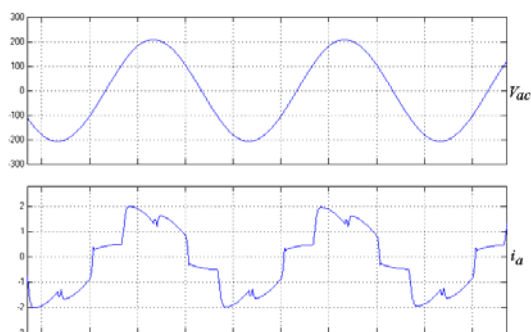
(ก) รูปสัญญาณ V_{an} , i_u ที่ได้จากการจำลอง

$$V_{an} = 50\text{V/div}, i_u = 1\text{A/div}$$

รูปที่ 5.66 รูปสัญญาณ V_{an} , i_u ที่มีการกำหนดมุมนำกระแส $\alpha = 0^\circ$, $\beta = 30^\circ$ ที่ $a = 1:1.5:1.5$

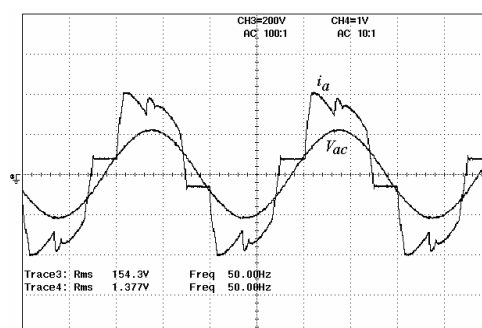
(ข) รูปสัญญาณ V_{an} , i_u ที่ได้จากการทดลอง

$$V_{an} = 50\text{V/div}, i_u = 200\text{mA/div}$$

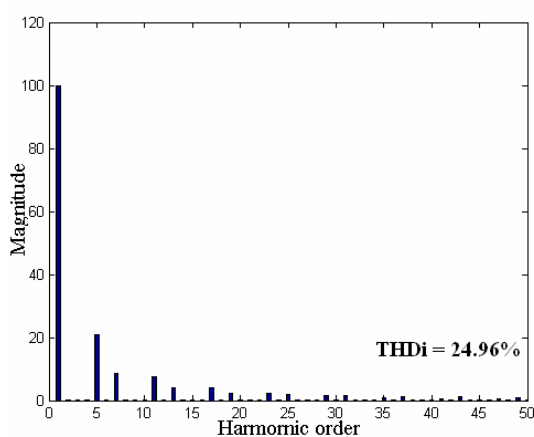
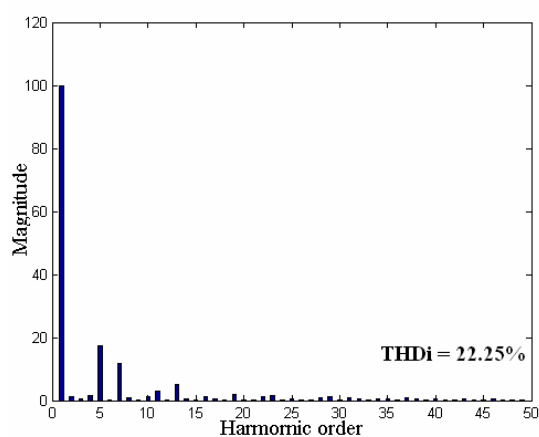
(ก) รูปสัญญาณ V_{ac} , i_a ที่ได้จากการจำลอง

$$V_{ac} = 100\text{V/div}, i_a = 1\text{A/div}$$

รูปที่ 5.67 รูปสัญญาณ V_{ac} , i_a ที่มีการกำหนดมุมนำกระแส $\alpha = 0^\circ$, $\beta = 30^\circ$ ที่ $a = 1:1.5:1.5$

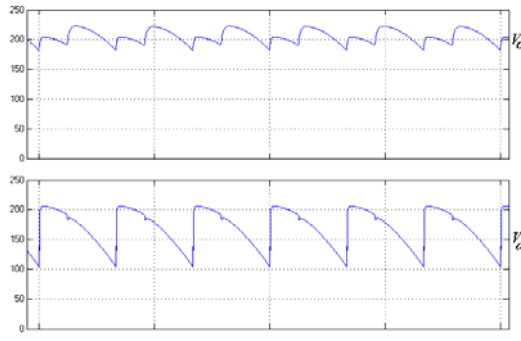
(ข) รูปสัญญาณ V_{ac} , i_a ที่ได้จากการทดลอง

$$V_{ac} = 200\text{V/div}, i_a = 1\text{A/div}$$

(ก) ค่า THDi ของกระแส i_a ที่ได้จากการจำลอง(ข) ค่า THDi ของกระแส i_a ได้จากการทดลอง

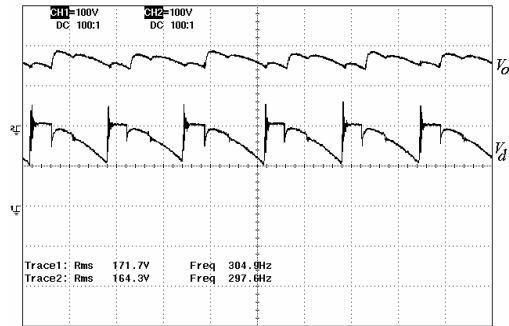
รูปที่ 5.68 ค่า THDi ของกระแส i_a ที่มีการกำหนดมุมนำกระแส $\alpha = 0^\circ$, $\beta = 30^\circ$ ที่ $a = 1:1.5:1.5$

5.5.3 กำหนดให้มุมนำกระแส $\alpha = 30^\circ, \beta = 0^\circ$



(ก) รูปคลื่นสัญญาณ V_o, V_d ที่ได้จากการจำลอง

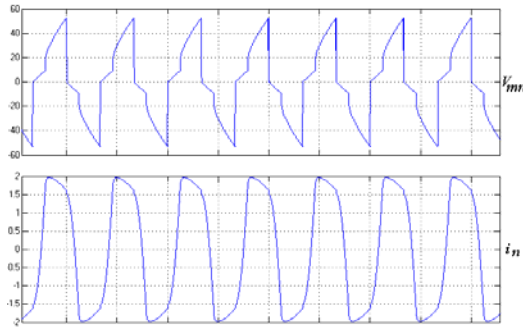
$$V_o = 50\text{V/div}, V_d = 50\text{V/div}$$



(ข) รูปสัญญาณ V_o, V_d ที่ได้จากการทดลอง

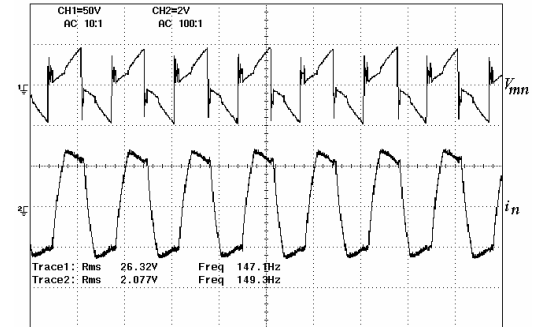
$$V_o = 100\text{V/div}, V_d = 100\text{V/div}$$

รูปที่ 5.69 รูปสัญญาณ V_o, V_d ที่มีการกำหนดมุมนำกระแส $\alpha = 30^\circ, \beta = 0^\circ$ ที่ $a = 1:1.5:1.5$



(ก) รูปสัญญาณ V_{mn}, i_n ที่ได้จากการจำลอง

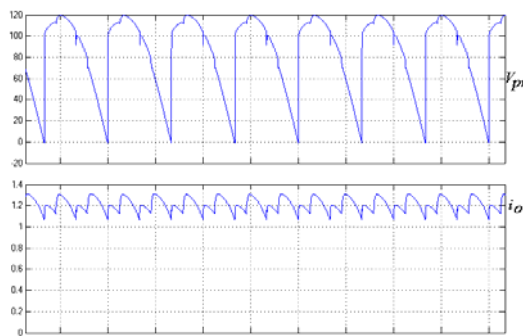
$$V_{mn} = 20\text{V/div}, i_n = 0.5\text{A/div}$$



(ข) รูปสัญญาณ V_{mn}, i_n ที่ได้จากการทดลอง

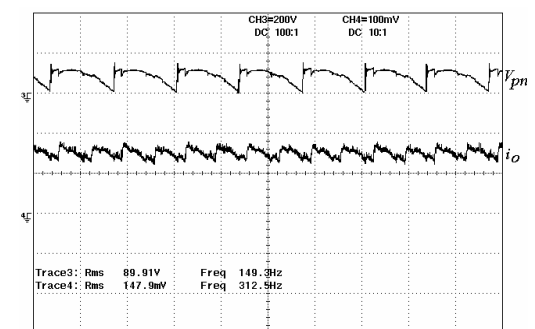
$$V_{mn} = 50\text{V/div}, i_n = 2\text{A/div}$$

รูปที่ 5.70 รูปสัญญาณ V_{mn}, i_n ที่มีการกำหนดมุมนำกระแส $\alpha = 30^\circ, \beta = 0^\circ$ ที่ $a = 1:1.5:1.5$



(ก) รูปสัญญาณ V_{pn}, i_o ที่ได้จากการจำลอง

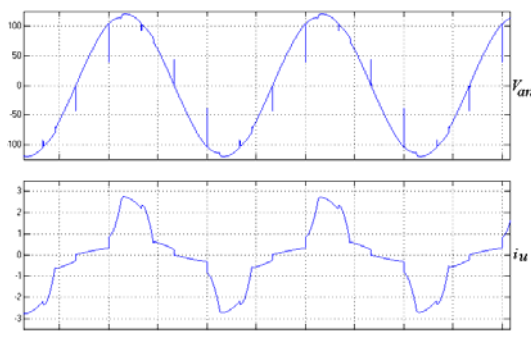
$$V_{pn} = 20\text{V/div}, i_o = 0.2\text{A/div}$$



(ข) รูปสัญญาณ V_{pn}, i_o ที่ได้จากการทดลอง

$$V_{pn} = 200\text{V/div}, i_o = 100\text{mA/div}$$

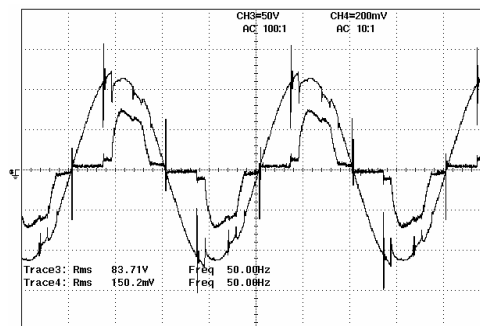
รูปที่ 5.71 รูปสัญญาณ V_{pn}, i_o ที่มีการกำหนดมุมนำกระแส $\alpha = 30^\circ, \beta = 0^\circ$ ที่ $a = 1:1.5:1.5$



(ก) รูปสัญญาณ V_{an} , i_u ที่ได้จากการจำลอง

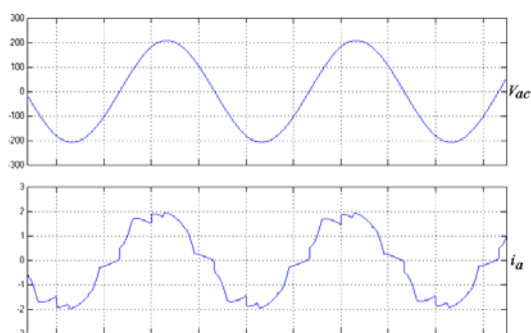
$$V_{an} = 50\text{V/div}, i_u = 1\text{A/div}$$

รูปที่ 5.72 รูปสัญญาณ V_{an} , i_u ที่มีการกำหนดมุมนำกระแส $\alpha = 30^\circ$, $\beta = 0^\circ$ ที่ $a = 1:1.5:1.5$



(ข) รูปสัญญาณ V_{an} , i_u ที่ได้จากการทดลอง

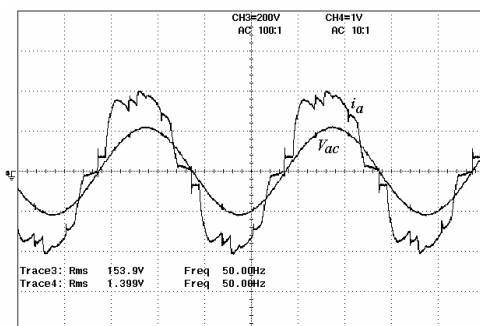
$$V_{an} = 50\text{V/div}, i_u = 200\text{mA/div}$$



(ก) รูปสัญญาณ V_{ac} , i_a ที่ได้จากการจำลอง

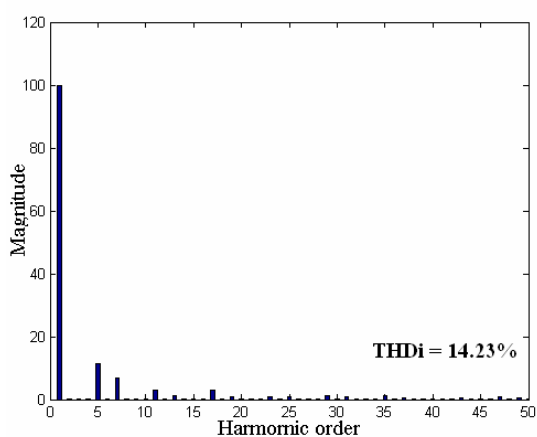
$$V_{ac} = 100\text{V/div}, i_a = 1\text{A/div}$$

รูปที่ 5.73 รูปสัญญาณ V_{ac} , i_a ที่มีการกำหนดมุมนำกระแส $\alpha = 30^\circ$, $\beta = 0^\circ$ ที่ $a = 1:1.5:1.5$

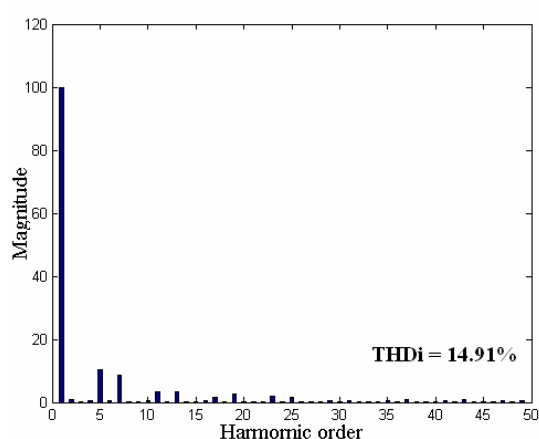


(ข) รูปสัญญาณ V_{ac} , i_a ที่ได้จากการทดลอง

$$V_{ac} = 200\text{V/div}, i_a = 1\text{A/div}$$



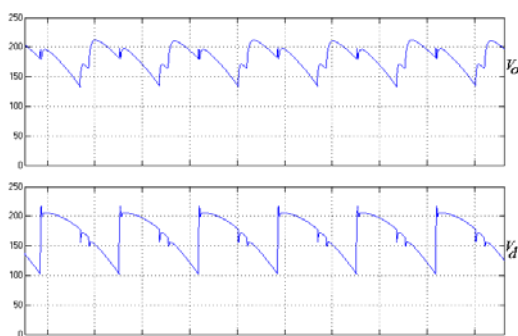
(ก) ค่า THDi ของกระแส i_a ได้จากการจำลอง



(ข) ค่า THDi ของกระแส i_a ได้จากการทดลอง

รูปที่ 5.74 ค่า THDi ของกระแส i_a ที่มีการกำหนดมุมนำกระแส $\alpha = 30^\circ$, $\beta = 0^\circ$ ที่ $a = 1:1.5:1.5$

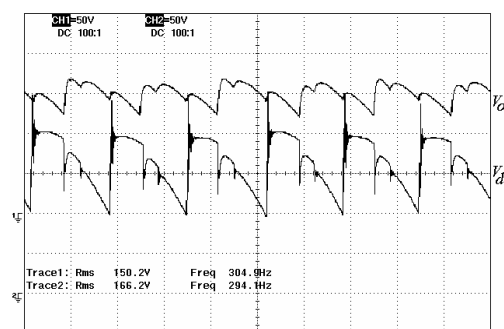
5.5.4 กำหนดให้มุมนำกระแส $\alpha = 30^\circ, \beta = 30^\circ$



(ก) รูปสัญญาณ V_o, i_o ที่ได้จากการจำลอง

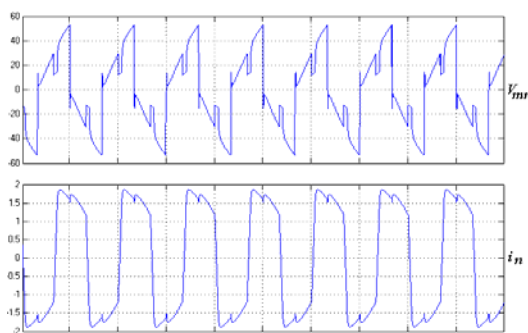
$$V_o = 50\text{V/div}, i_o = 50\text{V/div}$$

รูปที่ 5.75 รูปสัญญาณ V_o, i_o ที่มีการกำหนดมุมนำกระแส $\alpha = 30^\circ, \beta = 30^\circ$ ที่ $a = 1:1.5:1.5$



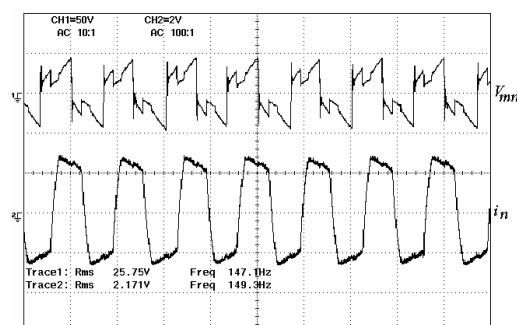
(ข) รูปสัญญาณ V_o, i_o ที่ได้จากการทดลอง

$$V_o = 50\text{V/div}, i_o = 50\text{V/div}$$



(ก) รูปสัญญาณ V_{mn}, i_n ที่ได้จากการจำลอง

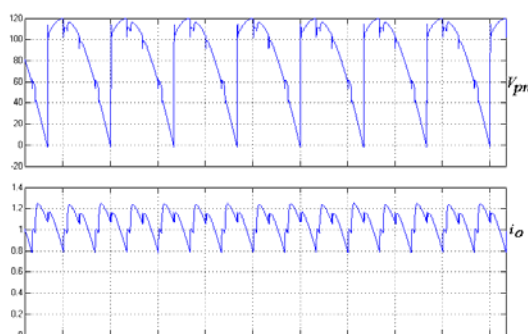
$$V_{mn} = 20\text{V/div}, i_n = 0.5\text{A/div}$$



(ข) รูปสัญญาณ V_{mn}, i_n ที่ได้จากการทดลอง

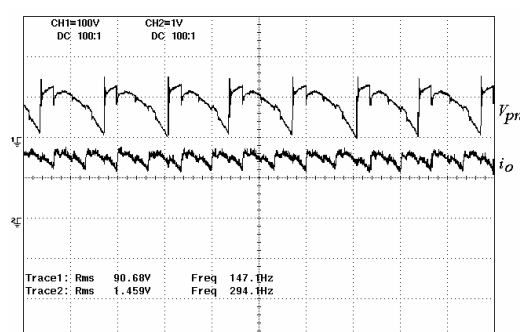
$$V_{mn} = 50\text{V/div}, i_n = 2\text{A/div}$$

รูปที่ 5.76 รูปสัญญาณ V_{mn}, i_n ที่มีการกำหนดมุมนำกระแส $\alpha = 30^\circ, \beta = 30^\circ$ ที่ $a = 1:1.5:1.5$



(ก) รูปสัญญาณ V_{pn}, i_o ที่ได้จากการจำลอง

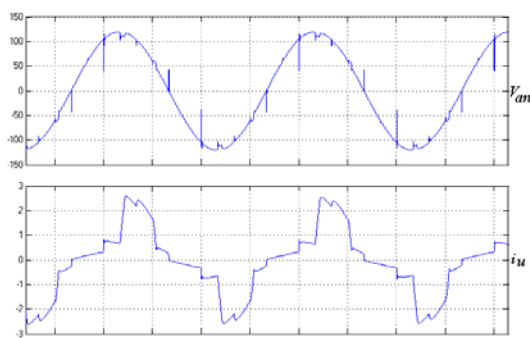
$$V_{pn} = 20\text{V/div}, i_o = 0.2\text{A/div}$$



(ข) รูปสัญญาณ V_{pn}, i_o ที่ได้จากการทดลอง

$$V_{pn} = 100\text{V/div}, i_o = 1\text{A/div}$$

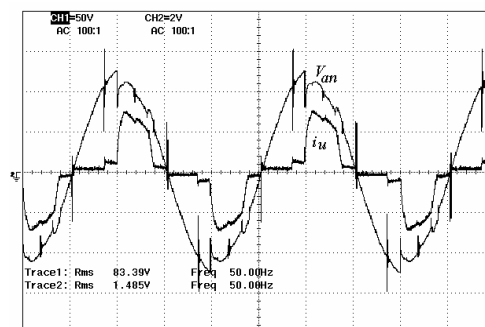
รูปที่ 5.77 รูปสัญญาณ V_{pn}, i_o ที่มีการกำหนดมุมนำกระแส $\alpha = 30^\circ, \beta = 30^\circ$ ที่ $a = 1:1.5:1.5$



(ก) รูปสัญญาณ V_{an}, i_u ที่ได้จากการจำลอง

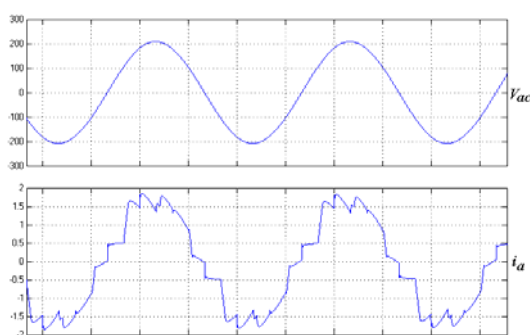
$$V_{an} = 50\text{V/div}, i_u = 1\text{A/div}$$

รูปที่ 5.78 รูปสัญญาณ V_{an}, i_u ที่มีการกำหนดมุมนำกระแส $\alpha = 30^\circ, \beta = 30^\circ$ ที่ $a = 1:1.5:1.5$



(ข) รูปสัญญาณ V_{an}, i_u ที่ได้จากการทดลอง

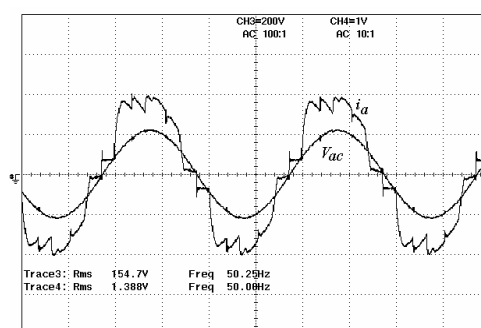
$$V_{an} = 50\text{V/div}, i_u = 2\text{A/div}$$



(ก) รูปสัญญาณ V_{ac}, i_a ที่ได้จากการจำลอง

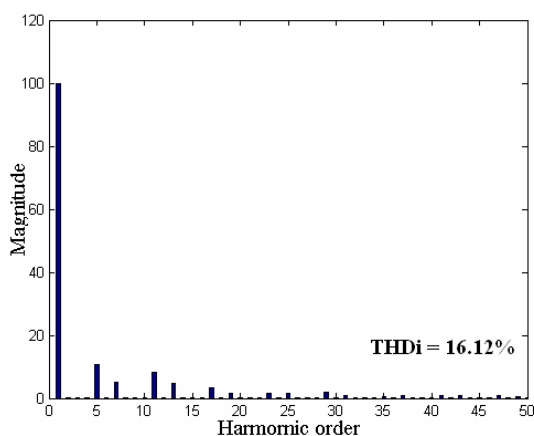
$$V_{ac} = 100\text{V/div}, i_a = 0.5\text{A/div}$$

รูปที่ 5.79 รูปสัญญาณ V_{ac}, i_a ที่มีการกำหนดมุมนำกระแส $\alpha = 30^\circ, \beta = 30^\circ$ ที่ $a = 1:1.5:1.5$

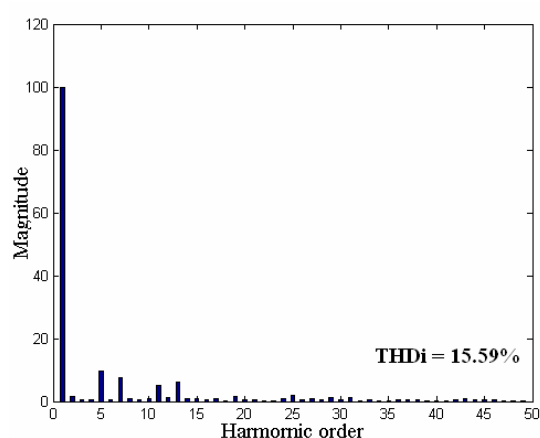


(ข) รูปสัญญาณ V_{ac}, i_a ที่ได้จากการทดลอง

$$V_{ac} = 200\text{V/div}, i_a = 1\text{A/div}$$



(ก) ค่า THDi ของกระแส i_a ได้จากการจำลอง



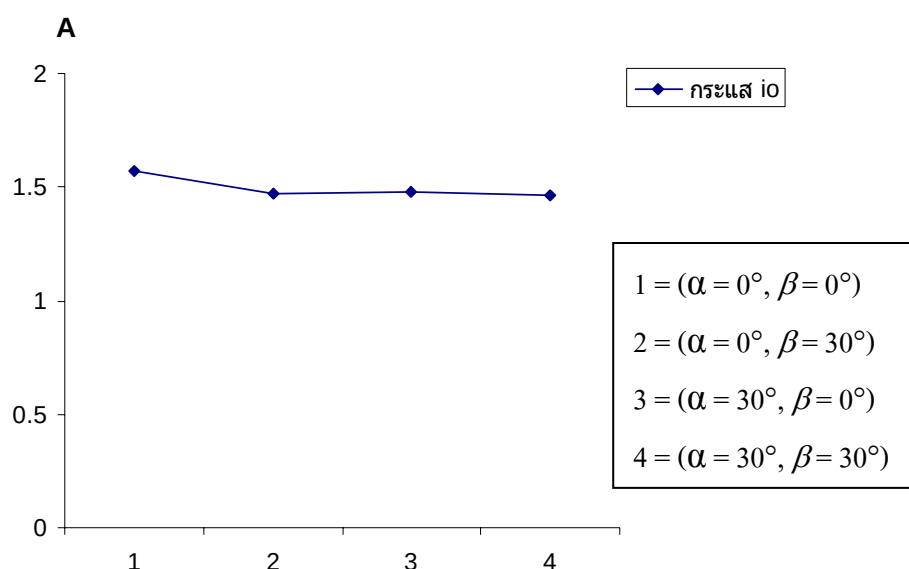
(ข) ค่า THDi ของกระแส i_a ได้จากการทดลอง

รูปที่ 5.80 ค่า THDi ของกระแส i_a ที่มีการกำหนดมุมนำกระแส $\alpha = 30^\circ, \beta = 30^\circ$ ที่ $a = 1:1.5:1.5$

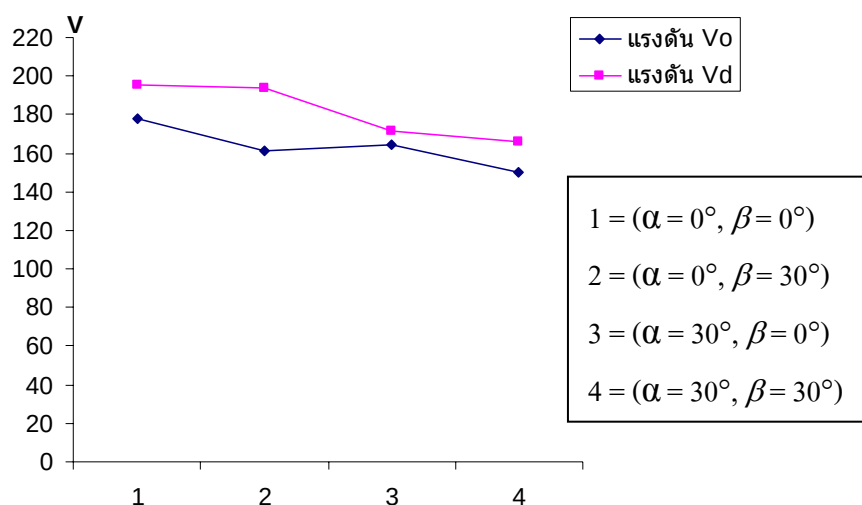
ตารางที่ 5.5 แสดงผลการทำงานที่การกำหนดค่า $a = 1:1.5:1.5$, $k = 1:1$, $V_{LL} = 155V$

α	β	V_o (V)	V_d (V)	i_o (A)	THDi (%)
0°	0°	178.1	195	1.57	11.99
0°	30°	161.5	194	1.47	22.25
30°	0°	164.3	171.7	1.48	14.91
30°	30°	150.2	166.2	1.46	15.59

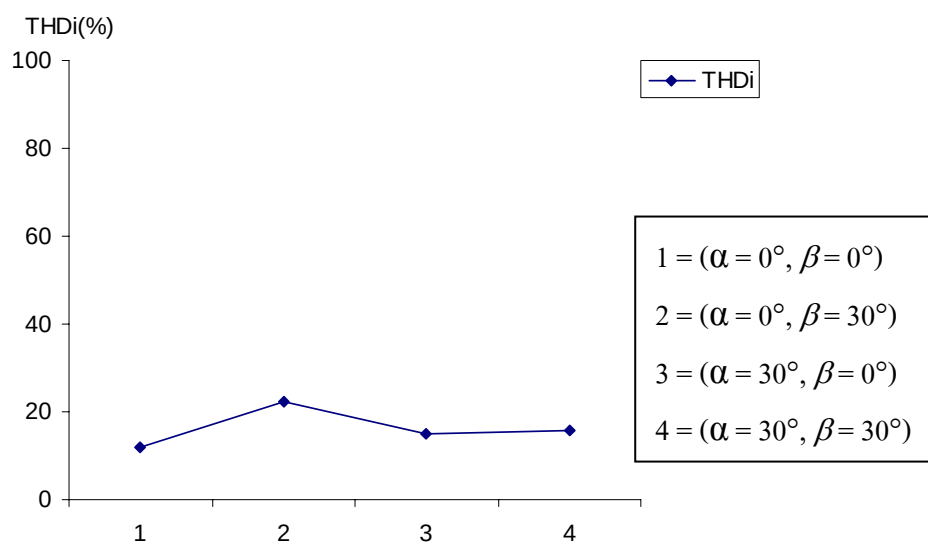
จากการทดสอบผลจากตารางที่ 5.5 เมื่อปรับมุมนำกระแสที่แตกต่างกัน ที่อัตราส่วน $a = 1:1.5:1.5$ ค่าของแรงดัน V_o จากรูปที่ 5.63 ที่วงจร 6 พัลส์คอนเวอร์เตอร์ เมื่อไทรสเตอร์เริ่มนำกระแสที่มุม $\alpha = 0^\circ$ แรงดันพัลส์ V_d ที่ได้จะไม่เกิดมุมทริกของสัญญาณไทรสเตอร์ และที่แรงดัน V_o ไทรสเตอร์ T_p และ T_q นำกระแสที่มุม $\beta = 30^\circ$ ทำให้แรงดันทางเอาต์พุตเกิดมุมทริกที่ 30° ทำให้เกิดสัญญาณแรงดันพัลส์ V_o เท่ากัน 6 พัลส์คอนเวอร์เตอร์ และจากรูปที่ 5.69 ที่วงจร 6 พัลส์คอนเวอร์เตอร์ เมื่อไทรสเตอร์เริ่มนำกระแสที่มุม $\alpha = 30^\circ$ แรงดันพัลส์ V_d จะเท่ากับ 6 คอนเวอร์เตอร์ และที่แรงดันพัลส์ V_o ไทรสเตอร์ T_p และ T_q นำกระแสที่มุม $\beta = 0^\circ$ สัญญาณแรงดันพัลส์ V_o ที่ได้จะไม่เกิดมุมทริกของสัญญาณไทรสเตอร์ ทำให้แรงดันพัลส์ V_o เท่ากับ 6 พัลส์คอนเวอร์เตอร์ จากรูปที่ 5.78 ที่วงจร 6 พัลส์คอนเวอร์เตอร์ เมื่อไทรสเตอร์เริ่มนำกระแสที่มุม $\alpha = 30^\circ$ แรงดันพัลส์ V_d จะเท่ากับ 6 คอนเวอร์เตอร์ และที่แรงดันพัลส์ V_o ไทรสเตอร์ T_p และ T_q นำกระแสที่มุม $\beta = 30^\circ$ สัญญาณแรงดันพัลส์ V_o ที่ได้จะมีลักษณะที่ไม่เท่ากับ 12 พัลส์คอนเวอร์เตอร์ สัญญาณ V_o ที่ได้จะเห็นว่าสัญญาณแรงดันพัลส์ช่วงไทรสเตอร์ T_p , T_q ที่อัตราส่วนของหม้อแปลงไทรสเตอร์ที่มีการเพิ่มแรงดันที่ $a = 1:1.5:1.5$ จะมี ripple ที่สูงขึ้นทำให้รูปคลื่นสัญญาณแรงดันพัลส์เปลี่ยนไปจาก 12 พัลส์



รูปที่ 5.81 แสดงกระแสเอาต์พุต i_o อัตราส่วน $a = 1:1.5:1.5$, $k = 1:1$ ที่มีการปรับมุมนำกระแส α , β



รูปที่ 5.82 แสดงแรงดัน V_o , V_d อัตราส่วน $a = 1:1.5:1.5$, $k = 1:1$ ที่มีการปรับมุมนำกระแส α, β



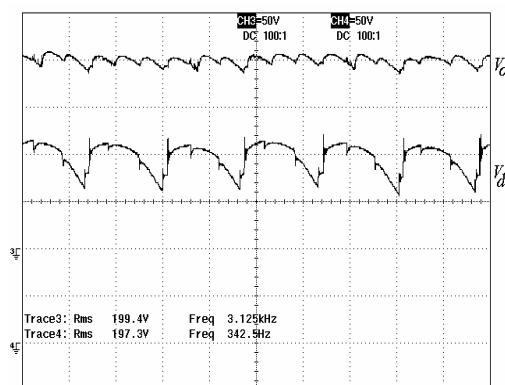
รูปที่ 5.83 แสดงค่า THDi อัตราส่วน $a = 1:1.5:1.5$, $k = 1:1$ ที่มีการปรับมุมนำกระแส α, β

จากรูปที่ 5.83 ค่า THDi ที่ได้จากข้อมูลชุดที่ 1 และชุดที่ 3 ค่าของ THDi จะมีค่าน้อยกว่าข้อมูลชุดที่ 2 กับ 4 จะเห็นว่าอัตราส่วนของหม้อแปลงวงจรไทรสเตอร์ช่วยเมื่อมีอัตราส่วนทางด้านเอาต์พุตที่สูงขึ้นจะทำให้เกิดริบเบิลของแรงดันสูงขึ้นตามทำให้สัญญาณกระแสอินพุต i_a ผิดเพี้ยนไปจากรูปคลื่นไซน์

5.6 ทดสอบการทำงาน 12 พัลส์คอนเวอร์เตอร์แบบปรับปรุง

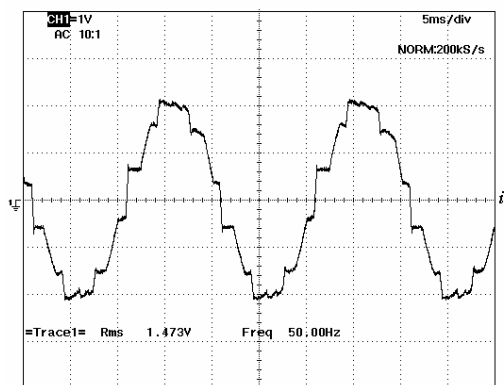
5.6.1 ทดสอบค่าการปรับมุมนำกระแสไทรสเตอร์ตั้งแต่ 10° ถึง 60°

ทดสอบโดยจะให้พิกัดแรงดันไฟฟ้ากระแสตรง V_{LL} ให้เท่ากับประมาณ 150V และกระแส i_o มีค่าไม่เกิน 2A ความถี่ 50Hz และกำหนดมุมนำกระแสที่คอนเวอร์เตอร์เท่ากับและปรับมุมนำกระแสตั้งแต่ 10° จนถึง 60° องศาโดยค่าโหลดคงที่ จากอัตราส่วนหม้อแปลงได้จากหัวข้อที่ทดสอบ 5.3 ถึง 5.5 จะเห็นว่าอัตราส่วนที่หม้อแปลงอินเตอร์เฟสและหม้อแปลงวงจรช่วยไทริสเตอร์ ค่าอัตราส่วนที่เหมาะสมจะเท่ากับ $a = 1:1:1$ และ $k = 1:1$ นำมาทำการทดสอบเพื่อดูความแตกต่างของแรงดันเอาต์พุต และกระแสอินพุตเมื่อมีการปรับเปลี่ยนมุมนำกระแส



(ก) รูปสัญญาณ V_o , V_d ที่มุมนำกระแส 10°

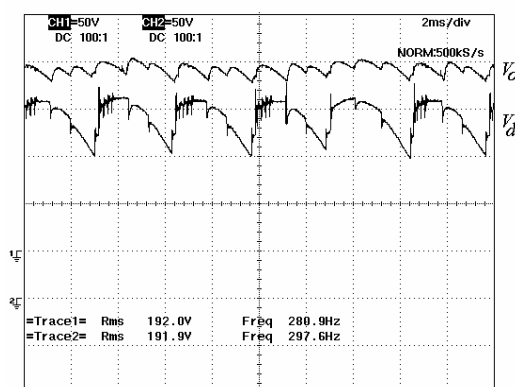
$$V_o = 50\text{V/div}, V_d = 50\text{V/div}$$



(ข) รูปสัญญาณ i_a ที่มุมนำกระแส 10°

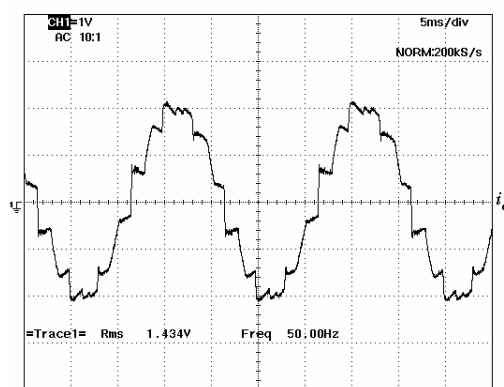
$$i_a = 1\text{A/div}$$

รูปที่ 5.84 รูปสัญญาณแรงดัน V_o , V_d และกระแส i_a ที่มุมนำกระแส 10° ที่ $a = 1:1:1, k = 1:1$



(ก) รูปสัญญาณ V_o , V_d ที่มุมนำกระแส 15°

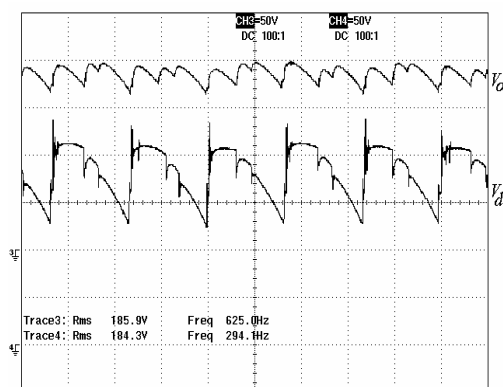
$$V_o = 50\text{V/div}, V_d = 50\text{V/div}$$



(ข) รูปสัญญาณ i_a ที่มุมนำกระแส 15°

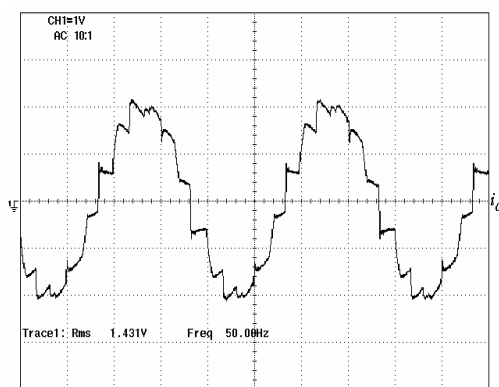
$$i_a = 1\text{A/div}$$

รูปที่ 5.85 รูปสัญญาณแรงดัน V_o , V_d และกระแส i_a ที่มุมนำกระแส 15° ที่ $a = 1:1:1, k = 1:1$

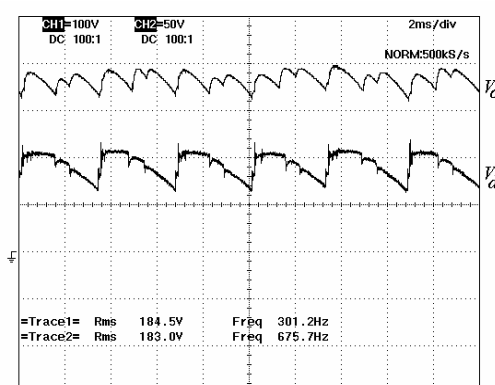
(ก) รูปสัญญาณ V_o , V_d ที่มุมนำกระแส 20°

$$V_o = 50\text{V/div}, V_d = 50\text{V/div}$$

รูปที่ 5.86 รูปสัญญาณแรงดัน V_o , V_d และกระแส i_a ที่มุมนำกระแส 20° ที่ $a = 1:1:1, k = 1:1$

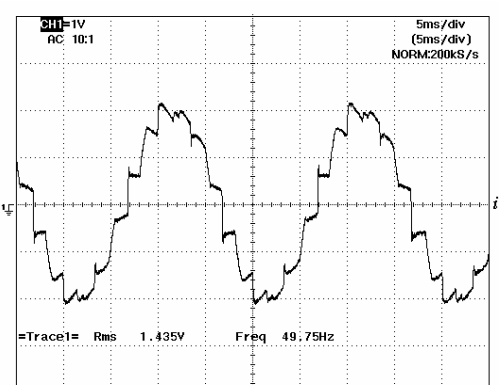
(ข) รูปสัญญาณ i_a ที่มุมนำกระแส 20°

$$i_a = 1\text{A/div}$$

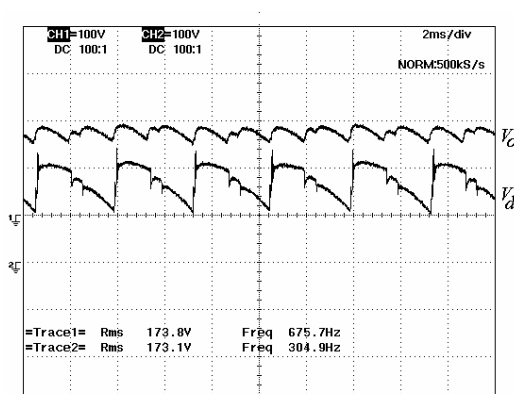
(ก) รูปสัญญาณ V_o , V_d ที่มุมนำกระแส 25°

$$V_o = 50\text{V/div}, V_d = 100\text{V/div}$$

รูปที่ 5.87 รูปสัญญาณแรงดัน V_o , V_d และกระแส i_a ที่มุมนำกระแส 25° ที่ $a = 1:1:1, k = 1:1$

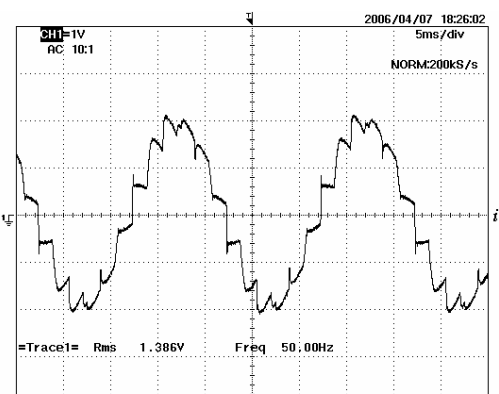
(ข) รูปสัญญาณ i_a ที่มุมนำกระแส 25°

$$i_a = 1\text{A/div}$$

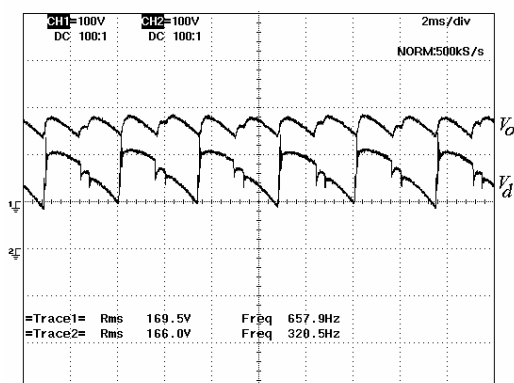
(ก) รูปสัญญาณ V_o , V_d ที่มุมนำกระแส 30°

$$V_o = 100\text{V/div}, V_d = 100\text{V/div}$$

รูปที่ 5.88 รูปสัญญาณแรงดัน V_o , V_d และกระแส i_a ที่มุมนำกระแส 30° ที่ $a = 1:1:1, k = 1:1$

(ข) รูปสัญญาณ i_a ที่มุมนำกระแส 30°

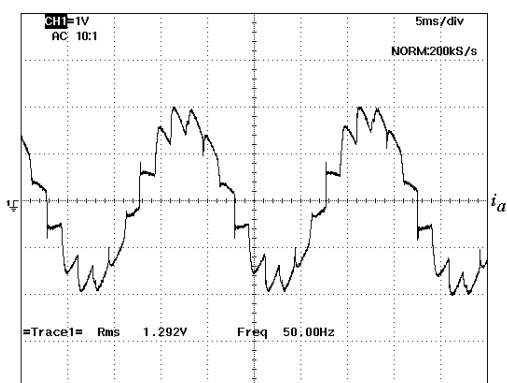
$$i_a = 1\text{A/div}$$



(ก) รูปสัญญาณ V_o , V_d ที่มุมนำกระแส 35°

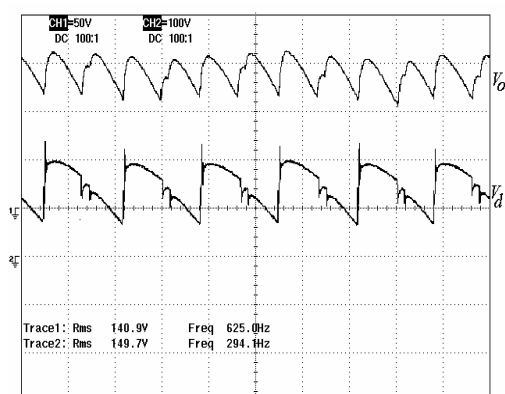
$$V_o = 100\text{V/div}, V_d = 100\text{V/div}$$

รูปที่ 5.89 รูปสัญญาณแรงดัน V_o , V_d และกระแส i_a ที่มุมนำกระแส 35° ที่ $a = 1:1:1, k = 1:1$



(ข) รูปสัญญาณ i_a ที่มุมนำกระแส 35°

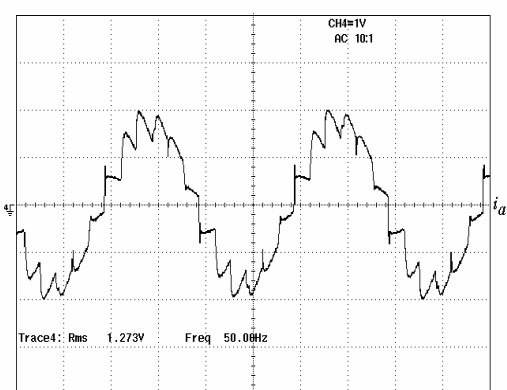
$$i_a = 1\text{A/div}$$



(ก) รูปสัญญาณ V_o , V_d ที่มุมนำกระแส 40°

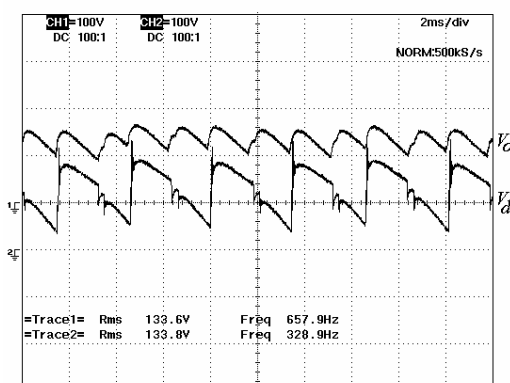
$$V_o = 50\text{V/div}, V_d = 100\text{V/div}$$

รูปที่ 5.90 รูปสัญญาณแรงดัน V_o , V_d และกระแส i_a ที่มุมนำกระแส 40° ที่ $a = 1:1:1, k = 1:1$



(ข) รูปสัญญาณ i_a ที่มุมนำกระแส 40°

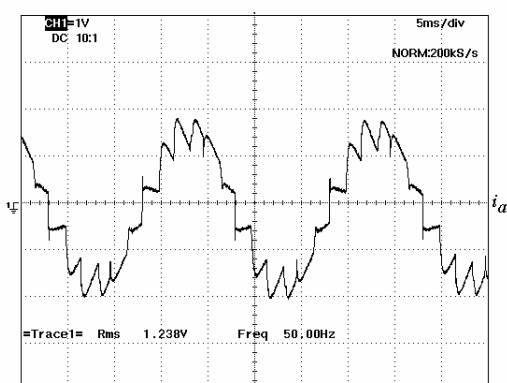
$$i_a = 1\text{A/div}$$



(ก) รูปสัญญาณ V_o , V_d ที่มุมนำกระแส 50°

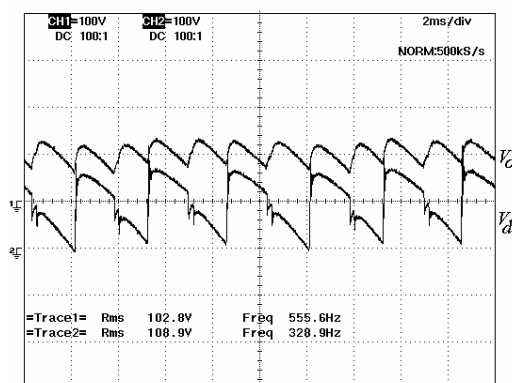
$$V_o = 100\text{V/div}, V_d = 100\text{V/div}$$

รูปที่ 5.91 รูปสัญญาณแรงดัน V_o , V_d และกระแส i_a ที่มุมนำกระแส 50° ที่ $a = 1:1:1, k = 1:1$



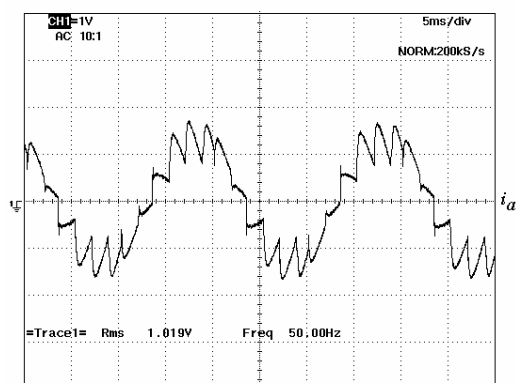
(ข) รูปสัญญาณ i_a ที่มุมนำกระแส 50°

$$i_a = 1\text{A/div}$$



(ก) รูปสัญญาณ V_o , V_d ที่มุมนำกระแส 60°

$$V_o = 100\text{V/div}, V_d = 100\text{V/div}$$



(ข) รูปสัญญาณ i_a ที่มุมนำกระแส 60°

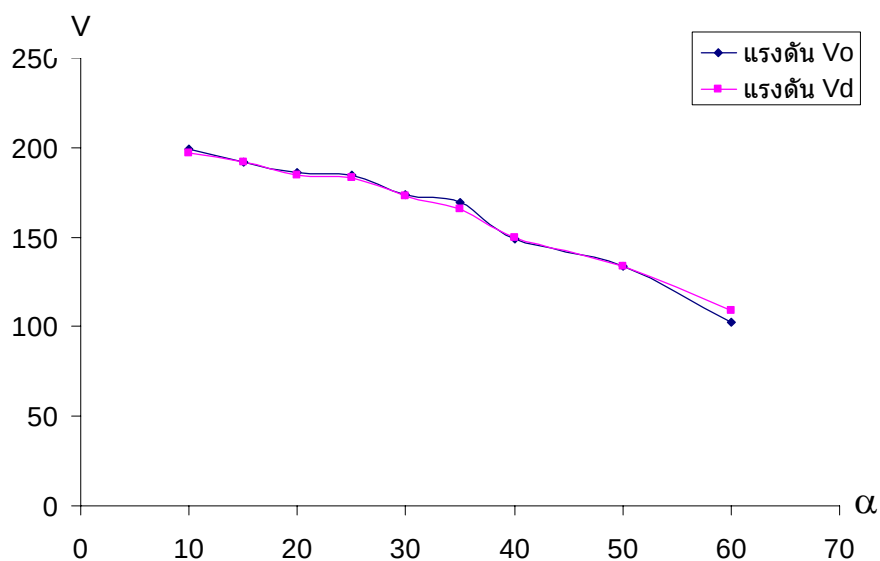
$$i_a = 1\text{A/div}$$

รูปที่ 5.92 รูปสัญญาณแรงดัน V_o , V_d และกระแส i_a ที่มุมนำกระแส 60° ที่ $a = 1:1:1$, $k = 1:1$

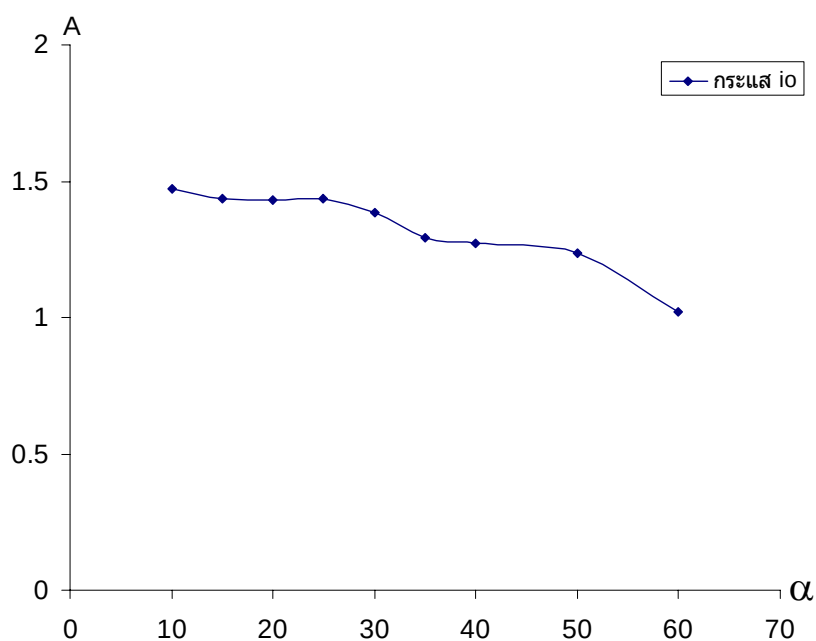
จากการทดสอบการปรับมุมนำกระแสไทรสเตอร์ตั้งแต่ 0° ถึง 60° พบว่าเมื่อปรับมุมนำกระแสมากขึ้นแรงดันทางด้านไฟฟ้ากระแสตรงจะลดลงมากขึ้นจากรูปที่ 5.84 ถึง 5.92 กล่าวคือขณะที่มีการปรับมุมนำกระแสให้มากขึ้นเกิน 90° คอนเวอร์เตอร์จะทำงานในโหมดอินเวอร์เตอร์ และมีการส่งคืนพลังงานไฟฟ้ากลับไปยังระบบไฟฟ้ากระแสสลับ โดยการทำงานในสภาวะอินเวอร์เตอร์เท่ากับ 180° ลบกับมุมนำกระแส α ซึ่งจะให้แรงดันทางด้านไฟฟ้ากระแสตรงลดลงมากขึ้น[9] และที่ความถี่ของสัญญาณทางด้านเอาต์พุตจะมีค่าของริปเปิ้ลเท่ากับ 12 เท่าของความถี่ทางด้านอินพุต (50Hz)

ตารางที่ 5.6 กำหนดให้มุมนำกระแส ($\alpha = \beta$) ปรับมุมนำกระแสตั้งแต่ 10° ถึง 60°

(α, β)	V_o (V)	V_d (V)	i_o (A)	i_a (A)	Power(W)	THDi (%)
10°	199.4	197.3	1.39	1.473	277.1	9.88
15°	192	191.9	1.37	1.434	263	11.61
20°	185.9	184.3	1.34	1.431	249.1	11.81
25°	184.5	183	1.21	1.435	223.2	12.39
30°	173.8	173.1	1.15	1.386	199.8	12.98
35°	169.5	166	1.1	1.292	186.6	15.24
40°	140.9	149.7	0.94	1.273	140	15.35
50°	133.6	133.8	0.87	1.238	116.2	17.69
60°	102.8	108.9	0.83	1.019	85.3	21.44

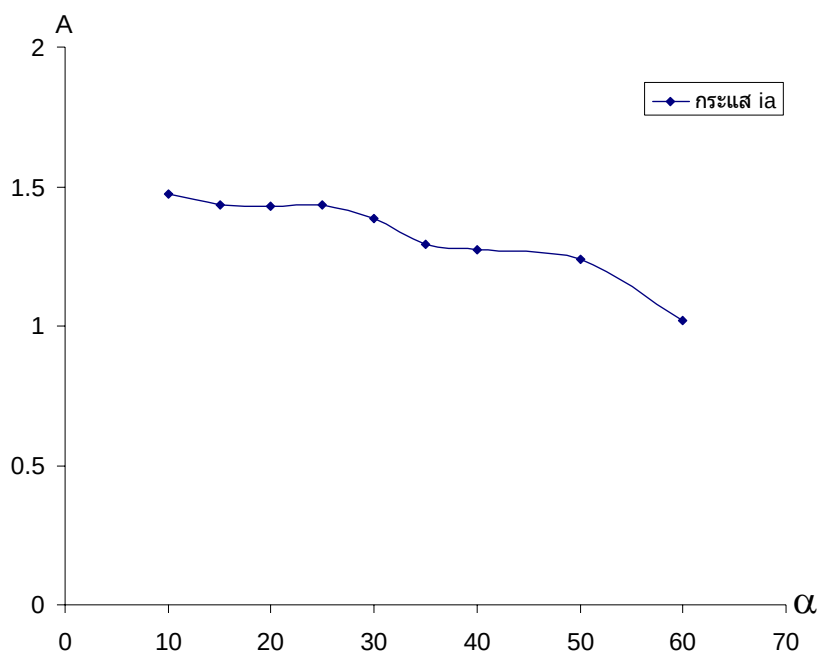


รูปที่ 5.93 แสดงค่าของแรงดัน V_o และแรงดัน V_d โดยกำหนดให้มุมนำกระแส ($\alpha = \beta$) และปรับมุมนำกระแสตั้งแต่ 10° ถึง 60°

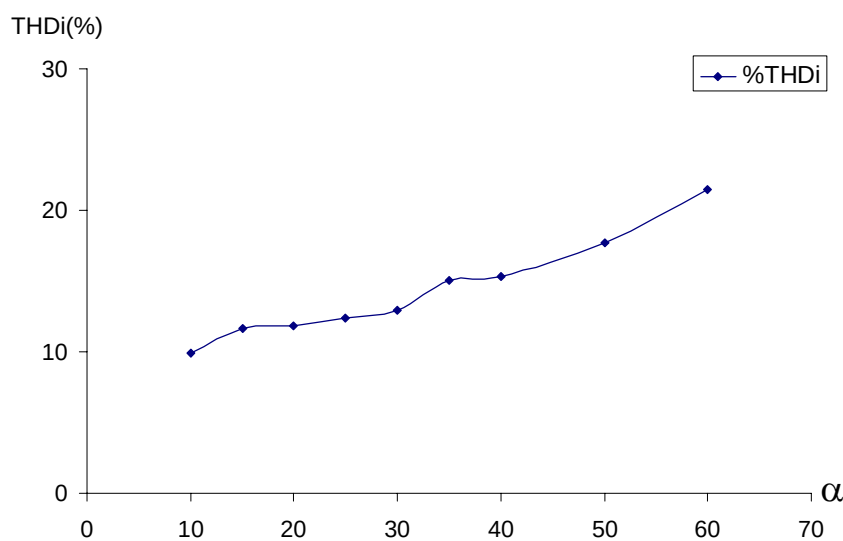


รูปที่ 5.94 แสดงค่าของกระแส i_o โดยกำหนดให้มุมนำกระแส ($\alpha = \beta$) และปรับมุมนำกระแสตั้งแต่ 10° ถึง 60°

จากตารางที่ 5.6 ได้แสดงถึงสภาวะการทำงานที่ 10° ถึง 60° เมื่อกำหนดให้มีการปรับเปลี่ยนมุมนำกระแสมากขึ้นแรงดันเอาต์พุตจะลดลง และกระแสเอาต์พุตก็จะลดลง ส่วนค่าฮาร์มอนิกของกระแสอินพุตจะมีค่าสูงขึ้นสามารถดูได้จากรูปที่ 5.95



รูปที่ 5.95 แสดงค่าของกระแส i_a โดยกำหนดให้มุมนำกระแส ($\alpha = \beta$) และปรับมุมนำกระแส ตั้งแต่ 10° ถึง 60°



รูปที่ 5.96 แสดงค่า THDi ที่การปรับมุมนำกระแส ($\alpha = \beta$) ตั้งแต่ 10° ถึง 60°

จากข้อมูลการทดลองที่หัวข้อ 5.6 เมื่อทำการปรับมุมนำกระแสตั้งแต่ 10° ถึง 60° โดยโหลดคงที่ จากตารางที่ 5.7 ผลการทดสอบเมื่อปรับมุมนำกระแสให้มามีค่ามากขึ้นแรงดันทางด้านเอาต์พุตของระบบมีค่าต่ำลงจากรูปที่ 5.93 สัญญาณรูปคลื่นกระแสอินพุตในระบบจะเริ่มไม่เข้าใกล้รูปคลื่นไซน์ THDi จึงมีค่าเพิ่มขึ้น แรงดันทางด้านไฟฟ้ากระแสตรงมีค่าเริ่มเปิดสูงขึ้นตามรูปที่ 5.84

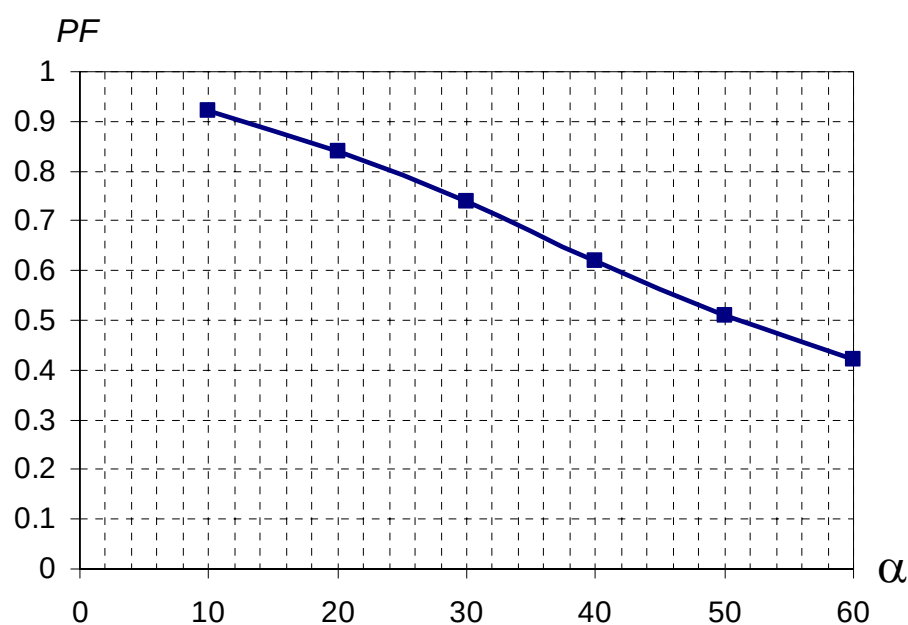
ถึง 5.92 เป็นผลจากการปรับมุนำกระแสมากขึ้น จากรูปที่ 5.94 และ 5.95 ค่าของกระแส i_a , i_o จะลดลง ดังนั้นค่ากำลังไฟฟ้าก็จะลดลงตาม

ค่าตัวประกอบกำลังจากการทดสอบวัดค่าทางด้านแรงดันอินพุต 3 เฟสที่ต่อแบบสตาร์ จากตารางที่ 5.7 จะเห็นว่าเมื่อมุนำกระแสมากขึ้นค่าตัวประกอบกำลังก็จะลดลงดูได้จากรูปที่ 5.97

ตารางที่ 5.7 ค่า PF เมื่อค่ามุนำกระแส ($\alpha = \beta$) ปรับมุนำกระแสตั้งแต่ 10° ถึง 60°

(α, β)	PF
10°	0.92
20°	0.86
30°	0.74
40°	0.62
50°	0.51
60°	0.42

ค่าตัวประกอบกำลังที่ได้จากการทดสอบที่มุนำกระแสตั้งแต่ 10° ถึง 60°

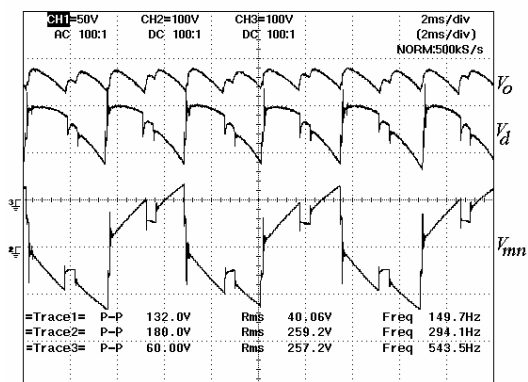


รูปที่ 5.97 แสดงค่า PF ที่การปรับมุนำกระแส ($\alpha = \beta$) ตั้งแต่ 10° ถึง 60°

5.6.2 ทดสอบแรงดันอินพุต

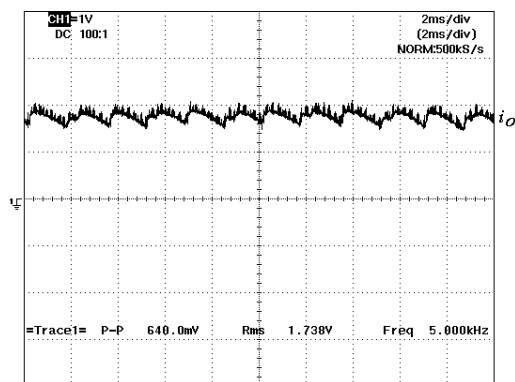
ทำการทดสอบแรงดันอินพุตเมื่อปรับแรงดันไฟฟ้าให้สูงขึ้นโดยกำหนดให้กระแส i_o มีค่าไม่เกิน 2A ความถี่ 50Hz ที่มูนำกระแสไตรสเตอร์ ($\alpha = \beta$) เท่ากับ 30° ที่โหลดเป็นหลอดไฟ

1. ทดสอบโดยให้พิกัดแรงดันไฟฟ้ากระแสสลับ ที่แรงดันอินพุต V_{LL} ประมาณ 220V



(ก) รูปสัญญาณ V_{mn} , V_d , V_o ที่มูนำกระแส 30°

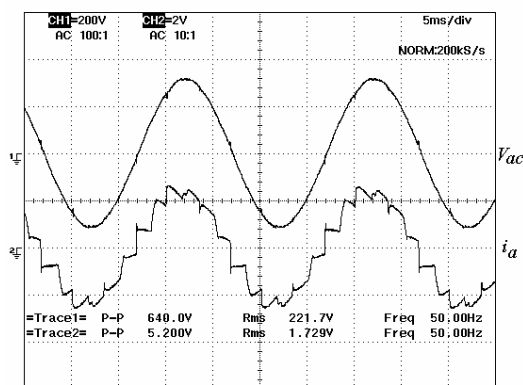
$V_{mn} = 50\text{V/div}$, $V_d = 100\text{V/div}$, $V_o = 100\text{V/div}$



(ข) รูปสัญญาณ i_o ที่มูนำกระแส 30°

$i_o = 1\text{A/div}$

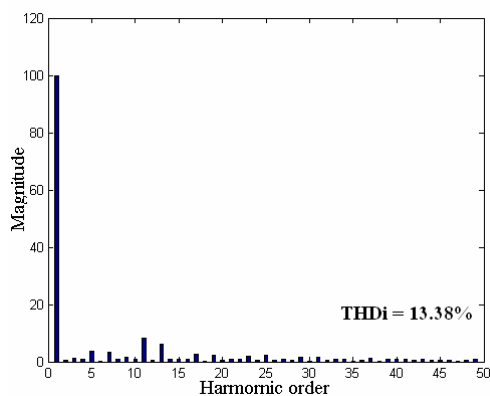
รูปที่ 5.98 รูปสัญญาณแรงดัน V_{mn} , V_o , V_d และกระแส i_o ที่มูนำกระแส 30°



(ก) รูปสัญญาณ V_{ac} , i_a ที่ได้จากการทดลอง

$V_{ac} = 200\text{V/div}$, $i_a = 2\text{A/div}$

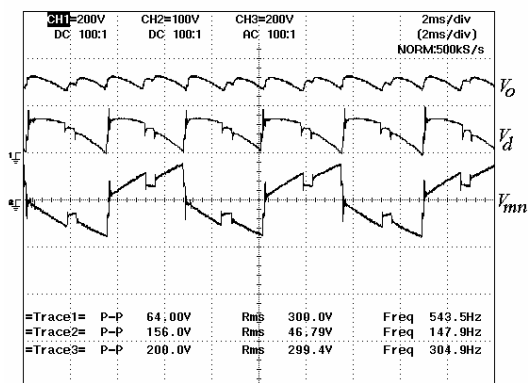
รูปที่ 5.99 รูปสัญญาณกระแสและแรงดัน V_{ac} , i_a และ ค่า THDi ของกระแส i_a



(ข) ค่า THDi ของกระแส i_a

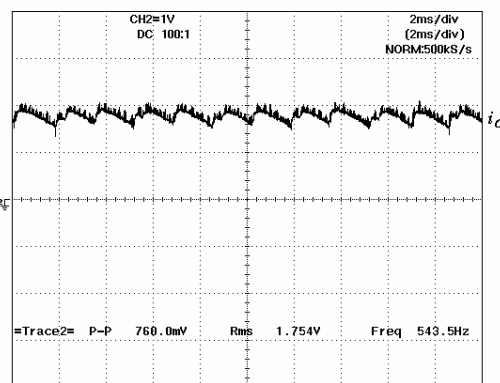
จากการทดสอบที่แรงดัน V_{LL} ประมาณ 220V จากรูปที่ 5.98 (ก) แรงดัน V_o จะได้เท่ากับ 257V และจากรูป 5.98 (ข) กระแส i_o จะได้เท่ากับ 1.738A เมื่อนำมาคำนวณหาค่ากำลังไฟฟ้าจะได้เท่ากับ 380.2W ค่า THDi จากรูปที่ 5.99 (ข) จะได้เท่ากับ 13.38%

2. ทดสอบโดยให้พิกัดแรงดันไฟฟ้ากระแสตรง V_{LL} ประมาณ 256V



(ก) รูปสัญญาณ V_o , V_{mn} , V_d ที่มุมนำกระแส 30°

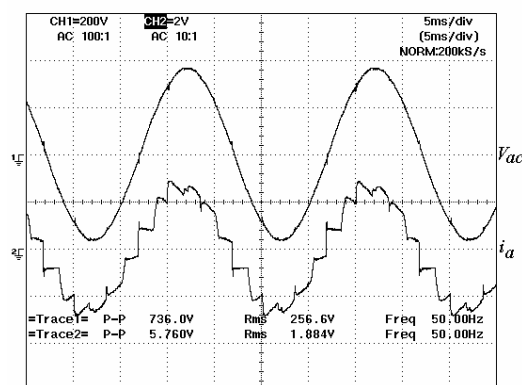
$V_o = 200\text{V/div}$, $V_{mn} = 100\text{V/div}$, $V_d = 100\text{V/div}$,



(ข) รูปสัญญาณ i_o ที่มุมนำกระแส 30°

$i_o = 1\text{A/div}$

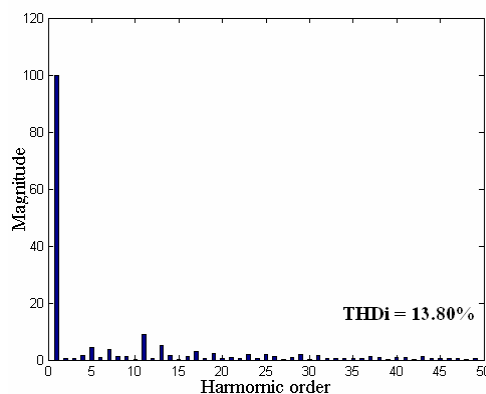
รูปที่ 5.100 รูปสัญญาณแรงดัน V_o , V_{mn} , V_d และกระแส i_o ที่มุมนำกระแส 30°



(ก) รูปสัญญาณ V_{ac} , i_a ที่ได้จากการทดลอง

$V_{ac} = 200\text{V/div}$, $i_a = 2\text{A/div}$

รูปที่ 5.101 รูปสัญญาณกระแสและแรงดัน V_{ac} , i_a และ ค่า THDi ของกระแส i_a



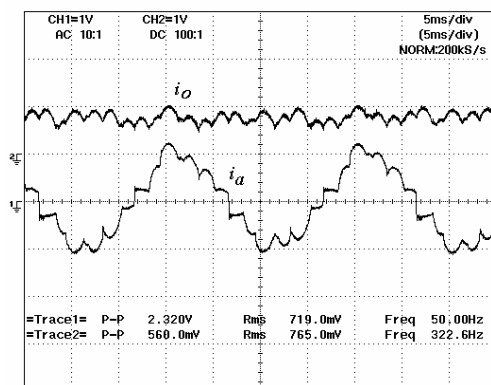
(ข) ค่า THDi ของกระแส i_a

จากการทดสอบที่แรงดัน V_{LL} ประมาณ 256V จากรูปที่ 5.100 แรงดัน V_o จะได้เท่ากับ 300V และกระแส i_o จะได้เท่ากับ 1.754A เมื่อนำมาคำนวณหาค่ากำลังไฟฟ้าจะได้เท่ากับ 526.2W ค่า THDi จากรูปที่ 5.101 (ข) จะได้เท่ากับ 13.8%

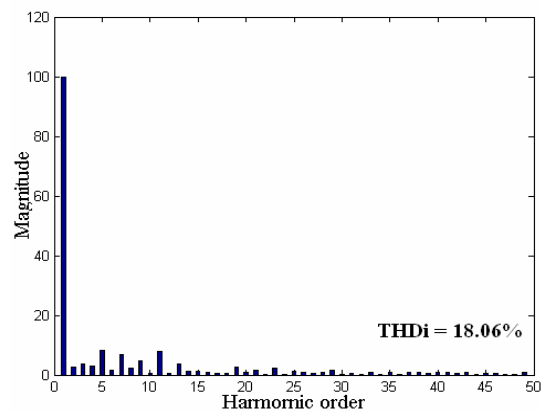
5.6.3 การทดสอบกับมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง

การทดสอบของวิทยานิพนธ์นี้ได้ทำการทดสอบมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง ในสภาวะไม่มีภาระทางกล โดยค่าพารามิเตอร์ที่ค่าพิกัดแรงดันไฟฟ้ากระแสตรงเท่ากับ 130V ที่รอบสูงสุด 1800 รอบต่อนาที เมื่อแรงดันที่ขดลวดฟิวส์เท่ากับ 180V แล้วทำการทดสอบประสิทธิภาพของมอเตอร์ที่

80%, 70%, 60% และ 50% เพื่อศึกษาผลของรูปคลื่นสัญญาณกระแสอินพุต (i_a) และกระแสทางด้านเอาต์พุต (i_o) และฮาร์มอนิกที่เกิดขึ้นกับระบบ โดยกำหนดให้มุมนำกระแส ($\alpha, \beta = 30^\circ$)

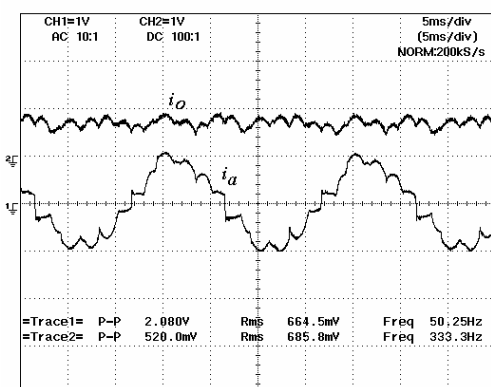


(ก) รูปสัญญาณ i_o :(1A/div), i_a :(1A/div)

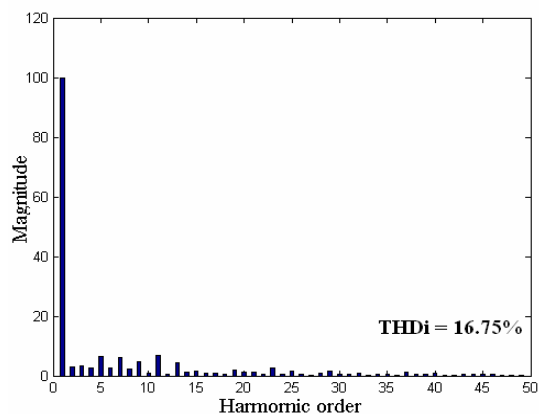


(ข) ค่า THDi ของกระแส i_a ได้จากการทดลอง

รูปที่ 5.102 รูปสัญญาณแรงดัน i_o, i_a และฮาร์มอนิกของกระแส i_a ที่พิกัด 80%

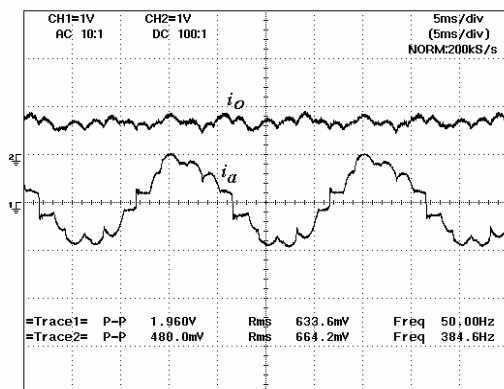
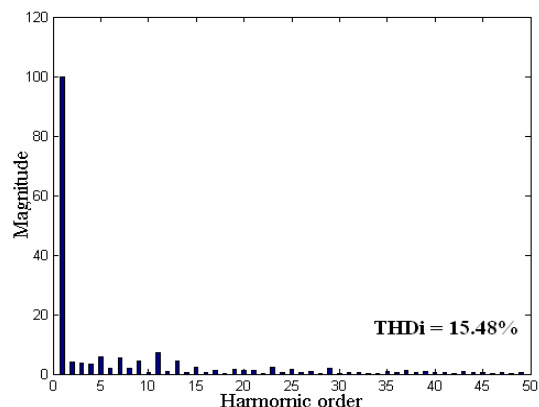


(ก) รูปสัญญาณ i_o :(1A/div), i_a :(1A/div)

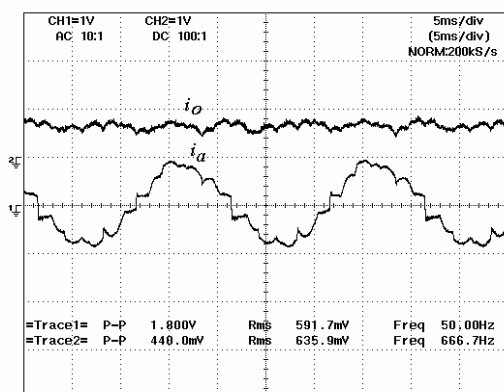
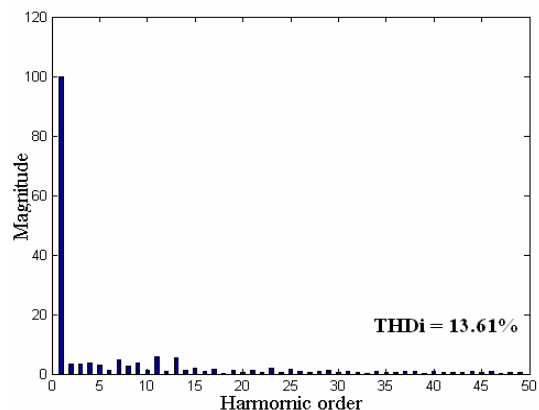


(ข) ค่า THDi ของกระแส i_a ได้จากการทดลอง

รูปที่ 5.103 รูปสัญญาณแรงดัน i_o, i_a และฮาร์มอนิกของกระแส i_a ที่พิกัด 70%

(ก) รูปสัญญาณ i_o :(1A/div), i_a :(1A/div)(ข) ค่า THDi ของกระแส i_a ได้จากการทดลอง

รูปที่ 5.104 รูปสัญญาณแรงดัน i_o , i_a และฮาร์มอนิกของกระแส i_a ที่พิกัด 60%

(ก) รูปสัญญาณ i_o :(1A/div), i_a :(1A/div)(ข) ค่า THDi ของกระแส i_a ได้จากการทดลอง

รูปที่ 5.105 รูปสัญญาณแรงดัน i_o , i_a และฮาร์มอนิกของกระแส i_a ที่พิกัด 50%

ตารางที่ 5.8 การทดสอบมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงในสภาวะไม่มีภาระทางกล

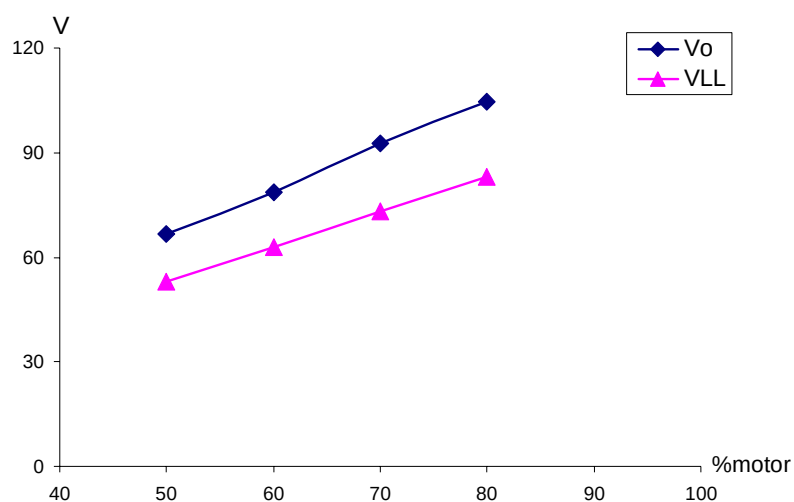
ทดสอบพิกัด มอเตอร์ (%)	แรงดัน V_o (V)	แรงดัน V_{LL} (V)	กระแส i_a (A)	กระแส i_o (A)	จำนวนรอบ (rpm)
80	104.6	83	0.765	0.719	1455.5
70	92.8	73	0.685	0.664	1294.4
60	78.8	63	0.664	0.633	1106.6
50	66.8	53	0.635	0.591	923.6

จากการทดสอบมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงที่ 80%, 70%, 60%, และ 50% จากรูปที่ 5.102 ถึง 5.105 จะเห็นว่าการทำงานที่สภาวะไม่มีภาระทางกลกระแสที่ได้จะมีค่าน้อย รูปคลื่นสัญญาณของกระแสอินพุต i_a จะมีลักษณะเข้าใกล้รูปคลื่นไซน์ กระแสเอาต์พุต i_o และกระแสอินพุต i_a จาก

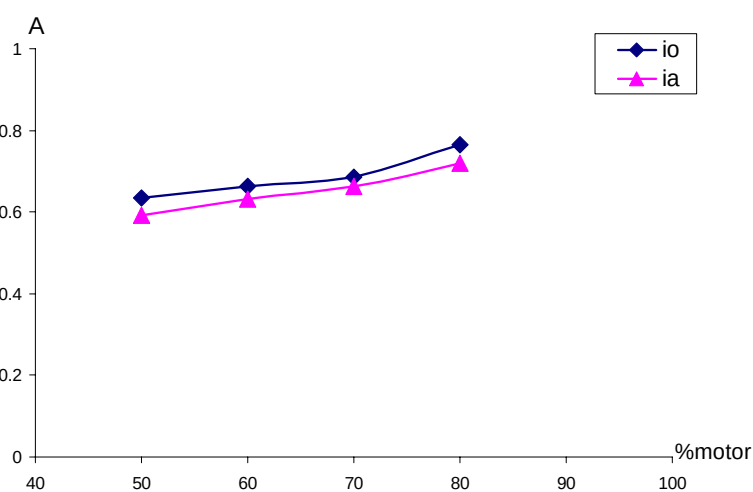
ตารางที่ 5.8 เมื่อมีการปรับแรงดันไฟฟ้าอินพุต V_{LL} กระแสและจำนวนรอบของมอเตอร์ไฟฟ้าจะมีค่าแปรผันตามกัน กล่าวคือเมื่อลดแรงดัน ค่าของกระแสและจำนวนรอบมอเตอร์ก็จะลดลงตามค่า THDi ก็จะลดลงจากตารางที่ 5.9

ตารางที่ 5.9 ค่า THDi ของมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงในสถานะไม่มีภาระทางกล

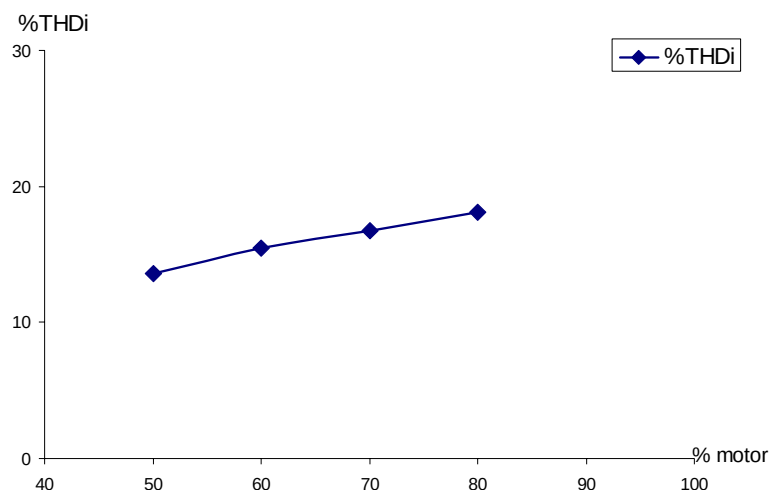
ทดสอบพิกัดมอเตอร์ (%)	THDi (%)
80	18.06
70	16.75
60	15.48
50	13.61



รูปที่ 5.106 แสดงค่าของแรงดัน V_o และแรงดัน V_{LL} ที่มีการปรับเปลี่ยนพิกัดมอเตอร์



รูปที่ 5.107 แสดงค่าของกระแส i_o และกระแส i_a ที่มีการปรับเปลี่ยนพิกัดมอเตอร์



รูปที่ 5.108 แสดงค่า THDi ของกระแส i_a ที่มีการปรับเปลี่ยนพิกัดมอเตอร์

5.7 สรุปผลการทดลอง

เมื่อนำการทำงานที่มุนำกระแสไทรสเตอร์ ($\alpha, \beta = 30^\circ$) เปรียบเทียบการทำงานที่อัตราส่วนของหม้อแปลงที่มีความแตกต่างกัน เริ่มจากอัตราส่วน $a = 1:0.5:0.5$ การสร้างแรงดันพัลส์ที่หม้อแปลงวงจรช่วยไทรสเตอร์ T_{Fm} ที่มีขนาดเล็กกว่า จากรูปที่ 5.21 สังเกตได้ว่าที่แรงดัน V_d การทำงาน 6 พัลส์คอนเวอร์เตอร์ จะทำงานในสภาวะปกติ ในขณะที่เดียวกันที่แรงดัน V_o ขนาดของพัลส์แรงดัน ที่สร้างระหว่างพัลส์แรงดัน V_d จะเกิดแค่ครึ่งหนึ่งของพัลส์แรงดัน V_d ซึ่งเกิดจากการออกแบบหม้อแปลงวงจรช่วยไทรสเตอร์ ที่อัตราส่วน $a = 1:0.5:0.5$ เป็นการลดแรงดันทางด้านออกของหม้อแปลงวงจรช่วยไทรสเตอร์ T_{Fm} จากรูปที่ 5.25 รูปคลื่นสัญญาณกระแส i_a จะมีลักษณะเข้าใกล้รูปคลื่นไซน์ ฮาร์มอนิกของกระแสยังสูงอยู่ดูได้จากรูปที่ 5.26

ที่อัตราส่วน $a = 1:1.5:1.5$ การสร้างแรงดันพัลส์ที่หม้อแปลงวงจรช่วยไทรสเตอร์ T_{Fm} ที่มีขนาดใหญ่กว่า จากรูปที่ 5.75 สังเกตได้ว่าที่แรงดัน V_d การทำงาน 6 พัลส์คอนเวอร์เตอร์ จะทำงานในสภาวะปกติ ในขณะที่เดียวกันที่แรงดัน V_o ขนาดของพัลส์แรงดัน ที่สร้างระหว่างพัลส์แรงดัน V_d จะเกินครึ่งหนึ่งของพัลส์แรงดัน V_d ซึ่งเกิดจากการออกแบบหม้อแปลงวงจรช่วยไทรสเตอร์ที่อัตราส่วน $a = 1:1.5:1.5$ เป็นการเพิ่มแรงดันทางด้านออกของหม้อแปลงวงจรช่วยไทรสเตอร์ T_{Fm} จากรูปที่ 5.79 รูปคลื่นสัญญาณกระแส i_a จะมีลักษณะเพี้ยนไปจากรูปคลื่นไซน์ ฮาร์มอนิกของกระแสจะสูงขึ้นดูได้จากรูปที่ 5.80

ที่อัตราส่วน $a = 1:1:1$ ที่แรงดันด้านออกเท่ากับแรงดันทางด้านเข้าของหม้อแปลงวงจรช่วยไทรสเตอร์ T_{Fm} จากรูปที่ 5.48 รูปคลื่นสัญญาณกระแส i_a จะมีลักษณะใกล้เคียงรูปคลื่นไซน์และค่าฮาร์มอนิกของกระแส i_a ลดลงมากกว่าที่อัตราส่วน $a = 1:0.5:0.5$ กับ $a = 1:1.5:1.5$ ดูได้จากรูปที่ 5.53

แรงดัน V_{mn} จากรูปที่ 5.49 จะมีลักษณะเป็นรูปคลื่นแบบฟันเลื่อยซึ่งเกิดจากการที่สัญญาณรูปคลื่นสี่เหลี่ยมของกระแส i_n หนีเข้าหม้อแปลงวงจรช่วยไทรสเตอร์ T_{Fm} ทำให้เกิดแรงดัน V_{mn} เพื่อให้ T_p , T_q นำกระแสช่วยในการเพิ่มสัญญาณพัลส์ ขณะที่การปรับมุนำกระแสของคอนเวอร์เตอร์ทั้งสองชุดจะต้องมีขนาดเท่ากัน จากรูปที่ 5.30 และ 5.48 แรงดัน V_d และแรงดัน V_o จะมีลักษณะเป็น 6 พัลส์และแรงดัน V_o จะมีลักษณะเป็น 12 พัลส์กล่าวคือเมื่อมีการกำหนดให้มุนำกระแสมีขนาดเท่ากันและอัตราส่วนของหม้อแปลงวงจรช่วยไทรสเตอร์ T_{Fm} ที่เท่ากัน การเกิดฮาร์โมนิกก็จะน้อยลง เช่นจากรูป 5.35 และ 5.53 ฮาร์โมนิกลำดับที่ 5th, 7th ลดลงมากกว่าการที่กำหนดมุนำกระแสให้กับคอนเวอร์เตอร์ทั้งสองชุดไม่เท่ากัน

สรุปได้ว่าการที่จะสร้างชุดคอนเวอร์เตอร์แบบปรับปรุงใหม่นี้ จะต้องมีการกำหนดมุนำกระแสที่ $(\alpha = \beta)$ ให้มีค่าเท่ากัน และที่อัตราส่วน k ของหม้อแปลงอินเตอร์เฟส กับ อัตราส่วน a ของหม้อแปลงวงจรช่วยไทรสเตอร์ จากการทดสอบจะเห็นว่าจำเป็นต้องกำหนดให้อัตราส่วนของหม้อแปลงทั้งสองมีขนาดเท่ากัน

ผลการทดสอบการจำลองระบบ กับ การทดสอบจริงจะเห็นว่ารูปคลื่นแรงดันและกระแส จะมีลักษณะใกล้เคียงกันแสดงว่าวงจรเรียงกระแสไฟฟ้า 3 เฟส 6 พัลส์คอนเวอร์เตอร์แบบปรับปรุงสามารถทำงานได้จริง