

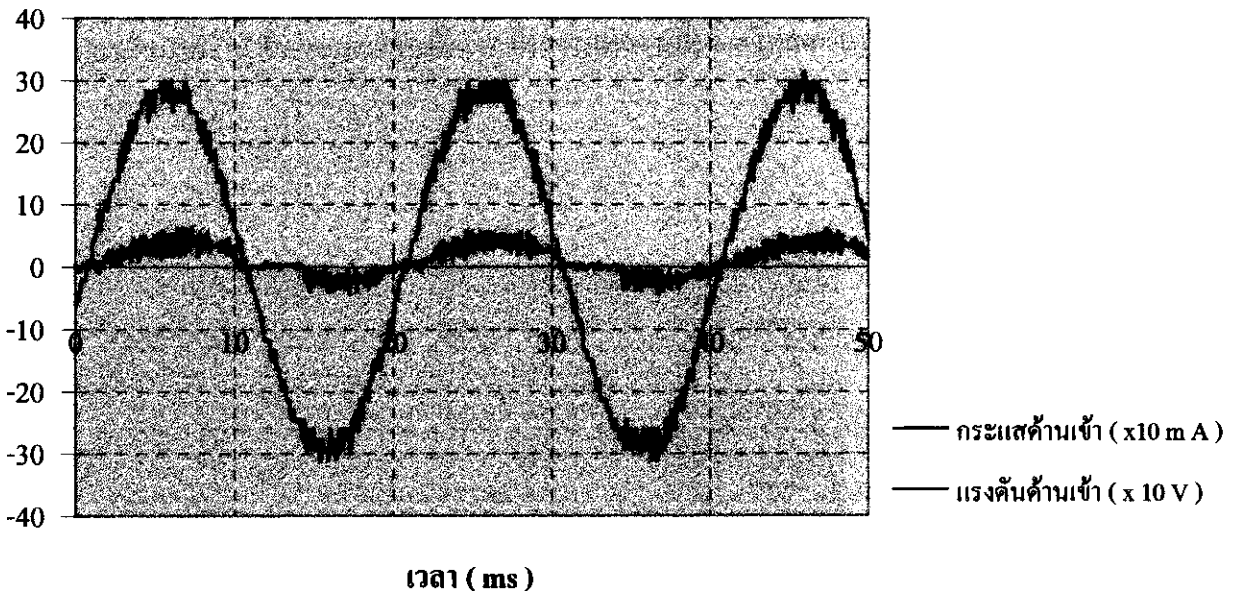
บทที่ 7

การทดสอบวงจร

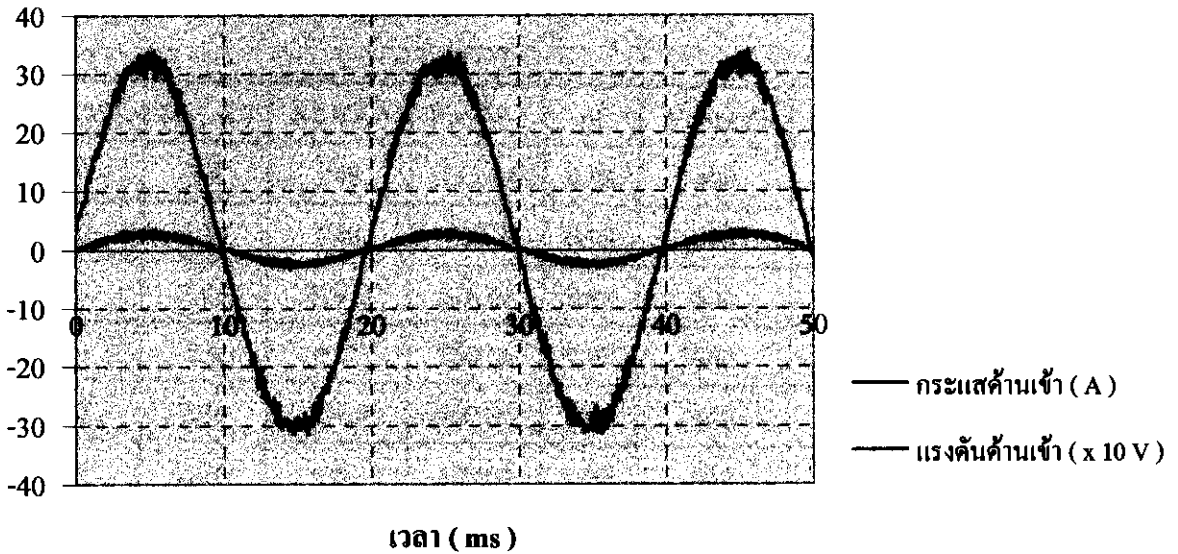
การทดสอบวงจรเป็นการทดสอบวงจรในแต่ละส่วนของแหล่งจ่ายไฟแบบต่อเนื่องดังนี้

7.1 การทดสอบวงจรแปลงผันกำลังไฟฟ้ากระแสสลับเป็นไฟฟ้ากระแสตรง

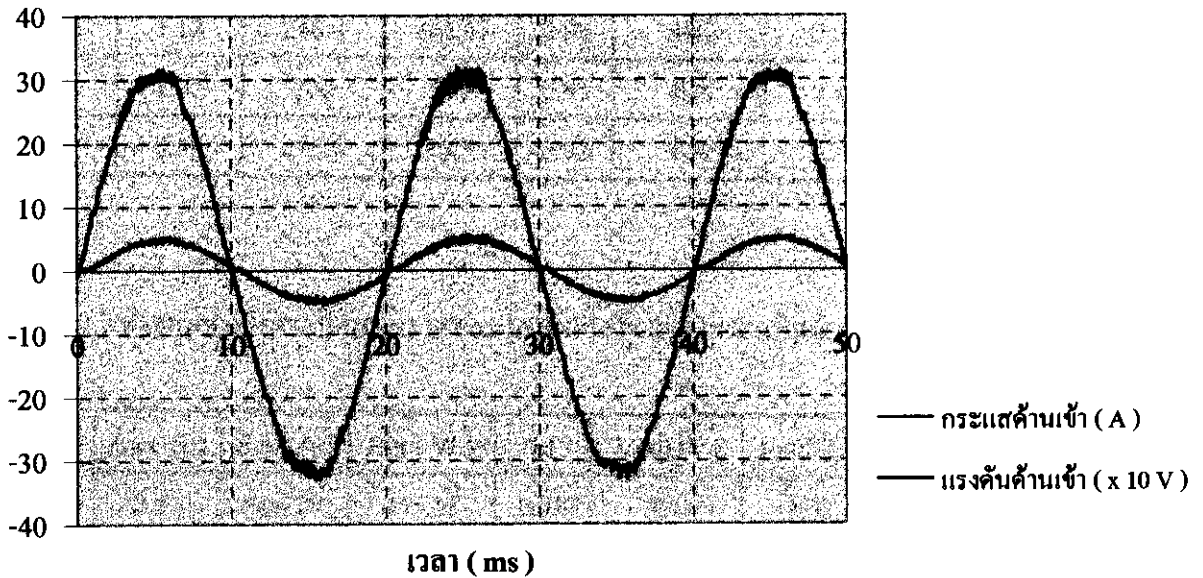
การทดสอบวงจรจะทำได้โดยการวัดรูปคลื่นของแรงดันและกระแสต้านเข้าของวงจร เมื่อจ่ายกำลังที่ค่าต่างๆซึ่งแสดงในภาพประกอบ 7.1 ถึง 7.3 และทำการวัดค่าคุณลักษณะพร้อมทั้งการคุมค่าเชิงสายป้อนของวงจร โดยได้ผลดังตารางที่ 7.1 และตารางที่ 7.2



ภาพประกอบ 7.1 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างแรงดันและกระแสต้านเข้าของวงจรแปลงผันกำลังไฟฟ้ากระแสสลับเป็นไฟฟ้ากระแสตรงเมื่อจ่ายโหลด 5 เปอร์เซ็นต์



ภาพประกอบ 7.2 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างแรงดันและกระแสต้านเข้าของวงจรแปลงผันกำลังไฟฟ้ากระแสสลับเป็นไฟฟ้ากระแสตรงเมื่อจ่ายโหลด 50 เปรอร์เซ็นต์



ภาพประกอบ 7.3 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างแรงดันและกระแสต้านเข้าของวงจรแปลงผันกำลังไฟฟ้ากระแสสลับเป็นไฟฟ้ากระแสตรงเมื่อจ่ายโหลด 100 เปรอร์เซ็นต์

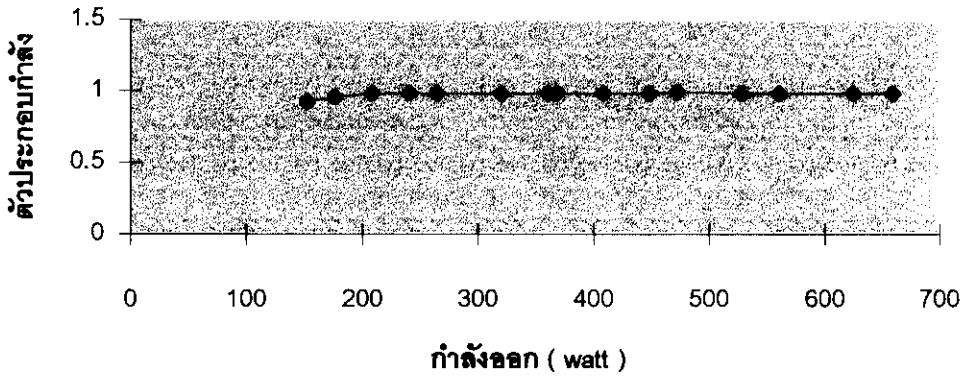
ตารางที่ 7.1 คุณสมบัติของวงจรแปลงผันกำลังไฟฟ้ากระแสสลับเป็นไฟฟ้ากระแสตรง

V _{in} (V)	I _{in} (A)	S (VA)	P _{in} (W)	pf	V _{out} (V)	I _{out} (A)	P _{out} (W)	η (%)
220	3.4	748	733.04	0.98	400	1.65	659	89.93
220	3.36	740	725.2	0.98	400	1.56	624	86.04
220	2.86	629.2	616.62	0.98	400	1.4	560	89.0
220	2.6	572	560.56	0.98	400	1.32	528	94.19
220	2.34	514.8	509.65	0.99	400	1.18	472	92.61
220	2.26	498	488.04	0.98	400	1.12	448	91.80
220	2.1	462	452.76	0.98	400	1.02	408	90.11
220	1.9	418	409.64	0.98	400	0.92	368	89.83
220	1.8	396	388.08	0.98	400	0.9	360	92.76
220	1.62	356.4	349.27	0.98	400	0.8	320	91.62
220	1.32	290.4	284.59	0.98	400	0.66	264	92.76
220	1.18	260.5	255.29	0.98	402	0.59	237	92.8
220	1.12	246.4	241.47	0.98	406	0.52	208	86.13
220	1.00	220	209	0.95	408	0.44	179.5	85.9
220	0.98	215.6	198.35	0.92	408	0.38	155	78.2

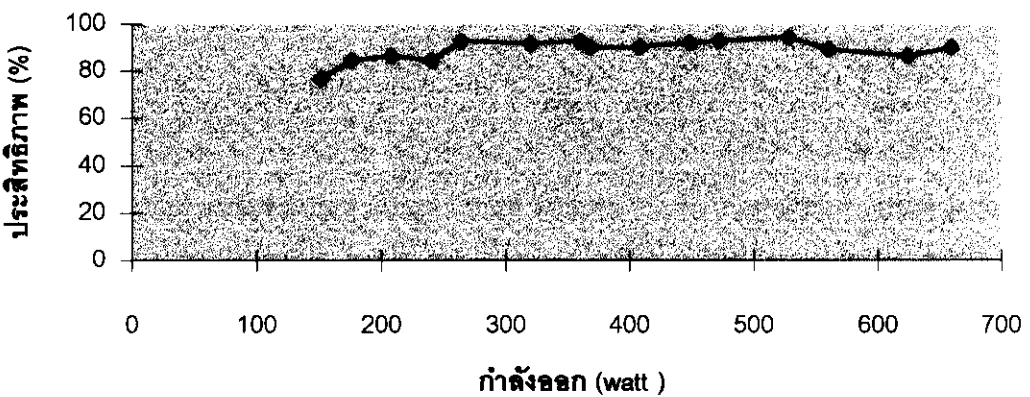
ตารางที่ 7.2 การคุมค่าเชิงสายป้อนของวงจรแปลงผันกำลังไฟฟ้ากระแสสลับเป็นไฟฟ้ากระแสตรง

V _{in} (V)	I _{in} (A)	S (VA)	P _{in} (W)	pf	V _{out} (V)	I _{out} (A)	P _{out} (W)	η (%)
201	2.31	464.79	455.55	0.98	398	1.03	410	90
220	2.1	462	452.76	0.98	400	1.02	408	90.11
240	1.93	463.2	453.94	0.98	402	1.02	410	90.3

จากตารางที่ 7.1 นำมาเขียนกราฟเพื่อหาความสัมพันธ์ระหว่างกำลังด้านออกกับตัวประกอบกำลัง และกำลังด้านออกกับประสิทธิภาพของวงจร โดยแสดงไว้ในภาพประกอบ 7.4 และ 7.5 ตามลำดับ



ภาพประกอบ 7.4 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างกำลังออกกับตัวประกอบกำลังของวงจรเรียงกระแสชนิดทอร์คัลแรงดัน



ภาพประกอบ 7.5 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างกำลังออกกับประสิทธิภาพของวงจรเรียงกระแสชนิดทอร์คัลแรงดัน

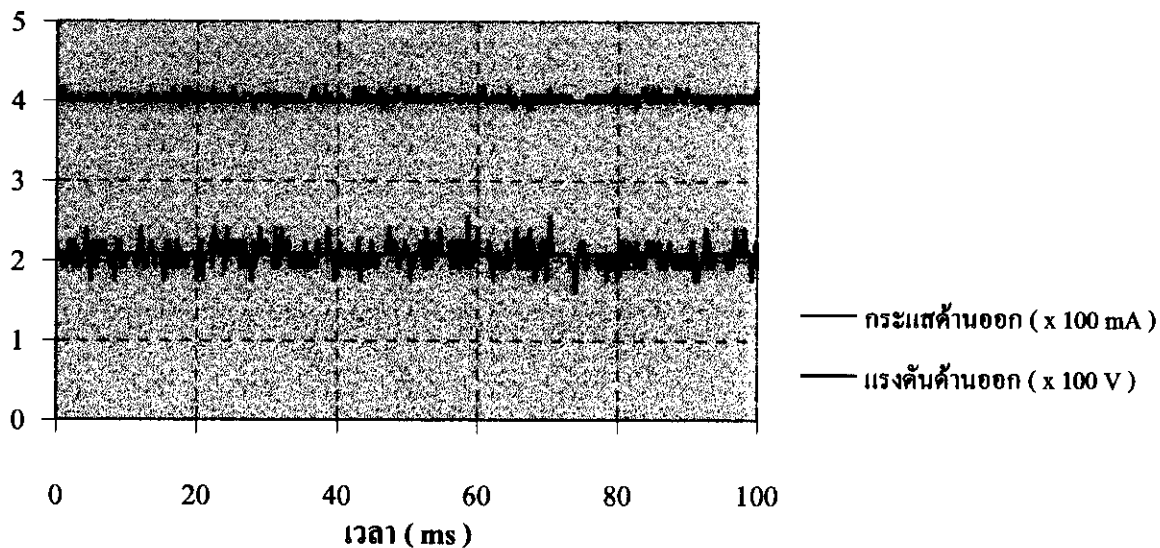
จากตารางที่ 7.1 และ 7.2 สามารถนำมาคำนวณหาค่าการคุมค่าแรงดันด้านออกเชิงโหลด (load regulation) กับการคุมค่าแรงดันด้านออกเชิงสายป้อน (line regulation) ได้ดังนี้

$$\begin{aligned} \text{load regulation} &= \frac{(V_{\text{no load}} - V_{\text{full load}})}{V_{\text{full load}}} \times 100\% \\ &= 2 \quad \% \\ \text{line regulation} &= \frac{(V_{\text{max}} - V_{\text{min}})}{V_{\text{min}}} \times 100\% \\ &= 1 \quad \% \end{aligned}$$

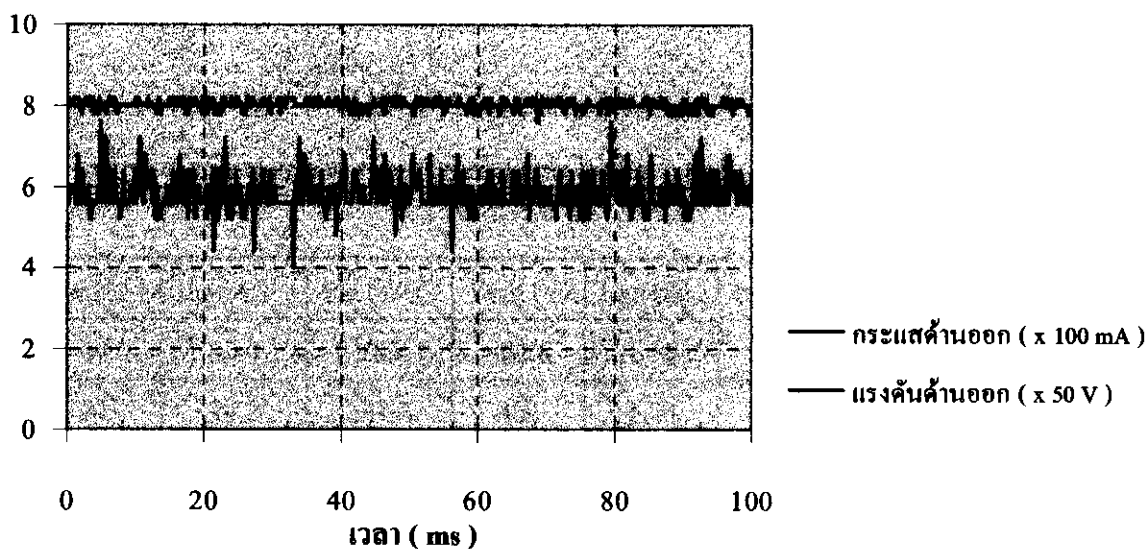
จากภาพประกอบ 7.4 จะเห็นได้ว่า เมื่อกำลังออกมีค่าสูงกว่า 250 วัตต์ ประสิทธิภาพของวงจรจะมีค่าประมาณ 91 % และจากภาพประกอบ 7.5 จะเห็นได้ว่าค่าตัวประกอบกำลังของวงจรมีค่าสูงกว่า 0.9 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด

7.2 การทดสอบวงจรแปลงผันกำลังไฟฟ้ากระแสตรงเป็นไฟฟ้ากระแสตรง

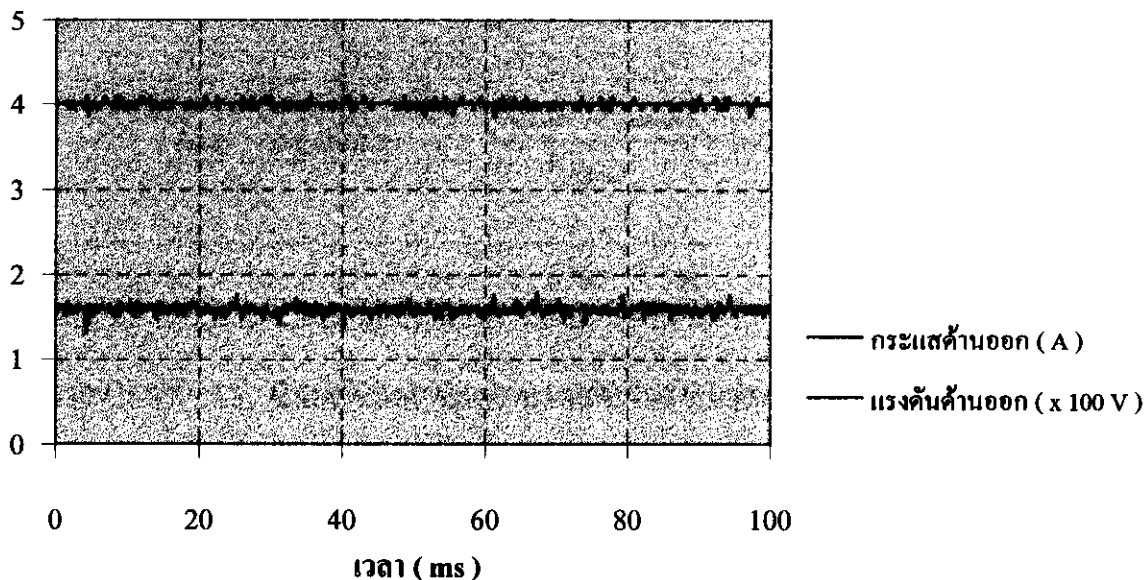
เมื่อทำการทดสอบวงจรแปลงผันกำลังไฟฟ้ากระแสตรงเป็นไฟฟ้ากระแสตรง เพื่อหาคุณลักษณะและประสิทธิภาพของวงจร ได้ผลดังแสดงในตารางที่ 7.3 และภาพประกอบ 7.6 ถึง 7.8 แสดงแรงดันและกระแสด้านออกของวงจรเมื่อจ่ายกำลังเต็มพิกัด



ภาพประกอบ 7.6 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างแรงดันกับกระแสด้านออกของวงจรแปลงผันกำลังไฟฟ้ากระแสตรงเป็นไฟฟ้ากระแสตรงเมื่อจ่ายโหลด 5 เปอร์เซ็นต์



ภาพประกอบ 7.7 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างแรงดันและกระแสด้านออกของวงจรแปลงผันกำลังไฟฟ้ากระแสตรงเป็นไฟฟ้ากระแสตรงเมื่อจ่ายโหลด 50 เปอร์เซ็นต์



ภาพประกอบ 7.8 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างแรงดันและกระแสด้านออกของวงจรแปลง
ผันกำลังไฟฟ้ากระแสตรงเป็นไฟฟ้ากระแสตรงเมื่อจ่ายโหลด 100 เปรอเซ็นต์

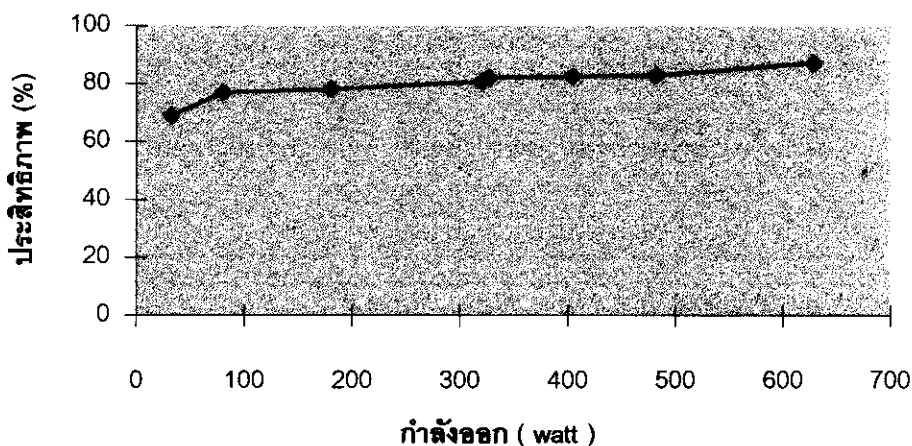
ตารางที่ 7.3 คุณสมบัติของวงจรแปลงผันกำลังไฟฟ้ากระแสตรงเป็นไฟฟ้ากระแสตรง

Vin (V)	Iin (A)	Pin (W)	Vout (V)	Iout (A)	Pout (W)	η (%)
24	30.0	720	402.6	1.56	628.06	87.2
24	24.2	581.2	402	1.20	482.4	83
24	20.4	489.7	404	1.02	404	82.5
24	16.6	398.4	408	0.80	326.4	82
24	16.5	396	400	0.60	320	80.8
24	9.6	230.7	400	0.45	180	78
24	4.33	103.59	400	0.20	80	77
24.7	1.9	46.93	406	0.08	32.48	69

สามารถหาการคุมค่าเชิงโหลด (load regulation) ได้มีค่าเป็น

$$\begin{aligned} \text{load regulation} &= \frac{(V_{\text{no load}} - V_{\text{full load}})}{V_{\text{full load}}} \times 100\% \\ &= 0.84 \quad \% \end{aligned}$$

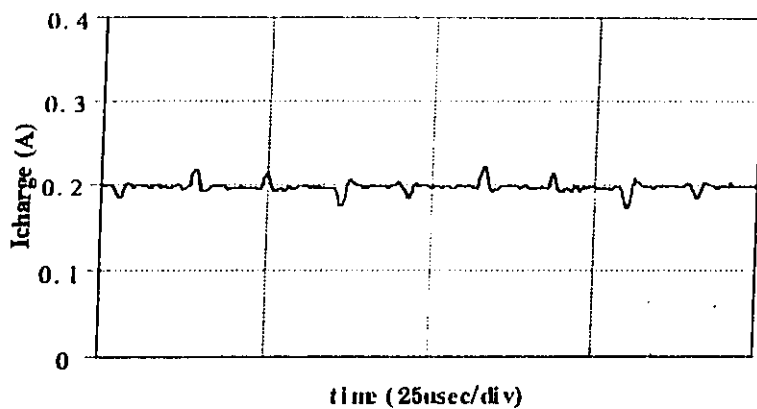
จากตารางที่ 7.3 นำมาเขียนกราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างกำลังด้านออกกับประสิทธิภาพของวงจร



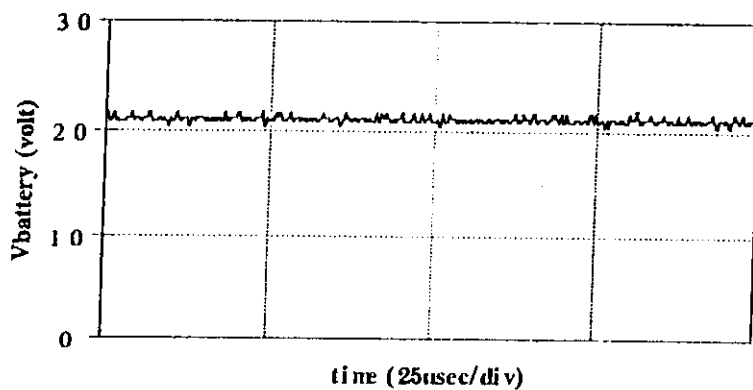
ภาพประกอบ 7.9 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างกำลังออกกับประสิทธิภาพของวงจรแปลงผันกำลังไฟฟ้ากระแสตรงเป็นไฟฟ้ากระแสตรง

จากภาพประกอบ 7.9 จะเห็นได้ว่าประสิทธิภาพของวงจรมีค่าประมาณ 83 % เมื่อวงจรจ่ายกำลังมากกว่า 320 วัตต์

7.3 การทดสอบวงจรประจุแบตเตอรี่



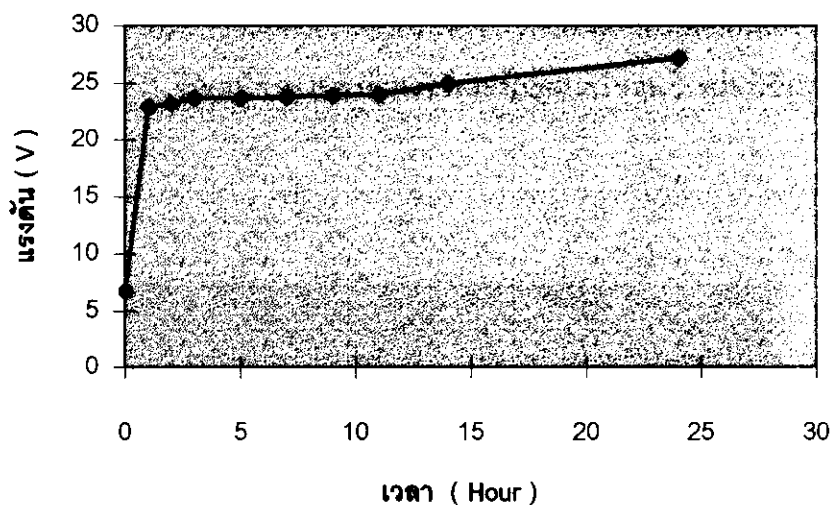
ภาพประกอบ 7.10 แสดงความสัมพันธ์ของกระแสประจุแบตเตอรี่กับเวลา



ภาพประกอบ 7.11 แสดงความสัมพันธ์ของแรงดันของแบตเตอรี่ขณะเริ่มประจุแบตเตอรี่กับเวลา

ตารางที่ 7.4 แสดงค่าเวลาในการประจุแบตเตอรี่กับแรงดันของแบตเตอรี่

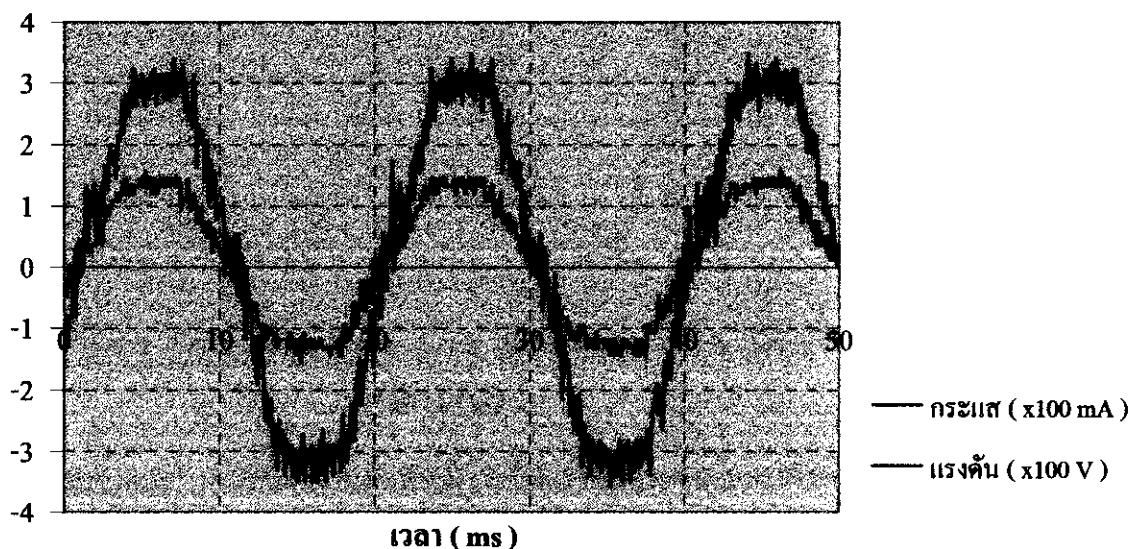
เวลาในการประจุ (ชั่วโมง)	แรงดันของแบตเตอรี่ (V)
0	6.74
1.00	22.86
2.00	23.19
3.00	23.64
5.00	23.62
7.00	23.73
9.00	23.84
11	23.93
14	24.92
24	27.2



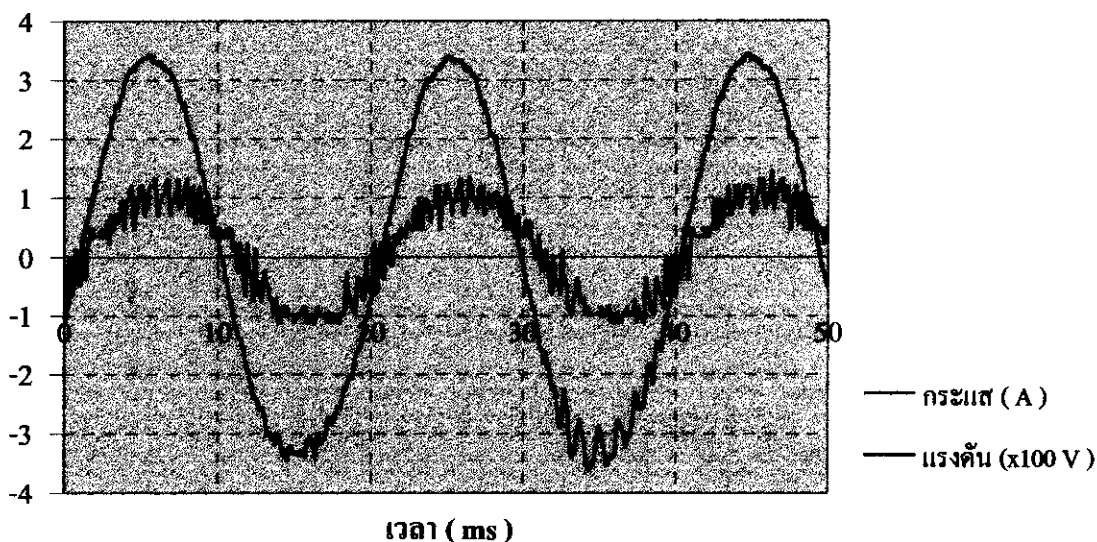
ภาพประกอบ 7.12 แสดงความสัมพันธ์แรงดันกับเวลาในการประจุแบตเตอรี่

7.4 การทดสอบวงจรอินเวอร์เตอร์

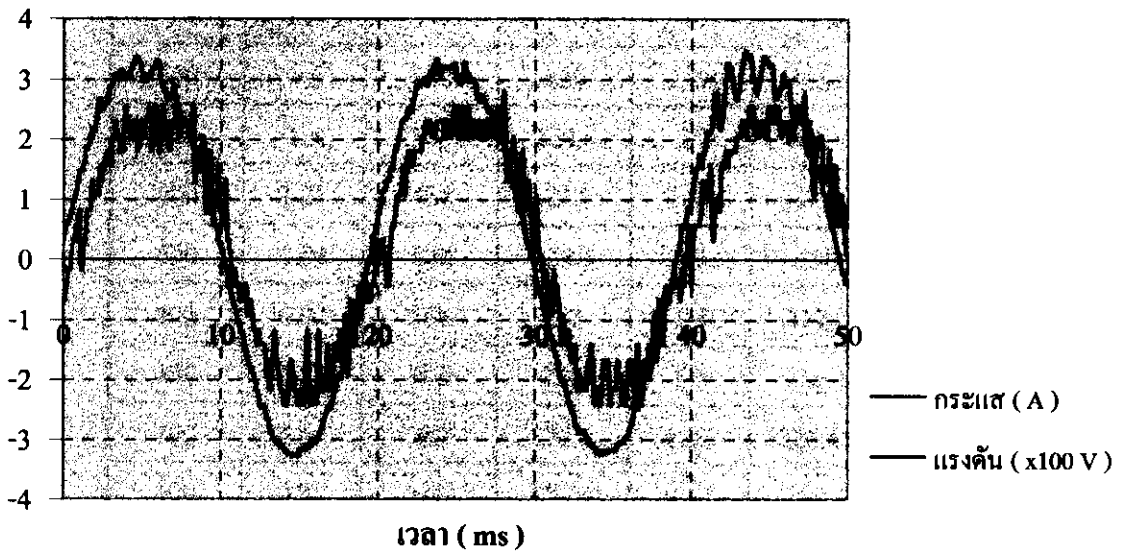
ทำการทดสอบวงจรโดยให้วงจรจ่ายโหลดที่ค่าต่างๆแล้วทำการวัดรูปคลื่นของวงจรที่โหลดค่าต่างๆ ดังแสดงในภาพประกอบ 7.13 ถึง 7.15 และทำการวัดค่าคุณลักษณะของวงจรโดยแสดงไว้ในตารางที่ 7.5 และ 7.6



ภาพประกอบ 7.13 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างแรงดันด้านออกกับกระแสที่ไหลผ่านตัวเหนี่ยวนำของอินเวอร์เตอร์เมื่อจ่ายโหลด 5 เพลอร์เซ็นต์



ภาพประกอบ 7.14 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างแรงดันด้านออกและกระแสที่ไหลผ่านตัวเหนี่ยวนำของอินเวอร์เตอร์เมื่อจ่ายโหลด 50 เพลอร์เซ็นต์



ภาพประกอบ 7.15 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างแรงดันด้านออกและกระแสที่ไหลผ่าน
ตัวเหนี่ยวนำของอินเวอร์เตอร์เมื่อจ่ายโหลด 100 เปอร์เซ็นต์

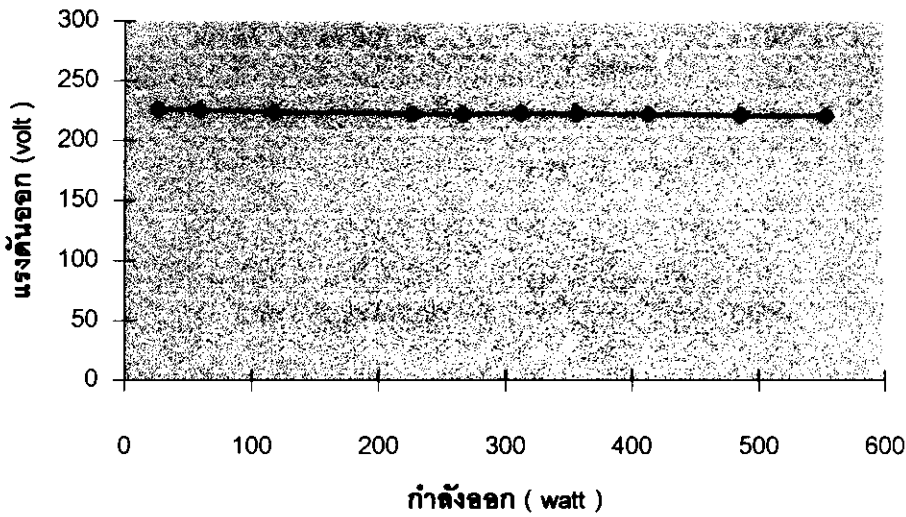
ตารางที่ 7.5 คุณลักษณะของวงจรอินเวอร์เตอร์

V_{in} (V)	I_{in} (A)	P_{in} (W)	V_{out} (V)	I_{out} (A)	P_{out} (W)	η (%)
400	1.6	640	220	2.48	545.6	85.25
400	1.4	560	220.6	2.2	485.32	86.66
400	1.21	484	222	1.86	412.92	85.3
400	1.05	420	222.5	1.6	356	84.76
400	0.92	368	223	1.4	312.2	84.44
400	0.77	308	222	1.2	266.4	86.50
400	0.66	264	222.2	1.02	226.43	77.28
400	0.40	160	223.4	0.53	117.3	73.12
400	0.22	88	225.6	0.26	58.65	66.6
400	0.12	48	226	0.12	27.12	56.5

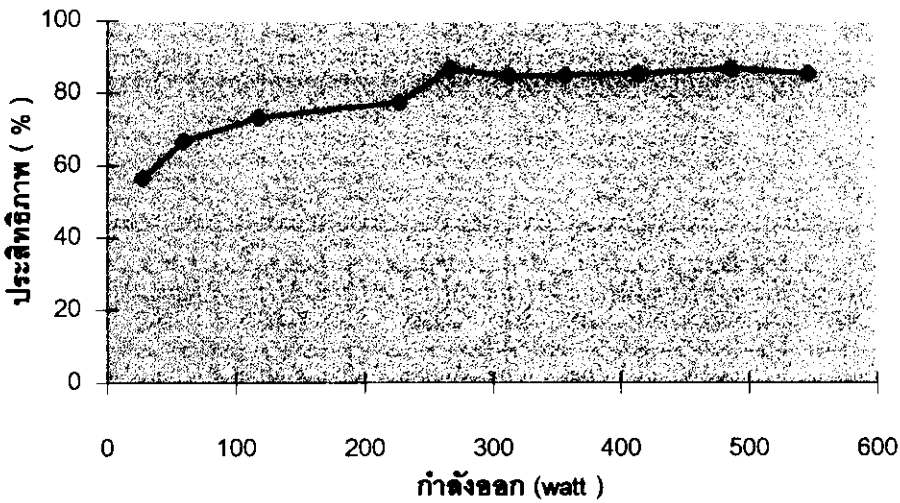
ตารางที่ 7.6 การคุมค่าแรงสายป้อนของวงจรอินเวอร์เตอร์

V_{in} (V)	I_{in} (A)	P_{in} (W)	V_{out} (V)	I_{out} (A)	P_{out} (W)	η (%)
380	1.1	418	220.2	1.6	352.3	84.28
400	1.05	420	222.5	1.6	356	84.76
420	1	420	224	1.6	358.4	85.33

จากตารางที่ 7.5 นำมาเขียนกราฟเพื่อหาความสัมพันธ์ระหว่างกำลังด้านออกกับแรงดันด้านออก และกำลังด้านออกกับประสิทธิภาพของวงจร โดยแสดงไว้ในภาพประกอบที่ 7.16 และ 7.17 ตามลำดับ



ภาพประกอบ 7.16 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างกำลังออกกับแรงดันออกของอินเวอร์เตอร์



ภาพประกอบ 7.17 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างกำลังออกกับประสิทธิภาพของวงจรอินเวอร์เตอร์

จากตารางที่ 7.5 และ 7.6 สามารถคำนวณหาค่าการคุมค่าแรงดันด้านออกเชิงโหลด (load regulation) กับการคุมค่าแรงดันด้านออกเชิงสายป้อน (line regulation) ได้ดังนี้

$$\begin{aligned} \text{load regulation} &= \frac{(V_{\text{no load}} - V_{\text{full load}})}{V_{\text{full load}}} \times 100\% \\ &= 2.73 \quad \% \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{line regulation} &= \frac{(V_{\text{max}} - V_{\text{min}})}{V_{\text{min}}} \times 100\% \\ &= 1.73 \quad \% \end{aligned}$$

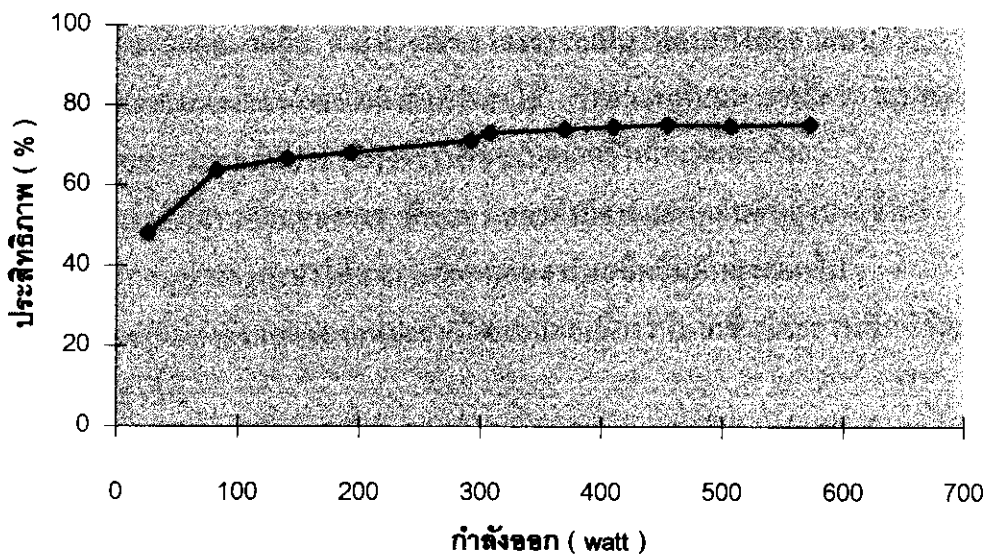
7.5 การทดสอบวงจรเมื่อแหล่งจ่ายไฟแบบค่อเนื่องอยู่ในสภาวะจ่ายกำลังสำรองจากแบตเตอรี่

เมื่อการทดสอบวงจรเมื่อแหล่งจ่ายไฟแบบค่อเนื่องอยู่ในสภาวะจ่ายกำลังสำรองจากแบตเตอรี่ ผ่านวงจรแปลงผันกำลังไฟฟ้ากระแสตรงเป็นไฟฟ้ากระแสตรงไปยังวงจรอินเวอร์เตอร์เพื่อจ่ายกำลังไฟฟ้าให้กับโหลด ได้ผลดังตารางที่ 7.7

ตารางที่ 7.7 คุณสมบัติของแหล่งจ่ายไฟแบบค่อเนื่องเมื่ออยู่ในสภาวะจ่ายกำลังสำรองจากแบตเตอรี่

V_m (V)	I_m (A)	P_m (W)	V_{out} (V)	I_{out} (A)	P_{out} (W)	η (%)
24	31.7	760.8	220	2.6	572	75.2
24	28.2	676.8	220	2.3	506	74.7
24	25.2	604.8	233	1.95	454	75.1
24	22.9	549.6	234	1.75	409.5	74.5
24	20.7	498.7	235	1.57	368.95	74
24	17.5	420	236	1.3	306.8	73
24	17.1	410.6	237	1.23	291.5	71
24	11.8	283.2	235	0.82	192.7	68
24	8.7	211.2	234	0.6	140.4	66.5
24	5.4	129.6	236	0.35	82.6	63.7
24	2.25	54.08	236	0.11	25.96	48

จากตารางที่ 7.7 นำมาเขียนกราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างกำลังด้านออกกับประสิทธิภาพของแหล่งจ่ายไฟแบบต่อเนื่องได้ดังภาพประกอบที่ 7.18



ภาพประกอบที่ 7.18 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างกำลังออกกับประสิทธิภาพของแหล่งจ่ายไฟแบบต่อเนื่องเมื่อจ่ายกำลังสำรองจากแบตเตอรี่

จากการทดสอบการทำงานของแหล่งจ่ายไฟแบบต่อเนื่องเมื่ออยู่ในสภาวะจ่ายกำลังสำรองจากแบตเตอรี่จะได้ว่า แหล่งจ่ายไฟแบบต่อเนื่องมีประสิทธิภาพประมาณ 74 % เมื่อจ่ายกำลังให้กับโหลดมากกว่า 350 วัตต์

7.6 รูปและข้อเสนอแนะ

1. จากการทดสอบแหล่งจ่ายไฟแบบต่อเนื่อง จะเห็นได้ว่าวงจรแต่ละส่วนสามารถทำงานได้ใกล้เคียงกับที่ออกแบบและได้จำลองด้วยโปรแกรม Tlek ได้
2. วงจรแปลงผันกำลังไฟฟ้ากระแสสลับเป็นไฟฟ้ากระแสตรง เมื่อจ่ายกำลังให้แก่โหลดน้อยกว่า 5 % แล้วแรงดันด้านออกจะมีการแกว่ง และกระแสด้านเข้าจะมีรูปคลื่นไม่ใกล้เคียงรูปไซน์ แต่เมื่อวงจรจ่ายกำลังให้แก่โหลดมากขึ้น การทำงานของวงจรจะเป็นไปตามที่ได้ออกแบบไว้
3. สามารถขยายระยะเวลาการจ่ายกำลังสำรองได้ โดยการเพิ่มขนาดพิกัดของแบตเตอรี่ให้สูงขึ้น แต่ต้องมีการปรับค่ากระแสอัดประจุในวงจรประจุแบตเตอรี่ให้เหมาะสมด้วย
4. รูปคลื่นแรงดันด้านออกของวงจรอินเวอร์เตอร์ยังมีฮาร์มอนิกอันดับสูงปนเข้ามา ซึ่งควรมีการแก้ไขโดยการออกแบบวงจรกรองให้สามารถลดทอนฮาร์มอนิกอันดับสูงออกไป
5. เราสามารถเพิ่มกำลังออกของแหล่งจ่ายไฟแบบต่อเนื่องให้มากขึ้นโดยการเพิ่มพิกัดการกำลังของอุปกรณ์ที่ใช้ให้สูงขึ้น