

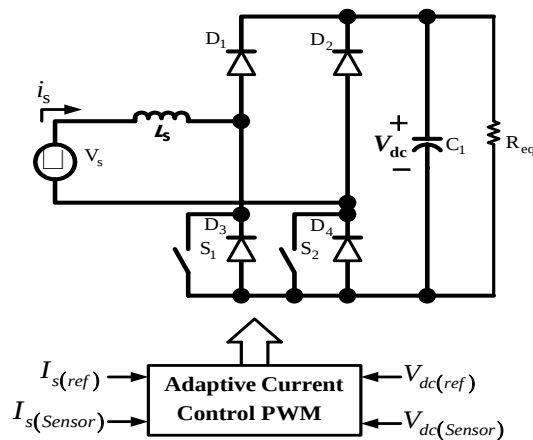
บทที่ 5

ผลการทดลอง

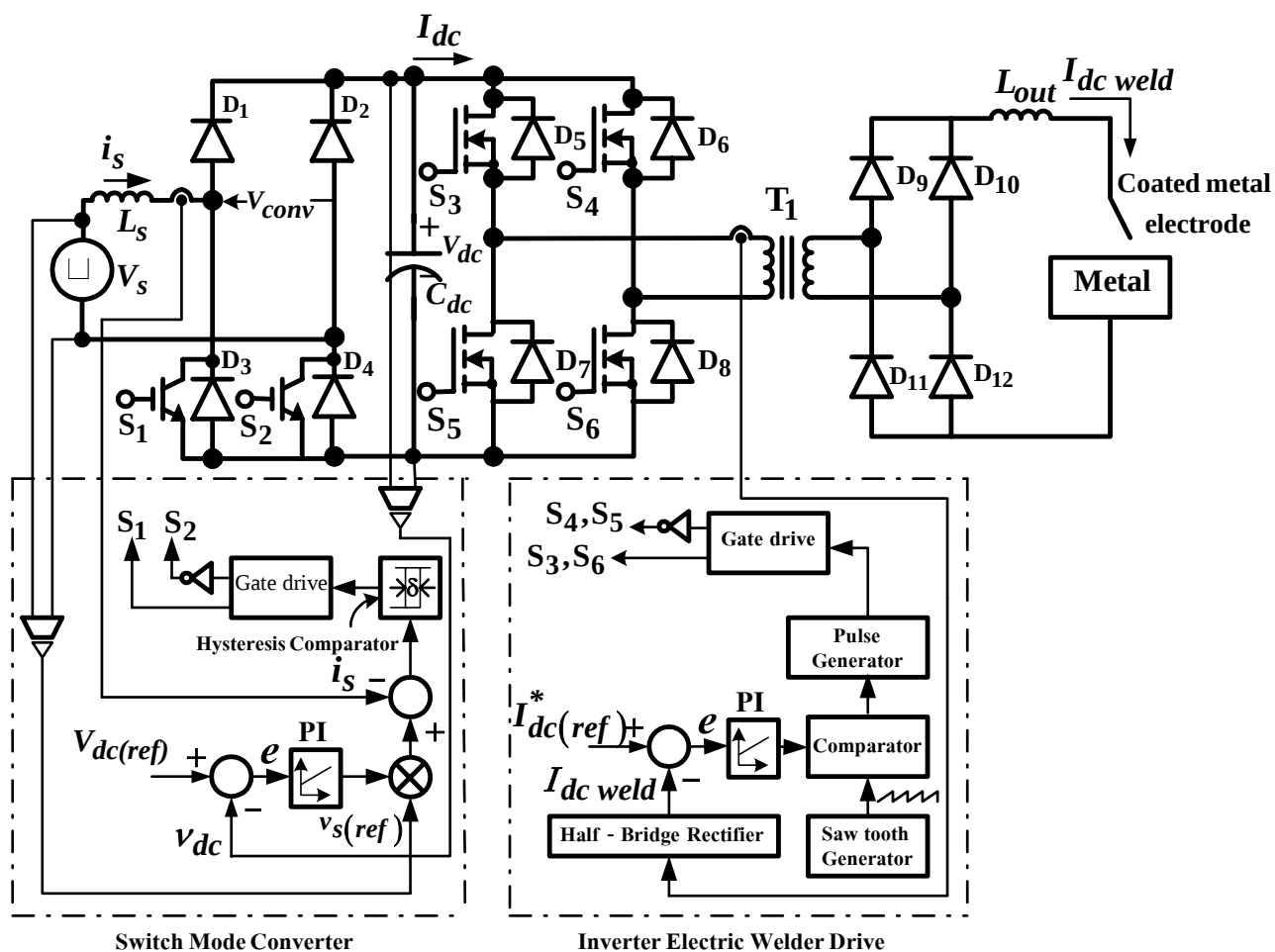
ในบทนี้จะเป็นผลการทดลองจริงรวมทั้งผลการจำลองของเครื่องเชื่อมไฟฟ้ากระแสตรงที่มีการควบคุมกระแสป้อนภูมิและปรับปรุงตัวประกอบกำลังทางด้านอินพุตที่สร้างขึ้นโดยใช้เทคนิคของการควบคุมกระแสแบบพิคัปลิวเอ็มปรับตัวมาใช้ในการควบคุมการสวิตช์ของไอจีบีทีสองตัวที่เพิ่มเข้าไปในวงจรฟูลบริดจ์เรกติไฟ์ในการปรับปรุงรูปคลื่นกระแสทางด้านอินพุตและใช้เทคนิคการป้อนกลับมาควบคุมกระแสเชื่อมทางด้านเอาต์พุตให้คงที่ โดยผลการทดสอบสามารถแบ่งออกเป็นหัวข้อได้ดังต่อไปนี้

5.1 การทดลองการทำงานของวงจรสวิตช์โหมคเอซี-ดีซีคอนเวอร์เตอร์ภายใต้การต่อโหลดความต้านทาน

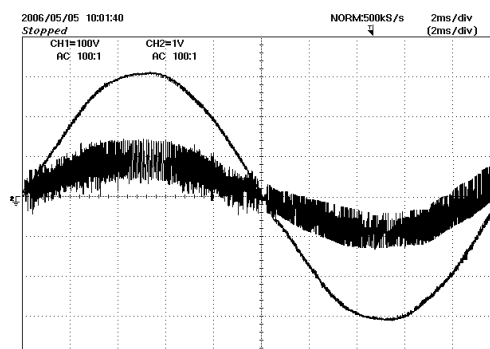
ในการทดลองนี้จะเป็นการทดสอบการทำงานของวงจรสวิตช์โหมคเอซี-ดีซีคอนเวอร์เตอร์ภายใต้การต่อโหลดความต้านทาน ซึ่งมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาลักษณะพฤติกรรมการทำงานของวงจรสวิตช์โหมคเอซี-ดีซีคอนเวอร์เตอร์ก่อนทดลองร่วมกับเครื่องเชื่อมไฟฟ้ากระแสตรงที่นำเสนอ โดยมีการทดลองหาค่าดัชนีคุณภาพทางไฟฟ้าต่างๆ เช่น ค่าตัวประกอบกำลังทางไฟฟ้า (PF) ค่าเปอร์เซ็นต์ความผิดเพี้ยนรวมของกระแสฮาร์โมนิกทางด้านอินพุต (% THD) เพื่อประเมินประสิทธิภาพการทำงานของวงจรสวิตช์โหมคเอซี-ดีซีคอนเวอร์เตอร์ ซึ่งวงจรกำลังสวิตช์โหมคเอซี-ดีซีคอนเวอร์เตอร์ภายใต้การต่อโหลดความต้านทานแสดงดังรูปที่ 5.1



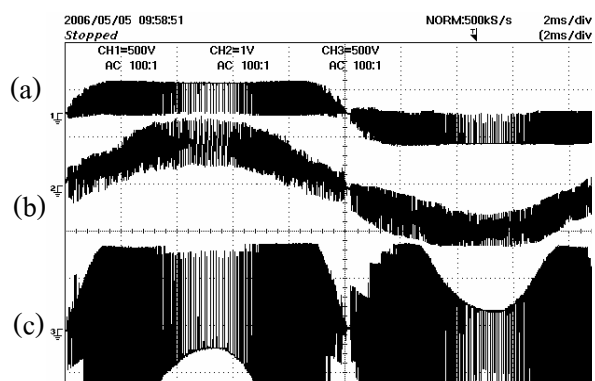
รูปที่ 5.1 วงจรกำลังสวิตช์โหมคเอซี-ดีซีคอนเวอร์เตอร์ภายใต้การต่อโหลดความต้านทาน



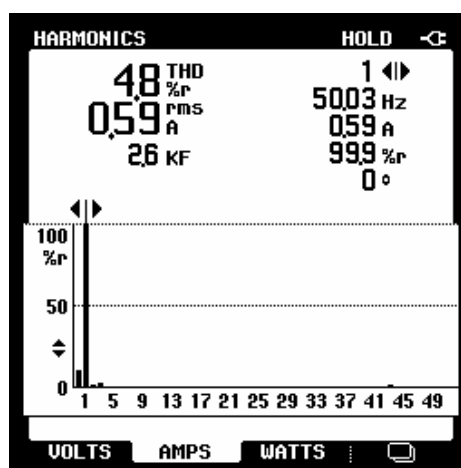
รูปที่ 5.2 วงจรกำลังสวิตซ์โหมคอดีซีคอนเวอร์เตอร์ภายใต้การต่อโหลดเครื่องเชื่อมไฟฟ้า
กระแสดรงแบบอินเวอร์เตอร์ความถี่สูง



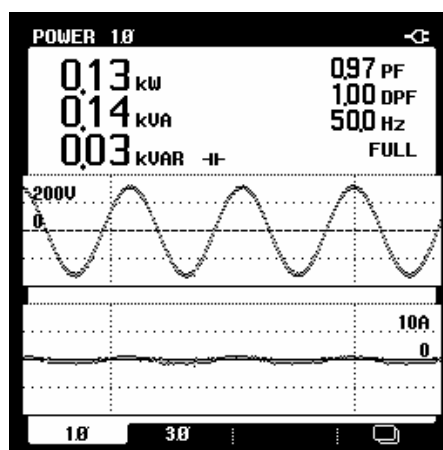
รูปที่ 5.3 แรงดันและกระแสทางอินพุต สเกลแรงดัน 100 V/div สเกลกระแส 1 A/div



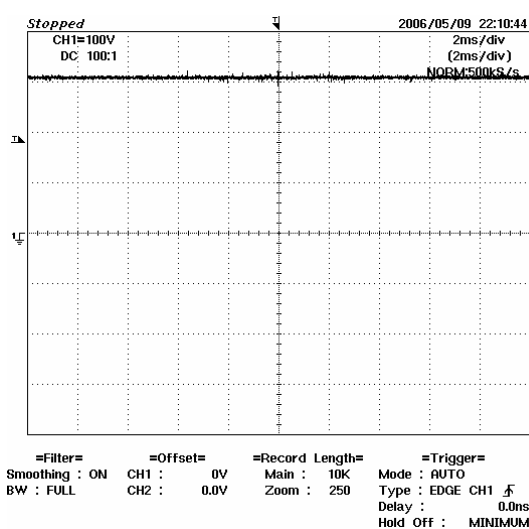
รูปที่ 5.4 (a) รูปสัญญาณแรงดันคั่นกร่อมสวิทช์โหมคเอซี-ดีซีคอนเวอร์เตอร์
(b) รูปสัญญาณกระแสทางด้านอินพุต
(c) รูปสัญญาณแรงดันคั่นกร่อมตัวเหนี่ยวนำ



รูปที่ 5.5 สเปกตรัมของกระแสทางด้านอินพุตหลังปรับปรุงภายใต้โหลดความต้านทาน



จากรูปที่ 5.1 แสดงการทำงานของวงจรสวิตช์โหมคเอซี-ดีซีที่ทำงานภายใต้การต่อโหลดความต้านทานโหลดไฟแบบใช้ขนาด 100 วัตต์อนุกรมกัน 2 หลอด ซึ่งจะเห็นในรูปที่ 5.3 ว่ากระแสอินพุตมีลักษณะรูปคลื่นเข้าใกล้รูปคลื่นสัญญาณไซน์ และมีเฟสตรงกันกับแรงดันไฟฟ้ากระแสสลับทางด้านอินพุต รูปที่ 5.4(a) แสดงรูปสัญญาณแรงดันตกคร่อมสวิตช์โหมคเอซี-ดีซีคอนเวอร์เตอร์ รูปที่ 5.4 (b) แสดงรูปสัญญาณกระแสทางด้านอินพุต รูปที่ 5.4 (c) แสดงรูปสัญญาณแรงดันตกคร่อมตัวเหนี่ยวนำ รูปที่ 5.5 แสดงสเปกตรัมของกระแสทางด้านอินพุตหลังปรับปรุงรูปคลื่นกระแสทางด้านอินพุต และรูปที่ 5.6 แสดงค่าตัวประกอบกำลังและค่ากำลังไฟฟ้าต่างๆ ส่วนรูปที่ 5.7 แสดงสัญญาณแรงดันดีซีเชื่อมโยงเมื่อโหลดเป็นตัวต้านทานไม่มีการเปลี่ยนแปลง



รูปที่ 5.7 สัญญาณแรงดันดีซีเชื่อมโยงเมื่อโหลดเป็นตัวต้านทานไม่มีการเปลี่ยนแปลง

ตารางที่ 5.1 การทดสอบหาค่าดัชนีคุณภาพทางไฟฟ้าภายใต้โหลดตัวต้านทานก่อนปรับปรุงตัวประกอบกำลังไฟฟ้าทางด้านอินพุต

V_s	I_s	V_o	THDi	PF	P_{in}	P_{out}	% h
220	0.96	310	82.4	0.56	130	119	91.54
220	1.76	309	80.9	0.58	240	229	95.42
220	2.55	308	79.8	0.59	350	338	96.57
220	3.30	305	79.4	0.59	460	442	96.09
220	4.05	303	78.9	0.6	560	551	98.39
220	4.80	302	78.4	0.6	670	662	98.81

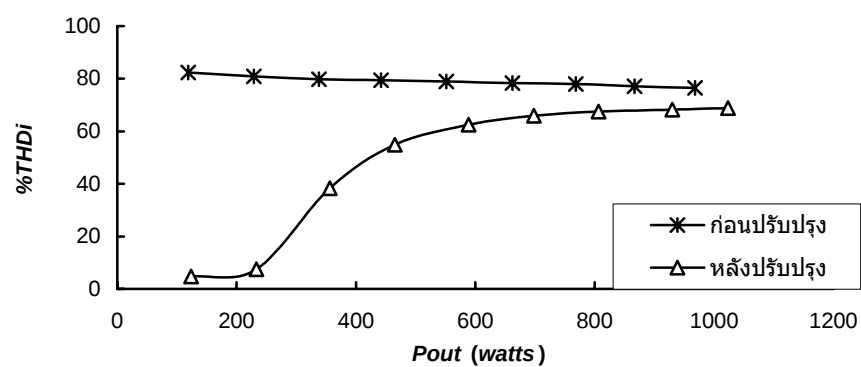
ตารางที่ 5.1 (ต่อ)

V_s	I_s	V_o	THDi	PF	P_{in}	P_{out}	% h
220	5.51	310	78.0	0.6	770	768	99.74
220	6.16	300	77.1	0.61	870	867	99.66
220	6.78	298	76.5	0.62	970	968	99.79
220	7.44	296	75.9	0.62	1060	1056	99.62

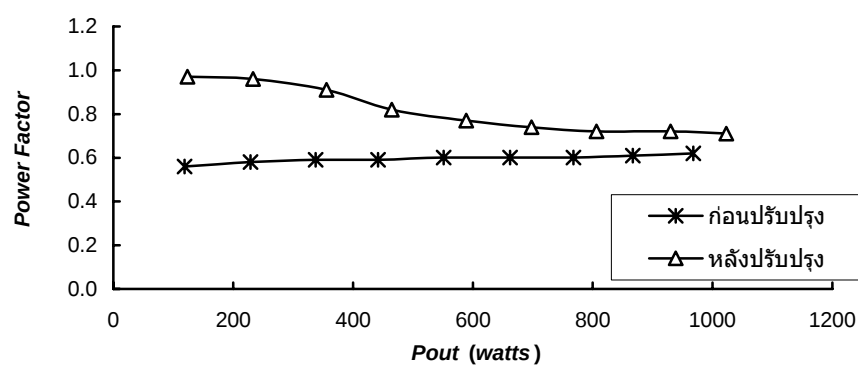
ตารางที่ 5.2 การทดสอบหาค่าดัชนีคุณภาพทางไฟฟ้าภายใต้โหลดตัวต้านทานหลังปรับปรุ่งตัวประกอบกำลังไฟฟ้าทางด้านอินพุต

V_s	I_s	V_o	THDi	PF	P_{in}	P_{out}	% h
220	0.50	310	4.8	0.97	130	124	95.38
220	1.50	310	7.5	0.96	240	233	97.08
220	1.85	310	38.3	0.91	360	356	98.89
220	2.70	310	54.9	0.82	470	465	98.94
220	3.55	310	62.5	0.77	590	589	99.83
220	4.40	310	65.9	0.74	710	698	98.31
220	5.10	310	67.5	0.72	820	806	98.29
220	5.90	310	68.2	0.72	940	930	98.94
220	6.60	310	68.9	0.71	1050	1023	97.34
220	7.30	310	68.3	0.71	1170	1147	98.03

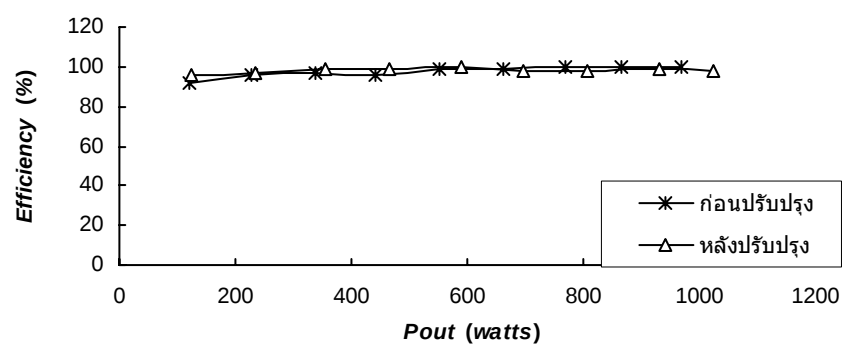
จากการทดสอบหาค่าดัชนีคุณภาพทางไฟฟ้าภายใต้โหลดตัวต้านทานก่อนปรับปรุ่งและหลังปรับปรุ่งตัวประกอบกำลังไฟฟ้าทางด้านอินพุตนั้น เมื่อนำมาพล็อตกราฟความสัมพันธ์ระหว่าง $\% \text{THDi} = f(P_{out})$, Power Factor = $f(P_{out})$ และ Efficiency(%) = $f(P_{out})$ จะได้ดังรูปที่



รูปที่ 5.8 ความสัมพันธ์ระหว่าง % THDi = $f(P_{out})$



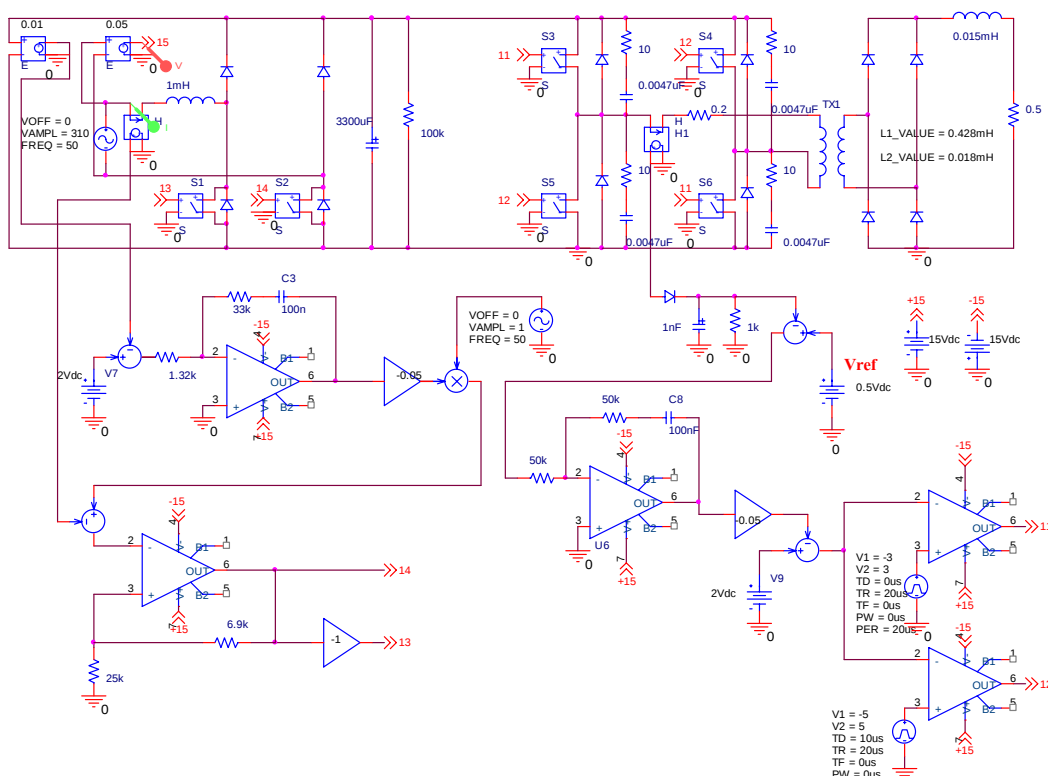
รูปที่ 5.9 ความสัมพันธ์ระหว่าง Power Factor = $f(P_{out})$



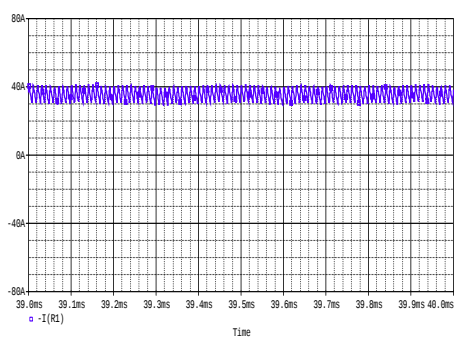
รูปที่ 5.10 ความสัมพันธ์ระหว่าง Efficiency(%) = $f(P_{out})$

5.2 การเปรียบเทียบผลการจำลองกับผลการทดลอง

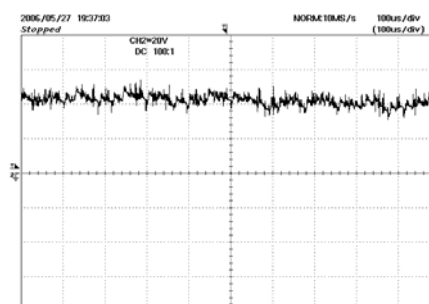
การจำลองการทำงานของวงจรสวิตช์โหมดเอซี-ดีซีคอนเวอร์เตอร์ ภายใต้การต่อโหลด เครื่องเชื่อมแบบอินเวอร์เตอร์นั้น ได้ใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ ORCAD9.1 ซึ่งมีวัตถุประสงค์เพื่อ ศึกษาลักษณะและพฤติกรรมการทำงานของสวิตช์โหมดเอซี-ดีซีคอนเวอร์เตอร์ที่ต่อร่วมกับเครื่อง เชื่อมไฟฟ้ากระแสตรงแบบอินเวอร์เตอร์ความถี่สูง ซึ่งมีไดอะแกรมการจำลองการทำงานของ ระบบดังแสดงในรูปที่ 5.11



รูปที่ 5.11 ๒.โคอะแกรมการจำลองการทำงานของระบบ

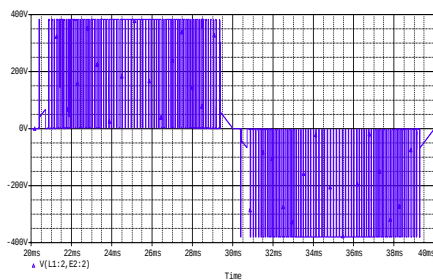


การจำลอง

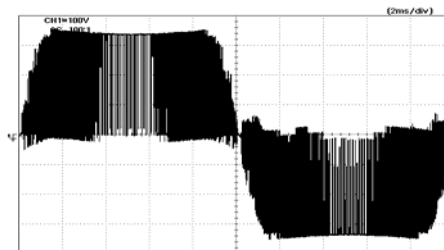


การทดลอง

รูปที่ 5.12 ผลการจำลองและการทดลองตรวจจับกระแสน้ำทางด้านเอาต์พุต

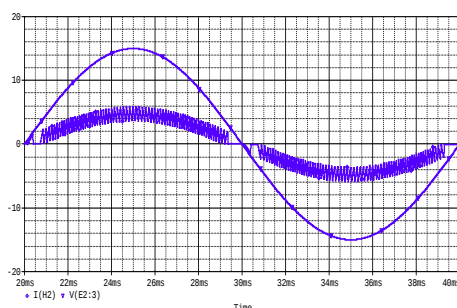


การจำลอง

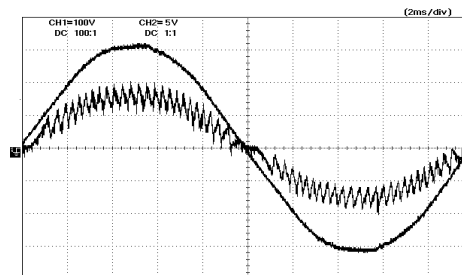


การทดลอง

รูปที่ 5.13 ผลการจำลองและการทดลองตรวจจับสนแรงดันคอนเวอร์เตอร์



การจำลอง

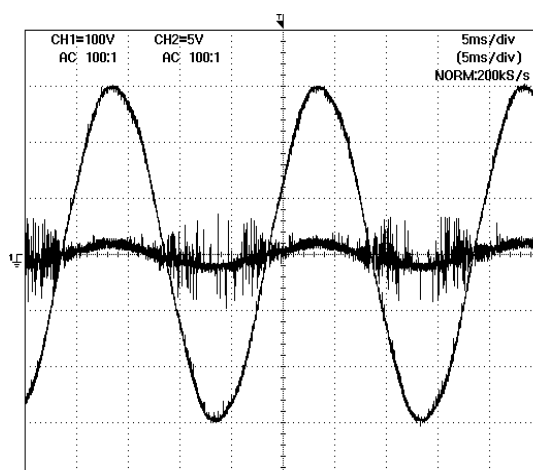
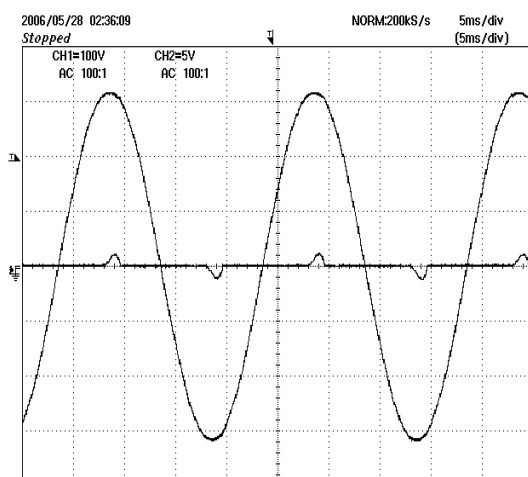


การทดลอง

รูปที่ 5.14 ผลการจำลองและการทดลองตรวจจับสนแรงดันและกระแสทางด้านอินพุตของสวิตช์ โหมดเอซี-ดีซีคอนเวอร์เตอร์

5.3 การทดลองและตรวจสอบการทำงานของสวิตช์โหมดเอซี-ดีซีคอนเวอร์เตอร์ที่ใช้ปรับปรุงรูปคลื่นกระแสทางด้านอินพุตขณะเชื่อมอาร์คขึ้นงาน

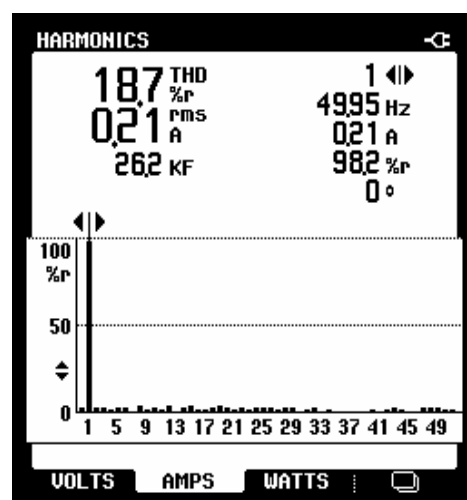
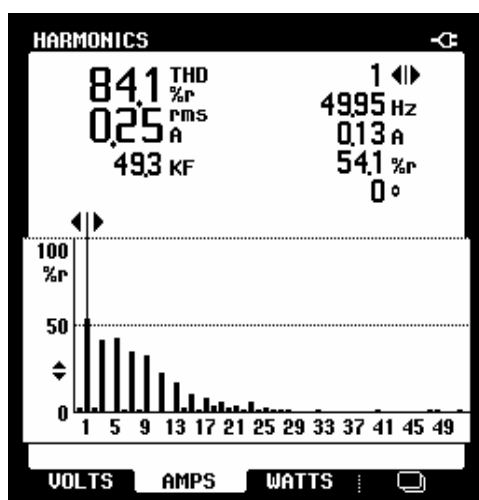
ในการทดลองนี้จะเป็นการทดสอบเครื่องเชื่อมไฟฟ้ากระแสตรงแบบอินเวอร์เตอร์ความถี่สูงที่อาศัยหลักการทำงานของสวิตช์โหมดเอซี-ดีซีคอนเวอร์เตอร์ในการปรับปรุงรูปคลื่นกระแสให้มีลักษณะใกล้เคียงรูปคลื่นสัญญาณไซน์ และมีการควบคุมกระแสเชื่อมทางด้านเอาต์พุตโดยอาศัยหลักการป้อนกลับ โดยทำการปรับค่ากระแสอ้างอิงในส่วนของวงจรควบคุมกระแสเชื่อมให้เปลี่ยนแปลงไปจากเดิมเพื่อให้กระแสทางด้านเอาต์พุตที่ใช้เชื่อมอาร์คขึ้นงานเปลี่ยนไปโดยมีการวัดสัญญาณแรงดันและกระแสทางด้านอินพุต สัญญาณกระแสทางด้านเอาต์พุต และมีการตรวจจับสนเปกตรัมของกระแสทางด้านอินพุตเทียบกับก่อนปรับปรุงรูปคลื่นกระแสทางด้านอินพุตด้วย



(ก) รูปคลื่นแรงดันและกระแสก่อนปรับปรุง

(ข) รูปคลื่นแรงดันและกระแสหลังปรับปรุง

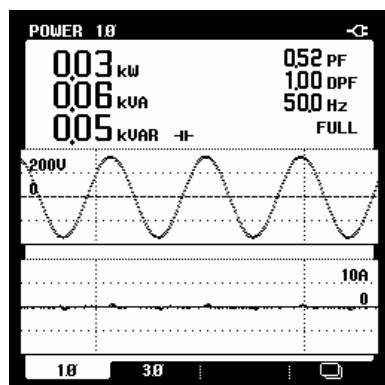
รูปที่ 5.15 ผลการทดลองเปรียบเทียบลักษณะทางด้านแรงดันและกระแสทางด้านอินพุตของเครื่องเชื่อมไฟฟ้ากระแสตรงในขณะที่ยังไม่เชื่อมอาร์คชิ้นงานที่แรงดันไฟตรงเอาต์พุต 60 โวลต์



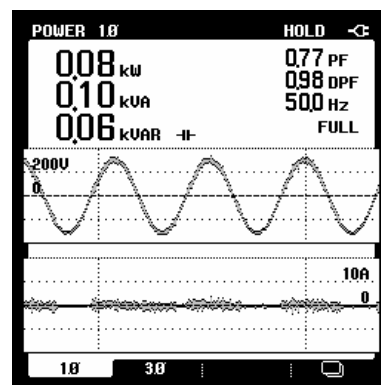
(ก) สเปกตรัมของกระแสฮาร์โมนิกทางด้านอินพุตก่อนปรับปรุง

(ข) สเปกตรัมของกระแสฮาร์โมนิกทางด้านอินพุตหลังปรับปรุง

รูปที่ 5.16 ผลการทดลองการเปรียบเทียบสเปกตรัมของกระแสฮาร์โมนิกในขณะที่ยังไม่เชื่อมอาร์คชิ้นงานที่แรงดันไฟตรงเอาต์พุต 60 โวลต์



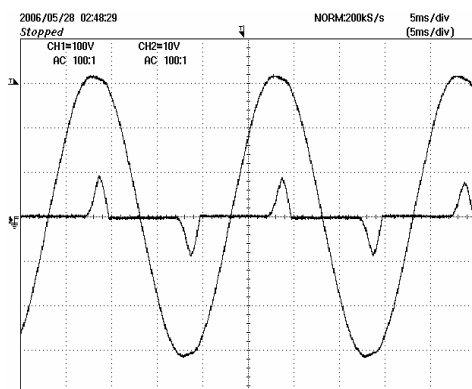
(ก) ตัวประกอบกำลังไฟฟ้าก่อนปรับปรุง



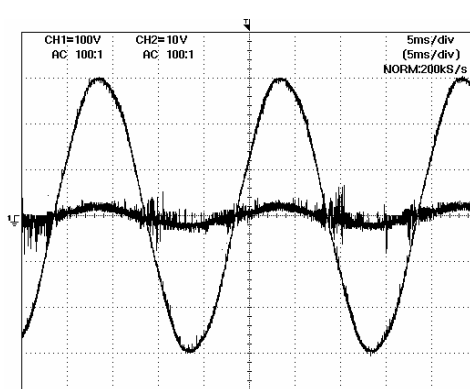
(ข) ตัวประกอบกำลังไฟฟ้าหลังปรับปรุง

รูปที่ 5.17 ผลการทดลองการเปรียบเทียบลักษณะตัวประกอบกำลังไฟฟ้าในขณะที่ยังไม่เชื่อมอาร์ค
ชิ้นงานที่แรงดันไฟตรงเอาต์พุต 60 โวลต์

รูปที่ 5.15 แสดงการเปรียบเทียบรูปคลื่นแรงดันและกระแสก่อนปรับปรุงและหลังปรับปรุง
ขณะยังไม่เชื่อมอาร์คชิ้นงานที่แรงดันไฟตรงเอาต์พุต 60 โวลต์ รูปที่ 5.16 แสดงการเปรียบเทียบ
สเปกตรัมของกระแสฮาร์โมนิกก่อนปรับปรุง และหลังปรับปรุงขณะที่ยังไม่เชื่อมอาร์คชิ้นงานที่
แรงดันไฟตรงเอาต์พุต 60 โวลต์ และรูปที่ 5.17 แสดงการเปรียบเทียบลักษณะตัวประกอบกำลังไฟฟ้า
ในขณะที่ยังไม่เชื่อมอาร์คชิ้นงานที่แรงดันไฟตรงเอาต์พุต 60 โวลต์

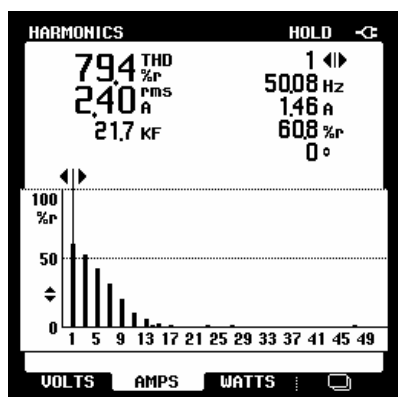


(ก) รูปคลื่นแรงดันและกระแสก่อนปรับปรุง

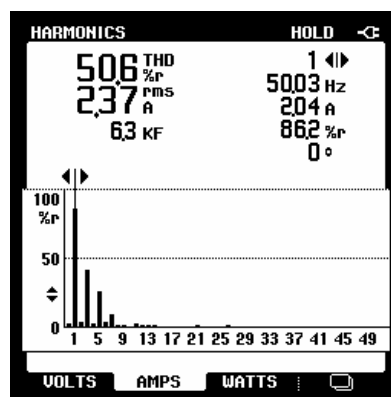


(ข) รูปคลื่นแรงดันและกระแสหลังปรับปรุง

รูปที่ 5.18 ผลการทดลองการเปรียบเทียบลักษณะทางด้านอินพุตของเครื่องเชื่อมไฟฟ้า
กระแสตรงในขณะที่ยังไม่เชื่อมอาร์คชิ้นงานที่กระแสเอาต์พุต 30 แอมป์



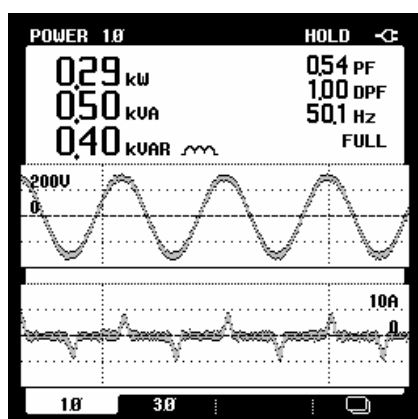
(ก) สเปกตรัมของกระแสฮาร์มอนิก
ทางด้านอินพุตก่อนปรับปรุง



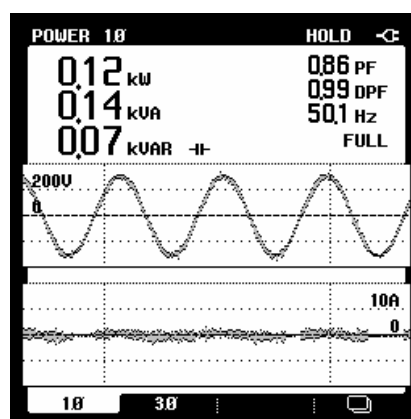
(ข) สเปกตรัมของกระแสฮาร์มอนิก
ทางด้านอินพุตหลังปรับปรุง

รูปที่ 5.19 ผลการทดลองการเปรียบเทียบสเปกตรัมของกระแสฮาร์มอนิกในขณะเชื่อมต่ออาร์ค
ขึ้นงานที่กระแสเอาต์พุต 30 แอมป์

รูปที่ 5.18 แสดงการเปรียบเทียบรูปคลื่นแรงดันและกระแสก่อนปรับปรุงและหลังปรับปรุง
ขณะเชื่อมต่ออาร์คขึ้นงานที่กระแสไฟตรงเอาต์พุต 30 แอมป์ รูปที่ 5.19 แสดงการเปรียบเทียบสเปกตรัม
ของกระแสฮาร์มอนิกก่อนปรับปรุง และหลังปรับปรุงขณะเชื่อมต่ออาร์คขึ้นงานที่กระแสไฟตรงเอาต์พุต
30 แอมป์ และรูปที่ 5.20 แสดงการเปรียบเทียบลักษณะตัวประกอบกำลังไฟฟ้าในขณะเชื่อมต่ออาร์ค
ขึ้นงานที่กระแสไฟตรงเอาต์พุต 30 แอมป์

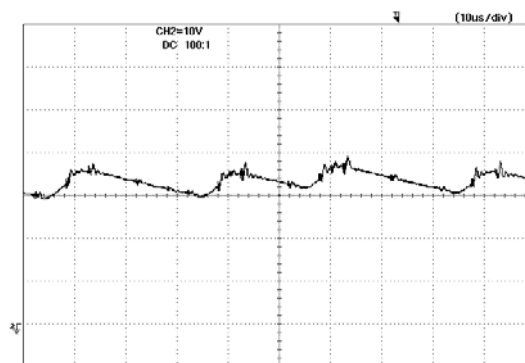


(ก) ตัวประกอบกำลังไฟฟ้าก่อนปรับปรุง



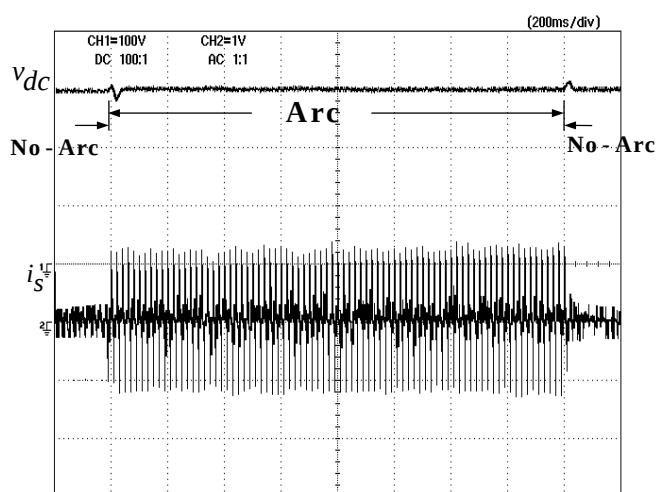
(ข) ตัวประกอบกำลังไฟฟ้าหลังปรับปรุง

รูปที่ 5.20 ผลการทดลองการเปรียบเทียบลักษณะตัวประกอบกำลังไฟฟ้าในขณะเชื่อมต่ออาร์ค
ขึ้นงานที่กระแสเอาต์พุต 30 แอมป์



รูปที่ 5.21 กระแสเอาต์พุตขณะเชื่อมอาร์คขึ้นงานที่ 30 แอมป์ สเกลกระแส 10 A/Div

รูปที่ 5.21 แสดงรูปคลื่นกระแสทางด้านเอาต์พุตขณะเชื่อมอาร์คขึ้นงานที่กระแส 30 แอมป์ โดยมีขนาดการกระเพื่อมของกระแสประมาณ 8 แอมป์ รูปที่ 5.22 แสดงสัญญาณแรงดันดีซีเชื่อมโยงที่ป้อนให้ชุดอินเวอร์เตอร์เมื่อทำการเชื่อมอาร์คขึ้นงานเอาต์พุตที่กระแส 30 A และรูปที่ 5.23 แสดงเครื่องเชื่อมไฟฟ้ากระแสตรงที่มีการควบคุมกระแสป้อนภูมิและปรับปรุงตัวประกอบกำลังทางด้านอินพุตต้นแบบที่น่าเสนอ



รูปที่ 5.22 สัญญาณแรงดันดีซีเชื่อมโยงที่ป้อนให้ชุดอินเวอร์เตอร์

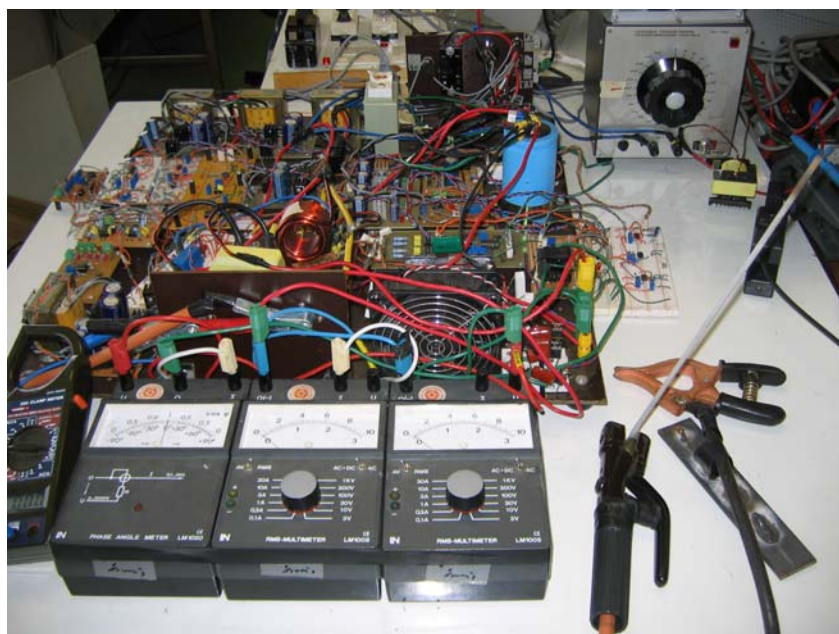
ตารางที่ 5.3 แสดงผลการทดสอบเครื่องเชื่อมที่น่าเสนอเมื่อยังไม่ให้วงจรสวิตช์โหมคเอช-ดีซีคอนเวอร์เตอร์ทำงาน และตารางที่ 5.4 แสดงผลการทดสอบเครื่องเชื่อมที่น่าเสนอเมื่อให้วงจรสวิตช์โหมคเอช-ดีซีคอนเวอร์เตอร์ทำงาน

ตารางที่ 5.3 ผลการทดลองเมื่อยังไม่ปรับปรุงรูปคลื่นกระแสทางด้านอินพุตของเครื่องเชื่อม

V_{in} (V)	I_s (A)	V_{dc} (V)	%THDi	PF	P(W)	$V_{out}(dc)$	$I_{out}(dc)$	$P_{out}(dc)$	%h
(V)	(A)	(V)	(%)		(W)	(V)	(A)	(W)	(%)
220	0.34	310	87.0	0.51	30	60	0	0	0
220	2.40	309	79.4	0.54	290	3	30	90	31
220	5.45	307	77.6	0.55	790	6	60	360	45
220	6.36	305	76.6	0.60	990	7	70	490	46
220	7.37	300	75.0	0.61	1,060	8	80	640	60

ตารางที่ 5.4 ผลการทดลองเมื่อปรับปรุงรูปคลื่นกระแสทางด้านอินพุตของเครื่องเชื่อม

V_{in} (V)	I_s (A)	V_{dc} (V)	%THDi	PF	P(W)	$V_{out}(dc)$	$I_{out}(dc)$	$P_{out}(dc)$	%h
(V)	(A)	(V)	(%)		(W)	(V)	(A)	(W)	(%)
220	0.25	310	18.7	0.77	80	60	0	0	0
220	2.37	310	50.62	0.86	120	3	30	90	75



รูปที่ 5.23 แสดงเครื่องเชื่อมไฟฟ้ากระแสตรงต้นแบบที่มีการควบคุมกระแสปฐมภูมิและปรับปรุงตัวประกอบกำลังทางด้านอินพุต

5.4 สรุป

ในบทนี้ได้กล่าวถึงการทดลองต่างๆ ซึ่งประกอบไปด้วยการทดลองการทำงานของวงจร สวิตช์โหมคเอซี-ดีซีคอนเวอร์เตอร์ภายใต้การต่อโหลดความต้านทานและโหลดเครื่องเชื่อมไฟฟ้า กระแสตรงแบบอินเวอร์เตอร์ความถี่สูงขณะเชื่อมอาร์คขึ้นงาน ซึ่งจะเห็นได้ว่าเมื่อทดสอบกับโหลด ความต้านทานจะมีค่าความผิดพลาดรวมของกระแสอาร์มอนิกน้อยกว่าเมื่อทดสอบกับโหลดเครื่อง เชื่อมไฟฟ้ากระแสตรงแบบอินเวอร์เตอร์ความถี่สูง การปรับปรุงรูปคลื่นกระแสของเครื่องเชื่อม ที่นำเสนอโดยใช้เทคนิคของการควบคุมกระแสแบบติดตามขอบเขตฮิสเตอร์รีซิสที่ได้ออกแบบนี้ สามารถปรับปรุงรูปคลื่นกระแสให้เป็นรูปคลื่นไซน์ได้และลดฮาร์โมนิกได้ในระดับหนึ่ง ซึ่งใน งานวิจัยนี้จะต้องทำการเพิ่มขนาดกระแสเชื่อมทางด้านเอาต์พุตให้สูงขึ้นไปอีก เพื่อใช้เชื่อมอาร์ค ขึ้นงานโลหะที่มีความหนามากขึ้น