บทที่ 4
ผลการดำเนินงานวิจัยและการวิเคราะห์

บทนี้เป็นการทดสอบส่วนต่างๆ ตามโครงสร้างของงานวิจัยที่ได้ดำเนินการไปในบทที่ 3 ซึ่งมีการทดสอบระบบส่งกำลังจากการออกกำลังกาย เครื่องกำเนิดไฟฟ้า ระบบไฟฟ้าและระบบการเก็บข้อมูล ดังรายละเอียดต่อไปนี้

4.1 การทดสอบระบบส่งกำลังเพื่อหาความสัมพันธ์ของชุดขับและชุดตาม

ข้อมูลเส้นผ่านศูนย์กลางของชุดขับและชุดขับมีขนาด 11 นิ้ว หรือ 279.4 มิลลิเมตร และ 40 มิลลิเมตร ตามลำดับ ใช้สมการ (10) ในบทที่ 2 ในการหาความสัมพันธ์ของความเร็วรอบของชุดขับและชุดตามซึ่งต่ออยู่กับเครื่องกำเนิดไฟฟ้า จะได้อัตราทด 6.985 หรือ ประมาณ 7 เท่า ซึ่งความสัมพันธ์ดังกล่าวแสดงดังตาราง 4.1

ตารางที่ 4.1 ความสัมพันธ์ของความเร็วรอบของชุดขับและเครื่องกำเนิดไฟฟ้า

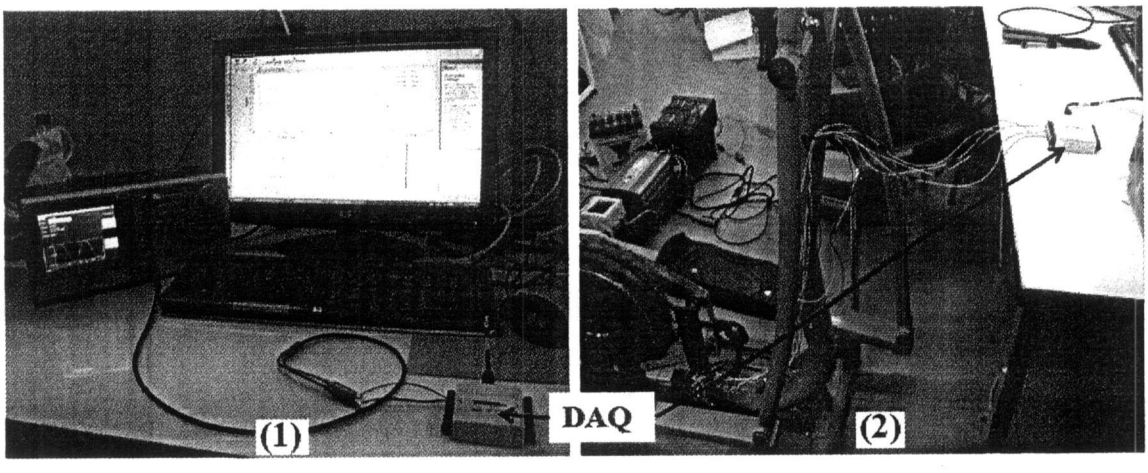
ความเร็วรอบชุดขับ (RPM)	ความเร็วรอบของเครื่องกำเนิดไฟฟ้า (RPM)
0	0
10	70
15	105
20	140
25	175
30	210
35	245
40	280
45	315
50	350
55	385
60	420
65	455
70	490
75	525
80	560
85	595
90	630
95	665
100	700
105	735
110	770
115	805
120	840

4.2 การทดสอบเครื่องกำเนิดไฟฟ้า

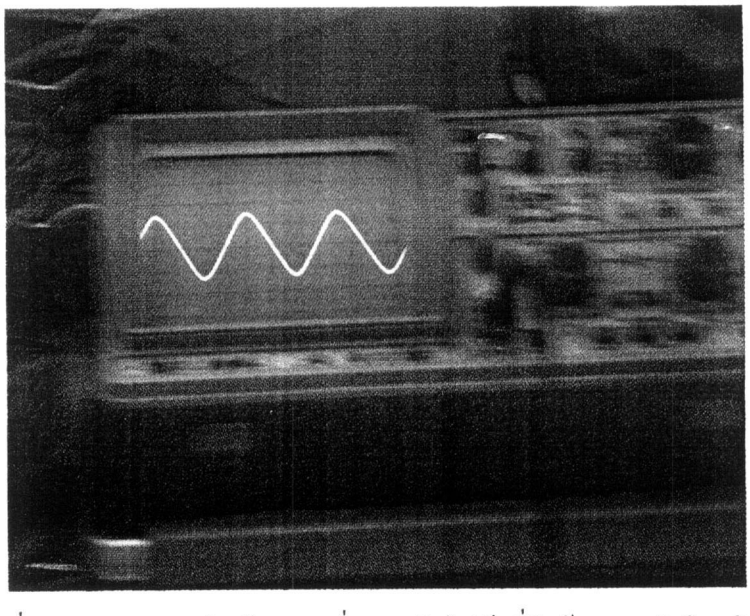
การทดสอบเครื่องกำเนิดไฟฟ้า จะมีขั้นตอนดังต่อไปนี้

4.2.1 วัดรูปสัญญาณของเครื่องกำเนิดไฟฟ้า

ทำการวัดรูปสัญญาณไฟฟ้าที่ได้จากเครื่องกำเนิดไฟฟ้า ซึ่งการวัดรูปสัญญาณไฟฟ้าทำโดยใช้เครื่องออสซิลโลสโคป และ Data Acquisition (DAQ) วัดตรงจุดก่อนเข้าไดโอดบริดจ์ ซึ่งยังเป็นไฟฟ้ากระแสสลับอยู่ โดยผลของรูปสัญญาณที่ตรวจวัดได้ดังแสดงในรูป 4-2 และ 4-3

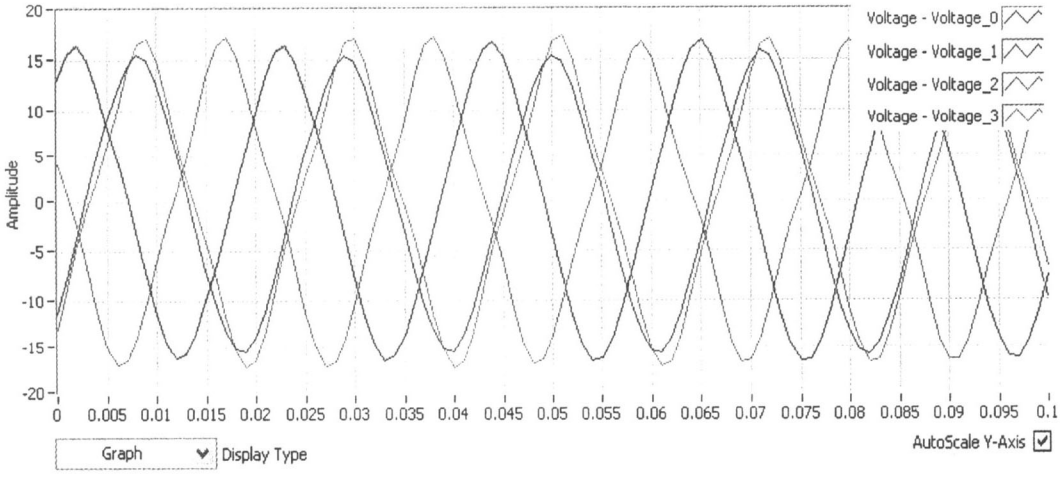


รูปที่ 4- 1 (1) การทดสอบบอร์ด DAQ และ (2) การวัดรูปสัญญาณด้วย DAQ



รูปที่ 4- 2 รูปสัญญาณไฟฟ้าของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าที่วัดด้วยออสซิลโลสโคป

จากรูปสัญญาณของออสซิลโลสโคปทำการวัดเพียง 1 เฟส เป็นรูปคลื่นซายน์โดยความถี่ของรูปคลื่นจะแปรผันตามความเร็วรอบของเครื่องกำเนิด การต่อขดลวดของเครื่องนิดมีทั้งหมด 5 เฟส อย่างไรก็ตามการวัดและบันทึกรูปคลื่นด้วย DAQ สามารถทำได้เพียง 4 เฟส เพราะมีเพียง 4 อนาลอกอินพุตเท่านั้น



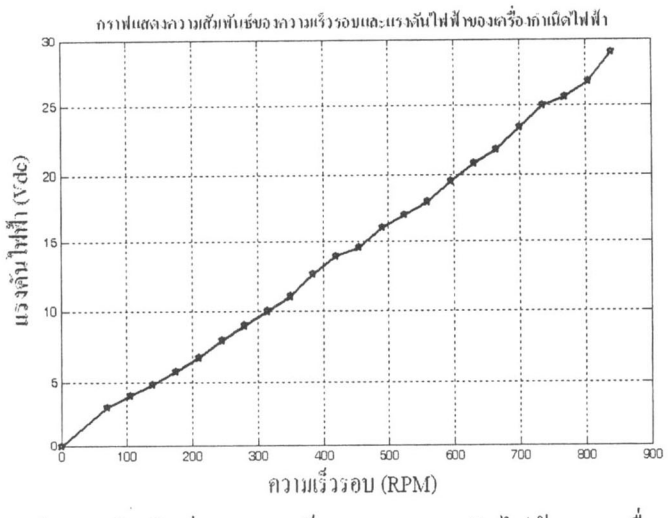
รูปที่ 4- 3 รูปสัญญาณไฟฟ้าของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าที่วัดและบันทึกด้วย DAQ มีจำนวน 4 รูปสัญญาณ

4.2.2 การทดลองหาความสัมพันธ์ความเร็วรอบและแรงดันกระแสตรงของเครื่องกำเนิดไฟฟ้า

ในการทดลองนี้ทำการวัดและบันทึกค่าแรงดันไฟฟ้ากระแสตรงที่ได้จากเครื่องกำเนิดไฟฟ้าที่ความเร็วรอบต่างๆ ทำการหาความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วรอบของเครื่องกำเนิดกับแรงดันไฟฟ้า

ตารางที่ 4.2 ความสัมพันธ์ของความเร็วรอบและแรงดันไฟฟ้าของเครื่องกำเนิดไฟฟ้า

ความเร็วรอบของเครื่องกำเนิดไฟฟ้า (RPM)	แรงดันไฟฟ้ากระแสตรง (Vdc)
0	0
70	3.1
105	4
140	4.8
175	5.8
210	6.8
245	8
280	9
315	10
350	11
385	12.5
420	13.8
455	14.5
490	16
525	17
560	18
595	19.5
630	20.8
665	21.8
700	23.4
735	25
770	25.6
805	26.8
840	29



รูปที่ 4- 4 กราฟความสัมพันธ์ของความเร็วรอบ vs แรงดันไฟฟ้าของเครื่องกำเนิดไฟฟ้า

จากกราฟจะเห็นว่าเมื่อความเร็วรอบสูงขึ้นแรงดันไฟฟ้าที่ได้จากเครื่องกำเนิดจะเพิ่มขึ้นตาม ซึ่งพิกัดที่ออกแบบให้มีแรงดันไฟฟ้าที่สามารถชาร์จแบตเตอรี่ได้ ประมาณ 13-16 โวลต์ อยู่ในช่วงความเร็วรอบ 300 – 490 รอบต่อนาที ซึ่งเป็นการออกกำลังกายที่ไม่เร็วเกินไป

4.2.3 การทดลองจ่ายโหลดของเครื่องกำเนิดไฟฟ้า

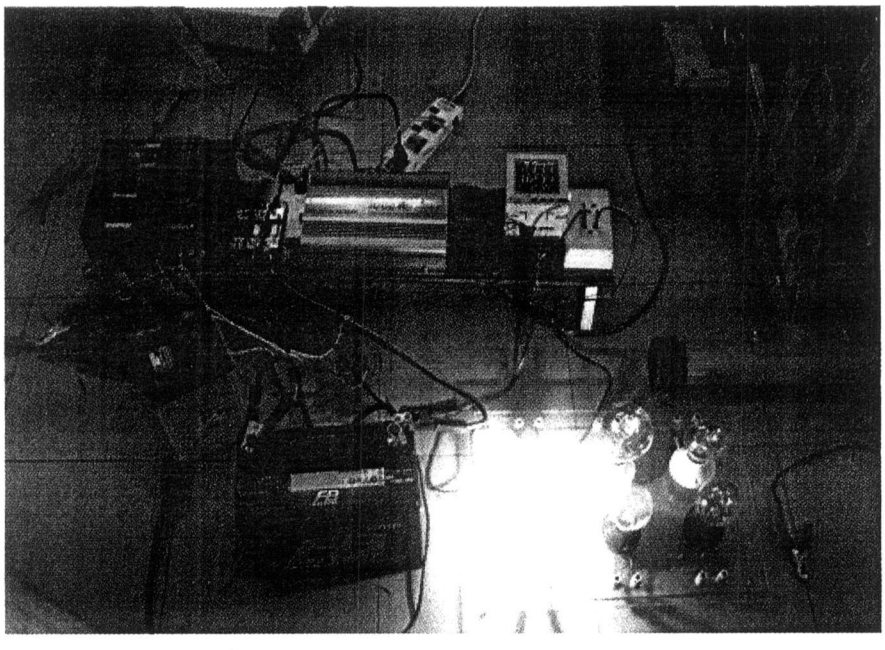
จากพิกัดของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าที่ออกแบบมีขนาด 250 วัตต์ ในการทดสอบโดยการออกกำลังกายแล้วจ่ายให้กับโหลด หลอดฮาโลเจนขนาด 12 โวลต์ 50 วัตต์ โดยทำการขนานเพิ่มหลอดฮาโลเจนจำนวน 5 หลอด พบว่าแรงที่ต้องใช้ขับเครื่องกำเนิดจะเพิ่มขึ้นตามโหลด แต่มีข้อจำกัดคือเมื่อเพิ่มโหลดขนาด 200 วัตต์ ชุดขับจะเกิดการไถลเนื่องจากมีแรงต้านจากเครื่องกำเนิดไฟฟ้ามาก ในเบื้องต้นสรุปได้ว่าเครื่องกำเนิดสามารถจ่ายโหลดได้ตามพิกัด แต่แรงขับที่ได้จากการออกกำลังกายโดยคนไม่สามารถขับเครื่องกำเนิดที่เต็มพิกัดได้ เพราะมีแรงต้านมาก

4.3 ทำการทดลองระบบไฟฟ้าที่ออกแบบ

ในการออกแบบระบบไฟฟ้าเป็นการต่อเครื่องกำเนิดไฟฟ้าเข้าแบตเตอรี่และต่อเข้ากับอินเวอร์เตอร์เพื่อจ่ายโหลดเป็นเครื่องใช้ไฟฟ้าที่แรงดัน 220 โวลต์ 50 Hz ดังวงจรที่กล่าวในบทที่ 3 ในกรณีที่ไม่มีการใช้ไฟฟ้าในการขับโหลด แล้วมีการออกกำลังกายเป็นการชาร์จแบตเตอรี่ เมื่อมีการใช้งานเครื่องใช้ไฟฟ้าแหล่งจ่ายจากแบตเตอรี่เป็นแหล่งหลักในการจ่ายกระแสไฟฟ้า และจะอาศัยกระแสที่ได้จากเครื่องกำเนิดไฟฟ้ามาช่วยแบ่งจ่ายกระแสที่จ่ายให้กับอินเวอร์เตอร์ ซึ่งทำให้กระแสที่จ่ายด้วยแบตเตอรรี่ลดลง ผลรวมของกระแสที่จ่ายอินเวอร์เตอร์เท่ากับกระแสแบบเตอรี่รวมกับกระแสที่ได้จากเครื่องกำเนิดไฟฟ้า ในการทดลองระบบไฟฟ้าต้องทำการหาประสิทธิภาพของอินเวอร์เตอร์ เมื่อจ่ายโหลดต่างๆ

4.3.1 การทดลองจ่ายโหลดเพื่อหาประสิทธิภาพของอินเวอร์เตอร์

ในการทดลองนี้หาประสิทธิภาพของอินเวอร์เตอร์โดยการต่อโหลดหลายพิกัด แล้ววัดกำลังไฟฟ้าที่จ่ายให้กับอินเวอร์เตอร์ หรือ กำลังไฟฟ้าอินพุต (Input Power) เทียบกับกำลังไฟฟ้าขาออกที่จ่ายให้กับโหลดโดยใช้แหล่งจ่ายจากแบบเตอรี่ ดังแสดงในรูป 4-5 และผลการทดลองในตาราง 4.3



รูปที่ 4- 5 การทดสอบจ่ายโหลดของระบบไฟฟ้า

ตารางที่ 4.3 ผลการทดสอบประสิทธิภาพของอินเวอร์เตอร์

		Inverter input			Inverter output			Power Loss
Load (watt)		กระแส DC (A)	แรงดัน DC (V)	DC Power (w)	กระแส AC (A)	แรงดัน AC (V)	AC Power (w)	$P_{DC} - P_{AC}$ (w)
No load	0	0.00	12.40	0.00	0.00	206.00	0.00	0.00
หลอดไฟ	25	3.02	12.21	36.87	0.12	228.60	27.50	9.37
หลอดไฟ	40	4.40	12.13	53.37	0.19	237.20	43.80	9.57
หลอดไฟ	60	6.14	12.08	74.20	0.27	239.30	63.90	10.30
หลอดไฟ	100	10.33	11.92	123.13	0.46	240.50	106.70	16.43
หลอดไฟ	200	19.66	11.60	228.06	0.88	238.30	201.70	26.36
หลอดไฟ	300	28.76	11.32	325.56	1.30	226.00	283.80	31.76
หม้อหุงข้าว	350	34.30	11.05	379.02	1.58	227.00	344.30	34.72

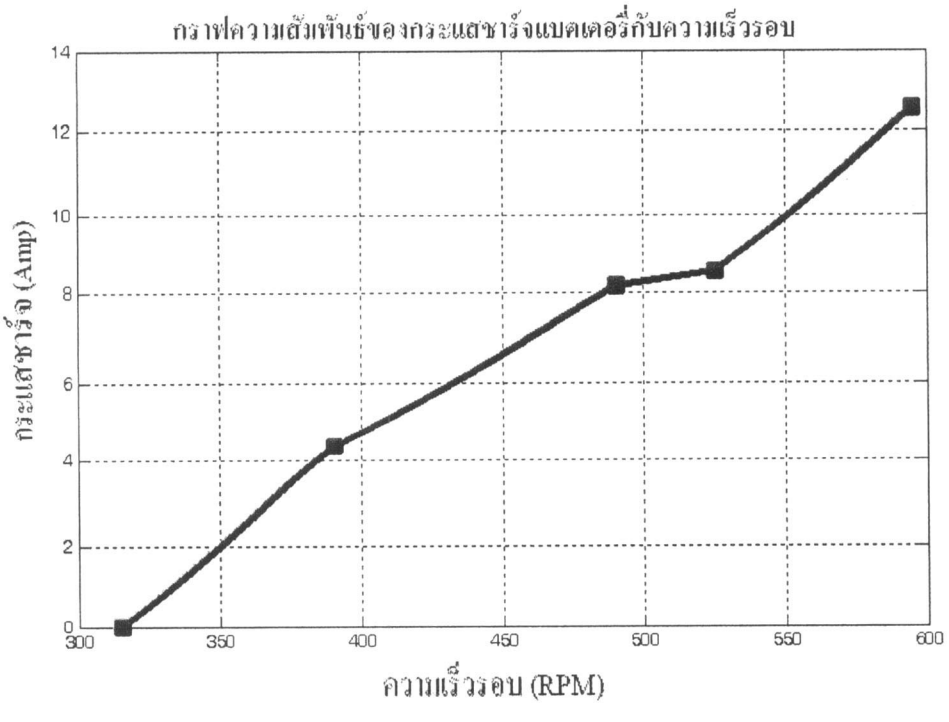
จากผลการทดลองพบว่ากำลังไฟฟ้าสูญเสียที่อินเวอร์เตอร์จะเพิ่มขึ้นตามภาระโหลดที่จ่าย จากตารางสามารถคำนวณค่าประสิทธิภาพเฉลี่ยของอินเวอร์เตอร์ประมาณ 85%

4.3.2 การทดลองชาร์จแบตเตอรี่จากเครื่องกำเนิดโดยการออกกำลังกาย

ผลการทดลองการออกกำลังกายแล้วทำการชาร์จแบตเตอรี่ จะพิจารณาที่ความเร็วรอบ กระแสชาร์จ และแรงดันชาร์จ ซึ่งผลแสดงดังตาราง 4.4

ตารางที่ 4.4 ผลการชาร์จแบตเตอรี่ด้วยการออกกำลังกาย

ความเร็วรอบ (RPM)	กระแสชาร์จ (A)	แรงดันชาร์จ (V)
315	0.00	12.4
390	4.38	12.7
490	8.20	13
525	8.53	13.1
595	12.54	13.3



รูปที่ 4- 6 กราฟความสัมพันธ์ของความเร็วรอบ vs กระแสชาร์จแบตเตอรี่

4.3.3 การทดลองจ่ายโหลดโดยใช้แหล่งจ่ายจากแบตเตอรี่และเครื่องออกกำลังกาย

การทดลองเป็นการทดสอบการช่วยจ่ายกระแสจากเครื่องออกกำลังกาย ซึ่งพิจารณาในเรื่องของแรงต้านของเครื่องการออกกำลังกาย และกระแสที่จ่ายออกไปจากเครื่องกำเนิดไฟฟ้า ในการทดลองใช้โหลดหม้อหุ้งข้าวไฟฟ้าขนาด 350 วัตต์ ต่อทางด้านออกของอินเวอร์เตอร์ โดยขณะจ่ายโหลดกำหนดให้มีการออกกำลังกายไปพร้อมๆกัน ซึ่งผลการทดลองแสดงในตารางที่ 4.5

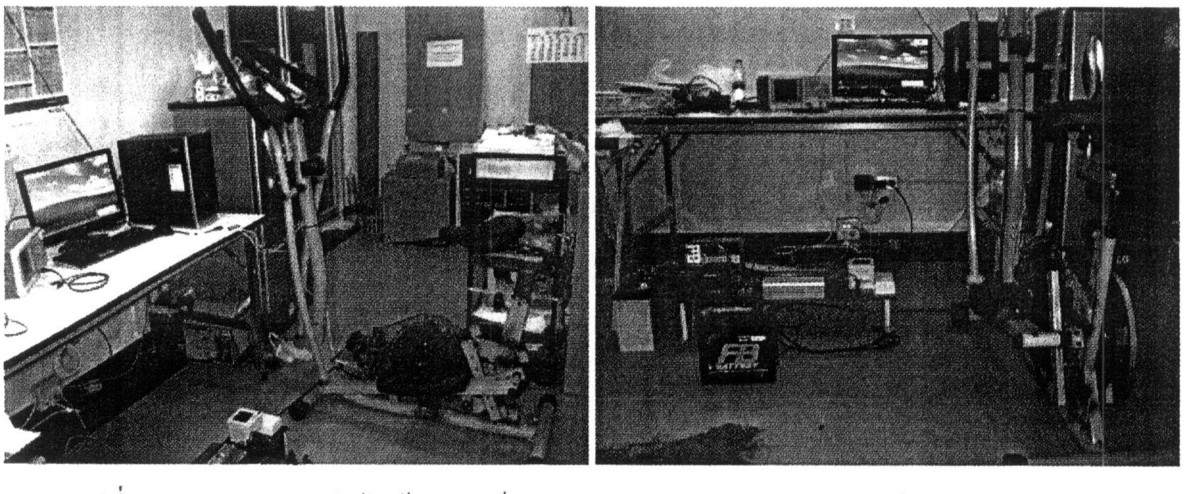
ตารางที่ 4.5 ผลการทดลองการช่วยจ่ายกระแสของเครื่องออกกำลังกาย

	Inverter input			Inverter output		
ความเร็วรอบ (RPM)	กระแสจากเครื่องกำเนิด (A)	กระแสเข้าอินเวอร์เตอร์ (A)	แรงดันที่อินเวอร์เตอร์ (V)	แรงดัน AC (V)	กระแส AC (A)	Power (w)
495	8.88	35.56	11.4	226	1.571	340.9
530	10.84	35.55	11.8	226.8	1.57	341

จากผลการทดสอบพบว่าเครื่องออกกำลังกายสามารถผลิตกระแสไฟฟ้ามาช่วยจ่ายกระแสโหลดได้ โดยที่แรงต้านของเครื่องออกกำลังกายมีไม่มาก เทียบได้กับการออกกำลังกายปกติ กระแสที่ช่วยจ่ายขึ้นอยู่กับความเร็วรอบของการออกกำลังกายตามตาราง ที่ 4.1

4.4 สรุปผลการทดลอง

ในบทนี้ได้นำเสนอการทดลองระบบส่งกำลัง เครื่องกำเนิดไฟฟ้า และระบบไฟฟ้า ซึ่งผลการทดลองแสดงให้เห็นความเป็นไปได้ในการช่วยจ่ายกระแสจากเครื่องกำเนิดไฟฟ้า และให้ข้อมูลที่น่าพอใจในระดับหนึ่ง ในการทดลองยังมีในส่วนที่ยังไม่ได้ทำการทดลอง ในเรื่องของการวัดและบันทึกค่าอัตราการเต้นของหัวใจ และพลังงานไฟฟ้าที่ได้จากการออกกำลังกายเป็นช่วงเวลา เพื่อใช้ในการหาความสัมพันธ์ของอัตราการเผาผลาญและพลังงานไฟฟ้าที่ได้



รูปที่ 4- 7 แสดงระบบผลิตไฟฟ้าขนาดเล็กจากพลังงานคน และชุดวัดและบันทึกผลการทดลอง